

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. Februar 2007 (15.02.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/017349 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**B22D 15/02** (2006.01) **F02F 1/38** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/064363

(22) Internationales Anmeldedatum:  
18. Juli 2006 (18.07.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 037 735.1 5. August 2005 (05.08.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **HYDRO ALUMINIUM MANDL & BERGER GMBH** [AT/AT]; Zeppelinstrasse 24, A-4030 Linz (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GOSCH, Rolf** [DE/AT]; Amselweg 5, A-4600 Thalheim (AT).

(74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK**; Bleichstrasse 14, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

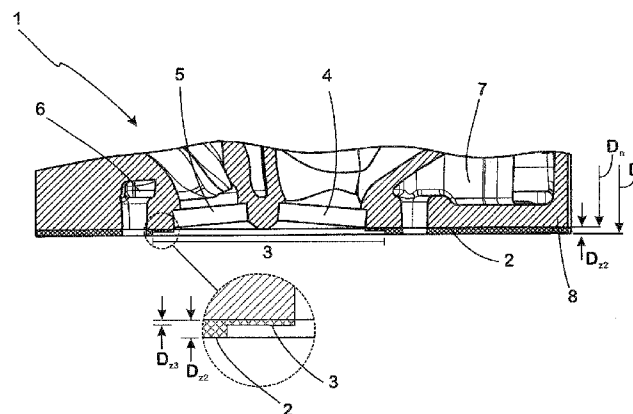
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: UNMACHINED CYLINDER HEAD CASTING, CAST CYLINDER HEAD FOR DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES, AND PROCESS FOR PRODUCING AN UNMACHINED CYLINDER HEAD CASTING

(54) Bezeichnung: ZYLINDERKOPF-GUSSROHTEIL, GEGOSSENER ZYLINDERKOPF FÜR DIESEL-VERBRENNUNGSMOTOREN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ZYLINDERKOPF-GUSSROHTEILS



(57) Abstract: An unmachined cylinder head casting for producing a cylinder head for internal combustion engines powered with Diesel fuel has a sealing surface (2) intended for mounting in the finished state on a corresponding sealing surface of an engine block and designed on a sealing surface section (8) of the unmachined cylinder head casting (1), the thickness (D) of section (8) in the casting state exhibiting a machining allowance (D<sub>22</sub>) in relation to its set thickness (D<sub>n</sub>) obtained after a material-removing finishing of the sealing surface (2), the sealing surface (2) further including a combustion chamber region (3) associated with the combustion chamber formed in the engine block. According to the invention, an optimum load-bearing capacity of this type of cylinder head (1) is achieved in a simple manner, in that the machining allowance (D<sub>22</sub>) of the sealing surface section (8) in the combustion chamber region (3) of the sealing surface (2) amounts to maximum 15 % of the machining allowance (D<sub>22</sub>) of the sealing surface section (8) in the remaining region of the sealing surface. Also disclosed is a finished cylinder head produced from the unmachined cylinder head casting according to the invention, and a process for producing the same.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/017349 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Zylinderkopf-Gussrohteil zur Herstellung eines Zylinderkopfes für mit Dieselmotor betriebene Verbrennungsmotoren, mit einer im fertig bearbeiteten Zustand zur Montage an einer korrespondierenden Dichtfläche eines Motorblocks bestimmten Dichtfläche (2), die an einem Dichtflächenabschnitt (8) des Zylinderkopf-Gussrohteils (1) ausgebildet ist, dessen Dicke (D) im Gusszustand eine Bearbeitungszugabe ( $D_{z2}$ ) gegenüber seiner nach einer spanabhebenden Fertigbearbeitung der Dichtfläche (2) erhaltenen Nenndicke ( $D_n$ ) aufweist, und einen Brennraumbereich (3) umfasst, der einem in dem Motorblock eingeformten Brennraum zugeordnet ist. Bei einem solchen Zylinderkopf (1) wird erfindungsgemäß eine optimierte Belastbarkeit auf einfache Weise dadurch erreicht, dass die Bearbeitungszugabe ( $D_{z3}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im Brennraumbereich (3) der Dichtfläche (2) höchstens 15 % der Bearbeitungszugabe ( $D_{z2}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im übrigen Bereich der Dichtfläche beträgt. Ebenso betrifft die Erfindung einen aus einem erfindungsgemäßen Zylinderkopf-Gussrohteil fertig bearbeiteten Zylinderkopf und ein Verfahren zu dessen Herstellung.

**ZYLINDERKOPF-GUSSROHTEIL, GEGOSSENER ZYLINDERKOPF FÜR  
DIESEL-VERBRENNUNGSMOTOREN UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG  
EINES ZYLINDERKOPF-GUSSROHTEILS**

Die Erfindung betrifft ein Zylinderkopf-Gussrohteil zur Herstellung eines Zylinderkopfes für mit Dieselkraftstoff betriebene Verbrennungsmotoren, mit einer im fertig bearbeiteten Zustand zur Montage an einer korrespondierenden Dichtfläche eines Motorblocks bestimmten Dichtfläche, die an einem Dichtflächenabschnitt des Zylinderkopf-Gussrohteils ausgebildet ist, dessen Dicke im Gusszustand eine Bearbeitungszugabe gegenüber seiner nach einer spanabhebenden Fertigbearbeitung der Dichtfläche erhaltenen Nenndicke aufweist, und einen Brennraumbereich umfasst, der einem in dem Motorblock eingeformten Brennraum zugeordnet ist.

Des Weiteren behandelt die Erfindung einen aus einer Metallschmelze gegossenen Zylinderkopf für mit Dieselkraftstoff betriebene Verbrennungsmotoren, mit einer zur Montage an einer korrespondierenden Dichtfläche eines Motorblocks bestimmten, durch spanabhebende Fertigbearbeitung erzeugten Dichtfläche, die einen Brennraumbereich umfasst, der einem in dem Motorblock eingeformten Brennraum zugeordnet ist.

Schließlich umfasst die Erfindung auch ein Verfahren zum Gießen eines Zylinderkopf-Gussrohteils, bei dem eine Metallschmelze, insbesondere eine Leichtmetallschmelze, in eine Gießform gegossen wird, die einen das Zylinderkopf-Gussrohteil abbildenden Formhohlraum umfasst, der eine an dem Zylinderkopf-Gussrohteil eine Dichtfläche abbildende Begrenzungsfläche aufweist, und bei dem nach dem Abguss, Erstarren und Ausformen des Zylinderkopf-Gussrohteils die Dichtfläche mittels einer spanabhebenden Bearbeitung fertig bearbeitet wird, indem im Bereich der Dichtfläche Gussmaterial über eine Dicke abgenommen wird, um eine zur Montage an einer korrespondierenden Dichtfläche eines Motorblocks fertig bearbeitete Dichtfläche zu erzeugen.

Bei Zylinderköpfen für Dieselvebrennungsmotoren, insbesondere bei Direkteinspritzmotoren, hat der Brennraumbereich keine kalottenförmige Geometrie, wie sie bei Zylinderköpfen für Benzinmotoren üblicherweise vorgesehen ist, sondern ist planeben in die ebenso plane Dichtfläche eingearbeitet, mit der der Diesel-Zylinderkopf im montierten Zustand an der ihm zugeordneten Dichtfläche des jeweiligen Motorblocks anliegt. Der Brennraumbereich des Zylinderkopfs liegt auf diese Weise in der Dichtebene zum Motorblock.

Um die Dichtfläche mit der für einen dauerhaft sicher dichten Sitz erforderlichen Genauigkeit fertigen zu können, wird beim Zylinderkopf-Gussrohteil üblicherweise eine Bearbeitungszugabe vorgegossen, welche bei der Fertigbearbeitung des Zylinderkopfes abgespant wird. In der Praxis beträgt die im Zuge der Fertigbearbeitung abgetragene, als Bearbeitungszugabe vorgesehene zusätzliche Dicke des die Dichtfläche tragenden Abschnitts des

Zylinderkopf-Rohteils üblicherweise 2 mm bis 3 mm. Der spanabhebende Abtrag dieser Dicke ermöglicht es, die Dichtfläche mit der erforderlichen Planebenheit hochgenau herzustellen.

Im praktischen Einsatz ist der Brennraumbereich des Zylinderkopfs aufgrund der bei Dieselmotoren auftretenden hohen Drücke und hohen Temperaturen am stärksten beansprucht. Diese Belastung führt insbesondere bei aus Leichtmetalllegierungen gegossenen Zylinderköpfen an den üblicherweise in ihre Brennraumbereiche eingearbeiteten Ventilsitzen und Ventilstegen zu einer erhöhten Rissanfälligkeit. Diese Anfälligkeit ist insbesondere unter Berücksichtigung dem Wunsch nach noch höher belastbaren Zylinderköpfen problematisch, der seitens der Hersteller und Verwender von Dieselmotoren im Hinblick auf eine möglichst hohe Leistungsausbeute erhoben wird.

Gerade dann, wenn die Zylinderköpfe aus einem Leichtmetallwerkstoff, beispielsweise einer Aluminium-Legierung, hergestellt werden sollen, können diese Forderungen bisher nur mit erheblichem legierungstechnischen, konstruktiven oder verfahrenstechnischen Aufwand erfüllt werden. So kann die Belastbarkeit der Ventilsitze im Bereich des Brennraums beispielsweise durch Eingießen von aus höher belastbaren Metallen hergestellten Elementen verbessert werden. Der mit dem Eingießen der Ventilsitze verbundene Aufwand und die für ihre ausreichend feste Einbindung in das Leichtmetall des Zylinderkopfes erforderlichen Maßnahmen verursachen jedoch einen zusätzlichen fertigungstechnischen Aufwand. Gleiches gilt für die Möglichkeit, die Festigkeits- und

Dehnungseigenschaften des Brennraumbereichs durch eine nachträgliche Wärmebehandlung zu erhöhen.

Vor diesem Hintergrund lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein auf einfache Weise erzeugbares Zylinderkopf-Gussrohteil zu schaffen, aus dem sich auf einfache Weise ein Zylinderkopf für Dieselmotoren mit optimierter Belastbarkeit herstellen lässt. Ebenso sollte ein entsprechend ausgebildeter, insbesondere aus einer Leichtmetalllegierung, gießtechnisch mit anschließender spanender Nachbearbeitung hergestellter Zylinderkopf für Dieselmotoren angegeben werden, der auch den gestiegenen Anforderungen an die Belastbarkeit derartiger Zylinderköpfe dauerhaft standhält. Schließlich sollte die Erfindung auch ein zur Herstellung derartiger Zylinderköpfe geeignetes Verfahren zur Verfügung stellen.

In Bezug auf das Gussrohteil ist diese Aufgabe ausgehend von einem Zylinderkopf-Gussrohteil der eingangs angegebenen Art dadurch gelöst worden, dass bei einem solchen Gussrohteil erfindungsgemäß die Bearbeitungszugabe des Dichtflächenabschnitts im Brennraumbereich der Dichtfläche höchstens 15 % des Übermaßes des Dichtflächenabschnitts im übrigen Bereich der Dichtfläche beträgt.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die statischen und dynamischen Eigenschaften des von der Dichtfläche des zu erzeugenden Zylinderkopfes umfassten Brennraumbereiches maßgeblich durch die Ausbildung des Gussgefüges beeinflusst werden. Der wesentlich von der Erstarrungsgeschwindigkeit abhängenden Gefügefinesheit kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Beim Abgießen der Leichtmetallschmelze wird die Erstarrung durch Wärmeentzug über die Gießform gelenkt und läuft an der Kontaktfläche zwischen Gießform und in die Gießform gefüllter Schmelze am schnellsten ab. Indem die Erfindung vorschlägt, die Dicke der im Brennraumbereich vorhandenen Bearbeitungszugabe auf ein Minimum zu beschränken, wird nun erreicht, dass das im Brennraumbereich oberflächennah vorhandene, schnell erstarrte Gussgefüge auch nach der für die Herstellung der erforderlichen Planheit der Dichtfläche unvermeidbaren spanabhebenden Bearbeitung an der Oberfläche des Brennraumbereichs nicht abgetragen, sondern erhalten bleibt. Entsprechend gut sind dort die mechanischen Eigenschaften, verglichen mit den weiter im Inneren gelegenen, langsamer erstarrten Bereichen des gegossenen Zylinderkopfes. Der Brennraumbereich behält also das besterstarrte Gefüge und kann somit bei längerer Lebensdauer höher belastet werden.

Hinsichtlich eines mit den eingangs angegebenen Merkmalen ausgestatteten Zylinderkopfes für mit Dieselkraftstoff betriebene Verbrennungsmotoren besteht die Lösung der voranstehend angegebenen Aufgabe dementsprechend darin, dass der Zylinderkopf erfindungsgemäß in dem Brennraumbereich angrenzend an dessen Oberfläche ein Gussgefüge aufweist, das dem Gussgefüge entspricht, welches im an die Oberfläche angrenzenden Bereich der Dichtfläche vor deren spanabhebender Fertigbearbeitung vorhanden ist.

Schließlich sieht die erfindungsgemäße Lösung der oben angegebenen Aufgabe in Bezug auf ein Verfahren der eingangs angegebenen Art vor, dass die Begrenzungsfläche der Gießform eine Erhebung umfasst, die in der Dichtfläche des Zylinderkopf-Gussrohteils einen Brennraumbereich einformt,

in dem die Erhebung eine sich im Wesentlichen parallel zur Begrenzungsfläche erstreckende Oberfläche aufweist, die in einem Abstand zur Dichtfläche angeordnet ist, der mindestens 85 % der Dicke des im Zuge der spanabhebenden Fertigbearbeitung von der Dichtfläche abgetragenen Materials beträgt.

Den verschiedenen Verkörperungen der Erfindung gemeinsam ist, dass der in die Dichtfläche des Zylinderkopfes eingeformte Brennraumbereich schon beim Abgießen des Zylinderkopfes so endabmessungsnah erzeugt wird, dass im Brennraumbereich bei der nach dem Guss für die Herstellung ihrer Planheit unvermeidbaren spanabhebenden Bearbeitung der Dichtfläche allenfalls nur noch ein minimaler Materialabtrag erfolgt. Auf diese Weise bleibt im von der Dichtfläche umfassten Brennraumbereich des fertig bearbeiteten Zylinderkopfes ein schnell erstarrtes Gussgefüge von feiner Struktur erhalten.

Praktische Untersuchungen haben ergeben, dass die in erfindungsgemäßer Weise gestalteten und hergestellten Zylinderköpfe in ihrem jeweiligen Brennraumbereich Zugfestigkeiten aufweisen, die um 5 % bis 15 % höher sind als die Zugfestigkeiten von konventionell ausgebildeten und bearbeiteten, aus denselben Gusslegierungen erzeugten Zylinderköpfen. Zudem haben diese Untersuchungen eine gegenüber den konventionellen Zylinderköpfen um 15 % bis 25 % erhöhte Dehnbarkeit der erfindungsgemäßen Zylinderköpfe ergeben.

Die erfindungsgemäß erzielten Eigenschaftsverbesserungen lassen sich durch eine Minimierung der Bearbeitungszugabe im Brennraumbereich der Dichtfläche weiter optimieren. Dementsprechend sehen vorteilhafte Ausgestaltungen der



Erfindung vor, die Bearbeitungszugabe im Brennraumbereich auf höchstens 10 %, insbesondere 7 % und weiter bevorzugt höchstens 4 % des Übermaßes des Dichtflächenabschnitts im übrigen Bereich der Dichtfläche zu beschränken. So liegt bei einem erfindungsgemäß ausgebildeten Zylinderkopf-Gussrohteil das Übermaß der Dicke im Brennraumbereich beispielsweise im Bereich von 0,1 mm bis 0,2 mm, während es in der übrigen, den Brennraumbereich umfassenden Dichtfläche in konventioneller Weise weiterhin 2 mm bis 3 mm betragen kann.

Nachfolgend wird Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 einen Ausschnitt eines aus einer konventionellen Aluminiumgusslegierung gegossenen Zylinderkopf-Gussrohteils im Querschnitt;

Fig. 2 einen Ausschnitt einer Gießform zum Gießen des in Fig. 1 dargestellten Zylinder-Gussrohteils im Querschnitt;

Fig. 3 einen Ausschnitt eines aus dem in Fig. 1 gezeigten Zylinderkopf-Gussrohteil fertig bearbeiteten Zylinderkopfes im Querschnitt.

Das Zylinderkopf-Gussrohteil 1 weist an seiner in Montagestellung unteren Seite eine Dichtfläche 2 auf, die sich über die gesamte Breite und Länge des Zylinderkopf-Gussrohteils 1 erstreckt. Schon im in Fig. 1 dargestellten,

unbearbeiteten Gussrohzustand ist die Dichtfläche 2 im Wesentlichen planeben ausgebildet.

Die Dichtfläche 2 umfasst einen Brennraumbereich 3, der einem Brennraum eines hier nicht dargestellten Motorblocks zugeordnet ist. In den Brennraumbereich 3 sind ein Ventilsitz 4 für ein nicht dargestelltes Einlassventil und ein Ventilsitz 5 für ein ebenso nicht dargestelltes Auslassventil eingeformt. Zusätzlich sind in das Zylinderkopf-Gussrohteil 1 Kühlkanäle 6,7 eingeformt, deren Verbindungsöffnung zum Anschluss an entsprechende Kanäle des Motorblocks in der Dichtfläche 2 beabstandet zum Brennraumbereich 3 münden.

Die Dichtfläche 2 wird mit dem Brennraumbereich von einem sich über die Breite und Länge des Zylinderkopf-Gussrohteils 1 erstreckenden Dichtflächenabschnitts 8 getragen. Dieser im Bereich zwischen den sich parallel zur Dichtfläche 2 verlaufenden Abschnitten der Kühlkanäle 6,7 und der Dichtfläche 2 vorhandene Dichtflächenabschnitt 8 wird in der Fachsprache auch als "Brennraumdeck" bezeichnet.

Im Bereich der Dichtfläche 2 ist die Dicke  $D$  des Dichtflächenabschnitts 8 im Gussrohzustand um eine Bearbeitungszugabe  $D_{z2}$  dicker als die Nenndicke  $D_n$  des Dichtflächenabschnitts 8 im fertig bearbeiteten, in Fig. 3 dargestellten Zustand. In der Praxis beträgt die Bearbeitungszugabe  $D_{z2}$  beispielsweise 2 mm.

Im Gegensatz zum Bereich der Dichtfläche 2 ist der Dichtflächenabschnitt 8 im Brennraumbereich 3 nur geringfügig dicker als die vorgeschriebene Nenndicke  $D_n$  im fertig bearbeiteten Zustand. So beträgt beim Zylinderkopf-

Gussrohteil 1 die Bearbeitungszugabe  $D_{z3}$  im Brennraumbereich 3 nur 0,1 mm, also 5 % der Bearbeitungszugabe  $D_{z2}$ .

In Folge der minimierten Dicke der Bearbeitungszugabe  $D_{z3}$  weist das Zylinderkopf-Gussrohteil 1 im Brennraumbereich 3 ausgehend von dessen freier Oberfläche über eine Tiefe T ein in Folge der dort schnell vorangeschrittenen Erstarrung feines Gussgefüge auf, das bis in den Bereich der Nenndicke  $D_n$  des fertig bearbeiteten Zylinderkopfes Z hineinreicht. Im Bereich der Dichtfläche 2 ist im Bereich der Nenndicke  $D_n$  dagegen nur ein relativ grobes Gefüge vorhanden, da dort aufgrund des durch die größere Bearbeitungszugabe  $D_{z2}$  größeren Abstands zur freien Oberfläche der Dichtfläche 2 das Aluminium-Gussmaterial langsamer erstarrt ist als in den oberflächennahen Bereichen.

Zum Gießen des Zylinderkopf-Gussrohteils 1 ist eine Gießform 100 vorgesehen, die mit ihren Seitenwänden 101,102 und ihrem Boden 103 einen Gießformhohlraum 104 umgibt. Gießkerne 105 dienen dabei zum Abbilden der Ventilsitze 4,5 und der Kühlkanäle 6 bzw. 7 des Zylinderkopf-Gussrohteils 1.

Um einerseits die Dichtfläche 2 und andererseits den in die Dichtfläche 2 des Zylinderkopf-Gussrohteils 1 eingeformten Brennraumbereich 3 zu erzeugen, ist am Boden 103 der Gießform 100 eine dem Gießformhohlraum 104 zugeordnete, plane Begrenzungsfläche 106 ausgebildet. Diese weist in ihrem dem Brennraumbereich 3 des Zylinderkopf-Gussrohteils 1 zugeordneten Abschnitt eine Erhebung 107 auf, deren Außenkontur der Form des Brennraumbereichs 3 entspricht. Die Erhebung 107 besitzt dabei an ihrer freien Oberseite eine plane Oberfläche 108, die parallel zur

Begrenzungsfläche 106 ausgerichtet ist. Die Höhe  $H$ , in der die Oberfläche 108 oberhalb der Begrenzungsfläche 106 angeordnet ist, beträgt dabei 95 % der im Bereich der Dichtfläche 2 an das Zylinderkopf-Gussrohteil 1 anzugießenden Bearbeitungszugabe  $D_{z2}$ , im vorliegenden Fall also 1,9 mm.

Bei der Fertigbearbeitung des Zylinderkopf-Gussrohteils 1 werden die dicke Bearbeitungszugabe  $D_{z2}$  im Bereich der Dichtfläche 2 und die Bearbeitungszugabe  $D_{z3}$  im Brennraumbereich 3 durch eine spanabhebende Fräsbearbeitung abgetragen, so dass am fertig bearbeiteten Zylinderkopf Z eine planebene Dichtfläche F gebildet ist, die stufenlos in den von ihr umfassten, ebenso planebenen Brennraumbereich R übergeht. Der Materialabtrag im Bereich der Dichtfläche 2 ist dabei so groß, dass an der freien Oberfläche der fertig bearbeiteten Dichtfläche F nur noch das relativ grobe Gussgefüge vorhanden ist. Demgegenüber ist im Brennraumbereich R des fertig bearbeiteten Zylinderkopfes Z aufgrund des dort sehr viel geringeren Materialabtrags noch das feine, durch die schnelle oberflächennahe Erstarrung entstandene Gussgefüge vorhanden. Dieses stellt sicher, dass im Brennraumbereich R des fertig bearbeiteten Zylinderkopfes Z eine erhöhte Festigkeit und verbesserte Dehnwerte vorliegen.

Nach der Montage des fertig bearbeiteten Zylinderkopfes Z an der ihm zugeordneten Dichtfläche des hier nicht gezeigten Motorblocks liegen der Brennraumbereich R und die ihn umfassende Dichtfläche F des Zylinderkopfes Z in derselben Dichtebene. Der Brennraumbereich R deckt dabei den ihm zugeordneten Brennraum des Motorblocks ab.

**BEZUGSZEICHEN**

1	Zylinderkopf-Gussrohteil
2	Dichtfläche des Zylinderkopf-Gussrohteils
3	Brennraumbereich
4,5	Ventilsitze
6,7	Kühlkanäle
8	Dichtflächenabschnitt des Zylinderkopf-Gussrohteils 1
100	Gießform
101,102	Seitenwände
103	Boden der Gießform 100
104	Gießformhohlraum
105	Gießkerne
106	Begrenzungsfläche
107	Erhebung
108	Oberfläche der Erhebung 107
D	Dicke des Dichtflächenabschnitts 8
D <sub>n</sub>	Nenndicke des Dichtflächenabschnitts 8 im fertig bearbeiteten Zustand
D <sub>z,2</sub>	Bearbeitungszugabe
D <sub>z,3</sub>	Bearbeitungszugabe im Brennraumbereich 3
H	Höhe, in der die Oberfläche 107 oberhalb der Begrenzungsfläche 105 angeordnet ist
F	Dichtfläche des Zylinderkopfes Z
R	Brennraumbereich des Zylinderkopfes Z
T	Tiefe, über die ein feines, schnell erstarrtes Gefüge vorliegt
Z	fertig bearbeiteter Zylinderkopf

**P A T E N T A N S P R Ü C H E**

1. Zylinderkopf-Gussrohteil zur Herstellung eines Zylinderkopfes für mit Dieselkraftstoff betriebene Verbrennungsmotoren, mit einer im fertig bearbeiteten Zustand zur Montage an einer korrespondierenden Dichtfläche eines Motorblocks bestimmten Dichtfläche (2), die an einem Dichtflächenabschnitt (8) des Zylinderkopf-Gussrohteils (1) ausgebildet ist, dessen Dicke (D) im Gusszustand eine Bearbeitungszugabe ( $D_{z2}$ ) gegenüber seiner nach einer spanabhebenden Fertigbearbeitung der Dichtfläche (2) erhaltenen Nenndicke ( $D_n$ ) aufweist, und einen Brennraumbereich (3) umfasst, der einem in dem Motorblock eingeformten Brennraum zugeordnet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bearbeitungszugabe ( $D_{z3}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im Brennraumbereich (3) der Dichtfläche (2) höchstens 15 % der Bearbeitungszugabe ( $D_{z2}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im übrigen Bereich der Dichtfläche beträgt.
2. Zylinderkopf-Gussrohteil nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bearbeitungszugabe ( $D_{z3}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im Brennraumbereich (8) höchstens 10 % der Bearbeitungszugabe ( $D_{z2}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im übrigen Bereich der Dichtfläche (2) beträgt.

3. Zylinderkopf-Gussrohteil nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bearbeitungszugabe ( $D_{z3}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im Brennraumbereich (8) höchstens 7 % der Bearbeitungszugabe ( $D_{z2}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im übrigen Bereich der Dichtfläche (2) beträgt.
4. Zylinderkopf-Gussrohteil nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Bearbeitungszugabe ( $D_{z3}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im Brennraumbereich (8) höchstens 4 % der Bearbeitungszugabe ( $D_{z2}$ ) des Dichtflächenabschnitts (8) im übrigen Bereich der Dichtfläche (2) beträgt.
5. Zylinderkopf-Gussrohteil nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Dichtfläche (2) und der Brennraumbereich (3) im Wesentlichen plan ausgebildet sind.
6. Zylinderkopf-Gussrohteil nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s in dem Brennraumbereich (3) mindestens ein Ventilsitz (4,5) ausgebildet ist.
7. Zylinderkopf-Gussrohteil nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s es aus einer Leichtmetalllegierung, insbesondere einer Aluminiumlegierung, gegossen ist.

8. Zylinderkopf, gegossen aus einer Metallschmelze, insbesondere einer Leichtmetallschmelze, für mit Dieselkraftstoff betriebene Verbrennungsmotoren, mit einer zur Montage an einer korrespondierenden Dichtfläche eines Motorblocks bestimmten, durch spanabhebende Fertigbearbeitung erzeugten Dichtfläche (F), die einen Brennraumbereich (R) umfasst, der einem in dem Motorblock eingeformten Brennraum zugeordnet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s der Zylinderkopf (Z) in dem Brennraumbereich (R) angrenzend an dessen Oberfläche ein Gussgefüge aufweist, das dem Gussgefüge entspricht, welches im an die Oberfläche angrenzenden Bereich der Dichtfläche (F) vor deren spanabhebender Fertigbearbeitung vorhanden ist.
9. Zylinderkopf nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Dichtfläche (F) und der Brennraumbereich (R) plan ausgebildet sind.
10. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 8 oder 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s in den Brennraumbereich (R) mindestens ein Ventilsitz (4,5) eingeformt ist.
11. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 8 bis 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s er aus einer Leichtmetallschmelze, insbesondere einer Aluminiumschmelze, besteht.



12. Verfahren zum Gießen eines Zylinderkopf-Gussrohteils (1), bei dem eine Metallschmelze, insbesondere eine Leichtmetallschmelze, in eine Gießform (100) gegossen wird, die einen das Zylinderkopf-Gussrohteil (1) abbildenden Formhohlraum (104) umfasst, der eine an dem Zylinderkopf-Gussrohteil (1) eine Dichtfläche (2) abbildende Begrenzungsfläche (106) aufweist, und bei dem nach dem Abguss, Erstarren und Ausformen des Zylinderkopf-Gussrohteils (1) die Dichtfläche (2) mittels einer spanabhebenden Bearbeitung fertig bearbeitet wird, indem im Bereich der Dichtfläche (2) Gussmaterial über eine Dicke abgenommen wird, um eine zur Montage an einer korrespondierenden Dichtfläche eines Motorblocks fertig bearbeitete Dichtfläche (F) zu erzeugen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Begrenzungsfläche (106) der Gießform eine Erhebung (107) umfasst, die in der Dichtfläche (2) des Zylinderkopf-Gussrohteils (1) einen Brennraumbereich (3) einformt, indem die Erhebung (107) eine sich im Wesentlichen parallel zur Begrenzungsfläche (106) erstreckende Oberfläche (108) aufweist, die in einem Abstand (H) zur Dichtfläche angeordnet ist, der mindestens 85 % der Dicke ( $D_{z2}$ ) des im Zuge der spanabhebenden Fertigbearbeitung von der Dichtfläche (2) abgetragenen Materials beträgt.

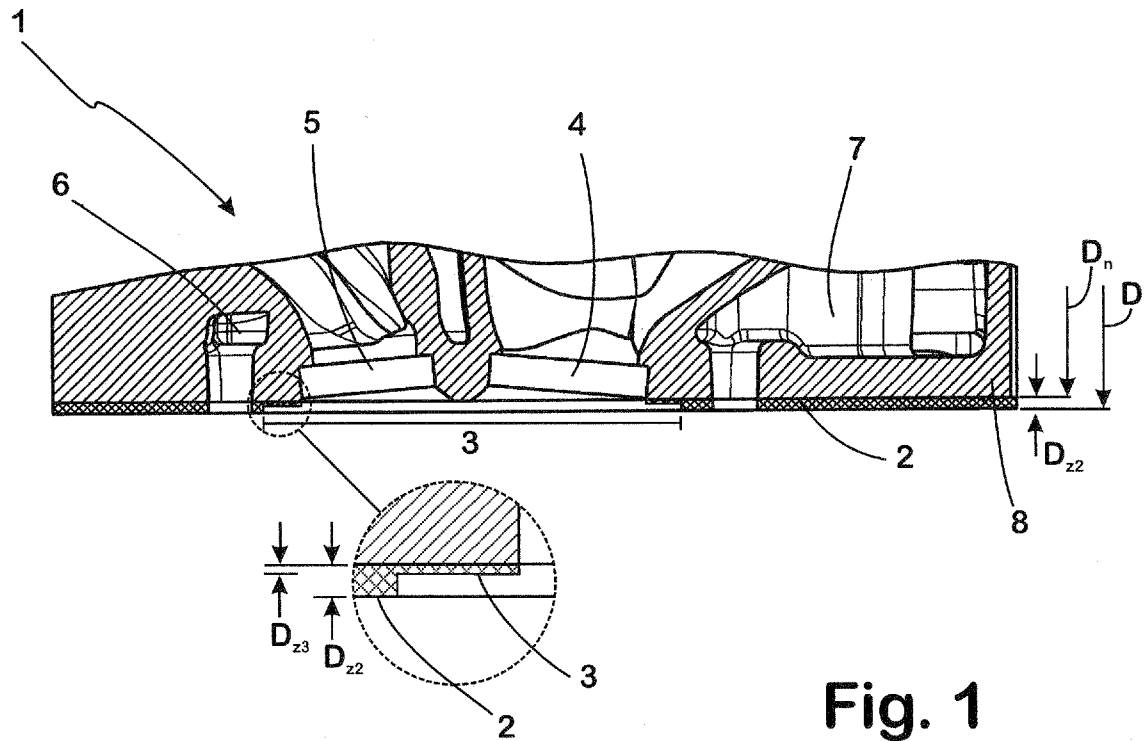


Fig. 1

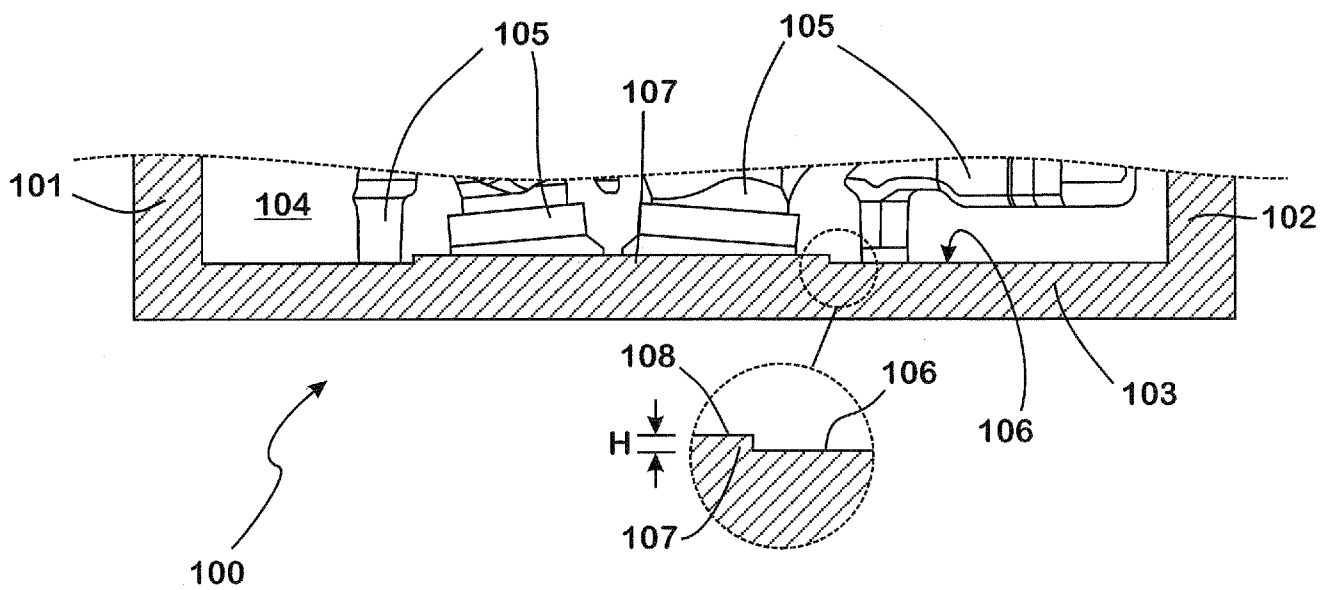


Fig. 2

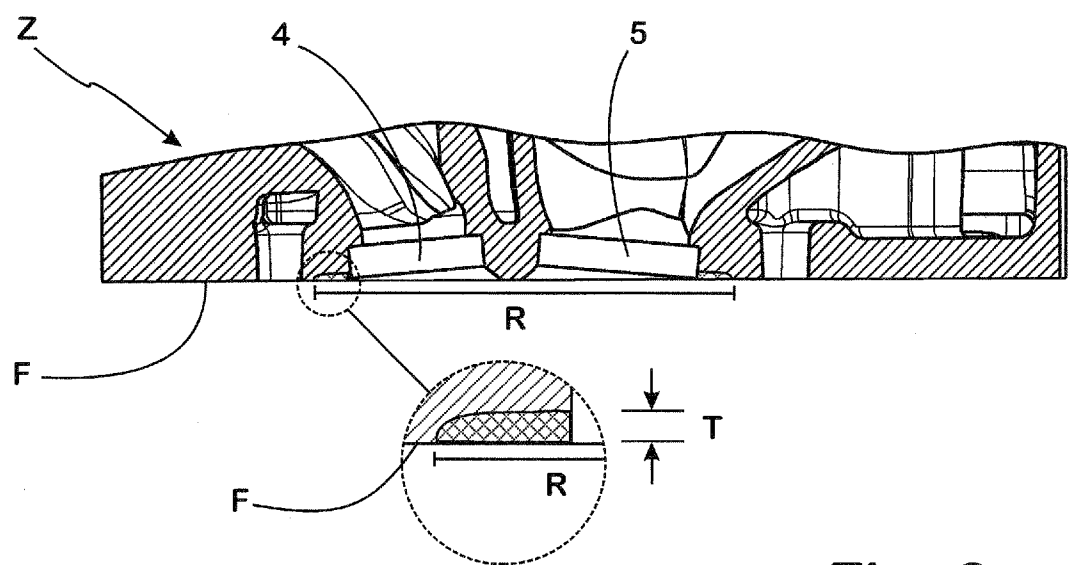


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/064363

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. B22D15/02 F02F1/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 B22D F02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 14 591 C1 (ACTECH GMBH ADVANCED CASTING T [DE]) 2 August 2001 (2001-08-02) column 3, lines 53-67 - column 4, lines 18-34; figure 2 column 1, lines 11-17 -----	1-4, 6-8, 10-12
A	JP 62 282763 A (TOYOTA MOTOR CORP) 8 December 1987 (1987-12-08) abstract; figures -----	1, 8, 12
A	JP 2001 200753 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO) 27 July 2001 (2001-07-27) abstract; figure -----	1, 5, 8, 9, 12
A	JP 60 228012 A (ISUZU MOTORS LTD) 13 November 1985 (1985-11-13) abstract; figures -----	1, 8, 12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November 2006

Date of mailing of the international search report

21/11/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Luta, Dragos

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/064363

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10014591	C1	02-08-2001	AT 248041 T	15-09-2003
			AU 4826301 A	08-10-2001
			CA 2403952 A1	24-09-2002
			WO 0172452 A1	04-10-2001
			DK 1268104 T3	01-12-2003
			EP 1268104 A1	02-01-2003
			ES 2204851 T3	01-05-2004
			JP 2003528731 T	30-09-2003
			US 2003102100 A1	05-06-2003
<hr/>				
JP 62282763	A	08-12-1987	NONE	
<hr/>				
JP 2001200753	A	27-07-2001	NONE	
<hr/>				
JP 60228012	A	13-11-1985	NONE	
<hr/>				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/064363

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. B22D15/02 F02F1/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
B22D F02F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 14 591 C1 (ACTECH GMBH ADVANCED CASTING T [DE]) 2. August 2001 (2001-08-02) Spalte 3, Zeilen 53-67 - Spalte 4, Zeilen 18-34; Abbildung 2 Spalte 1, Zeilen 11-17 -----	1-4, 6-8, 10-12
A	JP 62 282763 A (TOYOTA MOTOR CORP) 8. Dezember 1987 (1987-12-08) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1, 8, 12
A	JP 2001 200753 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO) 27. Juli 2001 (2001-07-27) Zusammenfassung; Abbildung -----	1, 5, 8, 9, 12
A	JP 60 228012 A (ISUZU MOTORS LTD) 13. November 1985 (1985-11-13) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1, 8, 12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung befragt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
  - \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
  - \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
  - \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
  - \*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. November 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/11/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Luta, Dragos

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/064363

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10014591	C1	02-08-2001	AT 248041 T 15-09-2003
		AU 4826301 A	08-10-2001
		CA 2403952 A1	24-09-2002
		WO 0172452 A1	04-10-2001
		DK 1268104 T3	01-12-2003
		EP 1268104 A1	02-01-2003
		ES 2204851 T3	01-05-2004
		JP 2003528731 T	30-09-2003
		US 2003102100 A1	05-06-2003
JP 62282763	A	08-12-1987	KEINE
JP 2001200753	A	27-07-2001	KEINE
JP 60228012	A	13-11-1985	KEINE