



(11) **EP 1 934 007 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.12.2011 Patentblatt 2011/52

(51) Int Cl.:
B22F 3/22 (2006.01) **B22F 5/00** (2006.01)
B22F 7/06 (2006.01) **B29C 45/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06791647.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/008330

(22) Anmeldetag: **25.08.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/031183 (22.03.2007 Gazette 2007/12)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GEGENSTANDES AUS MINDESTENS EINEM SELBSTÄNDIGEN BEWEGLICHEN TEIL UND EINEM FIXIERTEIL**

METHOD FOR PRODUCING AN ARTICLE COMPRISING AT LEAST ONE AUTONOMOUS MOVING PART AND A FIXING PART

PROCEDE DE FABRICATION D'UN OBJET COMPOSE D'AU MOINS UNE PARTIE MOBILE INDEPENDANTE ET D'UNE PARTIE DE FIXATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **14.09.2005 DE 102005043772**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.06.2008 Patentblatt 2008/26

(73) Patentinhaber: **Karlsruher Institut für Technologie 76131 Karlsruhe (DE)**

(72) Erfinder:
• **FINNAH, Guido**
70469 Stuttgart (DE)
• **HAUSSELT, Jürgen**
76726 Gernsheim (DE)
• **PLEWA, Klaus**
76756 Bellheim (DE)

• **PIOTTER, Volker**
76351 Linkenheim-Hochstetten (DE)
• **RATH, Steffen**
71256 Ditzingen (DE)
• **RUPRECHT, Robert**
75045 Walzbachtal (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 295 657 EP-A1- 1 464 874
DE-A1- 4 430 130 JP-A- 4 000 042
JP-A- 6 093 306 JP-A- 8 165 503

• **A. BONSEN, R. BEENDERS: "Herausforderungen im Keramikspritzgießen" KUNSTSTOFFE, Nr. 1, 2003, Seiten 48-51, XP002408645**
• **S. RATH, L. MERZ, K. PLEWA, P. HOLZER, T. GIEZELT, J. HAUSSELT: "Isolated metal and ceramic micro parts in the sub-millimeter range made by PIM" ADVANCED ENGINEERING MATERIALS, Bd. 7, Nr. 7, Juli 2005 (2005-07), Seiten 619-622, XP002408646**

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 1 934 007 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gegenstandes aus mindestens zwei selbständigen, gegeneinander beweglich verbundenen Zahnrädern, die in einem Fixierteil zueinander positioniert sind.

[0002] Aus der DE 33 40 122 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Gegenstandes aus mindestens zwei selbständigen, gegeneinander beweglich verbundenen Teilen, die in mindestens einem Fixierteil fest zueinander positioniert sind, mittels Spritzgießen bekannt, bei dem unterschiedliche Kunststoffe zur Herstellung der beweglichen, miteinander verbundenen Teile eingesetzt werden. Hierzu wird zunächst ein Spritzling in einer Kavität hergestellt. Dieser wird der Kavität entnommen und in eine größere Kavität im gleichen Werkzeug eingelegt oder die Kavität wird durch Werkzeugbewegungen erweitert. Durch die Wahl inkompatibler Kunststoffe tritt keine stoffliche Verbindung der beiden Komponenten auf und die Bauteile bleiben zueinander beweglich. Alternativ kann die Beweglichkeit durch die Verwendung gleicher Kunststoffe erzielt werden, indem die zweite Komponente an der unteren Grenze der Verarbeitungstemperatur verarbeitet wird. Hierfür ist es von Vorteil, wenn beide Komponenten bei niedrigen Verarbeitungstemperaturen verwendet werden oder die Komponente für das zuerst gespritzte Teil kurzfristig hohen Gebrauchstemperaturen aussetzbar ist. Der lose Verbund entsteht beim Auftreten der für Kunststoffe üblichen thermischen Schwindung. Dieses Verfahren eignet sich nicht zur Herstellung eines losen Verbunds aus keramischen Formmassen oder aus Metallen, da die Inkompatibilität der Kunststoffe eine Voraussetzung für dieses Verfahren ist, das zudem keine Wärmebehandlung beinhaltet.

[0003] Die DE 196 52 223 C2 offenbart strukturierte Formkörper aus mindestens zwei verschiedenen Werkstoffen, die in einem Werkstoffverbund zusammengefügt sind. Weiterhin wird dort die Einstellung einer spannungsarmen Fügezone durch geeignete stoffliche Zusammensetzung bzw. unterschiedlichen Partikelgehalt in Teilvolumina der Werkstoffe beschrieben. Zum Beispiel wird reiner Binder eingesetzt, um Hohlkörper zu erzeugen. Eine Herstellung beweglicher Komponenten ist nicht offenbart.

[0004] Im Artikel "Spritzgießen ersetzt die Montage", VDI-Nachrichten vom 22.10.2004, Seite 30, wird ein Verfahren zur Herstellung eines Mikrogetriebes (Planetengetriebes) beschrieben. Mittels Zwei-Komponenten-Spritzgießen werden das Sonnen- und die Planetenräder aus nicht haftungskompatiblen Kunststoffen gespritzt und anschließend mit den Deckplatten und den Achsen umspritzt. Durch die Formteilgeometrie, die Inkompatibilität und das Schwindungsverhalten der Kunststoffe, aus denen die Deckplatten und die Achsen hergestellt werden, bleiben die Zahnräder auf den Achsen beweglich. Zudem werden drei Einspritzvorgänge zur Herstellung eines Getriebes aus zwei Zahnrädern und einem Fixierteil benötigt.

[0005] Die JP 06 093306 A offenbart ein Verfahren zur Herstellung von zwei selbständigen, gegeneinander beweglichen Teilen, Dazu wird zunächst ein erstes Teil aus einem Material mit hoher Schrumpfung gespritzt. Dieser Grünling wird dann in ein zweites Werkzeug eingelegt und ein zweites Material mit niedrigerer Schrumpfung wird nun in den Formhohlraum des zweiten Werkzeugs eingespritzt. Bei der Entnahme des Verbundteils sind beide Einzelteile fest miteinander verbunden und der Spalt zwischen den beiden bildet sich erst bei der gemeinsamen nachfolgenden Wärmebehandlung durch die unterschiedliche Schrumpfung.

[0006] Die EP 1 295 657 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von beweglich miteinander verbundenen Kombiteilen, die durch Spritzgießen hergestellt sind. Hierzu wird ein erstes Teil durch POIM (*powder injection molding*) hergestellt. Um dieses erste Teil wird dann ein zweites Teil herumgespritzt, wobei die beiden Teile eine feste Verbindung miteinander bilden. Aufgrund der stark unterschiedlichen Schwindungen der beiden Teile löst sich das erste Teil beim anschließenden Entbindern und Sintern von dem ihn umgebenden zweiten Teil, womit ein Verbundteil mit zueinander beweglichen Teilen entsteht.

[0007] Ausgehend hiervon ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Gegenstandes aus mindestens zwei selbständigen, gegeneinander beweglich verbundenen Zahnrädern, die in einem Fixierteil zueinander positioniert sind, vorzuschlagen, das die oben genannten Nachteile und Einschränkungen nicht aufweist. Insbesondere soll dieses Verfahren die Herstellung eines Gegenstandes aus metallischen, glasartigen oder keramischen Komponenten mittels Spritz- oder Heißgießen in einem Arbeitsgang ermöglichen, um Handhabungs- und Justagetechnik nach dem Formen der Teile des Gegenstandes zu verringern oder zu vermeiden.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Verfahrensschritte des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Gegenstandes, umfasst die Schritte a) bis e).

[0010] Zunächst wird gemäß Schritt a) ein Werkzeug bereitgestellt, das jeweils eine Kavität zur Aufnahme eines der zu formenden Zahnräder aufweist.

[0011] Zur Herstellung eines Gegenstandes aus mindestens zwei selbständigen Zahnrädern besitzt das Werkzeug weiterhin eine Trennebene, die das Werkzeug in zwei Werkzeughälften teilt. Entscheidend ist hier die Anordnung der Kavitäten bezüglich dieser Trennebene: Die Kavitäten werden, bezogen auf die Trennebene, nebeneinander jeweils abwechselnd oberhalb oder unterhalb der Trennebene so angeordnet, dass sie abwechselnd in eine der beiden Werkzeughälften liegen, wobei die Kavitäten voneinander getrennt bleiben.

[0012] Anschließend wird gemäß Schritt b) die mindestens eine Kavität mit einer aushärtbaren oder erstarrenden Formmasse, die einen Sinterwerkstoff umfasst, gefüllt. Nach dem Erstarrenlassen der Formmasse bilden

sich in den Kavitäten jeweils die zu formenden Teile.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird hierzu der Werkstoff zum Spritz- oder Heißgießen aus mindestens einer Spritzeinheit über mindestens einen Kanal gleichzeitig oder hintereinander in die Kavitäten eingebracht.

Hierfür besonders geeignet sind das Zwei- oder Mehr-Komponenten-Spritzgießen.

[0014] Danach wird gemäß Schritt c) jedes gebildete Zahnrad aus seiner Kavität entformt.

[0015] Im Anschluss an deren Entformung werden die Zahnräder gemäß Schritt d) in eine Kavität, durch deren Füllen das Fixierteil abformt wird, eingebracht.

[0016] In einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung werden die entformten Zahnräder hierzu auf das Fixierteil montiert oder hieran gefügt.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Gesamtzahl der entformten Zahnräder in mindestens eine weitere, im Werkzeug ebenfalls vorhandene Kavität übertragen, durch deren Füllen das Fixierteil abformt wird. Die Übertragung der Zahnräder aus den Kavitäten, in denen ihre Formung stattfand, in die weitere Kavität erfolgt vorzugsweise mittels Führungselementen, die nach dem Übertragen ganz oder teilweise in der mindestens einen weiteren Kavität verbleiben können. An denjenigen Stellen, an denen die Führungselemente entformt werden, entsteht eine Erweiterung der weiteren Kavität, durch deren Füllen eine zusätzliche Verbindung zwischen mindestens einem Teil und dem Fixierteil geschaffen wird. Gleichzeitig können die Führungselemente oder Teile davon im Sinne einer einfacheren Handhabungstechnik als Auswerfer dienen.

[0018] Schließlich wird in Schritt e) der noch unfertige Gegenstand, der als Grünling bezeichnet werden kann, einer Wärmebehandlung, insbesondere einer Entbinde- rung mit anschließender Sinterung unterzogen. Hierzu werden verschiedene Formmassen, die *Feedstocks* genannt werden und aus einem Binder und einem Pulver aus dem gewünschten Werkstoff bestehen, so in das Werkzeug eingespritzt, dass sie einander berühren können. Die Teile können auch aus dem gleichen Feedstock spritzgegossen werden. Zur Umwandlung der Formmassen in ein Teil aus Metall, Glas oder Keramik muss nach der Formgebung der Binder auf Basis von Wasser, Oligomeren, Polymeren oder Mischsystemen entfernt und das Pulver zu einem im Allgemeinen dichten Werkstoff gesintert werden, wobei ein Schrumpfung stattfindet. Dieser Schrumpfung führt zur Verkleinerung des Gegenstands gegenüber dem mindestens einen spritzgegossenen Teil, das ebenfalls Grünling genannt wird.

[0019] Damit der Gegenstand, das aus verschiedenen Komponenten bestehen kann, gesintert werden kann, müssen die Werkstoffe ähnliche Sintertemperaturen aufweisen oder eine Komponente, die früher sintert, vom Design des Getriebes her auch früher schrumpfen dürfen als diejenige, die erst bei einer höheren Temperatur sintert. Durch die Unterschiede im Sinterschrumpfung der eingesetzten Werkstoffe für die Zahnräder und die Fixier-

teile werden Abstand und Spiel zwischen den Teilen untereinander sowie zwischen den Teilen und dem Fixierteil eingestellt. In vielen Fällen ist es dabei vorteilhaft, wenn die Fixierteile stärker schrumpfen als die beweglichen Zahnräder. Der Sinterschrumpfung bewegt sich bei Sinterwerkstoffen im Allgemeinen zwischen 10 % und 25 %, während die thermische Schwindung bei Kunststoffen höchstens 3 % beträgt.

[0020] Erfindungsgemäß werden die Zahnräder aus Metall, einer Legierung, einer (Misch-)Keramik oder aus Glas hergestellt. Bevorzugt ist der Einsatz von Hartmetall, härtbarem Metall oder Stahl, einer harten oder zähen Keramik, von Siliziumnitrid oder Siliziumcarbid. Besonders bevorzugt für die (Zahnräder) ist gehärteter Stahl (bevorzugt 17-4PH) oder eine zähe Keramik, insbesondere Zirkondioxid.

[0021] Als Materialien für das Fixierteil werden bevorzugt Hartmetalle (z.B. Wolframcarbid-Kobalt), gehärtete Metalle, harte Keramiken (insbesondere Aluminiumoxid), Siliziumnitrid oder Siliziumcarbid eingesetzt. Das Fixierteil muss jedoch nicht notwendigerweise aus einem Sinterwerkstoff bestehen. In diesem Fall ist es allerdings von Vorteil, wenn das Fixierteil bereits direkt in das Werkzeug eingelegt wird.

[0022] Die vorliegende Erfindung weist als wesentlichen Vorteil auf, dass Zahnräder und Fixierteile aus verschleißbeständigen und/oder hochfesten Werkstoffen bestehen können. Weiterhin müssen die Zahnräder nach der Formgebung und dem Sintern nicht montiert werden.

[0023] Gerade in Mikrodimensionen ist die Handhabung und Justage von Teilen bedingt durch die geforderte Präzision sehr kostenintensiv. Das Montieren von Grünlingen wird dadurch zusätzlich erschwert, dass es sich bei den Feedstocks bedingt durch den Binder und den hohen Pulverfüllgrad um einen Werkstoff mit geringer Festigkeit handelt.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zum Einsatz in der Mikrosystemtechnik, dem Pulverspritzgießen, dem Zweikomponenten-Pulverspritzgießen, in der Getriebetechnik (für Planetengetriebe, Kugelumlenker, Lager, Linearführungen usw.) und in der Fertigungstechnik zum Getriebebau. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die beweglichen Zahnräder des Getriebes bereits während des Formgebungsverfahrens gegenseitig zu paaren und in ein Gehäuse zur Lagerung der beweglichen Zahnräder einzubauen.

[0025] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Schematische Darstellung eines Werkzeugs für die Herstellung eines Grünlings eines Zahnradgetriebes (Planetengetriebe): **Fig. 1a:** Querschnitt **Fig. 1b:** Aufsicht in unterschiedlichen Ebenen auf die Kavitäten

Fig. 2 Entformen und gegenseitigen Positionieren der Zahnräder

Fig. 3 Fixieren der Zahnräder in einer weiteren Kavität

Fig. 4 Entfernen der Auswerfer aus den beiden äußeren Zahnrädern

Fig. 5 Formgebung des Fixierteils durch Füllen der weiteren Kavität

Fig. 6 Grünling des Gegenstandes

[0026] Bisher wurden Versuche zur Herstellung von Feedstocks und das Pulverspritzgießen dieser Feedstocks zu einkomponentigen Teilen aus ZrO_2 , Al_2O_3 , Mischkeramik ZTA, Stähle 17-4PH und 316L durchgeführt und deren Schwundmaß durch Größe, Form und Gehalt der Partikel des Pulvers eingestellt. Es wurden gleiche und unterschiedliche Binder auf der Basis von Wasser, Oligomeren, Polymeren oder Mischsystemen eingesetzt.

[0027] Das **erste Ausführungsbeispiel** beschreibt die Herstellung eines Zahnradgetriebes gemäß **Fig. 6** durch Zweikomponenten-Spritzgießen.

[0028] Hierzu wird das in **Fig. 1a** schematisch dargestellte Werkzeug eingesetzt, das drei Kavitäten für drei herzustellende Zahnräder **11, 11', 12** aufweist, die, wie in **Fig. 1b** zu sehen ist, getrennt nebeneinander axial versetzt angeordnet sind. Das Werkzeug besitzt weiterhin eine Trennebene, die das Werkzeug in zwei Werkzeughälften **1, 2** teilt, und zwar in die auswerferseitige Werkzeughälfte **1** und in die düsenseitige Werkzeughälfte **2**. Hierbei sind die äußeren beiden Kavitäten für die Zahnräder **11, 11'** auf einer ersten Ebene in der auswerferseitigen Werkzeughälfte **1** und die mittlere Kavität für das Zahnrad **12** auf einer zweiten Ebene, die sich oberhalb der ersten Ebene in der düsenseitigen Werkzeughälfte **2** befindet, angeordnet.

[0029] Mit dem Einspritzen des ersten Feedstocks mit Zirkonoxidpulver werden nahezu gleichzeitig alle drei Kavitäten für die Zahnräder **11, 11', 12** mit Feedstock gefüllt. Nach Erstarrung des Feedstocks werden das Werkzeug in der Trennebene zwischen der auswerferseitigen Werkzeughälfte **1** und der düsenseitigen Werkzeughälfte **2** geöffnet und die drei Zahnräder **11, 11', 12** so aus den Kavitäten entformt, dass die Zahngeometrie freigelegt wird, während alle drei Zahnräder **11, 11', 12** zunächst noch auf den Auswerfern **3, 5, 5'** sitzen. Die Auswerfer **5, 5'** berühren die Zahnräder **11, 11', 12** jeweils lediglich auf ihrem Innendurchmesser. Die Auswerfer können gestuft sein, d.h. mit einer Auswerferhülse **4, 4'** versehen sein, so dass eine stirnseitige Kraftaufbringung der Auswerferhülse auf das Zahnrad das Entformen des Auswerfers unterstützt.

[0030] Wie in **Fig. 2** schematisch gezeigt, schieben beim Entformen die Auswerfer **2, 5, 5'** alle drei Zahnräder **11, 11', 12** über die Trennebene zwischen der auswerferseitigen Werkzeughälfte **1** und der düsenseitigen Werkzeughälfte **2** hinaus, so dass alle drei Zahnräder

11, 11', 12 in einer dritten Ebene liegen und sich dadurch im Eingriff befinden.

[0031] Danach werden gemäß der schematischen Darstellung in **Fig. 3** die Zahnräder **11, 11', 12** von Werkzeugbacken **6**, die eine Kavität für die Fixierung der Zahnräder aufweisen, umfasst und die Auswerfer **5, 5'** aus den äußeren Zahnrädern **11, 11'** herausgezogen, während der innere Auswerfer **3**, wie in **Fig. 4** schematisch gezeigt, im zentralen Zahnrad **12** verbleibt. Die Werkzeugbacken **6** weisen im Bereich der Naben der äußeren Zahnräder **11, 11'** eine Kavität **13** für das Fixierteil auf. Vorteilhaft ist eine Ausgestaltung des mittleren Auswerfers **3**, bei der dieser im Bereich, in dem er in der Nabe des Zahnrads **12** steckt, nicht rund, sondern oval oder kantig ausgeformt ist, so dass nach der Wärmebehandlung eine Antriebsachse formschlüssig in das mittlere Zahnrad **12** eingeschoben werden kann.

[0032] Die Werkzeugbacken **6**, die alle drei Zahnräder **11, 11', 12** umschließen, werden oberhalb und unterhalb der dritten Ebene, in der jetzt die Zahnräder **11, 11', 12** liegen, jeweils auf der den Zahnrädern **11, 11', 12** abgewandten Seite mit einem zweiten Feedstock, der Aluminiumoxidpulver enthält, umspritzt. Der Anspritzpunkt kann beliebig positioniert sein, vorteilhaft ist jedoch ein Anspritzpunkt in der Position **21**. Dabei füllt der zweite Feedstock die Kavitäten in den Werkzeugbacken **6** und das Volumen der von den zurückgezogenen Auswerfern **5, 5'** freigelegten Kavitäten in den äußeren Zahnrädern **11, 11'**, wodurch deren Achsen gebildet werden. Im Bereich der Naben der Zahnräder aus dem ersten Feedstock berührt der zweite Feedstock den ersten Feedstock, ohne dass es zu einer Vermischung der beiden Feedstocks kommt.

[0033] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Werkzeugbacken **6** besteht darin, dass die Werkzeugbacken **6** doppelwandig ausgeführt sind. Dabei werden der Raum zwischen den beiden Wänden und die Achsen der beiden äußeren Zahnräder **11, 11'** mit dem zweiten Feedstock gefüllt. In diesem Fall ist kein weiteres Werkzeug notwendig, um die äußere Form des zweiten Feedstocks zu begrenzen. Der zweite Feedstock bildet damit auch ein Fixierteil **14** für das Getriebe. Das Fixierteil **14** kann später als Gehäuse des Getriebes dienen.

[0034] Nach der Erstarrung des zweiten Feedstocks werden gemäß der schematischen Darstellung in **Fig. 5** die Werkzeugbacken **6** aus dem Grünling, der nun aus zwei Feedstocks besteht, herausgezogen. Durch den Einsatz desselben oder eines ähnlichen Binders im Feedstock wird das Entbinderungsverhalten abgestimmt. Bedingt durch die angepasste Pulverpartikelverteilung, -füllgrad und -form sintern beide Feedstocks bei der gleichen Sintertemperatur mit einem Sinterschrumpf, der entweder für die Teile **11, 11', 12** und das Fixierteil **14** gleich groß ist oder für das Fixierteil **14** etwas größere Werte annimmt.

[0035] Kommt es zum Anhaften der Zirkondioxidteile an die Aluminiumoxidteile, so wandeln sich diese bei der ersten Bewegung des Getriebes zu einer löslichen Ver-

bindung.

[0036] Das **zweite Ausführungsbeispiel** stellt eine Variante des ersten Ausführungsbeispiels dar, wobei das Zahnrad gemäß **Fig. 6** im Dreikomponenten-Spritzgießen hergestellt wird.

[0037] Hierbei erfolgt analog zum ersten Beispiel die Formgebung der Zahnräder **11, 11', 12**. Auch das gleichzeitig als Gehäuse dienende Fixierteil **14** wird in gleicher Weise geformt. Jedoch verbleiben während des Einspritzens des zweiten Feedstocks für das Gehäuse alle Auswerfer **3, 5, 5'** in den Naben der Zahnräder **11, 11', 12**. Erst danach werden die Auswerfer **5, 5'** für die äußeren Zahnräder **11, 11'** gezogen und der frei werdende Hohlraum mit einem dritten Feedstock gefüllt, der das Volumen der Achsen der beiden äußeren Zahnräder **11, 11'** einnimmt. Der dritte Feedstock enthält ebenso wie der zweite Feedstock Aluminiumoxidpulver, jedoch mit einem Pulverfüllgrad und/oder einer Pulverpartikelgrößenverteilung, die einen größeren Schrumpf beim Sintern zulässt als im ersten oder zweiten Feedstock. Damit wird ein geringer Lagerspalt zwischen den Zahnrädern **11, 11'** und den Achsen realisiert. Die Länge der Achsen ist durch die Form des Werkzeugs so dimensioniert, dass sie zum Sinterschrumpf passt. Der zweite Feedstock kann gegenüber dem ersten Feedstock denselben oder einen geringfügig geringeren Sinterschrumpf aufweisen. Mit dem Unterschied im Sinterschrumpf werden Abstand und Spiel zwischen den Zahnrädern und dem Fixierteil eingestellt.

[0038] Im Folgenden werden besondere Ausgestaltungen von Werkzeugen und Getrieben beschrieben.

[0039] Es ist vorteilhaft, das Werkzeug als Dreiplattenwerkzeug mit Drehteller auf der auswerferseitigen Werkzeughälfte **1** auszustatten. Nach der Formgebung der Zahnräder **11, 11', 12** und dem Öffnen des Werkzeugs erfolgt die Trennung des Anguss- und Verteilersystems oder des Heißkanals von den Zahnrädern **11, 11', 12**. Danach dreht die auswerferseitige Werkzeughälfte **1** die Zahnräder **11, 11', 12** mit Hilfe des Drehtellers in Richtung der Werkzeugbacken **6**, die auf der Düsenseite, auf der auswerferseitigen Werkzeughälfte **1**, der düsenseitigen Werkzeughälfte **2** oder außerhalb des Werkzeugs befestigt sein können. Eine besondere Ausgestaltung des Werkzeugs erlaubt es, bereits während der Formgebung des Fixierteils **14** (Gehäuses) bzw. der Achsen in den Kavitäten der Zahngeometrie, die in vorteilhafter Weise auf der düsenseitigen Werkzeughälfte **2** angeordnet sind, die nächsten Zahnräder zu formen.

[0040] Soll ein größerer Spalt zwischen den Stirnflächen der Zahnräder und den Nabenbereichen des Gehäuses eingestellt werden, so stehen mindestens zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Zum einen definiert die Stärke der Werkzeugbacken **6** und der Sinterschrumpf sowie die Differenz des Sinterschrumpfs zwischen dem ersten und dem zweiten Feedstock den Spalt.

[0041] Zum anderen können an die Zahnräder bzw. die Gehäuse im Bereich der Naben oder der Stirnflächen der Zahnräder kleine pyramiden- oder kegelförmige Mi-

kroerhebungen angeformt werden. Selbst wenn es im Bereich der Spitzen der Pyramiden oder Kegel zum Zusammensintern von Zahnrädern und Gehäuse kommt, wie z. B. beim Einsatz verschiedener Stähle, kann durch ein Aufbringen eines Drehmoments zwischen Zahnrädern und Gehäuse im Zustand des Grünlings oder vorzugsweise im gesinterten Zustand diese Verbindung durch ihre Kleinheit leicht gebrochen werden.

10 Bezugszeichenliste

[0042]

1	Auswerferseitige Werkzeughälfte
2	Düsenseitige Werkzeughälfte
3	Auswerfer für das zentrale Teil
4,4'	Auswerferhülse für die äußeren Teile
5,5'	Auswerfer für die äußeren Teile
6	Werkzeugbacken mit Kavität für das Fixierteil
11,11'	Äußeres Teil (Zahnräder)
12	Zentrales Teil (Zahnräder)
13	Kavität für das Fixierteil
14	Fixierteil
21	Anspritzpunkt

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Gegenstandes aus mindestens zwei selbständigen, gegeneinander beweglich verbundenen Zahnrädern, die in einem Fixierteil zueinander positioniert sind, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen eines Werkzeugs, das für jedes der zu formenden selbständigen, gegeneinander beweglich verbundenen Zahnräder eine Kavität und weiterhin eine Trennebene aufweist, die das Werkzeug in zwei Werkzeughälften trennt, und die Kavitäten voneinander getrennt jeweils abwechselnd in einer der beiden Werkzeughälften angeordnet sind,
- Füllen der mindestens zwei Kavitäten mit einer aushärtbaren oder erstarrenden Formmasse, die einen pulverförmigen Sinterwerkstoff und einen Binder enthält, und Erstarrenlassen der Formmasse, wodurch sich in jeder der mindestens zwei Kavitäten jeweils das zu formende

Zahnrad bildet,

- c) Entformen der mindestens zwei gebildeten Zahnräder aus den mindestens zwei Kavitäten,
 - d) Übertragen der mindestens zwei entformten Zahnräder in eine weitere im Werkzeug vorhandene Kavität und Füllen der weiteren Kavität mit einem weiteren Werkstoff, wodurch das Fixierteil abgeformt wird, wobei zwischen den mindestens zwei Zahnrädern und dem Fixierteil jeweils zunächst eine feste Verbindung besteht,
 - e) Wärmebehandeln des Gegenstands, so dass die feste Verbindung in einen Abstand zwischen den mindestens zwei Zahnrädern und dem Fixierteil überführt wird, wodurch die mindestens zwei Zahnräder beweglich und positioniert zum Fixierteil werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die entformten Zahnräder mittels Führungselementen, die nach dem Übertragen ganz oder teilweise in der mindestens einen weiteren Kavität verbleiben, übertragen werden.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die mindestens zwei selbständigen, gegeneinander beweglich verbundenen Zahnräder nach dem Füllen der Kavitäten so in einer Ebene angeordnet werden, dass sich hierbei die Zahnräder in Eingriff befinden, ohne sich zu berühren.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Werkstoff zum Spritz- oder Heißgießen aus mindestens einer Spritzeinheit über mindestens einen Kanal den mindestens zwei Kavitäten zugeführt wird und ein weiterer Werkstoff zum Spritz- oder Heißgießen aus einer Spritzeinheit über einen Kanal der weiteren Kavität zugeführt wird.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die mindestens zwei Werkstoffe mittels Zwei- oder Mehr-Komponenten-Spritzgießen zugeführt werden.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Gegenstand in Schritt e) entbindert und gesintert wird.

Claims

1. Method for producing an article composed of at least two autonomous gear wheels connected movably against each other and positioned relative to each other in a fixing part, comprising the steps of:

a) providing a die which, for each of the autonomous gear wheels to be moulded that are connected movably against each other, has a cavity

and also a separating plane which separates the die into two die halves and wherein the cavities are each arranged separate from one another alternately in one of the two die halves,

b) filling the at least two cavities with a curable or solidifying moulding composition which contains a pulverulent sintering material and a binder, and allowing the moulding composition to solidify whereby, in each of the at least two cavities, the respective gear wheel to be formed is moulded,

c) demoulding the at least two gear wheels formed from the at least two cavities,

d) transferring the at least two demoulded gear wheels into a further cavity in the die and filling the further cavity with a further material, whereby the fixing part is cast, wherein, between the at least two gear wheels and the fixing part, there initially always is a firm connection,

e) heat-treating the article so that the firm connection is converted to a distance between the at least two gear wheels and the fixing part, whereby the at least two gear wheels become movable and positioned relative to the fixing part.

2. Method according to claim 1, wherein the demoulded gear wheels are transferred by means of guiding elements which, following the transfer, wholly or partly remain in the at least one further cavity.
3. Method according to claim 1 or 2, wherein the at least two autonomous gear wheels, which are connected movably against each other, are arranged, after filling the cavities, in one plane such that, in so doing, the gear wheels are meshed without touching each other.
4. Method according to any one of the claims 1 to 3, wherein a material for injection moulding or hot moulding is delivered from at least one injection unit via at least one channel to the least two cavities and a further material for injection moulding or hot moulding is delivered from an injection unit via a channel of the further cavity.
5. Method according to any one of the claims 1 to 4, wherein the at least two materials are delivered by means of two- or multi-component injection moulding.
6. Method according to any one of the claims 1 to 5, wherein the article is debindered and sintered in step e).

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un objet comprenant au moins deux pignons indépendants, reliés de manière mobile l'un par rapport à l'autre, et positionnés l'un par rapport à l'autre dans une pièce de fixation, procédé comprenant les étapes suivantes :
 - a) utiliser un outil ayant une cavité pour chacun des pignons à former indépendamment et reliés de manière mobile l'un par rapport à l'autre et aussi un plan de séparation qui divise l'outil en deux moitiés et sépare les cavités l'une de l'autre et qui se trouve de manière alternée dans l'une des moitiés d'outil,
 - b) remplir au moins les deux cavités avec une masse de moulage durcissable ou qui se fige, contenant un matériau de frittage, pulvérulent et un liant et laisser figer la masse moulée pour qu'il se forme dans chacune des deux cavités, chaque fois le pignon à réaliser,
 - c) mouler les deux pignons dentés formés dans les deux cavités,
 - d) transférer les deux pignons démoulés dans une autre cavité existant dans l'outil et remplir cette autre cavité avec un autre matériau de façon que la partie fixe donne la forme,

* une liaison fixe existant tout d'abord entre les deux roues dentées de la pièce de fixation,

e) faire un traitement thermique de l'objet pour que la liaison fixe soit transformée en une distance entre les deux pignons dentés et la pièce de fixation pour que les deux pignons soient mobiles et positionnés par rapport à la pièce de fixation.
2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel les pignons dentés démoulés, sont transférés à l'aide d'éléments de guidage qui, après le transfert, restent en totalité ou en partie dans au moins une autre cavité.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, selon lequel au moins deux pignons indépendants, reliés de manière mobile l'un par rapport à l'autre, sont installés après le remplissage des cavités, dans un plan de façon que les pignons soient en prise sans se toucher.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, selon lequel on introduit un matériau pour l'injection ou la coulée à chaud par au moins une unité d'injection par au moins un canal vers au moins deux cavités et on transfère un autre matériau d'injection ou de coulée à chaud à partir d'une unité d'injection par un canal à l'autre cavité.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, selon lequel au moins les deux matériaux sont fournis par une injection à deux ou plusieurs composants.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, selon lequel l'objet est séparé du liant et est fritté dans l'étape e).

Fig. 1a

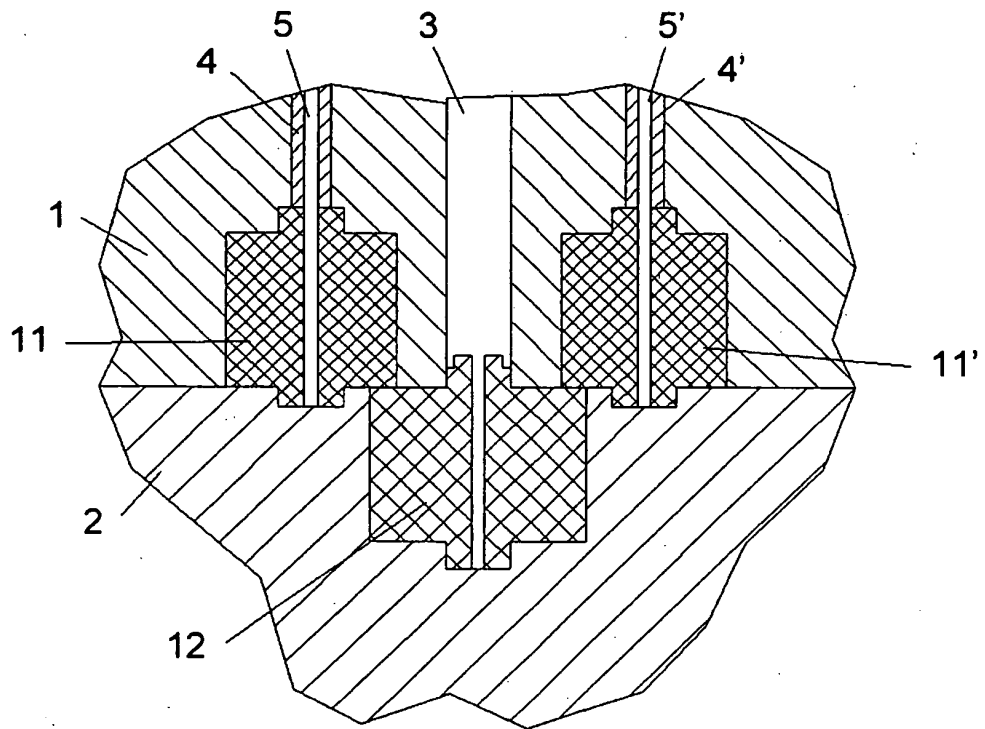


Fig. 1b

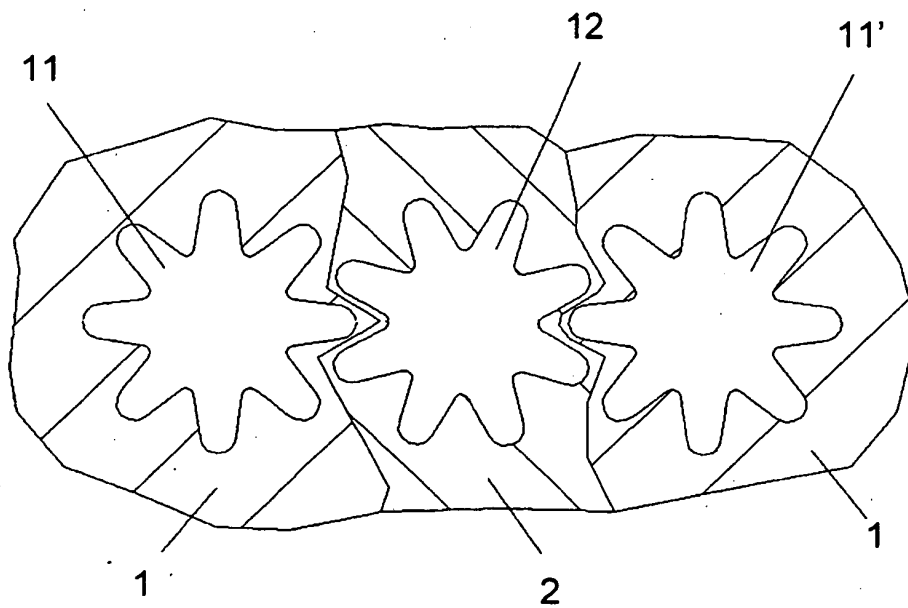


Fig. 2

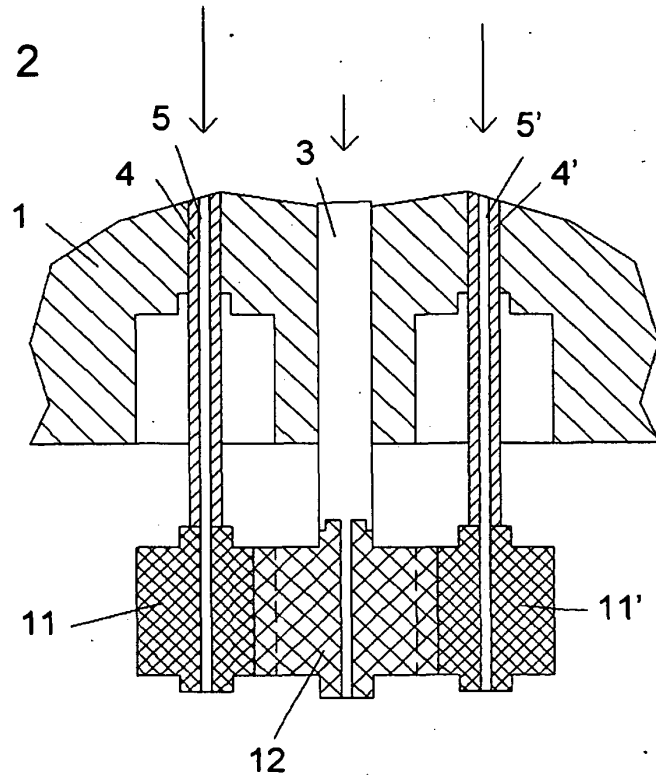


Fig. 3

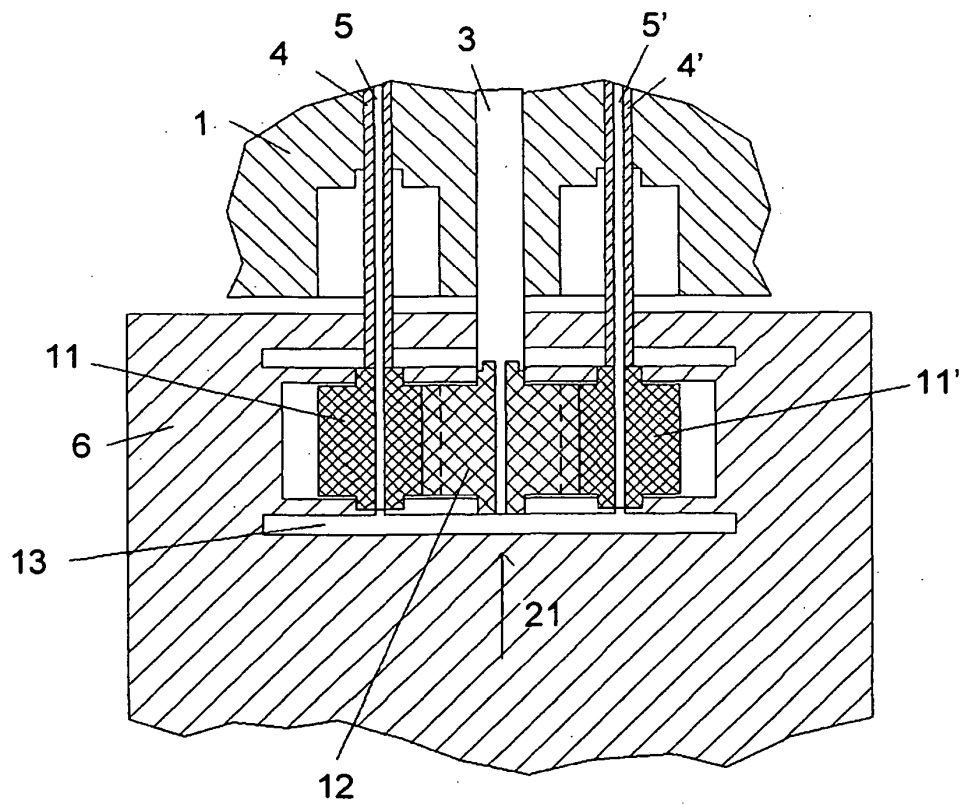


Fig. 4

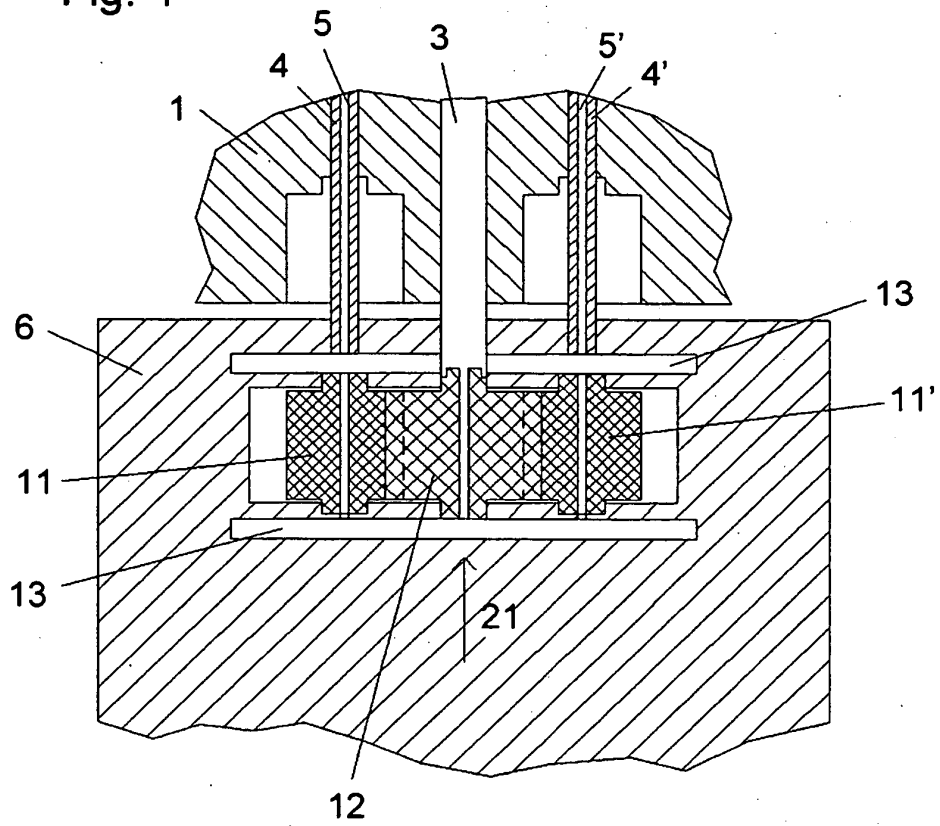


Fig. 5

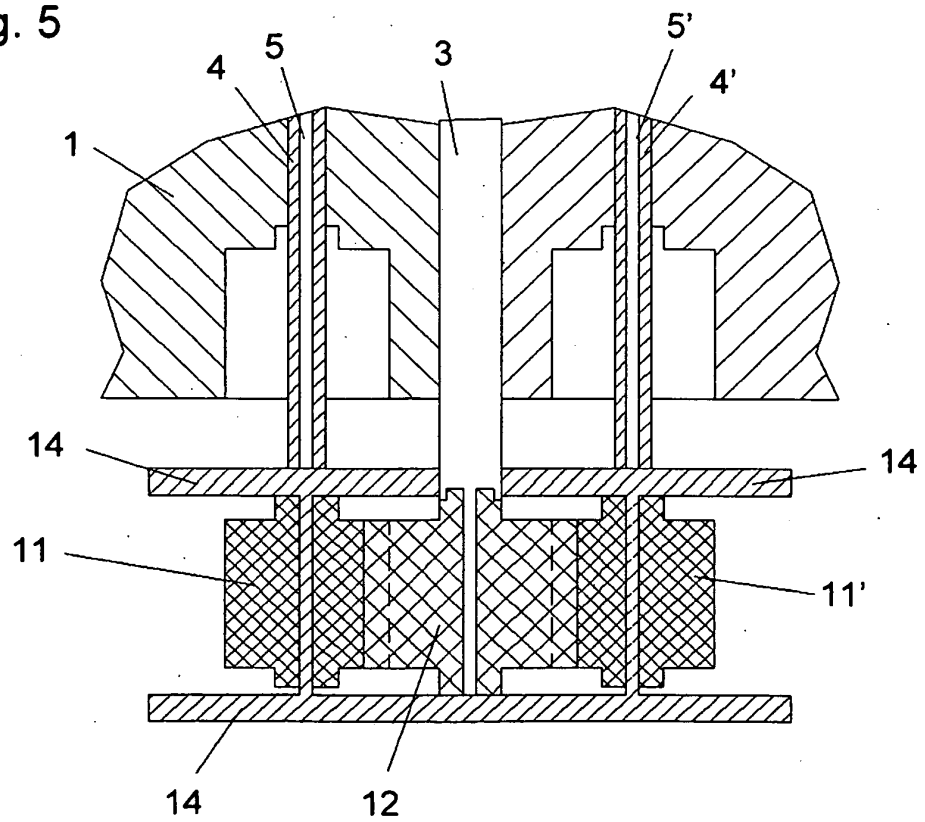
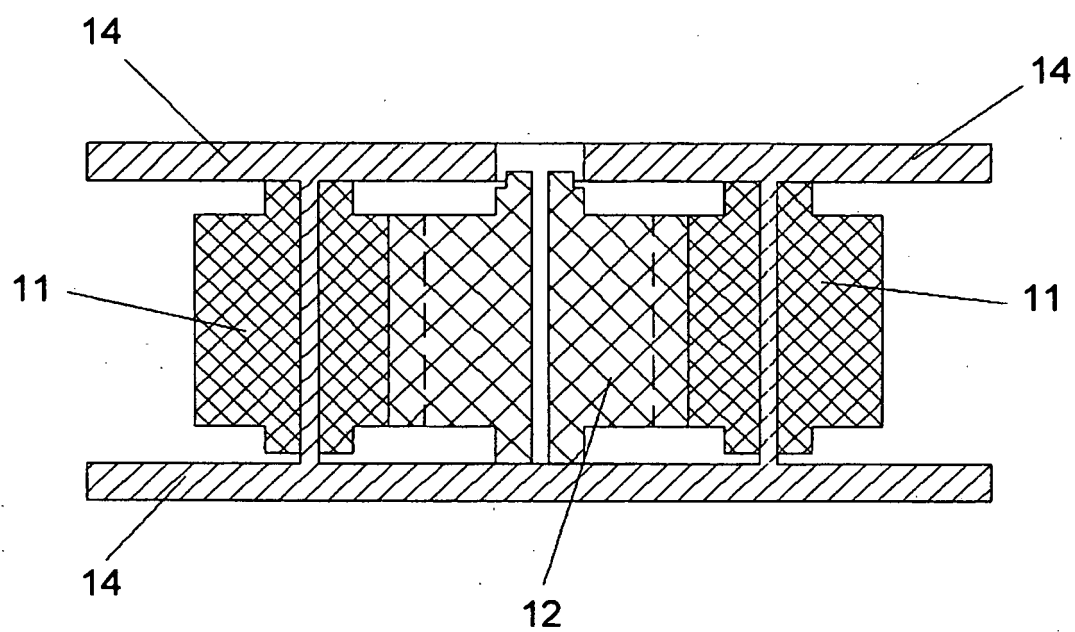


Fig. 6



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 3340122 A1 [0002]
- DE 19652223 C2 [0003]
- JP 6093306 A [0005]
- EP 1295657 A1 [0006]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Spritzgießen ersetzt die Montage. *VDI-Nachrichten*, 22. Oktober 2004, 30 [0004]