



(10) **DE 10 2015 111 504 A1** 2017.01.19

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 111 504.2**

(22) Anmeldetag: **15.07.2015**

(43) Offenlegungstag: **19.01.2017**

(51) Int Cl.: **B29C 64/106 (2017.01)**

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

B33Y 70/00 (2015.01)

(71) Anmelder:

**Apium Additive Technologies GmbH, 76131
Karlsruhe, DE**

(74) Vertreter:

**Geitz Truckenmüller Lucht Christ Patentanwälte
PartGmbH, 76135 Karlsruhe, DE**

(72) Erfinder:

**Andreas Johann Walter, Hölldorfer, 76139
Karlsruhe, DE; Popp, Uwe, 76227 Karlsruhe,
DE; Pfozner, Lars, 76131 Karlsruhe, DE; Okolo,
Brando, Prof. Dr., 76448 Durmersheim, DE; Tran-
Mai, Tony, 76149 Karlsruhe, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2011 075 540	A1
DE	20 2014 008 106	U1
DE	601 07 569	T2
US	2013 / 0 327 917	A1
US	2015 / 0 028 523	A1
US	2015 / 0 096 717	A1
EP	2 329 935	A1
CN	104 669 623	A

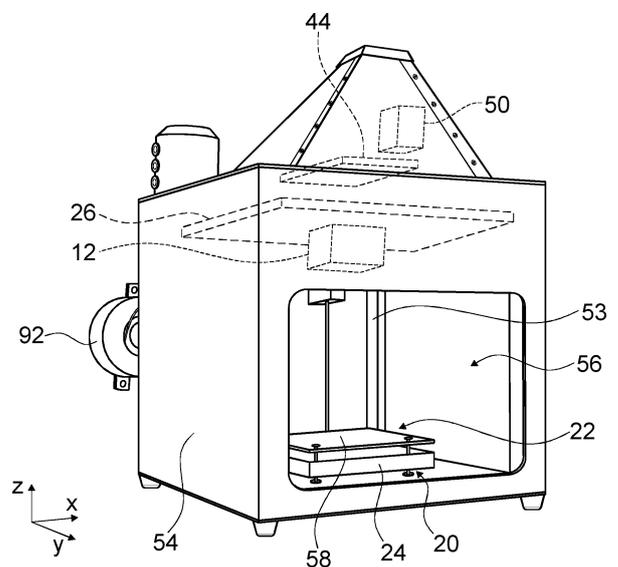
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **3D-Druckvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einer 3D-Druckvorrichtung, insbesondere von einer FFF-Druckvorrichtung, mit zumindest einer Druckkopfeinheit (12) und mit zumindest einer Zuführvorrichtung (14), welche in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) ein Druckmaterial (16) zuzuführen.

Es wird vorgeschlagen, dass die Druckkopfeinheit (12) in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, ein zumindest teilweise von einem Hochleistungskunststoff, insbesondere einem Hochleistungsthermoplast, gebildetes Druckmaterial (16) aufzuschmelzen.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine 3D-Druckvorrichtung.

[0002] Es sind bereits 3D-Druckvorrichtungen, insbesondere FFF-Druckvorrichtungen, mit zumindest einer Druckkopfeinheit und mit zumindest einer Zuführvorrichtung, welche in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, der zumindest einen Druckkopfeinheit ein Druckmaterial zuzuführen, vorgeschlagen worden. Bekannte 3D-Druckvorrichtungen sind lediglich für die Verwendung von Standardkunststoffen geeignet.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht insbesondere darin, eine gattungsgemäße Vorrichtung mit verbesserten Eigenschaften hinsichtlich der Verarbeitbarkeit technischer Kunststoffe bereitzustellen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnommen werden können.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die Erfindung geht aus von einer 3D-Druckvorrichtung, insbesondere von einer FFF-Druckvorrichtung, mit zumindest einer Druckkopfeinheit und mit zumindest einer Zuführvorrichtung, welche in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, der zumindest einen Druckkopfeinheit ein Druckmaterial zuzuführen.

[0005] Es wird vorgeschlagen, dass die Druckkopfeinheit in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, ein zumindest teilweise von einem Hochleistungskunststoff, insbesondere einem Hochleistungsthermoplast, gebildetes Druckmaterial aufzuschmelzen. Vorzugsweise ist die Druckkopfeinheit in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen, ein zumindest teilweise von einem PAEK, besonders bevorzugt von einem PEEK und/oder PEKK, gebildetes Druckmaterial aufzuschmelzen.

[0006] Unter einer „3D-Druckvorrichtung“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Vorrichtung verstanden werden, die zu einem dreidimensionalen Aufbau eines Werkstücks vorgesehen ist. Vorzugsweise soll darunter insbesondere eine Vorrichtung verstanden werden, die zu einem, insbesondere schichtweisen Aufbau eines Werkstücks aus einem Werkstoff vorgesehen ist. Ein Aufbau des Werkstücks erfolgt dabei insbesondere additiv. Besonders bevorzugt soll darunter insbesondere eine computergesteuerte Vorrichtung verstanden werden, welche zu einer Herstellung eines individuellen Werkstücks, insbesondere gemäß einer CAD-

Vorlage, vorgesehen ist. Ein Werkstück wird dabei insbesondere durch Aufschmelzen eines Werkstoffs aufgebaut. Ferner soll in diesem Zusammenhang unter einer FFF-Druckvorrichtung insbesondere eine 3D-Druckvorrichtung verstanden werden, bei welcher ein Werkstück mittels „Fused Filament Fabrication“, insbesondere mittels „Fused Deposition Modeling“ aufgebaut wird. „Fused Filament Fabrication“ beschreibt dabei insbesondere ein Fertigungsverfahren aus dem Bereich des Rapid Prototyping, bei dem ein Werkstück schichtweise aus einem Werkstoff, insbesondere aus einem Kunststoff, besonders bevorzugt aus einem Filament, aufgebaut wird.

[0007] Des Weiteren soll in diesem Zusammenhang unter einer „Druckkopfeinheit“ insbesondere eine vorzugsweise bewegliche Einheit der 3D-Druckvorrichtung verstanden werden, über welche in einem Betrieb direkt Druckmaterial auf eine Druckfläche aufgebracht wird. Vorzugsweise weist die Druckkopfeinheit zumindest eine Düse auf, über welche ein Druckmaterial ausgebracht, insbesondere extrudiert, wird. Unter einer „Zuführvorrichtung“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Vorrichtung verstanden werden, die dazu vorgesehen ist, der Druckkopfeinheit während eines Betriebs ein Druckmaterial zuzuführen. Vorzugsweise ist die Zuführvorrichtung zu einer Bereitstellung eines Druckmaterials an der Druckkopfeinheit vorgesehen. Bevorzugt soll darunter insbesondere eine Vorrichtung verstanden werden, die dazu vorgesehen ist, ein Druckmaterial aus einem Speicher zu der Druckkopfeinheit zu transportieren. Ein Transport erfolgt dabei insbesondere in einer definierten Menge und/oder mit einer definierten Vorschubgeschwindigkeit. Unter „vorgesehen“ soll insbesondere speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden werden. Darunter, dass ein Objekt zu einer bestimmten Funktion vorgesehen ist, soll insbesondere verstanden werden, dass das Objekt diese bestimmte Funktion in zumindest einem Anwendungs- und/oder Betriebszustand erfüllt und/oder ausführt. Unter einem „Hochleistungskunststoff“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Kunststoff, vorzugsweise ein Thermoplast, verstanden werden, der eine Wärmeformbeständigkeit von mehr als 150 °C aufweist. Es sind verschiedene, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Hochleistungskunststoffe denkbar, wie beispielsweise Polyaryle, Polyarylate, Polyaramide, Heterocyclische Polymere, Flüssigkristallpolymere und/oder Polyaryletherketone. Ferner soll unter „PAEK“ insbesondere die Gruppe der Polyaryletherketone verstanden werden, zu welcher beispielsweise PEEK, PEK, PEKEK und PEKK gehören.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der 3D-Druckvorrichtung kann insbesondere eine Druckvorrichtung bereitgestellt werden, mittels welcher zumindest Hochleistungskunststoffe, insbesondere Hochleistungsthermoplasten, verarbeitet wer-

den können. Dadurch kann insbesondere erreicht werden, dass auch technische Bauteile und Bauteile, welche einer hohen thermischen Belastung ausgesetzt sind, mittels einer 3D-Druckvorrichtung hergestellt werden können.

[0009] Ferner wird vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung als eine 3D-Dentaldruckvorrichtung ausgebildet ist. Vorzugsweise kann die 3D-Druckvorrichtung zu einer Herstellung von Dentalobjekten, insbesondere zur Herstellung von dentalen Implantaten, Provisorien, Inlays und/oder Zahnersatz, verwendet werden. Unter einer „3D-Dentaldruckvorrichtung“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine 3D-Druckvorrichtung verstanden werden, die zu einer Herstellung von Elementen im dentalen Bereich, insbesondere von Dentalobjekten wie beispielsweise Halbzeugen, Zwischenprodukten und/oder Endprodukten vorgesehen ist. Dadurch kann eine vorteilhafte Ausgestaltung der 3D-Druckvorrichtung bereitgestellt werden. Grundsätzlich sind jedoch auch anderen, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Anwendungen der 3D-Druckvorrichtung denkbar. Insbesondere kann dadurch erreicht werden, dass Dentalobjekte, insbesondere individuelle Dentalobjekte, vorteilhaft schnell und einfach hergestellt werden können.

[0010] Ferner wäre dabei zudem denkbar, dass die 3D-Druckvorrichtung zu einer Herstellung von Dentalobjekten, insbesondere zur Herstellung von dentalen Implantaten, Provisorien, Inlays und/oder Zahnersatz, dazu vorgesehen ist, ein Druckmaterial auf eine individuell dreidimensional geformte Druckfläche aufzubringen. Vorzugsweise ist die Druckfläche dabei von einem dentalen Positivabdruckmodell gebildet. Dadurch kann ein Dentalobjekt insbesondere direkt auf ein Abbild eines Gebisses des Patienten gedruckt werden. Bei einem Druck kann dadurch insbesondere die Verwendung von Stützmaterial vermieden werden. Ferner kann dadurch ein Druck insbesondere vorteilhaft schnell realisiert werden. Eine entsprechende mögliche Realisierung kann der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2013 111 387 A1 entnommen werden.

[0011] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Zuführvorrichtung dazu vorgesehen ist, das Druckmaterial in Form eines Filaments der Druckkopfeinheit zuzuführen. Unter einem „Filament“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein faden- und/oder stabförmig vorliegender Werkstoff verstanden werden. Vorzugsweise soll darunter insbesondere ein Werkstoff, insbesondere ein Kunststoff, verstanden werden, der in einer fadenähnlichen Form vorliegt, daher insbesondere eine Quererstreckung aufweist, die um ein Vielfaches geringer ist, als eine Längserstreckung entlang einer Mittelfaser. Vorzugsweise beträgt eine Quererstreckung weniger als 1,5 cm, vorzugsweise weniger als 1 cm und besonders

bevorzugt weniger als 0,5 cm. Bevorzugt weist das Filament einen zumindest annähernd runden Querschnitt auf. Besonders bevorzugt liegt das Filament in einer auf einer Spule aufgewickelten Form vor. Dabei soll unter „um ein Vielfaches geringer“ insbesondere zumindest 10-mal, vorzugsweise zumindest 50-mal und besonders bevorzugt zumindest 100-mal geringer verstanden werden. Grundsätzlich muss jedoch berücksichtigt werden, dass sich eine Längserstreckung des Filaments entlang der Mittelfaser vorzugsweise während eines Betriebs der 3D-Druckvorrichtung verringert, sodass ein Verhältnis der Quererstreckung zu einer Längserstreckung vorzugsweise auf einen Ursprungszustand bezogen ist. Dadurch kann insbesondere eine besonders vorteilhafte Zuführung erreicht werden. Vorzugsweise kann dadurch vorteilhaft konstruktiv einfach eine Zuführmenge und/oder eine Zuführgeschwindigkeit gesteuert werden. Ferner kann dadurch vorteilhaft schnell ein Aufschmelzen des Druckmaterials erreicht werden.

[0012] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die Zuführvorrichtung zumindest ein Transportelement aufweist, das in zumindest einem Betriebszustand zu einer Bewegung des Druckmaterials mit einer definierten Vorschubgeschwindigkeit vorgesehen ist. Vorzugsweise ist das Transportelement zumindest teilweise als eine Transportrolle ausgebildet. Besonders bevorzugt kann über die Vorschubgeschwindigkeit der Zuführvorrichtung eine Zuführmenge von Druckmaterial eingestellt werden. Unter einem „Transportelement“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Element der Zuführvorrichtung verstanden werden, welches zu einem direkten Transport des Druckmaterials vorgesehen ist.

[0013] Vorzugsweise soll darunter ein Element verstanden werden, das zu einer Bereitstellung eines Vorschubs des Druckmaterials in Richtung der Druckkopfeinheit vorgesehen ist. Besonders bevorzugt ist das Transportelement dazu vorgesehen, das Druckmaterial, insbesondere in Form eines Filaments, aus einem Speicher, insbesondere einer Spule, zu ziehen und zu der Druckkopfeinheit zu fördern. Vorzugsweise ist das Transportelement zu einer Bereitstellung eines Druckmaterials an der Druckkopfeinheit vorgesehen. Dadurch kann zuverlässig eine Zufuhr von Druckmaterial gewährleistet werden. Ferner kann dadurch insbesondere eine Menge eines zugeführten Druckmaterials beeinflusst werden. Es kann ein zuverlässiger Druckprozess gewährleistet werden.

[0014] Es wird weiter vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung eine Grundeinheit mit zumindest einer beheizbaren, insbesondere regelbar beheizbaren, Druckgrundplatte aufweist, auf welche während eines Druckvorgangs aufgedruckt wird. Vorzugsweise ist die Druckgrundplatte in Segmenten regelbar beheizbar. Bevorzugt sind die Segmente der

Druckgrundplatte separat ansteuerbar ausgebildet. Besonders bevorzugt sind die Segmente der Druckgrundplatte über eine Steuer- und/oder Regeleinheit separat ansteuerbar. Bevorzugt kann die Druckgrundplatte so über die Steuer- und/oder Regeleinheit unterschiedlich stark erhitzt werden. Hierdurch kann insbesondere eine gezielte Erhitzung erreicht werden. Ferner kann dadurch eine vorteilhaft effiziente Druckgrundplatte erreicht werden. Unter einer „Druckgrundplatte“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Element oder eine Einheit verstanden werden, das oder die zumindest teilweise einen Untergrund für einen Druck bildet. Vorzugsweise soll darunter insbesondere ein Element oder eine Einheit verstanden werden, auf welchem oder welcher ein zu druckendes Objekt aufgebaut wird. Vorzugsweise wird eine erste Schicht eines Druckobjekts direkt auf die Druckgrundplatte aufgebaut. Bevorzugt ist die Druckgrundplatte von einer rechteckigen insbesondere ebene Platte gebildet, auf welche während eines Drucks aufgedruckt wird. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine unebene, wie beispielsweise gebogene Form der Platte denkbar. Bevorzugt ist eine Temperatur der Druckgrundplatte zumindest steuerbar, besonders bevorzugt regelbar. Dadurch kann vorteilhaft ein zu druckendes Objekt von einer Basis her erwärmt werden. Hierdurch kann ein zu schnelles Abkühlen eines zu druckenden Objekts vermieden werden.

[0015] Zudem wird vorgeschlagen, dass die Grundeinheit zumindest eine Kühlvorrichtung aufweist, die zu einer aktiven Abkühlung der Druckgrundplatte vorgesehen ist.

[0016] Vorzugsweise ist die Kühlvorrichtung zu einer schockartigen Abkühlung der Druckgrundplatte vorgesehen. Bevorzugt kann über die Kühlvorrichtung ein Abkühlverlauf der Druckgrundplatte zumindest beeinflusst, besonders bevorzugt gesteuert werden. Unter einer „Kühlvorrichtung“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Vorrichtung verstanden werden, welche zu einer aktiven Kühlung der Druckgrundplatte vorgesehen ist. Vorzugsweise soll darunter eine Vorrichtung verstanden werden, die, insbesondere nach einer Deaktivierung einer Beheizung der Druckgrundplatte, zu einer aktiven Senkung einer Temperatur der Druckgrundplatte vorgesehen ist. Eine Kühlung geht dabei insbesondere über eine reine Wärmeabgabe an eine Umgebung hinaus. Es sind dabei verschiedene, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Methoden zu einer Kühlung denkbar, wie insbesondere eine Flüssigkeitskühlung, wie beispielsweise eine Wasser- oder Ölkühlung, und/oder eine Gaskühlung, wie beispielsweise Luft- oder Kohlenstoffkühlung. Dadurch kann vorteilhaft ein schnelles Abkühlen der Druckgrundplatte erreicht werden. Insbesondere kann dadurch aktiv ein Abkühlverlauf der Kühlvorrichtung beeinflusst, insbesondere gesteuert werden. Dadurch kann insbeson-

dere beispielsweise ein Ablösen eines Druckobjekts erreicht werden. Ferner kann dadurch beispielsweise ein „Warping“ des Druckobjekts durch eine falsche Abkühlung vermieden werden. Ein Abkühlverlauf kann vorteilhaft an ein Druckobjekt angepasst werden. Dabei soll unter „Warping“ insbesondere ein Verziehen des Druckobjekts nach einem Druck verstanden werden. Das Warping entsteht insbesondere aufgrund von ungleichmäßig verteilten Eigenspannungen im Filament als Folge unterschiedlicher Abkühlgeschwindigkeiten und -temperaturen der einzelnen Schichten. Insbesondere wird das Warping durch die Schrumpfung des Kunststoffes während des Abkühlvorgangs verursacht.

[0017] Ferner wird vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung zumindest eine gegenüber der Druckgrundplatte angeordnete Flächenheizungseinheit aufweist, welche dazu vorgesehen ist, ein auf der Druckgrundplatte angeordnetes Druckobjekt aus einer von der Druckgrundplatte differierenden Richtung zumindest partiell zu erhitzen. Vorzugsweise ist die Flächenheizungseinheit dazu vorgesehen ein Druckobjekt von einer Seite und/oder besonders bevorzugt von oben zumindest partiell zu erhitzen. Darunter, dass „die Flächenheizungseinheit gegenüber der Druckgrundplatte angeordnet ist“, soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass zwischen der Druckgrundplatte und der Flächenheizungseinheit zumindest teilweise der Druckbereich angeordnet ist, in welchem ein Druckobjekt während eines Betriebs der 3D-Druckvorrichtung aufgebaut wird. Vorzugsweise soll darunter insbesondere verstanden werden, dass die Flächenheizungseinheit zumindest teilweise in einem Bereich angeordnet ist, der sich senkrecht zu einer Druckfläche der Druckgrundplatte nach oben erstreckt. Ferner soll in diesem Zusammenhang unter einer „Flächenheizungseinheit“ insbesondere eine Einheit verstanden werden, die zumindest teilweise zu einer flächigen Erzeugung einer Heizleistung vorgesehen ist. Vorzugsweise wird eine Heizleistung auf einer Fläche von zumindest 10 cm², vorzugsweise von zumindest 50 cm² und besonders bevorzugt von zumindest 100 cm² erzeugt. Bevorzugt soll darunter eine Einheit verstanden werden, die zu einer Erzeugung einer flächigen Heizstrahlung vorgesehen ist. Besonders bevorzugt ist eine Heizstrahlung dabei zumindest im Wesentlichen senkrecht zu einer Fläche der Flächenheizungseinheit ausgerichtet. Grundsätzlich sind jedoch auch andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausgestaltungen der Flächenheizungseinheit denkbar. Grundsätzlich wäre auch denkbar, dass die Flächenheizungseinheit als eine Mikrowellenheizungseinheit ausgebildet ist, welche zu einer gezielten Aussendung von Mikrowellen zu einer partiellen Erhitzung des Druckobjekts vorgesehen ist. Darunter, dass „die Flächenheizungseinheit dazu vorgesehen ist, ein Druckobjekt partiell zu erhitzen“, soll in diesem Zusammenhang insbesondere

re verstanden werden, dass die Flächenheizungseinheit dazu vorgesehen ist, zumindest Teilbereiche eines bereits gedruckten Teils des Druckobjekts zu erhitzen. Vorzugsweise ist die Flächenheizungseinheit dazu vorgesehen, einen Teilbereich des Druckobjekts gezielt gegenüber einem differierenden Teilbereich zu erhitzen. Dabei kann unter „erhitzen“ jedoch auch lediglich das Halten einer Temperatur des Teilbereichs und/oder das Verhindern eines schnellen Absinkens einer Temperatur des Teilbereichs verstanden werden. Dadurch kann vorteilhaft eine Temperatur des Druckobjekts gezielt beeinflusst werden. Vorzugsweise kann dadurch vorteilhaft eine Temperatur des Druckobjekts an einen Druckprozess angepasst werden. Insbesondere kann dadurch gezielt die Temperatur einzelner Teilbereiche des Druckobjekts gesteuert werden. Insbesondere kann dadurch eine vorteilhaft gleichmäßige Wärmeverteilung des Druckobjekts als auch in einer Druckkammer erreicht werden. Vorzugsweise kann dadurch verhindert werden, dass Temperaturdifferenzen auftreten, welche zu einer Verformung des Druckobjekts führen. Ferner können makroskopische Deformationen des Druckobjekts unterdrückt werden, indem ein Erstarrungsprozess gezielt gesteuert wird. Zudem kann eine homogene Farbe des Druckobjekts, insbesondere ähnlich einer Ausgangsfarbe des Druckmaterials, erreicht werden. Insbesondere können vorteilhafte mechanische Eigenschaften des Druckobjekts erreicht werden.

[0018] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die zumindest eine Druckgrundplatte und die zumindest eine Flächenheizungseinheit relativ zueinander beweglich ausgeführt sind. Vorzugsweise ist die Flächenheizungseinheit relativ zu der Druckgrundplatte beweglich ausgeführt. Besonders bevorzugt ist die Flächenheizungseinheit relativ zu der Druckgrundplatte und die Druckgrundplatte relativ zu der Flächenheizungseinheit beweglich ausgeführt. Vorzugsweise ist die Flächenheizungseinheit relativ zu der Druckkopfeinheit positionsfest angeordnet. Es wäre jedoch auch denkbar, dass die Flächenheizungseinheit unabhängig von der Druckkopfeinheit beweglich ausgeführt ist. Besonders bevorzugt ist die Flächenheizungseinheit jedoch fest mit der Druckkopfeinheit verbunden. Dadurch kann eine Erhitzung des Druckobjekts durch die Flächenheizungseinheit insbesondere unabhängig von einer Position der Druckgrundplatte erfolgen. Bei einer positionsfesten Anordnung der Flächenheizungseinheit relativ zu der Druckkopfeinheit kann insbesondere vermieden werden, dass eine Bewegung der Druckkopfeinheit eine Heizwirkung der Flächenheizungseinheit, insbesondere durch ein Verdecken, negativ beeinflusst. Insbesondere kann dadurch eine vorteilhaft flächige Flächenheizungseinheit realisiert werden.

[0019] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die zumindest eine Flächenheizungseinheit mehrere Hei-

zelemente aufweist, die getrennt voneinander ansteuerbar ausgebildet sind. Vorzugsweise sind die Heizelemente von einer Steuer- und/oder Regeleinheit separat ansteuerbar ausgebildet. Bevorzugt sind die Heizelemente der Flächenheizungseinheit zumindest teilweise in einer Ebene, vorzugsweise in einer Ebene parallel zu der Druckgrundplatte, angeordnet. Unter einem „Heizelement“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Element der Flächenheizungseinheit verstanden werden, welches zu einer direkten Erzeugung einer Heizleistung vorgesehen ist. Vorzugsweise soll darunter insbesondere ein Element der Flächenheizungseinheit verstanden werden, welches zu einer direkten Erzeugung einer Heizstrahlung vorgesehen ist. Bevorzugt bilden die Heizelemente Segmente der Flächenheizungseinheit. Besonders bevorzugt sind die Heizelemente zumindest teilweise elektrisch getrennt voneinander ausgebildet. Vorzugsweise weist jedes der Heizelemente ein separates Heizmittel auf. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass die Heizelemente durch gezielte Ansteuerung der gesamten Flächenheizungseinheit getrennt voneinander angesteuert werden. Dadurch kann die Flächenheizungseinheit vorteilhaft variabel genutzt werden. Insbesondere kann dadurch eine sehr präzise Erhitzung des Druckobjekts erreicht werden. Ferner kann dadurch zudem eine vorteilhaft effiziente Flächenheizungseinheit bereitgestellt werden. Insbesondere bei einer Bewegung der Flächenheizungseinheit relativ zu der Druckgrundplatte kann trotz allem eine gezielte Erhitzung des Druckobjekts erreicht werden. Es kann eine unerwünschte Erhitzung einer Umgebung vermieden werden.

[0020] Es wird weiter vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung zumindest eine Lokalheizeinheit aufweist, welche in einem Betriebszustand dazu vorgesehen, ein Druckobjekt vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht durch die Druckkopfeinheit partiell zu erhitzen. Vorzugsweise ist die Lokalheizeinheit in einem Betriebszustand dazu vorgesehen, zur Verbesserung der Adhäsion zwischen den einzelnen Druckschichten eine oberste Druckschicht des Druckobjekts vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht durch die Druckkopfeinheit partiell zu erhitzen. Dabei wäre zudem insbesondere denkbar, dass gezielt auf die Erhitzung durch die Lokaleinheit partiell verzichtet wird, um gezielt eine Adhäsion zu vermeiden. Dadurch könnte insbesondere erreicht werden, dass Schichten direkt aufeinander gedruckt werden können, ohne dass die Schichten miteinander verschmelzen bzw. verschmolzen sind. Unter einer „Lokalheizeinheit“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Einheit verstanden werden, die zumindest teilweise zu einer punktuellen Erzeugung einer Heizleistung vorgesehen ist, wobei unter punktuell insbesondere auf einer Fläche von weniger als 10 cm², vorzugsweise von weniger als 5 cm² und besonders bevorzugt von weniger als 1 cm² verstanden werden soll. Bevorzugt soll darunter eine Einheit ver-

standen werden, die zu einer Erzeugung einer punktuellen Heizstrahlung vorgesehen ist. Besonders bevorzugt ist eine Heizstrahlung dabei zumindest im Wesentlichen in eine definierte Richtung ausgerichtet. Grundsätzlich wäre auch denkbar, dass die Lokalheizereinheit als eine Lokal-Mikrowellenheizereinheit ausgebildet ist, welche zu einer gezielten Aussendung von Mikrowellen zu einer partiellen Erhitzung des Druckobjekts vorgesehen ist. Dadurch kann eine sehr präzise Erhitzung des Druckobjekts erreicht werden. Ferner kann dadurch zudem eine vorteilhaft Effiziente Heizereinheit bereitgestellt werden. Insbesondere kann das Druckobjekt dadurch vorteilhaft partiell erhitzt werden. Zudem kann dadurch vorteilhaft zuverlässig eine Verbindung der Schichten erreicht werden. Insbesondere aufgrund der hohen Schmelztemperaturen von Hochleistungskunststoffen muss zur Gewährleistung eines Zusammenschmelzens der Schichten eine sehr hohe Temperatur der obersten Schicht bereitgestellt werden.

[0021] Vorzugsweise wird vorgeschlagen, dass die zumindest eine Lokalheizereinheit an der Druckkopfeinheit angeordnet ist. Besonders bevorzugt ist die Lokalheizereinheit drehbar um die Druckkopfeinheit angeordnet. Durch eine Anordnung der Lokalheizereinheit an der Druckkopfeinheit kann insbesondere ermöglicht werden, dass die Lokalheizereinheit der Druckkopfeinheit vorrauseilt. Durch ein Vorrauseilen kann wiederum erreicht werden, dass eine oberste Schicht des Druckobjekts unmittelbar vor einem Aufbringen einer weiteren Schicht erhitzt, besonders bevorzugt angeschmolzen wird. Insbesondere kann dadurch sehr präzise eine Temperatur der Schicht eingestellt werden. Ist die Lokalheizereinheit drehbar um die Druckkopfeinheit angeordnet, kann eine Position der Lokalheizereinheit vorteilhaft an eine Druckrichtung angepasst werden. Dadurch kann insbesondere zuverlässig erreicht werden, dass die Lokalheizereinheit der Druckkopfeinheit vorrauseilt. Ferner kann dadurch insbesondere erreicht werden, dass die Lokaleinheit gezielt über eine oberste Schicht verdreht werden kann um eine gezielte Erhitzung zu erreichen. Die Lokalheizereinheit kann grundsätzlich sowohl mit der Flächenheizungseinheit als auch ohne die Flächenheizungseinheit verwendet werden.

[0022] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Druckkopfeinheit zumindest eine Düse aufweist. Vorzugsweise weist die Düse an einer Innenseite zumindest teilweise eine Härte von zumindest 200 HV 10, vorzugsweise von zumindest 600 HV 10, bevorzugt von zumindest 1200 HV 10 und besonders bevorzugt von zumindest 2000 HV 10 auf. Bevorzugt weist die Düse der Druckkopfeinheit auf einer Innenseite eine Beschichtung mit einer Härte von zumindest 200 HV 10, vorzugsweise von zumindest 600 HV 10, bevorzugt von zumindest 1200 HV 10 und besonders bevorzugt von zumindest 2000 HV 10 auf. Besonders bevorzugt weist die zumindest eine Düse der Druckkopfeinheit

auf einer Innenseite eine Beschichtung auf, die zumindest teilweise aus einer Keramik, wie beispielsweise Wolframcarbid besteht. Grundsätzlich sind jedoch auch andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Materialien denkbar. Unter einer Härte von zumindest 200 HV 10 soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass ein Härtewert einer Innenseite der Düse zumindest 200 beträgt, wobei die Härteprüfung nach Vickers mit einer Prüfkraft von 10 kp, daher von ca. 98,07 N, durchzuführen ist. Dadurch kann insbesondere ein vorteilhaft geringer Verschleiß der Druckkopfeinheit, insbesondere der Düse der Druckkopfeinheit, erreicht werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere erreicht werden, dass eine Größe und/oder eine Form der Auslassöffnung der Düse der Druckkopfeinheit über eine Dauer eines Betriebs zumindest im Wesentlichen konstant bleibt. Insbesondere bei der Verwendung von Zusätzen bei einem Druckmaterial, wie beispielsweise von Fasern, insbesondere Kohlefasern, kann eine vorteilhaft hohe Standzeit der Druckkopfeinheit erreicht werden.

[0023] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung eine aktive Kühleinheit aufweist, welche zu einer aktiven Kühlung zumindest eines temperaturkritischen Bauteils vorgesehen ist. Vorzugsweise ist die aktive Kühleinheit als eine aktive Wasserkühleinheit ausgebildet. Bevorzugt ist die aktive Kühleinheit dazu vorgesehen, temperaturkritische Bauteile, welche sich in einer Umgebung, insbesondere in einer direkten Umgebung, der Druckkopfeinheit befinden, zu kühlen. Unter einer „aktiven Kühleinheit“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Einheit verstanden werden, die zu einer aktiven Kühlung zumindest eines Bauteils vorgesehen ist. Vorzugsweise soll darunter eine Einheit verstanden werden, die aktiv zu einer Abfuhr von Wärme von dem zu kühlenden Bauteil vorgesehen ist. Besonders bevorzugt ist die Einheit dazu vorgesehen, aktiv eine Temperatur eines Bauteils zu senken. Eine Kühlung geht dabei insbesondere über eine reine Wärmeabgabe an eine Umgebung hinaus. Es sind dabei verschiedene, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Methoden zu einer Kühlung denkbar, wie insbesondere eine Flüssigkeitskühlung, wie beispielsweise eine Wasser- oder Ölkühlung, und/oder eine Gaskühlung, wie beispielsweise Luft- oder Kohlenstoffkühlung. Dadurch kann vorteilhaft eine zu starke Erhitzung temperaturkritischer Bauteile verhindert werden. Insbesondere kann dadurch verhindert werden, dass Bauteile aufgrund der hohen Temperaturen beschädigt werden und/oder eine Genauigkeit der 3D-Druckvorrichtung aufgrund von Wärmeausdehnungen beeinträchtigt wird.

[0024] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die aktive Kühleinheit dazu vorgesehen ist, zumindest eine an der Druckkopfeinheit angeordnete Sensoreinheit aktiv zu kühlen. Vorzugsweise ist die aktive Kühleinheit

dazu vorgesehen, einen an der Druckkopfeinheit angeordneten Vermessungssensor zu kühlen. Bevorzugt ist die aktive Kühleinheit dazu vorgesehen, eine an der Druckkopfeinheit angeordnete Sensoreinheit zu kühlen, welche als ein Kalibrierungssensor ausgebildet ist. Besonders bevorzugt ist der Kalibrierungssensor zu einer Kalibrierung vorgesehen. Der Kalibrierungssensor ist hierfür insbesondere dazu vorgesehen, die Druckgrundplatte und/oder ein Druckobjekt zu vermessen, da um eine gute Druckqualität zu gewährleisten, eine Ebenheit des Druckbetts, insbesondere der Druckgrundplatte, gewährleistet sein muss. Unter einer „Sensoreinheit“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Einheit verstanden werden, die dazu vorgesehen ist, zumindest eine Kenngröße und/oder eine physikalische Eigenschaft aufzunehmen, wobei die Aufnahme aktiv, insbesondere durch Erzeugen und Aussenden eines elektrischen Messsignals, und/oder passiv, insbesondere durch eine Erfassung von Eigenschaftsänderungen eines Sensorbauteils, stattfinden kann. Es sind verschiedene, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Sensoreinheiten denkbar. Dadurch kann vorteilhaft erreicht werden, dass Sensoreinheiten, insbesondere temperaturkritische Sensoreinheit vorteilhaft an der Druckkopfeinheit positioniert werden können. Dadurch können insbesondere vorteilhafte Messpositionen bereitgestellt werden. Ferner kann dadurch erreicht werden, dass die Sensoreinheit in einem optimalen Temperaturbereich betrieben wird. Hierdurch kann ein vorteilhaft genaues Messergebnis erreicht werden.

[0025] Zudem oder alternativ wäre jedoch auch denkbar, dass die 3D-Druckvorrichtung eine Kühleinheit aufweist, welche zu einer Bereitstellung einer Sperrschicht zwischen einem Warm- und einem Kaltbereich in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, zwischen dem Warmbereich und dem Kaltbereich einen definierten Gasstrom zu erzeugen. Vorzugsweise ist die Kühleinheit dazu vorgesehen, zwischen dem Warmbereich und dem Kaltbereich einen definierten Luftstrom zu erzeugen. Bevorzugt ist die Kühleinheit dazu vorgesehen einen Kaltbereich zumindest teilweise gegenüber dem Warmbereich thermisch zu isolieren. Dabei wäre insbesondere denkbar, dass temperaturkritische Bauteile zumindest teilweise in einem Kaltbereich angeordnet werden, um eine separate Kühlung zu vermeiden. Dabei soll unter einem „Warmbereich“ insbesondere ein Bereich der 3D-Druckvorrichtung um das Druckobjekt herum verstanden werden. Vorzugsweise soll darunter insbesondere ein Bereich der 3D-Druckvorrichtung verstanden werden, in welchem eine hohe Temperatur benötigt wird. Besonders bevorzugt soll darunter ein Bereich zwischen der Druckgrundplatte und der Druckkopfeinheit und/oder der Flächenheizungseinheit verstanden werden. Dadurch kann insbesondere gezielt ein Warmbereich von einem Kaltbereich getrennt werden. Insbesondere kann da-

durch vorteilhaft ein hoher Wärmeverlust in dem Warmbereich vermieden werden.

[0026] Es wird weiter vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung eine Sensoreinheit aufweist, welche zu einer direkten Messung eines Drucks des Druckmaterials in der zumindest einen Druckkopfeinheit vorgesehen ist. Vorzugsweise ist die Sensoreinheit zu einer direkten Messung eines relativen Drucks des Druckmaterials in der zumindest einen Druckkopfeinheit relativ zu einem Umgebungsdruck vorgesehen. Bevorzugt ist die Sensoreinheit als ein Drucksensor ausgebildet. Unter einem „Druck“ soll in diesem Zusammenhang ein physikalischer Druck verstanden werden. Vorzugsweise soll darunter insbesondere ein Wert einer senkrecht auf eine Fläche mit dem Flächeninhalt A wirkenden Kraft mit dem Betrag F verstanden werden, wobei der Druck aus dem Quotienten gebildet ist. Ferner soll in diesem Zusammenhang unter einem „Drucksensor“ insbesondere eine Sensoreinheit verstanden werden, die dazu vorgesehen ist, zumindest eine Kenngröße eines physikalischen Drucks aufzunehmen, wobei die Aufnahme aktiv, insbesondere durch Erzeugen und Aussenden eines elektrischen Messsignals, und/oder passiv, insbesondere durch eine Erfassung von Eigenschaftsänderungen eines Sensorbauteils, stattfinden kann. Dabei sind verschiedene technische Ausgestaltungen wie beispielsweise als Passivdrucksensor, Relativdrucksensor, Absolutdrucksensor und/oder Differenzdrucksensor denkbar. Ferner sind verschiedene, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Drucksensoren denkbar wie beispielsweise piezoresistive Drucksensoren und/oder piezoelektrische Drucksensoren. Dadurch kann vorteilhaft ein Druck in der Druckkopfeinheit erfasst werden. Vorzugsweise kann dadurch ein Druck eines Druckmaterials erfasst werden. Bevorzugt kann dadurch vorteilhaft abhängig von einem Druck des Druckmaterials ein Druckprozess angepasst werden. Zudem kann dadurch vorteilhaft auch ein Druck angepasst, gesteuert und/oder geregelt werden.

[0027] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Sensoreinheit zumindest ein Sensorelement aufweist, welches in einer Düse der Druckkopfeinheit angeordnet ist. Vorzugsweise ist ein Messmittel der Sensoreinheit in der Düse der Druckkopfeinheit angeordnet. Dadurch kann vorteilhaft ein Druck des Druckmaterials direkt in der Düse gemessen werden. Dadurch kann insbesondere ein besonders zuverlässiges Messergebnis erreicht werden. Es kann insbesondere ein gegenüber einer Berechnung des Drucks verbessertes Messergebnis erreicht werden.

[0028] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung eine Steuer- und/oder Regelungseinheit aufweist, welche zu einer Steuerung und/oder Regelung zumindest eines Druckparameters vorgesehen ist. Vorzugsweise ist die Steuer- und/oder Re-

geleinheit zu einer Steuerung und/oder Regelung zumindest eines Druckparameters in Echtzeit vorgesehen. Die Steuer- und/oder Regeleinheit dient insbesondere einer optimalen Anpassung von Druckparametern an einen Druckprozess. Die Steuer- und/oder Regeleinheit ist dazu insbesondere zu einer Berechnung einer Gleichung zu einer Prozessqualität vorgesehen. Vorzugsweise ist die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen, abhängig von einer gewünschten Qualität des Druckobjekts und/oder einer gewünschten Druckgeschwindigkeit eine Druckgeschwindigkeit, eine Temperatur der Druckkopfeinheit, eine Temperatur der Druckgrundplatte, eine Temperatur des Druckobjekts oder dessen Umgebung und/oder ein Druck des Druckmaterials in der Düse anzupassen. Um ein Prozesssteuerungswerkzeug für die 3D-Druckvorrichtung zu entwickeln, wird hierbei insbesondere ein numerischer Ansatz vorgeschlagen, welcher die Zusammenhänge zwischen dem Druckprozess selbst und den Materialeigenschaften des Druckmaterials berücksichtigt. Diese Zusammenhänge werden dabei vorzugsweise mit Gleichungen beschrieben, welche darstellen, wie die Parameter die Materialeigenschaften des gedruckten Druckmaterials beeinflussen. Die Gleichungen werden anschließend bevorzugt in eine einzige Gleichung mit Hilfe von mehreren Regressionsverfahren vereinheitlicht. Über diese Gleichung kann damit eine Prozesskontrolle sowie eine Qualitätssicherung erreicht werden. Unter einer „Steuer- und/oder Regeleinheit“ soll insbesondere eine Einheit mit zumindest einer Steuer elektronik verstanden werden. Unter einer „Steuer elektronik“ soll insbesondere eine Einheit mit einer Prozessoreinheit und mit einer Speichereinheit sowie mit einem in der Speichereinheit gespeicherten Betriebsprogramm verstanden werden. Dadurch kann insbesondere eine vorteilhafte Steuerung und/oder Regelung zumindest eines Druckparameters erreicht werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere eine Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden. Insbesondere kann dadurch ein Druckprozess gezielt gesteuert werden.

[0029] Zudem wird vorgeschlagen, dass die Druckkopfeinheit zumindest eine Düse mit zumindest einem Strukturelement aufweist, welches zu einer Erzeugung einer zumindest teilweise turbulenten Strömung in der Düse vorgesehen ist. Vorzugsweise ist das Strukturelement in einem Innenraum der Düse angeordnet. Bevorzugt ist das Strukturelement an einer Innenseite der Düse angeordnet. Besonders bevorzugt ist das Strukturelement von einer Spiralstruktur gebildet, welche das Druckmaterial spiralförmig durch die Düse führt bzw. eine spiralförmige Bewegung des Druckmaterials in der Düse bewirkt. Unter einem „Strukturelement“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Element verstanden werden, welches zu einer Erzeugung einer zumindest teilweise turbulenten Strömung des Druckmaterials in der Düse vorgesehen ist. Vorzugsweise bildet das

Strukturelement zumindest an einer Innenseite der Düse zumindest eine makroskopische Struktur aus und/oder eine Oberfläche mit einer mittleren Rauheit R_a von zumindest $10\ \mu\text{m}$, vorzugsweise von zumindest $100\ \mu\text{m}$ und besonders bevorzugt von zumindest $1000\ \mu\text{m}$. Dabei soll unter einer „makroskopischen Struktur“ in diesem Zusammenhang insbesondere eine Struktur verstanden werden, welche an zumindest einem Punkt, senkrecht zu einer Hauptstreckungsrichtung der Düse betrachtet, gegenüber einer insbesondere zylindrischen Grundform einer Innenseite der Düse zumindest $0,1\ \text{mm}$, vorzugsweise zumindest $0,5\ \text{mm}$ und besonders bevorzugt zumindest $1\ \text{mm}$ in einen Innenraum der Düse ragt. Dadurch kann insbesondere eine turbulente Strömung des Druckmaterials in der Düse erreicht werden. Hierdurch kann wiederum ein Verstopfen der Düse vermieden werden. Insbesondere bei der Verwendung von Zusätzen bei einem Druckmaterial, wie beispielsweise von Fasern, insbesondere Kohlefasern, kann vorteilhaft ein Verstopfen der Düse durch die Fasern vermieden werden. Das Problem bei Fasern ist, dass diese in der Regel eine Auslassöffnung der Düse blockieren, da die Düsen nicht für den Transport von festen Fasern vorgesehen sind. Die Blockade erfolgt dabei aufgrund des Strömungsverhaltens der Schmelze mit den zufällig ausgerichteten festen Fasern. Durch eine turbulente Strömung innerhalb der Düse wird eine derartige Strömung erzeugt, welche die Fasern entlang des Strömungspfades ausrichtet. Auf diese Weise gelangen die Fasern durch die Auslassöffnung der Düse, ohne diese zu verstopfen.

[0030] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Druckkopfeinheit zumindest eine Düsenwechseleinheit mit zumindest zwei Düsen aufweist, die zu einem demontagelosen Wechsel zwischen den zumindest zwei Düsen vorgesehen ist. Vorzugsweise ist die Düsenwechseleinheit als ein Düsen-Revolver ausgebildet. Besonders bevorzugt weisen die Düsen dabei verschiedene Durchmesser und/oder Formen von Auslassöffnungen auf. Unter einer „Düsenwechseleinheit“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Einheit der Druckkopfeinheit verstanden werden, welche mehrere Düsen aufweist, zwischen welchen demontagelose gewechselt werden kann. Vorzugsweise kann zwischen verschiedenen Düsen zu einer Benutzung gewechselt werden. Die Düsen sind dabei insbesondere ständig an der Druckkopfeinheit angeordnet und werden lediglich durchgewechselt, je nachdem welche Düse aktuell benutzt werden soll. Eine Entscheidung welche Düse benutzt werden soll, kann dabei grundsätzlich von einem Bediener und/oder einer Steuer- und/oder Regeleinheit getroffen werden. Wird eine entsprechende Entscheidung von der Steuer- und/oder Regeleinheit getroffen, kann beispielsweise eine Düse abhängig von einem aktuellen Druckobjekt ausgewählt werden. Es sind verschiedene, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Mechanismen zu einer Realisierung einer Düsen-

wechseleinheit denkbar, insbesondere ist die Düsenwechseleinheit jedoch als ein Düsen-Revolver ausgebildet. Ein Düsen-Revolver ist dabei entsprechend einem Objektiv-Revolver bei Mikroskopen ausgebildet. Dadurch kann vorteilhaft ein Düsenwechsel erreicht werden, ohne eine aktuelle Düse demontieren und eine neue Düse montieren zu müssen. Vorzugsweise kann dadurch vorteilhaft ermöglicht werden, dass eine Düse selbsttätig abhängig von einem aktuellen Druckobjekt ausgewählt wird.

[0031] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Druckkopfeinheit zumindest einen Grundkörper und zumindest eine Düse aufweist, welche getrennt von dem Grundkörper demontierbar ausgebildet ist. Vorzugsweise ist die Düse unabhängig von dem Grundkörper der Druckkopfeinheit demontierbar. Unter einem „Grundkörper“ der Druckkopfeinheit soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Bauteil der Druckkopfeinheit verstanden werden, der zumindest einen wesentlichen Teil der Bauelemente der Druckkopfeinheit ausnimmt und/oder an dem zumindest ein wesentlicher Teil der Bauelemente der Druckkopfeinheit befestigt ist. Vorzugsweise bildet der Grundkörper zumindest teilweise ein Gehäuse der Druckkopfeinheit. Dabei soll unter einem „zumindest wesentlichen Teil“ insbesondere zumindest 50%, vorzugsweise zumindest 60% und besonders bevorzugt zumindest 80% der Bauelemente der Druckkopfeinheit verstanden werden. Darunter, dass „die Düse getrennt von dem Grundkörper demontierbar ausgebildet ist“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass die Düse demontiert werden kann, ohne den gesamten Grundkörper oder vorzugsweise zumindest Einzelteile des Grundkörpers der Druckkopfeinheit entfernen zu müssen. Dadurch kann vorteilhaft ein einfacher Austausch der Düse erreicht werden.

[0032] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die Druckkopfeinheit zumindest einen Grundkörper und zumindest ein Hot-End aufweist, welches getrennt, insbesondere werkzeuglos, von dem Grundkörper demontierbar ausgebildet ist. Unter einem „Hot-End“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein Bauteil der Druckkopfeinheit verstanden werden, welches direkt zu einer Aufschmelzung des Druckmaterials erhitzt wird und/oder zu einer direkten Aufschmelzung des Druckmaterials vorgesehen ist. Vorzugsweise soll darunter insbesondere eine erhitzbare Düse der Druckkopfeinheit verstanden werden. Ferner soll in diesem Zusammenhang unter „werkzeuglos“ insbesondere ohne zusätzliche Hilfsmittel, insbesondere ohne zusätzliches Werkzeug, wie beispielsweise Schraubendreher oder Dergleichen, verstanden werden. Dadurch kann insbesondere ein schneller Austausch eines Hot-Ends der Druckkopfeinheit erreicht werden. Insbesondere bei einem hohen Verschleiß und/oder einer schnellen Verschmutzung des

Hot-Ends kann eine Wartungszeit vorteilhaft gering gehalten werden.

[0033] Es wird weiter vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung eine Trocknungseinheit aufweist, welche dazu vorgesehen ist, ein Druckmaterial, vor einer Zuführung der Druckkopfeinheit zu trocknen. Vorzugsweise ist die Trocknungseinheit entlang des Druckmaterials betrachtet vor der Druckkopfeinheit angeordnet. Die Trocknungseinheit ist dabei vollständig in die 3D-Druckvorrichtung integriert. Unter einer „Trocknungseinheit“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Einheit verstanden werden, die zu einer Trocknung des Druckmaterials vorgesehen ist. Vorzugsweise ist die Trocknungseinheit dazu vorgesehen, dem Druckmaterial zumindest einen wesentlichen Teil eines darin befindlichen Wasser zu entziehen. Eine Trocknung des Druckmaterials durch die Trocknungseinheit erfolgt vorzugsweise durch Hitze. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Methode zur Trocknung des Druckmaterials denkbar. Dadurch kann vorteilhaft eine gleichbleibende Trockenheit des Druckmaterials gewährleistet werden. Hierdurch kann wiederum ein Druckprozess vorteilhaft genau gesteuert und kontrolliert werden. Ferner kann durch die Trocknung eine Druckbarkeit des Druckmaterials verbessert werden.

[0034] Zudem wird vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung ein Magazin zur Aufnahme verschiedener Druckmaterialien aufweist. Vorzugsweise sind in dem Magazin unterschiedliche Druckmaterialien aufgenommen, wobei über das Magazin zwischen den verschiedenen Druckmaterialien gewechselt werden kann. Bevorzugt weist das Magazin mehrere Halterungen für Filamentspulen und/oder mehrere Behälter für unterschiedliche Druckmaterialien auf. Besonders bevorzugt nutzt die 3D-Druckvorrichtung, insbesondere durch die Steuer- und/oder Regelungseinheit gesteuert, abhängig von einer zu erzielenden Farbe und/oder Festigkeit des zu druckenden Druckobjekts verschiedene Druckmaterialien. Über das Magazin kann insbesondere selbsttätig zwischen den Druckmaterialien gewechselt werden. Grundsätzlich ist dabei insbesondere vorgesehen, dass pro Druckobjekt lediglich ein Druckmaterial verwendet wird. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass Druckmaterialien während des Drucks eines Druckobjekts gewechselt und/oder gemischt werden. Die Druckmaterialien unterscheiden sich insbesondere in ihrer Farbe. Dadurch können Druckobjekte insbesondere selbsttätig aus verschiedenen Druckmaterialien hergestellt werden. Hierdurch können mit der 3D-Druckvorrichtung insbesondere verschiedene Farben von Druckobjekten realisiert werden.

[0035] Ferner geht die Erfindung aus von einem Druckmaterial für die 3D-Druckvorrichtung. Es wird vorgeschlagen, dass die 3D-Druckvorrichtung zumin-

dest einen Bestandteil aufweist, welcher aus PAEK besteht, und zumindest einen weiteren Bestandteil, welcher aus einem von PAEK differierenden Material besteht. Vorzugsweise besteht zumindest ein Bestandteil aus PEKK und/oder PEEK und zumindest ein Bestandteil aus einem von PEKK und/oder PEEK differierenden Material, vorzugsweise aus einem von PAEK differierenden Material. Dadurch kann ein Druckmaterial vorteilhaft an individuelle Anforderungen angepasst werden.

[0036] Des Weiteren geht die Erfindung aus von einem Verfahren zum Betrieb der 3D-Druckvorrichtung mit einem zumindest teilweise von einem Hochleistungskunststoff gebildeten Druckmaterial. Es wird vorgeschlagen, dass ein Druckvorgang von einer Steuer- und/oder Regeleinheit der 3D-Druckvorrichtung gesteuert und/oder geregelt wird. Dadurch kann insbesondere eine vorteilhafte Steuerung und/oder Regelung zumindest eines Druckparameters erreicht werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere eine Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden. Insbesondere kann dadurch ein Druckprozess gezielt gesteuert werden.

[0037] Es wird ferner vorgeschlagen, dass abhängig von zumindest einer Kenngröße unterschiedliche Heizelemente der Flächenheizungseinheit angesteuert werden. Vorzugsweise werden die Heizelemente der Flächenheizungseinheit abhängig von zumindest einer Kenngröße des Druckobjekts und/oder zumindest einer Kenngröße des Druckvorgangs angesteuert. Besonders bevorzugt werden die Heizelemente der Flächenheizungseinheit abhängig von einer Form und/oder Beschaffenheit des Druckobjekts, einem Druckfortschritt und/oder Temperaturkenngrößen eines bereits gedruckten Teils des Druckobjekts angesteuert. Dadurch kann die Flächenheizungseinheit vorteilhaft variabel genutzt werden. Insbesondere kann dadurch eine sehr präzise Erhitzung des Druckobjekts erreicht werden. Ferner kann dadurch zudem eine vorteilhaft effiziente Erhitzung bereitgestellt werden. Insbesondere bei einer Bewegung der Flächenheizungseinheit relativ zu der Druckgrundplatte kann trotz allem eine gezielte Erhitzung des Druckobjekts erreicht werden. Es kann eine unerwünschte Erhitzung einer Umgebung vermieden werden. Vorzugsweise kann dadurch eine Heizfläche der Flächenheizungseinheit in Echtzeit an eine Form des Druckobjekts angepasst werden.

[0038] Es wird weiter vorgeschlagen, dass durch Ansteuern unterschiedlicher Heizelemente der Flächenheizungseinheit gezielt Teilbereiche des Druckobjekts erhitzt werden. Dabei werden insbesondere gezielt Teilbereiche eines bereits gedruckten Teils des Druckobjekts erhitzt. Eine gezielte Erhitzung kann dabei zu einer Vermeidung von Warping genutzt werden. Dadurch kann eine sehr präzise Erhitzung des Druckobjekts erreicht werden. Ferner kann da-

durch zudem eine vorteilhaft effiziente Erhitzung bereitgestellt werden. Es kann eine unerwünschte Erhitzung einer Umgebung vermieden werden. Zudem kann auch vermieden werden, dass Teilbereiche des Druckobjekts erhitzt werden, welche insbesondere zu einem definierten Zeitpunkt des Druckprozesses nicht erhitzt werden sollen. Vorzugsweise kann dadurch eine Heizfläche der Flächenheizungseinheit in Echtzeit an eine Form des Druckobjekts angepasst werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere eine Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden. Insbesondere kann dadurch ein Druckprozess gezielt gesteuert werden.

[0039] Zudem wird vorgeschlagen, dass das Druckobjekt vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht vorseitend partiell durch die Lokalheizungseinheit erhitzt wird. Vorzugsweise wird über die Lokalheizungseinheit die Adhäsion zwischen den einzelnen Druckschichten durch eine partielle Erhitzung einer obersten Druckschicht des Druckobjekts vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht durch die Druckkopfeinheit verbessert. Dabei wäre zudem denkbar, dass gezielt auf die Erhitzung durch die Lokaleinheit partiell verzichtet wird, um e gezielt eine Adhäsion zu vermeiden. Dadurch könnte insbesondere erreicht werden, dass Schichten direkt aufeinander gedruckt werden können, ohne dass die Schichten miteinander verschmelzen werden. Dadurch kann eine sehr präzise Erhitzung des Druckobjekts erreicht werden. Ferner kann dadurch zudem eine vorteilhaft effiziente Heizeinheit bereitgestellt werden. Insbesondere kann das Druckobjekt dadurch vorteilhaft partiell erhitzt werden. Zudem kann dadurch vorteilhaft zuverlässig eine Verbindung der Schichten erreicht werden. Insbesondere aufgrund der hohen Schmelztemperaturen von Hochleistungskunststoffen muss zur Gewährleistung eines Zusammenschmelzens der Schichten eine sehr hohe Temperatur der obersten Schicht bereitgestellt werden.

[0040] Ferner wird vorgeschlagen, dass abhängig von einem Druck des Druckmaterials in der Druckkopfeinheit eine Druckgeschwindigkeit eingestellt wird. Vorzugsweise wird eine Druckgeschwindigkeit abhängig von einem Druck des Druckmaterials in der Druckkopfeinheit gesteuert und/oder geregelt. Besonders bevorzugt wird eine Druckgeschwindigkeit dabei insbesondere in Echtzeit geregelt. Dadurch kann vorteilhaft eine Druckgeschwindigkeit an einen Druckprozess angepasst werden. Insbesondere kann dadurch eine variable Einstellung einer Druckgeschwindigkeit erreicht werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere eine Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden. Insbesondere kann dadurch ein Druckprozess gezielt gesteuert werden.

[0041] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass ein Schrumpfprozess des Druckobjekts bei einer Abkühlung nach einem Druckvorgang vor und/oder wäh-

rend dem Druckvorgang berechnet und/oder berücksichtigt wird. Vorzugsweise wird ein Schrumpfverhalten des Druckmaterials zur Erreichung einer maximalen Druckgenauigkeit vor und/oder während dem Druckvorgang berechnet und/oder berücksichtigt. Das Schrumpfverhalten wird dabei insbesondere derart berechnet und/oder berücksichtigt, dass ein Druckobjekt nach einem durch eine Abkühlung verursachten Schrumpfen auf die gewünschten Maße schrumpft, daher gezielt während eines Druckverfahrens mehr Material aufgebracht wird, um ein Schrumpfen auszugleichen. Dabei soll unter „Schrumpfen“ in diesem Zusammenhang insbesondere eine beabsichtigte oder unbeabsichtigte Dimensionsänderung von Kunststoffen bei einer Temperaturänderung verstanden werden. Dadurch kann insbesondere eine vorteilhaft hohe Druckgenauigkeit erreicht werden. Insbesondere kann dadurch eine vorteilhaft hohe Genauigkeit eines endgültigen Druckobjekts erreicht werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere eine Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden. Insbesondere kann dadurch ein Druckprozess gezielt gesteuert werden.

[0042] Es wird ferner vorgeschlagen, dass ein Druckobjekt während des Druckvorgangs zumindest teilweise vermessen wird. Vorzugsweise wird das Druckobjekt während des Druckvorgangs mittels einer Kamera und/oder eines Kalibrierungssensors vermessen. Vorzugsweise wird das Druckobjekt während des Druckvorgangs zumindest teilweise vermessen, um mögliche Abweichungen zwischen dem Druckobjekt und einer auf der Steuer- und/oder Regeleinheit hinterlegten, digitalen Vorlage festzustellen. Dadurch kann vorteilhaft eine Genauigkeit des Druckvorgangs überwacht werden. Vorzugsweise können dadurch mögliche Abweichungen zwischen dem Druckobjekt und einer auf der Steuer- und/oder Regeleinheit hinterlegten, digitalen Vorlage festgestellt werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere eine Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden. Insbesondere kann dadurch ein Druckprozess gezielt gesteuert werden. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass eine Vermessung des Druckobjekts lediglich nach einem Druckvorgang durchgeführt wird. Dadurch kann vorteilhaft ein Rechenaufwand reduziert werden.

[0043] Es wird weiter vorgeschlagen, dass die Druckparameter eines Druckvorgangs abhängig von einem Vermessungsergebnis zumindest teilweise angepasst werden. Vorzugsweise werden die Druckparameter eines Druckvorgangs abhängig von einer Abweichung zwischen dem Druckobjekt und einer auf der Steuer- und/oder Regeleinheit hinterlegten, digitalen Vorlage zumindest teilweise angepasst. Dadurch kann insbesondere erreicht werden, dass mögliche Druckungenauigkeiten, insbesondere während des Druckvorgangs, verbessert werden können. Zudem wäre auch denkbar, dass die 3D-Druck-

vorrichtung abhängig von einem Vermessungsergebnis selbsttätig Nachbesserungen an dem Druckobjekt durchführt. Sollte dabei insbesondere beispielsweise eine erhebliche Abweichung zwischen dem Druckobjekt und einer auf der Steuer- und/oder Regeleinheit hinterlegten, digitalen Vorlage auftreten, könnten gezielt Nachbesserungen durchgeführt werden, um die Abweichung zu verbessern. Dadurch kann eine vorteilhaft genaue 3D-Druckvorrichtung bereitgestellt werden. Es kann ein vorteilhaft genauer Druckprozess ermöglicht werden.

[0044] Zudem wird vorgeschlagen, dass eine Farbe eines zu druckenden Druckobjekts durch Anpassung wenigstens eines Druckparameters beeinflusst wird. Vorzugsweise wird eine Farbe eines zu druckenden Druckobjekts insbesondere durch Anpassung einer Drucktemperatur und/oder eines Drucks des Druckmaterials in der Druckkopfeinheit beeinflusst. Besonders bevorzugt passt die Steuer- und/oder Regeleinheit anhängig von einer gewünschten Farbe des Druckobjekts eine Drucktemperatur und/oder ein Druck des Druckmaterials an. Es sind jedoch auch andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Druckparameter zu einer Anpassung einer Farbe eines zu druckenden Druckobjekts denkbar. Dadurch kann vorteilhaft bei gleichem Druckmaterial eine Anpassung einer Farbe des Druckobjekts erfolgen. Vorzugsweise können dadurch zumindest Nuancen einer Farbe beeinflusst werden. Zudem können dadurch auch Farbverläufe ermöglicht werden.

[0045] Ferner wird vorgeschlagen, dass ein Druckmaterial vor einer Zuführung der Druckkopfeinheit getrocknet wird. Eine Trocknung des Druckmaterials kann dabei sowohl direkt in der 3D-Druckvorrichtung, als auch in einer separaten Vorrichtung erfolgen. Eine Trocknung des Druckmaterials durch die Trocknungseinheit erfolgt vorzugsweise durch Hitze. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Methode zur Trocknung des Druckmaterials denkbar. Dadurch kann vorteilhaft eine gleichbleibende Trockenheit des Druckmaterials gewährleistet werden. Hierdurch kann wiederum ein Druckprozess vorteilhaft genau gesteuert und kontrolliert werden. Ferner kann durch die Trocknung eine Druckbarkeit des Druckmaterials verbessert werden. Vorzugsweise kann dadurch insbesondere eine hohe Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden.

[0046] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass vor einem Druck eines Druckobjekts eine Stabilisierungsschicht mit einer Grundfläche auf die Druckgrundplatte aufgedruckt wird, welche größer als eine Grundfläche einer ersten Schicht des Druckobjekts ist. Vorzugsweise weist die Stabilisierungsschicht zumindest teilweise abgerundete Ecken auf. Besonders bevorzugt weist die Stabilisierungsschicht eine zumin-

dest teilweise elliptische Grundfläche auf. Unter einer „Stabilisierungsschicht“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine gedruckte Schicht verstanden werden, auf welche während eines Druckvorgangs ein Druckobjekt aufgedruckt wird. Die Schicht ist dabei vorzugsweise zumindest während eines Druckvorgangs mit dem Druckobjekt verbunden. Besonders bevorzugt soll darunter insbesondere eine Schicht verstanden werden, welche dazu vorgesehen ist, Spannungen in dem Druckobjekt aufzunehmen und nach außen hin abzuleiten. Die Stabilisierungsschicht dient insbesondere zu einer Vermeidung von Warping an dem Druckobjekt selbst, indem Spannungen, welche Warping verursachen, in die Stabilisierungsschicht abgeleitet werden. Die Stabilisierungsschicht wird vorzugsweise nach einem Druckprozess von dem Druckobjekt entfernt. Dadurch kann vorteilhaft zuverlässig Warping an dem Druckobjekt vermieden werden. Zudem kann dadurch insbesondere eine hohe Kontrolle des Druckprozesses erreicht werden.

[0047] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die Druckgrundplatte nach einem Druckverfahren zur Ablösung des Druckobjekts aktiv gekühlt wird. Vorzugsweise wird die Druckgrundplatte nach einem Druckverfahren schockartig abgekühlt. Eine Abkühlung erfolgt dabei insbesondere mittels der Kühlvorrichtung. Dadurch kann insbesondere ein zuverlässiges Ablösen des Druckobjekts erreicht werden. Es kann insbesondere vermieden werden, dass das Druckobjekt manuell von der Druckgrundplatte entfernt werden muss. Zudem kann dadurch ein selbsttätiges Ablösen des Druckobjekts, auch bei einer hohen Adhäsion des Druckobjekts auf der Druckgrundplatte während des Druckverfahrens selbst, erreicht werden.

[0048] Die erfindungsgemäße 3D-Druckvorrichtung sowie der 3D-Drucker, das Druckmaterial und das Verfahren sollen hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere können die erfindungsgemäße 3D-Druckvorrichtung sowie der 3D-Drucker, das Druckmaterial und das Verfahren zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen und Einheiten abweichende Anzahl aufweisen.

Zeichnungen

[0049] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0050] Es zeigen:

[0051] Fig. 1 einen 3D-Drucker mit einer erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung von vorne,

[0052] Fig. 2 den 3D-Drucker mit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung von hinten,

[0053] Fig. 3 eine Druckkopfeinheit und eine aktive Kühleinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung,

[0054] Fig. 4A die Druckkopfeinheit, die aktive Kühleinheit und eine Sensoreinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung,

[0055] Fig. 4B die Druckkopfeinheit mit einer Düsenwechseleinheit, die aktive Kühleinheit und eine Sensoreinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung,

[0056] Fig. 5A einen Teilausschnitt einer Düse der Druckkopfeinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung,

[0057] Fig. 5B einen Teilausschnitt einer alternativen Düse der Druckkopfeinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung,

[0058] Fig. 5C eine weitere alternative Düse der Druckkopfeinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Schnittdarstellung,

[0059] Fig. 6A eine Grundeinheit mit einer Druckgrundplatte, die Druckkopfeinheit und eine Flächenheizungseinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung,

[0060] Fig. 6B die Grundeinheit mit der Druckgrundplatte, die Druckkopfeinheit und eine alternative Flächenheizungseinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung,

[0061] Fig. 7 die Druckkopfeinheit und die Flächenheizungseinheit der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung in einem Betriebszustand,

[0062] Fig. 8A ein Druckmaterial und eine Druckmaterialaufnahmeeinheit der 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung,

[0063] Fig. 8B das Druckmaterial und eine alternative Druckmaterialaufnahmeeinheit der 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung,

[0064] Fig. 9 ein Diagramm zur Darstellung eines Zusammenhangs von Druckparametern der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung in einer schematischen Darstellung und

[0065] Fig. 10 einen Teilausschnitt der Grundeinheit mit der Druckgrundplatte der erfindungsgemäßen 3D-Druckvorrichtung und ein Druckobjekt mit einer Stabilisierungsschicht in einer schematischen Darstellung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0066] Die Fig. 1 und Fig. 2 zeigen einen 3D-Drucker mit einer 3D-Druckvorrichtung 10. Die 3D-Druckvorrichtung 10 bildet den 3D-Drucker. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass die 3D-Druckvorrichtung 10 lediglich als ein Kit ausgebildet ist, welches zur Aufrüstung eines bereits bekannten 3D-Druckers vorgesehen ist. Daher wäre grundsätzlich auch denkbar, dass Teile der 3D-Druckvorrichtung 10 dem 3D-Drucker zugeordnet sein könnten.

[0067] Die 3D-Druckvorrichtung 10 ist als eine FFF-Druckvorrichtung, d.h. als eine Fused-Filament-Fabrication-Druckvorrichtung ausgebildet. Insbesondere ist die 3D-Druckvorrichtung 10 als eine FDM-Druckvorrichtung, d.h. als eine Fused-Deposition-Modeling-Druckvorrichtung ausgebildet. Die 3D-Druckvorrichtung 10 ist zu einem Drucken von Hochleistungskunststoffen vorgesehen. Die 3D-Druckvorrichtung 10 ist zu einem Drucken von PAEK Kunststoffen vorgesehen. Mit der 3D-Druckvorrichtung 10 wird PEEK und/oder PEKK gedruckt.

[0068] Ein Druckmaterial 16 ist dabei als Filament ausgebildet. Ferner weist das Druckmaterial 16 einen Bestandteil auf, welcher aus PEEK und/oder PEKK besteht. Des Weiteren weist das Druckmaterial 16 einen weiteren Bestandteil auf, welcher aus einem von PEEK und PEKK differierenden Material besteht. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass das Druckmaterial 16 vollständig aus PEEK und/oder PEKK besteht.

[0069] Die 3D-Druckvorrichtung 10 weist einen Rahmen 53 auf. Der Rahmen 53 ist als ein Aluminiumrahmen ausgebildet. Der Rahmen 53 weist beispielhaft die Maße 350 mm in der Länge, 560 mm in der Höhe und 350 mm in der Breite auf. Grundsätzlich wären jedoch auch andere einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Maße denkbar. Ferner weist die 3D-Druckvorrichtung 10 ein Gehäuse 54 auf. Das Gehäuse 54 weist mehrere Platten auf, die in Form einer Verkleidung an dem Rahmen 53 befestigt sind. Die Platten bestehen aus eloxiertem Aluminium. Grund-

sätzlich wäre jedoch auch ein anderes, einem Fachmann als sinnvoll erscheinendes Material denkbar. Das Gehäuse 54 weist an einer Vorderseite eine Öffnung 56 auf, über welche ein Bauraum der 3D-Druckvorrichtung 10 zugänglich ist. Die Öffnung 56 ist über eine nicht weiter sichtbare Türe verschließbar. Die Türe besteht aus einem Verbundsicherheitsglas. Der Bauraum bildet eine untere Ebene der 3D-Druckvorrichtung 10 (Fig. 1).

[0070] Auf einer Unterseite des Bauraums befindet sich eine Grundeinheit 20. Die 3D-Druckvorrichtung 10 weist die Grundeinheit 20 auf. Die Grundeinheit 20 weist eine Druckgrundplatte 22 auf, auf welche während eines Druckvorgangs aufgedruckt wird. Die Druckgrundplatte 22 ist beheizbar. Die Druckgrundplatte 22 ist regelbar beheizbar. Die Druckgrundplatte 22 ist nicht weiter sichtbar in Segmenten regelbar beheizbar ausgebildet. Eine Temperatur der Druckgrundplatte 22 ist über eine Steuer- und Regeleinheit 44 der 3D-Druckvorrichtung 10 regelbar. Die Segmente der Druckgrundplatte 22 sind separat ansteuerbar ausgebildet. Die Segmente der Druckgrundplatte 22 können über die Steuer- und Regeleinheit 44 der 3D-Druckvorrichtung 10 separat unterschiedlich stark erhitzt werden. Die Druckgrundplatte 22 wird während eines Betriebs in der Regel gleichmäßig auf 100°C erhitzt. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine alternative Temperaturansteuerung der Druckgrundplatte 22 denkbar. Ferner weist die Druckgrundplatte 22 auf einer Oberseite eine Glasplatte 58 auf. Auf die Glasplatte 58 wird während eines Druckvorgangs aufgedruckt. Die Glasplatte 58 wird benötigt, um das Druckmaterial 16, insbesondere das PEEK, während des Druckvorgangs haften zu lassen. Die Druckgrundplatte 22 ist in Z-Richtung bewegbar ausgebildet. Die Druckgrundplatte 22 ist über eine nicht weiter sichtbare Antriebseinheit in Z-Richtung beweglich ausgebildet. Die nicht weiter sichtbare Antriebseinheit der Druckgrundplatte 22 wird von der Steuer- und Regeleinheit 44 der 3D-Druckvorrichtung 10 angesteuert. Ferner weist die Grundeinheit 20 eine Kühlvorrichtung 24 auf. Die Kühlvorrichtung 24 ist zu einer aktiven Abkühlung der Druckgrundplatte 22 vorgesehen.

[0071] Die Kühlvorrichtung 24 ist zu einer schockartigen Abkühlung der Druckgrundplatte 22 vorgesehen. Über die Kühlvorrichtung 24 kann ein Abkühlverlauf der Druckgrundplatte 22 gesteuert werden. Die Kühlvorrichtung 24 ist unterhalb der Druckgrundplatte 22 angeordnet. Die Kühlvorrichtung 24 ist als eine Wasserkühlvorrichtung ausgebildet. Zu einer Kühlung der Druckgrundplatte 22 wird in der Kühlvorrichtung 24 Wasser zirkuliert, welches an anderer Stelle durch nicht weiter sichtbare Kühlrippen zu einer Wärmeabgabe geleitet wird. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausgestaltung der Kühlvorrichtung 24 denkbar.

[0072] Das Druckvolumen der 3D-Druckvorrichtung **10** beträgt hier beispielhaft 155 mm auf 155 mm auf 155 mm. Grundsätzlich wäre jedoch auch ein anderes, einem Fachmann als sinnvoll erscheinendes Druckvolumen denkbar.

[0073] Ferner weist die 3D-Druckvorrichtung **10** eine Druckkopfeinheit **12** auf. Die Druckkopfeinheit **12** ist in einem Betriebszustand dazu vorgesehen, ein von einem Hochleistungskunststoff gebildetes Druckmaterial **16** aufzuschmelzen. Die Druckkopfeinheit **12** ist in einem Betrieb dazu vorgesehen, ein von PEEK und/oder PEKK gebildetes Druckmaterial **16** aufzuschmelzen. Die Druckkopfeinheit **12** weist einen Grundkörper **46** auf. Der Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** besteht aus einem Aluminiumblock. Ferner sind an dem Grundkörper **46** Lager **60**, **62** zur Befestigung einer X-Positionierstange **64** und einer Y-Positionierstange **66** angeordnet. Die Druckkopfeinheit **12** ist über die X-Positionierstange **64** und die Y-Positionierstange **66** nicht weiter sichtbar mit dem Rahmen **53** der 3D-Druckvorrichtung **10** verbunden. Eine X-Y-Positionierung der Druckkopfeinheit **12** wird durch nicht weiter sichtbare Schrittmotoren realisiert. Die nicht weiter sichtbaren Schrittmotoren bewegen die X-Positionierstange **64** und die Y-Positionierstange **66** der Druckkopfeinheit **12**. Die Schrittmotoren sind jeweils über nicht weiter sichtbare Zahnriemen mit der X-Positionierstange **64** und der Y-Positionierstange **66** verbunden. Die Schrittmotoren sind von der Steuer- und Regeleinheit **44** der 3D-Druckvorrichtung **10** ansteuerbar. Über die Schrittmotoren kann die Druckkopfeinheit **12** von der Steuer- und Regeleinheit **44** bewegt werden.

[0074] Des Weiteren weist die Druckkopfeinheit **12** ein Hot-End **48** auf. Das Hot-End **48** ist an dem Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** angeordnet. Das Hot-End **48** ist getrennt von dem Grundkörper **46** demontierbar ausgebildet. Das Hot-End **48** ist werkzeuglos demontierbar ausgebildet. Das Hot-End **48** weist eine Düse **42** und eine Düsenheizung **68** auf. Die Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** ist mit dem Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** verbunden. Die Düse **42** ist getrennt von dem Grundkörper **46** demontierbar ausgebildet. Die Düse **42** kann nach unten hin aus dem Grundkörper **46** gezogen werden. Die Düse **42** ist dabei lediglich über eine nicht weiter sichtbare Sicherung gegen ein ungewolltes Herausfallen gesichert. Die Düsenheizung **68** ist in einem Betrieb zu einer Erhitzung der Düse **42** vorgesehen. Die Düsenheizung **68** weist einen 20 mm langen Aluminiumblock auf, der durch zwei Widerstandsheizelemente auf ca. 340°C bis 400°C erwärmt wird. Die Temperatur wird mittels eines nicht weiter sichtbaren Thermoelements erfasst und überwacht. Der Aluminiumblock umgibt die Düse **42**. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass die Düse **42** erst nach der Düsenheizung **68** angeordnet ist und das Druckmaterial **16** direkt in der Düsenheizung **68** aufgeschmol-

zen wird. Grundsätzlich sind jedoch auch andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausgestaltungen der Düsenheizung **68** denkbar. Ein Druckmaterial **16** wird während eines Betriebs in der Druckkopfeinheit **12** durch einen Kanal **70** in dem Grundkörper **46** in die Düse **42** geleitet. In der Düse **42** wird das Druckmaterial **16** für ein Auspressen aus der Düse **42** über die Düsenheizung **68** aufgeschmolzen. Das Druckmaterial **16** wird dabei im Bereich der Düsenheizung **68** aufgeschmolzen und über eine Auslassöffnung **72** der Düse **42** extrudiert.

[0075] Die Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** weist an einer Innenseite **74** eine Härte von zumindest 200 HV 10 auf. Die Düse **42** weist an einer Innenseite **74** eine Härte von mehr als 2000 HV 10 auf. Die Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** weist auf einer Innenseite **74** eine Beschichtung mit einer Härte von zumindest 200 HV 10 auf. Die Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** weist auf einer Innenseite **74** eine Beschichtung auf, die aus einer Keramik besteht. Die Beschichtung besteht aus Wolframcarbid. Grundsätzlich sind jedoch auch andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Materialien und/oder Beschichtungen für die Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** denkbar. Ein Rest der Düse **42** besteht aus Messing.

[0076] Ferner sind verschiedene Formgebungen der Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** denkbar. Nachfolgend sind drei mögliche Formgebungen beschrieben. Die Bezugszeichen der verschiedenen Düsen **42**, **42'**, **42''** sind dabei jeweils mittels Apostrophen unterschieden. Die Düsen **42**, **42'**, **42''** können alle jeweils an dem Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** montiert werden.

[0077] In einer ersten Ausgestaltung weist die Düse **42** einen kurzen Führungsbereich **76** und einen langen Mündungsbereich **78** auf. Der Mündungsbereich **78** ist dabei in zwei Teilbereiche **80**, **82** gegliedert. In einem ersten, der Auslassöffnung **72** abgewandten Teilbereich **80** des Mündungsbereichs **78** verringert sich ein Innendruckmesser der Düse **42** von dem Führungsbereich **76** entlang einer Hauptstreckungsrichtung **84** der Düse **42** in Richtung der Auslassöffnung **72**, wobei eine Abnahme des Innendurchmessers in Richtung des zweiten Teilbereichs **82** zumindest annähernd auf null abnimmt. In einem zweiten, der Auslassöffnung **72** zugewandten Teilbereich **82** des Mündungsbereichs **78** verringert sich ein Innendruckmesser der Düse **42** entlang einer Hauptstreckungsrichtung **84** der Düse **42** in Richtung der Auslassöffnung **72** nochmals. In einem Bereich vor der Auslassöffnung **72** weist die Innenseite **74** der Düse **42** eine kegelförmig zu der Auslassöffnung **72** hin zulaufende Innenkontur auf. Die Innenkontur der Auslassöffnung **72** der Düse **42** ist zylindrisch. Eine Größe der Auslassöffnung **72** ist groß. Hierdurch können hohe Druckgeschwindigkeiten realisiert werden. Zudem können durch die mehreren

Teilbereiche **80**, **82** des Mündungsbereichs **78** Materialablagerungen in der Düse **42** vermieden werden (**Fig. 5A**).

[0078] In einer zweiten Ausgestaltung weist die Düse **42'** einen langen Führungsbereich **76'** und einen kurzen Mündungsbereich **78'** auf. Der Führungsbereich **76'** weist dabei einen konstanten Innendurchmesser auf. An einer Innenseite **74'** der Düse **42'** in dem Führungsbereich **76'** sind feine Rillen eingebracht. Die Rillen erstrecken sich parallel zu einer Hauptstreckungsrichtung **84'** der Düse **42'**. Dadurch kann insbesondere eine vorteilhaft hohe Oberflächenqualität erreicht werden. Zudem kann bei der Verwendung von Druckmaterialien **16**, welchen Fasern zugesetzt sind, eine Ausrichtung der Fasern an einer Oberfläche des Druckmaterials **16** erreicht werden. Hierdurch kann wiederum eine hohe Oberflächenqualität auch bei der Verwendung von Fasern in dem Druckmaterial **16** erreicht werden. In dem Mündungsbereich **78'** verringert sich ein Innendruckmesser der Düse **42'** von dem Führungsbereich **76'** entlang einer Hauptstreckungsrichtung **84'** der Düse **42'** in Richtung der Auslassöffnung **72'**. In dem Mündungsbereich **78'** weist die Innenseite **74'** der Düse **42'** eine kegelförmig zu der Auslassöffnung **72'** hin zulaufende Innenkontur auf. Die Innenkontur der Auslassöffnung **72'** der Düse **42'** ist zylindrisch. Eine Größe der Auslassöffnung **72'** ist klein. Die Auslassöffnung **72'** weist einen Durchmesser von 0,4 mm auf. Grundsätzlich wäre jedoch auch ein anderer, einem Fachmann als sinnvoll erscheinender Durchmesser denkbar. Hierdurch kann eine hohe Druckgenauigkeit realisiert werden (**Fig. 5B**).

[0079] In einer dritten Ausgestaltung weist die Düse **42''** einen langen Führungsbereich **76''** und einen kurzen Mündungsbereich **78''** auf. Ferner weist die Düse **42''** ein Strukturelement **86''** auf. Das Strukturelement **86''** ist zu einer Erzeugung einer turbulenten Strömung in der Düse **42''** vorgesehen. Das Strukturelement **86''** ist an einer Innenseite **74''** der Düse **42''** angeordnet. Das Strukturelement **86''** ist von einer Spiralstruktur gebildet, welche das Druckmaterial **16** spiralförmig durch die Düse **42''** führt bzw. eine spiralförmige Bewegung des Druckmaterials **16** in der Düse **42''** bewirkt. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausgestaltung des Strukturelements **86''** denkbar. Durch das Strukturelement **86''** kann insbesondere eine turbulente Strömung in der Düse **42''** erreicht werden. Hierdurch kann insbesondere auch bei kleinen Auslassöffnungen **72''** ein Verstopfen der Auslassöffnung **72''** vermieden werden. Insbesondere kann dadurch auch bei der Verwendung von Fasern in dem Druckmaterial **16** ein Verstopfen der Auslassöffnung **72''** vermieden werden (**Fig. 5C**).

[0080] Zudem oder alternativ wäre auch denkbar, dass zumindest eine der Düsen **42**, **42'**, **42''** oder ei-

ne weitere Düse eine verstellbare Auslassöffnung **72**, **72'**, **72''** aufweist. Dabei wäre insbesondere denkbar, dass bei der Düse **42**, **42'**, **42''** eine Form und/oder ein Durchmesser der Auslassöffnung **72**, **72'**, **72''** verändert werden kann. Dadurch könnte insbesondere eine Form und/oder ein Durchmesser der Auslassöffnung **72**, **72'**, **72''** an einen aktuellen Druckprozess angepasst werden. Insbesondere könnte die Auslassöffnung **72**, **72'**, **72''** der Düse **42**, **42'**, **42''** an aktuelle Anforderungen, wie insbesondere eine Dicke und/oder eine Form einer zu druckenden Schicht, angepasst werden.

[0081] Während eines Betriebs kann zwischen den verschiedenen Düsen **42**, **42'**, **42''** gewechselt werden. Ein Wechsel der Düsen **42**, **42'**, **42''** erfolgt dabei manuell. Zudem kann jedoch auch anstatt einer einzelnen Düse **42**, **42'**, **42''** eine Düsenwechseleinheit **45** an dem Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** montiert werden. Die Düsenwechseleinheit **45** kann dabei insbesondere anstatt einer Düse **42**, **42'**, **42''** montiert werden. Die Druckkopfeinheit **12** weist die Düsenwechseleinheit **45** auf. Die Düsenwechseleinheit **45** ist als ein Düsen-Revolver ausgebildet. Die Düsenwechseleinheit **45** weist wiederum drei Düsen **42**, **42'**, **42''** auf. Grundsätzlich ist jedoch auch eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Anzahl von Düsen **42**, **42'**, **42''** denkbar. Die Düsenwechseleinheit **45** weist hier beispielhaft die drei bereits beschriebenen Düsen **42**, **42'**, **42''** auf. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass die Düsenwechseleinheit **45** weitere differierende Düsen aufweist. Die Düsenwechseleinheit **45** weist in der Regel insbesondere Düsen **42**, **42'**, **42''** mit verschiedenen Durchmessern und/oder Formen von Auslassöffnungen **72**, **72'**, **72''** auf. Ferner weist die Düsenwechseleinheit **45** eine gegenüber dem Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** angeordnete Drehscheibe **88** auf. Auf einer dem Grundkörper **46** abgewandten Seite der Drehscheibe **88** sind die Düsen **42**, **42'**, **42''** angeordnet. Durch Verdrehen der Drehscheibe **88** kann manuell ausgewählt werden, welche Düse **42**, **42'**, **42''** mit dem Kanal **70** in dem Grundkörper **46** verbunden werden soll. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass die Düsenwechseleinheit **45** direkt von der Steuer- und Regeleinheit **44** der 3D-Druckvorrichtung **10** angesteuert werden kann. Hierdurch könnte erreicht werden, dass die Steuer- und Regeleinheit **44** abhängig von einem Druckprozess selbsttätig eine optimale Düse **42**, **42'**, **42''** auswählt. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass die Steuer- und Regeleinheit **44** über eine nicht weiter sichtbare Anzeigeeinheit einem Bediener anzeigt, welche Düse **42**, **42'**, **42''** für einen aktuellen Druckprozess benötigt wird.

[0082] Ferner weist die 3D-Druckvorrichtung **10** eine Sensoreinheit **38** auf, welche zu einer direkten Messung eines Drucks des Druckmaterials **16** in der Druckkopfeinheit **12** vorgesehen ist. Die Sensorein-

heit **38** ist zu einer direkten Messung eines relativen Drucks des Druckmaterials **16** in der Druckkopfeinheit **12** relativ zu einem Umgebungsdruck vorgesehen. Die Sensoreinheit **38** ist als ein Drucksensor ausgebildet. Die Sensoreinheit **38** weist zumindest ein Sensorelement **40** auf, welches in einer Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** angeordnet ist. Das Sensorelement **40**, welches als eine Sensorspitze ausgebildet ist und zu einer Erfassung eines Drucks vorgesehen ist, ragt durch eine Öffnung in dem Grundkörper **46** sowie eine Öffnung in der Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** in einen Innenraum der Düse **42**. Bei der Verwendung einer Düsenwechseleinheit **45** ragt das Sensorelement **40**, welches zu einer Erfassung eines Drucks vorgesehen ist, durch die Öffnung in dem Grundkörper **46** sowie eine Öffnung in der Halterung der Düsenwechseleinheit **45** der Druckkopfeinheit **12** in einen Innenraum der Düsenwechseleinheit **45**.

[0083] Des Weiteren weist die 3D-Druckvorrichtung **10** eine aktive Kühleinheit **34** auf. Die aktive Kühleinheit **34** ist als eine aktive Wasserkühleinheit ausgebildet. Die aktive Kühleinheit **34** ist zu einer aktiven Kühlung temperaturkritischer Bauteile vorgesehen. Die aktive Kühleinheit **34** ist dazu vorgesehen, temperaturkritische Bauteile, welche sich in einer direkten Umgebung der Druckkopfeinheit **12** befinden, zu kühlen. Die aktive Kühleinheit **34** ist unter anderem dazu vorgesehen, eine an der Druckkopfeinheit **12** angeordnete Sensoreinheit **36** aktiv zu kühlen. Die aktive Kühleinheit **34** ist dazu vorgesehen, eine an der Druckkopfeinheit **12** angeordnete, als Vermessungssensor ausgebildete Sensoreinheit **36** zu kühlen. Die Sensoreinheit **36** ist als ein Kalibrierungssensor ausgebildet, der dazu vorgesehen ist zu einer Kalibrierung aber auch zu einer Echtzeitvermessung des Druckobjekts **28** die Druckgrundplatte **22** und/oder ein Druckobjekt **28** zu vermessen. Die Sensoreinheit **36** ist an der Druckkopfeinheit **12** angeordnet, um ohne weitere Aktoren eine Bewegung der Sensoreinheit **36** zu ermöglichen. Die Sensoreinheit **36** ist direkt an dem Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** angeordnet. Ferner ist die Kühleinheit **34** dazu vorgesehen, die Lager **60**, **62** der X-Positionierstange **64** und der Y-Positionierstange **66** zu kühlen. Die aktive Kühleinheit **34** ist hierzu in die Druckkopfeinheit **12** integriert. Die aktive Kühleinheit **34** weist einen Hohlraum **90** im Inneren des Grundkörpers **46** der Druckkopfeinheit **12** auf. In dem Hohlraum **90** wird über eine nicht weiter sichtbare, außerhalb des Grundkörpers **46** angeordnete Pumpe destilliertes Wasser gefördert, welches zu einer Kühlung der Lager **60**, **62** sowie der Sensoreinheit **36** vorgesehen ist. Die Pumpe ist über Silikonschläuche mit dem Hohlraum **90** verbunden. Das Wasser wird dabei zuerst durch den Hohlraum **90** und anschließend durch nicht weiter sichtbare Kühlrippen gefördert. Die Kühlrippen werden durch einen Ventilator gekühlt. Das Kühlen des Grundkörpers **46** der Druckkopfeinheit **12** verhindert

zudem ein vorzeitiges Aufschmelzen des Filaments und somit ein Festkleben an der Wand des Kanals **70**.

[0084] Zudem oder alternativ wäre auch denkbar, dass die 3D-Druckvorrichtung **10** eine Kühleinheit aufweist, welche zu einer Bereitstellung einer Sperrschicht zwischen einem Warm- und einem Kaltbereich in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, zwischen dem Warmbereich und dem Kaltbereich einen definierten Gasstrom, insbesondere Luftstrom, zu erzeugen.

[0085] Ferner weist die 3D-Druckvorrichtung **10** eine Zuführvorrichtung **14** auf. Die Zuführvorrichtung **14** ist in zumindest einem Betrieb dazu vorgesehen, der Druckkopfeinheit **12** ein Druckmaterial **16** zuzuführen. Die Zuführvorrichtung **14** ist dazu vorgesehen, das Druckmaterial **16** in Form eines Filaments der Druckkopfeinheit **12** zuzuführen. Die Zuführvorrichtung **14** ist an einer Rückseite des Gehäuses **54** der 3D-Druckvorrichtung **10** angeordnet. Die Zuführvorrichtung **14** ist als ein Bowdenextruder ausgebildet. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausbildung der Zuführvorrichtung **14** denkbar. Die Zuführvorrichtung **14** weist ein Transportelement **18** auf. Das Transportelement **18** ist als eine Transportrolle ausgebildet. Das Transportelement **18** wird von einer Antriebseinheit der Zuführvorrichtung **14** angetrieben. Die Antriebseinheit ist als ein Elektromotor ausgebildet. Das Transportelement **18** ist in zumindest einem Betriebszustand zu einer Bewegung des Druckmaterials **16** mit einer definierten Vorschubgeschwindigkeit vorgesehen. Über die Zuführvorrichtung **14** wird ein als PEEK Filament ausgebildetes Druckmaterial **16** definiert gefördert. Die Zuführvorrichtung **14** zieht hierzu das Druckmaterial **16** aus einer Druckmaterialaufnahmeinheit **92** der 3D-Druckvorrichtung **10**.

[0086] Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** ist ebenfalls an einer Rückseite des Gehäuses **54** der 3D-Druckvorrichtung **10** angeordnet. Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** ist an einer Rückseite des Gehäuses **54** angeschraubt. Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** weist eine zylindrische Grundform auf. Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** dient zu einer drehbaren Aufnahme einer Filamentspule **94**. Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** weist hierzu eine zylindrische Außenwand **96** auf, welche das Druckmaterial **16** in einem eingesetzten Zustand nach außen hin begrenzt. Insbesondere bei Filamenten kann dadurch verhindert werden, dass sich das Druckmaterial **16** selbsttätig aufgrund seiner Eigenspannung entrollt. Insbesondere bei polymeren Druckmaterialien **16** mit einem hohen Biegemodul ist das Verwenden des Druckmaterials **16** auf einer Filamentspule **94** schwierig. Der Grund hierfür ist, dass die elastische Energie, die in dem Material gespeichert wird, so hoch ist, dass sobald das Material in einem elastischen Bereich verformt wird, dieses dazu

neigt, wieder in die Ausgangsform zurückzugehen. Da das Druckmaterial **16** jedoch zu einer Verwendung in der 3D-Druckvorrichtung **10** abgerollt werden muss, kann durch die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** verhindert werden, dass sich das Druckmaterial **16** unkontrolliert entrollt und sich möglicherweise sogar verheddert. Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** ist für Filamentspulen **94** mit einem Außendurchmesser von 200 mm oder 100 mm sowie mit einem Innendurchmesser von nicht weniger als 43 mm konzipiert. Grundsätzlich wären jedoch auch andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Dimensionen denkbar. In der Außenwand **96** der Druckmaterialaufnahmeinheit **92** ist ein Schlitz **98** angeordnet. Der Schlitz **98** weist beispielhaft eine Dicke von ca. 35 mm in der Breite auf. Über den Schlitz **98** kann das Druckmaterial **16** von der Zuführvorrichtung **14** aus der Druckmaterialaufnahmeinheit **92** gezogen werden. Die Zuführvorrichtung **14** und die Druckmaterialaufnahmeinheit **92** sind beabstandet zueinander angeordnet. Dadurch kann insbesondere eine teilweise Entspannung des als Filament ausgebildeten Druckmaterials **16** erreicht werden. Hierdurch kann eine Verarbeitung vorteilhaft verbessert werden.

[0087] In der Fig. 8B ist eine alternative Ausgestaltung der Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** gezeigt. Die alternative Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** weist ebenfalls eine zylindrische Grundform auf. Die alternative Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** ist an einer Außenwand **96'** krallenförmig ausgebildet. Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** ist hierbei dazu vorgesehen, das Druckmaterial **16** direkt aufzunehmen. Das Druckmaterial **16** wird dabei direkt in der Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** gelagert. Die Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** umgreift dazu das Druckmaterial **16**, wobei das als Filament ausgebildete Druckmaterial **16'** aufgrund seiner Eigenspannung nach außen gegen die umgreifende Außenwand **96'** der Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** drückt. Dadurch kann auf eine zusätzliche Filamentspule **94** verzichtet werden. Die alternative Druckmaterialaufnahmeinheit **92'** kann alternativ zu der Druckmaterialaufnahmeinheit **92** verwendet werden.

[0088] Zudem weist die 3D-Druckvorrichtung **10** ein optionales Magazin **51** zur Aufnahme verschiedener Druckmaterialien **16** auf. Das Magazin **51** ist dabei in der Fig. 2 gestrichelt angedeutet. In dem Magazin **51** sind mehrere Druckmaterialaufnahmeeinheiten **92** mit insbesondere unterschiedlichen Druckmaterialien **16** aufgenommen. Über das Magazin **51** kann dabei insbesondere nicht weiter sichtbar zwischen verschiedenen Druckmaterialien **16** manuell durch Einspannen unterschiedlicher Filamente in der Zuführvorrichtung **14** gewechselt werden. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass ein Wechsel automatisch erfolgt. Es werden dabei von der 3D-Druckvorrichtung **10** abhängig von einer zu erzielenden Farbe und/oder Festigkeit des zu druckenden Druck-

objekts **28** unterschiedliche Druckmaterialien **16** verwendet.

[0089] Über die Zuführvorrichtung **14** wird in einem Betrieb das Druckmaterial **16** von der Druckmaterialaufnahmeinheit **92** zu der Druckkopfeinheit **12** gefördert. Der Druck in der Druckkopfeinheit **12** entsteht dabei durch das als Filament ausgebildete Druckmaterial **16** selbst, welches von der Zuführvorrichtung **14** gefördert wird. Ein Druck in der Druckkopfeinheit **12** wird daher über die Zuführvorrichtung **14** gesteuert. Die Zuführvorrichtung **14** wird von der Steuer- und Regeleinheit **44** der 3D-Druckvorrichtung **10** gesteuert. Abhängig von einer eingestellten Leistung der Antriebseinheit der Zuführvorrichtung **14** kann ein Druck des Druckmaterials **16** in der Druckkopfeinheit **12** gesenkt oder erhöht werden. Das Druckmaterial **16** wird über eine oberhalb der Druckkopfeinheit **12** befindliche obere Ebene in einen Innenraum des Gehäuses **54** der 3D-Druckvorrichtung **10** geleitet und dort nicht weiter sichtbar, der Druckkopfeinheit **12** zugeführt.

[0090] Entlang des Druckmaterials **16** betrachtet ist zwischen der Zuführvorrichtung **14** und der Druckkopfeinheit **12** eine Trocknungseinheit **50** angeordnet. Die 3D-Druckvorrichtung **10** weist die Trocknungseinheit **50** auf. Die Trocknungseinheit **50** ist dazu vorgesehen, das Druckmaterial **16** vor einer Zuführung zu der Druckkopfeinheit **12** zu trocknen. Die Trocknungseinheit **50** ist dazu vorgesehen, dem Druckmaterial **16** vor einem Aufschmelzen Wasser zu entziehen. Die Trocknung erfolgt dabei nicht weiter sichtbar über Heizelemente. Der Trocknungsprozess des Druckmaterials **16** ist dabei in die 3D-Druckvorrichtung **10** integriert. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass das Druckmaterial **16** vor einer Nutzung separat getrocknet wird.

[0091] Ferner weist die 3D-Druckvorrichtung **10** zumindest eine gegenüber der Druckgrundplatte **22** angeordnete Flächenheizungseinheit **26** auf. Die Flächenheizungseinheit **26** ist dazu vorgesehen, ein auf der Druckgrundplatte **22** angeordnetes Druckobjekt **28** aus einer von der Druckgrundplatte **22** differierenden Richtung partiell zu erhitzen. Die Flächenheizungseinheit **26** ist dazu vorgesehen, das Druckobjekt **28** von oben partiell zu erhitzen. Die Flächenheizungseinheit **26** ist dazu vorgesehen, eine Schichthaftung der einzeln aufgebrachtten Schichten von Druckmaterial **16** signifikant zu erhöhen. Die Druckgrundplatte **22** und die Flächenheizungseinheit **26** sind relativ zueinander beweglich ausgeführt. Die Druckgrundplatte **22** ist in Z-Richtung beweglich ausgeführt, wohingegen die Flächenheizungseinheit **26** in X-Richtung und Y-Richtung beweglich ausgeführt ist. Die Flächenheizungseinheit **26** ist dazu relativ zu der Druckkopfeinheit **12** positionsfest angeordnet. Die Flächenheizungseinheit **26** ist fest mit der zumindest einen Druckkopfeinheit **12** verbunden. Die Flächenheizungseinheit **26** wird dabei mit der Druck-

kopfeinheit **12** mitbewegt. Die Flächenheizungseinheit **26** ist in einer Ebene 3 mm über und parallel zu einer Druckebene der Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** angeordnet. Die Flächenheizungseinheit **26** wird durch eine nicht weiter sichtbare Stromversorgungseinheit mit Energie versorgt. Die Flächenheizungseinheit **26** weist mehrere Heizelemente **30** auf. Die Heizelemente **30** weisen Glühdrähte auf. Grundsätzlich ist jedoch auch eine andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Ausgestaltung der Heizelemente **30** denkbar. Die Heizelemente **30** sind auf einer Glimmerplatte **100** angeordnet. Die Glimmerplatte **100** ist oberhalb der Heizelemente **30** angeordnet. Die Heizelemente **30** sind dazu vorgesehen, die Luftschicht zwischen der Druckkopfeinheit **12** und dem Druckobjekt **28** zu erwärmen. Die Wärme wird dabei über die Luftschicht auf das Druckobjekt **28** übertragen. Dadurch wird die Oberfläche der bereits gedruckten Schichten des Druckobjekts **28** aktiviert, um eine vorteilhafte Haftung mit einer nächsten Schicht zu gewährleisten. Zudem kann durch die zusätzliche Wärme die Wärmeverteilung des Druckobjekts **28** verbessert werden. Die Temperatur dieser Luftschicht wird über einen nicht weiter sichtbaren Temperatursensor erfasst und geregelt. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass eine Temperatur des Druckobjekts **28** über eine Wärmebildkamera überwacht wird. Eine Regelung erfolgt dabei mittels der Steuer- und Regeleinheit **44**. Über die Glimmerplatte **100** kann eine teilweise thermische Isolierung nach oben erreicht werden.

[0092] Die Flächenheizungseinheit **26** kann dabei insbesondere verschiedene Geometrien aufweist. In einer ersten Ausgestaltung ist die Flächenheizungseinheit **26** in einer Ebene angeordnet, sodass eine Wärmekonzentration **102** direkt unterhalb der Flächenheizungseinheit **26** erfolgt (Fig. 6A). In einer zweiten Ausgestaltung wird eine Wärmekonzentration **102'** der Flächenheizungseinheit **26'** vergrößert, indem Endbereiche der Flächenheizungseinheit **26'** gegenüber einem zentralen Bereich abgewinkelt sind (Fig. 6B).

[0093] Die Heizelemente **30** der Flächenheizungseinheit **26** sind getrennt voneinander ansteuerbar ausgebildet. Jedes der Heizelemente **30** ist mit jeweils einem nicht weiter sichtbaren variablen Widerstand verbunden, über welchen eine Heizleistung des Heizelements **30** gesteuert werden kann. Die Heizelemente **30** werden von der Steuer- und Regeleinheit **44** angesteuert.

[0094] Des Weiteren weist die 3D-Druckvorrichtung **10** eine Lokalheizereinheit **32** auf, welche in einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, ein Druckobjekt **28** vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht durch die Druckkopfeinheit **12** partiell zu erhitzen. Die Lokalheizereinheit **32** ist dazu vorgesehen, zur Verbesserung der Adhäsion zwischen den einzelnen Druck-

schichten eine oberste Druckschicht des Druckobjekts **28**, vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht durch die Druckkopfeinheit **12** partiell zu erhitzen. Dabei wäre zudem insbesondere denkbar, dass gezielt auf die Erhitzung durch die Lokalheizereinheit **32** partiell verzichtet wird, um eine gezielte Adhäsion zu vermeiden. Die Lokalheizereinheit **32** ist als ein Heizstrahler, insbesondere als ein Infrarot-Heizstrahler, ausgebildet. Die Lokalheizereinheit **32** ist an der Druckkopfeinheit **12** angeordnet. Die Lokalheizereinheit **32** ist drehbar um die Druckkopfeinheit **12** angeordnet. Die Lokalheizereinheit **32** ist über ein Führungssystem **104** an dem Grundkörper **46** der Druckkopfeinheit **12** angeordnet. Die Lokalheizereinheit **32** ist über eine nicht weiter sichtbare Antriebseinheit über das Führungssystem **104** relativ zu der Druckkopfeinheit **12** verdrehbar. Eine Verdrehung erfolgt dabei insbesondere in der Druckebene. Die Lokalheizereinheit **32** umfährt dabei die Druckkopfeinheit **12**. Die Steuer- und Regeleinheit **44** steuert eine Drehposition der Lokalheizereinheit **32**. Zudem steuert die Steuer- und Regeleinheit **44** eine Heizleistung der Lokalheizereinheit **32**. Die Steuer- und Regeleinheit **44** steuert dabei die Lokalheizereinheit **32** derart an, dass die Lokalheizereinheit **32** der Druckkopfeinheit **12** während eines Druckverfahrens vorauseilt. Durch ein Vorauseilen kann wiederum erreicht werden, dass eine oberste Schicht des Druckobjekts **28** unmittelbar vor einem Aufbringen einer weiteren Schicht angeschmolzen wird.

[0095] Die 3D-Druckvorrichtung **10** weist die Steuer- und Regeleinheit **44** auf. Die Steuer- und Regeleinheit **44** ist in der oberen Ebene des Gehäuses **54** der 3D-Druckvorrichtung **10** angeordnet. Die Steuer- und Regeleinheit **44** ist als eine Recheneinheit ausgebildet. Die Steuer- und Regeleinheit **44** ist als ein integriertes Computersystem ausgebildet. Die Steuer- und Regeleinheit **44** weist einen nicht weiter sichtbaren Touch-LCD-Display, einen Netzwerkanschluss und einen USB Anschluss auf. Ferner ist die Steuer- und Regeleinheit **44** zu einer Steuerung und Regelung von Druckparametern vorgesehen. Die Steuer- und Regeleinheit **44** ist zu einer Steuerung und Regelung von Druckparametern in Echtzeit vorgesehen. Die Steuer- und Regeleinheit **44** dient einer optimalen Anpassung von Druckparametern an einen Druckprozess. Die Steuer- und Regeleinheit **44** ist zu einer Berechnung einer Gleichung zu einer Prozessqualität vorgesehen. Die Steuer- und Regeleinheit **44** ist dazu vorgesehen, abhängig von einer gewünschten Qualität des Druckobjekts **28** und/oder einer gewünschten Druckgeschwindigkeit, eine Druckgeschwindigkeit, eine Temperatur der Druckkopfeinheit **12**, eine Temperatur der Druckgrundplatte **22**, eine Temperatur des Druckobjekts **28** oder dessen Umgebung und/oder ein Druck des Druckmaterials **16** in der Düse **42** anzupassen.

[0096] Während eines Betriebs wird ein Druckvorgang von der Steuer- und Regeleinheit **44** der 3D-Druckvorrichtung **10** gesteuert und geregelt.

[0097] Vor einem eigentlichen Druckprozess werden die Objektdaten eines zu druckenden Objekts auf die 3D-Druckvorrichtung **10** übertragen. Die Objekte werden in Dateiformaten wie beispielsweise .stl, obj. oder .amf, die durch eine CAD Software erstellt wurden, auf die 3D-Druckvorrichtung **10** übertragen. Vorzugsweise werden die Objektdaten des zu druckenden Objekts jedoch in einem speziell für die 3D-Druckvorrichtung **10** entwickelten CAD Dateiformat auf die 3D-Druckvorrichtung **10** übertragen. Dieses spezielle CAD Dateiformat enthält über eine reine Form zusätzliche Informationen wie Toleranzen, Ausdehnungen, Festigkeitseigenschaften usw. Anschließend werden die CAD-Daten mittels einer Slicer-Software in einzelne Schichten aufgeteilt. Die Slicer-Software transformiert dabei das 3D-Modell der CAD Software in einen G-Code der 3D-Druckvorrichtung **10**. Das Aufteilen in Schichten kann dabei sowohl extern als auch in der 3D-Druckvorrichtung **10** selbst erfolgen. Hierdurch kann eine vorteilhaft hohe Druckqualität erreicht werden, da eine Auflösung des 3D-Modells an eine Druckauflösung der 3D-Druckvorrichtung **10** angepasst werden kann. Zudem wird vor dem Druckvorgang ein Schrumpfprozess des Druckobjekts **28** bei einer Abkühlung nach einem Druckvorgang berechnet. Die Steuer- und Regeleinheit **44** berechnet dazu abhängig von einer Geometrie des Druckobjekts **28** ein Schrumpfverhalten des Druckobjekts **28** und passt eine Dimensionierung der Schichten des Druckobjekts **28** an dieses Schrumpfverhalten an. Die Schichten werden dabei insbesondere größer gedruckt als das 3D-Modell, da das Druckobjekt **28** nach dem Druckvorgang schrumpft. Die Druckroutine der einzelnen Schichten wird in einen Maschinencode übersetzt und an einen Mikrokontroller der Steuer- und Regeleinheit **44** gesendet. Die Software der Steuer- und Regeleinheit **44** ist eine webbasierte Anwendung. Anschließend kann ein Druckprozess gestartet werden. Während des Druckprozesses werden Motoren, die Flächenheizungseinheit **26**, die Druckgrundplatte **22**, die aktive Kühleinheit **34**, die Lokalheizungseinheit **32** usw. durch einen programmierbaren Mikrokontroller gesteuert. Die Positionsangaben der Motoren werden vom Mikrokontroller aus dem Maschinencode ausgelesen. Ferner werden Prozessparameter wie Temperaturen des Druckobjekts **28** während des Druckvorgangs angezeigt.

[0098] Für einen Druckvorgang wird von der Zuführvorrichtung **14** Druckmaterial **16** aus der Druckmaterialaufnahmeeinheit **92** gezogen. Die Zuführvorrichtung **14** fördert das Druckmaterial **16** zu der Druckkopfeinheit **12**. Das Druckmaterial **16** wird vor einer Zuführung der Druckkopfeinheit **12** mittels der Trocknungseinheit **50** getrocknet. Grundsätzlich wäre jedoch auch denkbar, dass das Druckmaterial **16** von

einem Druckprozess separat getrocknet wird. Anschließend wird das von einem Filament gebildete Druckmaterial **16** durch den Kanal **70** des Grundkörpers **46** der Druckkopfeinheit **12** gefördert. Hier wird das von einem Filament gebildete Druckmaterial **16** vor einer Aufschmelzung durch die Kühleinheit **34** aktiv gekühlt. Anschließend wird das Druckmaterial **16** in die Düse **42** der Druckkopfeinheit **12** gefördert, wo das Druckmaterial **16** von der Düsenheizung **68** aufgeschmolzen wird. Nach einem Aufschmelzen kann das Druckmaterial **16** über die Auslassöffnung **72** der Düse **42** extrudiert werden.

[0099] Vor einem Druck des Druckobjekts **28**, wird eine Stabilisierungsschicht **52** auf die Druckgrundplatte **22** aufgedruckt. Die Stabilisierungsschicht **52** weist eine Grundfläche auf, welche größer als eine Grundfläche einer ersten Schicht des Druckobjekts **28** ist. Die Stabilisierungsschicht **52** ist rundherum abgerundet und vollständig mit Material ausgefüllt. Die Stabilisierungsschicht **52** weist eine elliptische Grundfläche auf. Die Schicht ist dabei während des Druckvorgangs des Druckobjekts **28** mit dem Druckobjekt **28** verbunden. Dadurch kann zuverlässig Warping an dem Druckobjekt **28** vermieden werden. Die Stabilisierungsschicht **52** wird nach einem gesamten Druckprozess von dem Druckobjekt **28** entfernt. Die Stabilisierungsschicht **52** wird lediglich während des Druckvorgangs benötigt. Nach einem Druck der Stabilisierungsschicht **52** wird das Druckobjekt **28** direkt auf die Stabilisierungsschicht **52** aufgedruckt (**Fig. 10**).

[0100] Während des Druckprozesses werden abhängig von Kenngrößen unterschiedliche Heizelemente **30** der Flächenheizungseinheit **26** angesteuert. Die Heizelemente **30** der Flächenheizungseinheit **26** werden abhängig von Kenngrößen des Druckobjekts **28** und Kenngrößen des Druckvorgangs angesteuert. Die Heizelemente **30** der Flächenheizungseinheit **26** werden abhängig von einer Form und einer Beschaffenheit einer obersten Schicht des Druckobjekts **28** angesteuert. Die Heizelemente **30** werden dabei derart angesteuert, dass genau diese Heizelemente **30** der Flächenheizungseinheit **26** aktiviert werden, welche sich direkt über der obersten Schicht des Druckobjekts **28** befinden. Dadurch kann erreicht werden, dass ein Abkühlen der obersten Schicht verhindert wird. In der **Fig. 7** ist beispielhaft die Form der obersten Schicht des Druckobjekts **28** durch die Linie **106** stilisiert, wohingegen aktivierte Heizelemente **30** der Flächenheizungseinheit **26** durch eine Wellenlinienschräffur dargestellt sind. Ferner werden durch Ansteuern unterschiedlicher Heizelemente **30** der Flächenheizungseinheit **26** gezielt Teilbereiche des Druckobjekts **28** erhitzt. Wird mittels des nicht weiter sichtbaren Temperatursensors festgestellt, dass Bereiche des bereits gedruckten Teilbereichs des Druckobjekts **28** zu stark abkühlen, werden gezielt Heizelemente **30** über diesen Bereichen

erhöht angesteuert, um eine weitere Abkühlung zu vermeiden.

[0101] Zusätzlich zu der Flächenheizungseinheit **26** wird das Druckobjekt **28** vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht vorrauseilend partiell durch die Lokalheizungseinheit **32** erhitzt. Dabei wird eine oberste, bereits gedruckte Schicht des Druckobjekts **28** aufgeschmolzen. Die Lokalheizungseinheit **32** wird dazu von der Steuer- und Regeleinheit **44** während des Druckprozesses ständig in Bewegungsrichtung der Druckkopfeinheit **12** vor der Druckkopfeinheit **12** angeordnet. Dadurch kann ein gezieltes Verschmelzen von Schichten erreicht werden.

[0102] Ferner wird das Druckobjekt **28** während des Druckvorgangs teilweise vermessen. Das Druckobjekt **28** wird während des Druckvorgangs mittels der Sensoreinheit **36**, welche als Kalibrierungssensor ausgebildet ist, vermessen. Das Druckobjekt **28** wird während des Druckvorgangs vermessen um mögliche Abweichungen zwischen dem Druckobjekt **28** und einem auf der Steuer- und Regeleinheit **44** hinterlegten 3D-Modell festzustellen. Abhängig von einem Vermessungsergebnis werden Druckparameter des Druckvorgangs teilweise angepasst. Die Druckparameter eines Druckvorgangs werden abhängig von einer Abweichung zwischen dem Druckobjekt **28** und dem auf der Steuer- und Regeleinheit **44** hinterlegten 3D-Modell angepasst. Dadurch können mögliche Druckungenauigkeiten während des Druckvorgangs verbessert werden. Zudem kann die 3D-Druckvorrichtung **10** abhängig von einem Vermessungsergebnis selbsttätig Nachbesserungen an dem Druckobjekt **28** durchführt. Sollten bei einem Vermessungsergebnis erhebliche Abweichungen zwischen dem Druckobjekt **28** und einem auf der Steuer- und Regeleinheit **44** hinterlegten 3D-Modell auftreten, können gezielt Nachbesserungen durchgeführt werden, um die Abweichungen zu verbessern.

[0103] Zusätzlich wäre auch denkbar, dass die 3D-Druckvorrichtung **10** ein integriertes Materialtestsyste aufweist, sodass während oder nach dem Druckvorgang die Festigkeitseigenschaften des Druckobjekts **28** überprüft werden können.

[0104] Des Weiteren findet während des Druckvorgangs ständig eine Anpassung von Druckparametern durch die Steuer- und Regeleinheit **44** statt. Die Steuer- und Regeleinheit **44** passt die Druckparameter optimal an einen Druckprozess. Die Steuer- und Regeleinheit **44** berechnet hierzu eine Gleichung zu einer Prozessqualität. Über die Gleichung wird abhängig von einer gewünschten Qualität des Druckobjekts **28** und einer gewünschten Druckgeschwindigkeit, eine benötigte Druckgeschwindigkeit, Temperatur der Druckkopfeinheit **12**, Temperatur der Druckgrundplatte **22**, Temperatur des Druckobjekts **28** oder dessen Umgebung und ein benötigter Druck des Druck-

materials **16** in der Düse **42** berechnet. Die berechnete Druckgeschwindigkeit, Temperatur der Druckkopfeinheit **12**, Temperatur der Druckgrundplatte **22**, Temperatur des Druckobjekts **28** oder dessen Umgebung und der berechnete Druck des Druckmaterials **16** in der Düse **42** wird anschließend von der Steuer- und Regeleinheit **44** eingestellt. Diese Druckparameter werden von der Steuer- und Regeleinheit **44** überwacht und geregelt, um ein optimales Druckergebnis zu erhalten. So wird abhängig von einem Druck des Druckmaterials **16** in der Druckkopfeinheit **12** eine Druckgeschwindigkeit eingestellt. Das in der Fig. 9 gezeigte Diagramm zeigt vereinfacht einen Zusammenhang der Druckparameter der 3D-Druckvorrichtung **10**. Das Diagramm zeigt einen Zusammenhang zwischen der Düsenteperatur T_D , der Qualität Q_p des Druckobjekts **28** und der Druckgeschwindigkeit v_p . Ferner zeigt das Diagramm eine erste Kurve **108**, welche einen direkten Zusammenhang zwischen der Düsenteperatur T_D und der Qualität Q_p des Druckobjekts **28** darstellt, und eine zweite Kurve **110**, welche einen direkten Zusammenhang zwischen der Druckgeschwindigkeit v_p und der Qualität Q_p des Druckobjekts **28** darstellt.

[0105] Ferner wird zudem eine Farbe eines zu druckenden Druckobjekts **28** durch Anpassung von Druckparametern beeinflusst. Eine Farbe eines zu druckenden Druckobjekts **28** wird durch Anpassung einer Drucktemperatur und eines Drucks des Druckmaterials **16** in der Druckkopfeinheit **12** beeinflusst. Die Steuer- und Regeleinheit **44** passt daher abhängig von einer gewünschten Farbe des Druckobjekts **28** eine Drucktemperatur und ein Druck des Druckmaterials **16** an. Es sind jedoch auch andere, einem Fachmann als sinnvoll erscheinende Druckparameter zu einer Anpassung einer Farbe eines zu druckenden Druckobjekts **28** denkbar.

[0106] Nach einem Druckverfahren wird die Druckgrundplatte **22** zur Ablösung des Druckobjekts **28** aktiv gekühlt. Die Druckgrundplatte **22** wird hierbei über die Kühlvorrichtung **24** gekühlt. Durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Druckgrundplatte **22** und des Druckobjekts **28** löst sich eine Haftung zwischen der Druckgrundplatte **22** und dem Druckobjekt **28**. Anschließend kann das Druckobjekt **28** über die Öffnung **56** in dem Gehäuse **54** aus der 3D-Druckvorrichtung **10** entnommen werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102013111387 A1 [0010]

Patentansprüche

1. 3D-Druckvorrichtung, insbesondere FFF-Druckvorrichtung, mit zumindest einer Druckkopfeinheit (12) und mit zumindest einer Zuführvorrichtung (14), welche in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) ein Druckmaterial (16) zuzuführen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkopfeinheit (12) in zumindest einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, ein zumindest teilweise von einem Hochleistungskunststoff, insbesondere einem Hochleistungsthermoplast, gebildetes Druckmaterial (16) aufzuschmelzen.
2. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Zuführvorrichtung (14) dazu vorgesehen ist, das Druckmaterial (16) in Form eines Filaments der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) zuzuführen.
3. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Zuführvorrichtung (14) zumindest ein Transportelement (18) aufweist, das in zumindest einem Betriebszustand zu einer Bewegung des Druckmaterials (16) mit einer definierten Vorschubgeschwindigkeit vorgesehen ist.
4. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Grundeinheit (20) mit zumindest einer beheizbaren, insbesondere regelbar beheizbaren, Druckgrundplatte (22), auf welche während eines Druckvorgangs aufgedruckt wird.
5. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Grundeinheit (20) zumindest eine Kühlvorrichtung (24) aufweist, die zu einer aktiven Abkühlung der zumindest einen Druckgrundplatte (22) vorgesehen ist.
6. 3D-Druckvorrichtung zumindest nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch zumindest eine gegenüber der Druckgrundplatte (22) angeordnete Flächenheizungseinheit (26, 26'), welche dazu vorgesehen ist, ein auf der Druckgrundplatte (22) angeordnetes Druckobjekt (28) aus einer von der Druckgrundplatte (22) differierenden Richtung zumindest partiell zu erhitzen.
7. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Druckgrundplatte (22) und die zumindest eine Flächenheizungseinheit (26, 26') relativ zueinander beweglich ausgeführt sind.
8. 3D-Druckvorrichtung zumindest nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Flächenheizungseinheit (26, 26') mehrere Heizelemente (30) aufweist, die getrennt voneinander ansteuerbar ausgebildet sind.
9. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zumindest eine Lokalheizeinheit (32), welche in einem Betriebszustand dazu vorgesehen ist, ein Druckobjekt (28) vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht durch die zumindest eine Druckkopfeinheit (12) partiell zu erhitzen.
10. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine aktive Kühleinheit (34), insbesondere eine aktive Wasserkühleinheit, welche zu einer aktiven Kühlung zumindest eines temperaturkritischen Bauteils vorgesehen ist.
11. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aktive Kühleinheit (34) dazu vorgesehen ist, zumindest eine an der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) angeordnete Sensoreinheit (36) aktiv zu kühlen.
12. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Sensoreinheit (38), welche zu einer direkten Messung eines Drucks des Druckmaterials (16) in der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) vorgesehen ist.
13. 3D-Druckvorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinheit (38) zumindest ein Sensorelement (40) aufweist, welches in einer Düse (42, 42', 42'') der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) angeordnet ist.
14. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Steuer- und/oder Regeleinheit (44), welche zu einer Steuerung und/oder Regelung zumindest eines Druckparameters vorgesehen ist.
15. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Druckkopfeinheit (12) zumindest eine Düsenwechseleinheit (45) mit zumindest zwei Düsen (42, 42', 42'') aufweist, die zu einem demontagelosen Wechsel zwischen den zumindest zwei Düsen (42, 42', 42'') vorgesehen ist.
16. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Druckkopfeinheit (12) zumindest einen Grundkörper (46) und zumindest eine Düse (42, 42', 42'') aufweist, welche getrennt von dem Grundkörper (46) demontierbar ausgebildet ist.
17. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Druckkopfeinheit (12) zumindest

einen Grundkörper (46) und zumindest ein Hot-End (48) aufweist, welches getrennt, insbesondere werkzeuglos, von dem Grundkörper (46) demontierbar ausgebildet ist.

18. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Trocknungseinheit (50), welche dazu vorgesehen ist, ein Druckmaterial (16), vor einer Zuführung der Druckkopfeinheit (12) zu trocknen.

19. 3D-Druckvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Magazin (51) zur Aufnahme verschiedener Druckmaterialien (16).

20. 3D-Drucker mit einer 3D-Druckvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

21. Druckmaterial für eine 3D-Druckvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, gekennzeichnet durch zumindest einen Bestandteil, welcher aus PAEK besteht, und zumindest einen weiteren Bestandteil, welcher aus einem von PAEK differierenden Material besteht.

22. Verfahren zum Betrieb einer 3D-Druckvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 mit einem zumindest teilweise von einem Hochleistungskunststoff gebildeten Druckmaterial (16).

23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Druckvorgang von einer Steuer- und/oder Regeleinheit (44) der 3D-Druckvorrichtung (10) gesteuert und/oder geregelt wird.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von zumindest einer Kenngröße unterschiedliche Heizelemente (30) der Flächenheizungseinheit (26) angesteuert werden.

25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch Ansteuern unterschiedlicher Heizelemente (30) der Flächenheizungseinheit (26) gezielt Teilbereiche des Druckobjekts (28) erhitzt werden.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Druckobjekt (28) vor dem Aufdruck einer weiteren Schicht vorauseilend partiell durch die Lokalheizungseinheit (32) erhitzt wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von einem Druck des Druckmaterials (16) in der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) eine Druckgeschwindigkeit eingestellt wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schrumpfprozess des Druckobjekts (28) bei einer Abkühlung nach einem Druckvorgang vor und/oder während dem Druckvorgang berechnet und/oder berücksichtigt wird.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Druckobjekt (28) während des Druckvorgangs zumindest teilweise vermessen wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckparameter eines Druckvorgangs abhängig von einem Vermessungsergebnis zumindest teilweise angepasst werden.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Farbe eines zu druckenden Druckobjekts (28) durch Anpassung wenigstens eines Druckparameters beeinflusst wird.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Druckmaterial (16) vor einer Zuführung der zumindest einen Druckkopfeinheit (12) getrocknet wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor einem Druck eines Druckobjekts (28) eine Stabilisierungsschicht (52) mit einer Grundfläche auf die Druckgrundplatte (22) aufgedruckt wird, welche größer als eine Grundfläche einer ersten Schicht des Druckobjekts (28) ist.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckgrundplatte (22) nach einem Druckverfahren zur Ablösung des Druckobjekts (28) aktiv gekühlt wird.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

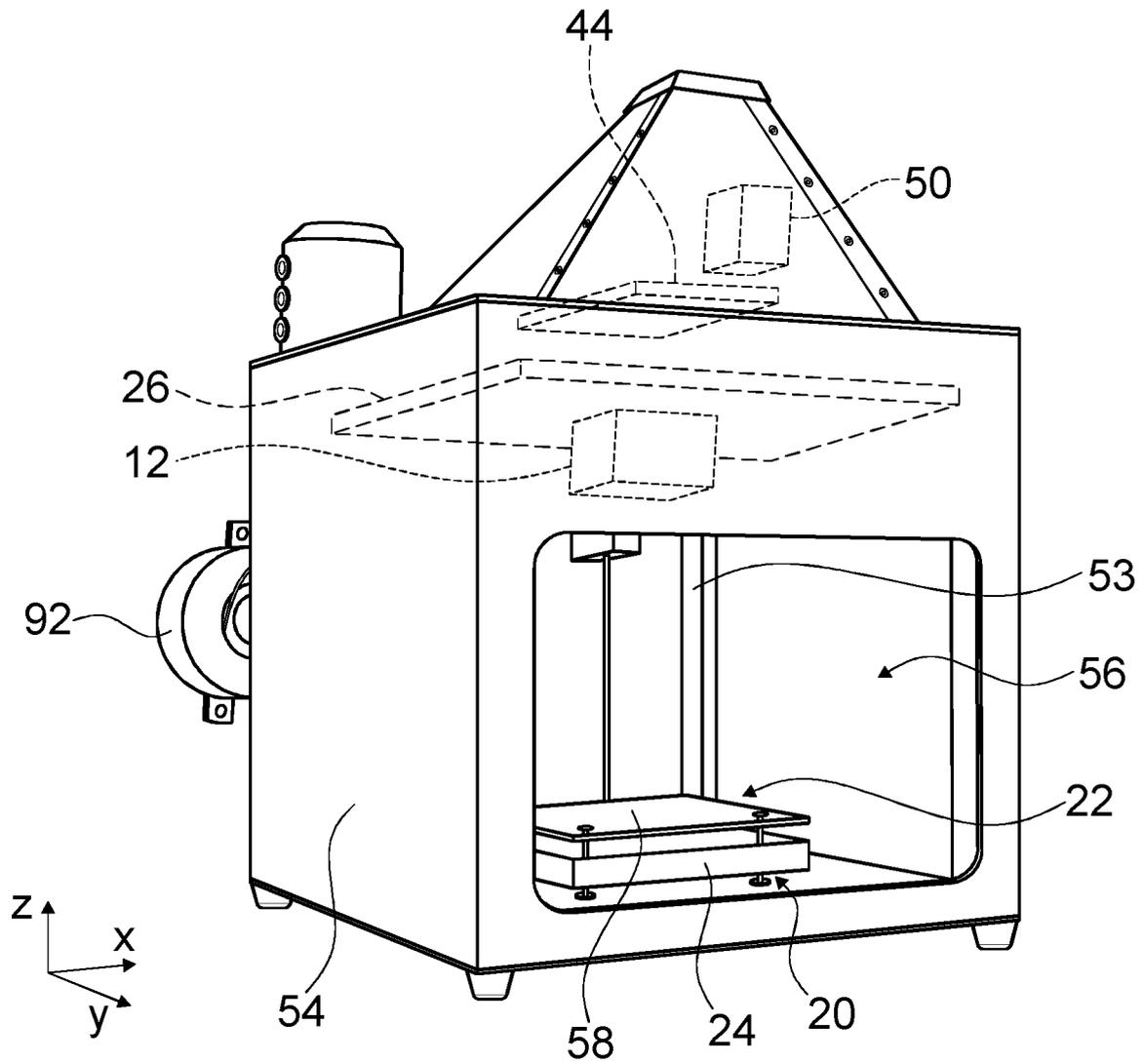


Fig. 1

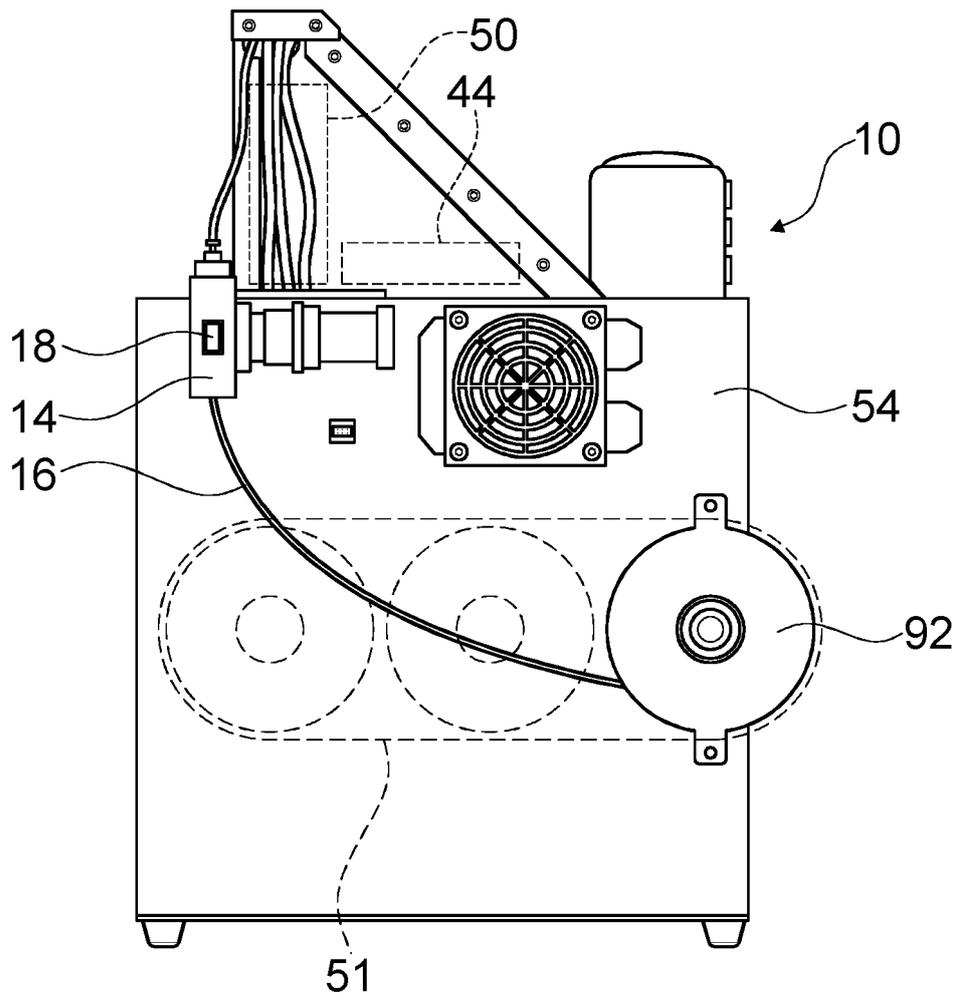


Fig. 2

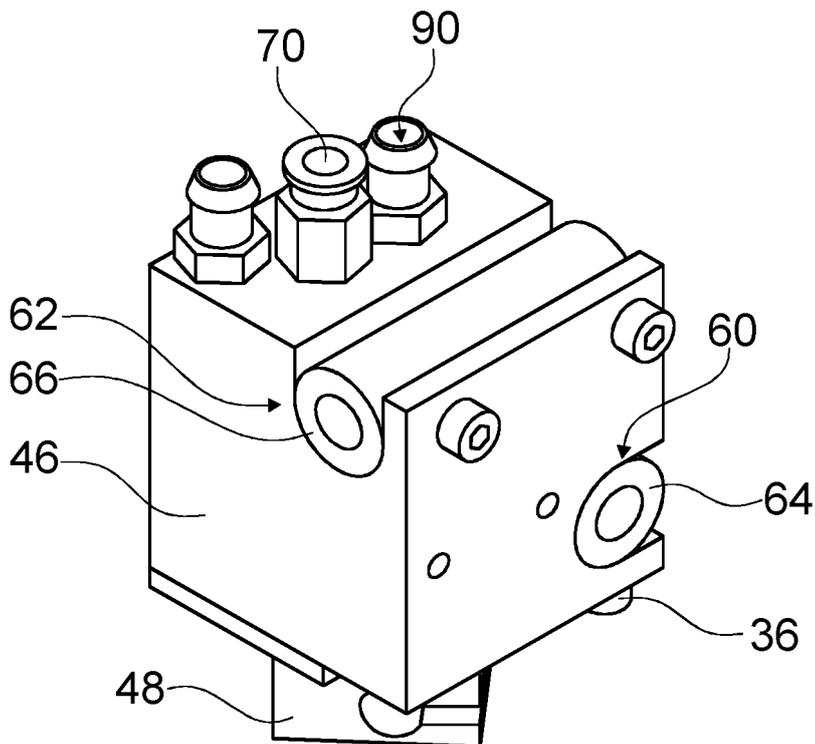


Fig. 3

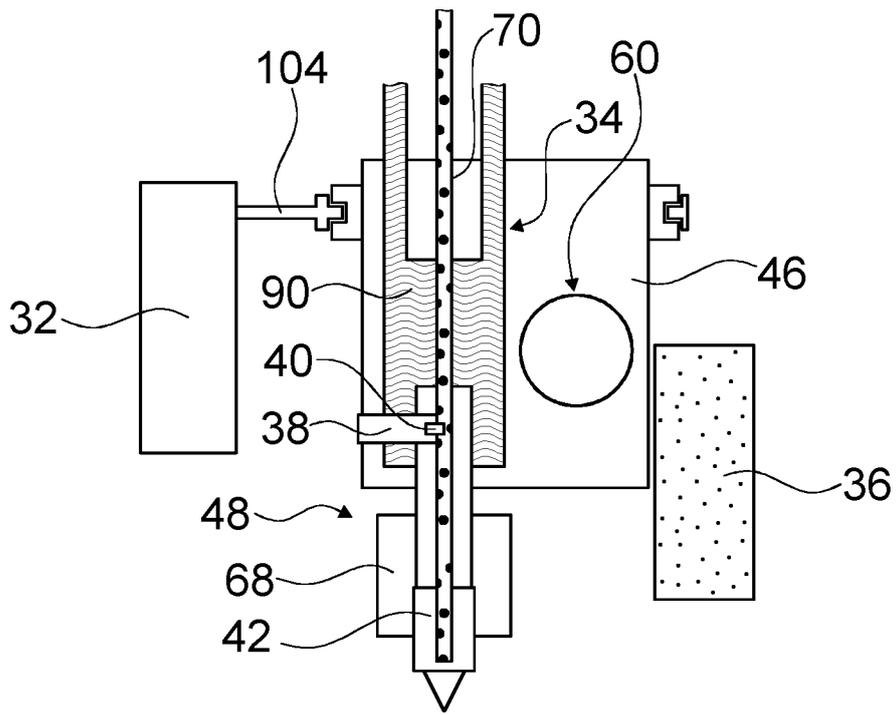


Fig. 4A

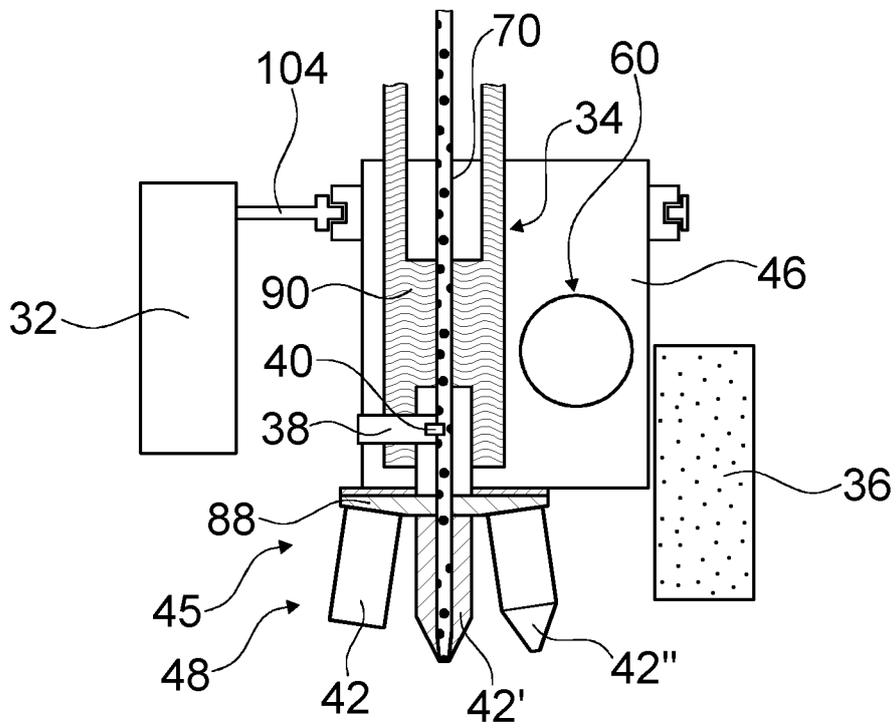


Fig. 4B

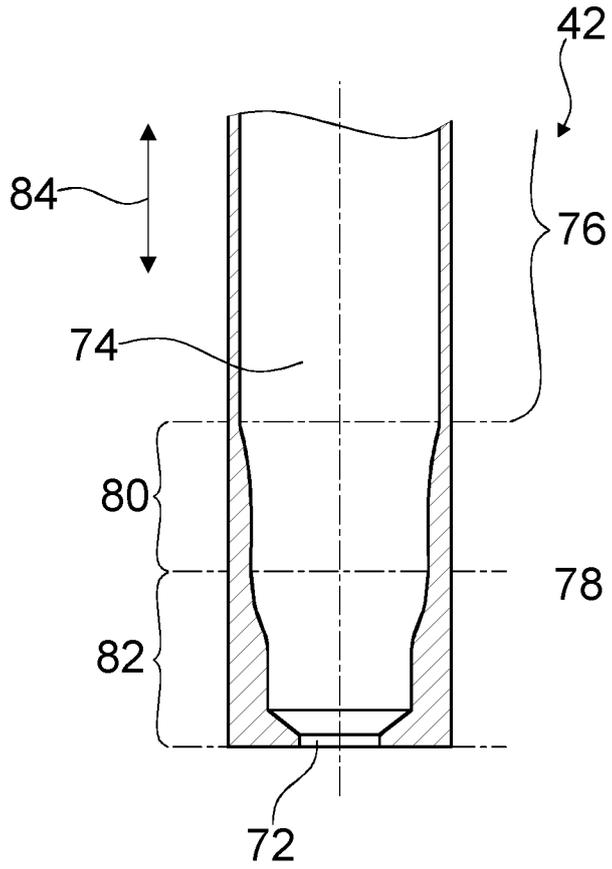


Fig. 5A

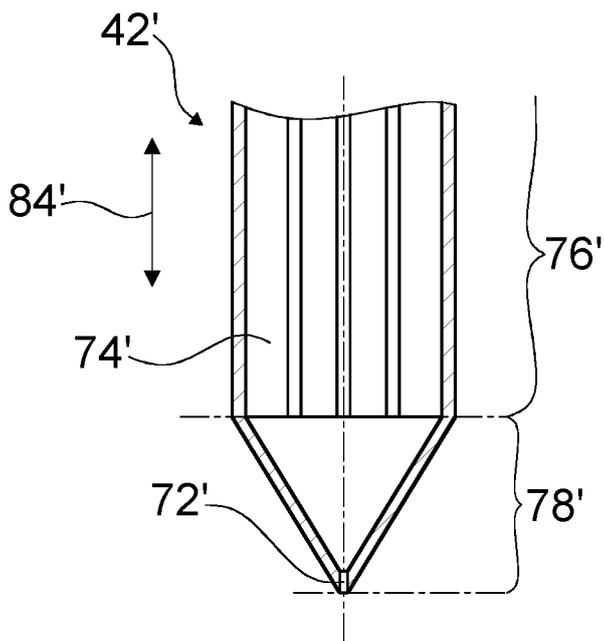


Fig. 5B

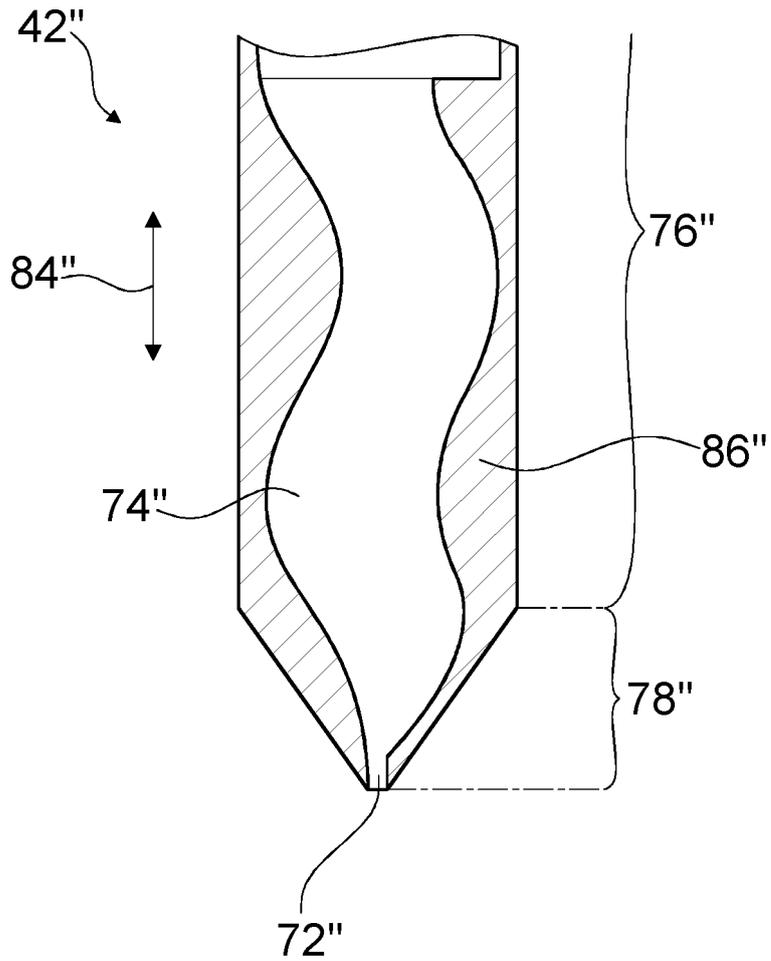


Fig. 5C

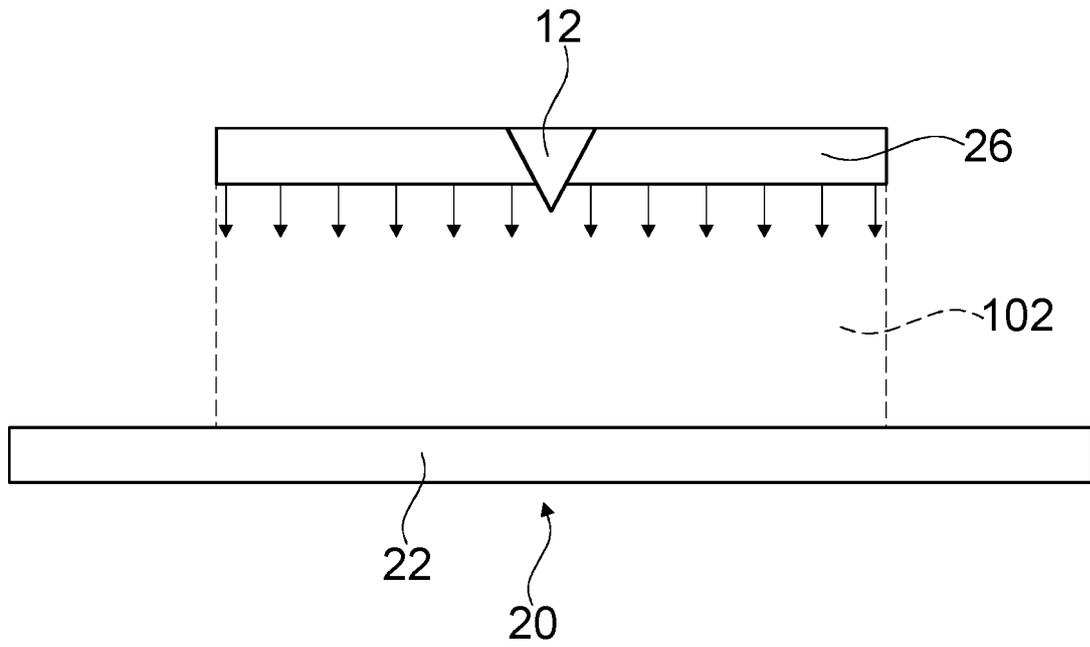


Fig. 6A

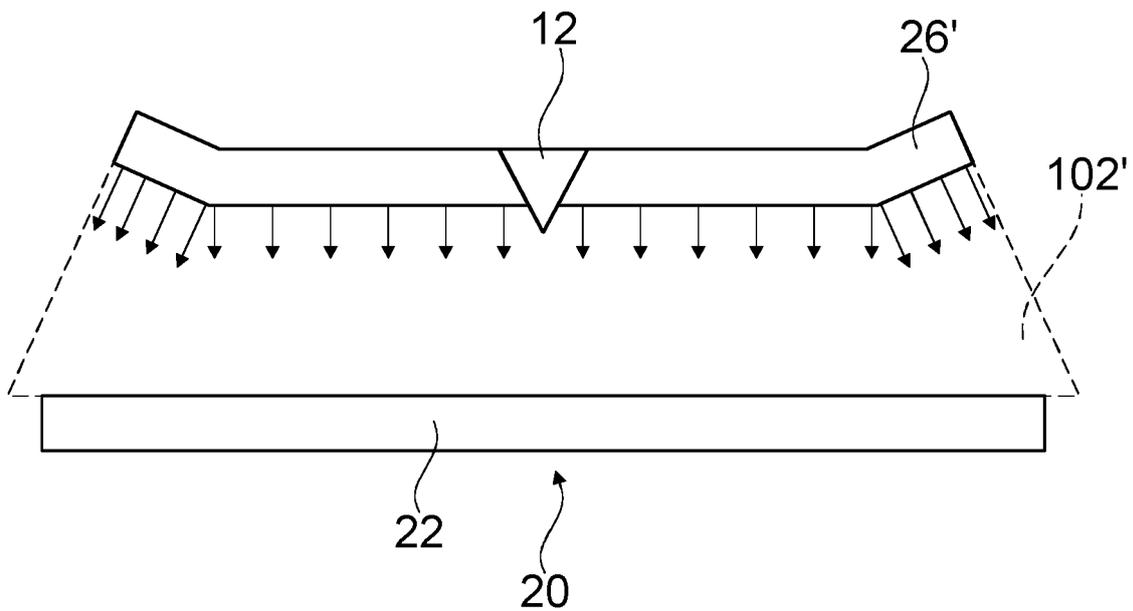


Fig. 6B

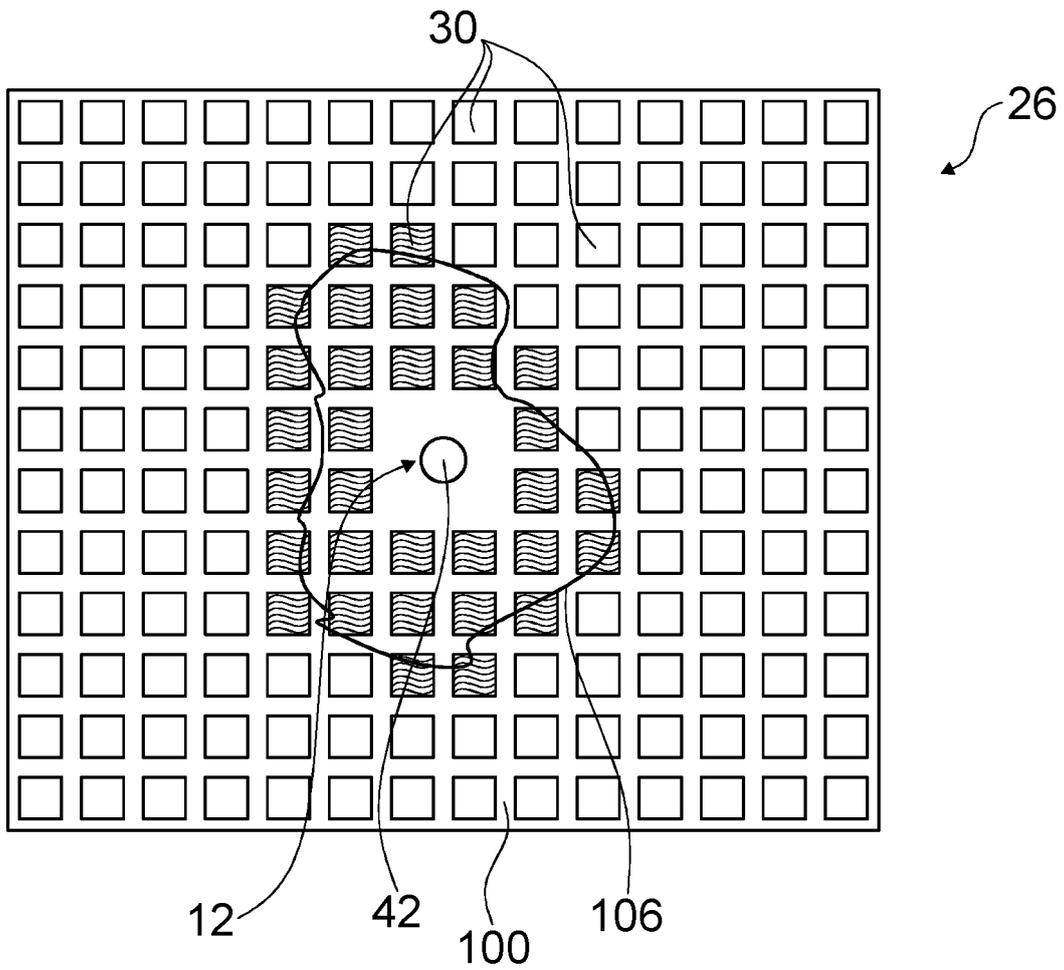


Fig. 7

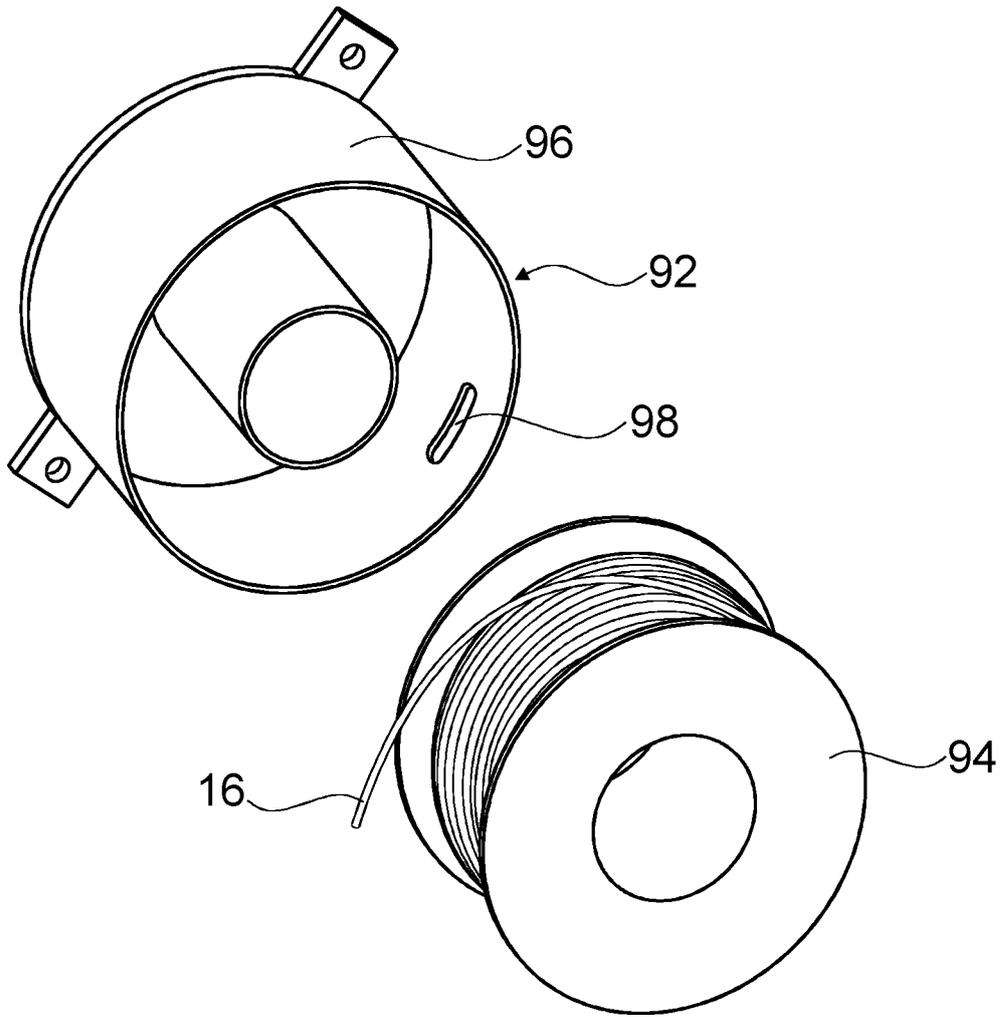


Fig. 8A

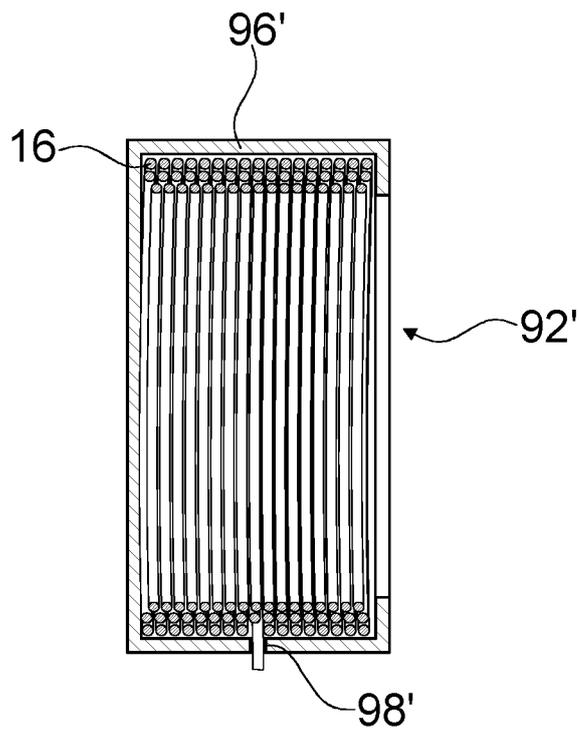


Fig. 8B

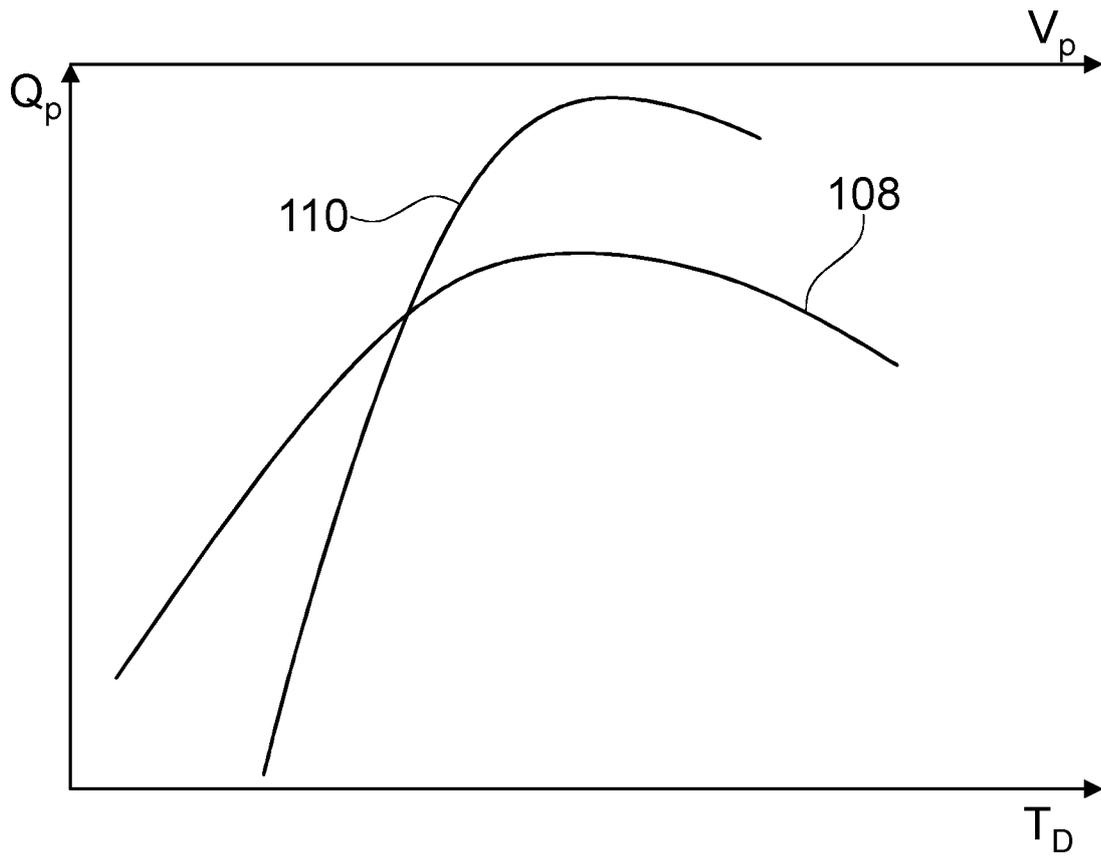


Fig. 9

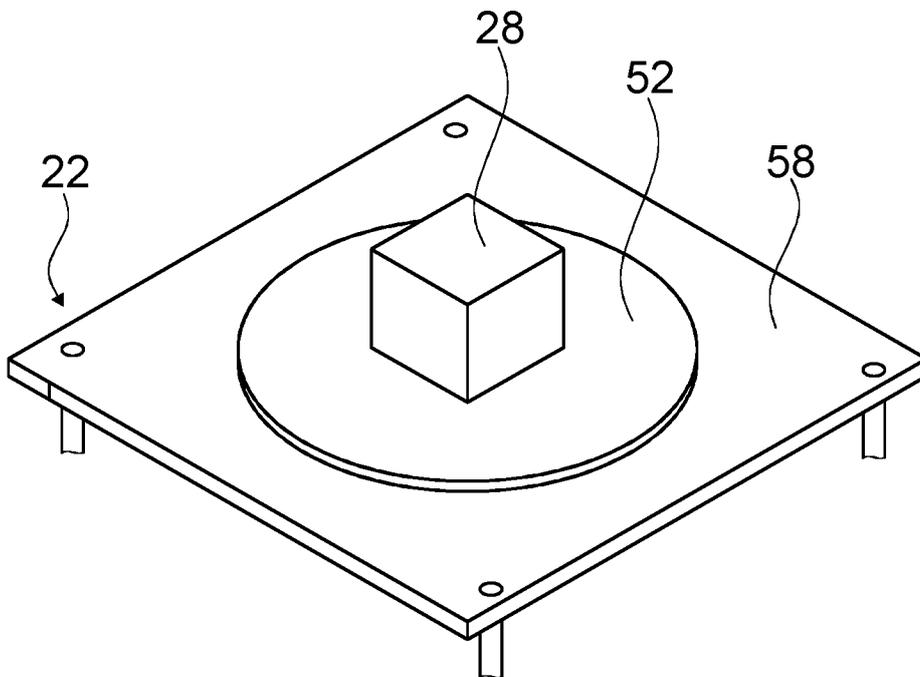


Fig. 10