



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.2002 Patentblatt 2002/31

(51) Int Cl.7: **B22D 19/00**

(21) Anmeldenummer: **02000907.2**

(22) Anmeldetag: **16.01.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Eickworth, Erwin**
44141 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **Langmaack, Jürgen, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Maxton &Langmaack
Postfach 51 08 06
50944 Köln (DE)

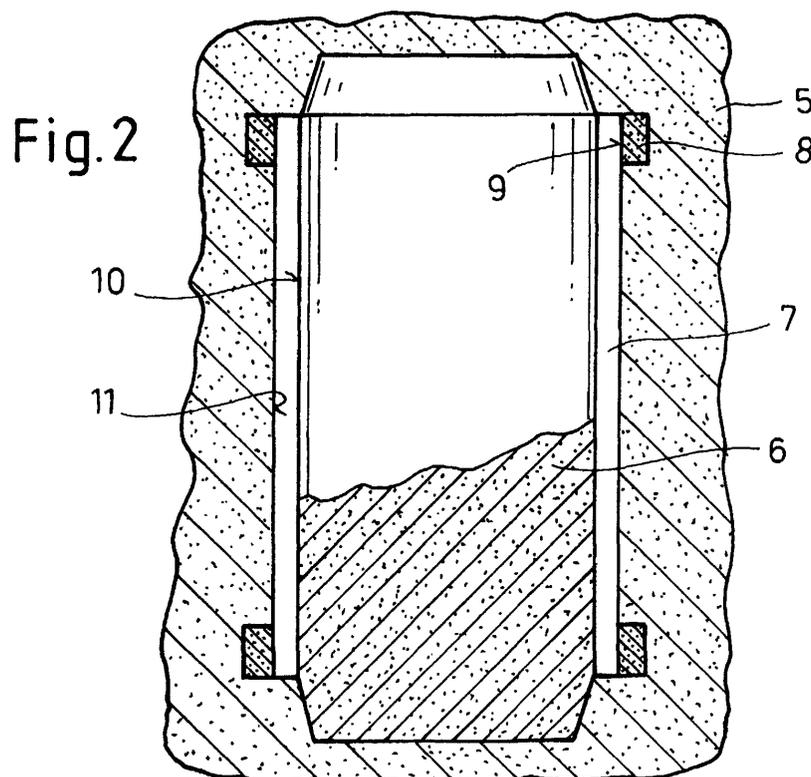
(30) Priorität: **26.01.2001 DE 10103596**

(71) Anmelder: **EISENWERK BRÜHL GMBH**
50321 Brühl (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines aus wenigstens zwei unterschiedlichen Metallwerkstoffen gebildeten Gusswerkstücks**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines aus wenigstens zwei unterschiedlichen Metallwerkstoffen gebildeten Gußwerkstückes, wobei in einer ersten Gießform zunächst ein Teilstück aus einem ersten Metallwerkstoff gegossen wird, das danach unter Verwendung einer zweiten Gießform mit einem zweiten

Metallwerkstoff so umgossen wird, daß der zweite Metallwerkstoff in vorgegebenen, Kontaktflächen bildenden Bereichen am Teilstück formschlüssig dicht anliegt, dasdadurch gekennzeichnet ist, daß beim Abgießen der ersten Gießform am Teilstück die Kontaktflächen als Rauflächen geformt werden.



Beschreibung

[0001] Bei der Konzeption von gegossenen Werkstücken ist man bestrebt, durch Maßnahmen der Formgebung eine hohe Gestaltfestigkeit bei möglichst geringem Gewicht zu erzielen. Dem sind jedoch schon aus gießtechnischen Gründen Grenzen gesetzt, da Mindeststärken eingehalten werden müssen, damit auch die gewünschte Gußqualität erreicht werden kann. Da vielfach bei einem Werkstück nicht alle Bereiche der Konstruktion "tragende" Funktion besitzen, sondern zum Teil nur als Abdeckung oder als verbindende Elemente dienen, hat man zur Reduzierung des Gesamtgewichts derartiger Werkstücke den Weg beschritten, die Bereiche mit "tragenden" Funktionen aus einem höher belastbaren Metallwerkstoff mit größerer Dichte herzustellen als die übrigen Bereiche.

[0002] So ist man beispielsweise im Motorenbau dazu übergegangen, die Bereiche mit tragenden Funktionen, wie beispielsweise die Lagerstühle und die Laufbüchsen aus einem Grauguß herzustellen und die übrigen Bereiche, so beispielsweise die sogenannten Wassermäntel und/oder die Wandungen des Kurbelgehäuses aus einem Leichtmetallwerkstoff zu gießen. Bei diesem Verfahren wird zunächst in einer ersten Gießform das Teilstück mit den tragenden Funktionen aus einem ersten Metallwerkstoff gegossen, beispielsweise aus einem Grauguß, und danach unter Verwendung einer zweiten Gießform dieses Teilstück mit einem zweiten Metallwerkstoff, beispielsweise einem Leichtmetall umgossen. Hierbei muß das erste Teilstück in den die Kontaktflächen zwischen den beiden Metallwerkstoffen bildenden Bereichen so gestaltet werden, daß eine feste Verbindung zwischen dem ersten Teilstück und dem angegossenen Teilen entsteht. Zu diesem Zweck wurden am ersten Teilstück in den Kontaktbereichen beim Gießen oder durch nachträgliche Bearbeitung Profilierungen hergestellt, die beim Umgießen des Teilstücks mit dem zweiten metallischen Werkstoff von diesem ausgefüllt werden und eine formschlüssige Verbindung bilden, wobei die Schrumpfung des zweiten Metallwerkstoffs beim Abkühlen die Festigkeit der Verbindung beider Metallwerkstoffe im Bereich der Kontaktflächen erhöht.

[0003] Metallwerkstoffe im Sinne der vorliegenden Erfindung umfassen Metalle und Metallegierungen, wobei der Unterschied der hier einzusetzenden Metallwerkstoffe durch unterschiedliche dichten und/oder unterschiedliche Schmelztemperaturen gegeben ist. Für das herzustellende, ggf. tragende Teilstück ist die Verwendung eines Metallwerkstoffs mit größerer Dichte und/oder höherer Schmelztemperatur zweckmäßig, während für den weiteren Metallwerkstoff ein Metall oder eine Metallegierung mit geringerer Dichte und/oder geringerer Schmelztemperatur einzusetzen ist.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das vorstehend beschriebene Verfahren zu verbessern.

[0005] Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß beim Abgießen der ersten Gießform

am Teilstück die Kontaktflächen als Rauflächen geformt werden. Bei einer Rauhtiefe, die beispielsweise im Bereich von 1 mm liegen kann, ergibt sich ein fester Verbund zwischen dem ersten und dem zweiten Metallwerkstoff, wenn der zweite Metallwerkstoff die Vertiefungen der Raufläche ausfüllt. In vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß die Raufläche beim Gießen jeweils durch in die erste Gießform integrierte, mit einer Formfläche versehene Formelemente geformt wird. Diese Formelemente können nach Art von Kernen in die Gießform eingesetzt sein.

[0006] Während es grundsätzlich möglich ist, die Raufläche durch eine Profilierung der Formfläche an den Formelementen zu formen, ist in vorteilhafter Ausgestaltung vorgesehen, daß das Formelement als verlorenes Formteil aus einem körnigen Formstoff gebildet ist und daß die die Raufläche formende Profilierung durch zumindest einen Teil des Formstoffs gebildet wird. So ist es beispielsweise möglich, das Formelement in üblicher Weise aus einem Kernsand oder Gießereisand herzustellen und hierbei zumindest für den die Kontaktfläche formenden Bereiche einen groben Formsand bzw. Kernsand vorzusehen, wobei ggf. dem Formstoff noch zusätzliche Grobpartikel zugesetzt werden, wie sie üblicherweise in Kern- der Formsanden nicht enthalten sind, um so eine deutliche Rauhtiefe der Kontaktfläche zu erzeugen.

[0007] In vorteilhafter weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß beim Abgießen des Teilstücks der die Raufläche formende Anteil des Formstoffs zumindest teilweise beim Erstarren des ersten Metallwerkstoffs in diesen als die Raufläche bildender Teil eingebunden wird. Dies kann beispielsweise dadurch bewirkt werden, daß der Formstoff Grobpartikel enthält, die über einen Binder am Formelement gehalten werden. Beim Abgießen fließt die Metallschmelze teilweise in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Grobpartikeln ein, so daß beim Ausformen des fertigen Teilstücks die Grobpartikel aus dem Formstoffverbund gelöst werden und in der Raufläche gehalten werden. Ein Teil der Grobpartikel wird demgegenüber nicht in den Metallwerkstoff eingebunden sondern formt lediglich Vertiefungen, so daß eine grobe Raustruktur erzielt wird.

[0008] Die Einbindung der aus dem Formstoff des Formelementes abgenommenen Partikel kann, wie vorstehend beschrieben, rein mechanisch-geometrisch erfolgen. Durch eine entsprechende Wahl in der Zusammensetzung des Formstoffs zumindest im Bereich der Formfläche besteht dann auch die Möglichkeit, daß durch Zumischungen von schmelzbaren Partikeln, die beispielsweise eine Schmelztemperatur aufweisen, die unter der Schmelztemperatur des ersten Metallwerkstoffs liegt, der noch zusätzlich mit den nichtschmelzenden, in die Raufläche einzubindenden Partikeln eine Art Matrix bildet, so daß die Einbindung der nichtschmelzenden Partikel noch verbessert wird. Dieser

schmelzbare Teil kann beispielsweise durch Metallpartikel gebildet werden, wobei es zweckmäßig sein kann, daß die Metallpartikel aus einem Metallwerkstoff bestehen, der mit dem zweiten, die Rauhfäche beim zweiten Gußvorgang umschließenden Metallwerkstoff identisch oder legierbar ist, d. h. durch die heiße Schmelze des zweiten Werkstoffs beim Umgießen der Rauhfäche angeschmolzen wird, so daß eine metallische Verbindung zwischen dem zweiten Metallwerkstoff und dem Werkstoff der Rauhfächenmatrix gebildet wird.

[0009] Weitere Merkmale der Erfindung sind den Ansprüchen sowie der nachstehenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels zu entnehmen. Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 im Teilschnitt eine Zylinderlaufbüchse aus Grauguß, eingegossen in einen Motorblock aus Leichtmetall,

Fig. 2 im Teilschnitt eine Gießform zur Herstellung einer Zylinderlaufbüchse,

Fig. 3 in stark vergrößertem Maßstab im Schnitt eine als Rauhfäche geformte Kontaktfläche,

Fig. 4 eine andere Bauform eines Verbundmotorblocks.

[0010] Fig. 1 zeigt sehr schematisch einen vertikalen Teilschnitt durch den Zylinderbereich eines Motorblocks einer Kolbenbrennkraftmaschine. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind Zylinderlaufbüchsen 1.1 aus einem Graugußwerkstoff als Teilstück 1 in einen Motorblock 2 aus einem Leichtmetallwerkstoff eingegossen. Die Herstellung eines derartigen Motorblocks erfolgt in der Weise, daß in einer ersten Gießform als Teilstück 1 zunächst die Laufbüchsen 1.1 hergestellt werden, die ggf., wie in Fig. 4 dargestellt, unmittelbar mit den Lagerstühlen 1.2 zur Lagerung der Kurbelwelle verbunden sind. Dieses Teilstück 1 aus einem Graugußwerkstoff, beispielsweise die dargestellte Zylinderlaufbüchse 1.1, wird nach dem Abgießen der ersten, in der Regel als Sandform hergestellten Gießform ausgeformt und in üblicher Weise gereinigt. Anschließend wird das Teilstück 1, bei einem Motorblock einer Mehrzylindermaschine mehrere derartiger als Block ausgebildeter Zylinderlaufbüchsen, in eine zweite Gießform eingesetzt, wobei die zu bildenden Freiräume, beispielsweise der Wassermantel 3 durch entsprechende Kerne ausgefüllt werden und andererseits Kontaktflächen 4 zwischen dem ersten Metallwerkstoff und dem zweiten Metallwerkstoff gegeben sind, durch die der Verbund zwischen dem Teilstück 1 und dem übrigen Teil 2 bewirkt wird.

[0011] Um nun eine feste Verbindung zwischen dem ersten Metallwerkstoff des Teilstücks 1 und dem zweiten Metallwerkstoff zu bewirken, sind die Kontaktflächen 4 bereits bei der Herstellung des Teilstücks 1 als Rauhfächen geformt, so daß beim Umgießen des Teilstücks 1

mit dem zweiten Metallwerkstoff im Bereich der Kontaktflächen eine feste im wesentlichen formschlüssige Verbindung entsteht.

[0012] Das Verfahren zur Herstellung der Rauhfäche wird anhand eines vereinfachten Verfahrens der Herstellung einer Zylinderlaufbüchse mit Fig. 2 näher erläutert. In eine beispielsweise zweiteilige Sandform 5 wird ein Kern 6 eingelegt, so daß ein Formraum 7 beispielsweise in Form eines Kreiszyllinders gebildet wird. Die Sandform 5 weist jeweils zur Formung der Kontaktflächen 4 Formelemente 8 auf, die in bezug auf den Formraum 7 mit einer Formfläche 9 zur Formung der Rauhfäche jeweils am endseitigen Außenumfang der zu erstellenden Zylinderlaufbüchse vorgesehen sind.

[0013] Je nach Gießverfahren zur Erstellung des Teilstücks kann das Formelement 8 als wiederverwendbares Formelement ausgebildet sein, so daß die Formfläche mit einer entsprechenden dauerhaften Profilierung versehen ist.

[0014] Für den vorliegenden Fall der Herstellung einer Zylinderlaufbüchse in einer Sandform ist das Formelement 8 jedoch als verlorenes Formteil aus einem körnigen Formstoff, beispielsweise einem Kernsand hergestellt und die die Rauhfäche formende Profilierung der Formfläche 9 wird durch zumindest einen Teil des Formstoffs gebildet. Das Formteil 8 kann hierbei beispielsweise aus einem sehr groben Formsand gebildet werden mit einem hohen Anteil an Grobpartikeln bis etwa 1,5 mm Durchmesser. Der die Rauhfäche formende Teil des Formstoffs kann auch aus Formstoffmischungen bestehen, die Metalloxide und/oder Metallpartikeln enthalten.

[0015] Die formende Oberfläche 10 des Kernes 6 und auch die formende Oberfläche 11 der Sandform 5 im Bereich zwischen den beiden Formflächen 9 sind zweckmäßigerweise mit einer Schlichte versehen, um eine hohe Oberflächengüte in diesen Bereichen zu erzielen. Nach dem Abgießen wird das fertige Teilstück ausgeformt und in üblicher Weise vom Formstoff, beispielsweise durch Kugelstrahlen gereinigt.

[0016] In Fig. 3 ist in einer Schnittdarstellung in größerem Maßstab eine Kontaktfläche 4 am fertigen Teilstück 1 dargestellt. Wie aus der Schnittdarstellung zu erkennen, sind beim Abgießen des Formraumes 7 im Bereich der Formfläche 9 aus dem Formstoff des Formelementes 8 teilweise Partikel 12 abgetrennt und in den Metallwerkstoff des Teilstücks 1 eingebunden, so daß hier entsprechende Vorsprünge gebildet werden. Soweit die Partikel nicht in den Metallwerkstoff eingebunden sind sondern beim Abreinigen herausfallen, werden entsprechende Vertiefungen 13 in die Kontaktfläche eingeformt, so daß sich insgesamt eine stark strukturierte Rauhfäche ergibt, deren Rauhtiefe nicht ausschließlich durch die Größe der eingebundenen Partikel 12 und/oder der durch Grobpartikel gebildeten Vertiefungen 13 definiert ist, sondern auch durch die eingeformten Vertiefungen 13, so daß eine Oberflächenstruktur mit einer deutlichen Rauhtiefe gegeben ist.

[0017] Wird, wie aus Fig. 1 erkennbar, eine mit derartigen Rauflächen als Kontaktflächen versehenes Teilstück aus einem Metallwerkstoff mit höherer Schmelztemperatur in eine weitere Gießform eingelegt und mit einem Metallwerkstoff mit geringerer Schmelztemperatur umgossen, wie anhand von Fig. 1 beschrieben, dann entsteht durch den in die Raufläche einfließenden zweiten Metallwerkstoff eine feste und auch dichte Verbindung zwischen beiden Metallwerkstoffen.

[0018] Das Formelement 8 enthält zweckmäßigerweise zumindest in seinem die Raufläche formenden Bereich eine Beimischung aus wenigstens einem Metalloxid. Zweckmäßig ist auch eine Mischung, die zumindest in dem die Raufläche formenden Teils des Formstoffes mit Metallpartikeln versehen ist, wobei zweckmäßigerweise die Metallpartikel eine gegenüber der Schmelztemperatur des ersten Metallwerkstoffs geringere Schmelztemperatur aufweisen. Damit ergibt sich nicht nur eine formschlüssige Einbindung der Grobpartikel 12 in den ersten Metallwerkstoff, sondern es entsteht zwischen den einzelnen Partikeln auch noch eine Art metallischer Matrix, die die Einbindung verbessert. Bestehen die Metallpartikel aus dem zweiten Metallwerkstoff oder einem mit diesem legierbaren Metall oder Metallwerkstoff, dann ergibt sich beim Abgießen mit dem zweiten Metallwerkstoff zwischen diesem und der Matrix der Raufläche eine metallisch feste Verbindung.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet somit den Vorteil, daß zwei nicht miteinander durch Schmelzen verbindbare Metallwerkstoff bei der Erstellung eines Bauteils fest miteinander verbunden werden können. Als erster Metallwerkstoff wird bevorzugt ein Eisenwerkstoff verwendet, insbesondere eine Graugußwerkstoff.

[0020] Im Hinblick auf das Ziel einer Gewichtsreduzierung ist als zweiter Metallwerkstoff ein NE-Metallwerkstoff, vorzugsweise ein Leichtmetallwerkstoff, insbesondere ein Aluminiumwerkstoff vorgesehen.

[0021] Als Formstoff für das Formelement ist die Verwendung von Gießereiformsand zweckmäßig. Zweckmäßig ist es hierbei, wenn der Formstoff zusätzlich als Metalloxid noch Eisenoxid (Fe_2O_3) enthält. Durch die Zumischung von Eisenoxid zum Formsand ergibt sich eine Raufläche, die durch sogenannte Vererzung zwischen dem beispielsweise aus einem Graugußwerkstoff bestehenden ersten Metallwerkstoff und den vom Grauguß eingebundenen Formstoffanteilen gebildet wird.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht nur für das als Ausführungsbeispiel angegebene Verfahren zum Eingießen von Graugußzylinderbüchsen in einen Leichtmetall-Motorblock anwendbar. Das Verfahren ist grundsätzlich in allen Fällen einsetzbar, in denen ein oder mehrere Teilstücke, in der Regel tragende Teile der Gesamtkonstruktion, aus einem belastbaren Gußwerkstoff erstellt werden, die anschließend dann in eine zweite Gießform zusammen mit weiteren Kernen oder sonstigen formgebenden Teilen eingelegt und entspre-

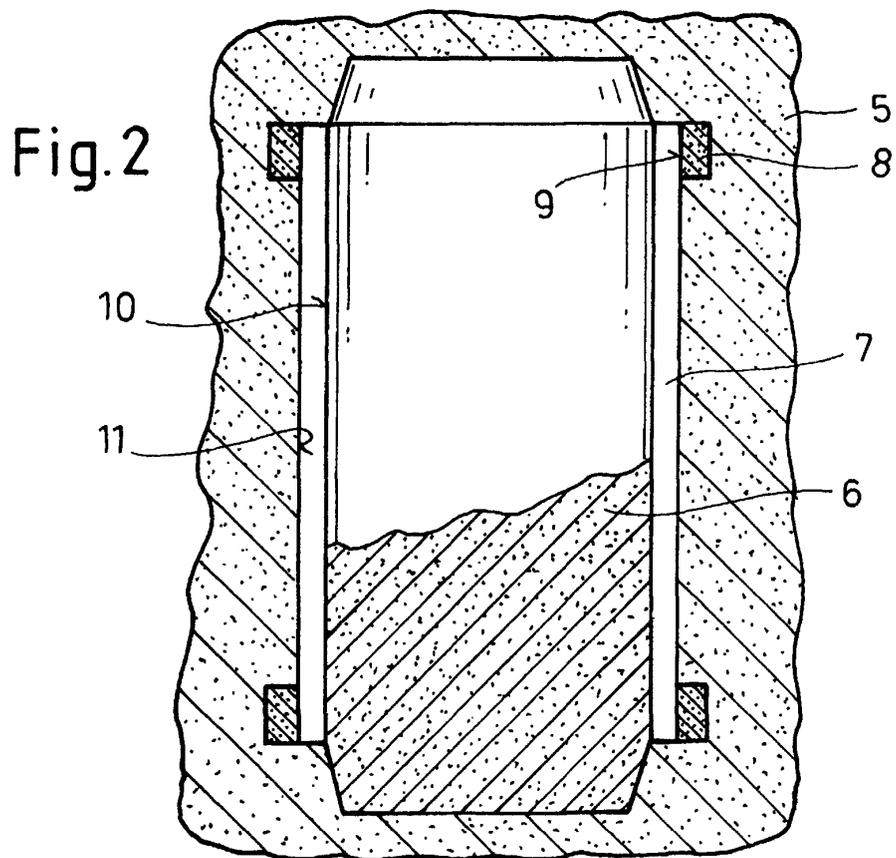
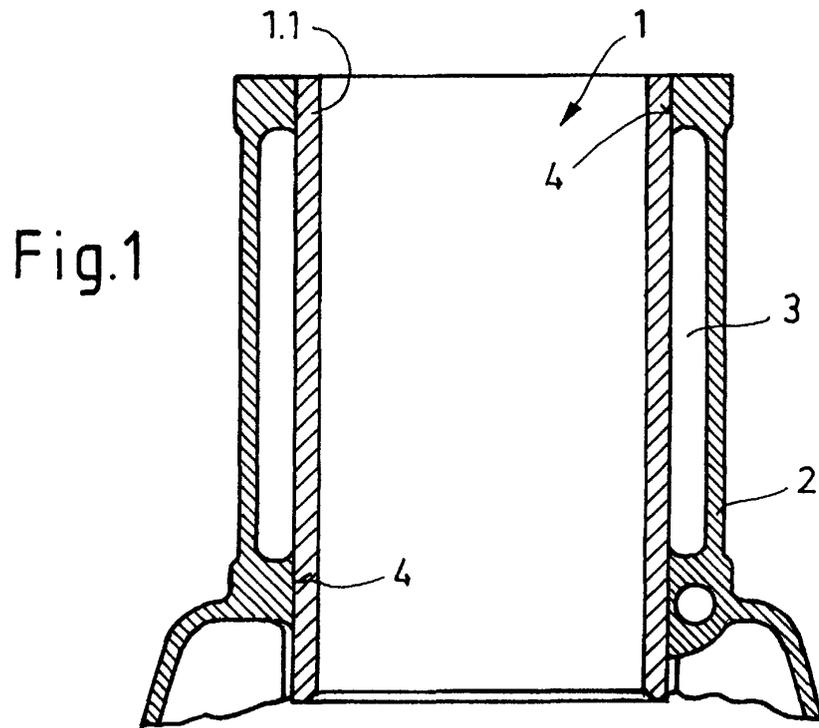
chend der Formgebung für das fertige Gußwerkstück mit dem zweiten Metallwerkstoff umgossen werden, wobei insbesondere bei einer doppelwandigen Ausführung des Gußwerkstückes die beiden Metallwerkstoffe nur in vorgegebenen durch die Kontaktflächen gegebenen Bereiche miteinander in Berührung stehen und in diesen Bereichen eine feste Verbindung zwischen den beiden Metallwerkstoffen bewirken.

[0023] Bei entsprechender Komplexität des zu erstellenden Teilstückes können die die Rauflächen formenden Formelemente der ersten Gießform auch durch Teile der Gießform selbst gebildet werden. So ist beispielsweise die Möglichkeit gegeben, den die Raufläche formenden Flächenbereich der Gießform beispielsweise mit einem leicht verdampfenden Bindemittel zu versehen oder aber das vorhandene Porenvolumen anzufeuchten, so daß beim Abguß das normalerweise bei der Herstellung von Gußwerkstücken unerwünschte Einbinden von Partikeln des Formstoffs der Gießform in die Oberfläche des Gußwerkstückes gezielt erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines aus wenigstens zwei unterschiedlichen Metallwerkstoffen gebildeten Gußwerkstückes, wobei in einer ersten Gießform zunächst ein Teilstück aus einem ersten Metallwerkstoff gegossen wird, das danach unter Verwendung einer zweiten Gießform mit einem zweiten Metallwerkstoff so umgossen wird, daß der zweite Metallwerkstoff in vorgegebenen, Kontaktflächen bildenden Bereichen am Teilstück formschlüssig dicht anliegt, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Abgießen der ersten Gießform am Teilstück die Kontaktflächen als Rauflächen geformt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Raufläche beim Gießen jeweils durch in die erste Gießform integrierte, mit einer Formfläche versehene Formelemente geformt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Raufläche durch eine Profilierung der Formfläche geformt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Formelement als verlorenes Formteil aus einem körnigen Formstoff gebildet ist und daß die die Raufläche formende Profilierung der Formfläche durch zumindest einen Teil des Formstoffs gebildet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der die Raufläche formende Teil des Formstoffs aus Grobpartikeln besteht.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Abgießen des Teilstücks der die Rauhfäche formende Anteil des Formstoffs zumindest teilweise beim Erstarren des ersten Metallwerkstoffs in diesen als die Rauhfäche bildender Teil eingebunden wird. 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der die Rauhfäche formende Teil des Formstoffs des Formelementes zumindest teilweise aus wenigstens einem Metalloxid besteht oder ein Metalloxid enthält. 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der die Rauhfäche formende Teil des Formstoffs des Formelementes Metallpartikel enthält. 15
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Metallpartikel beim Abgießen durch den ersten Metallwerkstoff zumindest anschmelzbar sind. 20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Metallpartikel aus dem zweiten Metallwerkstoff bestehen. 25
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Metalloxide und/oder die Metallpartikel mit dem zweiten Metallwerkstoff legierbar sind. 30
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest der die Rauhfäche formende Teil des Formstoffs zumindest teilweise eine Korngröße bis etwa 1,5 mm aufweist. 35
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** als erster Metallwerkstoff ein Eisenwerkstoff, insbesondere ein Graugußwerkstoff verwendet wird. 40
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** als zweiter Metallwerkstoff ein NE-Metallwerkstoff, vorzugsweise ein Leichtmetallwerkstoff, insbesondere ein Aluminiumwerkstoff verwendet wird. 45
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Formstoff für das Formelement Gießereiformsand verwendet wird. 50
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Formstoff für das Formelement Eisenoxid (FE_2O_3) enthält. 55
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16. **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest die erste Gießform als verlorene Form, insbesondere als Sandform ausgebildet ist und die nicht als Kontaktfläche bestimmten Flächenbereiche mit einer Schlichte versehen sind.



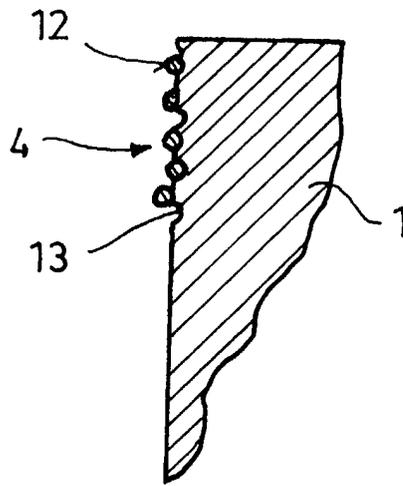


Fig. 3

