

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 20/2016
(22) Anmeldetag: 04.02.2016
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.10.2016
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2016

(51) Int. Cl.: **B22F 3/105** (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01)

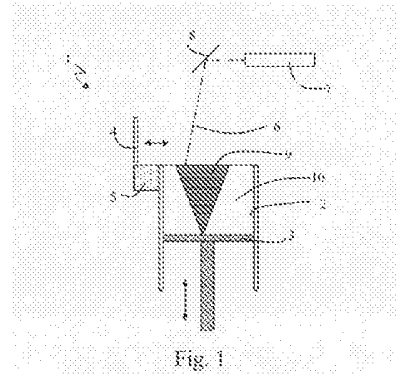
(56) Entgegenhaltungen:
US 5156697 A
DE 102010026139 A1
EP 2700459 A1
US 6200514 B1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
CERATIZIT AUSTRIA GESELLSCHAFT M.B.H.
6600 REUTTE (AT)

(72) Erfinder:
Glätzle Johannes
6410 Telfs (AT)
Rieder Michael
6604 Höfen (AT)
Ferstl Harald
87527 Sonthofen (DE)
Schleinkofer Uwe
6600 Reutte (AT)

(54) **Verfahren zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Hartmetall Körpers**

(57) Es wird ein Verfahren zum schichtweisen Herstellen eines Hartmetall-Körpers (9) durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers (9) in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen bereitgestellt, mit den Schritten: sukzessives, schichtweises Erzeugen eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers (9) durch abwechselndes schichtweises Aufbringen eines Hartmetall-Pulvers (10) und selektives, lokales Verfestigen des aufgetragenen Hartmetall-Pulvers (10) durch Einwirkung eines gerichteten Energiestrahls (6), wobei das Hartmetall-Pulver (10) Partikel (11) mit zusammengesinterter WC-Bindemetall-Struktur aufweist.



Beschreibung

VERFAHREN ZUM SCHICHTWEISEN HERSTELLEN EINES DREIDIMENSIONALEN HARTMETALL-KÖRPERS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers, ein SES-Hartmetall-Pulver (SES = Selektives Energiestrahlsintern) sowie eine Verwendung eines solchen Pulvers zum Herstellen dreidimensionaler Hartmetall-Körper und einen mit diesem hergestellten dreidimensional strukturierten Hartmetall-Körper.

[0002] Neben traditionellen Verfahren zum Erzeugen von Körpern mit komplexen Geometrien, die die komplexen Geometrien durch materialabtragende Bearbeitung, wie insbesondere z.B. Zerspanung, erzeugen (subtraktive Bearbeitung), geht in den letzten Jahren ein Trend in Richtung zu additiven Verfahren, bei denen das Material des Körpers sukzessive hinzugefügt wird, um die gewünschte Geometrie zu erzeugen (additive Bearbeitung).

[0003] Dabei finden insbesondere solche Verfahren immer weitere Verbreitung, bei denen dreidimensionale Körper durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Körpers in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen mittels eines gerichteten Energiestrahls aufgebaut werden. Der gerichtete Energiestrahls ist dabei in den meisten Fällen ein Laserstrahl, wobei teilweise z.B. auch ein Elektronenstrahl zum Einsatz kommt. Bei einer Verwendung eines Laserstrahls wird dieses Verfahren auch als „selektives Lasersintern“ (SLS) bezeichnet, bei einer Verwendung eines Elektronenstrahls als „selektives Elektronenstrahlsintern“. Vorliegend werden diese Verfahren zusammenfassend als „selektives Energiestrahlsintern“ (SES) bezeichnet, wobei der Energiestrahls durch einen Laserstrahl oder einen Elektronenstrahl gebildet sein kann. In dem vorliegenden Zusammenhang wird der Begriff „Sintern“ ferner so verwendet, dass er sowohl Festphasensintern als auch Flüssigphasensintern umfasst.

[0004] In der Vergangenheit wurden bereits teilweise Versuche unternommen, auch Hartmetall-Körper mittels selektivem Energiestrahlsintern zu fertigen, insbesondere mittels SLS. Hartmetall (oftmals auch als „cemented carbide“ bezeichnet) ist ein Verbundwerkstoff, bei dem harte Teilchen, die üblicherweise durch Metallkarbide oder Metallkarbonitride gebildet sind, in einem duktilen metallischen Binder aus Co, Ni oder einer Basis-Legierung von diesen eingebettet sind. Basis-Legierung eines Metalls bedeutet dabei, dass dieses Metall den Hauptbestandteil der Legierung bildet. Der Anteil der harten Teilchen in Gew.-% an dem Hartmetall überwiegt den Anteil des Binders in Gew.-%.

[0005] Am weitesten verbreitet ist Hartmetall, bei dem die harten Teilchen überwiegend durch WC (Wolframkarbid) gebildet sind und der Binder durch Co- oder eine Co-Basis-Legierung gebildet ist, wobei insbesondere in geringeren Mengen auch weitere harte Teilchen (insbesondere kubische Karbide der Metalle der Gruppen IV bis VI des Periodensystems der Elemente) vorhanden sein können und der metallische Binder insbesondere auch weitere darin gelöste Metalle in geringeren Mengen aufweisen kann.

[0006] „Manufacturing of WC-Co moulds using SLS machine“ by S. Kumar (Journal of Mat. Proc. Techn. 209 (2009), 3840-3848) beschreibt z.B. Versuche, Hartmetall-Körper mittels eines SLS-Verfahrens herzustellen. Bei dem beschriebenen Verfahren wurden poröse Hartmetall-Körper erzeugt, die anschließend z.B. mit einem weiteren Material infiltriert wurden, um die Hohlräume zumindest teilweise zu verfüllen. Der resultierende Körper reicht jedoch bei Weitem nicht an die mechanischen Eigenschaften herkömmlich hergestellter Hartmetall-Körper heran.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Verfahren zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers, ein verbessertes SES-Hartmetall-Pulver (SES = Selektives-Energiestrahlsintern), eine Verwendung eines solchen Pulvers und einen verbesserten dreidimensional strukturierter Hartmetall-Körper bereitzustellen.

[0008] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensio-

nen Hartmetall-Körpers durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Das Verfahren weist die Schritte auf: sukzessives, schichtweises Erzeugen eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers durch abwechselndes schichtweises Aufbringen eines Hartmetall-Pulvers und selektives, lokales Verfestigen des aufgebrachtten Hartmetall-Pulvers durch Einwirkung eines gerichteten Energiestrahls, wobei das Hartmetall-Pulver Partikel mit zusammengesinteter WC-Bindemetall-Struktur aufweist.

[0010] Der gerichtete Energiestrahle kann durch einen Laserstrahl oder durch einen Elektronenstrahl gebildet sein, bevorzugt durch einen Laserstrahl. Das selektive, lokale Verfestigen kann insbesondere durch ein lokales Aufschmelzen von zumindest einer Komponente des Bindemetalls erfolgen.

[0011] Da die Partikel des Hartmetall-Pulvers bereits eine zusammengesinterte WC-Bindemetall-Struktur aufweisen, bei der das Bindemetall, das insbesondere durch eine Cobalt-Basislegierung gebildet sein kann, die WC-Körner bereits benetzt, wird auch bei einem nur sehr kurzzeitigen lokalen Aufschmelzen des Bindemetalls durch den gerichteten Energiestrahle ein homogenes Hartmetallgefüge des dreidimensionalen Hartmetall-Körpers erzielt. Ferner weisen die WC-Körner in dem gesinterten Zustand auch eine für das SES-Verfahren vorteilhafte bereits rekristallisierte eckige Kornform auf, die sich wesentlich von z.B. lediglich beschichtetem WC-Rohmaterial unterscheidet. Die zusammengesinterte WC-Bindemetall-Struktur ist das Resultat eines vorgeschalteten Flüssigphasen-Sinterprozesses, sodass die Partikel bereits flüssigphasen-gesintert sind.

[0012] Bevorzugt ist das Bindemetall eine Cobalt-Basislegierung, bei der Cobalt den Hauptbestandteil bildet. Insbesondere in diesem Fall werden ein besonders gutes Sinterverhalten und vorteilhafte Eigenschaften des erzeugten Hartmetall-Körpers erreicht. Die Cobalt-Legierung kann insbesondere neben Cobalt weitere Elemente wie Wolfram, Chrom etc. in gelöster Form aufweisen. Ferner kann das Bindemetall auch geringere Mengen an Ni und Fe aufweisen. Bevorzugt kann der Cobalt-Anteil dabei mehr als 70 Gew.-% des Bindemetalls betragen, bevorzugt mehr als 80 Gew.-%. Für den Einsatz in einem SES-Verfahren bieten sich insbesondere relativ hohe Gehalte an Bindemetall in dem Hartmetall an, wie z.B. zwischen 12 und 30 Gew.-% des Hartmetalls.

[0013] Gemäß einer Weiterbildung weisen die Partikel zumindest zwei der Elemente Cr, V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti auf. In diesem Fall sind auch diese das Hartmetall-Gefüge u.a. z.B. als Kornwachstumshemmer positiv beeinflussenden weiteren Bestandteile bereits in dem Pulver fein verteilt vorhanden und folglich auch nach der Einwirkung des Energiestrahls in dem gebildeten dreidimensionalen Hartmetall-Körper homogen verteilt. Die weiteren Elemente sind in den Partikeln des Pulvers dabei ebenfalls bereits in gesintertem Zustand enthalten, zumindest teilweise auch in bereits in dem Bindemetall gelöster Form. Wolframkarbid, Bindemetall und die weiteren Elemente liegen folglich in dem Hartmetall-Pulver nicht in Form eines Gemisches separat nebeneinander vor, sondern in bereits flüssigphasen-gesinteter Form miteinander verbunden. Die weiteren Elemente liegen dabei in wesentlich geringerer Menge als das eigentliche Bindemetall vor, jedoch bevorzugt zumindest in einer Gesamtmenge von > 0,05 Gew.-% des Hartmetall-Pulvers.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung weisen die Partikel des Hartmetall-Pulvers zumindest Cr und zumindest ein weiteres von V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti auf. Insbesondere das fein verteilte Vorhandensein von Cr in Verbindung mit einem der weiteren Elemente in den Partikeln wirkt sich besonders positiv auf das erzielbare Gefüge des dreidimensionalen Hartmetall-Körpers aus. Bevorzugt weisen die Partikel zumindest Cr und V auf, da sich dies besonders vorteilhaft auf das erzielbare Gefüge auswirkt.

[0015] Gemäß einer Weiterbildung weist das Hartmetall-Pulver einen Cr-Gehalt von 0,05 - 2,0 Gew.-%, bevorzugt von 0,10-1,0 Gew.-% auf. Es hat sich gezeigt, dass sich dieser Bereich

besonders vorteilhaft auf die resultierenden dreidimensionalen Hartmetall-Körper auswirkt. Bevorzugt weist das Hartmetall-Pulver einen V-Gehalt von 0,01 - 1,0 Gew.-% auf, mehr bevorzugt von 0,01 - 0,5 Gew.-%. Dabei ist der Cr-Gehalt (in Gew.-%) bevorzugt zumindest zweimal so groß wie der V-Gehalt (in Gew.-%), mehr bevorzugt zumindest fünfmal so groß. Die Messung der Anteile der einzelnen Elemente kann insbesondere durch Röntgen-Fluoreszenz-Analyse (RFA) erfolgen.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung ist das Hartmetall-Pulver ein mittels des Zink-Recycling-Prozesses recyceltes Hartmetall-Pulver. In diesem Fall lässt sich eine besonders günstige homogene Verteilung der Bestandteile des Hartmetall-Pulvers in einfacher und kostengünstiger Weise erreichen. Die genaue Zusammensetzung des Hartmetall-Pulvers lässt sich dabei gezielt über die Hartmetall-Sorten steuern, die dem Zink-Recycling-Prozess als Ausgangsmaterial zugeführt werden. Bei dem Zink-Recycling-Prozess handelt es sich um einen gebräuchlichen Prozess zur Aufbereitung von Hartmetall, bei dem Hartmetall mit geschmolzenem Zink aufgeschlossen wird und das Zink anschließend wieder herausdestilliert wird. Eine mögliche Ausführung dieses Prozesses ist z.B. in US 3,595,484 A beschrieben.

[0017] Gemäß einer Weiterbildung weist das Verfahren ferner die Schritte auf: Entfernen von unverfestigtem Hartmetall-Pulver und anschließendes Nachverdichten des dreidimensionalen Hartmetall-Körpers. Durch diese nachfolgenden Schritte nach dem eigentlichen selektiven Energiestrahls-Sintern (SES) können Hartmetall-Körper erzeugt werden, deren Eigenschaften denen herkömmlich erzeugter Hartmetall-Körper zumindest sehr nahe kommen.

[0018] Die Aufgabe wird auch durch ein SES-Hartmetall-Pulver nach Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0019] Das SES-Hartmetall-Pulver zum Erzeugen eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen mittels eines Energiestrahls weist Partikel mit zusammengesinteter WC-Bindemetall-Struktur auf. Da die Partikel des SES-Hartmetall-Pulvers bereits eine zusammengesinterte WC-Bindemetall-Struktur aufweisen, bei der das Bindemetall, das insbesondere durch eine Cobalt-Basislegierung gebildet sein kann, die WC-Körner bereits benetzt und die WC-Körner bereits eine rekristallisierte eckige Kornform aufweisen, kann auch mit einem nur sehr kurzzeitigen lokalen Aufschmelzen des Bindemetalls durch einen gerichteten Energiestrahls ein homogeneres Hartmetallgefüge eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers erzielt werden.

[0020] Gemäß einer Weiterbildung weisen die Partikel zumindest zwei der Elemente Cr, V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti auf. In diesem Fall sind auch die das zu erzeugende Hartmetall-Gefüge unter anderem z.B. als Kornwachstumshemmer positiv beeinflussenden weiteren Bestandteile bereits in dem Pulver fein verteilt vorhanden und folglich auch nach der Einwirkung des Energiestrahls in dem gebildeten dreidimensionalen Hartmetall-Körper homogen verteilt. Die weiteren Elemente sind in den Partikeln des Pulvers dabei ebenfalls bereits in flüssigphasen-gesintertem Zustand enthalten, zumindest teilweise auch in bereits gelöster Form in dem Bindemetall. Wolframkarbid, Bindemetall und die weiteren Elemente liegen folglich in dem Hartmetall-Pulver nicht in Form eines Gemisches separat nebeneinander vor, sondern in bereits gesintertem Zustand miteinander verbunden. Die weiteren Elemente liegen dabei in wesentlich geringerer Menge als das eigentliche Bindemetall vor. Die weiteren Elemente liegen dabei in wesentlich geringerer Menge als das eigentliche Bindemetall vor, jedoch bevorzugt zumindest in einer Gesamtmenge von > 0,05 Gew.-% des Hartmetall-Pulvers.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung weisen die Partikel zumindest Cr und zumindest ein weiteres von V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti auf, bevorzugt zumindest Cr und V. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere das fein verteilte Vorhandensein von Cr in Verbindung mit einem der weiteren Elemente besonders vorteilhaften Einfluss auf die Verarbeitung in einem SES-Verfahren hat.

[0022] Gemäß einer Weiterbildung weisen die Partikel eine mittlere Partikelgröße < 200 µm, bevorzugt < 100 µm, mehr bevorzugt < 50 µm auf. Die Partikelgröße ist dabei nach DIN ISO

13320-1 (Fraunhofer Modell) zu bestimmen. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere mit dieser Partikelgröße eine besonders vorteilhafte Verarbeitung in einem SES-Verfahren erfolgen kann. Bevorzugt ist die mittlere Partikelgröße ferner $> 2 \mu\text{m}$, bevorzugt $> 3 \mu\text{m}$.

[0023] Gemäß einer Weiterbildung ist das SES-Hartmetall-Pulver ein mittels des Zink-Recycling-Prozesses recyceltes Hartmetall-Pulver. In diesem Fall lässt sich eine besonders günstige homogene Verteilung der Bestandteile des SES-Hartmetall-Pulvers in einfacher und kostengünstiger Weise erreichen. Die genaue Zusammensetzung des SES-Hartmetall-Pulvers lässt sich dabei gezielt über die Hartmetall-Sorten steuern, die dem Zink-Recycling-Prozess als Ausgangsmaterial zugeführt werden.

[0024] Die Aufgabe wird auch durch eine Verwendung eines solchen SES-Hartmetall-Pulvers zum Herstellen dreidimensionaler Hartmetall-Körper durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers in der jeweilige Schicht entsprechenden Stellen mittels eines gerichteten Energiestrahls gelöst.

[0025] Die Aufgabe wird ferner auch durch einen dreidimensional strukturierten Hartmetall-Körper, hergestellt durch einen Prozess des sukzessiven schichtweisen Verfestigens an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen mittels eines Energiestrahls aus einem solchen SES-Hartmetall-Pulver, gelöst.

[0026] Weitere Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren.

VON DEN FIGUREN ZEIGEN:

[0027] Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Verfestigen eines Ausgangspulvers an den dem Querschnitt des Objektes in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen;

[0028] Fig. 2: eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme mit 20.000-facher Vergrößerung eines in Kunststoff eingebetteten und geschliffenen herkömmlichen Wolframkarbidpulvers;

[0029] Fig. 3: eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme mit 2.000-facher Vergrößerung eines in Kunststoff eingebetteten und geschliffenen SES-Hartmetall-Pulvers gemäß einer Ausführungsform; und

[0030] Fig. 4: eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme mit 20.000-facher Vergrößerung des eingebetteten und geschliffenen SES-Hartmetall-Pulvers.

AUSFÜHRUNGSFORM

[0031] Eine Ausführungsform wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. Zunächst wird dabei kurz der Aufbau einer Vorrichtung 1 zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Verfestigen eines Ausgangspulvers an den dem Querschnitt des Objektes in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen beschrieben.

[0032] Bei der in Fig. 1 schematisch dargestellten Vorrichtung 1 handelt es sich um eine Vorrichtung zum selektiven Energiestrahlsintern (SES), bei dem Ausgangspulver jeweils lokal mit einem gerichteten Energiestrahls zumindest partiell aufgeschmolzen wird, um dieses zu verfestigen. Als gerichteter Energiestrahls kann dabei insbesondere ein Laserstrahl oder ein Elektronenstrahl zum Einsatz kommen, um den benötigten lokalen Energieeintrag zu bewirken.

[0033] Die SES-Vorrichtung 1 weist einen Bauraum 2 auf, der durch eine umlaufende Seitenwand begrenzt ist und dessen Grundfläche 3 durch eine entsprechende Antriebsvorrichtung höhenverstellbar ausgebildet ist, wie in Fig. 1 schematisch durch einen Doppelpfeil dargestellt ist. Es ist ferner eine Auftragevorrichtung 4 für Ausgangspulver vorgesehen, mittels der Aus-

gangspulver aus einem Pulverreservoir 5 als Schicht auf der Grundfläche 3 oder auf darauf bereits ausgebildeten Schichten aufgebracht werden kann. Dies ist in Fig. 1 ebenfalls nur schematisch durch einen Doppelpfeil dargestellt, da derartige Vorrichtungen im Stand der Technik bereits ausführlich beschrieben und kommerziell erhältlich sind. Ein gerichteter Energiestrahl 6 wird von einer Strahlquelle 7 bereitgestellt, die z.B. durch einen Laser oder eine Elektronenkanone gebildet sein kann. Eine in Fig. 1 ebenfalls schematisch dargestellte Strahlenoptik 8 ist derart ausgebildet, dass der gerichtete Energiestrahl 6 gezielt über ausgewählte Stellen der in dem Bauraum 2 ausgebildeten Pulverschicht gerastert werden kann, um das Ausgangspulver lokal zu verfestigen.

[0034] Im Betrieb der SES-Vorrichtung 1 wird die Grundfläche 3 zunächst um eine Höhe, die der Dicke einer aufzubringenden Schicht aus Ausgangspulver entspricht, abgesenkt. Auf der Grundfläche 3 wird eine Schicht des Ausgangspulvers mit der Auftragevorrichtung 4 aufgebracht und anschließend wird das aufgetragene Ausgangspulver der Schicht an den Stellen, die einem Querschnitt des zu erzeugenden Objektes entsprechen mittels des gerichteten Energiestrahls 6 verfestigt. Nachfolgend wird die Grundfläche 3 erneut etwas abgesenkt und mittels der Auftragevorrichtung 4 wird auf der bereichsweise verfestigten ersten Schicht eine weitere Schicht des Ausgangspulvers aufgebracht, die anschließend wiederum an den gewünschten, dem Querschnitt des zu erzeugenden Objektes in der Schicht entsprechenden Stellen mittels des gerichteten Energiestrahls 6 lokal verfestigt wird.

[0035] Die zuvor beschriebenen Schritte werden vielfach wiederholt, um sukzessiv in dem Bauraum 2 das gewünschte dreidimensionale Objekt schichtweise aufzubauen. Wie nachfolgend noch eingehender beschrieben wird, erfolgt bei der Ausführungsform der Aufbau mit einem speziellen SES-Hartmetall-Pulver als Ausgangspulver und das erzeugte dreidimensionale Objekt ist ein Hartmetall-Körper 9. Nach dem Durchlaufen der zuvor beschriebenen Herstellungsschritte befindet sich der erzeugte Hartmetall-Körper 9 zunächst in einem Pulverbett aus unverfestigtem SES-Hartmetall-Pulver 10, aus dem der Hartmetall-Körper 9 dann für eine weitere Bearbeitung entnommen werden kann.

[0036] Bei der Ausführungsform kommt ein spezielles SES-Hartmetall-Pulver 10 zum Einsatz, das Partikel mit einer zusammengesinterten WC-Bindemetall-Struktur aufweist, die dadurch bedingt ist, dass das Material bereits einen Flüssigphasen-Sinterprozess durchlaufen hat. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen eines Beispiels des SES-Hartmetall-Pulvers 10, das in Kunststoff eingebettet und geschliffen wurde, sind in den Fig. 3 und Fig. 4 zu sehen. Wie in den Fig. 3 und Fig. 4 zu sehen ist, weist das SES-Hartmetall-Pulver 10 Partikel 11 auf, die eine zusammengesinterte WC-Bindemetall-Struktur aufweisen. Die Partikel 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 weisen zumindest überwiegend eine Mehrzahl von WC-Körnern 12 auf, die mit dem Bindemetall 13 benetzt und durch dieses verbunden sind. Bei dem konkret dargestellten Beispiel ist das Bindemetall 13 insbesondere durch eine Cobalt-Basislegierung gebildet, die überwiegend aus Co mit geringeren Mengen anderer Elemente besteht, die noch eingehender genannt werden.

[0037] Wie insbesondere in Fig. 3 zu sehen ist, weisen die Partikel 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 eine unrunde Form auf. Die einzelnen WC-Körner 12 haben bei der zusammengesinterten WC-Bindemetall-Struktur ferner eine eckige Querschnittsform, die grundlegend von der im Wesentlichen runden Kornform der WC-Körner 12' bei einem herkömmlichen Wolframkarbidpulver abweicht, wie durch einen Vergleich mit Fig. 2 zu sehen ist.

[0038] Die Partikel 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 haben eine mittlere Partikelgröße $< 200 \mu\text{m}$, bei dem speziellen Beispiel insbesondere sogar $< 50 \mu\text{m}$, wie z.B. auch in Fig. 3 zu sehen ist.

[0039] Das SES-Hartmetall-Pulver 10 gemäß der Ausführungsform weist ferner neben den WC-Körnern 12 und dem Grundmaterial des Bindemetalls 13 noch weitere Elemente auf, die sich positiv auf das erreichbare Gefüge des zu erzeugenden Hartmetall-Körpers 9 auswirken. Das SES-Hartmetall-Pulver 10 weist zumindest zwei der Elemente Cr, V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti auf. Diese Elemente liegen dabei fein verteilt in den Partikeln 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 vor

und insbesondere nicht nur in mit diesem vermischter Form. Insbesondere Cr und Mo liegen dabei in gelöster Form in dem Bindemetall 13 vor, das bevorzugt überwiegend aus Cobalt besteht. V, Nb, Ta, Ti liegen bevorzugt als Metallkarbide vor, die ebenfalls fein in den Partikeln 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 verteilt sind.

[0040] Die weiteren Elemente liegen homogen verteilt in dem SES-Hartmetall-Pulver 10 vor. Neben den ausdrücklich genannten Elementen können ggfs. auch noch andere Elemente in Spuren vorliegen.

[0041] Das SES-Hartmetall-Pulver 10 gemäß der Ausführungsform kann insbesondere bevorzugt mittels des Zink-Recycling-Prozesses aus Hartmetall hergestellt werden, das bereits die gewünschte Zusammensetzung aufweist. Insbesondere über die Herstellung mittels des Zink-Recycling-Prozesses gelingt es, die vorteilhafte Kornform der WC-Körner 12, die zuverlässige Benetzung der WC-Körner 12 mit dem Bindemetall 13 und die homogene Verteilung der weiteren Elemente in den Partikeln 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 zu erreichen.

[0042] Bevorzugt wird SES-Hartmetall-Pulver 10 dabei derart gewählt, dass es Cr (Chrom) aufweist, insbesondere bevorzugt mit einem Cr- Gehalt zwischen 0,05 und 2,0 Gew.-%, noch bevorzugter zwischen 0,10 und 1,0 Gew.-%. Durch die homogene feine Verteilung von Cr in den Partikeln 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 wird einem unerwünschten Kornwachstum der WC-Körner 12 bei der Herstellung des Hartmetall-Körpers 9 sehr effektiv entgegengewirkt. Besonders bevorzugt wird das SES-Hartmetall-Pulver 10 (und die Ausgangsstoffe für dessen Herstellung) derart gewählt, dass es zusätzlich auch V (Vanadium) aufweist, insbesondere bevorzugt mit einem V-Gehalt zwischen 0,01 und 1,0 Gew.-%, mehr bevorzugt zwischen 0,01 und 0,5 Gew.-%. Das Vanadium liegt dabei bevorzugt fein verteilt an den Korngrenzen in den Partikeln 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 vor.

[0043] Durch die Verwendung des SES-Hartmetall-Pulvers 10 gemäß der Ausführungsform bei dem zuvor beschriebenen SES-Verfahren wird erreicht, dass auch bei nur einem kurzen lokalen Aufschmelzen von z.B. nur einem Teil des Bindemetalls während des schichtweisen Herstellens ein sehr homogenes Gefüge des resultierenden Hartmetall-Körpers 9 erzielt werden kann. Insbesondere wird erreicht, dass die WC-Körner die gewünschte rekristallisierte eckige Form annehmen, die auch bei mit herkömmlichen Sinterverfahren hergestelltem Hartmetall auftritt, und es wird eine sehr feine und homogene Verteilung der weiteren Elemente erzielt.

[0044] Nach dem Durchführen des schichtweisen Verfestigens mittels des gerichteten Energiestrahls 6 weist der erzeugte Hartmetall-Körper 9 noch eine Porosität auf, die über der von konventionell erzeugten Hartmetall-Körpern liegen kann. Bei der Ausführungsform erfolgt daher noch ein weiteres Verdichten des gebildeten Hartmetall-Körpers 9, um die Porosität weiter zu verringern. Zu diesem Zweck wird der Hartmetall-Körper 9 aus dem Pulverbett entnommen und das unverfestigte Hartmetall-Pulver 10 wird entfernt, was z.B. unter Zuhilfenahme von Druckluft, Bürsten, Pinseln oder Ähnlichem erfolgen kann. Das daran anschließende Nachverdichten kann dann z.B. mittels heißisostatischem Pressen (HIP) oder ähnlichem erfolgen. Aufgrund der zusammengesinterten WC-Bindemetall-Struktur von bereits dem als Ausgangspulver verwendeten SES-Hartmetall-Pulver 10 kann in dieser Weise über das SES-Verfahren ein Hartmetall-Körper 9 erzeugt werden, dessen Gefüge dem Gefüge eines auf herkömmlichem Weg erzeugten Hartmetall-Körpers zumindest sehr ähnlich ist. Insbesondere wird eine sehr homogene Verteilung auch der weiteren Elemente in dem Hartmetall-Körper 9 erreicht.

[0045] Obwohl in Bezug auf die Ausführungsform lediglich eine Cobalt-Basislegierung als Bindemetall beschrieben wurde, kann das Bindemetall z.B. auch durch eine Nickel-Basislegierung gebildet sein. Die zuvor beschriebenen Partikel 11 des SES-Hartmetall-Pulvers 10 können in dem Pulver insbesondere in Form von Granulat mit annähernd sphärischer Form der Granulat-Teilchen vorliegen, die jeweils eine Mehrzahl von Partikeln 11 aufweisen.

Ansprüche

1. Verfahren zum schichtweisen Herstellen eines Hartmetall-Körpers (9) durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers (9) in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen, mit den Schritten:
sukzessives, schichtweises Erzeugen eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers (9) durch abwechselndes schichtweises Aufbringen eines Hartmetall-Pulvers (10) und selektives, lokales Verfestigen des aufgetragenen Hartmetall-Pulvers (10) durch Einwirkung eines gerichteten Energiestrahls (6),
wobei das Hartmetall-Pulver (10) Partikel (11) mit zusammengesinterter WC-Bindemetall-Struktur aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bindemetall eine Cobalt-Basislegierung ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Partikel (11) zumindest zwei der Elemente Cr, V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti aufweisen.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Partikel (11) des Hartmetall-Pulvers Cr und zumindest ein weiteres von V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti aufweisen.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Partikel (11) zumindest Cr und V aufweisen.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Hartmetall-Pulver (10) einen Cr-Gehalt von 0,05 - 2,0 Gew.-% aufweist, bevorzugt von 0,1 - 1,0 Gew.-%.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Hartmetall-Pulver (10) einen V-Gehalt von 0,01 - 1 Gew.-% aufweist, bevorzugt von 0,01 - 0,5 Gew.-%.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Hartmetall-Pulver (10) ein mittels des Zink-Recycling-Prozesses recyceltes Hartmetall-Pulver ist.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Verfahren ferner die Schritte aufweist:
Entfernen von unverfestigtem Hartmetall-Pulver (10) und anschließendes Nachverdichten des dreidimensionalen Hartmetall-Körpers (9).
10. SES-Hartmetall-Pulver (10) zum Erzeugen eines dreidimensionalen Hartmetall-Körpers (9) durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers (9) in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen mittels eines Energiestrahls (6), aufweisend Partikel (11) mit zusammengesinterter WC-Bindemetall-Struktur.
11. SES-Hartmetall-Pulver (10) nach Anspruch 10, wobei die Partikel zumindest zwei der Elemente Cr, V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti aufweisen.
12. SES-Hartmetall-Pulver nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Partikel (11) zumindest Cr und zumindest ein weiteres von V, Al, Mo, Nb, Ta, Ti aufweisen, bevorzugt zumindest Cr und V.
13. SES-Hartmetall-Pulver nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Partikel (11) eine mittlere Partikelgröße $< 200 \mu\text{m}$, bevorzugt $< 100 \mu\text{m}$, noch bevorzugter $< 50 \mu\text{m}$ aufweisen.
14. SES-Hartmetall-Pulver nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass es ein mittels des Zink-Recycling-Prozesses recyceltes Hartmetall-Pulver ist.
15. Verwendung eines SES-Hartmetall-Pulvers (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 14 zum Herstellen dreidimensionaler Hartmetall-Körper (9) durch schichtweises Verfestigen an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers (9) in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen mittels eines gerichteten Energiestrahls (6).

16. Dreidimensional strukturierter Hartmetall-Körper (9) hergestellt durch einen Prozess des sukzessiven schichtweisen Verfestigens an den dem Querschnitt des Hartmetall-Körpers (9) in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen mittels eines Energiestrahls (6) aus einem SES-Hartmetall-Pulver (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 14.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

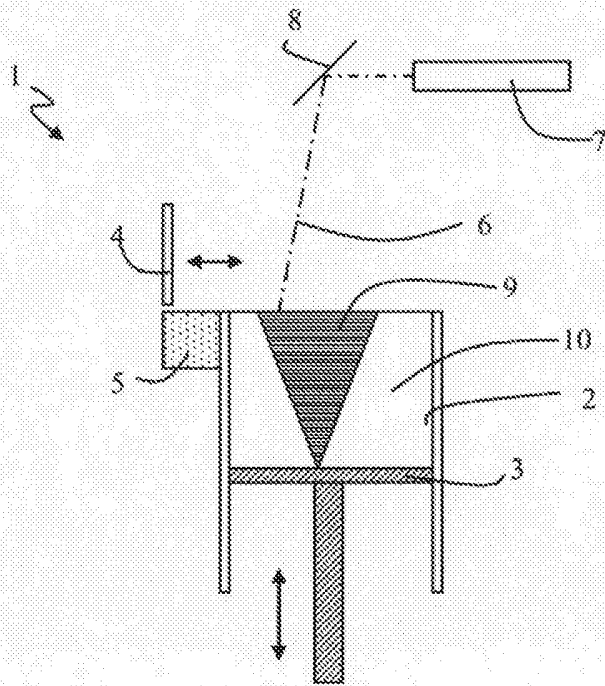


Fig. 1

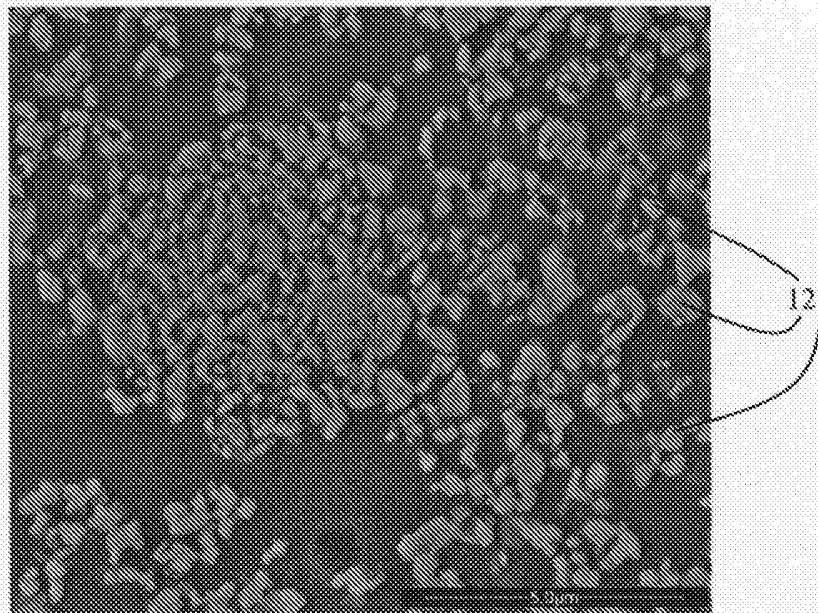


Fig. 2

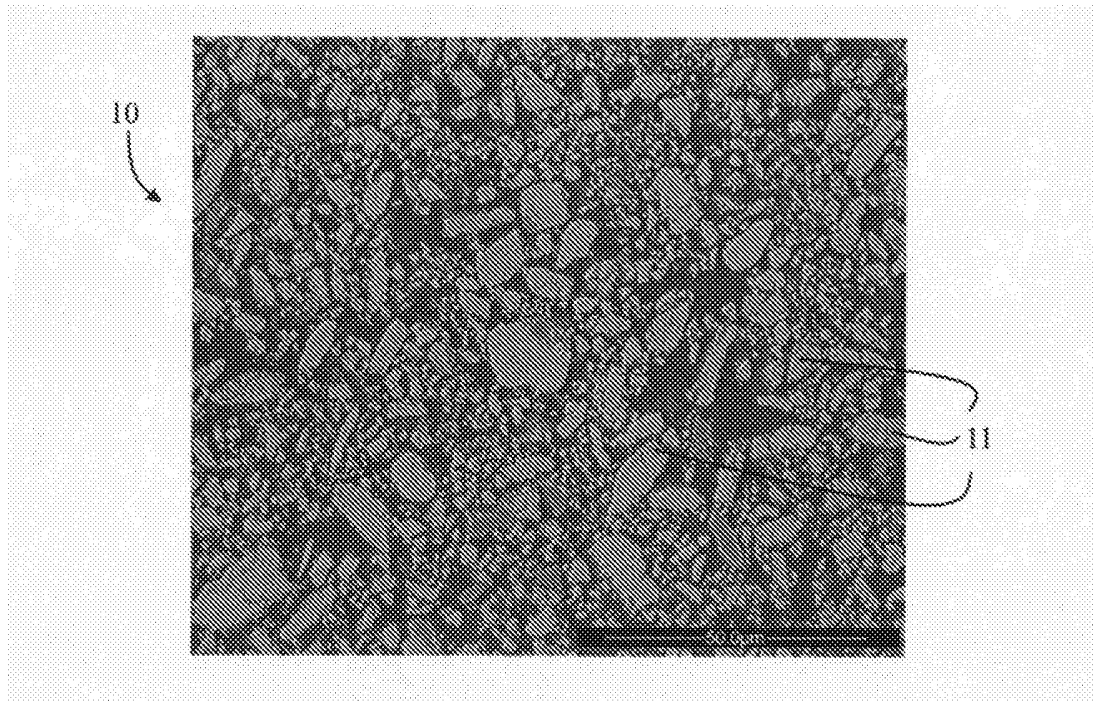


Fig. 3

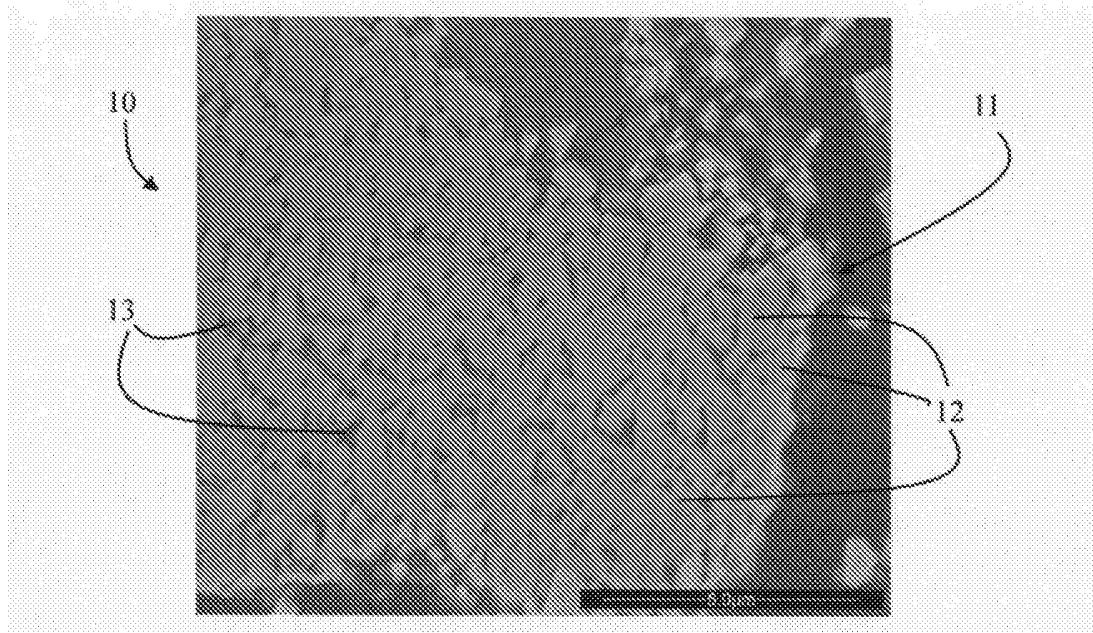


Fig. 4

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: B22F 3/105 (2006.01); B22F 3/24 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: B22F 3/105 (2013.01); B22F 3/24 (2013.01)		
Recherchiertes Prüfverfahren (Klassifikation): B22F		
Konsultierte Online-Datenbank: WPIAP, EPODOC, PAJ, TXTG, Espacenet, Internet		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 04.02.2016 eingereichten Ansprüchen 1-16 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 5156697 A (BOURELL et al.) 20. Oktober 1992 (20.10.1992) Anspruch 1, Seite 8 Zeilen 17 bis 32	1, 2, 9, 10
A	DE 102010026139 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH) 05. Januar 2012 (05.01.2012) Ansprüche 1 und 5, Zusammenfassung	1-16
A	EP 2700459 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD) 26. Februar 2014 (26.02.2014) Ansprüche 1 und 4, Figur 5	1-16
A	US 6200514 B1 (MEISTER MATTHIAS) 13. März 2001 (13.03.2001) Anspruch 1, Zusammenfassung, Figur 5E	1-16
Datum der Beendigung der Recherche: 30.05.2016		Seite 1 von 1
		Prüfer(in): STEPANOVSKY Martin
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:		
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.		A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
		E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
		& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.