

(19)



(11)

**EP 1 743 720 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.01.2007 Patentblatt 2007/03**

(51) Int Cl.:  
**B21J 9/02 (2006.01) B21J 5/08 (2006.01)**  
**B21J 5/02 (2006.01) B21K 1/30 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **05015102.6**

(22) Anmeldetag: **12.07.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder:  
• **Prussak, Matthias Dipl.-Ing. (FH)**  
**45470 Mülheim an der Ruhr (DE)**  
• **Bernhardt, Ralf Dr.-Ing.**  
**58256 Ennepetal (DE)**

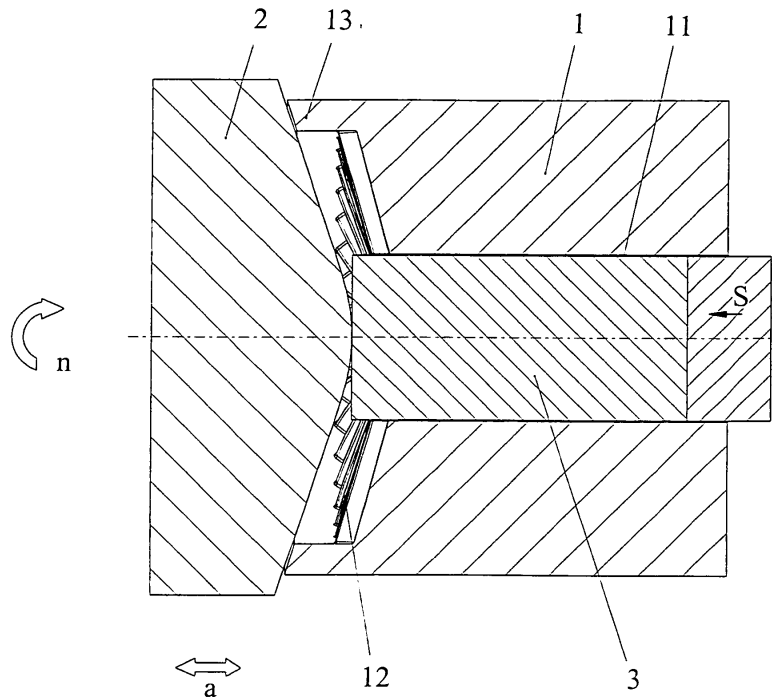
(71) Anmelder: **CDP Bharat Forge GmbH**  
**58256 Ennepetal (DE)**

(74) Vertreter: **HOFFMANN EITLE**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Arabellastrasse 4**  
**81925 München (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer Werkstücke mit oder ohne Verzahnungsprofil**

(57) In einem Verfahren zur Herstellung im Wesentlichen rotationssymmetrischer Werkstücke durch Umformung eines Ausgangsmaterials (3) mithilfe einer formgebenden Matrize (1) und eines drehbaren Werkzeugs (2), wobei die Matrize (1) eine Bohrung (11) entlang ihrer Mittelachse aufweist, werden die folgenden Schritte

durchgeführt: Einführen des Ausgangsmaterials (3) durch die Bohrung (11) der Matrize (1), und Einpressen des Ausgangsmaterials (3) zwischen die Matrize (1) und das sich drehende Werkzeug (2), so dass das Ausgangsmaterial (3) der Kontur der Matrize (1) entsprechend von der Mittelachse nach außen fließt.



**Fig. 1**

**EP 1 743 720 A1**

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur spanlosen Erzeugung von im Wesentlichen rotationssymmetrischen Werkstücken, insbesondere von Werkstücken mit Verzahnungsprofil, sowie ein mit dem Verfahren hergestelltes Werkstück.

### Stand der Technik

**[0002]** Bisherige, aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren, welche durch spanlose Umformung rotationssymmetrische Werkstücke wie z.B. Tellerräder erzeugen, sind vor allem durch die benötigten kostenintensiven Werkzeuge gekennzeichnet. So treten bei den Umformprozessen hohe Umformkräfte auf, welche in den Werkzeugen Spannungen mit zum Teil extremen Kerbspannungsspitzen hervorrufen, was sich negativ auf die Lebensdauer der Werkzeuge und daher auf deren Kosten auswirkt.

**[0003]** Als Beispiel eines solchen herkömmlichen Verfahrens ist das Axialgesenkwalzen zu nennen. Hierbei muss das gesamte umzuformende Materialvolumen von Beginn zwischen die Formwerkzeuge platziert werden und muss dementsprechend vorgeformt werden, was den Arbeitsaufwand zusätzlich vergrößert. Auch müssen beim Axialgesenkwalzen der Anstellwinkel des Werkzeugs in einem genau kontrollierten Bereich gehalten sowie weitere Parameter wie Walzgeschwindigkeit beachtet werden, was die Herstellung natürlich weiter verkompliziert.

### Darstellung der Erfindung

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Erzeugung im Wesentlichen rotationssymmetrischer Werkstücke, insbesondere mit Verzahnungsprofilen zu entwickeln, welches eine einfachere, und damit schnellere und kostengünstigere Bearbeitung ermöglicht.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit dem Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen folgen aus den Unteransprüchen.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung im Wesentlichen rotationssymmetrischer Werkstücke durch Umformung eines Ausgangsmaterials verwendet eine formgebende Matrize und eine drehbares Werkzeug, wobei die Matrize eine Bohrung entlang ihrer Mittelachse aufweist. Hierbei wird das Ausgangsmaterial durch die Bohrung der Matrize eingeführt und zwischen die Matrize und das sich drehende Werkzeug eingepresst, so dass das Ausgangsmaterial der Kontur der Matrize entsprechend von der Mittelachse nach außen fließt. Das Werkstück wird somit in einem einzigen Arbeitsgang gefertigt. Je nach Anforderungen an die Maßhaltigkeit und Oberflächengüte sind mechanische

Nachbearbeitungen oder Kalibrierungen möglich. Durch den Materialfluss in der Matrize und die Rotation des Werkzeugs entstehen hierbei im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren nur geringe Umformkräfte, so dass die Anforderungen an die Werkzeuge und somit der Kostenaufwand reduziert werden. Da die Umformung spanlos erfolgt, ist auch der resultierende Faserverlauf des fertigen Werkstücks vorteilhaft und verleiht dem Werkstück bessere mechanische Eigenschaften.

**[0007]** Das Verfahren ist weiter in vorteilhafter Weise dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsmaterial kontinuierlich und kontrolliert in den Raum zwischen die Matrize und das Werkzeug eingeführt werden kann. Dadurch kann die umzuformende Materialmenge pro Zeiteinheit optimal an die gewählten Umformbedingungen angepasst werden, was zusätzlich die benötigten Umformkräfte in Grenzen hält.

**[0008]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Matrize feststehend gelagert. Die Umformung wird somit lediglich von der Zufuhrate des Materials und der Drehgeschwindigkeit des Werkzeugs bestimmt, so dass eine einfache, kosteneffiziente Steuerung des Verfahrens verwendet werden kann.

**[0009]** Die Matrize kann aber bevorzugt auch drehbar um eine Rotationsachse gelagert sein, was neue Möglichkeiten zur Steuerung der Umformung eröffnet, ohne jedoch die Steuerung wesentlich zu verkomplizieren.

**[0010]** Um weitere Steuerungsmöglichkeiten zu erhalten, wird bevorzugt die Drehzahl der Matrize von der Drehzahl des Werkzeugs unabhängig gesteuert; die Matrize kann aber auch mit dem sich drehenden Werkzeug zwangfrei mitlaufen. So kann die zwischen dem Material und dem Werkzeug auftretende Reibung kontrolliert werden, was zu einem außergewöhnlich gleichmäßigen Werkstofffluss mit folglich verbesserten Eigenschaften des Endprodukts führt.

**[0011]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Drehzahl  $n$  des Werkzeugs und/oder der Abstand  $a$  des Werkzeugs von der Matrize während des Umformens eingestellt. Damit lässt sich die Umformung auch bei bereits laufendem Verfahren den auftretenden Gegebenheiten anpassen.

**[0012]** Für Anwendungen, in denen es erwünscht ist die zwischen dem umzuformenden Werkstück in der Matrize und dem Werkzeug befindliche Reibfläche hoch zu halten, können sich die Mittelachse der Matrize und die Rotationsachse des Werkzeugs in Flucht befinden. Wenn jedoch eine niedrigere Reibung, das heißt geringere Reibfläche gewünscht wird, wie zum Beispiel bei massiven Werkstücken, können entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführungsform die Drehachse des Werkzeugs mit einer Exzentrizität  $e$  zur Mittelachse der Matrize versetzt werden. Der Exzentrizitätsbetrag kann bevorzugt dadurch eingestellt werden, dass sich das rotierende Werkzeug oszillierend um die Mittelachse des umzuformenden Werkstückbereichs dreht. Die Exzentrizität wird dabei dem umzuformenden Ausgangsmaterial bzw. den Außenabmessungen des zu fertigenden Werk-

stücks angepasst. Die Oszillation wird zum Beispiel durch eine radiale Zustellbewegung des Werkzeugs erzielt. Die Verminderung der Reibfläche hat zudem den Vorteil, dass aufgrund des nur partiellen Kontakts weniger Kraft und damit Energie zur Umformung benötigt wird.

**[0013]** Um eine optimale Formfüllung der Matrize zu erreichen, weist in einer bevorzugten Ausführungsform die Matrize eine, vorzugsweise profilierte, Berandung auf. Das erfindungsgemäße Verfahren ist daher insbesondere für die spanfreie Herstellung von Werkstücken mit Verzahnungsprofilen vorteilhaft. Durch den gleichmäßigen Materialfluss und die Formfüllung in der Matrize während der Umformung wird daher eine genaue stirnseitige Profilierung des Werkstücks, z.B. eine Stirnverzahnung, ermöglicht.

**[0014]** Bevorzugt wird das Ausgangsmaterial beim Schritt des Einführens oder des Einpressens erwärmt. Dadurch verbessern sich die Fließigenschaften des Materials, wodurch Umformungskräfte weiter reduziert werden.

**[0015]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich nicht nur massive, sondern auch hohle Ausgangsmaterialien umformen. Das heißt, dass bevorzugt das Ausgangsmaterial massiv oder rohrförmig durch die Bohrung der Matrize und in den Zwischenraum zwischen Matrize und Werkzeug eingeführt wird. Bei Rohrmaterial ist damit auch eine Umkehr der Fließrichtung in der Matrize möglich.

**[0016]** Vorteilhafterweise weist das Werkzeug eine symmetrische oder asymmetrische Werkzeugkontur auf. Während die eine Seite des fertigen Werkstücks durch die Form oder Kontur der Matrize bestimmt wird, ist durch den Einsatz eines Werkzeugs mit symmetrischer oder asymmetrischer Kontur die Möglichkeit gegeben, die Form der anderen Seite vielfältig zu beeinflussen.

**[0017]** Ein mit dem erfindungsgemäßen, spanlosen Verfahren hergestelltes Werkstück ist demnach durch einen zur angeformten Oberflächenkontur im Wesentlichen parallelen, durchgängigen und nicht unterbrochenen Faserverlauf gekennzeichnet. Ein solcher Faserverlauf erhöht die Materialbelastbarkeit, Lebensdauer und Fehlerfreiheit und somit insgesamt die Qualität des Werkstücks. Zudem wird das fertige Werkstück in einer wesentlich kürzeren Zeit hergestellt, was sich positiv auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis auswirkt.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0018]** Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1 beschrieben.

**[0019]** Figur 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Matrize und eines Werkzeugs, wobei der Materialfluss angedeutet ist.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0020]** In Fig. 1 ist ein schematischer Werkzeugaufbau dargestellt, der eine Matrize 1 und ein darüber angeordnetes Werkzeug 2 zeigt. Die Matrize weist eine Bohrung 11 durch ihre Mittelachse und eine Kontur in Form einer Verzahnungs-Profilierung 12, sowie eine Berandung 13 an der zum Werkzeug hingewandten Seite auf. Das Werkzeug wird mit einer Drehzahl  $n$  gedreht und der Abstand  $a$  zwischen Werkzeug und Matrize kann durch eine Zustellbewegung eingestellt werden. Das Ausgangsmaterial 3 wird mittels eines Stempels (nicht gezeigt) kontinuierlich mit einer Zuführgeschwindigkeit in die Bohrung 11 eingeführt (Pfeil S), von wo es in den Zwischenraum zwischen der Kontur 12 der Matrize und dem Werkzeug 2 eingepresst wird. Durch das Einpressen und die Rotation des auf das Material wirkenden Werkzeugs fließt das Material radial der Kontur der Matrize entlang nach außen, bis es aufgrund der Berandung 13 schließlich Material die Form der Matrize ausfüllt und das fertige Werkstück erzeugt. Hierbei wird auch der Abstand  $a$  der Materialmenge in der Matrize angepasst. Die Materialzufuhr wird so gesteuert, dass nur soviel Material eingepresst wird wie zur Umformung unter den gegebenen Bedingungen notwendig ist.

**[0021]** Das in den folgenden Patentansprüchen offenbarte Verfahren ermöglicht es, durch spanloses Umformen rotationssymmetrische Werkstücke, mit oder ohne Verzahnungsprofil aus massivem oder rohrförmigem Ausgangsmaterial herzustellen. Der Fachmann wird zweifelsfrei weitere vorteilhafte Ausführungsformen anhand des hier dargestellten Beispiels erkennen können, die ebenso im Umfang dieser Erfindung liegen.

#### **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung im Wesentlichen rotationssymmetrischer Werkstücke durch Umformung eines Ausgangsmaterials (3) mithilfe einer formgebenden Matrize (1) und eines drehbaren Werkzeugs (2), wobei die Matrize eine Bohrung (11) entlang ihrer Mittelachse aufweist, die folgenden Schritte umfassend:

- Einführen des Ausgangsmaterials durch die Bohrung der Matrize
- Einpressen des Ausgangsmaterials zwischen die Matrize und das sich drehende Werkzeug, so dass das Ausgangsmaterial der Kontur (12) der Matrize entsprechend von der Mittelachse nach außen fließt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ausgangsmaterial kontinuierlich und kontrolliert eingeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Matrize

feststehend gelagert ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Matrize drehbar um eine Rotationsachse gelagert ist. 5
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Drehzahl der Matrize von der Drehzahl des Werkzeugs unabhängig gesteuert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Matrize mit dem sich drehenden Werkzeug zwangsfrei mitläuft. 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Drehzahl  $n$  des Werkzeugs und/oder der Abstand  $a$  des Werkzeugs von der Matrize während des Umformens eingestellt wird. 15
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Drehachse des Werkzeugs mit einer Exzentrizität  $e$  zur Mittelachse der Matrize versetzt sein kann. 20
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Exzentrizitätsbetrag **dadurch** eingestellt wird, dass das rotierende Werkzeug oszillierend um die Mittelachse der Matrize gedreht wird. 25
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Matrize eine vorzugsweise profilierte Berandung (13) aufweist. 30
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ausgangsmaterial beim Schritt des Einführens oder des Einpressens erwärmt wird. 35
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Ausgangsmaterial massiv oder rohrförmig eingeführt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Werkzeug eine symmetrische oder asymmetrische Werkzeugkontur aufweist. 40
14. Mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 hergestelltes Werkstück, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zu den angeformten Oberflächenkonturen im Wesentlichen parallele, durchgängige und nicht unterbrochene Fasern aufweist. 45

50

55

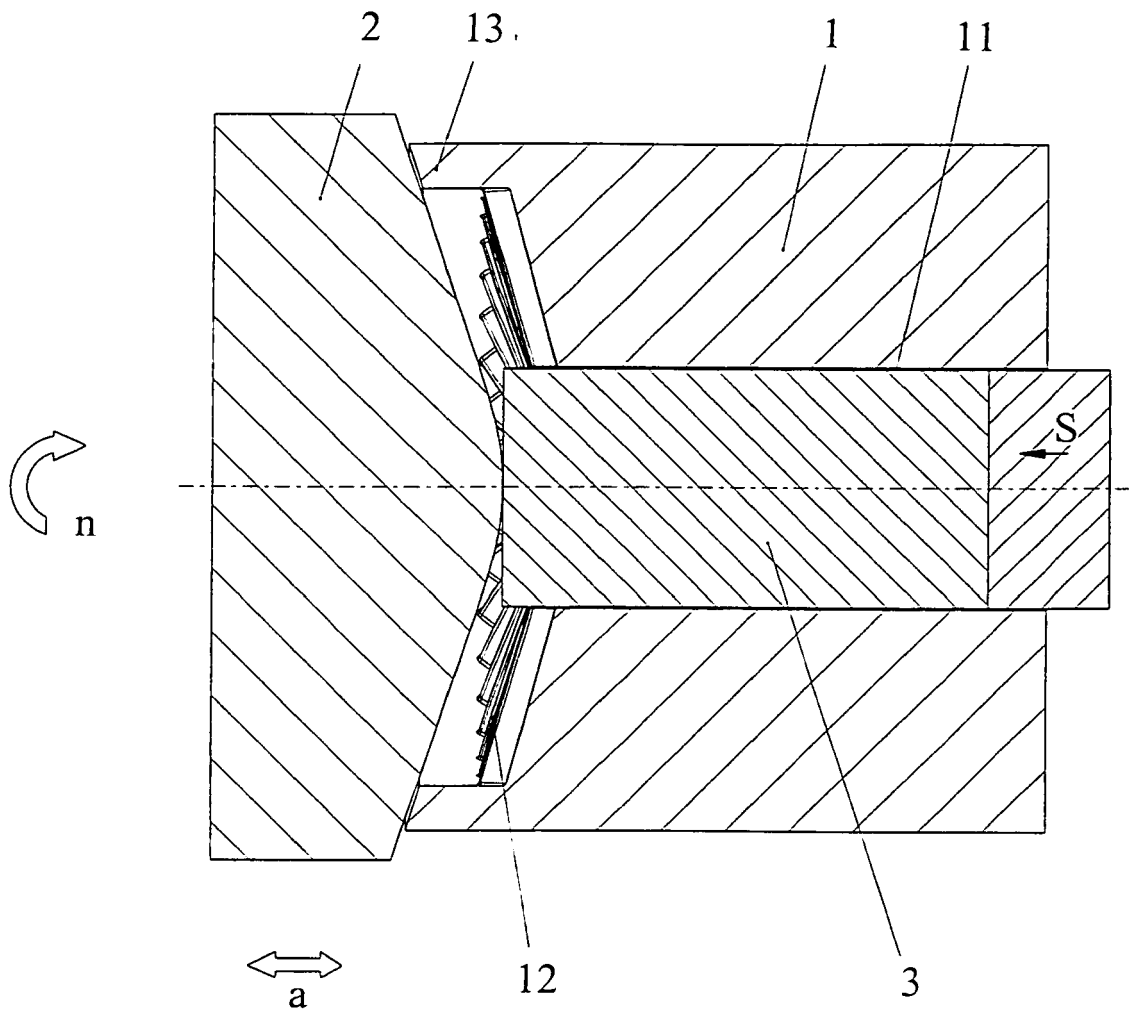


Fig. 1



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	GB 1 457 600 A (ROWEN-ARC LTD; WELDING LIAISON LTD) 8. Dezember 1976 (1976-12-08) * Seite 2, Zeile 30 - Zeile 51; Ansprüche 1,2,4,5,7; Abbildungen *	1-4,7, 10-14 5,6	B21J9/02 B21J5/08 B21J5/02 B21K1/30
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 257 (M-513), 3. September 1986 (1986-09-03) & JP 61 082944 A (MUSASHI SEIMITSU KOGYO KK; others: 01), 26. April 1986 (1986-04-26) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,8, 12-14	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2005 000994 A (MIZUNUMA SUSUMU), 6. Januar 2005 (2005-01-06) * Zusammenfassung; Abbildungen 6,7 *	1-4,8, 10,12-14	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 09, 30. September 1996 (1996-09-30) & JP 08 132171 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 28. Mai 1996 (1996-05-28) * Zusammenfassung *	1,6,8,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21J B21K B21F
A	DE 197 14 753 A1 (GFU-GESELLSCHAFT FUER UMFORMUNG UND MASCHINENBAU GMBH, 54634 BITBURG,) 15. Oktober 1998 (1998-10-15) * Spalte 1, Zeile 63 - Spalte 2, Zeile 5; Abbildung *	1,5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 15. November 2005	Prüfer Barrow, J
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	

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

EP 05 01 5102

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.

15-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1457600	A	08-12-1976	KEINE
JP 61082944	A	26-04-1986	KEINE
JP 2005000994	A	06-01-2005	KEINE
JP 08132171	A	28-05-1996	KEINE
DE 19714753	A1	15-10-1998	KEINE

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82