

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 807 479 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.11.1997 Patentblatt 1997/47

(51) Int. Cl.⁶: B22D 19/08, B22D 19/00

(21) Anmeldenummer: 97107892.8

(22) Anmeldetag: 15.05.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: 17.05.1996 DE 19619935

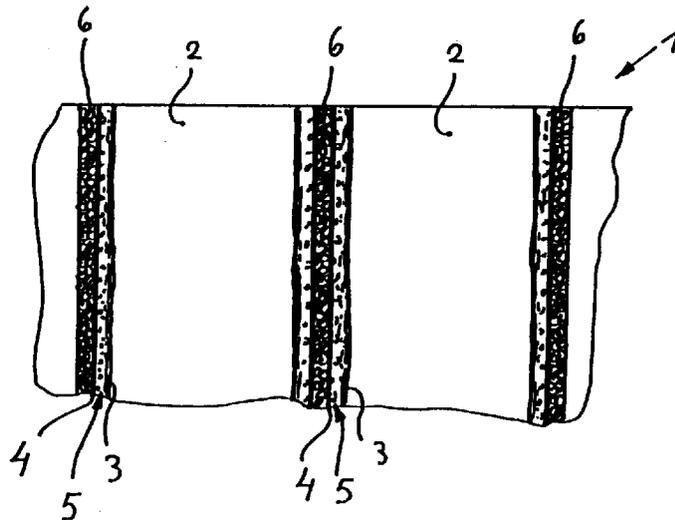
(71) Anmelder:
• Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
80788 München (DE)
• ATZ-EVUS APPLIKATIONS- UND TECHNIK-
ZENTRUM
FÜR ENERGIEVERFAHREN-,UMWELT- UND
STRÖMUNGSTECHNIK
D-92237 Sulzbach-Rosenberg (DE)

(72) Erfinder:
• Bergmann, Hans-Wilhelm, Prof. Dr.
90542 Eckental-Brand (DE)
• Zeller, Richard, Dipl.-Ing.
92318 Neumarkt (DE)
• Aumüller, Berthold, Dipl.-Ing.
92655 Grafenwöhr (DE)
• Eigenfeld, Klaus, Professor Dr.
81247 München (DE)

(54) Herstellverfahren für ein Leichtmetall-Gussteil, insbesondere Zylinderblock für Brennkraftmaschinen

(57) Für ein Herstellverfahren für ein Leichtmetall-Gussteil, insbesondere Zylinderblock für Brennkraftmaschinen, mit einer durch thermisches Aufspritzen eines Werkstoffes auf einen Kern des Gußteiles erzeugten Beschichtung wird für den Einsatz eines lost foam Kernes vorgeschlagen, daß ein lost foam Kern (1) verwen-

det wird mit einer im Bereich des thermisch aufgespritzten Beschichtungs-Werkstoffes vorgesehenen Zwischenschicht (4), die beim Gießen des Gußteiles einschließlich des lost foam Kernes beseitigt wird.



EP 0 807 479 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Herstellverfahren für ein Leichtmetall-Gußteil, insbesondere Zylinderblock für Brennkraftmaschinen, mit einer Beschichtung aus einem verschleiß- und/oder korrosionsbeständigem Werkstoff, wobei die Beschichtung vor dem Gießen durch thermisches Aufspritzen des Werkstoffes auf einen Kern des Gußteiles erzeugt wird.

Die DE 23 30 803 A offenbart ein Verfahren zur Herstellung von aus Leichtmetall, vorzugsweise Aluminium bzw. dessen Legierungen, gegossenen Gehäusen für Kolben von Verbrennungskraftmaschinen, deren Laufbahnen aus einer Schicht eines gegenüber dem Leichtmetall verschleißfesteren Werkstoffes, vorzugsweise Stahl, bestehen, indem auf dem Gießkern des Gehäuses vor dem Umgießen mit Leichtmetall die verschleißfestere Werkstoffschicht aufgespritzt wird. Zur Erzielung einer innigen Verbindung zwischen dem verschleißfesteren Werkstoff und dem Leichtmetall kennzeichnet sich das bekannte Verfahren dadurch, daß der umspritzte Gießkern im Niederdruck-Kokillenguß mit Leichtmetallschmelze umgossen und dabei die Gehäusekokille in Schwingungen versetzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Herstellverfahren für Niederdruckgießen oder Niederdruck-Kokillenguß mittels des Einsatzes eines lost foam Kernes zu verbessern.

Diese Aufgabe ist mit dem Patentanspruch 1 gelöst und zwar dadurch, daß ein lost foam Kern verwendet wird mit einer im Bereich des thermisch aufgespritzten Beschichtungs-Werkstoffes vorgesehenen Zwischenschicht, die beim Gießen des Gußteiles einschließlich des lost foam Kernes beseitigt wird.

Die erfindungsgemäße Zwischenschicht dient in vorteilhafter Weise dazu, die aufgespritzte Metallbeschichtung aufzunehmen, da sie mechanisch und thermisch stabiler ist als der aus einem Styrolpolymerisat in üblicher Dichte geschäumte lost foam Kern.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der aus einem Styrolpolymerisat geschäumte lost foam Kern mit einer gesonderten Zwischenschicht aus einem gesonderten Kunststoff versehen. Zur Erzielung einer mechanisch besonders widerstandsfähigen gesonderten Zwischenschicht ist diese in weiterer Ausgestaltung der Erfindung aus einem thermisch aufgespritzten Kunststoff gebildet, wofür vorzugsweise Polyamid verwendet wird. Die Dicke der gesonderten Zwischenschicht kann bis zu 0,5 mm betragen.

Zur Erzielung einer sicheren mechanischen Verankerung der Beschichtung mit dem Gußmaterial wird ferner vorgeschlagen, daß im Verlauf des thermischen Aufspritzens von Kunststoff der Zwischenschicht einfließend zusätzlich ein Metall-Werkstoff mit aufgespritzt wird, der nach einem weiteren Vorschlag entweder ein reaktiver Werkstoff wie z.B. Nickel sein kann oder nach einem anderen Vorschlag der Beschichtungs-Werkstoff ist. Ferner sind beide Vorschläge in der Weise miteinander kombinierbar, daß mit dem Kunststoff der Zwischen-

schicht zunächst ein reaktiver Werkstoff und im weiteren zusätzlich ein Beschichtungswerkstoff aufgespritzt werden, wobei der reaktive Werkstoff beim Gießen der metallischen Verbindung zwischen dem Beschichtungs-Werkstoff und dem Gußmaterial förderlich ist.

Um eine der Verankerung der Beschichtung im Gußmaterial vorteilhafte Struktur zu erzielen, ist der anfängliche Anteil an zusätzlichem Beschichtungs-Werkstoff relativ zur Kunststoff-Spritzmasse zwischen 15 und 25 % gewählt, wobei der Anteil an zusätzlichem Beschichtungs-Werkstoff bis zur Beendigung des Kunststoff-Aufspritzens für die Zwischenschicht im wesentlichen auf 100 % ansteigt. Damit ist die Oberfläche der Zwischenschicht im wesentlichen metallisiert mit dem Vorteil einer günstigen metallischen Anbindung des nachfolgend aufgespritzten Beschichtungs-Werkstoffes.

Anstelle einer gesonderten Zwischenschicht ist es mit der Erfindung auch möglich, daß der lost foam Kern aus einem Styrolpolymerisat von üblicher Dichte (20 bis 30 gr/ltr) eine integrierte Zwischenschicht aufweist, in der die Dichte des Styrolpolymerisates um mindestens das zweifache erhöht ist (> 50 gr/ltr), wobei gegebenenfalls die beschichtungsseitige Oberfläche der integrieren Zwischenschicht strukturiert ist zur Bewirkung einer innigen mechanischen Verklammerung von Beschichtung und Gußmaterial.

Ein gegen das Metallspritzen bzw. thermische Spritzen besonders widerstandsfähiger lost foam Kern ist schließlich dadurch erreicht, daß der aus einem Styrolpolymerisat gebildete lost foam Kern eine integrierte Zwischenschicht aus einem verdichteten Styrolpolymerisat aufweist und daß auf diese integrierte Zwischenschicht zusätzlich eine gesonderte Zwischenschicht aus einem anderen Kunststoff, vorzugsweise aus Polyamid aufgebracht wird.

In einer bevorzugten Anwendung der Erfindung ist die Beschichtung als Laufschrift gestaltet, die zwischenschichtseitig zur innigen Verklammerung von Gußmaterial und Laufschrift porös und mit wachsender Dicke an Dichte zunehmend aufgespritzt wird, wobei für die Beschichtung bzw. die Laufschrift vorzugsweise ein Legierungssystem verwendet wird.

Bevorzugt verwendet wird die Laufschrift für eine Zylinderbohrung eines aus Leichtmetall gegossenen Zylinderblockes, wobei die Laufschrift zumindest feinstbearbeitet, gegebenenfalls abschließend feinstbearbeitet wird.

Schließlich können für das erfindungsgemäße Herstellverfahren zur Erzeugung einer Zylinder-Beschichtung bzw. einer Zylinder-Laufschrift die bekannten Metallspritz-Verfahren, wie Flammsspritzen, Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeits-Flammsspritzen sowie Lichtbogenspritzen Verwendung finden, wobei der Grad der Porosität der Laufschrift zwischen 0,5 und 25 % eingestellt wird. Der besondere Vorteil eines erfindungsgemäß gestalteten Leichtmetall-Zylinderblockes sind eng beabstandet angeordnete Zylinderbohrungen

mit sehr schmalen Stegen, um z.B. die Gehäuselänge zu reduzieren.

Die Erfindung ist für ein bevorzugtes Anwendungsbeispiel beschrieben.

Die einzige, teilweise unmaßstäbliche Zeichnung zeigt abschnittsweise einen verlorenen Kern 1 aus geschäumten Kunststoff, z.B. Styropor, für ein aus Leichtmetall (z.B. einer Alu-Legierung) im Niederdruckgießverfahren oder Schwerkraftguß gefertigten Zylinderblock einer nicht gezeigten Brennkraftmaschine. Der den später in Leichtmetall gegossenen Zylinderblock repräsentierende lost foam Kern 1 weist in Reihe angeordnete Zylinderbohrungen 2 auf. In jeder Zylinderbohrung 2 des Styropor-Kernes 1 soll mittels eines bekannten Spritzverfahrens in/auf dem lost foam Kern eine als Laufschrift dienende Beschichtung 3 erzeugt werden.

Um eine Zerstörung des lost foam Kernes 1 an der Oberfläche jeder Zylinderbohrung 2 bei Anwendung eines der bekannten Spritzverfahren zu vermeiden, wird erfindungsgemäß ein lost foam Kern 1 verwendet mit einer im Bereich des thermisch aufgespritzten Beschichtungs-Werkstoffes vorgesehenen Zwischenschicht 4, die beim Gießen des Gußteils bzw. des Zylinderblockes einschließlich des lost foam Kernes 1 beispielsweise durch Vergasung beseitigt wird.

Zur Erzielung eines besonders widerstandsfähigen Schutzes für den lost foam Kern 1 ist dieser mit einer gesonderten Zwischenschicht 4 aus einem gesonderten Kunststoff versehen, wobei der gesonderte Kunststoff fertigungstechnisch vorteilhaft thermisch aufgespritzt ist und diese so gebildete gesonderte Zwischenschicht 4 eine Dicke bis zu 0,5 mm aufweisen kann. Als gesonderter Kunststoff ist beispielsweise Polyamid bevorzugt.

Da erfindungsgemäß auch die gesonderte Zwischenschicht 4 beim Gießen des Zylinderblockes beseitigt wird, kann zur Erzielung einer innigen Verklammerung der Beschichtung bzw. Laufschrift 3 mit dem Umgußmaterial im Verlauf des thermischen Aufspritzens von Kunststoff der Zwischenschicht 4 einfließend zusätzlich ein Metallwerkstoff mit aufgespritzt werden, so daß mit der Beseitigung der aus Kunststoff gebildeten Zwischenschicht 4 beim Gießen eine strukturierte Metallschicht verbleibt. Diese durch Porosität und Vorsprünge strukturierte Metallschicht kann beispielsweise ein reaktiver Werkstoff wie z. B. Nickel sein, der eine innige metallische Verbindung zwischen dem Umgußmaterial und der Beschichtung bzw. der Laufschrift 3 bewirkt. Der zusätzlich mit dem Kunststoff aufgespritzte Metall-Werkstoff kann auch der Beschichtungs-Werkstoff sein, wodurch schließlich die aufgespritzte Laufschrift 3 umgußseitig strukturiert ist. Eine besonders vorteilhafte Verankerung einerseits mit einer innigen metallischen Verbindung andererseits der Laufschrift mit dem Umgußmaterial ist durch die Kombination der vorgenannten Verfahrensschritte dadurch erreicht, daß mit dem Kunststoff der Zwischenschicht zunächst der reaktive Wirkstoff und im weiteren zusätz-

lich der Beschichtungs-Werkstoff aufgespritzt werden.

Zur Erzielung einer vorteilhaften Verklammerungsstruktur durch Porosität und spitzenartige Vorsprünge wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß der anfängliche Anteil an zusätzlichem Beschichtungs-Werkstoff relativ zur Kunststoff-Spritzmasse zwischen 15 und 25 % gewählt ist, und der Anteil an Beschichtungs-Werkstoff gegen Beendigung des Kunststoffaufspritzens für die Zwischenschicht 4 ca. 100 % beträgt. Damit ist eine gesonderte Zwischenschicht 4 mit metallischer Oberfläche erzielt für eine vorteilhafte metallische Anbindung der durch thermisches Aufspritzen angeordneten Laufschrift 3 bzw. Beschichtung 3.

Neben der vorbeschriebenen gesonderten Zwischenschicht 4 eröffnet die Erfindung eine weitere Ausgestaltung dadurch, daß der lost foam Kern 1 aus einem Styrolpolymerisat von üblicher Dichte (20 bis 30 gr/ltr) eine integrierte Zwischenschicht aufweist, in der die Dichte des Styrolpolymerisates um mindestens das Zweifache erhöht ist (> 50 gr/ltr), wobei gegebenenfalls die beschichtungsseitige Oberfläche dieser Zwischenschicht ebenfalls strukturiert ist.

Einen besonders widerstandsfähigen Schutz für den lost foam Kern 1 ist gemäß der Erfindung schließlich dadurch erreicht, daß der lost foam Kern 1 aus einem Styrolpolymerisat eine durch verdichtetes Polystyrol integrierte Zwischenschicht aufweist, auf die eine gesonderte Zwischenschicht 4 vorzugsweise aus thermisch aufgespritztem Polyamid aufgebracht wird, wobei mit der Kunststoff-Aufspritzung die bereits weiter oben beschriebene Metallaufspritzung kombiniert sein kann.

Nach erfindungsgemäßer Ausbildung der jeweiligen Zwischenschicht 4 wird die Beschichtung vorzugsweise als Laufschrift 3 gestaltet, wobei diese Laufschrift 3 zur innigen Verbindung mit dem Umgußmaterial zwischenschichtseitig porös und mit wachsender Dicke an Dichte zunehmend aufgespritzt wird, d.h. daß die Laufschrift 3 radial nach innen zur Mitte jeder Zylinderbohrung 2 gradiert an Dichte zunimmt. Vorzugsweise wird für die Laufschrift 3 ein solches Legierungssystem gewählt, das gegenüber den Treibstoffarten bzw. deren Zusätzen neben den gewünschten tribologischen Eigenschaften auch hochkorrosionsbeständig und gut feinstbearbeitbar ist.

Das erfindungsgemäße Herstellverfahren eignet sich besonders für die Anordnung einer Laufschrift 3 in einer Zylinderbohrung 2 eines aus Leichtmetall gegossenen Zylinderblockes, wobei die Laufschrift 3 beim abgegossenen Leichtmetall-Zylinderblock feinbearbeitet und anschließend vorzugsweise durch Honen feinstbearbeitet wird.

Abschließend ist noch erwähnt, daß die Zylinderbeschichtung 3 bzw. Zylinder-Laufschrift 3 mit allen bekannten Spritzverfahren aufgebracht werden kann als da sind: Flammsspritzen mit Pulver, Flammsspritzen mit Draht, Plasmaspritzen an Atmosphäre, Hochgeschwindigkeits-Flammsspritzen und schließlich Lichtbogenspritzen sowie Laserstrahlspritzen. Dabei kann der Grad der Porosität der Laufschrift 3 zwischen 0,5 und

25 % eingestellt werden.

Abschließend sei noch erwähnt, daß das erfindungsgemäße Herstellverfahren in weiterer vorteilhafter Weise einen kurzbauenden Zylinderblock ermöglicht dadurch, daß die Zylinderbohrungen 2 mit schmalen Stegen 6 eng beabstandet angeordnet sind.

Im Rahmen der Erfindung kann die Zwischenschicht 4 auch aus einem leicht schmelzenden, ggf. reaktiven Metall oder Metallgemisch gebildet sein.

Patentansprüche

1. Herstellverfahren für ein Leichtmetall-Gußteil, insbesondere Zylinderblock für Brennkraftmaschinen,
 - mit einer Beschichtung (3) aus einem verschleiß- und/oder korrosionsbeständigem Werkstoff, wobei
 - die Beschichtung (3) vor dem Gießen durch thermisches Aufspritzen des Werkstoffes auf einen Kern (1) des Gußteiles erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet,
 - daß ein lost foam Kern (1) verwendet wird mit einer im Bereich des thermisch aufgespritzten Beschichtungs-Werkstoffes vorgesehenen Zwischenschicht (4), die
 - beim Gießen des Gußteiles einschließlich des lost foam Kernes (1) beseitigt wird.
2. Herstellverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus einem Styrolpolymerisat geschäumte lost foam Kern (1) mit einer gesonderten Zwischenschicht (4) aus einem gesonderten Kunststoff versehen wird.
3. Herstellverfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die gesonderte Zwischenschicht (4) aus einem thermisch aufgespritzten Kunststoff (z.B. Polyamid) gebildet ist, und
 - diese eine Dicke von $\leq 0,5$ mm aufweist.
4. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf des thermischen Aufspritzens von Kunststoff der Zwischenschicht (4) einfließend zusätzlich ein Metall-Werkstoff mit aufgespritzt wird.
5. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Metall-Werkstoff ein reaktiver Werkstoff (z.B. Nickel) ist.
6. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zusätzliche Metall-Werkstoff ein Beschichtungs-Werkstoff ist.
7. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Kunststoff der Zwischenschicht (4) zunächst ein reaktiver Werkstoff und im weiteren zusätzlich ein Beschichtungs-Werkstoff aufgespritzt werden.
8. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet,
 - daß der anfängliche Anteil an zusätzlichem Beschichtungs-Werkstoff relativ zur Kunststoff-Spritzmasse zwischen 15 und 25 % gewählt ist, und
 - der Anteil gegen Beendigung des Kunststoff-Aufspritzens für die Zwischenschicht (4) ca. 100 % beträgt.
9. Herstellverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - daß der lost foam Kern (1) aus einem Styrolpolymerisat von üblicher Dichte (20 bis 30 gr/ltr) eine integrierte Zwischenschicht aufweist, in der
 - die Dichte des Styrolpolymerisates um mindestens das zweifache erhöht ist (> 50 gr/ltr), wobei
 - gegebenenfalls die beschichtungsseitige Oberfläche der Zwischenschicht strukturiert ist.
10. Herstellverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,
 - daß ein lost foam Kern (1) aus einem Styrolpolymerisat eine integrierte Zwischenschicht aufweist, auf die
 - eine gesonderte Zwischenschicht (4) aufgebracht wird.
11. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die Beschichtung als Laufschrift (3) gestaltet wird, die
 - zwischenschichtseitig porös (bei 5) und mit wachsender Dicke an Dichte zunehmend aufgespritzt wird.
12. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß für die Beschichtung bzw. die Laufschrift (3) ein Legierungssystem verwendet wird.
13. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die Laufschrift (3) für eine Zylinderbohrung (2) eines aus Leichtmetall gegossenen Zylinderblockes gestaltet wird, wobei
 - die Laufschrift (3) zumindest feinbearbeitet,

ggf. abschließend feinstbearbeitet wird.

14. Herstellverfahren nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

5

- daß die Zylinder-Beschichtung (3) bzw. Zylinder-Laufschicht (3) mittels einem der bekannten thermischen Spritzverfahren (Flammspritzen, Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen, Lichtbogenspritzen, Laserstrahlspritzen) auf der kernseitig angeordneten Zwischenschicht (4) erzeugt wird, wobei
- der Grad der Porosität der Laufschicht (3) zwischen 0,5 und 25 % eingestellt wird.

10

15

15. Herstellverfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der aus einem Styrolpolymerisat geschäumte lost foam Kern (1) mit einer gesonderten Zwischenschicht (4) aus einem leicht schmelzenden, ggf. reaktiven Metall oder Metallgemisch versehen wird.

20

25

30

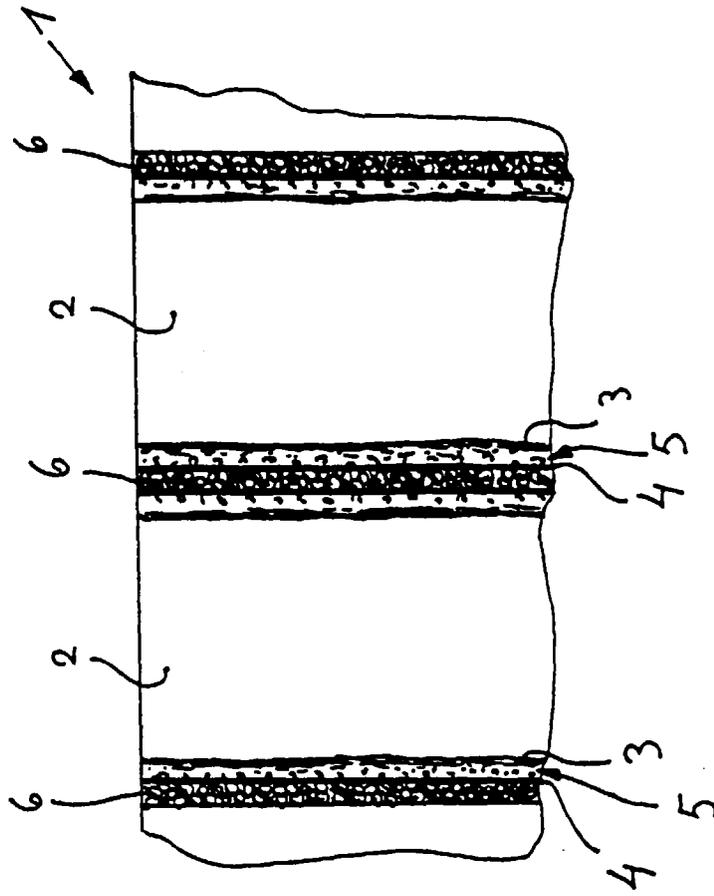
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 10 7892

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE 23 30 803 A (SCHMIDT GMBH KARL) 9.Januar 1975 * das ganze Dokument * ---	1-15	B22D19/08 B22D19/00
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 469 (M-1034), 12.Oktober 1990 & JP 02 187251 A (MITSUBISHI MOTORS CORP), 23.Juli 1990, * Zusammenfassung * ---	1	
A	EP 0 421 374 A (DEERE & CO) 10.April 1991 * Zusammenfassung * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19.August 1997	Prüfer WOUDENBERG, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503.03.82 (P04-C03)