



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/107137**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 004 072.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/TR2022/051699**
(86) PCT-Anmeldetag: **29.12.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.05.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **18.07.2024**

(51) Int Cl.: **B22F 10/14 (2021.01)**
B22F 10/10 (2021.01)
B33Y 70/00 (2020.01)
B22F 1/105 (2022.01)

(30) Unionspriorität:
2022/017322 16.11.2022 TR

(71) Anmelder:
**Süleyman Demirel Üniversitesi İdari Ve Mali İşler
Daire Başkanlığı Genel Sekreterlik, Isparta, TR**

(74) Vertreter:
**Latzel, Klaus, Dipl.-Chem. Univ. Dr. rer. nat., 81825
München, DE**

(72) Erfinder:
**Kayacan, Mehmet Cengiz, Isparta, TR; Duman,
Burhan, Isparta, TR; Özsoy, Koray, Isparta, TR;
Gürgen, Mert, Isparta, TR; Kayacan, Mevlüt Yunus,
Isparta, TR; Mutlu, Fehmi, Isparta, TR; Saltik,
Osman, Isparta, TR**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **BINDEMittel FÜR BINDER-JETTING-ADDITIV-FERTIGUNGSVERFAHREN**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft Bindemittel für die Verwendung in Binder-Jetting-Metalladditiv-Fertigungsverfahren (BJAM).

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Verwendung von aus bestimmten Chemikalien gebildeten Harzen und deren Verwendung zusammen mit einem Bindemittel, das aus Chemikalien besteht, welche die rheologischen Eigenschaften wie etwa die chemischen Eigenschaften, die Viskosität und die Oberflächenspannung regulieren. Diese sind verantwortlich für das Binden von Metallpulvern in einer Art und Weise, dass das aus Metallpulvern zu bildende Formstück nicht seine Form verliert.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Bindemittel für die Verwendung in Binder-Jetting-Metalladditiv-Fertigungsverfahren (BJAM).

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Verwendung von aus bestimmten Chemikalien gebildeten Harzen und deren Verwendung zusammen mit einem Bindemittel, das aus Chemikalien besteht, welche die rheologischen Eigenschaften wie etwa die chemischen Eigenschaften, die Viskosität und die Oberflächenspannung regulieren. Diese sind verantwortlich für das Binden von Metallpulvern in einer Art und Weise, dass das aus Metallpulvern zu bildende Formstück nicht seine Form verliert.

Stand der Technik

[0003] Heute wird die Binder-Jetting-Metalladditiv-Fertigung (BJAM) im Allgemeinen für Teile wie Pumpen, Turbinen, Wärmetauscher, Filtersysteme, Antriebsstränge, einige Prothesen usw. verwendet. Das BJAM-Verfahren wird in diesen Bereichen im Allgemeinen bevorzugt, da es den Bauteilen Korrosionsbeständigkeit, hohe Verschleißfestigkeit und Festigkeit verleiht. Im Vergleich zu anderen Verfahren der additiven Fertigung von Metallen ist es ein sehr viel schnelleres und kostengünstigeres Herstellungsverfahren. Das additive Fertigungsverfahren wird als schichtweise Herstellung eines Objekts definiert. Für die Herstellung der Schichten werden verschiedene Verfahren und Technologien verwendet. Bei diesem Verfahren kommen grundsätzlich zwei Rohstoffe zum Einsatz. Das erste ist ein Pulver, das zweite ist ein Bindemittel. Bei dem Verfahren wird das Bindemittel auf das Pulver in einer gewissen Schichtdicke aufgesprüht. Die Bindemittel werden aus Bindemittel-Druckköpfen (Piezoelektrische Druckköpfe etc.) versprüht. Zur teilweisen Trocknung/Aushärtung des Bindemittels werden Energiequellen wie Wärme, Licht usw. genutzt. Das Harz übernimmt die Hauptbindearbeit im Bindemittel. Der Bindemittelgehalt kann neben Harz auch andere Chemikalien enthalten. Die rheologischen Eigenschaften der Bindemittel (Viskosität, Oberflächenspannung, usw.) müssen zwischen den Betriebswerten des Druckkopfes liegen. Zusammen mit dem Harz, welches die Hauptaufgabe der Bindung übernimmt, können auch andere Chemikalien verwendet werden, während gleichzeitig die rheologischen Eigenschaften angepasst werden. Das BJAM-Verfahren ist ein neuartiges und sich entwickelndes additives Fertigungsverfahren. Es ist nur bei bestimmten Unternehmen als Marke auf dem Markt erhältlich. Darüber hinaus wurde erwähnt, dass BJAM im Vergleich zu anderen additiven Fertigungsverfahren Möglichkeiten für die Massenproduktion im Automobilsektor bietet. Parameter wie Pulverauswahl, Art des Pulvermaterials, Legierungselemente, Teilchengröße und Pulvergeometrie sind wichtig für die Herstellung dichter und fester Proben im BJAM-Verfahren. Bei den in der BJAM-Technologie verwendeten und in der Literatur häufig vorkommenden Bindemitteln handelt es sich um Substanzen, die von vielen Handelsunternehmen in ihrer eigenen Struktur hergestellt werden. Viele Unternehmen nutzen ihre Bindemittel nur für ihre eigenen Geräte. Aus diesem Grund besteht die Notwendigkeit, Bindemittel bereitzustellen, die leicht zugänglich sind und bestimmte Möglichkeiten für diejenigen bieten, die in unserem Land Geräte herstellen und im akademischen Bereich arbeiten. Untersuchungen zeigen, dass es in unserem Land noch kein kommerzielles Gerät gibt, das dieses Verfahren (BJAM) verwendet. Die Auswahl des Bindemittels ist von entscheidender Bedeutung, um die Gesamtleistung aller bekannten Herstellungsverfahren für feste Freiformen zu verbessern. Ebenso wichtig wie die Auswahl des Bindemittels für BJAM-Verfahren ist auch, ob die Bindemittelzusammensetzung lagerstabil und sicher ist, d. h. ob sie ein Problem der Materialsicherheit darstellt oder gefährlichen Abfall erzeugt.

[0004] Eine Bindemittelzusammensetzung für die Pulvermetallurgie ist im Stand der Technik im Dokument mit der Nummer EP 1252952B1 beschrieben. Die Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung von Gütern bereit. Es offenbart ein Verfahren zur Verwendung bei der Herstellung des Bindemittels und der festen Freiform, einschließlich Metallpulver, wobei das Bindemittel wenigstens ein Kohlehydrat als aktive Bindemittelverbindung enthält. Das Kohlehydrat enthält 6 bis etwa 900 Kohlenstoffatome und kann aus einer Vielzahl von Kategorien ausgewählt werden, einschließlich der folgenden, aber nicht beschränkt auf die Folgenden: Zum Beispiel Monosaccharide und ihre Glykoside, wie etwa Aldose- und Ketosezucker, sowie Hydroxyl-, Methyl-, Acyl-, Carbonyl-, Phosphat-, Desoxy-, Amino- und andere Derivate; Disaccharide wie etwa Saccharose, Maltose, Lactose, Dextrose, Cellobiose, Gentiobiose und Trehalose; Trisaccharide wie etwa Raffinose und Hybritolose; Polysaccharide, die Grundzucker enthalten; und hydrolysierte Stärken, deren Hydrolysat etwa 6-900 Kohlenstoffatome enthält, einschließlich Dextrinen wie Grenz-dextrin, hydrolysiertes Amylose und hydrolysiertes Amylopektin.

[0005] Eine Bindemittelzusammensetzung zur Verwendung im dreidimensionalen Druck ist im Stand der Technik im Dokument US5851465A beschrieben. Es wird eine Bindemittelzusammensetzung zum dreidimensionalen Drucken von Bauteilen offenbart, die während der Lagerung und beim Passieren eines Druckkopfes stabil ist, aber unter den in einem Pulverbett herrschenden Bedingungen gelieren kann. Die Bindemittelzusammensetzung umfasst kolloidales Siliciumdioxid, einen Katalysator, der die Gelierung der Zusammensetzung fördern kann, wenn die Zusammensetzung unter einem vorgegebenen pH-Wert liegt, und eine Base, die in der Lage ist, den pH-Wert der Zusammensetzung über dem vorgegebenen Wert zu halten, bei dem die Zusammensetzung geliert. Der Katalysator ist vorzugsweise Polyethylenglykol oder ein anderes von Ethylenoxid abgeleitetes Polymer und die Base ist Triethanolamin. Der pH-Wert der Bindemittelzusammensetzung wird durch Zugabe einer Säure, beispielsweise Zitronensäure, zum Pulver beim Auftreffen auf ein Pulverbett gesenkt, wodurch das Bindemittel im Pulver geliert. Das Bindemittel enthält einen Katalysator, der die Immobilisierung im Pulver steuert. Der Katalysator für das Bindemittel kann Polyethylenglykol oder ein anderes von Ethylenoxid abgeleitetes Polymer sein. Dieser Katalysator fördert die Gelierung, wenn der pH-Wert der Bindemittelzusammensetzung unter einem vorgegebenen Wert liegt, etwa 7,5 für kolloidales Siliciumdioxid. Der pH-Wert wird nach dem Drucken unter den vorgegebenen Wert abgesenkt, wodurch das Bindemittel im Pulver geliert. In der bevorzugten Ausführungsform wird der pH-Wert durch Zugabe einer Säure, vorzugsweise Zitronensäure, zum Pulver gesenkt. Der gewünschte pH-Wert kann auch durch andere Mechanismen gesenkt werden, beispielsweise durch das Aufbringen von gasförmigem CO auf das Pulver nach dem Drucken.

[0006] Bindemittelzusammensetzungen für Lasersinterprozesse werden im Stand der Technik im Dokument mit der Nummer US6048954A offenbart. Beschrieben wird die Entwicklung von Polymerbindemittelzusammensetzungen, die neue Bindemittel für anorganische Hochtemperaturpartikel, insbesondere Metall- und Keramikpartikel, bereitstellen. Diese Materialien werden in einem Laserstrahlsinterverfahren namens SLS™ verwendet, wodurch insbesondere formgerechte, hochfeste Objekte entstehen. Die neuen Bindemittel können in Nachbearbeitungsverfahren ohne nennenswerte Restasche thermisch entfernt werden. Die resultierenden Strukturen bestehen ausschließlich aus metallischen, keramischen oder metallkeramischen Materialien. Die in der Erfindung beschriebenen Verfahren wurden zur Herstellung neuartiger polymerer Bindemittelmaterialien entwickelt und basieren teilweise auf der Verwendung von Emulsionsformen ausgewählter Polymere mit kontrollierten niedrigen Molekulargewichten und hohem Schmelzfluss. Ein wichtiger Aspekt der Verfahren ist die halbkontinuierliche Zugabe ausgewählter Kettenübertragungsmittel zu der reagierenden Emulsion. Dies optimiert die Beschichtungseigenschaften des Polymerbindemittels und ermöglicht, dass im SLS™-Verfahren hergestellte Prototypenbauteile eine hohe Bauteilfestigkeit erreichen.

[0007] Metall- und keramikhaltige Teile, die aus Pulver unter Verwendung von aus Salz gewonnenen Bindemitteln hergestellt werden, werden im Stand der Technik im Dokument mit der Nummer US6508980B1 beschrieben. Dazu gehört das Entfernen des geformten Teils aus dem ursprünglichen Bett, wenn das kristalline Salz mit einem reduzierten Metall oder einem Bindemittel verbunden ist, eine Hochtemperaturbehandlung zum Sintern oder Schmelzen des ausgefällten Salzes oder Metalls sowie das Aushärten. Es wird ein Bindemittelmaterial verwendet, das ein gelöstes Salz enthält. Dadurch wird die Bindung der Salzkörner untereinander erleichtert.

[0008] Die Bindemittelzusammensetzung für die additive Fertigung ist im Stand der Technik im Dokument US2021053113A1 beschrieben. Im Allgemeinen werden additive Fertigungsverfahren, Bindemittelzusammensetzungen für die additive Fertigung und mit additiven Fertigungsverfahren hergestellte und/oder damit verbundene Produkte beschrieben. In einigen Ausführungsformen wird eine Bindemittelzusammensetzung für die additive Fertigung von Metallgegenständen durch Binder-Jetting bereitgestellt. Die Bindemittelzusammensetzung enthält Wasser, ein Polymer mit niedrigem Molekulargewicht, das als wiederkehrende Einheit Acrylsäure enthält, ein Vernetzungsmittel und einen pH-Modifikator. Das Vernetzungsmittel umfasst ein Polyol, ein polyfunktionelles Amin und/oder ein polyfunktionelles Thiol. Auf mindestens einem Teil der ersten Metallpulverschicht wird eine Bindemittelzusammensetzung abgeschieden. Die Bindemittelzusammensetzung enthält Wasser und ein Polymer mit niedrigem Molekulargewicht, das eine wiederkehrende Acrylsäureeinheit enthält. Hierin hat die Bindemittelzusammensetzung einen pH-Wert größer oder gleich 4. Eine Bindemittelzusammensetzung für die additive Fertigung von Metallgegenständen durch Binder-Jetting enthält Wasser, ein Polymer mit niedrigem Molekulargewicht, das eine wiederkehrende Acrylsäureeinheit enthält, ein Polyol, ein Vernetzungsmittel mit einem polyfunktionellen Amin und/oder einem polyfunktionellen Thiol und einen pH-Modifikator. Dabei umfasst die Bindemittelzusammensetzung weiterhin einen Haftvermittler.

[0009] Ein Klebstoff für eine additive Fertigungstechnologie, ein Materialsystem und ein Formungsverfahren des Klebstoffs sind im Dokument mit der Nummer CN114213118A offenbart, das als Stand der Technik

bekannt ist. Es stellt ein Bindemittel/Klebstoff für die additive Fertigungstechnologie bereit, der das Problem der Inkonsistenz mit anorganischen Pulvern bei der Verwendung wasserbasierter Klebstoffe für den Klebestrahldruck löst. Es dient der schnellen Herstellung von Produkten mit komplexer Struktur aus Metall, Keramik und Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen. Es kommt ein wasserbasiertes Bindemittellösungssystem zum Einsatz. Der Bindemitteltyp ist für den Jet-Druck optimiert. Phosphatester-Tenside werden zur Verbesserung der Benetzbarkeit von Lösungssystemen und Pulvern eingesetzt, da sie eine gute Affinität zur Phosphatgruppe, zu Metallen und Cermet aufweisen. Der Massenanteil des Phosphatester-Tensids beträgt vorzugsweise 1-5 % der Polymerlösung. Das phosphatbasierte Tensid ist vorzugsweise mindestens eines von Lauryl etherphosphat und Kaliumlauryl etherphosphat. Das wasserlösliche hochmolekulare Polymer ist vorzugsweise mindestens eines von Polyvinylalkohol und Hydroxyethylcellulose. Ein entwickeltes Bindemittel wird verwendet, um die Benetzbarkeit von Lösungssystemen und Pulvern zu verbessern.

[0010] Nachteile im Stand der Technik, wie z. B. die spezifische Strukturierung eines jeden Bindemittels für die Produktion, die fehlende Möglichkeit zur Standardisierung und zur Entwicklung einer Rezeptur sowie die mangelnde Zugänglichkeit, machen die Durchführung einer Forschungs- und Entwicklungsstudie auf diesem Gebiet erforderlich.

Aufgabe der Erfindung

[0011] Das Hauptziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, sicherzustellen, dass das Harz im Bindemittel bis zur anfänglichen Sintertemperatur erhalten bleibt, so dass die Metallprobe während der im Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren verwendeten Sinterphase in ihrer Form bleiben kann.

[0012] Das Hauptziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, sicherzustellen, dass das Harz im Bindemittel bis zur anfänglichen Sintertemperatur erhalten bleibt, und zwar so, dass die Haltbarkeit durch Zugabe von Glycerin, Polyethylenglykol-300 und ähnlichen Substanzen zum Harz erhöht wird.

[0013] Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, die rheologischen Eigenschaften der Bindemittelflüssigkeit unter Berücksichtigung der rheologischen Grenzen des Druckkopfs (Viskosität, Wert der Oberflächenspannung, pH-Wert usw.) so einzustellen, dass das Bindemittel mit Hilfe von Druckköpfen im Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren auf das Metallpulver in der gewünschten Form gesprüht wird.

[0014] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, sicherzustellen, dass die Benetzbarkeit des Metallpulvers (Eindringen der Flüssigkeit in das Metallpulver) bei den besten Oberflächenspannungswerten erreicht wird, indem der Druckkopf unter Bezugnahme auf die Katalogwerte unter gleichzeitiger Einstellung der Eigenschaften wie zum Beispiel Viskosität, Oberflächenspannung und pH-Wert der Bindemittelflüssigkeit eingestellt wird.

[0015] Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, durch Zugabe von Glycerin, Polyethylenglykol-300 und Ethylalkohol zu dem Harz, das aus Materialien wie Saccharose und Nickelnitrat besteht und das 6-20 g Bindemittel in 100 ml enthält, eine viskositäts- und oberflächenspannungserniedrigende und/oder oberflächenspannungserhöhende und/oder siedepunkterhöhende Wirkung zu erzielen,.

[0016] Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, die Entwicklung eines geeigneten Bindemittels für Druckköpfe bereitzustellen, indem die im Bindemittel enthaltenen Chemikalien in wasser-, alkoholbasierten und UV-härtbaren Flüssigkeitsstrukturen separat und/oder in Kombination angepasst werden.

[0017] Die in dem Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren eingesetzte Bindemittelzusammensetzung umfasst Folgendes:

- Harz, das die aus Metallpulvern geformte Probe bis zur anfänglichen Sintertemperatur in ihrer Form hält,
- Wasser als Trägerflüssigkeit,
- Ethylalkohol, der die Viskosität und Oberflächenspannung verringert,
- Polyethylenglykol-300, das die Viskosität und Oberflächenspannung erhöht,
- Triethanolamin, das den pH-Wert reguliert,
- Glycerin, das die Viskosität, die Oberflächenspannung und den Siedepunkt erhöht.

[0018] Die Bindemittelzusammensetzung umfasst:

- 6 % bis 20 % Harz, in Gewichtsprozent (w/v),
- 15 bis 35 % Wasser, in Gewichtsprozent (w/v),
- 25 bis 45 % Ethylalkohol, in Gewichtsprozent (w/v),
- 5 bis 35 % Polyethylenglykol-300, in Gewichtsprozent (w/v),
- 0,5 bis 3 % Triethanolamin, in Gewichtsprozent (w/v),
- 3 bis 35 % Glycerin, in Gewichtsprozent (w/v).

[0019] Die strukturellen und charakteristischen Merkmale der vorliegenden Erfindung werden durch die folgende ausführliche Beschreibung unter Bezugnahme auf die darin gegebene Information klar verständlich. Daher soll die Bewertung unter Berücksichtigung dieser ausführlichen Beschreibung gemacht werden.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0020] Bei dem additiven Fertigungsverfahren handelt es sich um ein Verfahren, das die Prozessschritte in Form der schichtweisen Herstellung eines Objekts beinhaltet. Bei der Herstellung der Schichten kommen unterschiedliche Verfahren und Technologien zum Einsatz. Eines dieser Verfahren ist das Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren (BJAM). Die Herstellungsphase der BJAM-Technologie besteht aus drei grundlegenden Schritten. Im ersten Schritt des Verfahrens wird das pulverförmige Rohmaterial mit Hilfe der Pulververteilwalze in der gewünschten Dicke auf der Bauplattform verteilt. Im zweiten Schritt wird das Bindemittel entsprechend der Schichtform des Bauteils mit Hilfe des Druckkopfes auf das Pulver aufgesprüht, so dass durch Zusammenführen der Pulverkörner Schichten entstehen. Im letzten Schritt wird das Bindemittel mithilfe eines Härters (Wärme, Licht usw.) getrocknet, um die Pulverkörner mit dem Bindemittel zu verbinden. Dadurch wird eine Schicht des Teils gebildet. Das Teil wird hergestellt, indem weitere Schichten gebildet werden, indem diese drei Schritte nacheinander wiederholt werden. Bei diesem Verfahren kommen grundsätzlich zwei Rohstoffe zum Einsatz. Der erste ist Pulver, der zweite ist Bindemittel. Bei dem Verfahren wird Bindemittel auf das in einer Schichtdicke verteilte Pulver aufgesprüht. Die Bindemittel werden aus Bindemittel-Druckköpfen (Piezoelektrische Druckköpfe usw.) gesprüht. Zur teilweisen Trocknung/Aushärtung des Bindemittels werden Energiequellen wie Wärme, Licht usw. genutzt.

[0021] Das Bindemittel besteht aus einer die Bindungsarbeit ausführenden Chemikalie, namens Harz, sowie Chemikalien, die rheologische Eigenschaften wie die Viskosität und die Oberflächenspannung regulieren (Alkoholgruppen, Polyethylenglykolgruppen usw.). Mithilfe von Druckköpfen werden die Bindemittel in der gewünschten Form auf das Metallpulver gesprüht. Die rheologischen Eigenschaften der Bindemittelflüssigkeit werden unter Berücksichtigung der rheologischen Grenzen des Druckkopfes (Viskosität, Wert der Oberflächenspannung, pH-Wert usw.) angepasst, da es viele verschiedene Arten von Druckköpfen gibt. Mit anderen Worten ausgedrückt werden bei der Einstellung der Eigenschaften der Bindemittelflüssigkeit wie Viskosität, Oberflächenspannung und pH-Wert die Katalogwerte des Druckkopfes als Referenz herangezogen. Darüber hinaus ist der wichtigste, zu berücksichtigende Gesichtspunkt die Erfassung der Werte der Oberflächenspannung, bei denen die Benetzbarkeit des Metallpulvers (Eindringen der Flüssigkeit in das Metallpulver) am besten ist. Der Teil, der es ermöglicht, das Bindemittel in einer bestimmten Geometrie auf das Pulverrohmaterial zu sprühen, wird als Druckkopf bezeichnet. Die Softwaresteuerung und elektronische Kommunikation des Druckkopfes erfolgen über die elektronischen Steuerkarten des Geräts. Um zu verhindern, dass das zum Druckkopf gelangende Bindemittel spontan durch die Sprühkanäle fließt, wird ein pneumatisches Vakuumsystem eingesetzt.

[0022] Es gibt ein Bindemittelzuführsystem, das dafür sorgt, dass das Bindemittel im Bindemitteltank, in dem sich das Bindemittel in einem Abschnitt befindet, zum Druckkopf zusammen mit anderen Elementen zum Binden transferiert wird. Neben dem Druckkopf und den Bindemittellelementen sind Transferpumpe, Filter, Schläuche und Ventile weitere Elemente im Gerät.

[0023] Das Harz übernimmt die Hauptbindearbeit im Bindemittel. Der Bindemittelgehalt kann neben Harz auch andere Chemikalien enthalten. Die rheologischen Eigenschaften der Bindemittel (Viskosität, Oberflächenspannung usw.) müssen zwischen den Betriebswerten des Druckkopfes liegen. Zusammen mit dem Harz werden weitere Chemikalien verwendet, die die Hauptaufgabe der Bindung erfüllen und gleichzeitig die rheologischen Eigenschaften anpassen.

[0024] Die Bindemittel, die Gegenstand der Erfindung sind, bestehen aus Harz und anderen Chemikalien, die die Hauptchemikalien für das Ausführen des Bindungsprozesses sind. Die Bindemittel werden im Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren (BJAM) aus den Druckköpfen auf das Pulver gesprüht. Bei diesem Verfahren können mehr als ein Druckkopftyp verwendet werden. Die Betriebsbedingungen eines jeden Druckkopfes (Viskosität, Oberflächenspannung usw.) sind unterschiedlich. Die Bindemittel, die Gegenstand der Erfindung sind, müssen mit verschiedenen Chemikalien gemischt werden, damit sie mit jedem in dem Verfahren verwendeten Druckkopf funktionieren.

[0025] Die beiden wichtigsten Betriebseigenschaften der Druckköpfe, die die Sprühfunktion beeinflussen, sind folgende: Viskosität und Oberflächenspannung. Für einen ordnungsgemäßen Betrieb der Druckköpfe müssen die Viskositäts- und Oberflächenspannungswerte der Bindemittel zwischen den Katalogwerten des Druckkopfs liegen.

[0026] Die Bestandteile des Bindemittels sind in Tabelle. 1 aufgeführt:

Bindemittelgehalt:	Name der Chemikalie	Ungefährer Verhältnissbereich (g/100 ml)
	Saccharose, Nickelnitrat usw.	6-20
	Wasser	15-35
	Ethylalkohol	25-45
	Polyethylenglykol-300	5-35
	Triethanolamin	0,5-3
	Glycerin	3-35

[0027] Die in dem Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren eingesetzte Bindemittelzusammensetzung umfasst Folgendes:

- Harz, das die aus Metallpulvern geformte Probe bis zur anfänglichen Sintertemperatur in Form hält, ohne sie zu verlieren,
- Wasser, das als Trägerflüssigkeit verwendet wird und eine Auflösung des Harzes ermöglicht,
- Ethylalkohol, der die Viskosität und Oberflächenspannung verringert,
- Polyethylenglykol-300, das die Viskosität und Oberflächenspannung erhöht,
- Triethanolamin, das den pH-Wert reguliert,
- Glycerin, das die Viskosität, die Oberflächenspannung und den Siedepunkt erhöht.

[0028] Die Bindemittelzusammensetzung umfasst:

- 6 % bis 20 % Harz, in Gewichtsprozent (w/v),
- 15 bis 35 % Wasser, in Gewichtsprozent (w/v),
- 25 bis 45 % Ethylalkohol, in Gewichtsprozent (w/v),
- 5 bis 35 % Polyethylenglykol-300, in Gewichtsprozent (w/v),
- 0,5 bis 3 % Triethanolamin, in Gewichtsprozent (w/v),
- 3 bis 35 % Glycerin, in Gewichtsprozent (w/v).

[0029] Das Harz, das den Hauptbindungsprozess durchführt, wird aus Saccharose, Nickelnitrat und ähnlichen Substanzen gebildet. Das Harz muss in einer Flüssigkeit (Wasser) (Trägerflüssigkeit) gelöst werden

und in einer Menge und einem Anteil vorliegen, die die erforderliche Bindungsfestigkeit erzeugen. Dies ist der erste Schritt bei der Herstellung des Bindemittels.

[0030] Um die Viskosität und Oberflächenspannung des Bindemittels zu verringern, werden verschiedene Lösungsmittel auf Alkoholbasis (Ethylalkohol und ähnliche) verwendet. Manchmal werden diese Lösungsmittel auch verwendet, um das Harz (Saccharose, Nickelnitrat) im Bindemittel zu lösen.

[0031] Darüber hinaus werden verschiedene chemische Stoffe auf Basis von Glykol und Glycerin eingesetzt, um die Viskosität und Oberflächenspannung des Bindemittels einzustellen. Schließlich arbeiten die Druckköpfe ab einem bestimmten pH-Wert (normalerweise pH 4 und höher). Um dies zu erreichen, werden einige Chemikalien verwendet, die den pH-Wert regulieren (Triethanolamin und ähnliche). Triethanolamin hält den pH-Wert der Umgebung bei 4 und/oder höheren Werten und ermöglicht den Betrieb der Druckköpfe.

[0032] Die im Bindemittel enthaltenen Chemikalien sind nicht auf die in der Liste aufgeführten beschränkt, sondern können in verschiedenen Chemikalien mit ähnlichen Eigenschaften verwendet werden. Der hier zu berücksichtigende Punkt ist jedoch die Qualität des Druckkopfes. Es gibt im Allgemeinen drei Arten von Druckköpfen. Sie sind in Strukturen unterteilt, die wasserbasierte, alkoholbasierte und UV-härtende Flüssigkeiten (oder Tinten) einzeln oder in Kombination versprühen können. Soll ein wasserbasierter Druckkopf verwendet werden, können hier keine alkoholbasierten Chemikalien verwendet werden. Kurz gesagt, es muss ein für die Eigenschaften des zu verwendenden Druckkopfs geeignetes Bindemittel entwickelt werden.

[0033] Die oben genannten Bindemittel wurden für die Verwendung im Binder-Jetting-Metalladditiv-Fertigungsverfahren entwickelt und ihre Komponenten und Typen sind nicht auf die oben angegebenen Chemikalien beschränkt.

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 1252952 B1 [0004]
- US 5851465 A [0005]
- US 6048954 [0006]
- US 6508980 B1 [0007]
- US 2021053113 A1 [0008]
- CN 114213118 [0009]

Patentansprüche

1. Bindemittelzusammensetzung für das Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren zur Anwendung in der Fertigung eines dreidimensionalen Produktes aus einem Material, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Folgendes umfasst: ein Harz, das die aus Metallpulvern geformte Probe bis zur anfänglichen Sintertemperatur in Form hält, ohne diese zu verlieren, Wasser, das als Trägerflüssigkeit verwendet wird und eine Auflösung des Harzes ermöglicht, Ethylalkohol, der die Viskosität und Oberflächenspannung verringert, Polyethylenglykol-300, das die Viskosität und Oberflächenspannung erhöht, Triethanolamin, das den pH-Wert reguliert, und Glycerin, das die Viskosität, die Oberflächenspannung und den Siedepunkt erhöht.
2. Bindemittelzusammensetzung für das Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie das Folgende umfasst: Wasser mit einem Anteil von 15 bis 35 Gewichts-% (w/v) und Ethylalkohol mit einem Anteil von 25 bis 45 Gewichts-% (w/v).
3. Bindemittelzusammensetzung für das Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie das Folgende umfasst: Harz mit einem Anteil von 6 bis 20 Gewichts-% (w/v), gebildet aus Sacharose, Nickelnitrat und ähnlichen Chemikalien.
4. Bindemittelzusammensetzung für das Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie das Folgende umfasst: Glycerin mit einem Anteil von 3 bis 35 Gewichts-% (w/v), welches sicherstellt, dass das zu verarbeitende Metall die Anwesenheit des Harzes bis zur anfänglichen Sintertemperatur aufrechterhält.
5. Bindemittelzusammensetzung für das Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie das Folgende umfasst: Polyethylenglykol-300 mit einem Anteil von 5 bis 35 Gewichts-% (w/v), welches sicherstellt, dass das zu verarbeitende Metall die Anwesenheit des Harzes bis zur anfänglichen Sintertemperatur aufrechterhält..
6. Bindemittelzusammensetzung für das Binder-Jetting-Additiv-Fertigungsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie das Folgende umfasst: Triethanolamin in einem Anteil von 0,5 bis 3 %, durch welches die Druckköpfe derart betrieben werden können, dass der pH-Wert der Umgebung auf 4 und/oder auf höhere Werte gehalten wird.

Es folgen keine Zeichnungen