

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 946/2004**

(22) Anmeldetag: **02.06.2004**

(43) Veröffentlicht am: **15.10.2006**

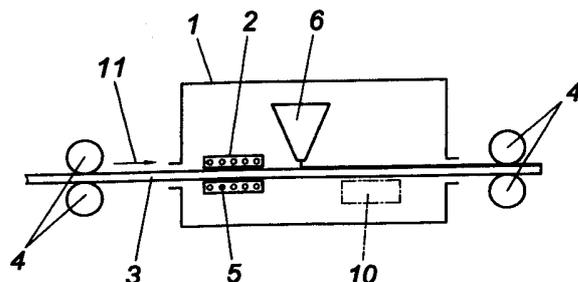
(51) Int. Cl.⁸: **B05D 7/14** (2006.01),
B05D 3/02 (2006.01),
B22F 7/02 (2006.01),
C23C 24/10 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

MIBA GLEITLAGER GMBH
A-4663 LAAKIRCHEN (AT)

(54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES SCHICHTVERBUNDWERKSTOFFES

(57) Es wird ein Verfahren zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes beschrieben, wobei eine Schicht aus sinterbaren Feststoffteilchen auf einen bandförmigen Metallträger aufgebracht und durch Wärmezufuhr in einer Vorschubrichtung fortlaufend mit flüssiger Phase gesintert wird. Um einfache Herstellungsbedingungen zu schaffen wird vorgeschlagen, dass der Metallträger in Vorschubrichtung fortlaufend mit einem Temperaturprofil erwärmt wird, das von einer höchsten Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Feststoffteilchen im Bereich einer die Teilchenschicht aufnehmenden Oberflächenschicht gegen eine Kernschicht des Metallträgers hin zu niedrigeren Temperaturen abfällt, und dass die Teilchenschicht zumindest in einer am Metallträger anliegenden Schicht durch eine Wärmeübertragung vom erwärmten Metallträger gesintert wird.



017504

Patentanwälte
Dipl.-Ing. Gerhard Hübscher
Dipl.-Ing. Helmut Hübscher
Spittelwiese 7, A-4020 Linz

(32 970) II

Zusammenfassung:

Es wird ein Verfahren zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes beschrieben, wobei eine Schicht aus sinterbaren Feststoffteilchen auf einen bandförmigen Metallträger aufgebracht und durch Wärmezufuhr in einer Vorschubrichtung fortlaufend mit flüssiger Phase gesintert wird. Um einfache Herstellungsbedingungen zu schaffen wird vorgeschlagen, daß der Metallträger in Vorschubrichtung fortlaufend mit einem Temperaturprofil erwärmt wird, das von einer höchsten Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Feststoffteilchen im Bereich einer die Teilchenschicht aufnehmenden Oberflächenschicht gegen eine Kernschicht des Metallträgers hin zu niedrigeren Temperaturen abfällt, und daß die Teilchenschicht zumindest in einer am Metallträger anliegenden Schicht durch eine Wärmeübertragung vom erwärmten Metallträger gesintert wird.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes, wobei eine Schicht aus sinterbaren Feststoffteilchen auf einen bandförmigen Metallträger aufgebracht und durch Wärmezufuhr in einer Vorschubrichtung fortlaufend mit flüssiger Phase gesintert wird.

Um einen Schichtverbundwerkstoff, der beispielsweise aus einem Stahlträger und einem Schichtwerkstoff auf Kupferbasis besteht und für Gleitlager Verwendung findet, durch ein Sintern des in Pulverform auf den Stahlträger aufgetragenen Schichtwerkstoffes herstellen zu können, ohne den bandförmigen Stahlträger mit dem aufgetragenen Sinterpulver durch einen aufwendigen Sinterofen und eine nachgeschaltete Kühlvorrichtung führen zu müssen, ist es bekannt (GB 2 383 051 A), das auf den Stahlträger aufgestreute Sinterpulver des Schichtwerkstoffes mit Hilfe von Laserstrahlen über die Breite des bandförmigen Stahlträgers in einem örtlich begrenzten Längenbereich aufzuschmelzen und im Anschluß an diesen Aufschmelzbereich von der Seite des Stahlträgers her rasch abzukühlen, um eine von der Oberfläche des Stahlträgers ausgehende, nach außen fortschreitende Erstarrung des Schichtwerkstoffes mit einer feinkörnigen, dendritischen Struktur zu erreichen. Obwohl mit Hilfe dieses Verfahrens zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes die Länge der hierfür erforderlichen Anlagen im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen zum Sintern von Schichtverbundwerkstoffen erheblich verkürzt werden kann, bleibt der Aufwand wegen des notwendigen Einsatzes von Lasereinrichtungen über die Breite des bandförmigen Stahlträgers erheblich.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, daß die Vorteile eines in einer Vorschubrichtung fortschreitenden, auf einen kurzen

Längenbereich beschränkten Sinterns mit flüssiger Phase genützt werden können, ohne die entsprechende Schicht des Schichtwerkstoffes mit Hilfe von Lasereinrichtungen auf die Sintertemperatur erwärmen zu müssen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß der Metallträger in Vorschubrichtung fortlaufend mit einem Temperaturprofil erwärmt wird, das von einer höchsten Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Feststoffteilchen im Bereich einer die Teilchenschicht aufnehmenden Oberflächenschicht gegen eine Kernschicht des Metallträgers hin zu niedrigeren Temperaturen abfällt, und daß die Teilchenschicht zumindest in einer am Metallträger anliegenden Schicht durch eine Wärmeübertragung vom erwärmten Metallträger gesintert wird.

Da zufolge dieser Maßnahmen der erwärmte Metallträger ein von einer höchsten Temperatur im Bereich der die Teilchenschicht aufnehmenden Oberflächenschicht ausgehendes Temperaturgefälle in Richtung einer Kernschicht hin aufweist, kann trotz der Erwärmung der Feststoffteilchen des Schichtwerkstoffes auf die für ein Sintern mit Flüssigphase erforderliche Sintertemperatur durch eine Wärmeübertragung vom Metallträger her eine von der Oberfläche des Metallträgers ausgehende und nach außen fortschreitende Erstarrung der flüssigen Phase sichergestellt werden. Die dem Metallträger aus dessen oberflächennahen Schicht entzogene Schmelzwärme führt bei einer entsprechenden Abstimmung der hierfür maßgebenden Verhältnisse aufgrund des Temperaturgefälles zu einer Abkühlung der oberflächennahen Schichten des Metallträgers und damit zu einer Erstarrung der flüssigen Phase mit wachsendem Vorschub fortschreitend von innen nach außen. Wesentlich hierfür ist ein ausreichendes Temperaturgefälle, das zur Sicherstellung der angestrebten Wirkung in vielen Anwendungsfällen wenigstens 5 K/mm betragen soll.

Wegen der maßgeblich von der Frequenz abhängigen Eindringtiefe eines elektromagnetischen Wechselfeldes in einen bandförmigen Metallträger kann das angestrebte Temperaturprofil für die Erwärmung des Metallträgers in vorteilhafter Weise durch eine induktive Erwärmung erreicht werden, zumal durch eine entsprechende Anordnung der Windungen der Erregerwicklung im Bereich der einander gegenü-

berliegenden Oberflächen des bandförmigen Metallträgers oder durch eine einseitige Windungsanordnung unterschiedliche Felddichten ohne weiteres eingestellt werden können. Damit kann der Metallträger in Vorschubrichtung fortlaufend mit dem jeweils gewünschten Temperaturprofil erwärmt werden, um die für das Sintern der Feststoffteilchen mit flüssiger Phase erforderliche Schmelzwärme vom Metallträger auf die aufgebrauchte Teilchenschicht übertragen zu können. Die Teilchenschicht kann mit herkömmlichen Sinterpulvern hergestellt werden. Es ist aber auch möglich, erheblich grobkörnigere Werkstoffe oder Granulate einzusetzen, ohne die angestrebte Sinterung durch eine Wärmeübertragung vom Metallträger her zu gefährden.

Die für das Sintern der Feststoffteilchen über die gesamte Schichtdicke erforderliche Wärmeenergie braucht jedoch nicht vollständig über die Erwärmung des Metallträgers aufgebracht zu werden. Die auf den Metallträger aufgebrauchte Teilchenschicht kann nämlich während des Sintervorganges zusätzlich induktiv erwärmt werden, so daß lediglich eine am Metallträger anliegende Schicht der Feststoffteilchen durch eine Wärmeübertragung vom erwärmten Metallträger her mit flüssiger Phase gesintert wird. Mit dem Schmelzen einer Teilschicht der Feststoffteilchen können nämlich in dieser geschmolzenen Teilschicht Wirbelströme induziert werden, die für eine entsprechende Zusatzwärme sorgen, um den Sintervorgang nach außen zu beschleunigen. Die über den abgekühlten Metallträger eingeleitete Erstarrung des Sinterwerkstoffes wird dadurch nicht berührt, so daß auch dickere Schichtwerkstoffe mit einem vergleichsweise geringen Aufwand gesintert werden können, was jedoch beispielsweise im Hinblick auf Schichtverbundwerkstoffe für Gleitlager von untergeordneter Bedeutung ist. Darüber hinaus können die Feststoffteilchen vor dem Sintern vorgewärmt werden, um mit einer geringeren Wärmeenergie im Bereich des Metallträgers das Auslangen zu finden.

Anhand der Zeichnung wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes nach einem erfindungsgemäßen Verfahren in einem schematischen Längsschnitt,

Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung einer Konstruktionsvariante einer Vorrichtung zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes,
Fig. 3 den zeitlichen Temperaturverlauf bei der induktiven Erwärmung des Metallträgers in einer Oberflächenschicht und in einer Kernschicht und
Fig. 4 das Temperaturgefälle zwischen einer Oberflächenschicht und einer Kernschicht des Metallträgers bei einem Erwärmungsverlauf nach der Fig. 3.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 ist innerhalb einer Schutzhaube 1 zur Aufrechterhaltung einer Schutzgasatmosphäre eine Einrichtung 2 zum induktiven Erwärmen eines bandförmigen Metallträgers 3 vorgesehen, der mit Hilfe von Treibrollen 4 durch die Schutzhaube 1 gefördert und beim Durchlaufen der Windungen 5 wenigstens einer Induktionsspule erwärmt wird, bevor Feststoffteilchen, beispielsweise ein Sinterpulver, für den aufzubringenden Schichtwerkstoff mit Hilfe einer Aufstreueinrichtung 6 auf den Metallträger 3 aufgebracht wird.

In der Fig. 3 ist der zeitliche Erwärmungsverlauf für einen stählernen Metallträger 3 mit einer Dicke von 5 mm einerseits in einer Oberflächen- und andererseits in einer Kernschicht dargestellt. Aus dem in voller Linie eingezeichneten Verlauf 7 der Oberflächentemperatur ergibt sich, daß bei einer geeigneten Feldfrequenz von beispielsweise 200 kHz die Oberflächentemperatur des Metallträgers 3 nach dem Überschreiten des Curie-Punktes erst wieder allmählich ansteigt, doch kann bei einer entsprechenden Energieversorgung die notwendige, oberhalb der Schmelztemperatur der Feststoffteilchen liegende Höchsttemperatur von z.B. 1100 bis 1200°C innerhalb einer Zeitspanne von 4 bis 5 Sekunden ohne weiteres erreicht werden. Aufgrund der von der Erregerfrequenz abhängigen Eindringtiefe des magnetischen Wechselfeldes folgt die Kerntemperatur gemäß der strichliert gezeichneten Kurve 8 der Oberflächentemperatur 7 des Metallträgers 3 mit einer zeitlichen Verzögerung, so daß sich innerhalb des Metallträgers 3 ein Temperaturprofil mit einem Temperaturgefälle von einer jeweils höchsten Temperatur in einer Oberflächenschicht zu entsprechend niedrigeren Temperaturen in einer Kernschicht ergibt. Der Temperaturunterschied zwischen dem Temperaturverlauf 7 im Oberflächenbereich und den Temperaturverlauf 8 im Kernbereich ist in der Fig. 4 in einem größe-

ren Maßstab als Kurve 9 dargestellt. Es zeigt sich, daß nach dem Überschreiten des Curie-Punktes zwar der Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Kern abnimmt, daß dieser Temperaturunterschied aber bei den vorgegebenen Verhältnissen im Bereich der angestrebten Endtemperatur nicht unter 50 °C absinkt. Dies bedeutet, daß nach dem Erwärmen des Metallträgers 3 auf eine die Schmelztemperatur der Feststoffteilchen übersteigende Oberflächentemperatur ein ausreichender Temperaturgradient in Richtung der Kernschicht des Metallträgers 3 vorliegt, so daß trotz der Übertragung der Schmelzwärme vom Metallträger auf die Teilchenschicht und des damit verbundenen Sinterns des Schichtwerkstoffes mit flüssiger Phase die Erstarrung der aufgeschmolzenen Feststoffteilchen von der Oberfläche des Metallträgers 3 ausgeht und nach außen fortschreitet. Die über den auftretenden Temperaturgradienten eingeleitete Abkühlung der aufgeschmolzenen Feststoffteilchen kann durch eine Kühlung des Metallträgers 1 von der dem Schichtwerkstoff abgekehrten Seite her unterstützt werden, wie dies durch eine in der Fig. 1 strichpunktiert angedeutete Kühleinrichtung 10 veranschaulicht ist.

Da der Metallträger 3 in einer Vorschubrichtung 11 fortschreitend induktiv erwärmt wird, wobei der Erwärmungsbereich auf einen kurzen, durch die induktive Erwärmungseinrichtung 2 bestimmten Längenbereich beschränkt ist, und die aufgestreute Teilchenschicht ebenfalls in einem begrenzten Längenabschnitt des erwärmten Metallträgers 3 mit flüssiger Phase gesintert wird, um unmittelbar danach über den Metallträger 3 her abgekühlt zu werden, ergibt sich für die Sintervorrichtung eine vergleichsweise kurze Baulänge, so daß es durchaus möglich wird, nicht nur Bänder sondern auch als Platten vorliegende Metallträger 3 zur Herstellung von Schichtverbundwerkstoffen mit einem Schichtwerkstoff zu versehen.

Die Ausführungsform nach der Fig. 2 entspricht im wesentlichen der der Fig. 1. Zum Unterschied zu der Ausführungsform nach der Fig. 1 ist der Einrichtung 2 jedoch eine Zusatzspule mit Windungen 12 zugeordnet, die der Aufstreueinrichtung 6 in Vorschubrichtung 11 nachgeordnet sind und so ausgelegt werden, daß nicht die gesamte Schmelzenergie für die Teilchenschicht über den Metallträger 3 auf die Teilchenschicht übertragen werden muß. Solche zusätzliche Induktionswindungen

12 erlauben selbstverständlich auch ein nachfolgendes Aufstreuen von Feststoffteilchen, wie dies durch die strichpunktiert gezeichnete Aufstreueinrichtung 13 angedeutet wird.

Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, weil sowohl hinsichtlich der Spulenanordnung als auch der Aufstreuung der Feststoffteilchen Einfluß auf den Sintervorgang und die Ausbildung des Schichtwerkstoffes genommen werden kann. Da sowohl hinsichtlich der Vorbehandlung des zu besinternden Metallträgers 3 als auch bezüglich der Nachbehandlung des Schichtverbundwerkstoffes durch das erfindungsgemäße Verfahren keine Einschränkungen erzwungen werden, wird auf die üblichen Vor- und Nachbehandlungen nicht näher eingegangen.

M. Borlin

017504

Patentanwälte
Dipl.-Ing. Gerhard Hübscher
Dipl.-Ing. Helmut Hübscher
Spittelwiese 7, A-4020 Linz

(32 970) II

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen eines Schichtverbundwerkstoffes, wobei eine Schicht aus sinterbaren Feststoffteilchen auf einen bandförmigen Metallträger aufgebracht und durch Wärmezufuhr in einer Vorschubrichtung fortlaufend mit flüssiger Phase gesintert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallträger in Vorschubrichtung fortlaufend mit einem Temperaturprofil erwärmt wird, das von einer höchsten Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur der Feststoffteilchen im Bereich einer die Teilchenschicht aufnehmenden Oberflächenschicht gegen eine Kernschicht des Metallträgers hin zu niedrigeren Temperaturen abfällt, und daß die Teilchenschicht zumindest in einer am Metallträger anliegenden Schicht durch eine Wärmeübertragung vom erwärmten Metallträger gesintert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallträger auf ein Temperaturprofil mit einem Temperaturgefälle von wenigstens 5K/mm erwärmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der bandförmige Metallträger induktiv erwärmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilchenschicht während des Sintervorganges zusätzlich induktiv erwärmt wird.
5. Verfahren nach einen der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Feststoffteilchen vor dem Sintervorgang vorgewärmt werden.

Linz, am 28. Mai 2004

Miba Gleitlager GmbH
durch:



FIG.1

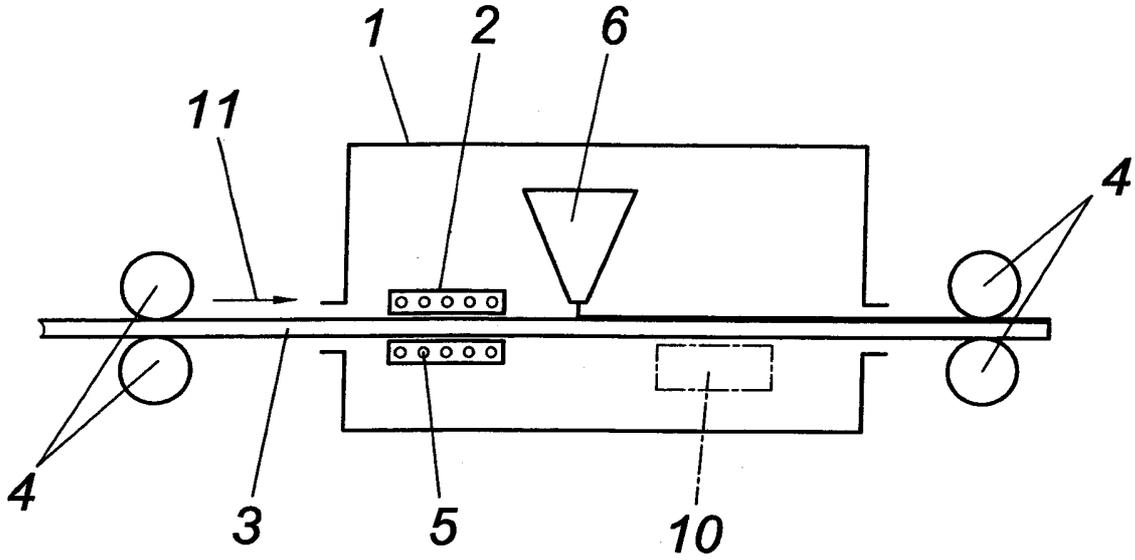
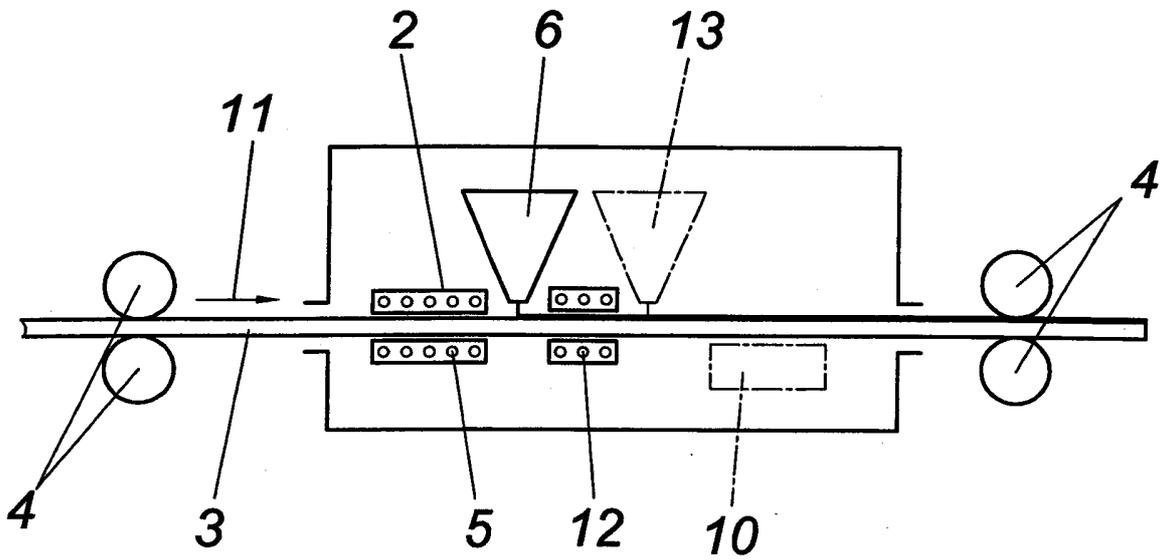


FIG.2



017504

FIG.3

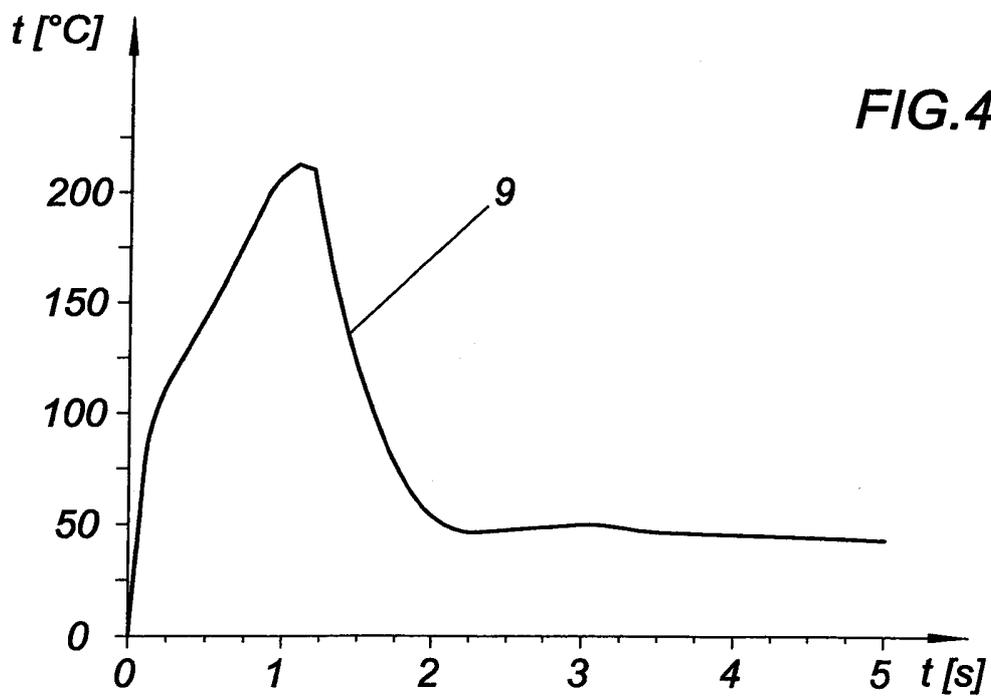
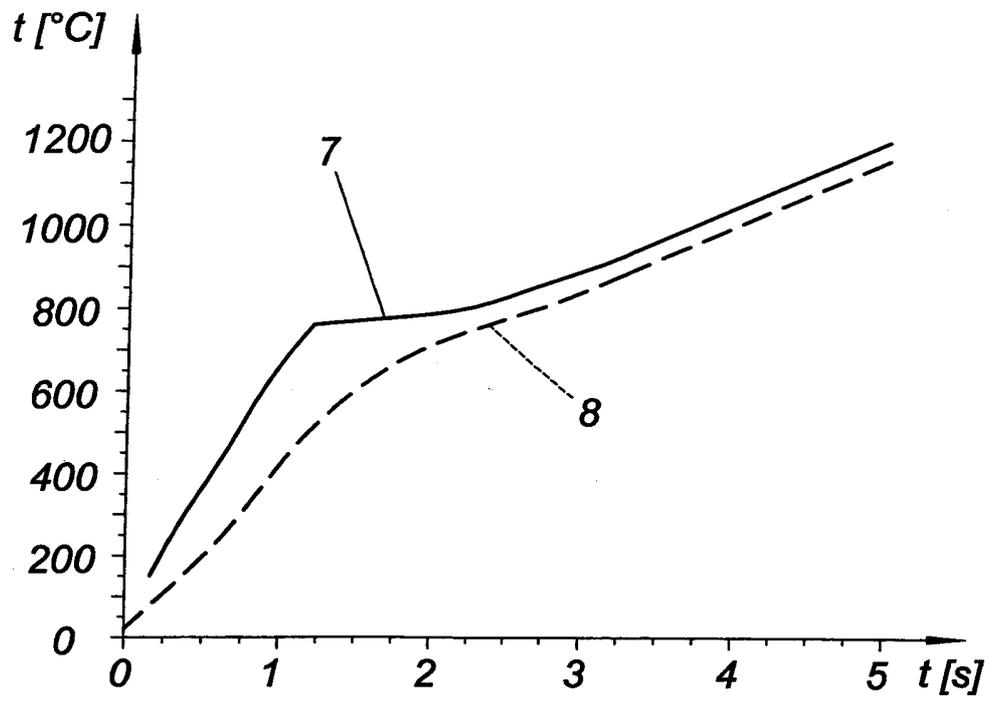


FIG.4



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC⁸:
B05D 7/14; B05D 3/02; B22F 7/02; C23C 24/10
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B05D; B22F; C23C
Konsultierte Online-Datenbank:
WPI; EPODOC
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 2. Juni 2004 eingereichten Ansprüchen 1-5 erstellt.

Kategorie ⁷⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	EP 709 491 A1 (METALLGESELLSCHAFT AG) 1. Mai 1996 (01.05.1996) <i>Anspruch 1; Spalte 2, Zeile 3 ff</i>	1, 5
	--	
A	WO 1999/036210 A1 (FEDERAL-MOGUL) 22. Juli 1999 (22.07.1999) <i>Anspruch 1</i>	1, 5
	--	
A	JP 2003-183707 A (TAIHO KOGYO) 3. Juli 2003 (03.07.2003) <i>Aanspruch 1</i>	1
	--	
A	WO 1994/029490 A1 (BMW) 22. Dezember 1994 (22.12.1994) <i>Anspeüche 1-7; Figur</i>	1

Datum der Beendigung der Recherche:
1. Februar 2005

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dipl.-Ing. RIEDER

⁷⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.