



(10) **DE 10 2017 102 738 A1** 2018.08.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 102 738.6**

(22) Anmeldetag: **13.02.2017**

(43) Offenlegungstag: **16.08.2018**

(51) Int Cl.: **B23P 17/00** (2006.01)

B21D 22/14 (2006.01)

B22F 3/105 (2006.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

(71) Anmelder:

**Winkelmann MSR Technology GmbH & Co. KG,
59227 Ahlen, DE**

(72) Erfinder:

**Temmann, Robert, 59387 Ascheberg, DE;
Michelswirth, Martin, 59227 Ahlen, DE**

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Meinke, Dabringhaus
und Partner, 44141 Dortmund, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2016 111 047	B3
DE	10 2013 110 417	A1
DE	10 2014 014 202	A1
EP	0 946 325	B1

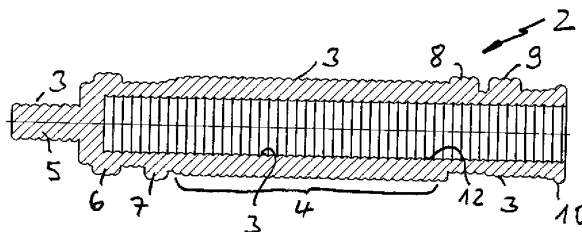
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles aus Metall durch Drückwalzen**

(57) Zusammenfassung: Mit einem Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles aus Metall, bei welchem zunächst eine wenigstens einen rohrförmigen Bereich aufweisende Vorform aus Metall hergestellt wird, wobei anschließend durch Drückwalzen des rohrförmigen Bereiches der Vorform das Bauteil erzeugt wird, sollen Bauteile durch Drückwalzen wesentlich materialsparender, wirtschaftlicher und flexibler hergestellt werden können.

Dies wird dadurch erreicht, dass die Vorform durch 3D-Metalldruck hergestellt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles aus Metall, bei welchem zunächst eine wenigstens einen rohrförmigen Bereich aufweisende Vorform aus Metall hergestellt wird, wobei anschließend durch Drückwalzen des rohrförmigen Bereiches der Vorform das Bauteil erzeugt wird.

[0002] Beim Drückwalzen werden durch Umformen aus einer in der Regel rohrförmigen Vorform oder einer wenigstens einen rohrförmigen Bereich aufweisenden Vorform Hohlkörper hergestellt. Dabei wird die Vorform auf einen Dorn aufgeschoben und verdrehsicher eingespannt. Anschließend drücken eine oder mehrere, in der Regel drei, drehende Drückwalzen radial auf die rotierende Vorform, so dass der Werkstoff in axialer Richtung ausweicht. Die Wandstärke wird dabei reduziert und das Werkstück verlängert. Der Endzustand wird durch eine Druckbeanspruchung herbeigeführt. Dabei bewirkt der auf das Material ausgeübte Druck zum einen eine Festigkeitssteigerung im Material und zum anderen eine Verlängerung des Werkstückes bei dünner werdender Wandstärke. Dies führt zu verbesserten Materialeigenschaften, höherer Belastbarkeit und längerer Lebensdauer als bei Bauteilen, die durch spanende Bearbeitung hergestellt werden. Außerdem lassen sich durch das Drückwalzen sehr präzise Bauteile herstellen. So werden z.B. Antriebswellen für Triebwerke oder Hydraulikzylinder durch Drückwalzen hergestellt. Die Kaltverfestigung der Drückwalztechnologie ermöglicht die Ausführung der Wanddicken sehr nahe an dem theoretischen Minimum mit dem Ergebnis geringster Bauteilgewichte und hoher Präzision.

[0003] Das Ausgangsprodukt für das Drückwalzen ist eine Vorform, die rohrförmig ausgebildet ist oder zumindest einen durch Drückwalzen umformbaren Bereich aufweist. Je nach herzustellendem Bauteil und den für das Bauteil erforderlichen Materialeigenschaften bzw. Materialzusammensetzungen (Metalllegierungen) werden als Vorform einerseits Rohre verwendet, welche vor dem Drückwalzen spanend bearbeitet werden, um die für das jeweilige Bauteil erforderlichen Ausgangsabmessungen zu schaffen. Stehen keine geeigneten Rohre als Vorform zur Verfügung, wird die Vorform andererseits durch spanende Bearbeitung aus Vollmaterial oder durch Schmieden bereitgestellt. Letztere Varianten werden in der Regel dann verwendet, wenn es auf spezielle Materialzusammensetzungen ankommt, für welche Rohre als Vorform bzw. Halbzeuge nicht verfügbar sind, oder wenn Bauteile mit komplexerer geometrischer Form hergestellt werden sollen. Erkennbar ist die Herstellung der Vorform für das eigentliche Drückwalzen somit sowohl materialaufwendig als auch herstellungstechnisch aufwendig.

[0004] Grundsätzlich ist es bekannt, Bauteile durch 3D-Druck herzustellen, und zwar nicht nur aus Kunststoffen sondern auch aus Metallen bzw. Metalllegierungen. Bei solchen Bauteilen handelt es sich in der Regel um Prototypen oder Bauteile für Kleinserien. Grundsätzlich kann dabei als Ausgangsmaterial für den 3D-Metalldruck ein Metalldraht oder ein Metallpulver verwendet werden. Das so durch 3D-Metalldruck hergestellte Bauteil wird anschließend gegebenenfalls nachbearbeitet, in der Regel durch spanende Bearbeitung der Oberfläche. Aus DE 10 2013 110 417 A1 ist ein Metallpulver für pulverbasierte Fertigungsprozesse und ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Bauteils aus Metallpulver durch 3D-Metalldruck bekannt. Ein weiteres 3D-Metalldruck-Verfahren ist aus EP 0 946 325 B1 bekannt.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist, Bauteile durch Drückwalzen wesentlich materialsparender, wirtschaftlicher und flexibler herstellen zu können.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs bezeichneten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Vorform durch 3D-Metalldruck hergestellt wird.

[0007] Es hat sich überraschend herausgestellt, dass es möglich ist, eine für ein nachfolgendes Drückwalzen geeignete Vorform durch 3D-Metalldruck herzustellen. Eine solche Vorform lässt sich durch Drückwalzen des wenigstens einen rohrförmigen Bereiches umformen, ohne dass es zu Beschädigungen im Materialgefüge kommt. Vielmehr wird durch das Drückwalzen das Metallgefüge der Vorform homogenisiert und verfestigt bei gleichzeitiger Wandstärkenreduktion, so dass es möglich ist, Bauteile mit Materialeigenschaften herzustellen, welche bisher durch 3D-Metalldruck nicht vorstellbar waren. Dadurch können Bauteile durch Drückwalzen wesentlich materialsparender hergestellt werden und es können auch Bauteile geschaffen werden, die komplexere Formen aufweisen, zum Beispiel Bauteile mit einem oder mehreren rohrförmigen Bereichen, die drückgewalzt werden, und angrenzenden Bereichen, welche bereits durch den Metalldruck ihre endgültige Form erhalten, gegebenenfalls mit einer geringfügigen spanenden Nachbearbeitung.

[0008] In bevorzugter Ausgestaltung ist es möglich, dass die Vorform wenigstens bereichsweise mehrlagig aus unterschiedlichen Materialien durch 3D-Metalldruck hergestellt wird. So können je nach Funktionsbereichen am fertigen Werkstück gezielt an geeigneter Stelle spezielle Materialeigenschaften aufgrund höherer Kaltverfestigung in Abhängigkeit der jeweiligen Funktion erreicht werden.

[0009] Nach einer ersten bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass als Ausgangsmaterial für

den 3D-Metalldruck Draht verwendet wird. Dabei werden schichtweise raupen- bzw. ringförmige Abschnitte gebildet und miteinander verschweißt. Die Oberfläche einer solchen Vorform ist unregelmäßig und bedarf vor dem Drückwalzen in der Regel eines spanenden Materialabtrages, allerdings mit nur geringem Materialverlust.

[0010] Nach einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass als Ausgangsmaterial für den 3D-Metalldruck Metallpulver verwendet wird. Dieses Druckverfahren eignet sich insbesondere dann, wenn Metallzusammensetzungen benötigt werden, die als Drahtmaterial nicht zur Verfügung stehen.

[0011] Wenn die Oberfläche der Vorform nach dem 3D-Metalldruck unregelmäßig ist, ist vorgesehen, dass die Vorform vor dem Drückwalzen spanend bearbeitet wird. Eine spanende Bearbeitung kann außerdem in Bereichen der Vorform erfolgen, die nicht drückgewalzt werden, sondern eine nicht durch Drückwalzen zu erzeugende Formgebung erhalten sollen.

[0012] Zur Beeinflussung der Materialeigenschaften des zu erzeugenden Bauteils kann zusätzlich vorgesehen sein, dass die Vorform vor und / oder nach dem Drückwalzen einer Wärmebehandlung unterzogen wird.

[0013] Die Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 eine durch 3D-Metalldruck hergestellte Vorform im Längsschnitt,

Fig. 2 die Vorform nach **Fig. 1** in perspektivischer Darstellung,

Fig. 3 die Vorform nach **Fig. 1** im Längsschnitt nach spanender Bearbeitung,

Fig. 4 die Vorform nach **Fig. 3** in perspektivischer Darstellung,

Fig. 5 die Vorform nach **Fig. 3** im Längsschnitt während des Drückwalzens,

Fig. 6 das fertige Bauteil nach dem Drückwalzen in perspektivischer Darstellung.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles aus Metall eignet sich grundsätzlich für beliebige Bauteile, die durch Drückwalzen hergestellt werden können. In den Zeichnungen ist als Ausführungsbeispiel die Herstellung eines Hydraulikzylinders **1** als herzustellendem Bauteil dargestellt.

[0015] In einem ersten Verfahrensschritt wird zunächst eine Vorform **2** hergestellt und zwar durch 3D-Metalldruck. Als Ausgangsmaterial für den 3D-Metall-

druck ist beim Ausführungsbeispiel Draht verwendet worden, welcher während des Druckens schichtweise verschweißt wird. Alternativ kann als Ausgangsmaterial für den 3D-Metalldruck auch Metallpulver verwendet werden.

[0016] Da als Ausgangsmaterial für die Herstellung der Vorform **2** durch 3D-Metalldruck Draht verwendet worden ist, weist die Vorform **2** eine Oberfläche auf die nicht glatt ist, sondern raupenförmig, diese raupenförmige Oberflächenstruktur ist mit **3** bezeichnet.

[0017] Die so hergestellte Vorform **2** weist beim Ausführungsbeispiel einen mittleren rohrförmigen Bereich **4** auf, der nachfolgend durch Drückwalzen umgeformt werden soll. Angrenzend an den rohrförmigen Bereich **4** weist die Vorform **2** im Sinn der **Fig. 1** links einen Anschlussbereich **5** und zwei Befestigungsbereiche **6, 7** auf sowie rechts angrenzend an den rohrförmigen Bereich **4** weitere Bereiche, nämlich Hydraulikanschlussbereiche **8, 9** und einen verdickten ringförmigen Endbereich **10**.

[0018] Die so hergestellte Vorform **2** wird in einem zweiten Verfahrensschritt gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** spanend bearbeitet. Um den nachfolgenden Drückwalzprozess zu ermöglichen, wird die Oberfläche des rohrförmigen Bereiches **4** spanend bearbeitet, zum Beispiel durch Drehen, um eine ebene Oberfläche im rohrförmigen Bereich **4** zu erhalten. Dazu wird im Prinzip nur die raupenförmige Oberflächenstruktur **3** im rohrförmigen Bereich **4** entfernt. In den anderen Bereichen wird ebenfalls die jeweilige raupenförmige Oberflächenstruktur **3** durch spanende Bearbeitung, zum Beispiel Fräsen oder Drehen, entfernt und die erforderlichen Funktionsteile für das fertige Bauteil, also den Hydraulikzylinder **1** werden dadurch unmittelbar gebildet, nämlich der Anschlussbereich **5**, welcher zusätzlich mit einer Querbohrung **11** versehen wird, sowie die Befestigungsbereiche **6, 7**, die Hydraulikanschlussbereiche **8, 9** und der verdickte ringförmige Endbereich **10**.

[0019] Außerdem wird die Vorform **2** auch in ihrem inneren hohlen Bereich **12**, der ebenfalls verfahrensbedingt innenseitig eine raupenförmige Oberflächenstruktur **3** aufweist, spanend, vorzugsweise durch Drehen, bearbeitet, um auch im inneren hohlen Bereich **12** eine glatte Oberfläche zu erhalten.

[0020] Die insoweit bereits bearbeitete Vorform **2** wird anschließend auf einen Dorn **13** aufgeschoben und mittels Drückwalzen **14**, von denen **Fig. 5** nur eine dargestellt ist, bearbeitet. Dazu wird in üblicher Weise die Vorform **2** mit dem Dorn **13** verdrehsicher eingespannt, anschließend drücken mehrere, in der Regel drei, mit gleicher Geschwindigkeit drehende Drückwalzen **14** radial auf die rotierende Vorform **2**, so dass der Werkstoff in axialer Richtung ausweicht. Dabei wird die Wandstärke reduziert und der rohrfö-

mige Bereich **4** der Vorform **2** verlängert. Der so verlängerte Bereich ist in den **Fig. 5** und **Fig. 6** mit **15** bezeichnet.

[0021] Am Ende des Drückwalzvorganges ist das fertige Bauteil, nämlich der Hydraulikzylinder **1** fertiggestellt, dieser ist in **Fig. 6** dargestellt.

[0022] Natürlich ist die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Weitere Ausgestaltungen sind möglich, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So können nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auch andere zum Drückwalzen geeignete Bauteile hergestellt werden. Voraussetzung ist dabei, dass die durch 3D-Metalldruck herzustellende Vorform wenigstens einen rohrförmigen Bereich aufweist, der nachfolgend drückgewalzt werden kann. Zur Beeinflussung der Materialeigenschaften des zu erzeugenden Bauteils kann zusätzlich die Vorform vor und / oder nach dem Drückwalzen einer Wärmebehandlung unterzogen werden.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | Hydraulikzylinder |
| 2 | Vorform |
| 3 | raupenförmige Oberflächenstruktur |
| 4 | rohrförmigen Bereich |
| 5 | Anschlussbereich |
| 6 | Befestigungsbereich |
| 7 | Befestigungsbereich |
| 8 | Hydraulikanschlussbereich |
| 9 | Hydraulikanschlussbereich |
| 10 | Endbereich |
| 11 | Querbohrung |
| 12 | hohler Bereich |
| 13 | Dorn |
| 14 | Drückwalze |
| 15 | Bereich |

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 102013110417 A1 [0004]
- EP 0946325 B1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteiles aus Metall, bei welchem zunächst eine wenigstens einen rohrförmigen Bereich aufweisende Vorform aus Metall hergestellt wird, wobei anschließend durch Drückwalzen des rohrförmigen Bereiches der Vorform das Bauteil erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorform durch 3D-Metalldruck hergestellt wird.

2. . Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorform wenigstens bereichsweise mehrlagig aus unterschiedlichen Materialien durch 3D-Metalldruck hergestellt wird.

3. . Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Ausgangsmaterial für den 3D-Metalldruck Draht verwendet wird.

4. . Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Ausgangsmaterial für den 3D-Metalldruck Metallpulver verwendet wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorform vor dem Drückwalzen spanend bearbeitet wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorform vor dem Drückwalzen einer Wärmebehandlung unterzogen wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorform nach dem Drückwalzen einer Wärmebehandlung unterzogen wird.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

