



(10) **DE 10 2018 208 025 A1** 2019.11.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 208 025.9**

(22) Anmeldetag: **22.05.2018**

(43) Offenlegungstag: **28.11.2019**

(51) Int Cl.: **B22F 3/105** (2006.01)

B29C 64/153 (2017.01)

B29C 64/214 (2017.01)

B29C 64/343 (2017.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

C04B 35/622 (2006.01)

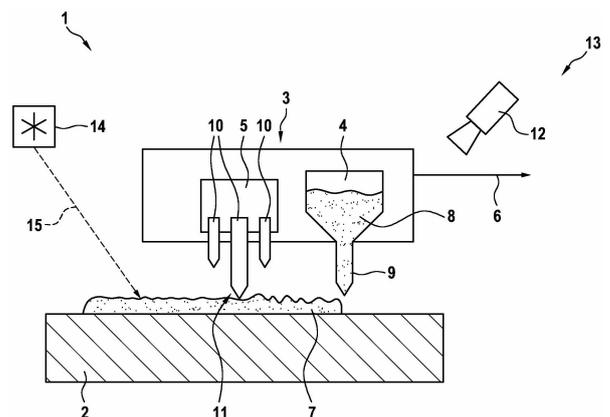
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Willeck, Hannes, 71272 Renningen, DE; Echaniz, Aitor, 70197 Stuttgart, DE; Loeber, Lukas, 71638 Ludwigsburg, DE; Schoepf, Martin, 70499 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Nivelliervorrichtung, Fertigungsanlage und Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Nivelliervorrichtung für eine pulverbettbasierte Fertigungsanlage 1, mit einer Abstreifeinrichtung, wobei die Abstreifeinrichtung ein Abstreifelement 10 aufweist, wobei das Abstreifelement 10 in einem Kontaktabschnitt 11 einen Abstreifer zum Nivellieren einer Pulverschicht 7 bildet, mit einer Wechseleinrichtung zum Wechseln des Abstreifelements 10 und/oder des Kontaktabschnitts 11.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Es wird eine Nivellierungsvorrichtung für eine pulverbettbasierte Fertigungsanlage vorgeschlagen. Die Nivellierungsvorrichtung weist eine Abstreifeinrichtung auf, wobei die Abstreifeinrichtung ein Abstreifelement aufweist. Die Abstreifeinrichtung ist zum Nivellieren einer Pulverschicht ausgebildet.

[0002] Verfahren zur additiven Fertigung für die Verarbeitung von Pulvern, insbesondere von metallischen Werkstoffen, nehmen einen immer bedeutenderen Platz in der Industrie ein. Ein Vertreter solcher Fertigungstechnologien ist das selektive Laserschmelzen (SLM), mit welchem hochkomplexe Bauteile herstellbar sind. Beispielsweise wird hierzu ein metallisches Pulver als Ausgangsmaterial in Form einer Pulverschicht aufgetragen und mit einem Laser aufgeschmolzen. Das Aufschmelzen geschieht dabei selektiv. Durch Wiederholung des Auftragsprozesses und des Aufschmelzens kann so Schicht für Schicht das Bauteil aufgebaut werden. Vorzugsweise findet ein solcher Prozess in einer Schutzgasatmosphäre statt. Insbesondere ist die Dicke der Pulverschicht variierbar und/oder einstellbar. Eine solche Variation der Pulverschichtdicke kann beispielsweise durch ein Verschieben einer Grundplatte in Z-Richtung erfolgen.

[0003] Die Druckschrift EP 1 234 625 A1, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers durch selektives Laserschmelzen, bei dem aus pulverförmigem metallischem Werkstoff nach CAD-Daten eines Modells ein Formkörper aufgebaut wird. Mittels einer Auftragungseinheit wird eine Pulverschicht aufgetragen und diese mittels eines fokussierten Laserstrahls aufgeschmolzen und fixiert. Die Pulverschicht wird durch zumindest einmaliges Überfahren des Formkörpers mit einer Nivelliereinrichtung auf eine Sollschichtdicke einnivelliert und während dem Einnivellieren werden Erhöhungen der zuletzt mit dem Laserstrahl aufgeschmolzenen Schicht freigelegt.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Es wird eine Nivellierungsvorrichtung für eine pulverbettbasierte Fertigungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Ferner wird eine Fertigungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 14 und ein Verfahren zum Nivellieren mit den Merkmalen des Anspruchs 15 vorgeschlagen. Bevorzugte und/oder vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, den beigefügten Figuren und den Unteransprüchen.

[0005] Es wird eine Nivellierungsvorrichtung für eine pulverbettbasierte Fertigungsanlage vorgeschlagen. Die pulverbettbasierte Fertigungsanlage ist insbesondere eine Fertigungsanlage für eine additive Fertigung. Beispielsweise ist die Fertigungsanlage eine SLM-Anlage oder eine Anlage zum Laserauftragschweißen. Bei der pulverbettbasierten Fertigungsanlage ist es vorgesehen, dass eine Pulverschicht aufgetragen wird, beispielsweise auf einer Grundplatte, und die Pulverschicht mittels eines Lasers oder eines Elektronenstrahls selektiv aufgeschmolzen wird. Die Pulverschicht kann insbesondere auch ein Pulverbett bilden. Das Auftragen der Pulverschicht und das Aufschmelzen des Pulverbetts erfolgt vorzugsweise mehrmals. Die pulverbettbasierte Fertigungsanlage ist insbesondere zur Herstellung eines Werkstücks, beispielsweise einem metallischen Werkstück.

[0006] Die Nivellierungsvorrichtung weist eine Abstreifeinrichtung auf. Insbesondere kann die Nivellierungsvorrichtung einen Beschichter aufweisen, beispielsweise zum Auftragen der Pulverschicht, wobei der Beschichter zum Beispiel ein Reservoir für das Pulver umfasst. Vorzugsweise ist die Abstreifeinrichtung Teil des Beschichters. Die Abstreifeinrichtung weist mindestens ein Abstreifelement auf. Das Abstreifelement ist beispielsweise als eine Lippe oder ein Rakel ausgebildet. Vorzugsweise ist das Abstreifelement ein Kunststoffabstreifelement, ein Gummiabstreifelement oder ein Metallabstreifelement.

[0007] Das Abstreifelement bildet in einem Kontaktabschnitt einen Abstreifer zum Nivellieren der Pulverschicht. Der Kontaktabschnitt ist insbesondere der Abschnitt des Abstreifelements, der zum Glättziehen der Pulverschicht ausgebildet ist und/oder der im Kontakt mit der Pulverschicht ist. Der Kontaktabschnitt ist vorzugsweise ein linienförmiger Abschnitt und vorzugsweise ein flacher linienförmiger Abschnitt. Mittels des Abstreifelements und/oder mittels des Kontaktabschnittes kann eine Oberfläche eines Pulverbetts geradegezogen werden und/oder auf eine bestimmte Pulverschichtdicke eingestellt werden. Der Kontaktabschnitt weist insbesondere eine Längserstreckung auf, wobei die Längserstreckung insbesondere senkrecht zu einer Verfahrrichtung der Abstreifeinrichtung steht. Die Verfahrrichtung wird auch als Abstreifrichtung bezeichnet. Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass zum Einstellen einer Pulverschichtdicke und/oder Pulverschichtdicke das Abstreifelement und/oder der Kontaktabschnitt in Z-Richtung und/oder Höhenrichtung verfahrbar sind. Alternativ und/oder ergänzend kann zur Einstellung der Pulverschichtdicke die Grundplatte in Z-Achse und/oder in Höhenrichtung verfahren werden.

[0008] Die Nivellierungseinrichtung weist eine Wechseleinrichtung auf. Die Wechseleinrichtung kann Teil der Abstreifeinrichtung sein. Alternativ kann

die Abstreifeinrichtung Teil der Wechseleinrichtung sein. Die Wechseleinrichtung ist ausgebildet, das Abstreifelement und/oder den Kontaktabschnitt zu wechseln. Insbesondere ist die Wechseleinrichtung zum automatischen Wechsel ausgebildet. Der Wechsel des Abstreifelements und/oder des Kontaktabschnittes mittels der Wechseleinrichtung ist vorzugsweise als ein Wechsel während eines Betriebs der Fertigungsanlage, während eines Aufbauprozesses mittels der Fertigungsanlage und/oder während einer Pulverschichtauftragung ausgebildet. Beispielsweise kann mittels der Wechseleinrichtung ein komplettes Abstreifelement durch ein weiteres und/oder anderes Abstreifelement ausgetauscht werden. Alternativ und/oder ergänzend kann ein Abstreifelement so verschoben und/oder platziert werden, dass ein anderer Abschnitt des Abstreifelements den Kontaktabschnitt bildet.

[0009] Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, dass aufgrund von Verschleißerscheinungen des Abstreifelementes und/oder des Kontaktabschnittes, beispielsweise aufgrund von thermischem Verzug, die Qualität von neu aufgetragenen Pulverschichten negativ beeinflusst wird. Insbesondere kann so die Maßhaltigkeit am Bauteil nicht mehr eingehalten werden. Eine Beschädigung des Abstreifelementes kann sich weiterhin auf die Prozessstabilität negativ auswirken und zu einem Prozessabbruch führen. Aufgrund der hohen Prozesszeit bei solchen additiven Verfahren ist ein Prozessabbruch als sehr kritisch anzusehen. Ein weiterer entscheidender Faktor zur Gewährleistung einer Prozessstabilität beziehungsweise Prozessqualität ist die Robustheit des Beschichtungssystems. Verschleiß beziehungsweise Beschädigungen während des Aufbauprozesses wirken sich negativ auf die Qualität der Pulverschicht und in Folge dessen auf die Qualität des Bauteils aus. Um die Bauteilqualität gewährleisten zu können, ist es daher essentiell, die Qualität des Abstreifelementes im Kontaktabschnitt konstant zu halten und zu gewährleisten. Es ist eine Überlegung der Erfindung, dass durch einen automatischen Wechsel des Abstreifelementes und/oder des Kontaktabschnittes während des Aufbauprozesses die Qualität des Abstreifelementes konstant gehalten werden kann und so die Qualität eines herzustellenden Werkstücks verbessert werden kann.

[0010] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Nivellierungsvorrichtung eine Überwachungseinrichtung zum Überwachen einer Beschaffenheit des Kontaktabschnittes und/oder zur Überwachung einer Beschaffenheit des Abstreifelements aufweist. Beispielsweise ist die Überwachungseinrichtung zur Detektion eines Verschleißes des Kontaktabschnittes und/oder des Abstreifelements ausgebildet. Die Überwachungseinrichtung ist insbesondere ausgebildet, bei einer Abweichung der Beschaffenheit des Kontaktabschnittes und/oder des Abstreifelements

von einer Sollbeschaffenheit die Wechseleinrichtung zum Wechseln anzusteuern. Beispielsweise ist die Sollbeschaffenheit eine Beschaffenheit des Abschnittes, die der Kontaktabschnitt und/oder das Abstreifelement mindestens aufweisen muss, um ein Pulverbett und/oder eine Pulverschicht mit einer geforderten Mindestqualität zu erzeugen. Eine Abweichung der Beschaffenheit des Kontaktabschnittes, die zu einem Wechseln führt, ist vorzugsweise ein Verschleiß des Kontaktabschnittes, der nicht mehr tolerierbar ist, um eine geforderte Qualität eines herzustellenden Werkstückes zu gewährleisten. Insbesondere ist die Überwachungseinrichtung ausgebildet, kritische Stellen des Kontaktabschnittes zu überwachen und/oder vorzugsweise verstärkt zu überwachen. Beispielsweise ist ein kritischer Abschnitt des Kontaktabschnittes ein zentraler Bereich des Kontaktabschnittes oder außenliegende Bereiche des Kontaktabschnittes. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, eine Nivellierungsvorrichtung bereitzustellen, welche selbstständig erkennt, wann ein Wechsel des Abstreifelementes durchzuführen ist, insbesondere basierend auf dem Erkennen, wann der Kontaktabschnitt zu stark von einer Sollbeschaffenheit abweicht. Damit wird eine Nivellierungsvorrichtung mit verbesserter Werkstückqualität bereitgestellt.

[0011] Optional weist die Überwachungseinrichtung mindestens eine Überwachungskamera zur optischen Überwachung auf. Die Überwachungskamera ist beispielsweise eine Videokamera, alternativ ist die Überwachungskamera eine Einzelbildkamera. Die Überwachungskamera kann eine Farbkamera, eine Graustufenkamera oder eine Schwarz-Weiß-Kamera sein. Insbesondere kann die Überwachungskamera auch eine Infrarot-Kamera sein. Besonders bevorzugt ist es, dass die Überwachungskamera als eine Stereokamera ausgebildet ist. Beispielsweise ist die Überwachungskamera ausgebildet, Bilder des Abstreifelementes und/oder des Kontaktabschnittes aufzunehmen. Die Überwachungseinrichtung kann insbesondere basierend auf den aufgenommenen Bildern des Abstreifelementes und/oder des Kontaktabschnittes durch Vergleich mit mindestens einem Referenzbild bewerten, ob die Beschaffenheit des Kontaktabschnittes von der Sollbeschaffenheit zu stark abweicht und die Wechseleinrichtung zum Wechseln anzusteuern ist.

[0012] Besonders bevorzugt ist es, dass die Überwachungseinrichtung ausgebildet ist, die Beschaffenheit des Kontaktabschnittes basierend auf einer Überwachung des Pulverbetts zu bestimmen. Beispielsweise wird das Pulverbett und/oder die Pulverschicht optisch mittels der Überwachungskamera überwacht. Basierend auf der Überwachung des Pulverbetts und/oder der Pulverschicht kann auf eine Abweichung des Kontaktabschnittes von einer Sollbeschaffenheit geschlossen werden. Dieser Ausgestal-

tung liegt die Überlegung zugrunde, dass bei einem Verschleiß und/oder bei einer Abweichung der Beschaffenheit des Kontaktabschnittes von einer Sollbeschaffenheit auch die Qualität des Pulverbetts und/oder der Pulverschicht in Mitleidenschaft gezogen wird, und diese Abweichung des Pulverbetts und/oder der Pulverschicht besonders einfach detektierbar ist.

[0013] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Nivellierungsvorrichtung eine Mehrzahl an Abstreifelementen aufweist. Beispielsweise weist die Nivellierungsvorrichtung mehr als drei Abstreifelemente und im Speziellen mehr als acht Abstreifelemente auf. Insbesondere umfasst die Mehrzahl an Abstreifelementen eine unterschiedliche Art an Abstreifelementen. Beispielsweise umfasst die Mehrzahl an Abstreifelementen ein Abstreifelement, welches als Lippe ausgestaltet ist und ein Abstreifelement, welches als Bürste ausgestaltet ist. Ferner kann es vorgesehen sein, dass die Mehrzahl an Abstreifelementen Abstreifelemente unterschiedlicher Materialien umfassen, beispielsweise, dass die Mehrzahl an Abstreifelementen ein Abstreifelement aus Kunststoff, ein Abstreifelement aus Hartplastik, ein Abstreifelement aus Gummi und/oder ein Abstreifelement aus Metall aufweist. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, eine Nivellierungsvorrichtung bereitzustellen, welche flexibel anpassbar ist an durchzuführende Prozesse und/oder Aufgaben.

[0014] Beispielsweise ist mittels der Wechseleinrichtung ein Wechsel zwischen Abstreifelementen unterschiedlicher Art vollziehbar. Dabei kann die Wechseleinrichtung von einer Prozesssteuerung der Fertigungsanlage ansteuerbar sein und basierend auf dem durchzuführenden Prozess das Abstreifelement wechseln. Alternativ kann die Wechseleinrichtung beispielsweise von einem Benutzer angesteuert werden, welcher den Wechsel eines Abstreifelementes wünscht.

[0015] Besonders bevorzugt ist es, dass die Wechseleinrichtung ein Magazin aufweist. Ferner ist es vorgesehen, dass die Nivellierungseinrichtung eine Mehrzahl an Abstreifelementen aufweist, wobei die Mehrzahl an Abstreifelementen in dem Magazin angeordnet ist. Das Magazin bildet beispielsweise ein Lager für die Mehrzahl an Abstreifelementen. Vorzugsweise bildet das Magazin einen Schutz für Abstreifelemente, insbesondere für die, die nicht gerade den Abstreifer bilden und/oder im Kontaktabschnitt angeordnet sind. Beispielsweise ist ein Abstreifelement aus dem Magazin durch ein Verschieben und/oder Verfahren in den Kontaktabschnitt bringbar.

[0016] Besonders bevorzugt ist es, dass das Magazin ein Revolvermagazin bildet. Beispielsweise weist das Revolvermagazin die Mehrzahl an Abstreifelementen auf. Insbesondere sind die Abstreifele-

mente am Rand eines drehbaren Revolvergrundkörpers, kurz auch Grundkörper genannt, angeordnet. Beispielsweise sind die Abstreifelemente regelmäßig am Rand des Revolvergrundkörpers angeordnet, und in einen Winkelabstand von 360 Grad geteilt durch die Mehrzahl beabstandet. Das Revolvermagazin ist insbesondere drehbar um eine Drehachse. Die Drehachse steht vorzugsweise senkrecht zur Abstreifrichtung. Besonders bevorzugt ist es, dass das Revolvermagazin Abstreifelemente unterschiedlicher Art aufweist.

[0017] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Wechseleinrichtung mindestens zwei Rollen aufweist. Das Abstreifelement bildet dabei vorzugsweise ein Trum zwischen den beiden Rollen. Die beiden Rollen bilden eine Umlenkung für das Abstreifelement. Durch ein Drehen der Rollen wird das Abstreifelement fortbewegt und/oder ein Abschnitt des Abstreifelements aus dem Kontaktabschnitt gefördert und ein neuer Abschnitt in den Kontaktabschnitt gefördert.

[0018] Optional ist es vorgesehen, dass das Abstreifelement eine Umschlingung und/oder einen geschlossenen Weg um die beiden Rollen bildet. Beispielsweise bildet das Abstreifelement einen Zugmitteltrieb mit den beiden Rollen. Insbesondere bildet der Abschnitt zwischen den beiden Rollen den Kontaktabschnitt.

[0019] Besonders bevorzugt ist es, dass die Wechseleinrichtung eine Schiene zum Führen des Abstreifelements, insbesondere zum Führen des Abstreifelements im Kontaktabschnitt, aufweist. Beispielsweise ist die Schiene als eine Profilschiene ausgebildet. Die Schiene dient insbesondere der Stabilisierung des Abstreifelements beim Abstreifen und/oder beim Nivellieren der Pulverschicht.

[0020] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Nivellierungsvorrichtung eine Abstreifelementquelle aufweist. Die Abstreifelementquelle dient zum Bereitstellen des Abstreifelements und/oder von weiteren Abschnitten des Abstreifelements. Die Abstreifelementquelle ist als eine Rolle zum Abrollen des Abstreifelements ausgebildet. Die Abstreifelementquelle ist insbesondere als ein Lager für das Abstreifelement ausgebildet.

[0021] Besonders bevorzugt ist es, dass eine der beiden Rollen der Wechseleinrichtung die Abstreifelementquelle bildet. Dabei ist zum Wechseln des Abstreifelements und/oder zum Wechseln des Kontaktabschnittes das Abstreifelement von der Abstreifelementquelle abrollbar, sodass insbesondere ein neuer, unverschlissener Abschnitt des Abstreifelements im Kontaktabschnitt anordenbar ist.

[0022] Optional ist es vorgesehen, dass die Nivellierungsvorrichtung eine Abstreifelementsenke aufweist. Auf der Abstreifelementsenke ist verschlissenes Abstreifelement und/oder Abstreifelement mit zu großer Abweichung von einer Sollbeschaffenheit lagerbar. Vorzugsweise bildet die Abstreifelementsenke eine Rolle zum Aufrollen des Abstreifelements. Besonders bevorzugt ist es, dass eine Rolle der Wechseleinrichtung die Abstreifelementsenke bildet. Optional ist es vorgesehen, dass eine Rolle der Wechseleinrichtung die Abstreifelementquelle bildet und die andere Rolle der Wechseleinrichtung die Abstreifelementsenke bildet.

[0023] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet eine Fertigungsanlage mit der Nivellierungsvorrichtung wie vorher beschrieben. Die Fertigungsanlage ist beispielsweise eine additive Fertigungsanlage und im Speziellen eine SLM-Anlage. Die Fertigungsanlage weist die Nivellierungsvorrichtung auf, wobei die Nivellierungsvorrichtung ausgebildet ist, eine Pulverschicht in der Fertigungsanlage zu nivellieren und/oder abzustreifen.

[0024] Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Verfahren zum Nivellieren einer Pulverschicht in einer Fertigungsanlage. Dabei wird mittels eines Abstreifelements eine Pulverschicht nivelliert. Das Abstreifelement weist zum Nivellieren einen Kontaktabschnitt als Abstreifer auf. Das Verfahren sieht vor, dass, insbesondere bei einem laufenden Aufbauprozess, das Abstreifelement und/oder der Kontaktabschnitt gewechselt werden. Insbesondere wird der Kontaktabschnitt und/oder das Abstreifelement basierend auf einer Abweichung der Beschaffenheit des Kontaktabschnittes von einer Sollbeschaffenheit gewechselt.

[0025] Weitere Vorteile, Wirkungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den beigefügten Figuren und deren Beschreibung. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Fertigungsanlage als ein Ausführungsbeispiel;

Fig. 2a und **Fig. 2b** eine Detailansicht einer Fertigungsanlage mit einer Wechseleinrichtung als ein erstes Ausführungsbeispiel;

Fig. 3a und **Fig. 3b** eine Wechseleinrichtung als ein zweites Ausführungsbeispiel;

Fig. 4a und **Fig. 4b** eine Wechseleinrichtung als ein drittes Ausführungsbeispiel.

[0026] **Fig. 1** zeigt eine Fertigungsanlage **1**. Die Fertigungsanlage **1** ist eine Anlage der additiven Fertigung, insbesondere eine pulverbettbasierte Fertigungsanlage **1**. Die Fertigungsanlage **1** ist als eine SLM-Anlage ausgebildet. Die Fertigungsanlage **1** umfasst eine Grundplatte **2**. Die Grundplatte **2** ist als eine Edelstahlplatte ausgebildet. Die Fertigungsanla-

ge **1** weist einen Beschichter **3** auf, wobei der Beschichter **3** eine Auftragungseinheit **4** und eine Wechseleinrichtung **5** aufweist. Der Beschichter **3** ist in eine Abstreifrichtung **6** verfahrbar. Insbesondere ist der Beschichter **3** auch in die Gegenrichtung der Abstreifrichtung **6** verfahrbar.

[0027] Die Auftragungseinheit **4** ist ausgebildet, eine Pulverschicht **7** auf die Grundplatte **2** aufzutragen. Dazu ist beispielsweise in einem Reservoir der Auftragungseinheit **4** ein Metallpulver **8** bevorratet. Mittels einer Dosiereinheit **9** wird das Metallpulver **8** in Form der Pulverschicht **7** auf die Grundplatte **2** aufgetragen. Die Pulverschicht **7**, die von der Auftragungseinheit **4** aufgetragen wird, weist vorzugsweise eine Pulverschichtdicke von weniger als einem Zentimeter auf.

[0028] Die Wechseleinheit **5** weist eine Mehrzahl an Abstreifelementen **10** auf. Die Abstreifelemente **10** sind beispielsweise metallische Abstreifelemente **10**. Insbesondere kann die Wechseleinrichtung eine unterschiedliche Art an Abstreifelementen **10** aufweisen. Beispielsweise ist ein Abstreifelement **10** ein Abstreifelement **10** mit lippenförmiger Kante, wobei ein anderes Abstreifelement **10** beispielsweise ein büstenförmiges Abstreifelement **10** ist. Mittels der Wechseleinrichtung kann zwischen unterschiedlichen Abstreifelementen **10** gewechselt werden. Die Wechseleinrichtung ist ausgebildet, ein Abstreifelement **10** so zu positionieren, dass das Abstreifelement **10** mit einem Kontaktabschnitt **11** die Pulverschicht **7** nivellieren kann. Dazu wird der Kontaktabschnitt **11** in Abstreifrichtung **6** über die Pulverschicht **7** gefahren. Bei dem Überfahren der Pulverschicht **7** mit dem Kontaktabschnitt **11** wird die Pulverschicht **7** nivelliert und glattgezogen. Der Kontaktabschnitt **11** wird in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise von der lippenförmigen Kante gebildet. Alternativ und/oder ergänzend kann der Kontaktabschnitt **11** von den Bürsten der büstenförmigen Abstreifelemente **10** gebildet werden. Der Kontaktabschnitt **11** und/oder das Abstreifelement **10** kann während seines Einsatzes verschleifen. Durch einen Verschleiß des Abstreifelements **10** und/oder des Kontaktabschnittes **11** wird die Qualität des Nivellierens der Pulverschicht reduziert. Insbesondere kommt es zu Unebenheiten, beispielsweise Schlieren, in der nivellierten Pulverschicht **7**. Solche Mängel in der Pulverschicht **7** wirken sich bei der Weiterverarbeitung der Pulverschicht **7** negativ aus.

[0029] Die Fertigungsanlage **1** weist eine Überwachungseinrichtung **12** auf. Die Überwachungseinrichtung **12** ist als eine Überwachungskamera ausgebildet. Die Überwachungseinrichtung **12** überwacht optisch den Kontaktabschnitt **11** und/oder die Pulverschicht **7**. Mittels der Überwachungseinrichtung **12**, welche beispielsweise eine Auswerteeinheit umfasst, kann festgestellt werden, wie stark der Kontaktab-

schnitt **11** oder das Abstreifelement **10** verschlissen ist. Dazu wird der Kontaktabschnitt **11** mittels der Überwachungseinrichtung überwacht und detektiert, ob die Beschaffenheit des Kontaktabschnittes **11** von einer Sollbeschaffenheit abweicht. Die Sollbeschaffenheit ist beispielsweise eine Beschaffenheit des Kontaktabschnittes **11**, welche mindestens vorliegen muss, dass es zu einer ausreichenden Nivellierung der Pulverschicht **12** kommt. Weicht die Beschaffenheit des Kontaktabschnittes **11** von der Sollbeschaffenheit negativ ab, so ist die Überwachungseinrichtung **12** ausgebildet, die Wechseleinrichtung **5** anzu- steuern, den Kontaktabschnitt **11** zu wechseln oder das Abstreifelement **10** zu wechseln, sodass wieder eine ausreichende Nivellierung der Pulverschicht **7** gewährleistet werden kann. Die Überwachungseinrichtung **12** zusammen mit der Wechseleinrichtung **5** sind Teil einer Nivellier Vorrichtung **13**. Ferner kann die Nivellier Vorrichtung **13** auch die Auftragungseinheit **4** und/oder den Beschichter **3** umfassen.

[0030] Die Wechseleinrichtung **5** ist ausgebildet, das Abstreifelement **10** und/oder den Kontaktabschnitt **11** zu wechseln. Durch den Wechsel des Abstreifelements **10** und/oder des Kontaktabschnittes **11** kann ein verschlissenes Abstreifelement **10** oder ein verschlissener Kontaktabschnitt **11** ausgetauscht werden. Insbesondere ist die Wechseleinrichtung **5** ausgebildet, den Wechsel des Abstreifelements **10** und/oder des Kontaktabschnittes **11** während eines Prozesses durchzuführen. Der Prozess ist beispielsweise das Auftragen der Pulverschicht **7**. Der Prozess ist im Speziellen ein Aufbauprozess eines Werkstückes **16** aus der Pulverschicht **7** sein. Dabei ist es eine Überlegung, den Wechsel des Abstreifelements **10** und/oder des Kontaktabschnittes **11** während des Prozesses durchzuführen und nicht den Aufbauprozess abbrechen zu müssen, um das Abstreifelement **10** oder den Kontaktabschnitt **11** auszuwechseln.

[0031] Die Fertigungsanlage **1** weist eine Lasereinheit **14** auf. Die Lasereinheit **14** ist zur Ausgabe eines Laserstrahls **15** ausgebildet. Mittels der Lasereinheit **14** und/oder dem Laserstrahl **15** wird die Pulverschicht **7** punktuell bestrahlt. Durch das Bestrahlen mit dem Laserstrahl **15** wird die Pulverschicht an diesem Ort aufgeschmolzen. Das Aufschmelzen und/oder Bestrahlen mit dem Laserstrahl **15** erfolgt selektiv. Somit werden insbesondere nur Abschnitte der Pulverschicht **7** aufgeschmolzen und/oder bestrahlt, an denen das Werkstück solide Elemente aufweisen soll.

[0032] Fig. **2a** zeigt eine Detailansicht eines Ausführungsbeispiels einer Fertigungsanlage **1**. Dabei zeigt Fig. **2** die Grundplatte **2**, auf welcher mittels der Fertigungsanlage **1** aus der Pulverschicht **7** ein Werkstück **16** hergestellt wird. Das Werkstück **16** ist ein metallisches Werkstück und wird schichtweise aus der Pulverschicht **7** aufgebaut.

[0033] Die Wechseleinrichtung **5** weist ein Magazin **17** auf. Das Magazin **17** ist als ein Revolvermagazin ausgebildet. Das Magazin **17** weist einen zylinderförmigen Grundkörper **18** auf. Das Magazin **17** und/oder der zylinderförmige Grundkörper **18** sind um eine Drehachse **19** drehbar. Die Drehung um die Drehachse **19** erfolgt in eine Drehrichtung **20**.

[0034] Auf der Außenseite des Magazins **17** und/oder des zylinderförmigen Grundkörpers **18** sind eine Mehrzahl an Abstandselementen **10** angeordnet. Die Abstandselemente **10** sind äquidistant angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Abstreifelemente **10** in 90 Winkelgrad Abstand zueinander angeordnet. Durch Drehung um die Drehachse **19** in Drehrichtung **20** um 90 Grad kann zwischen den Abstreifelementen **10** gewechselt werden, sodass ein anderes Abstreifelement **10** den Kontaktabschnitt **11** bildet. Das Magazin **17** ist in die Abstreifrichtung **6** verfahrbar. Durch das Verfahren in Abstreifrichtung **6** kann mit dem jeweiligen Abstreifelement **10** und dem Kontaktabschnitt **11** die Pulverschicht **7** nivelliert werden.

[0035] Fig. **2b** zeigt eine Ansicht auf das Magazin **17** aus Fig. **2a** in einer Draufsicht in Richtung der Abstreifrichtung **6**. Das Magazin **17** weist wieder den zylinderförmigen Grundkörper **18** auf, an dessen Außenseiten die Abstreifelemente **10** angeordnet sind. Das Abstreifelement **10**, welches Richtung Grundplatte **2** weist, umfasst und/oder bildet den Kontaktabschnitt **11**. Ferner ist die Aufhängung **20** gezeigt, welche das Magazin **17** und/oder den Grundkörper **18** drehbar lagert.

[0036] Fig. **3a** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Wechseleinrichtung **5**. Die Wechseleinrichtung **5** weist dabei zwei Rollen **21a** und **21b** auf. Um die Rollen **21a** und **21b** bildet das Abstreifelement **10** eine Umschlingung. Das Abstreifelement **10** bildet einen geschlossenen Pfad um die Rollen **21a** und **21b**. Mittels der Rollen **21a** und **21b** ist das Abstreifelement in Umlaufrichtung **22** drehbar. Der Kontaktabschnitt **11** wird von einem Abschnitt des Abstreifelements **10** zwischen den beiden Rollen **21a** und **21b** gebildet, wobei dieser Abschnitt insbesondere Richtung Grundplatte **2** gerichtet ist. Der Kontaktabschnitt **11** wird insbesondere von dem Trum zwischen den Rollen **21a** und **21b** gebildet, welcher Richtung Grundplatte **2** weist. Durch Bewegung der Rollen **21a** und **21b** in Umlaufrichtung kann der Abschnitt, welcher den Kontaktabschnitt **11** bildet, gewechselt werden.

[0037] Die Wechseleinrichtung **5** weist einen Grundkörper **18** auf, wobei der Grundkörper **18** im Bereich des Kontaktabschnittes **11** eine Schiene **23** für das Abstreifelement **10** bildet. Die Schiene **23** führt das Abstreifelement **10** in diesem Bereich und kann für Stabilität beim Abstreifprozess sorgen. Der Grund-

körper **18** weist zwei Lageraufhängungen **24** auf, wobei die Rollen **21a** und **21b** jeweils an einer Lageraufhängung **24** drehbar angeordnet sind.

[0038] Fig. **3b** zeigt eine Ansicht auf die Wechseleinrichtung **5** aus Fig. **3a** in einer Draufsicht senkrecht zur Abstreifrichtung **6**. Gleichgerichtet zur Abstreifrichtung **6** ist die Drehachse **25**, wobei die Rollen **21a** und/oder **21b** drehbar um die Drehachsen **25** sind. Der Grundkörper **18** bildet eine Schiene **23** für das Abstreifelement **10** im Kontaktabschnitt **11** sowie im Trum, der dem Kontaktabschnitt **11** entgegengerichtet liegt. Die Wechseleinrichtung **5** umfasst eine Aufhängung **20**, mittels welcher der Kontaktabschnitt **11** in Abstreifrichtung **6** verschoben werden kann.

[0039] Fig. **4a** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Wechseleinrichtung **5** mit zwei Rollen **21a** und **21b**. Zwischen den Rollen **21a** und **21b** ist der Kontaktabschnitt **11** angeordnet. Der Kontaktabschnitt **11** wird von einem Abschnitt des Abstreifelements **10** gebildet. Die Rolle **21a** bildet in diesem Ausführungsbeispiel eine Abstreifelementquelle **26**. Auf der Abstreifelementquelle **26** ist das Abstreifelement **10** abrollbar aufgewickelt. Durch Drehung der Rolle **21a** und/oder der Abstreifelementquelle **26** in Umlaufrichtung **22** wird das Abstreifelement **10** abgewickelt und in den Abschnitt zwischen der Rolle **21a** und **21b** gefördert. Die Rolle **21b** bildet eine Abstreifelementsenke **27**. Auf der Abstreifelementsenke **27** ist das Abstreifelement **10** aufrollbar. Insbesondere wird auf der Abstreifelementsenke **27** der Abschnitt des Abstreifelements **10** aufgewickelt, der verschlissen ist und/oder von der Sollbeschaffenheit negativ abweicht.

[0040] Fig. **4b** zeigt die Wechseleinrichtung **5** aus Fig. **4a** zu einem späteren Zeitpunkt, bei dem auf der Abstreifelementquelle **26** aufgewickeltes Abstreifelement **10** bereits weiter abgewickelt ist und sich die Abstreifelementsenke gefüllt hat mit verschlissenen Abstreifelement **10**. Durch diese Vorrichtung kann gewährleistet werden, dass im Kontaktabschnitt immer Abstreifelement **10** bereitgestellt werden kann, dessen Beschaffenheit mindestens der Sollbeschaffenheit entspricht.

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

- EP 1234625 [0003]

Patentansprüche

1. Nivellierungsvorrichtung für eine pulverbettbasierte Fertigungsanlage (1), mit einer Abstreifeinrichtung, wobei die Abstreifeinrichtung ein Abstreifelement (10) aufweist, wobei das Abstreifelement (10) in einem Kontaktabschnitt (11) einen Abstreifer zum Nivellieren einer Pulverschicht (7) bildet, **gekennzeichnet durch** eine Wechseleinrichtung zum Wechseln des Abstreifelements (10) und/oder des Kontaktabschnitts (11).

2. Nivellierungsvorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Überwachungseinrichtung (12) zur Überwachung einer Beschaffenheit des Kontaktabschnitts (11), wobei die Überwachungseinrichtung (12) ausgebildet ist, bei einer Abweichung der Beschaffenheit des Kontaktabschnitts (11) von einer Sollbeschaffenheit die Wechseleinrichtung zum Wechseln anzusteuern.

3. Nivellierungsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachungseinrichtung (12) mindestens eine Überwachungskamera zur optischen Überwachung umfasst.

4. Nivellierungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachungseinrichtung (12) ausgebildet ist, die Beschaffenheit des Kontaktabschnitts (11) basierend auf einer Überwachung der Pulverschicht (7) zu bestimmen.

5. Nivellierungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl an Abstreifelementen (10), wobei die Mehrzahl an Abstreifelementen (10) Abstreifelemente (10) unterschiedlicher Art umfasst.

6. Nivellierungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl an Abstreifelementen (10), wobei die Wechseleinrichtung ein Magazin (17) aufweist, wobei das Magazin die Mehrzahl an Abstreifelementen umfasst.

7. Nivellierungsvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Magazin (17) als ein Revolvermagazin ausgebildet ist.

8. Nivellierungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wechseleinrichtung zwei Rollen (21a, 21b) aufweist, wobei das Abstreifelement (10) ein Trum zwischen den beiden Rollen (21a, 21b) bildet.

9. Nivellierungsvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abstreifelement (10) eine Umschlingung und/oder einen geschlossenen Weg um die beiden Rollen (21a, 21b) bildet.

10. Nivellierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wechseleinrichtung eine Schiene (23) zum Führen des Abstreifelements (10) aufweist.

11. Nivellierungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Abstreifelementquelle (26), wobei die Abstreifelementquelle (26) eine Rolle zum Abrollen des Abstreifelements (10) bildet.

12. Nivellierungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der beiden Rollen (21a, 21b) der Wechseleinrichtung die Abstreifelementquelle (26) bildet.

13. Nivellierungsvorrichtung **gekennzeichnet durch** eine Abstreifelementschenke (27), wobei die Abstreifelementschenke (27) eine Rolle zum Aufrollen des Abstreifelements (10) bildet.

14. Fertigungsanlage (1) zur additiven Fertigung eines Werkstücks (16) mit der Nivellierungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche.

15. Verfahren zum Nivellieren einer Pulverschicht (7) in einer Fertigungsanlage (1), insbesondere mit der Nivellierungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei mittels eines Abstreifelements (10) eine Pulverschicht (7) nivelliert wird, wobei das Abstreifelement (10) zum Nivellieren einen Kontaktabschnitt (11) als Abstreifer aufweist, wobei das Abstreifelement (10) und/oder der Kontaktabschnitt (11) während eines Aufbauprozesses gewechselt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Fig. 2a

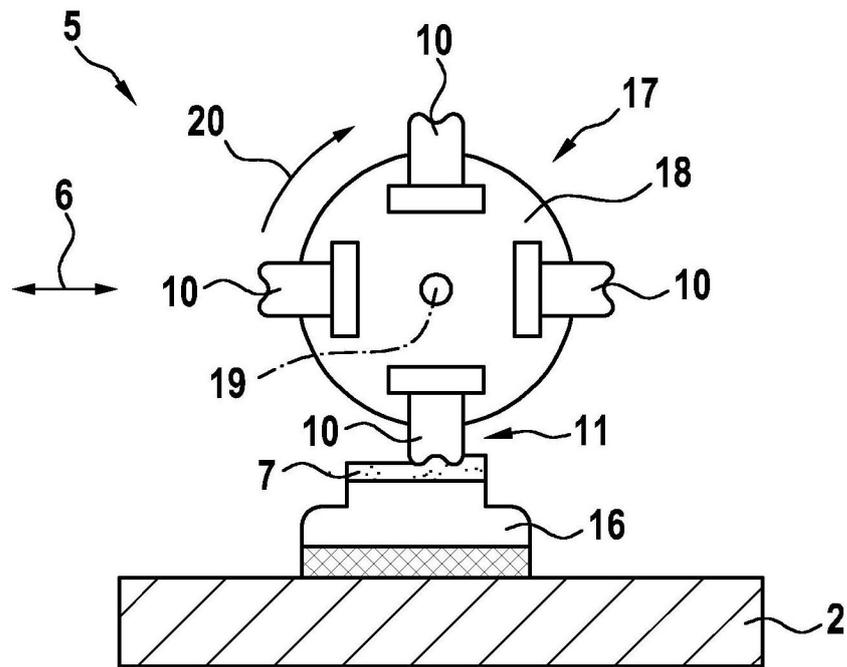


Fig. 2b

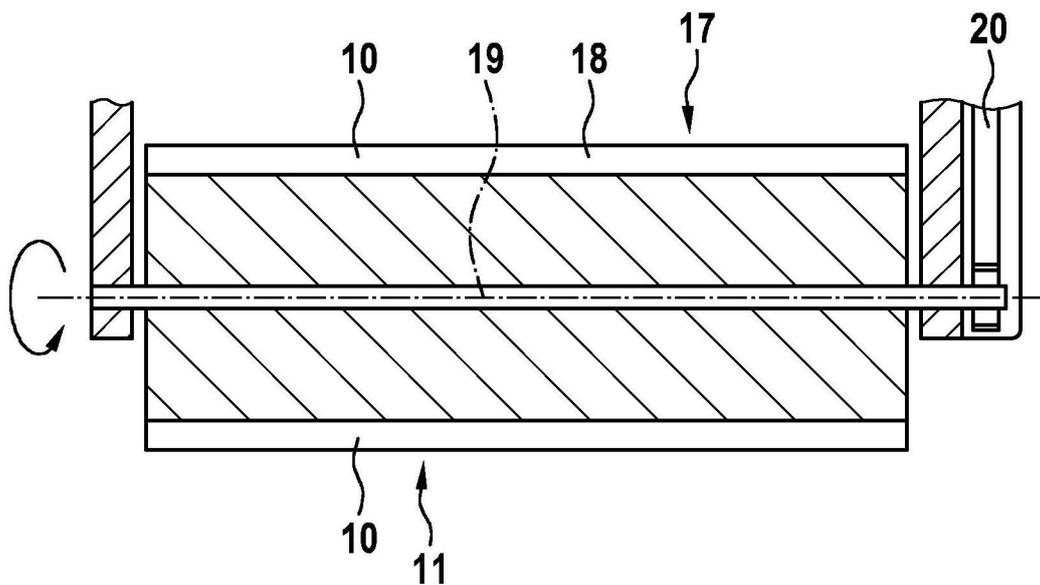


Fig. 3a

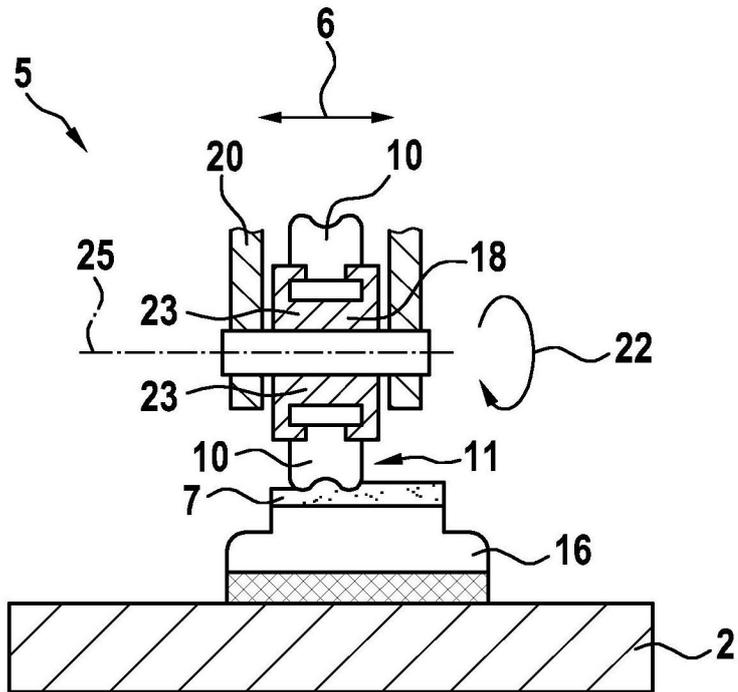


Fig. 3b

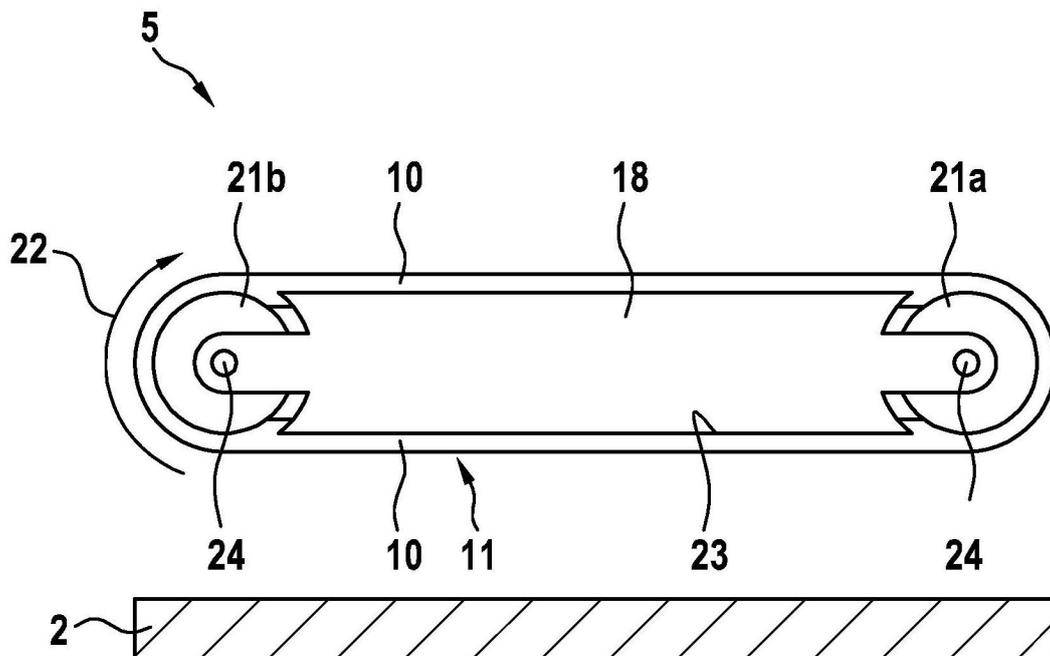


Fig. 4a

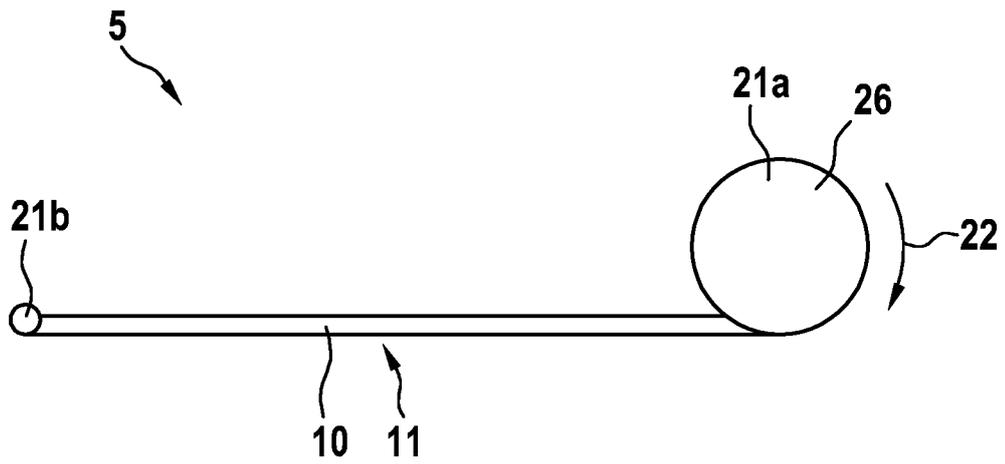


Fig. 4b

