

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 818 271 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.01.1998 Patentblatt 1998/03

(51) Int. Cl.⁶: **B24B 33/02**, B24B 33/08,
B24D 13/00

(21) Anmeldenummer: **97110011.0**

(22) Anmeldetag: **19.06.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorität: **11.07.1996 DE 19627926**

(71) Anmelder:
**KS Aluminium Technologie Aktiengesellschaft
D-74172 Neckarsulm (DE)**

(72) Erfinder:
• **Köhler, Eduard, Dr.-Ing. habil.
74172 Neckarsulm (DE)**
• **Niehues, Jürgen, Dipl.-Ing.
74831 Gundelsheim (DE)**
• **Pröschle, Willy
74831 Gundelsheim (DE)**

(74) Vertreter:
**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)**

(54) Verfahren zur Bearbeitung von Zylinderlaufflächen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von aus Leichtmetalllegierungen, insbesondere Aluminiumlegierungen, hergestellten Zylinderlaufflächen bei Motorblöcken und Kurbelgehäusen für Verbrennungskraftmaschinen, mit eingelagerten körnigen oder faserigen Hartstoffphasen, wie insbesondere Silizium, Aluminiumoxid oder Carbiden, zur Erzeugung tribologisch geeigneter Eigenschaften; das Verfahren wird im Hinblick auf eine umweltverträglichere und kostengünstigere Durchführbarkeit dadurch verbessert, daß zum Freilegen der Hartstoffphasen durch Zurücksetzen der Leichtmetallmatrix anstelle eines Ätzprozesses die zu bearbeitende Zylinderlauffläche gehont wird und daß hierfür ein Honwerkzeug verwendet wird, dessen Schneidstoff in einer derart nachgiebigen Matrix eingelagert ist, daß die Schneidstoffpartikel zwischen die Hartstoffphasen gedrückt werden und dabei eine Freilegung sowie eine Verrundung der Hartstoffphasen bewirken können.

EP 0 818 271 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von aus Leichtmetalllegierungen, insbesondere Aluminium-Legierungen, hergestellten Zylinderlaufflächen bei der Herstellung von Motorblöcken und Kurbelgehäusen für Verbrennungskraftmaschinen, mit eingelagerten körnigen oder faserigen Hartstoffphasen, wie insbesondere Silizium, Aluminiumoxid oder Carbiden, zur Erzeugung tribologisch geeigneter Eigenschaften.

Wegen der bekannten Vorteile werden im Motorenbau zunehmend Zylinderkurbelgehäuse aus Leichtmetalllegierungen, insbesondere Aluminiumlegierungen, gefertigt. Der Oberflächenbearbeitung der Laufflächen oder Laufbahnen kommt im Hinblick auf die Lebensdauer des Motors, insbesondere den Ölverbrauch und das Verschleißverhalten, d.h. das Zusammenwirken der Reibpartner Kolbenring und Zylinderlauffläche, überragende Bedeutung zu. So war es bereits bei der Bearbeitung von Grauguß-Zylinderlaufflächen bekannt, eine zwei- oder dreistufige Honbearbeitung durchzuführen. Im ersten Honvorgang, bei dem man üblicherweise von Formhonung spricht, wurden Bohrungsfehler oder -ungenauigkeiten ausgeglichen. Hierfür wurden Diamanthonleisten verwendet, bei denen der Schneidstoff Diamant in einer metallischen, steifen unnachgiebigen Matrix des Honwerkzeugs gebunden, d.h. gehalten bzw. eingelagert ist. Beim Abtragen des Honaufmaßes werden Grate gebildet, und es kommt zur sogenannten Blechmantelbildung und Flitterbildung, d.h. zu einer Überdeckung und Verschmierung der Graphiteinlagerungen durch das Metall, so daß die Graphiteinlagerungen, die eigentlich als Reibpartner dienen sollen, diese Funktion nicht ausüben können. Deshalb wird die durch die Formhonung im Hinblick auf ihre tribologischen Eigenschaften eher verschlechterte Oberflächenschicht einem oder zwei weiteren Honvorgängen unterworfen, wobei hierfür beispielsweise Honwerkzeuge mit (keramisch gebundenem) Siliziumcarbid als Schneidstoff verwendet werden. Der erwähnte Blechmantel, welcher die Graphiteinlagerungen überdeckt, sowie der Flitter werden dann abgetragen, so daß das Graphit an der Oberfläche freiliegt und Notlauffunktionen ausüben kann.

Es ist auch vorgeschlagen worden, beim Fertighonen der Zylinderlaufflächen die Honleisten durch Bürstleisten zu ersetzen, um damit ausgeprägte Grate und bei der Diamantformhonung gebildeten Flitter zu beseitigen.

Für Zylinderkurbelgehäuse aus Leichtmetalllegierungen, insbesondere übereutektischen Aluminiumlegierungen, wurden auch Verfahren entwickelt, mit denen die tribologischen Eigenschaften von aus Leichtmetalllegierungen hergestellten Zylinderlaufflächen verbessert wurden. In der VDI-Z 131 (1989) Nr. 9 Abschnitt 6.1 wird ein bekanntes Verfahren zum Honen von Kurbelgehäusen aus einer übereutektischen Aluminiumlegierung beschrieben. Gemäß diesem bekannten Verfahren wird in einem ersten Formhonvorgang unter Verwendung von Diamanthonleisten rund 60 µm der Zylinderlauffläche abgetragen. In einem weiteren Honvorgang wird unter Verwendung von Honleisten mit keramisch gebundenem Siliziumcarbid die Zylinderlauffläche nochmals bearbeitet, wobei bis zu rund 25 µm abgetragen werden. Dieser weitere Honvorgang dient der Beseitigung der beim Formhonen zerstörten Oberflächenschicht, in der die körnigen oder faserigen, insbesondere aus Silizium bestehenden Hartstoffe weggerissen, zersplittert oder von einer Matrixmetallverschmierung überdeckt worden sind.

Nach dem vorstehend beschriebenen Honen werden die Zylinderlaufflächen einem Ätzprozeß unterworfen, bei dem die Hartstoffe an der Zylinderlauffläche freigelegt werden, indem die Leichtmetallmatrix beispielsweise von Natronlauge weggeätzt und dadurch gegenüber den Hartstoffen zurückgesetzt wird.

In der öffentlich zugänglichen Firmenschrift der Anmelderin mit dem Titel "Die Überholung eines Alusil-Motorblocks", die anlässlich des KS-Kolloquiums 1987 erarbeitet und zuletzt 1991 neu aufgelegt wurde, ist nach dem Einschrupfen neuer Aluminium-Zylinderlaufbüchsen ein mit Silizium-Läppen bezeichneter letzter Bearbeitungsgang beschrieben, der sich an die vorausgehenden Schritte des Vorhonnens, Fertighonnens und Polierens anschließt. Bei diesem Vorgang werden die Honsteine durch Filzleisten ersetzt, und die Zylinderbohrung und die Filzleisten werden mit einer Silizium-Paste bestrichen. Mit diesem Bearbeitungsgang soll vor Ort beim Überholen eines Aluminium-Motorblocks eine Freilegung der Silizium-Kristalle in der Lauffläche der Laufbüchse erreicht werden. Dieses Verfahren eignet sich jedoch nicht für einen Serieneinsatz bei der Herstellung von Motorblöcken. Der Einsatz von Filzleisten sowie das manuelle Aufbringen einer Silizium-Paste gewährleistet keine hinreichende Reproduzierbarkeit. Es wurde auch daran gedacht, Filzleisten in Verbindung mit einer Mischung aus feinkörnigem Siliziumcarbid und Honöl zur Oberflächenbearbeitung der Laufflächen einzusetzen. Dieser schon Ende der 80er Jahre in Fachkreisen diskutierte Gedanke, der auch in der DE 44 38 550 A1 beschrieben ist, bringt jedoch den Nachteil mit sich, daß Abrasivstoffe in der Trägerflüssigkeit die Maschinen in ganz erheblichem Maße gefährden. Die Reproduzierbarkeit des Verfahrens ist für eine Ersterstellung eines Motorblocks nicht hinreichend, und das Verfahren erweist sich als zu teuer, da eine separate Bearbeitungsvorrichtung für die Filzleisten verwendet werden muß.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art bereitzustellen, das umweltfreundlicher aber auch kostengünstiger ausführbar ist als das vorstehend beschriebene Verfahren, bei dem das Zurücksetzen der Leichtmetallmatrix mittels eines Ätzprozesses erreicht wird. Es sollen desweiteren die Nachteile des Silizium-Läppens vermieden werden.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zum Freilegen der Hartstoffphasen durch Zurücksetzen der Leichtmetallmatrix anstelle eines Ätzprozesses die zu bearbeitende Zylinder-

der Lauffläche gehont wird, und daß hierfür ein Honwerkzeug verwendet wird, dessen Schneidstoff in einer derart nachgiebigen Matrix eingelagert ist, daß die Schneidstoffpartikel zwischen die Hartstoffphasen gedrückt werden und dabei eine Freilegung sowie eine Verrundung der Hartstoffphasen bewirken können.

Es wurde also erfindungsgemäß erkannt, daß zur Freilegung der Hartstoffphasen auf die Ausführung eines umweltbelastenden Ätzworgangs verzichtet werden kann und stattdessen eine Honung unter Verwendung eines geeigneten Honwerkzeugs durchgeführt werden kann. Es ist hierbei wichtig, daß die Schneidstoffpartikel des Honwerkzeugs in einer derart nachgiebigen Matrix eingelagert sind, daß sie sich gewissermaßen zwischen den Hartstoffen in die Leichtmetallmatrix eingraben und so die Matrix zurücksetzen können, wie dies in bekannter Weise durch Ätzen erreicht wurde. In vorteilhafter Weise wird bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Gegensatz zu dem bekannten Ätzverfahren aber auch eine Verrundung der Hartstoffphasen und damit eine Verbesserung der tribologischen Eigenschaften, d.h. eine Verringerung der Abrasivität der behandelten Zylinderlauffläche erreicht.

Bei dem zum Freilegen der Hartstoffphasen verwendeten Honwerkzeug ist der Schneidstoff bei einer vorteilhaften Verfahrensführung beispielsweise in einer porösen und daher nachgiebigen Matrix eingelagert.

Nach der erfindungsgemäßen Freilegung der Hartstoffphasen durch Honen der bereits vorgehonten Zylinderlauffläche werden Rautiefen R_z der freigelegten Hartstoffphasen von 1,0 bis 3,0 μm erzeugt. Es wird vorteilhafterweise ein Mittenrauhwert R_a von 0,1 bis 0,3 μm erzeugt. Der entsprechende Mittenrauhwert R_a beträgt nach der Durchführung eines Ätzworgangs 0,3 bis 0,6 μm . Die reduzierte Spitzenhöhe R_{pk} , die ein Maß für den Kornüberstand der Hartstoffe über die zurückgesetzte Matrix darstellt, beträgt 0,3 bis 0,8 μm .

Auch bei der Bearbeitung von aus Leichtmetalllegierungen hergestellten Zylinderlaufflächen kann zunächst eine Formhonung unter Verwendung von Diamanthonleisten und sodann eine Zwischenhonung zum Abtragen der zerstörten Oberflächenschichten durchgeführt werden, bevor die vorstehend erwähnte Honung zum Freilegen der Hartstoffphasen ausgeführt wird. Die Zwischenhonung wird dabei vorteilhafterweise unter Verwendung einer Siliziumcarbid-Honleiste, deren Schneidstoffpartikel einer Größe von 600 bis 800 mesh nach DIN 69101 entsprechen (5 bis 10 μm) und in einem aushärtbaren Kunstharz eingelagert sind. Demgegenüber sind die vorzugsweise aus Korund (Al_2O_3) oder Siliziumcarbid (SiC) bestehenden Schneidstoffpartikel, die ebenfalls eine Korngröße von 600 bis 800 mesh aufweisen, in einer derart elastisch nachgiebigen, beispielsweise aus einem porösen thermoplastischen Material gebildeten Matrix eingelagert, daß sie von den Hartstoffen unter elastischer Verformung der Honleisten-Matrix zurückgedrückt werden, so daß sie die Hartstoffe der Aluminium-Legierung nicht abrasiv abtragen, sondern nur an den Kanten verrunden. Die Schneidstoffpartikel werden aber in die Aluminium-Legierungsmatrix zwischen die Hartstoffe gedrückt und graben sich dort unter Abtrag der weicheren Legierungsmatrix ein und bewirken so die Zurücksetzung der Matrix bzw. die Freilegung der Hartstoffe.

Bei der Ausführung dieses dreistufigen Verfahrens werden bei der Diamantformhonung etwa 50 bis 70 μm , bei der Zwischenhonung etwa 30 bis 40 μm und beim Freilegen der Hartstoffphasen etwa 3 bis 5 μm abgetragen. Der Abtrag bei der Zwischenhonung ist jedoch sinnvollerweise abhängig von der Zerstörungstiefe der Oberflächenschicht, die ihrerseits von der Korngröße der Hartstoffe beeinflußt wird. D.h., bei einer geringeren Korngröße der Hartstoffe kann ein geringerer Abtrag beim Zwischenhonen ausreichend sein.

In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, aber auch in einem hiervon losgelöst zu betrachtenden Erfindungsgedanken von eigenständiger Bedeutung wird vorgeschlagen, das Bearbeitungsverfahren so durchzuführen, daß nach einem Feinbohren der Zylinderbohrung und vor dem Freilegen der Hartstoffphasen die Zylinderlauffläche in einem ersten Honvorgang unter Verwendung eines Honwerkzeugs, dessen Schneidstoff im wesentlichen unnachgiebig in einem metallischen Verbund oder einem Harz gehalten ist, bearbeitet wird, so daß eine Oberflächenschicht der Zylinderlauffläche abgetragen wird, in der die Hartstoffphasen durch das Feinbohren zerstört wurden.

Gemäß diesem ansich selbstständigen Erfindungsgedanken wird die Zylinderbohrung mit einem geringeren Untermaß ausgebildet, so daß gegenüber dem bekannten Verfahren weniger abgetragen werden muß, um den schlußendlichen Bohrungsdurchmesser zu erreichen. Es wurde also gewissermaßen der Schritt des Formhons durch die Anbringung einer genaueren Bohrung ersetzt. Dies bereitet durch die Verfügbarkeit von polykristalline Diamantschneiden oder -schneidplatten aufweisenden Bohr- oder Fräswerkzeugen, insbesondere Mehrschneidenbohrer, keine Probleme.

Es wird dann in einem ersten Honvorgang beim Beseitigen der zerstörten Hartstoffphasen aufweisenden Oberflächenschicht der Zylinderlauffläche mehr Material abgetragen als beim vorausgehend beschriebenen Zwischenhonen, da beim Feinbohren im Gegensatz zum Formhonen von einer etwas größeren Zerstörungstiefe auszugehen ist. Es wird vorzugsweise mehr als 50 μm , insbesondere zwischen 50 und 70 μm , der Oberflächenschicht abgetragen. Es hat sich gezeigt, daß dies unter Verwendung desselben Honwerkzeugs, das auch bei dem vorstehend beschriebenen dreistufigen Honverfahren bei der Zwischenhonung verwendet wurde, erreicht werden kann. Es kann also auf den Einsatz teurer Diamanthonleisten verzichtet werden, und der Zeitaufwand für die Bearbeitung der Zylinderlauffläche wird beträchtlich reduziert.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Patentansprüchen. Einzelheiten und Verfahrensparameter zur Durchführung des beschriebenen dreistufigen Honverfahrens ergeben sich

aus der nachfolgenden Tabelle, wobei die Leichtmetalllegierung eine übereutektische Aluminium-Silizium-Legierung ist.

	Formhonen	Beseitigen der Si-Zerstörung		Freilegen der Si-Aus-scheidungen (Hartstoff-phasen
Schneidstoffpartikel	Diamant	Diamant	Siliziumcarbid	Korund oder Siliziumcar-bid
Schneidstoffpartikel-größe	46 - 60 µm	15 bis 30 µm	600/800 mesh	600/800 mesh
Bindung	starr (Metall)	im wesentlichen unnachgiebig (Kunststoff)		nachgiebig (Kunststoff)
Abtrag	50 - 70 µm	50 - 70 µm		3 - 5 µm
R _z	4 - 7 µm	0,6 -1,2 µm		1,0 - 3,0 µm
R _a	0,6-0,8 µm	0,06 -0,15 µm		0,10 - 0,3 µm
R _{pk}	-	0,15 -0,30 µm		0,30 - 0,80 µm

In der Zeichnung zeigt:

- Figur 1 ein analysiertes Oberflächenprofil, und
 Figur 2 eine photographische Darstellung einer Zylinderlaufbahn.

In der Figur 1 ist ein analysiertes Oberflächenprofil einer Zylinderlaufläche dargestellt, die in einem zweistufigen Honverfahren bearbeitet wurde. Zur Herstellung der Zylinderlaufläche wurde eine Verbundwerkstofftechnik genutzt; es wurde ein mit Siliziumpulver beladener zylinderförmiger Faserkörper, der aus Al_2O_3 -Kurzfasern hergestellt wird, und in einem Druckguß- oder Druckguß-ähnlichem Gießvorgang mit einer untereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung gefüllt wird, verwendet. Nach dem Gießvorgang wird die Zylinderöffnung feingebohrt, wobei ein sehr geringfügiges Untermaß im Bereich von weniger als 100 μm , vorzugsweise weniger als 70 μm , belassen wird. Dieses Untermaß wird dann in einem ersten Honvorgang abgetragen. In der ersten Stufe wurden 50 bis 70 μm der Oberflächenschicht abgetragen, und zwar unter Verwendung einer von der in Deutschland ansässigen Firma Atlantic angebotenen Honleiste SC/9/600/22-115-BLF. In diesem ersten Honvorgang wird die Zylinderlaufläche soweit abgetragen, etwa 50 bis 70 μm , bis die durch den Feinbohrvorgang zerstörten Bereiche beseitigt sind. Anschließend wird in einer zweiten Stufe fertiggehont, wobei in dem dargestellten Fall ein Honwerkzeug der in Deutschland ansässigen Firma Dolderer des Typs AS-800-P-PVA verwendet wird. In dieser zweiten Honstufe, die ausschließlich dem Freilegen der Siliziumphasen an der Oberfläche der Laufbahn dient, werden nur noch 3 bis 5 μm des Aluminium-Matrix-Metalls der Zylinderlaufbahn abgetragen.

Figur 2 zeigt eine photographische Darstellung einer nach dem Verfahren bearbeiteten Oberfläche einer Zylinderlaufbahn.

Patentansprüche

- Verfahren zur Bearbeitung von aus Leichtmetalllegierungen, insbesondere Aluminiumlegierungen, hergestellten Zylinderlauflächen bei der Herstellung von Motorblöcken und Kurbelgehäusen für Verbrennungskraftmaschinen, mit eingelagerten körnigen oder faserigen Hartstoffphasen, wie insbesondere Silizium, Aluminiumoxid oder Carbiden, zur Erzeugung tribologisch geeigneter Eigenschaften, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Freilegen der Hartstoffphasen durch Zurücksetzen der Leichtmetallmatrix anstelle eines Ätzprozesses die zu bearbeitende Zylinderlaufläche gehont wird und daß hierfür ein Honwerkzeug verwendet wird, dessen Schneidstoff in einer derart nachgiebigen Matrix eingelagert ist, daß die Schneidstoffpartikel zwischen die Hartstoffphasen gedrückt werden und dabei eine Freilegung sowie eine Verrundung der Hartstoffphasen bewirken können.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem zum Freilegen der Hartstoffphasen verwendeten Honwerkzeug der Schneidstoff in einer porösen Matrix eingelagert ist.
- Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Freilegen der Hartstoffphasen eine gemittelte Rauhtiefe R_z von 1,0 bis 3,0 μm erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Freilegen der Hartstoffphasen ein Mittenrauhwert R_a von 0,1 bis 0,3 μm erzeugt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Freilegen der Hartstoffphasen eine reduzierte Spitzenhöhe R_{pk} von 0,3 bis 0,8 μm erzeugt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach einem Feinbohren der Zylinderbohrung und vor dem Freilegen der Hartstoffphasen die Zylinderlauffläche in einem ersten Honvorgang unter Verwendung eines Honwerkzeugs, dessen Schneidstoff im wesentlichen unnachgiebig in einem metallischen Verbund oder einem Harz gehalten ist, bearbeitet wird, so daß eine Oberflächenschicht der Zylinderlauffläche abgetragen wird, in der die Hartstoffphasen durch das Feinbohren zerstört wurden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Beseitigen der zerstörte Hartstoffphasen aufweisenden Oberflächenschicht der Zylinderlauffläche mehr als 50 μm , vorzugsweise zwischen 50 und 70 μm , abgetragen werden.

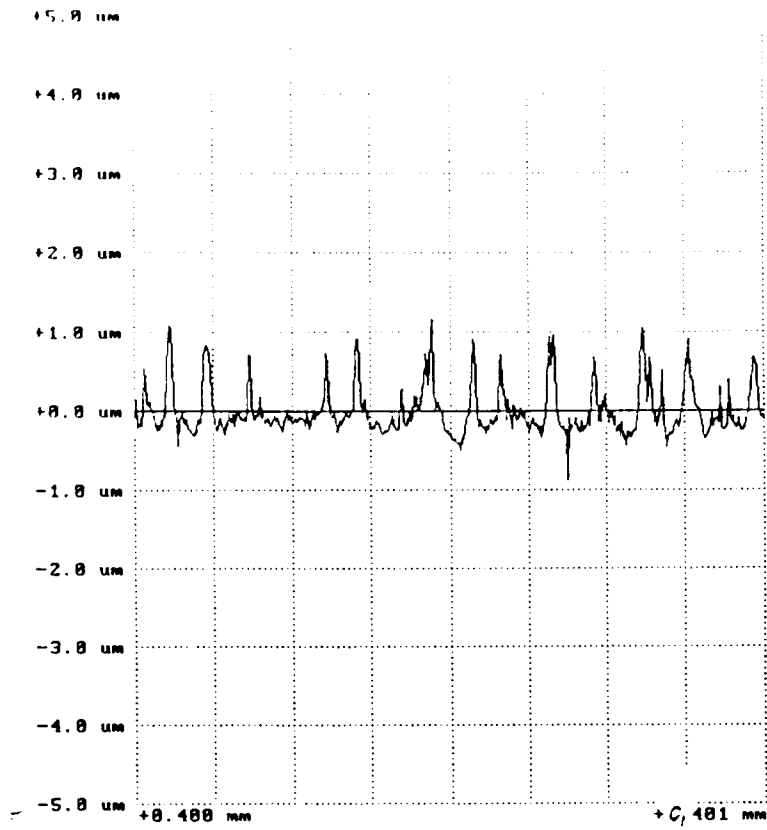


Fig. 1

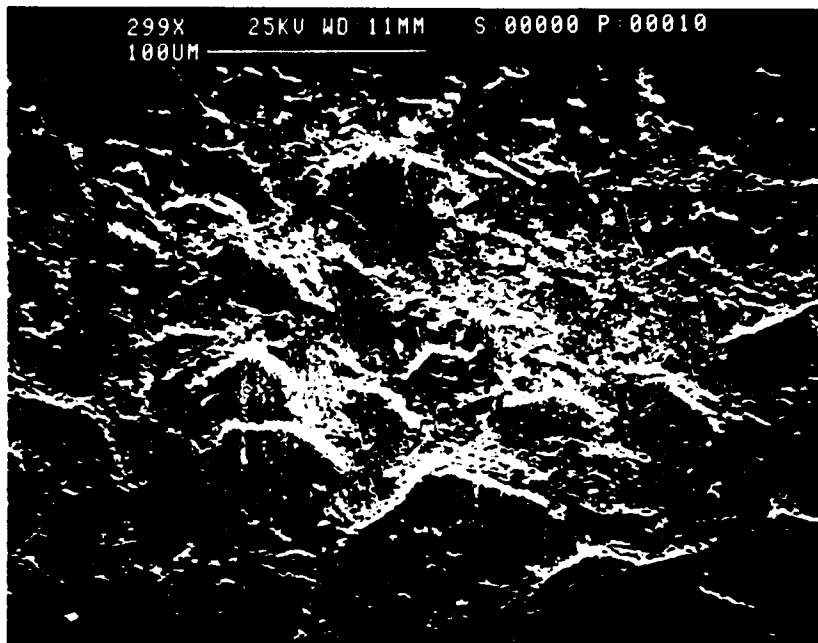


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 97 11 0011

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 348 608 A (KADIA) 3.Januar 1990 * Spalte 5, Zeile 5 - Zeile 37; Abbildung 4 *	1,6	B24B33/02 B24B33/08 B24D13/00
Y	---	2	
Y	US 2 232 389 A (JURKAT) * Seite 3, Zeile 29 - Zeile 39 *	2	
A	---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 010 (M-658), 13.Januar 1988 & JP 62 173164 A (TOYOTA MOTOR CORP), 30.Juli 1987, * Zusammenfassung *	1	
A	---	1	
A	US 3 972 161 A (ZOISS) 3.August 1976 * Spalte 6, Zeile 58 - Zeile 68 *	1	
A	---	1	
A	DE 44 17 209 A (JASON INC.) 19.Januar 1995 * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B24B B24D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		6.Oktober 1997	
		Prüfer	
		Garella, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundaätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument			
& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)