



(11) **EP 3 135 434 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.10.2022 Patentblatt 2022/41

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B24D 18/00 (2006.01) **B24D 11/04** (2006.01)
B24D 11/00 (2006.01) **B24D 7/14** (2006.01)
B24D 7/02 (2006.01) **B24D 5/14** (2006.01)
B24D 5/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16185598.6**

(22) Anmeldetag: **25.08.2016**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B24D 18/00; B24D 5/02; B24D 5/14; B24D 7/02;
B24D 7/14; B24D 11/001; B24D 11/04

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES MEHRDIMENSIONAL SKALIERBAREN WERKZEUGS**
METHOD FOR PRODUCING A MULTI-DIMENSIONAL SCALABLE TOOL
PROCEDE DE FABRICATION D'UN OUTIL TRIDIMENSIONNEL EVOLUTIF

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **28.08.2015 DE 102015216538**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.03.2017 Patentblatt 2017/09

(73) Patentinhaber: **DIABÜ Diamantwerkzeuge Heinz Büttner GmbH**
35713 Eschenburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Strauß, Alexander**
01257 Dresden (DE)
• **Studnitzky, Thomas**
01309 Dresden (DE)

- **Kieback, Bernd**
01728 Possendorf (DE)
- **Büttner, Dirk**
35683 Dillenburg (DE)
- **Jank, Michael**
35713 Eschenburg (DE)

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB**
Patent- und Rechtsanwälte
An der Frauenkirche 20
01067 Dresden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2008/082056 WO-A1-2013/142988
US-A1- 2007 151 554 US-A1- 2010 041 315
US-A1- 2013 288 582

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 135 434 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines mehrdimensional skalierbaren Werkzeugs.

[0002] In verschiedenen Industriegebieten werden abrasive Werkzeug eingesetzt, die über eine definierte Anordnung von Schneidpartikeln verfügen. Neben Problemen hinsichtlich eines Werkzeuglebensdauerzyklus stehen hier vor allem im Bereich von Feinschnittanwendungen abrasive Werkzeuge mit geordneten Schneidpartikeln im Vordergrund. Eine Serienfertigung derartiger Werkzeuge mittels bekannter Herstellungsverfahren ist jedoch aufwändig bzw. mit hohen Produktionskosten verbunden. Zudem unterliegen aktuelle Lösungen geometrischen Einschränkungen.

[0003] Dies bedeutet zum Beispiel, dass Lösungskonzepte in ihren minimal möglichen Positionierungsmaßen für Abrasivstoffe aufgrund von Verfahrensgrenzen beschränkt sind. Weiterhin kann keine reproduzierbare und wiederholt definiert vorgegebene Schneidpartikelüberlappung generiert werden, die eine Schneideffizienz derartiger Werkzeuge erhöht.

[0004] So offenbart beispielsweise die Druckschrift DE 10 2009 053570 B4 einen Kaltpressprozess zum Herstellen eines Schneidwerkzeugs mit geordneten Diamanten. Durch die Verwendung des Kaltpressverfahrens sind aber erhebliche Einschränkungen in der geometrischen x-y-Auflösung der Schneidpartikelpositionen zu erwarten, sowie eine nicht oder nur begrenzt nutzbare Auflösung in z- Richtung.

[0005] So sind aus WO 2013/142988 A1 ein abrasiv wirkender Artikel und auch ein Verfahren zu seiner Herstellung bekannt. Die WO 2013/142988 A1 offenbart ein Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Werkzeugs, bei dem ein Grünteil hergestellt wird, indem eine mit Aussparungen versehene Primärschicht aus einem mit einem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff hergestellt wird und nachfolgend durch in die Aussparungen abrasiv wirkende Partikel eingebracht werden sowie danach eine Deckschicht aus dem mit dem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff zum Fixieren der abrasiv wirkenden Partikel in den Aussparungen aufgebracht wird, wobei durch eine abschließende Wärmebehandlung des Grünteils das Werkzeug erhalten wird.

[0006] US 2013/0288582 A1 betrifft eine Verfahren zur Herstellung von Konditionierscheiben, die am zum chemisch elektrischen Polieren einsetzen kann.

[0007] Ein Verfahren zum Schärfen eines Schneidelements geht aus US 2010/0041315 A1 hervor.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines Werkzeugs vorzuschlagen, das die genannten Nachteile vermeidet, mit dem also abrasiv wirkende Partikel an definierten Positionen des Werkzeugs einfach angeordnet werden können.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst

durch ein Verfahren nach Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0010] Bei einem Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Werkzeugs wird ein Grünteil hergestellt, indem zunächst durch Siebdruck eine mit Aussparungen versehene Primärschicht aus einem mit einem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff hergestellt wird und nachfolgend durch Schablonendruck in die Aussparungen abrasiv wirkende Partikel eingebracht werden. Dann wird durch Siebdruck eine Deckschicht des mit dem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoffs zum Fixieren der abrasiv wirkenden Partikel in den Aussparungen aufgebracht. Das Werkzeug wird schließlich durch eine abschließende Wärmebehandlung des Grünzeugs erhalten.

[0011] Durch das Verwenden von Siebdruck zum Definieren und Herstellen der Aussparungen können die abrasiv wirkenden Partikel gezielt in der Primärschicht und somit in dem fertigen Werkzeug eingebracht werden. Die räumlichen Positionen der Aussparungen und damit auch der nachfolgend in diese eingebrachten abrasiv wirkenden Partikel oder Schneidpartikel sind daher festgelegt und genau definiert. Durch Schablonendruck können diese abrasiv wirkenden Partikel weiterhin einfach und schnell eingebracht sowie positioniert werden. Die abschließende Deckschicht fixiert die Schneidpartikel schließlich. Durch die abschließende Wärmebehandlung wird das organische Bindemittelsystem, das vorzugsweise Polymerbinder und Additive aufweist, ausgetrieben und der Primärwerkstoff verbleibt und formt das Werkzeug.

[0012] Unter Siebdruck soll hierbei ein Verfahren verstanden werden, bei dem der aufzubringende Primärwerkstoff samt des beigemischten organischen Bindemittelsystems durch ein feinmaschiges Sieb gedruckt wird. Hierzu liegt der Primärwerkstoff und das dem Primärwerkstoff beigefügte organische Bindemittelsystem vorzugsweise in Form einer Druckpaste vor. Das Sieb selbst weist typischerweise an nicht zu bedruckenden Stellen ein abschattendes Strukturlayout als Beschichtung auf. Schablonendruck soll demgegenüber ein Verfahren bezeichnen, bei dem lediglich eine Schablone verwendet wird, also kein Sieb zum Einsatz kommt.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass die abrasiv wirkenden Partikel durch Rakeln in die Aussparungen aufgebracht bzw. eingebracht werden. Dies erlaubt eine schnelle und sichere Verarbeitung der abrasiv wirkenden Partikel. Vorzugsweise erfolgt das Rakeln mit einer Schieberakel oder einer Besenrakel. Ebenso wird typischerweise auch der mit dem organischen Bindemittelsystem versehene Primärwerkstoff beim Siebdruck durch Rakeln bearbeitet und aufgebracht bzw. eingebracht.

[0014] Typischerweise wird vor dem Aufbringen der Deckschicht in einem Zwischenschritt mindestens eine Folgeschicht auf die mit den abrasiv wirkenden Partikeln

versehene Schicht aufgebracht. Bei dieser Folgeschicht sind die Aussparungen üblicherweise räumlich versetzt zu den Aussparungen der Primärschicht oder einer benachbarten Schicht angeordnet, so dass auch die Aussparungen der bereits aufgetragenen Schicht mit den darin enthaltenen abrasiv wirkenden Partikeln mit dem mit dem Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff gefüllt werden. Dies erlaubt es, in dreidimensionalem Siebdruck in ihrer Raumstruktur optimierte abrasive Werkzeuge mit engen Positionierungsmaßen herzustellen, wobei die Positionen im dreidimensionalen Bauteilraum nahezu frei definierbar sind. Es lässt sich hiermit eine höhere Konzentration von abrasiv wirkenden Partikeln erreichen und auch räumlich lokale Konzentrationen oder Konzentrationsgradienten der abrasiv wirkenden Partikel generieren. Durch ein Wiederholen der beschriebenen Schritte lässt sich somit ein mehrdimensionales Schneidwerkzeug herstellen.

[0015] Zudem kann vorgesehen sein, integrierte, freigestaltbare Führungskanäle und bzw. oder Kühlkanäle durch das beschriebene Verfahren einzubringen oder Haltestrukturen und bzw. oder Fixierungsstrukturen innerhalb oder an dem Werkzeug vorzusehen. Durch die verschiedenen Siebdruckschritte mit jeweils einstellbaren Eigenschaften der herzustellenden Schicht können nahezu beliebige Strukturen in dem Werkzeug realisiert werden.

[0016] Die Aussparungen können einen Durchmesser zwischen 40 µm und 3 mm, vorzugsweise zwischen 50 µm und 2,5 mm, besonders vorzugsweise zwischen 100 µm und 1 mm ausgebildet sein, um typische abrasiv wirkende Partikel aufnehmen zu können. Das durch das Verfahren hergestellte mehrschichtige Werkzeug weist typischerweise eine Länge, Breite und bzw. oder Tiefe von zwischen 3 mm und 300 mm, vorzugsweise zwischen 10 mm und 250 mm, besonders vorzugsweise zwischen 50 mm und 100 mm auf.

[0017] Alternativ oder zusätzlich kann eine Tiefe der Aussparungen von mindestens 75 Prozent bis maximal 100 Prozent eines maximalen Durchmessers der abrasiv wirkenden Partikel eingehalten werden, so dass die abrasiv wirkenden Partikel entweder gerade in den Aussparungen verschwinden oder ein Stück weit herausragen. Die geometrischen Eigenschaften der Aussparungen, insbesondere deren Durchmesser und Tiefe, können identisch bei allen Aussparungen sein. Es kann alternativ aber auch vorgesehen sein, dass die Aussparungen unterschiedlich geformt sind und bzw. oder unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Schließlich kann auch vorgesehen sein, dass innerhalb einer einzelnen Schicht die Aussparungen identisch ausgeführt sind, eine benachbarte Schicht jedoch Aussparungen mit unterschiedlichen Abmessungen und Formen aufweist.

[0018] Die Aussparungen können Öffnungen aufweisen, die kreisförmig, dreieckig, rechteckig, vieleckig, oval oder freigeschwungen ausgeführt sind. Dementsprechend können auch die abrasiv wirkenden Partikel unterschiedlich geformt sein und jeweils unterschiedliche

Größen aufweisen. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass alle abrasiv wirkenden Partikel, die in das Grünteil, das auch als Grünling bezeichnet wird, eingebracht werden, gleiche Abmessungen und eine identische Form aufweisen. Es ist aber natürlich auch möglich, dass alle in einer einzelnen Schicht eingebrachten abrasiv wirkenden Partikel identisch sind, allerdings die abrasiv wirkenden Partikel verschiedener Schichten unterschiedlich ausgestaltet sind.

[0019] Typischerweise wird für den Schablonendruck eine Schablone verwendet, die eine Dicke von maximal 30 Prozent des maximalen Durchmessers der abrasiv wirkenden Partikel aufweist, um den Schablonendruck zuverlässig durchführen zu können.

[0020] Die abrasiv wirkenden Partikel können aus Diamant und bzw. oder aus einem Hartstoff, vorzugsweise einem Nitridwerkstoff, einem Oxidwerkstoff oder einem Karbidwerkstoff, besonders vorzugsweise aus Siliziumkarbid oder Wolframkarbid, ausgebildet werden. Es können alle verwendeten abrasiv wirkenden Partikel aus einem identischen Werkstoff ausgebildet sein, es können aber auch jeweils verschiedene Werkstoffe verwendet werden. Außerdem ist es möglich, dass alle in einer einzelnen Schicht eingebrachten abrasiv wirkenden Partikel aus dem gleichen Werkstoff sind. Die abrasiv wirkenden Partikel können alle eine identische Form aufweisen, es können aber auch unterschiedlich geformte Partikel zum Einsatz kommen.

[0021] Der Primärwerkstoff kann aus Metall ausgebildet sein, wobei für die abschließende Wärmebehandlung in diesem Fall typischerweise Sintern, Drucksintern, freies Sintern, Heißpressen, heißisostatisches Pressen und bzw. oder Löten eingesetzt wird.

[0022] Ein mehrschichtiges Werkzeug mit abrasiv wirkenden Partikeln wird vorzugsweise mit dem beschriebenen Verfahren hergestellt. Typischerweise ist dieses Werkzeug eine abrasive Schleifscheibe, ein abrasives Sägeblatt, eine abrasive Schneidperle für ein Sägegeseil oder eine abrasive Bohrkronen.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 6 erläutert.

[0024] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Primärschicht mit eingebrachten Aussparungen;

Fig. 2 eine Fig. 1 entsprechende Ansicht eines Schablonendrucks von abrasiv wirkenden Partikeln;

Fig. 3 eine Fig. 1 entsprechende Ansicht von eingebetteten abrasiv wirkenden Partikeln;

Fig. 4 eine Fig. 1 entsprechende Ansicht eines Aufbringens einer weiteren Schicht abrasiv wirkender Partikel;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines ringförmigen

gen Werkzeugs mit zwei Schichten und

Fig. 6 eine Figur 5 entsprechende perspektivische Ansicht eines Quaders mit zwei Schichten und in die Schichten eingebrachten abrasiv wirkenden Partikeln.

[0025] In Figur 1 ist in einer schematischen Seitenansicht eine Primärschicht 1 aus einem Primärwerkstoff mit eingebrachten Aussparungen 2 dargestellt. Die Primärschicht 1 und die Aussparungen 2 wurden durch einen Siebdruck hergestellt, indem mittels eines Rakels eine Druckpaste aus dem mit einem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff durch ein Sieb 8 gedruckt wird, wobei das Sieb 8 an den Positionen der Aussparungen 2 ein integriertes Layout 9 zum Abschatten darunter liegender Bereiche aufweist. Dies kann durch einen einzelnen Siebdruckvorgang erfolgen, es können aber auch mehrere Siebdruckvorgänge vorgenommen werden. Durch Rakeln des Primärwerkstoffs im Rahmen des Siebdruckverfahrens wird schnell und mit einem gewünschten Layout die Primärschicht 1 hergestellt.

[0026] Die Aussparungen 2, die auch als Hohlräume, Kavitäten oder Kanäle bezeichnet werden können, haben eine Breite zwischen 40 µm und 3 mm und einen jeweils gleich großen Abstand zueinander. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind alle Aussparungen 2 der Primärschicht 1 gleich ausgeführt, weisen also eine identische Breite und eine identische Tiefe auf. Die dargestellten Ausführungen haben eine quadratische Öffnung, ihre maximale Breite ist also auch gleich ihrer maximalen Länge. In weiteren Ausführungsbeispielen kann die Öffnung aber natürlich auch andere Formen aufweisen, beispielsweise rund, oder die Aussparungen 2 können auch alle jeweils unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Es kann auch vorgesehen sein, dass sich periodisch wiederholend in der Primärschicht 1 identische Aussparungen 2 vorgesehen sind. Ebenso können die Abstände zwischen den einzelnen Aussparungen 2 unterschiedlich groß sein.

[0027] Figur 2 zeigt in einer Figur 1 entsprechenden Ansicht ein Einbringen von abrasiv wirkenden Partikeln 3 aus Diamant bzw. Schneidpartikeln in die Aussparungen 2. Wiederkehrende Merkmale sind in dieser Figur wie auch in den folgenden Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen. Die abrasiv wirkenden Partikel 3 sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel im Querschnitt dreieckig, können aber auch beliebige andere Formen aufweisen. Die Aussparungen 2 haben eine Tiefe, die gerade 75 Prozent eines maximalen Durchmessers der abrasiv wirkenden Partikel 3 entspricht. Die abrasiv wirkenden Partikel 3 ragen daher, sobald sie in die Aussparungen 2 eingebracht wurden, aus diesen heraus. In weiteren Ausführungsbeispielen kann aber auch ein bündiger Abschluss der abrasiv wirkenden Partikel 3 mit einer Öffnung der Aussparungen 2 vorliegen.

[0028] In weiteren Ausführungsbeispielen können die

abrasiv wirkenden Partikel 3 auch aus Siliziumkarbid oder Wolframkarbid ausgebildet sein. Außerdem können die abrasiv wirkenden Partikel 3 auch nicht alle aus einem einzigen Werkstoff sein, sondern es kann auch eine Mischung aus abrasiv wirkenden Partikeln 3 unterschiedlicher Werkstoffe vorliegen.

[0029] Die abrasiv wirkenden Partikel 3 werden durch einen Schablonendruck in die Aussparungen 2 eingebracht. Hierzu wird eine Schablone 4 über der Primärschicht 1 platziert und durch ein Schieberakel 5 werden die abrasiv wirkenden Partikel 3 durch Öffnungen der Schablone 4 geführt. Eine maximale Partikelgröße ist hierbei kleiner oder gleich einer minimalen Schablonenöffnung, d. h. die Öffnungen der Schablone 4 können alle gleich sein, aber auch unterschiedliche Formen oder Abmessungen aufweisen. Statt des Schieberakels 5 kann auch ein Besenakel, vorzugsweise ein Mehrstufen- und bzw. oder Mehrzonenbesenakel verwendet werden. Die Schablone 4 weist eine Dicke von maximal 30 Prozent des maximalen Durchmessers der abrasiv wirkenden Partikel 3 auf. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind alle für die Primärschicht 1 verwendeten abrasiv wirkenden Partikel 3 identisch, es können aber auch nur für eine Schicht identische Partikel 3 verwendet werden oder voneinander verschiedene Partikel 3 unabhängig von der Schicht zum Einsatz kommen. Durch Trockenrakeln werden somit nur die abrasiv wirkenden Partikel 3 in die Aussparungen 2 eingebracht, wobei in einer der Aussparungen 2 genau eines der abrasiv wirkenden Partikel 3 passt und auf weitere Zusatzstoffe verzichtet werden kann.

[0030] Das Aufbringen einer Folgeschicht 7 bzw., falls diese aufzubringende Schicht die finale Schicht ist, einer Deckschicht auf die in die Primärschicht 1 eingebrachten abrasiv wirkenden Partikel 3 ist in Figur 3 in einer Figur 1 entsprechenden schematischen Schnittansicht gezeigt. Die Folgeschicht 7 wird wiederum aus dem pulverförmigen oder pastenförmigen und mit dem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff durch das Sieb 8 mit integriertem Layout aufgebracht, wobei an den Positionen der abrasiv wirkenden Partikel 3 das integrierte Layout 9 das Sieb 8 verschließt. Falls die Deckschicht als letzte aufzubringende Schicht aufgebracht wird, werden die Aussparungen 2 der unmittelbar darunter liegenden Schicht lediglich gefüllt, aber keine neuen Aussparungen 2 mehr ausgebildet. Somit werden bei der Folgeschicht 7 die abrasiv wirkenden Partikel 3 in den Primärwerkstoff eingebettet und gleichzeitig durch die abgeschatteten Bereiche, bei Aufbringen der Folgeschicht 7 neue Aussparungen 2 definiert und ausgebildet. Die Folgeschicht 7 bzw. Deckschicht setzt hierbei direkt an die gefüllte Primärschicht 1 an, die Aussparungen der Primärschicht 1 werden somit durch das Aufbringen der Folgeschicht 7 bzw. der Deckschicht geschlossen und die abrasiv wirkenden Partikel 3 in der Primärschicht eingebettet und fixiert.

[0031] Das so hergestellte Grünteil aus dem in Schichten aufgetragenen Primärwerkstoff aus Metall oder einer

Metalllegierung und den abrasiv wirkenden Partikeln 3 wird durch Sintern, Drucksintern, freies Sintern, Heißpressen, heißisostatisches Pressen bzw. Löten als abschließende Wärmebehandlung verfestigt, das organische Bindemittelsystem ausgetrieben und das mehrschichtige Werkzeug, im dargestellten Ausführungsbeispiel ein abrasives Segment, fertiggestellt. Das gesamte dargestellte Werkzeug weist eine Länge von 300 mm auf.

[0032] Figur 4 zeigt in einer Figur 1 entsprechenden Ansicht eine weitere aufgebraachte Folgeschicht 7 aus dem mit dem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff auf die Primärschicht 1, in der die abrasiv wirkenden Partikel 3 vollständig eingebettet sind. Die Folgeschicht 7 wird ebenfalls durch Siebdruck aufgebracht, allerdings sind die Positionen der Aussparungen 2 dieser Folgeschicht 7 und entsprechend auch die Positionen der abrasiv wirkenden Partikel 3 räumlich versetzt zu den Positionen der abrasiv wirkenden Partikel 3 in der Primärschicht 1. Abschließend wird hier auf die Folgeschicht 7 die Deckschicht 6 aufgebracht und die abschließende Wärmebehandlung durchgeführt.

[0033] Mit dem beschriebenen dreidimensionalen Siebdruck können sowohl dünne Wandstrukturen als auch kleine Lochdurchmesser der Aussparungen 2 mit entsprechenden pulverförmigen Werkstoffen generiert werden. Mit dem dreidimensionalen Siebdruckverfahren und der Kombination mit dem Schablonendruckverfahren ist es möglich, neben dem Strukturaufbau auch eine gezielte und definiert reproduzierbare Fllung von Hohlstrukturen bzw. Aussparungen 2 zu erzeugen. Dabei werden wie beschrieben die abrasiv wirkenden Partikel 3 mit definiertem Formlayout durch die positionierte Schablone 4 in die bereits vorher gedruckten Kanäle, Hohlräume bzw. Aussparungen 2 eingebracht. Im Anschluss an eine Lage dieser Schneidpartikel bzw. abrasiv wirkenden Partikel 3 kann die aktuelle Struktur unverändert weitergedruckt werden oder durch Layoutnderung bzw. durch ein Deckellayout mit der Deckschicht 6 geschlossen werden.

[0034] Mit dem beschriebenen Verfahren hergestellte Schneidwerkzeuge können sehr frei und definierbar gestaltet werden. Neben Freiformen können vor allem Kanäle, Hohlräume oder Kavitten erzeugt werden. Durch diese freie Gestaltung ist auch eine Integration von z. B. Kühlkanälen, Führungsnuten, Stütz- oder Einbindungsstrukturen während der Bauteilentstehung möglich. Durch einen Wechsel des Drucklayouts, insbesondere durch Wechsel einer verwendeten Schablone, während des schichtweisen Aufbaus der abrasiv wirkenden Partikel 3 wird ein einstellbarer Versatz der abrasiv wirkenden Partikel 3 zwischen den einzelnen Schichten bzw. Lagen umsetzbar. Dies stellt sicher, dass in dem fertiggestellten Schneidwerkzeug entlang einer Verschleiachse jederzeit abrasiv wirkende Partikel 3 zur Verfügung stehen.

[0035] Außerdem können auch verfahrensbedingte Strukturanpassungen in Form von Führungslöchern und bzw. oder-sicken umgesetzt werden, die ein berschnei-

den verschiedener Schichten während der Wärmebehandlung sicherstellen. Die abrasiv wirkenden Partikel 3 können eine angepasste und enge Pulververteilungskurve aufweisen und kleiner als ein maximaler Durchmesser einer Schablonenffnung sein. Durch einen Schablonenlayoutwechsel ist es weiterhin möglich, innerhalb der definiert dreidimensional geordneten Partikelpositionen verschiedene Abrasivstoffe, also verschiedene Werkstoffe für die abrasiv wirkenden Partikel 3 einzusetzen. Weiterhin wird durch den beschriebenen Drucksieb- bzw. Schablonenlayoutwechsel eine lokale Konzentration oder eine Gradierung der abrasiv wirkenden Partikel 3 innerhalb des Schneidwerkzeugs ermöglicht.

[0036] In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des mehrschichtigen Werkzeugs dargestellt. Das Werkzeug ist nun ringförmig ausgeführt und zweischichtig mit einer Primärschicht 1 und einer Folgeschicht 7 aufgebaut. In jeder der Schichten sind die abrasiv wirkenden Partikel 3 in Konzentrationsinseln eingebracht, d. h. es gibt in jeder der Schichten Regionen, in denen eine erhöhte Konzentration der abrasiv wirkenden Partikel 3 vorliegt.

[0037] Diese Konzentrationsinseln sind in jeder der Schichten 1 und 7 gerade um 90° zueinander versetzt, die Konzentrationsinseln der Primärschicht 1 sind jedoch jeweils um 45° gegenüber den Konzentrationsinseln der Folgeschicht 7 versetzt. Durch den Layoutwechsel kann sowohl die Partikelkonzentration als auch die Partikelpositionen zwischen den einzelnen Schichten variiert und eine Gradierung in Baurichtung erreicht werden. Auf die Folgeschicht 7 wird typischerweise noch die Deckschicht 6 aufgebracht.

[0038] Figur 6 zeigt eine Figur 5 entsprechende perspektivische Ansicht eines Quaders. Der Quader ist wiederum aus zwei Schichten, der Primärschicht 1 und der Folgeschicht 7, aufgebaut, in die abrasiv wirkende Partikel 3 in Form von Konzentrationsinseln eingebracht sind. Die Konzentrationsinseln der abrasiv wirkenden Partikel 3 sind periodisch in der jeweiligen Schicht 1 und 7 mit gleicher Periodenlänge angeordnet, jedoch sind Konzentrationsinseln in den jeweiligen Schichten 1 und 7 um jeweils eine halbe Periode zueinander versetzt. In weiteren Ausführungsbeispielen können die Konzentrationsinseln auch beliebig, also insbesondere nicht periodisch in der jeweiligen Schicht 1 und 7 angeordnet oder es kann auch nur eine der Schichten 1 oder 7 Konzentrationsinseln aufweisen, während die andere der Schichten 1 oder 7 eine kontinuierliche Verteilung der abrasiv wirkenden Körper 3 aufweist. Innerhalb der Konzentrationsinseln können die abrasiv wirkenden Körper 3 gleichmäßig voneinander beabstandet angeordnet sein, also eine gleichmäßige Verteilung vorliegen, es kann aber auch eine freie Verteilung der abrasiv wirkenden Körper 3 in den Konzentrationsinseln vorliegen.

[0039] Neben den in den Figuren 5 und 6 gezeigten ringförmigen bzw. quaderförmigen Ausführungsbeispielen kann ein Schichtsystem mit eingebrachten abrasiv wirkenden Körpern 3 aber natürlich auch beliebige an-

dere Formen, insbesondere kugelförmig oder zylindrisch haben, wobei die einzelnen Schichten 1 bzw. 7 in ihrer Grundform rund, oval oder elliptisch sein können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen Werkzeugs, bei dem ein Grünteil hergestellt wird, indem

durch Siebdruck eine mit Aussparungen (2) versehene Primärschicht (1) aus einem mit einem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff hergestellt wird und nachfolgend

durch Schablonendruck in die Aussparungen (2) abrasiv wirkende Partikel (3) eingebracht werden sowie danach

durch Siebdruck eine Deckschicht (6) aus dem mit dem organischen Bindemittelsystem versehenen Primärwerkstoff zum Fixieren der abrasiv wirkenden Partikel (3) in den Aussparungen (2) aufgebracht wird, wobei

durch eine abschließende Wärmebehandlung des Grünteils das Werkzeug erhalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abrasiv wirkenden Partikel (3) durch Rakeln, vorzugsweise durch Rakeln mit einem Schieberakel (5) oder einem Besenrakel, in die Aussparungen (2) eingebracht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Aufbringen der Deckschicht (6) mindestens eine Folgeschicht (7) auf die mit den abrasiv wirkenden Partikeln (3) versehene Schicht aufgebracht wird, bei der die Aussparungen (2) räumlich versetzt zu den Aussparungen (2) der Primärschicht (1) angeordnet werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparungen (2) mit einem Durchmesser zwischen 40 µm und 3 mm, vorzugsweise zwischen 50 µm und 2,5 mm, besonders vorzugsweise zwischen 100 µm und 1 mm ausgebildet werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Tiefe der Aussparungen (2) von mindestens 75 Prozent bis maximal 100 Prozent eines maximalen Durchmessers der abrasiv wirkenden Partikel (3) eingehalten wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schablone (4) für den Schablonendruck verwendet wird,

die eine Dicke von maximal 30 Prozent des maximalen Durchmessers der abrasiv wirkenden Partikel (3) aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abrasiv wirkenden Partikel (3) aus Diamant und/oder einem Hartstoff, vorzugsweise einem Karbidwerkstoff, einem Nitridwerkstoff oder einem Oxidwerkstoff ausgebildet werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Primärwerkstoff aus Metall ausgebildet ist und für die abschließende Wärmebehandlung Sintern, Drucksintern, freies Sintern, Heißpressen, Heißisostatisches Pressen und/oder Löten eingesetzt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparungen (2) Öffnungen aufweisen, die kreisförmig, dreieckig, rechteckig, vieleckig, oval oder freigeschwungen ausgeführt sind.

Claims

1. A method of manufacturing a multilayer tool in which a green part is produced by

producing a primary layer (1) provided with recesses (2) by screen printing from a primary material provided with an organic binder system, and subsequently

introducing abrasively acting particles (3) into the recesses (2) by stencil printing, and thereafter

applying a cover layer (6) of the primary material provided with the organic binder system for fixing the abrasively acting particles (3) in the recesses (2) by screen printing, wherein the tool is obtained by a final heat treatment of the green part.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the abrasively acting particles (3) are introduced into the recesses (2) by doctoring, preferably by doctoring with a slide doctor blade (5) or a broom doctor blade.

3. The method according to claim 1 or claim 2, **characterized in that**, before the application of the cover layer (6), at least one subsequent layer (7) is applied to the layer provided with the abrasively acting particles (3), in which the recesses (2) are arranged spatially offset with respect to the recesses (2) of the primary layer (1).

4. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the recesses (2) are formed with a diameter between 40 μm and 3 mm, preferably between 50 μm and 2.5 mm, particularly preferably between 100 μm and 1 mm.
5. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a depth of the recesses (2) of at least 75 percent to at most 100 percent of a maximum diameter of the abrasively acting particles (3) is maintained.
6. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a stencil (4) is used for the stencil printing, which has a thickness of at most 30 percent of the maximum diameter of the abrasively acting particles (3).
7. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the abrasively acting particles (3) are formed from diamond and/or a hard material, preferably a carbide material, a nitride material or an oxide material.
8. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the primary material is formed from metal, and sintering, pressure sintering, free sintering, hot pressing, hot isostatic pressing and/or brazing is used for the final heat treatment.
9. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the recesses (2) have openings which are circular, triangular, rectangular, polygonal, oval or free-curved.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un outil multicouche, selon lequel une pièce verte est fabriquée du fait qu'une couche primaire (1) pourvue d'évidements (2) est fabriquée par sérigraphie à partir d'un matériau primaire pourvu d'un système de liant organique, et ensuite des particules (3) à effet abrasif sont introduites dans les évidements (2) par impression au pochoir et après cela une couche de recouvrement (6) composée du matériau primaire pourvu du système de liant organique est appliquée par sérigraphie pour fixer les particules (3) à effet abrasif dans les évidements (2), dans lequel l'outil est obtenu par un traitement thermique final de la pièce verte.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les particules (3) à effet abrasif sont introduites

dans les évidements (2) par raclage, de préférence par raclage avec une raclette coulissante (5) ou une raclette à balai.

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**avant l'application de la couche de recouvrement (6), au moins une couche suivante (7) est appliquée sur la couche pourvue des particules (3) à effet abrasif, pour laquelle les évidements (2) sont disposés de manière décalée dans l'espace par rapport aux évidements (2) de la couche primaire (1).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les évidements (2) sont réalisés avec un diamètre compris entre 40 μm et 3 mm, de préférence entre 50 μm et 2,5 mm, de manière particulièrement préférée entre 100 μm et 1 mm.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une profondeur des évidements (2) d'au moins 75 pour cent à au maximum 100 pour cent d'un diamètre maximal des particules (3) à effet abrasif est respectée.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un pochoir (4) est utilisé pour l'impression au pochoir, qui présente une épaisseur d'au maximum 30 pour cent du diamètre maximal des particules (3) à effet abrasif.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les particules (3) à effet abrasif sont réalisées à partir de diamant et/ou d'un matériau dur, de préférence d'un matériau à base de carbure, d'un matériau à base de nitrure ou d'un matériau à base d'oxyde.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau primaire est réalisé à partir de métal et que le frittage, le frittage sous pression, le frittage libre, le pressage à chaud, le pressage isostatique à chaud et/ou le brasage sont utilisés pour le traitement thermique final.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les évidements (2) présentent des ouvertures qui sont de forme circulaire, triangulaire, rectangulaire, polygonale, ovale ou libre.

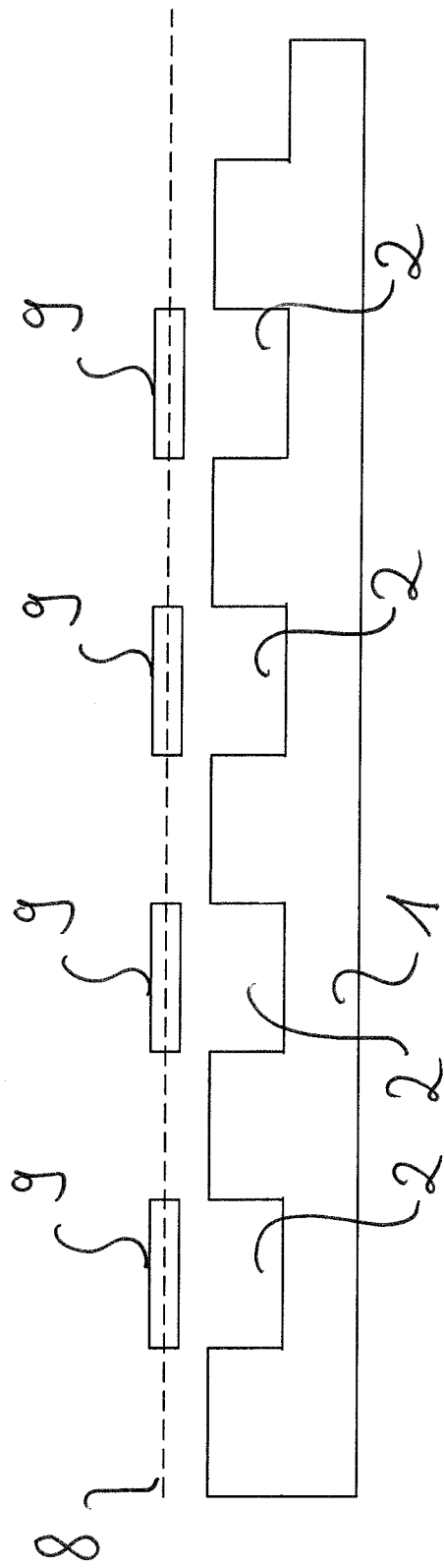


Fig. 1

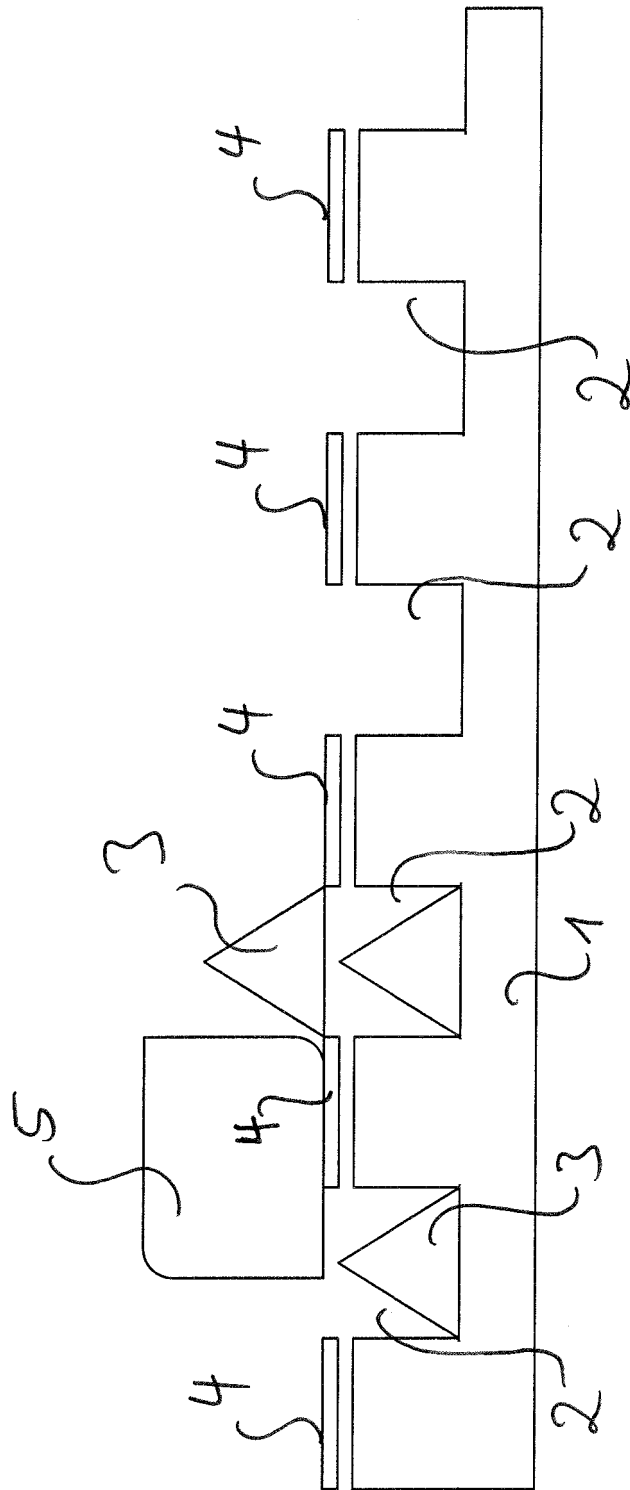


Fig. 2

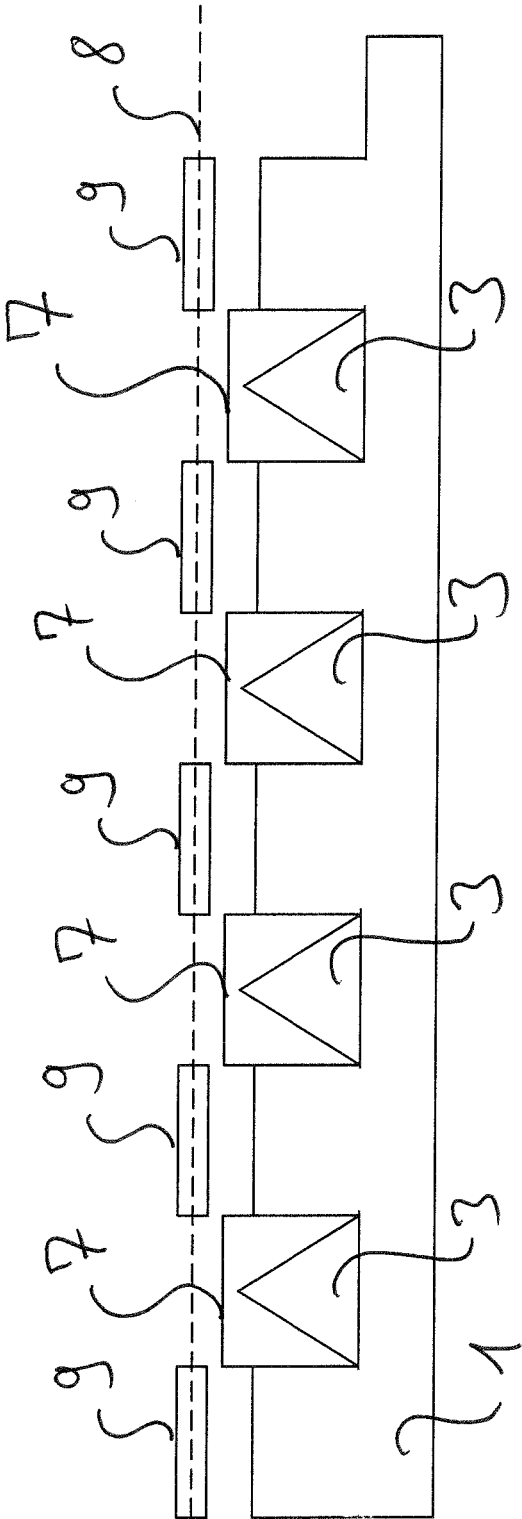


Fig. 3

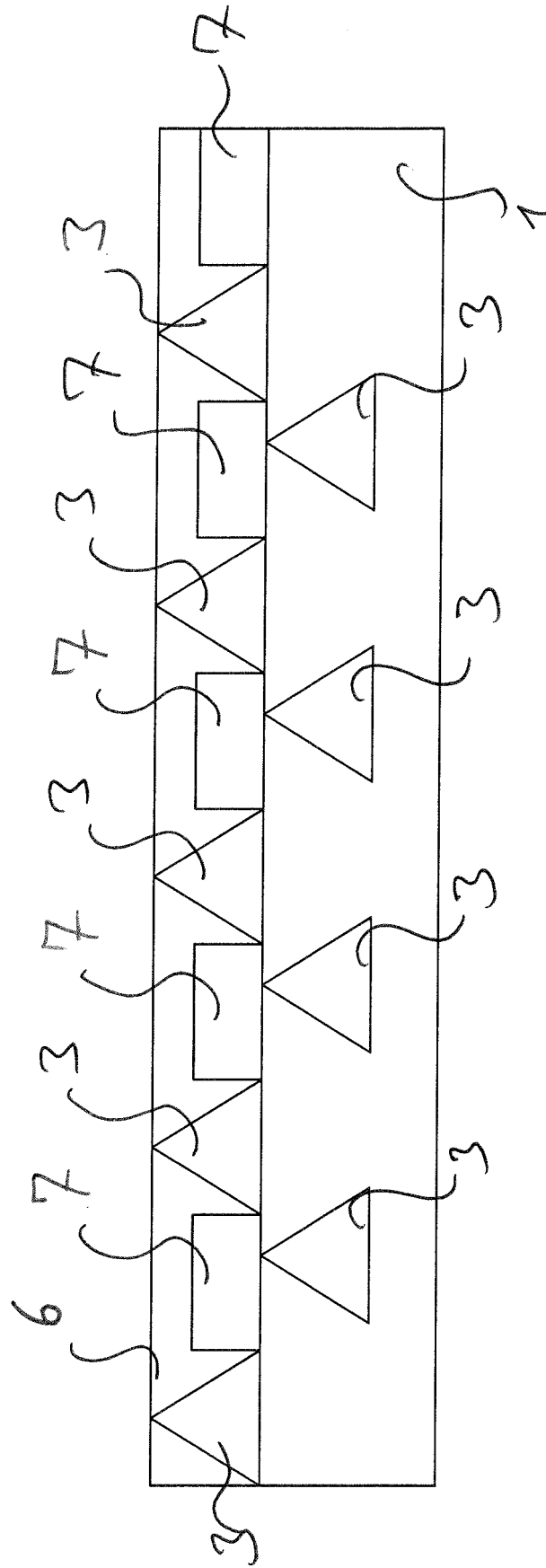


Fig. 4

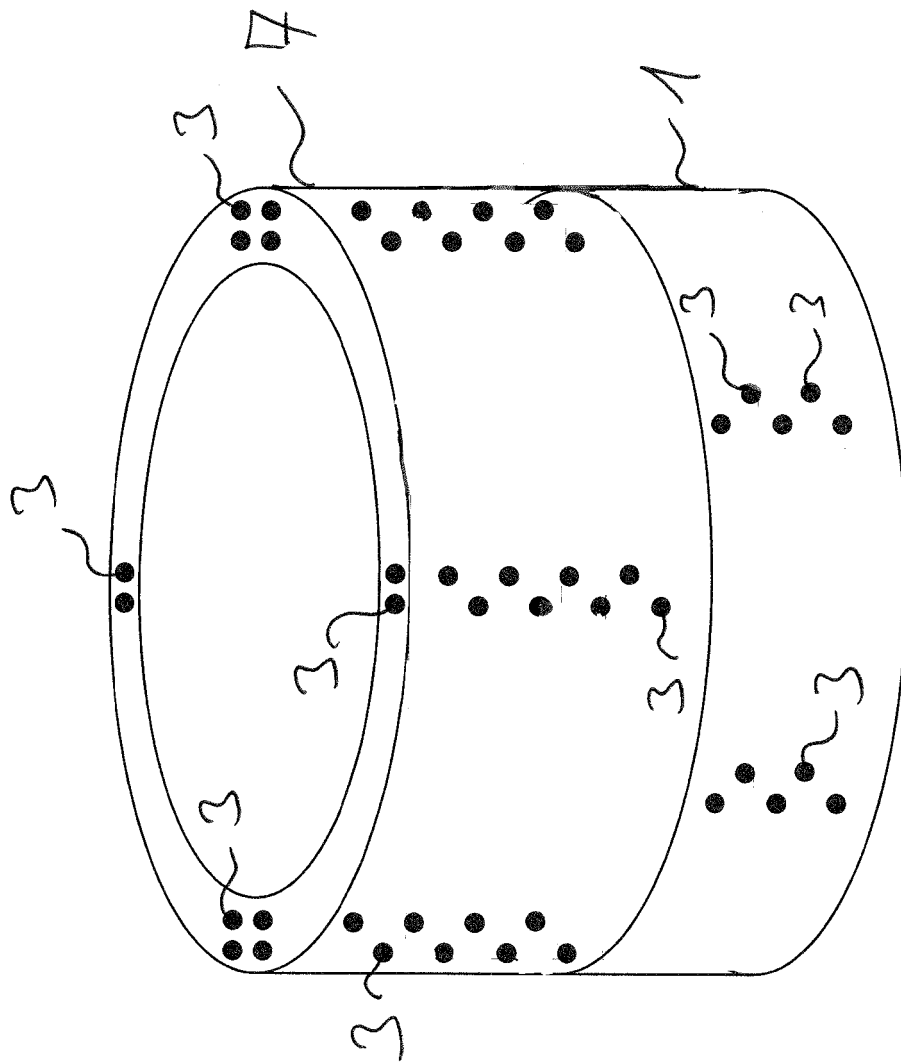


Fig. 5

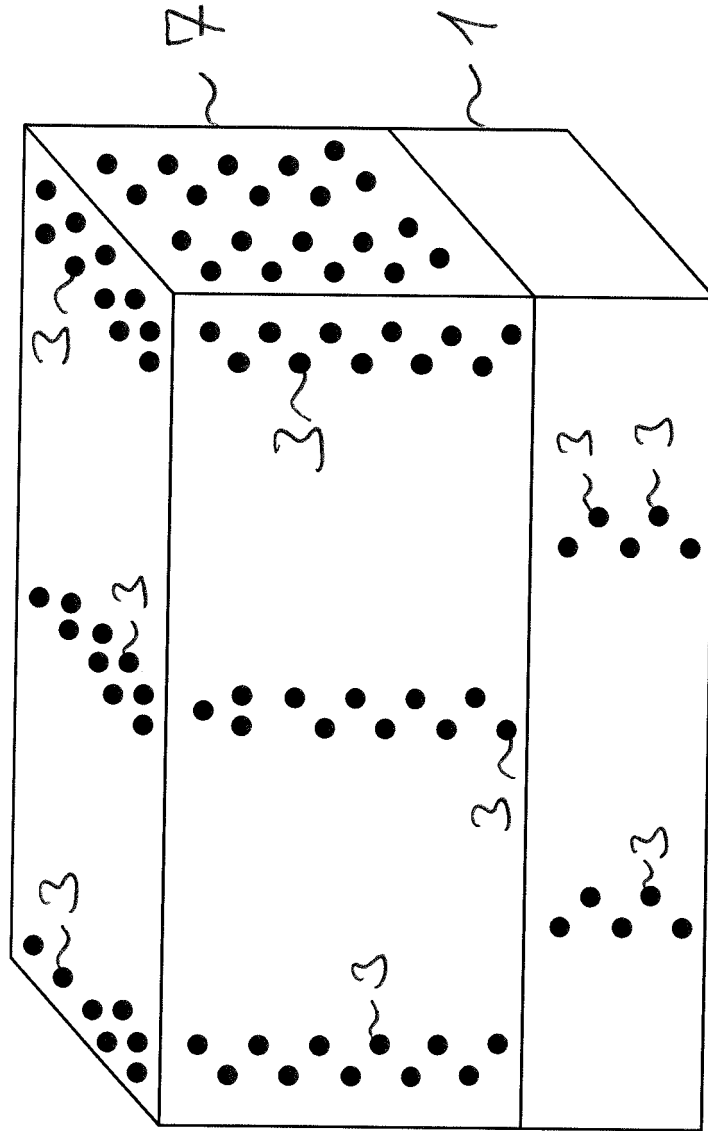


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009053570 B4 [0004]
- WO 2013142988 A1 [0005]
- US 20130288582 A1 [0006]
- US 20100041315 A1 [0007]