

(51) Int Cl.: **F28G 3/10**<sup>(2006.01)</sup>

(22) Anmeldetag: **11.09.2006**

(72) Erfinder:

- Jekerle, Jiri, Dr.  
34225 Baunatal (DE)
- Paruch, Volker  
34125 Kassel (DE)

(30) Priorität: 23.09.2005 DE 102005045633

$m_i$  die Masse eines Massenteilchens bzw. -inkrements  
 bezüglich Hammerstiel ( 12 ) und Hammerkopf ( 11 ) in  
 kg,  
 $r_z$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk ( 13 )  
 und Massenschwerpunkt des Zusatzgewichtes ( 14 ) in  
 Meter,  
 $r_a$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk ( 13 )  
 und Schlagnormale (  $N_S$  ) des Hammerkopfes ( 11 ) in  
 Meter,  
 $r_i$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk ( 13 )  
 und Massenschwerpunkt des Massenteilchens bzw. -in-  
 krementes bezüglich Hammerstiel ( 12 ) und Hammer-  
 kopf ( 11 ) in Meter ist (Fig. 4).

$$m_z = \frac{\sum m_i \cdot r_i - r_A \cdot \sum m_i}{r_A - r_z}$$

Fig. 4

The diagram illustrates a mechanical assembly. A vertical rectangular component (6) is positioned above a horizontal cylindrical component (10). A curved line (9) connects the two. A circular feature (13) is located on the vertical component. Dimensions include  $r_A$  (vertical distance from the bottom of the vertical component to the center of the circular feature),  $r_N$  (vertical distance from the center of the circular feature to the center of the cylindrical component), and  $m_i$  (horizontal distance from the center of the cylindrical component to the center of the circular feature). Other labels include 4, 5, 11, 12, 14, and  $N_s$ .

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Fallhammer-Klopfvorrichtung, welche die Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1 umfaßt.

**[0002]** Eine Fallhammer-Klopfvorrichtung ist beispielsweise aus DE 35 00 431 A1 bekannt, wobei diese Klopfvorrichtung zur Abreinigung von Staubablagerungen auf Niederschlagselektroden und Sprühelektroden von trocken arbeitenden elektrostatischen Staubabscheidern dient.

**[0003]** Das Reinigen der äußeren Oberflächen von Wärmeaustauscherrohren, wie beispielsweise Flossenrohrwände und Rohrbündel von Wasserrohrabhitzekeßeln, von angesammelter Asche und anderen Abscheidungen bzw. Ablagerungen wird oft durch Verwendung von mechanischen Klopfvorrichtungen durchgeführt, die nach dem Prinzip des Fallhammers arbeiten. Derartige Klopfvorrichtungen bestehen gewöhnlich aus einer Reihe von Fallhämmern, die jeweils auf einen Amboss bzw. Schlagstiel schlagen, welche mit den zu reinigenden Rohren verbunden sind oder zumindest in Berührung stehen. Die dabei auftretende periodische und schlagartige Belastung des Fallhammers, insbesondere seiner Bestandteile Hammerkopf, Hammerstiel und Hammergelenk, führt sehr oft zu Schäden an deren hoch belasteten Stellen, insbesondere an dem Hammergelenk.

**[0004]** Aufgabe dieser Erfindung ist es nunmehr, eine Fallhammer-Klopfvorrichtung zu schaffen, an dessen bzw. deren Fallhammer die vorgenannten Nachteile vermieden werden bzw. dessen Massenverteilung so günstig angeordnet ist, dass bei einem Anschlag auf den Amboss bzw. den Schlagstiel die Belastung im Hammergelenk gegen Null geht und die Spannung im Hammerstiel minimiert wird.

**[0005]** Die vorstehend genannte Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

**[0006]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0007]** Durch die erfindungsgemäße Lösung wird eine Fallhammer-Klopfvorrichtung geschaffen, die die nachfolgenden Vorteile aufweist:

- Weitgehende Reduzierung bis völlige Eliminierung der Rückschlagkraft im Hammergelenk zum Zeitpunkt des Hammerschlages auf den Amboss bzw. den Schlagstiel und somit minimale Belastung des Hammerstiels, des Hammergelenkes und der Hammerwelle,
- Die Lebensdauer des Fallhammers einschließlich des Hammergelenkes wird in wesentlichem Maße verlängert.

**[0008]** In vorteilhafter Weise ist das am Hammerkopf angebrachte Zusatzgewicht an dessen dem Hammergelenk zu- oder abgewandten Seite angebracht, da an diesen Seiten ausreichend Raum für ein Anbringen eines

Zusatzgewichtes vorhanden ist und die Massenverteilung hier auch effektiv vorgenommen werden kann.

**[0009]** Für den Fall, dass es vorteilhaft ist, die Massenverteilung innerhalb des Fallhammers zum Hammergelenk hin zu konzentrieren, kann das Zusatzgewicht auch am Hammerstiel angebracht werden.

**[0010]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist das Zusatzgewicht an den Hammerkopf oder an den Hammerstiel angeschraubt oder angeschweißt. Während die erste Variante die Möglichkeit eines einfacheren Austausches bietet weist die zweite Variante den Vorteil einer langlebigeren Verbindung auf.

**[0011]** Anstelle des Anbringens eines gesonderten Zusatzgewichtes auf den Fallhammer kann es zweckmäßig sein, das Zusatzgewicht aus einem ein Mehrgewicht aufweisenden Fallhammer und durch mechanische Bearbeitung des Fallhammers zur Erzielung des erforderlichen Zusatzgewichtes zu bilden. Dies kann beispielsweise durch abfräsen, abschleifen oder dergleichen von mehr- bzw. übergewichtigem Material am Hammerkopf erfolgen.

**[0012]** Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung an Hand der Zeichnung und der Beschreibung näher erläutert.

**[0013]** Es zeigt:

Fig. 1 eine Wärmeaustauscher-Rohreinheit, die mit einem Amboss bzw. Schlagstiel zur Klopfreinigung ausgebildet ist, schematisch und perspektivisch dargestellt,

Fig. 2 eine Mehrzahl von Wärmeaustauscher-Rohreinheiten, die mittels einer Fallhammer-Klopfvorrichtung gereinigt werden, in schematischer Darstellung,

Fig. 3 eine Fallhammer-Klopfvorrichtung während einer vollständigen Wellenumdrehung (360°), schematisch dargestellt,

Fig. 4 eine Detailansicht einer Fallhammer-Klopfvorrichtung, schematisch dargestellt

Fig. 5 wie Fig. 4, jedoch alternative Ausführung,

Fig. 6 wie Fig. 4, jedoch alternative Ausführung.

**[0014]** Figur 2 zeigt eine Vielzahl von Wärmeaustauscher-Rohreinheiten 1 auf, von denen eine einzelne zur besseren Darstellung in Figur 1 aufgezeigt wird. Derartige Wärmeaustauscher-Rohreinheiten 1 können beispielsweise als Membranrohrwände oder Rohrbündel in Abhitzekeßel eingesetzt werden. Da sich beim Betrieb von mit Wärmeaustauscher-Rohreinheiten 1 ausgebildeten Abhitzekeßel bzw. Dampferzeuger an den äußeren Oberflächen der Wärmeaustauscher-Rohreinheiten 1 Asche oder andere Ablagerungen ansammelt, die mit zunehmender Ansammlung den Wärmeübergang auf

die Wärmeaustauscher-Rohreinheiten 1 und dem in den Rohren 2 zirkulierenden Arbeitsmedium verringert, wird es erforderlich, die Ascheansammlung zu beseitigen.

**[0015]** Die Abreinigung von Asche kann, wie in Figur 2 schematisch veranschaulicht, durch eine Fallhammer-Klopfvorrichtung 16 geschehen. Dabei werden durch eine von einem Antriebsmittel 7 angetriebene und rotierende Welle 6, die von wenigstens zwei Lagern 8 gehalten wird, Fallhammer 10 angehoben und umgedreht bzw. umgekippt. Beim Erreichen der Kippposition fällt der Fallhammer 10 von der höchsten in die niedrigste Position und schlägt bzw. klopft an den Amboss bzw. Schlagstiel 4 der jeweiligen Rohreinheit 1. Die Welle 6 besitzt dabei entsprechend der abzuklopfenden Rohreinheiten 1 eine Anzahl radialer Arme 9, die im Abstand voneinander starr mit der Welle 6 verbunden sind, wobei jeder Arm 9 im wesentlichen rechtwinklig zu der Welle 6 starr an ihr mit aufeinanderfolgend ansteigendem Umfangswinkel  $\alpha$ , bezogen auf den vorhergehenden, benachbarten Arm 9, befestigt ist. Die Abfolge einer Wellenumdrehung der Klopfvorrichtung 16 und das Umkippen des Fallhammers 10 oberhalb der Welle 6 und das anschließende Fallen und Klopfen des Fallhammers 10 gegen die Schlagfläche bzw. das exponierte Ende 5 des Schlagstieles bzw. Ambosses 4 zeigt Figur 3 schematisch auf. Der Amboss bzw. Schlagstiel 4 ist, wie auch in Figur 1 veranschaulicht, am Sammelrohr 3 befestigt bzw. steht mit diesem in Verbindung, das sämtliche Wärmeaustauscherrohre 2 einer Wärmeaustauscher-Rohreinheit 1 aufnimmt. Als Antriebsmittel 7 können bekannte Antriebe wie elektromotorisch, hydraulisch, pneumatisch etc. betriebene Antriebe bzw. Getriebe eingesetzt werden.

**[0016]** Die Fallbewegung des Fallhammers 10 ist im Prinzip eine Drehbewegung. Der Impuls des Fallhammers 10 beim Anschlag auf den Amboss bzw. Schlagstiel 4 ist gleich der Impulssumme der verteilten Masse  $\sum m_i v_i$  am Fallhammer 10, wobei die Geschwindigkeit der einzelnen Massenteilchen von dem Radius der Drehbewegung der einzelnen Massenteilchen bzw. -inkremente abhängt. Beim Anschlag wirkt im Anschlagpunkt des Fallhammers 10 eine Kraft, die entgegen der Drehbewegung des Fallhammers 10 gerichtet ist. Die Anschlagkraft wirkt auf den Fallhammer 10 mit einem Drehmoment, das im allgemeinen eine andere Bewegung des Fallhammers 10 nach dem Anschlag zur Folge hätte, als eine (rückläufige) Drehung des Fallhammers 10 um das Hammergelenk 13. Nur durch eine zusätzliche Kraft (Rückschlagkraft) im Hammergelenk 13 bleibt der Hammerstiel 12 des Fallhammers 10 mit dem Drehgelenk verbunden und bewegt sich mit der gewünschten Rückdrehung. Die Rückschlagkraft im Hammergelenk 13 führt zu einer Spannungsbelastung im Hammerstiel 12.

**[0017]** Zur weitestgehenden Verhinderung von Spannungen im Hammerstiel 12, Hammerkopf 11 und im Hammergelenk 13, die bei einem Anschlag des Fallhammers 10 auf den Amboss 4 entstehen und die oft zu Schäden - in der Regel Brüche - an den hoch belasteten Stellen führen, wird erfindungsgemäß der Fallhammer 10 mit

einem Zusatzgewicht 14 gemäß der Beziehung

$$m_z = \frac{\sum m_i \cdot r_i - r_A \cdot \sum m_i}{r_A - r_z}$$

ausgebildet, wobei

- $m_z$  die Masse des Zusatzgewichtes 14 in kg,
- $m_i$  die Masse eines Massenteilchens bzw. -inkrements bezüglich Hammerstiel 12 und Hammerkopf 11 in kg,
- $r_z$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk 13 und Massenschwerpunkt des Zusatzgewichtes 14 in Meter,
- $r_A$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk 13 und Schlagnormale  $N_s$  des Hammerkopfes 11 in Meter,
- $r_i$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk 13 und Massenschwerpunkt des Massenteilchens bzw. -inkrements bezüglich Hammerstiel 12 und Hammerkopf 11 in Meter ist.

**[0018]** Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Fallhammers 10 mit einem Zusatzgewicht 14 gemäß der obengenannten Beziehung kann die üblicherweise auftretende Rückschlagkraft innerhalb des Fallhammers 10 sowie des Hammergelenkes 13 auf ein Minimum reduziert oder im besten Fall völlig eliminiert werden.

**[0019]** In Figuren 4 bis 6 sind Varianten der erfindungsgemäßen Fallhammer-Klopfvorrichtung 16 veranschaulicht, wobei der Fallhammer 10 gemäß der Figur 4 mit einem Zusatzgewicht 14 ausgebildet ist, das an der dem Hammergelenk 13 abgewandten Seite des Hammerkopfes 11 angebracht ist, wogegen der Fallhammer 10 gemäß der Figur 5 mit einem Zusatzgewicht 14 ausgebildet ist, das an der dem Hammergelenk 13 zugewandten Seite des Hammerkopfes 11 angebracht ist. Der Fallhammer 10 gemäß der Figur 6 ist mit einem Zusatzgewicht 14 ausgebildet, das zusätzlich einen mehr- bzw. übergewichtigen Anteil 15 aufweist. Dieser übergewichtige Anteil 15 des Fallhammers 10 wird durch abfräsen oder abschleifen oder dgl. bis zu dem Zustand bearbeitet, bis der Fallhammer 10 mit dem Zusatzgewicht gemäß der obengenannten Beziehung ausgebildet ist.

#### Bezugszeichenliste:

##### [0020]

- 1 Wärmeaustausch-Rohreinheit
- 2 Wärmeaustauscherrohr
- 3 Sammelrohr
- 4 Amboss bzw. Schlagstiel
- 5 Schlagfläche bzw. exponiertes Ende des Ambosses bzw. Schlagstieles

- 6 Welle
- 7 Mittel zum Antreiben der Welle
- 8 Wellenlagerung
- 9 Radialer Arm
- 10 Fallhammer 5
- 11 Hammerkopf
- 12 Hammerstiel
- 13 Hammergelenk
- 14 Zusatzgewicht
- 15 Über- bzw. mehrlastiger Anteil des Zusatzgewich- 10  
tes
- 16 Fallhammer-Klopfvorrichtung

$r_z$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk (13) und Massenschwerpunkt des Zusatzgewichtes (14) in Meter,  
 $r_a$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk (13) und Schlagnormale (  $N_s$  ) des Hammerkopfes (11) in Meter,  
 $r_i$  der Radius zwischen Mittelpunkt Hammergelenk (13) und Massenschwerpunkt des Massenteilchens bzw. -inkrementes bezüglich Hammerstiel (12) und Hammerkopf (11) in Meter ist.

## Patentansprüche

1. Fallhammer-Klopfvorrichtung zum Beklopfen und Rütteln von Wärmeaustauscherrohren (2) zur Reinigung ihrer äußeren Oberflächen, wobei die Vorrichtung  
 eine langgestreckte, drehbare Welle (6), die mindestens von 2 Lagern gehalten wird,  
 ein Mittel (7) zum Drehen der Welle (6),  
 eine Anzahl radialer Arme (9), die im Abstand voneinander starr mit der Welle (6) verbunden sind, wobei jeder Arm (9) im wesentlichen rechtwinklig zu der Welle (6) starr an ihr mit aufeinanderfolgend ansteigendem Umfangswinkel, bezogen auf den vorhergehenden, benachbarten Arm (9), befestigt ist,  
 einen einen Hammerkopf (11) und einen Hammerstiel (12) aufweisenden Fallhammer (10), der über ein Hammergelenk (13) schwenkbar an jedem radialen Arm (9) an seinem äußeren Ende befestigt ist, und  
 einen Amboss bzw. Schlagstiel (4) umfasst, welcher an einem Sammelrohr (3) einer rohrförmigen Wärmeaustauschereinheit (1) befestigt ist oder mit diesem in Berührung steht, und gegen dessen exponiertes Ende (5) der Fallhammer (10) beim Rotieren der Welle (6) schlägt,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zur Reduzierung oder Eliminierung einer auftretenden Rückschlagkraft im Hammergelenk (13) während des Hammereschlages auf das exponierte Ende (5) des Ambosses bzw. Schlagstieles (4) der Fallhammer (10) mit einem Zusatzgewicht (14) gemäß der Beziehung  

$$m_z = \frac{\sum m_i \cdot r_i - r_A \cdot \sum m_i}{r_A - r_z}$$
 ausgebildet ist, wobei  
 $m_z$  die Masse des Zusatzgewichtes (14) in kg,  
 $m_i$  die Masse eines Massenteilchens bzw. -inkrementes bezüglich Hammerstiel (12) und Hammerkopf (11) in kg,

2. Fallhammer-Klopfvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusatzgewicht (14) an der dem Hammergelenk (13) abgewandten oder zugewandten Seite des Hammerkopfes (11) angebracht ist.
3. Fallhammer-Klopfvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusatzgewicht (14) an dem Hammerstiel (12) angebracht ist.
4. Fallhammer-Klopfvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusatzgewicht (14) an den Hammerkopf (11) oder Hammerstiel (12) angeschraubt oder angeschweißt ist.
5. Fallhammer-Klopfvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zusatzgewicht (14) aus einem ein Mehrgewicht aufweisenden Fallhammer (10) und durch mechanische Bearbeitung des Fallhammers (10) zur Erzielung des Zusatzgewichtes (14) gebildet ist.

Fig. 1

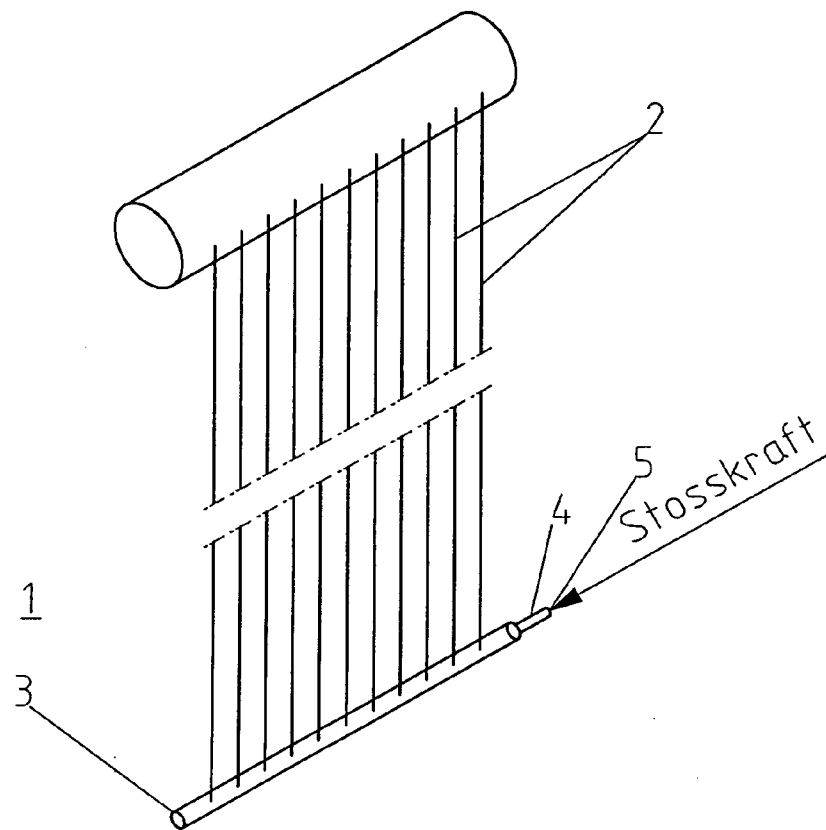
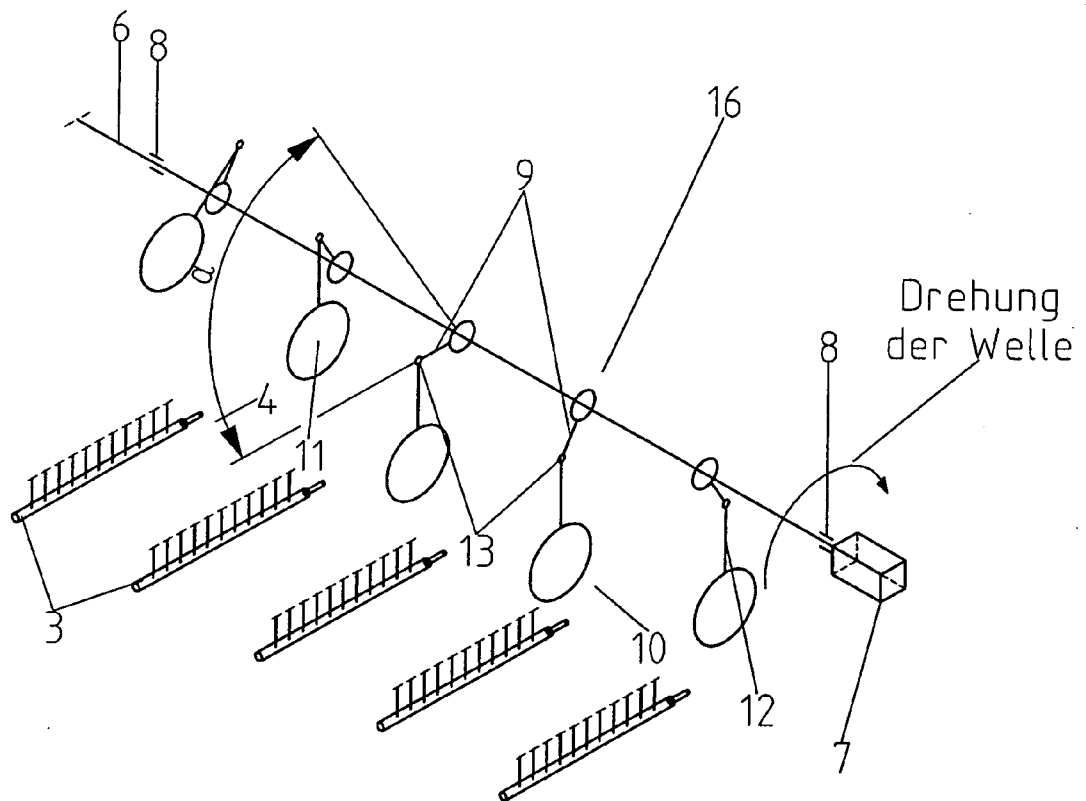


Fig. 2



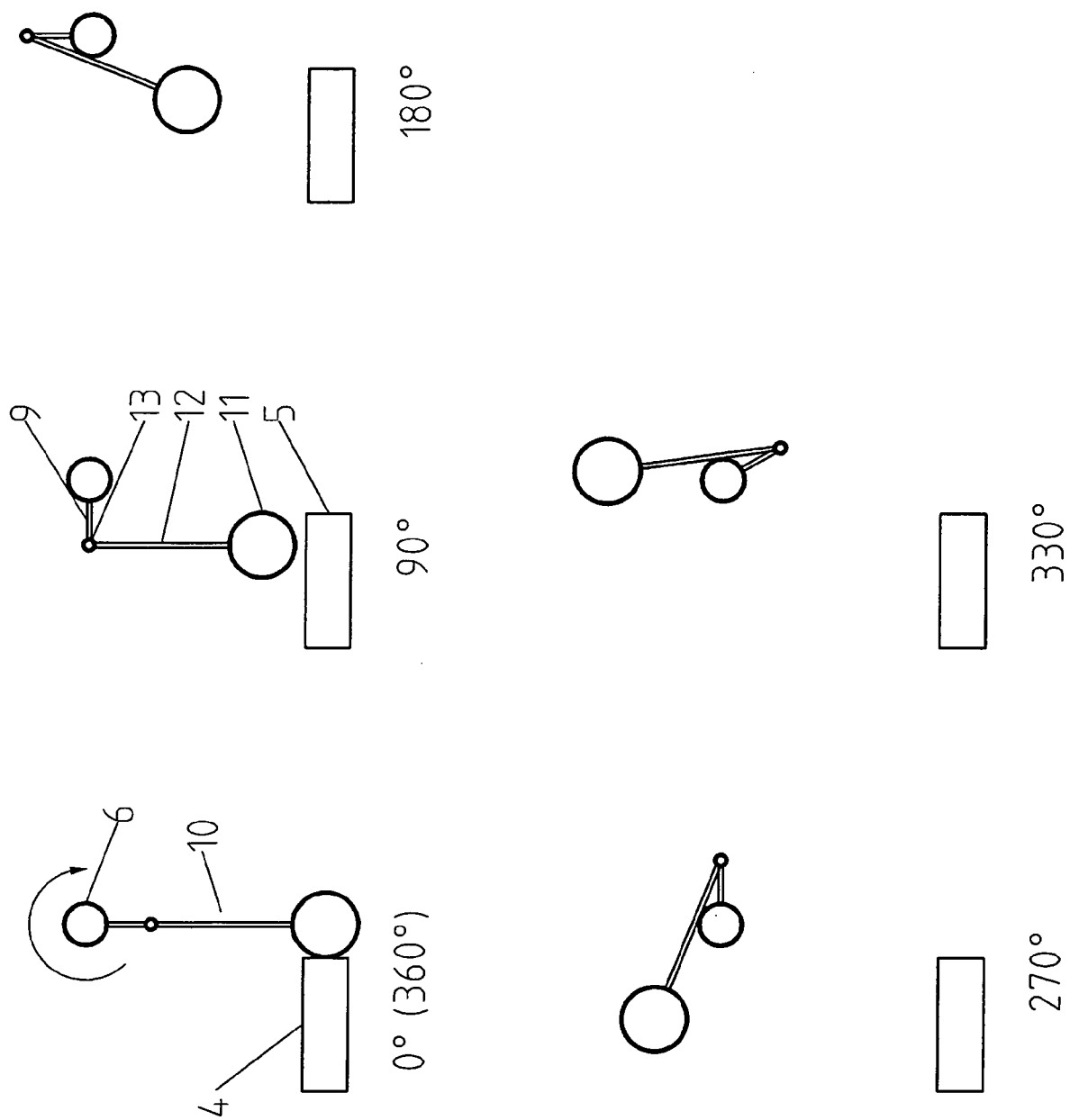


Fig. 3

Fig. 4

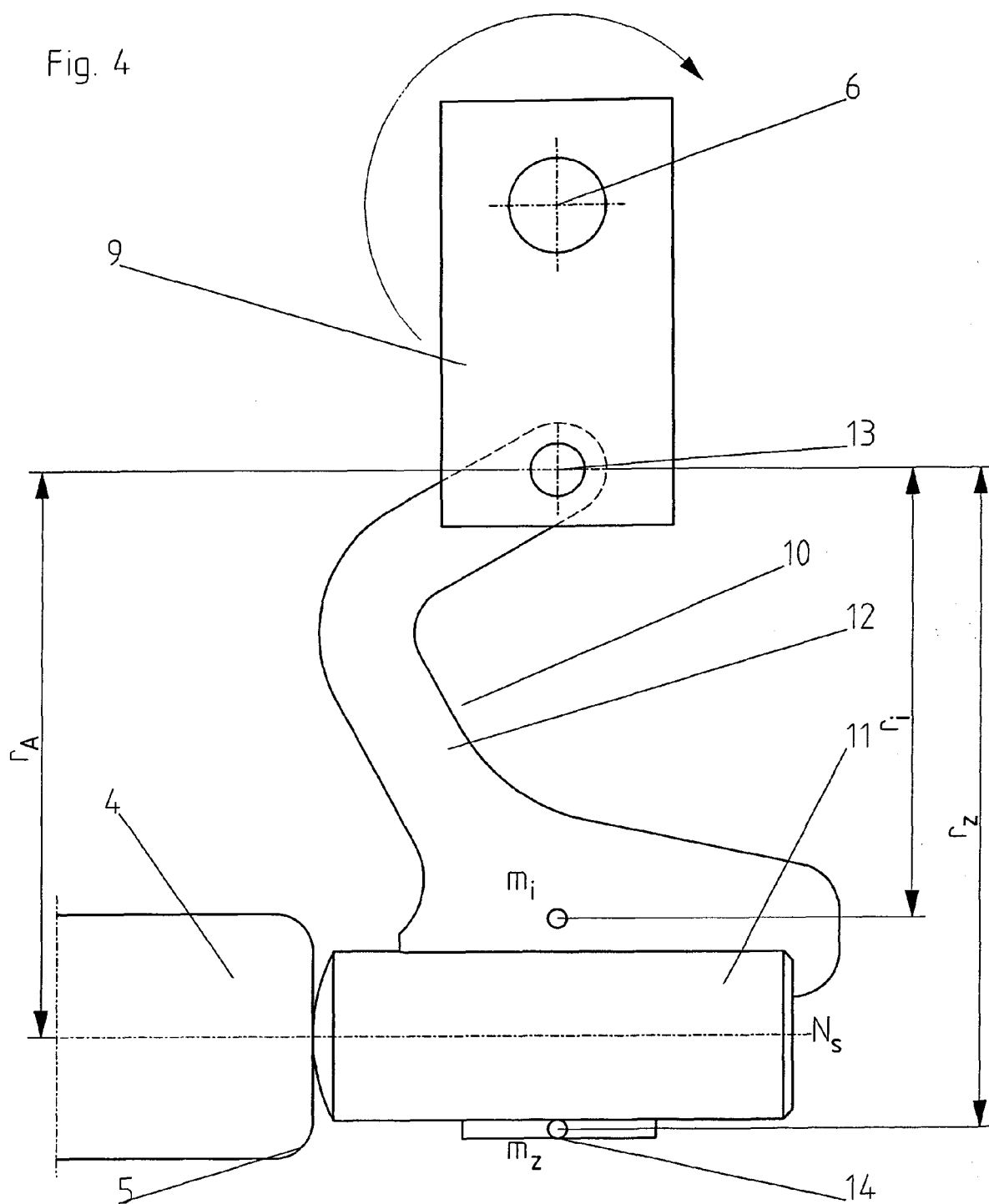


Fig. 5

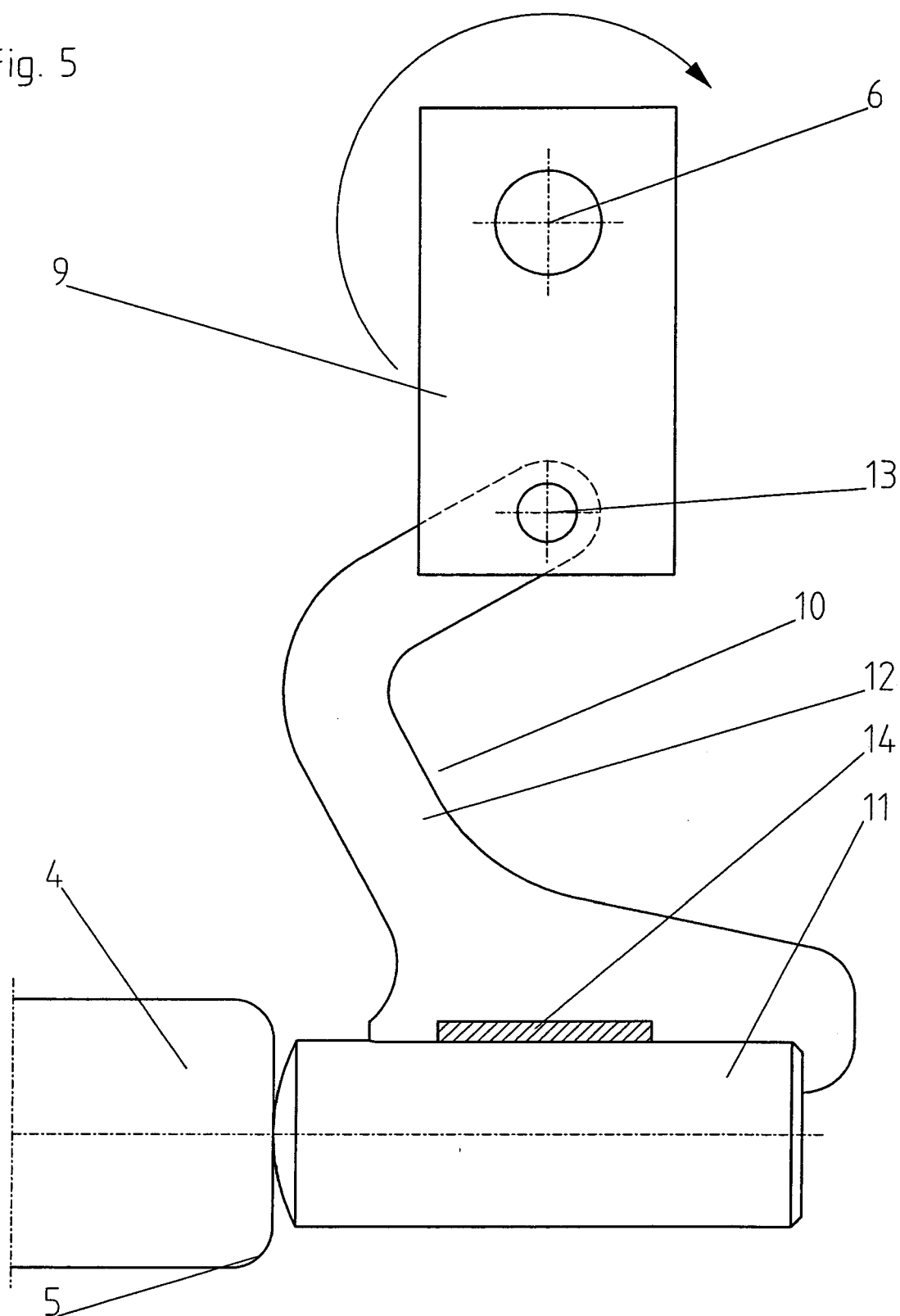
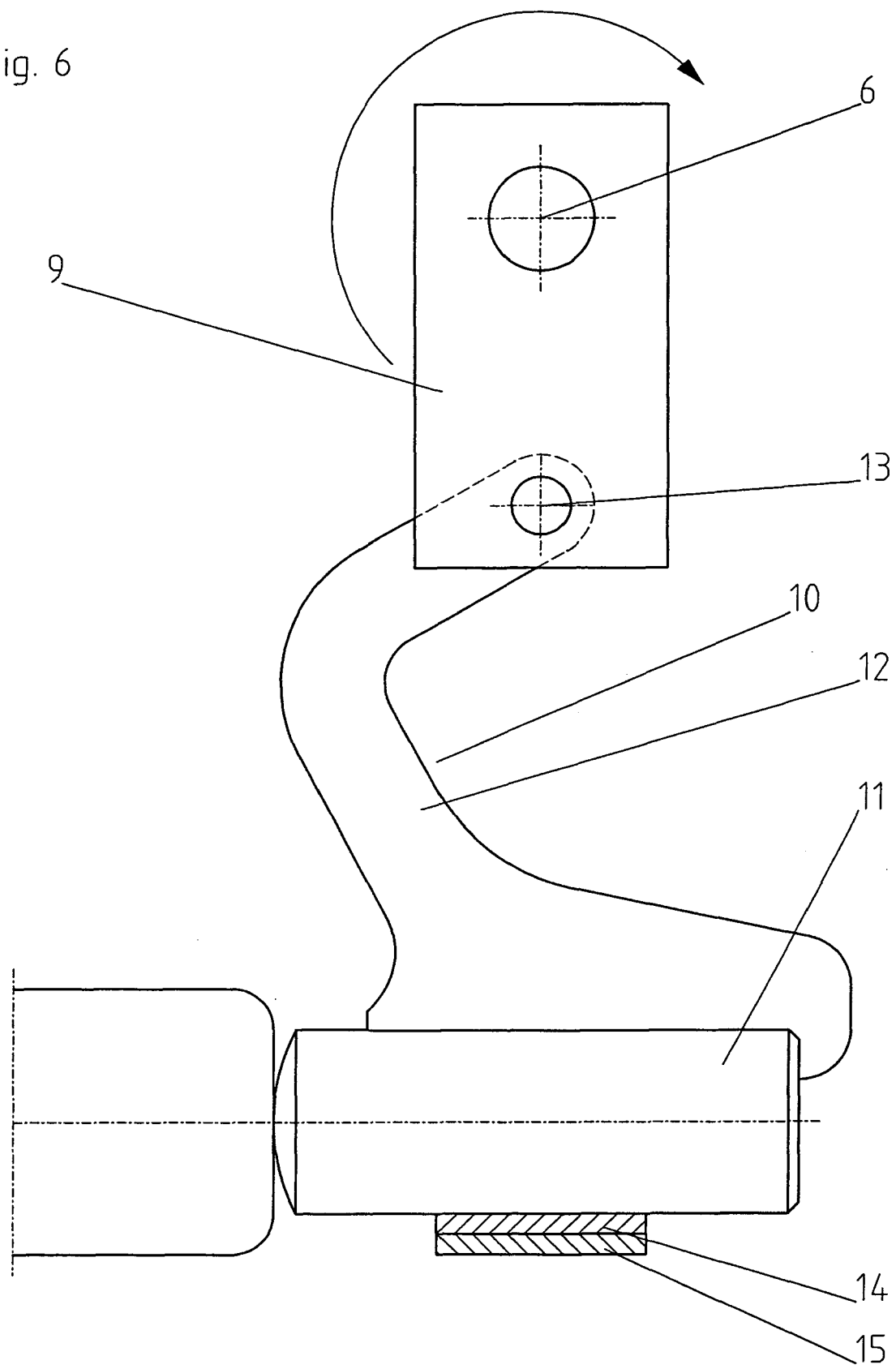


Fig. 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 06 01 8931

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile         | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| D,A                                                                                                                                                                                                                                                                               | DE 35 00 431 A1 (METALLGESELLSCHAFT AG [DE]) 10. Juli 1986 (1986-07-10)<br>* Seiten - *     | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | INV.<br>F28G3/10                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 5 079 459 A (HUSTON J TIMOTHY [US] ET AL) 7. Januar 1992 (1992-01-07)<br>* Abbildungen * | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 39 42 759 C1 (OSCHATZ GMBH, 4300 ESSEN, DE) 6. Juni 1991 (1991-06-06)<br>* Abbildungen * | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | F28G                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                             | Abschlußdatum der Recherche<br>19. Dezember 2006                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Prüfer<br>MELLADO RAMIREZ, J       |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                             | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 01 8931

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.

19-12-2006

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 3500431                                         | A1                            | 10-07-1986                        | KEINE                         |
| US 5079459                                         | A                             | 07-01-1992                        | AU 650401 B2 16-06-1994       |
|                                                    |                               |                                   | AU 8828791 A 30-07-1992       |
|                                                    |                               |                                   | CA 2057565 A1 24-07-1992      |
|                                                    |                               |                                   | GB 2252064 A 29-07-1992       |
|                                                    |                               |                                   | JP 2505340 B2 05-06-1996      |
|                                                    |                               |                                   | JP 4334003 A 20-11-1992       |
| DE 3942759                                         | C1                            | 06-06-1991                        | FI 902800 A 24-06-1991        |

EPO FORM P0481

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3500431 A1 [0002]