

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 460 151 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.09.2004 Patentblatt 2004/39

(51) Int Cl. 7: C25D 11/04

(21) Anmeldenummer: 03100714.9

(22) Anmeldetag: 19.03.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK

(71) Anmelder: Ford Global Technologies, LLC, A
subsidiary of Ford Motor Company
Dearborn, MI 48126 (US)

(72) Erfinder:

• Kluge, Torsten
51491, Overath (DE)

• Verpoort, Clemens Maria

52074, Aachen (DE)

• Broda, Maik

52249, Eschweiler (DE)

• Brooks, Alan

Brentwood, Essex CM14 4PJ (GB)

(74) Vertreter: Drömer, Hans-Carsten, Dr.-Ing. et al
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP,
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)

(54) Zylinderkopf fuer Hubkolbenbrennkraftmaschinen

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung eines Verfahrens zum Beschichten von metallischen Werkstoffen für Zylinderköpfe von Hubkolbenbrennkraftmaschinen. Dabei wird das bekannte Verfahren der Mikrooxidation von Leichtmetallen dazu verwendet, die Oberflächeneigenschaften eines Zylinderkop-

fes (2) einer Hubkolbenbrennkraftmaschine (1) zu verbessern. Die Erfindung betrifft ferner einen Zylinderkopf (2) für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine (1), der nach dem Microarcoxidationsverfahren beschichtete Bereiche aufweist sowie ein Verfahren zur Herstellung von Zylinderköpfen (2).

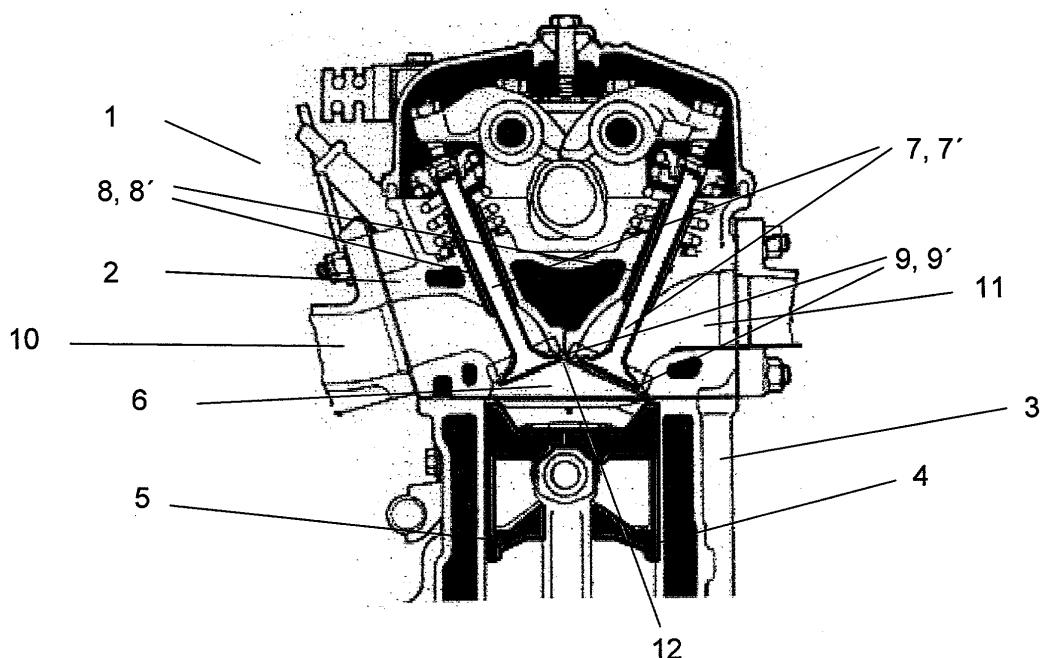


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung eines Verfahrens zum Beschichten von metallischen Werkstoffen für Zylinderköpfe von Hubkolbenbrennkraftmaschinen. Dabei wird das bekannte Verfahren der Microarcoxidation (auch bekannt als Plasmaspark bzw. Plasmaelectrolytic Oxidation oder Microarc discharge oxidizing) von Leichtmetallen dazu verwendet, die Oberflächeneigenschaften eines Zylinderkopfes einer Hubkolbenbrennkraftmaschine zu verbessern. Die Erfindung betrifft ferner einen Zylinderkopf für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, der nach dem Microarcoxidationsverfahren beschichtete Bereiche aufweist sowie ein Verfahren zur Herstellung von Zylinderköpfen.

[0002] Heutige Hubkolbenbrennkraftmaschinen, bestehend aus mindestens einem Zylinder, enthaltend einen Kolben, der über einen Pleuel eine Kurbelwelle in Rotation versetzt, und einen Zylinderkopf, der den mittels Kolben und Zylinder gebildeten Verbrennungsraum nach oben abschließt. Der Zylinderkopf enthält üblicherweise mehrere Gaswechselventile für den Einlaß bzw. Auslaß der Verbrennungsluft bzw. der Verbrennungsgase. Stand der Technik ist es, Zylinderköpfe aus Leichtmetall oder Leichtmetalllegierungen zu verwenden, da sie Gewichtsvorteile und Vorteile in der Wärmeabfuhr aufweisen. Allerdings haben Leichtmetallzylinderköpfe einige Bereiche, in denen das Leichtmetall den Anforderungen des Betriebes nicht genügt. So wird z. B. der Bereich zur Führung der Gaswechselventile durch Hölzerne aus Messing oder Sintermetall verstärkt. Auch die Dichtflächen der Gaswechselventile werden üblicherweise durch Ringe, die sogenannten Ventilsitzringe, aus gehärteten Stahllegierungen verstärkt.

[0003] Das Verfahren der Microarcoxidation von Leichtmetallen ist z. B. aus der WO 00/05493, aus der US 6,197,178 oder dem SAE-Papier von V.D.N. Rao, H.A. Cikanek, B.A. Boyer, L.N. Lesnevsky, N.M. Tchernovskiy, N.V. Tjurin "Friction and wear characteristics of micro-arc oxidation coating for light weight, wear resistant, powertrain component application" SAE paper 970022; 1997 bekannt. Bekannt ist außerdem das Microarcoxidationsverfahren zur Beschichtung von Zylindern und Kolben anzuwenden.

[0004] Voraussetzungen für das Microarcoxidationsverfahren ist ein saures oder basisches Elektrolytbad mit einem spezifischen wäßrigen Elektrolyten, in das ein oder mehrere Werkstücke eingetaucht werden. Das oder die Werkstücke bilden die Anode während üblicherweise der Behälter die Kathode darstellt. An das oder die Werkstücke, hier ein Zylinderkopf, wird eine Spannung angelegt, bis sich winzige Lichtbögen bilden, bei bestimmten sich einstellenden Stromstärken. Dies führt nach einiger Zeit zu einer oxidierten Oberflächenschicht von üblicherweise ca. 20 bis 500 tausendstel Millimeter. Diese Oberflächenschicht zeichnet sich durch eine deutliche erhöhte Härte, durch geringere Reibung sowie eine bessere Verschleißfestigkeit aus.

Der äußerste entstehende poröse Bereich kann vor dem ersten Einsatz mechanisch entfernt werden.

Außerdem ist die Wärmeleitung der oxidierten Schicht deutlich vermindert gegenüber dem Grundmaterial, so daß vergleichsweise eine gewisse thermische Isolierung erreicht wird.

[0005] Wird nun das Microarcoxidationsverfahren auf verschiedene Bereiche eines Zylinderkopfes angewandt, so lassen sich einige Bauteilverbesserungen erreichen, wie z. B. bessere thermische Isolierung oder erhöhte Verschleißfestigkeit. Bereiche, in denen die Oberfläche nicht oxidiert werden soll, müssen während der Anwendung des Verfahrens abgedeckt sein.

[0006] Es ist daher Aufgabe dieser Erfindung einen Zylinderkopf einer Hubkolbenbrennkraftmaschine durch Verwendung eines Verfahrens zur Microarcoxidation von Leichtmetallen so zu verbessern, daß er kostengünstiger hergestellt werden kann, wobei gleichzeitig die Lebensdauer heraufgesetzt wird. Dies wird durch die Verwendung des Verfahren gemäß des Hauptanspruchs 1 erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0007] Erfindungsgemäß werden Zylinderköpfe aus Leichtmetall von Hubkolbenbrennkraftmaschinen durch das zuvor beschriebene Verfahren zur Microarcoxidation beschichtet. Wie zuvor erwähnt entsteht durch das Microarcoxidationsverfahren eine oxidierte Oberflächenschicht von ca. 20 bis 500 tausendstel Millimeter. Diese Oberflächenschicht weist deutlich andere Eigenschaften als das Grundmaterial auf. So ist z. B. die Härte wesentlich erhöht, die Verschleißfestigkeit heraufgesetzt und die Wärmeleitfähigkeit vermindert. Diese Eigenschaften können an einem Zylinderkopf, der je nach Bereich unterschiedliche Aufgaben hat, vorteilhaft genutzt werden.

[0008] Erfindungsgemäß werden daher die Dichtflächen eines Zylinderkopfes zu den Gaswechselventilen mittels Microarcoxidation beschichtet. Stand der Technik ist es, bei Leichtmetallzylinderköpfen für diese Dichtflächen sogenannte Ventilsitzringe zu verwenden. Dies ist nötig, da das Leichtmetall der Belastung, die durch das Aufprallen der schließenden Gaswechselventile auf die Dichtflächen entsteht, auf Dauer nicht standhält. Ventilsitzringe sind daher üblicherweise aus gehärteten

Stahlwerkstoffen hergestellt. Durch Beschichtung dieser Dichtflächen mittels Microarcoxidation werden die Dichtflächen des Zylinderkopfes derart gehärtet, daß die Verwendung von Ventilsitzringen überflüssig wird. Dies spart mehrere Bearbeitungsschritte am Zylinderkopf sowie die Fertigung und Montage der Ventilsitzringe. Vorteilhaft ist hier auch, daß die beschichteten Bereiche deutlich dünner sind als die sonst verwendeten Ventilsitzringe, so daß es möglich ist den Zylinderkopf so zu verändern, daß die Kühlwasserkanäle näher an die Ventile heranreichen.

[0009] Eine weitere erfindungsgemäße Anwendung des Microarcoxidationsverfahrens am Zylinderkopf bietet sich für die Ventilführungen der Gaswechselventile

an. Üblicherweise erfüllt der Leichtmetallwerkstoff von Zylinderköpfen nicht die Anforderungen, die an eine Gleitlagerführung gestellt werden. Daher werden für die Führung der üblicherweise aus Stahlwerkstoffen hergestellten Gaswechselventile Führungshülsen aus Legierungen oder Sinterwerkstoffen eingesetzt. Diese bieten eine ausreichende Härte, gewisse Notlaufeigenschaften bei Fehlen oder Unterversorgung des Betriebschmierstoffes und/oder eine gewisse Porosität zur Speicherung geringer Mengen von Schmierstoff, um so Notlaufeigenschaften sicherzustellen. Werden nun erfundungsgemäß die Führungen für Gaswechselventile direkt aus dem Leichtmetallwerkstoff des Zylinderkopfes herausgearbeitet und anschließen mit dem Microarcoxidationsverfahren beschichtet, so ergeben sich die erforderlichen oben aufgeführten Eigenschaften zur Führung von Gaswechselventilen, so daß der Einsatz von separaten Führungshülsen überflüssig wird.

[0010] Erfundungsgemäß ist es weiterhin vorteilhaft, die Ein- und Auslaßkanäle eines Zylinderkopfes mittels des Microarcoxidationsverfahrens zu beschichten. Als Ein- bzw. Auslaßkanäle werden die Kanäle innerhalb eines Zylinderkopfes bezeichnet, die die Verbrennungsluft in den Zylinder, bzw. die Abgase aus dem Zylinder hinein- bzw. hinausleiten. Wie zuvor beschrieben besitzt die durch das Microarcoxidationsverfahren entstandene Oberflächenschicht eine schlechtere Wärmeleitfähigkeit als der Leichtmetallzylinderkopfwerkstoff. Diese wenn auch geringe thermische Isolation ist für den Verbrennungslufteinlaßkanal sinnvoll, da die Verbrennungsluft bei betriebswarmen Motor weniger aufgeheizt wird und dadurch, daß kältere Luft eine geringere Dichte besitzt, die Füllung des Zylinders mit Verbrennungsluft verbessert wird. Es ist außerdem sinnvoll, die Auslaßkanäle zu beschichten. Durch die Isolationswirkung kühlen sich die Abgase weniger ab, so daß eine üblicherweise nachgeschaltete katalytische Abgasreinigungsvorrichtung schneller ihre Zündtemperatur erreicht.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Gestaltung der Erfindung sieht vor, die sind zwischen zwei Ventilsitzen am Zylinderkopf ergebenden Stege, die sogenannten Ventilstegs zu beschichten. Dieser Bereich ist üblicherweise einem besonderen thermischen Stress ausgesetzt, der aus der dünnen Wandung zwischen Abgas und Einlaßkanal resultiert. Eine zusätzliche Isolation dieses Bereiches durch Beschichten dieses Bereiches mittels des Microarcoxidationsverfahrens ist daher vorteilhaft.

[0012] Die Erfindung betrifft weiterhin einen Zylinderkopf, der eine das Microarcoxidationsverfahren erzeugte Beschichtung an mindestens einem der zuvor beschriebenen Bereiche aufweist.

[0013] Weiterhin wird ein erfundungsgemäßes Verfahren vorgeschlagen, bei dem ein Zylinderkopf an mindestens einem der zuvor beschriebenen Bereiche beschichtet wird. Bereiche, die nicht beschichtet werden sollen, werden durch geeignete Maßnahmen abgedeckt. So lassen sich je nach Bedarf ein oder mehrere

Bereiche eines Zylinderkopfes oder der gesamte Zylinderkopf in der beschriebenen Weise beschichten.

[0014] Die Erfindung wird anhand der einzigen Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

5 Fig. 1 Einen Ausschnitt eines Schnittes durch eine Hubkolbenbrennkraftmaschine

[0015] Figur 1 zeigt einen Ausschnitt eines Schnittes 10 durch eine Hubkolbenbrennkraftmaschine 1. Zu erkennen sind ein Zylinderkopf 2, ein Teil eines Zylinderblocks 3 und ein Zylinder 4, in dem ein Kolben 5 beweglich angeordnet ist. Der Kolben 5 bildet zusammen mit dem Zylinder 4 und dem Zylinderkopf 2 einen Brennraum 6. 15 Verbrennungsluft gelangt über einen Einlaßkanal 10 durch eines der beiden Gaswechselventile 7, 7' in den Brennraum 6, während die Abgase den Brennraum durch das andere der beiden Gaswechselventile 7, 7' verlassen und dann durch den Auslaßkanal 11 weitergeleitet werden. Die Gaswechselventile 7, 7' sind üblicherweise in Ventilführungen 8, 8' beweglich angeordnet. In den Zylinderkopf 2 sind Ventilsitzringe 9, 9' eingelassen, an denen Dichtflächen für die Gaswechselventile 7, 7' ausgebildet sind.

[0016] Erfundungsgemäß wird ein Leichtmetallzylinderkopf 2 im Bereich der Dichtflächen der Gaswechselventile 7, 7' mittels Microarcoxidation beschichtet. Üblicherweise sind hier Ventilsitzringe 9, 9' aus üblicherweise gehärtetem Stahlwerkstoff in Einsatz, da in diesem 30 Bereich die Gaswechselventile 7, 7' beim Schließen mit hoher Geschwindigkeit auf den Zylinderkopf prallen. Sind dagegen diese Bereiche wie beschrieben durch Microarcoxidation beschichtet worden, so ist die entstandene Schicht den Anforderungen gewachsen, so 35 daß die Ventilsitzringe 9, 9' entfallen können.

[0017] Ähnliches gilt für die Bereiche der Ventilführungen 8, 8', in denen die Gaswechselventile 7, 7' gelagert sind. Üblicherweise erfüllt der Leichtmetallwerkstoff des Zylinderkopfes 2 nicht die Anforderungen, die an eine 40 Lagerung der Gaswechselventile 7, 7' gestellt werden: Die Gleitlagerung der Gaswechselventile 7, 7' muß ausreichend verschleißfest sein, aber auch Notlaufeigenschaften aufweisen, da es beim Anlassen einer Brennkraftmaschine 1 einige Sekunden dauert, bis der 45 Schmierstoff an alle Lagerstellen vordringt. Erfundungsgemäß wird nun dieser Bereich der Lagerung der Gaswechselventile 7, 7' durch Microarcoxidation mit einer oxidierten Oberflächenschicht überzogen. Diese Schicht weist eine genügende Verschleißfestigkeit aus, ist aber auch leicht porös, so daß etwas Öl zurückgehalten werden kann, was wiederum die gewünschte Notlaufeigenschaft bietet. Auf separate Ventilführungen 50 8, 8' kann daher verzichtet werden. Eine zusätzliche Beschichtung durch PTFE (Teflon) oder Gletlack ist denkbar.

[0018] Erfundungsgemäß, kann es auch vorteilhaft sein, die Ein- bzw. Auslaßkanäle 10, 11 eines Verbrennungsmotors 1 zu beschichten. Die Beschichtung hat

eine geringere Wärmeleitfähigkeit als das Grundmaterial. Dies hat auf der Einlaßseite den Vorteil, daß die Verbrennungsluft weniger aufgeheizt wird, so daß kühtere, damit dichtere und daher mehr Verbrennungsluft in den Brennraum 6 gelangen kann. Auf der Auslaßseite bringt diese leichte Isolationswirkung den Vorteil, daß die Abgase nicht so schnell abkühlen und daher z. B. eine katalytische Abgasbehandlungseinrichtung schneller ihre Zündtemperatur erreicht.

[0019] Auch eine thermische Isolierung der Ventilstange 12 ist sinnvoll, da diese Bereiche hohen Temperaturdifferenzen und starker mechanischer Belastung ausgesetzt sind.

5

die nicht in den Ansprüchen 2 bis 5 genannten Bereiche während der Microarcoxidation abgedeckt werden, so daß in diesen Bereichen keine Oberflächenbeschichtung erfolgt.

10

15

Patentansprüche

1. Verwendung eines Verfahrens zur Microarcoxidation von Leichtmetallen, zur Beschichtung von Zylinderköpfen (2) von Hubkolbenbrennkraftmaschinen (1). 20
2. Verwendung eines Verfahrens zur Microarcoxidation nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zylinderköpfe (2) in den Kontaktbereichen der Gaswechselventilteller (9, 9') beschichtet werden. 25
3. Verwendung eines Verfahrens zur Microarcoxidation nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zylinderköpfe (2) in den Kontaktbereichen der Gaswechselventilführungen (8, 8') beschichtet werden. 30
4. Verwendung eines Verfahrens zur Microarcoxidation nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Ein- und Auslaßkanäle (10, 11) beschichtet werden. 35
5. Verwendung eines Verfahrens zur Microarcoxidation nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Ventilstange beschichtet werden. 40
6. Zylinderkopf für eine Hubkolbenbrennkraftmaschine (1)
dadurch gekennzeichnet, daß
der Zylinderkopf (2) beschichtete Bereiche nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5 aufweist. 50
7. Verfahren zur Beschichtung von Zylinderköpfen (2) für Hubkolbenbrennkraftmaschinen (1) mittels Microarcoxidation
dadurch gekennzeichnet, daß 55

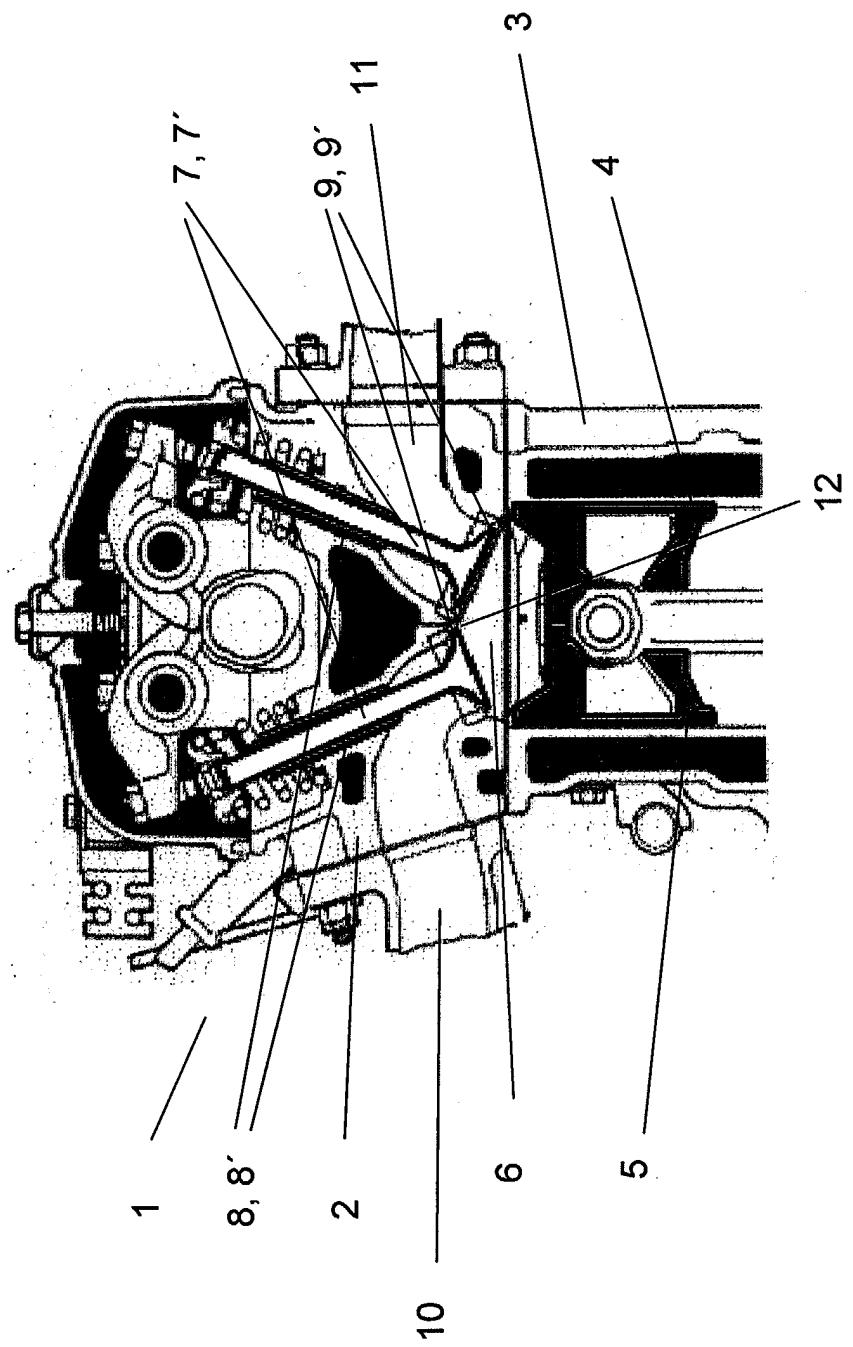


Fig. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 03 10 0714

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriftt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 884 405 A (VASSILIEV ANATOLI J PROF DR ; EIBEL KARL HEINZ (DE); OLENIN ANATOLI) 16. Dezember 1998 (1998-12-16) * Spalte 8, Zeile 33,37,38,43,44,49-51,54-56 * * Spalte 9, Zeile 4-21,32-37 * * Spalte 10, Zeile 44-55 * * Spalte 11, Zeile 18,19 * * Spalte 12, Zeile 7-10,21-32 * * Spalte 13, Zeile 30-40 * * Spalte 14, Zeile 6,34-41 * ---	1-7	C25D11/04
X	WO 00 05493 A (KOSMATOV EVGENY STEPANOVICH ; KALASHNIKOV JURY DMITRIEVICH (RU); MU) 3. Februar 2000 (2000-02-03) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * ---	1-7	
X	DE 198 48 590 A (GROZA IGOR) 27. April 2000 (2000-04-27) * Seite 3, Zeile 5-10,45,46,67 * * Seite 5, Zeile 38,39 * * Seite 6, Zeile 20-23 * ---	1-3,6,7	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)
A	US 5 720 866 A (EROKHINE ALEKSEY ET AL) 24. Februar 1998 (1998-02-24) * Spalte 1, Zeile 64-66 * * Spalte 2, Zeile 56-63 * * Spalte 3, Zeile 40-42 * * Spalte 4, Zeile 37-47,53-60 * * Spalte 5, Zeile 4-8; Abbildungen 1,3-5 * ---	1-7	C25D
A	US 5 616 229 A (HITERER MISHA ET AL) 1. April 1997 (1997-04-01) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * ---	1-7	
A	DE 195 06 656 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 29. August 1996 (1996-08-29) * Zusammenfassung * ---	1,6,7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	23. Juli 2003		Boye, 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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 10 0714

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 0 462 850 A (PEUGEOT ;CITROEN SA (FR)) 27. Dezember 1991 (1991-12-27) * Seite 1, Zeile 5,6,20,21; Abbildung 5 * -----	1,5-7	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	23. Juli 2003	Boye, M	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
<small>EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)</small>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 10 0714

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-07-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0884405	A	16-12-1998	DE	19721730 A1	26-11-1998
			AT	205557 T	15-09-2001
			DE	59801427 D1	18-10-2001
			EP	0884405 A2	16-12-1998
WO 0005493	A	03-02-2000	RU	2135803 C1	27-08-1999
			RU	2143573 C1	27-12-1999
			AU	1895399 A	14-02-2000
			WO	0005493 A1	03-02-2000
DE 19848590	A	27-04-2000	DE	19848590 A1	27-04-2000
US 5720866	A	24-02-1998	KEINE		
US 5616229	A	01-04-1997	IL	109857 A	15-06-1998
DE 19506656	A	29-08-1996	DE	19506656 A1	29-08-1996
EP 0462850	A	27-12-1991	FR	2663250 A1	20-12-1991
			DE	69130038 D1	01-10-1998
			DE	69130038 T2	12-05-1999
			EP	0462850 A1	27-12-1991