



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 323 496 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.07.2003 Patentblatt 2003/27

(51) Int Cl.7: **B24B 1/04**, B28D 1/04,
B23B 37/00, B23B 51/04

(21) Anmeldenummer: **02406074.1**

(22) Anmeldetag: **09.12.2002**

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

(30) Priorität: **20.12.2001 DE 10162636**

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft
9494 Schaan (LI)**

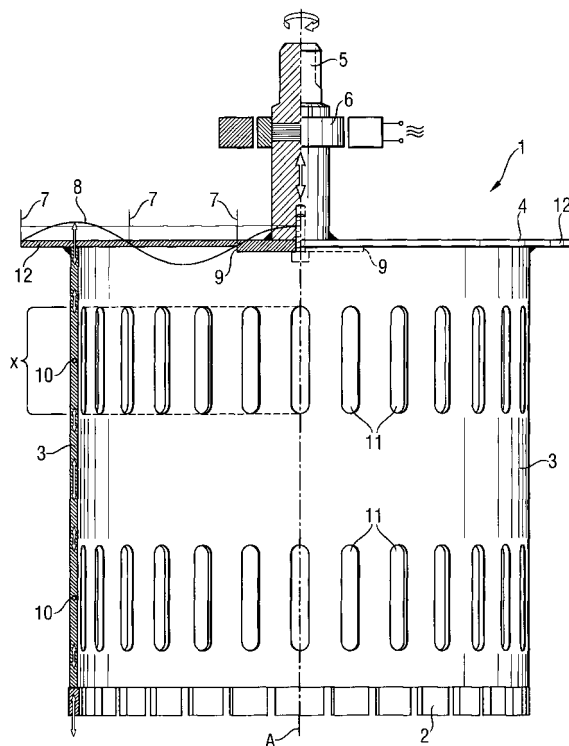
(72) Erfinder:
• **Kauf, Adrian
88239 Wangen (DE)**
• **Tichy, Stefan
8882 Unterterzen (CH)**

• **Littmann, Walter
31855 Aerzen-Gruppenhagen (DE)**
• **Van Taack-Trakranen, John
81475 München (DE)**
• **Alberg, Peter
86916 Kaufering (DE)**
• **Cramer, Till
6800 Feldkriech (AT)**

(74) Vertreter: **Wildi, Roland et al
Hilti Aktiengesellschaft,
Feldkircherstrasse 100,
Postfach 333
9494 Schaan (LI)**

(54) **Ultraschallkernbohrkrone**

(57) Kernbohrkrone (1) zum abrasiven Abtragen von mineralischen Untergründen mit einem stirnseitig mit Schneid- oder Schleifkörpern (2) besetzten Zylinderrohr (3) und einem gegenüberliegend stirnseitig verbundenen Deckel (4), welcher in der Achsmittle ein Einstekende (5) zur Aufnahme in ein zumindest drehendes Werkzeuggerät aufweist sowie bezüglich einer Sollanregungsfrequenz zur Ausbildung einer ganzzahligen Anzahl von Amplitudenschwingungsbäuchen der konzentrischen Biegeschwingung dimensioniert ist, wobei das Zylinderrohr (3) bezüglich der Sollanregungsfrequenz zur Ausbildung einer ganzzahligen Anzahl von Amplitudenschwingungsbäuchen der axialen Longitudinalschwingungen dimensioniert ist.



EP 1 323 496 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezeichnet eine um die Symmetrieachse drehend angetriebene Kernbohrkrone mit Schneid- oder Schleifkörpern zum abrasiven Abtragen von mineralischen Untergründen wie Gestein, welche eine axiale Ultraschallanregung aufweist.

[0002] Üblicherweise bestehen topfförmig ausgebildete Kernbohrkronen aus einem stirnseitig mit Schleifkörpern besetzten Zylinderrohr und einem gegenüberliegend stirnseitig verbundenen Deckel, welcher in der Achsmittle ein Einsteckende zur Aufnahme in ein zumindest drehendes Werkzeuggerät aufweist. Bei einer üblichen Überlagerung mit Ultraschall im Bereich von 20 kHz bis 200 kHz bei einer Eigenfrequenz der Kernbohrkrone wird diese von einem Akteur im Einsteckende zentral in der Achsmittle angeregt. Derartige Kernbohrkronen sind nur bis zu kleinen Durchmessern des Zylinderrohres von etwa 100 mm realisierbar, da beim Eingreifen in den Untergrund, bedingt durch das bei grösseren Durchmessern grössere Verhältnis zum Anregungsdurchmesser des Akteurs, keine schwingungsrobusten, d.h. auch bei hoher Dämpfung über eine zum abrasiven Abbau benötigte Axialkraft auf das Zylinderrohr, in diesem hinreichend stabile, axiale Longitudinalschwingungen anregbar sind.

[0003] Nach der DE3812917 weist ein, in einer nicht näher bezeichneten Eigenfrequenz betriebener, Schlitzbohrer längs verlaufende Öffnungen in einer Bohrkrone auf. Zudem weist nach der DE3635806 ein bezüglich des Schwingungsbildes steuerbarer Ultraschallvibrator mehrere äquidistante Längsschlitze in einem zylinderförmigen Grundkörper auf, wodurch die Reststege als reine Longitudinalschwinger wirken.

[0004] Nach der DE4444853 weist eine Kernbohrkrone ein Zylinderrohr und einen stirnseitig verbundenen Deckel auf, welcher in der Achsmittle mit einer Eigenfrequenz zu axialen Biegeschwingungen angeregt wird. Zudem weist eine zu Biegeschwingungen angeregte Schleifscheibe mit radialen Schleifkörpern abweichender Dicke einen konzentrischen Querschnittsprung an einer geometrisch undefinierten Lage auf.

[0005] Zudem weist nach der DE19758243 ein Ultraschallwandler zur Erhöhung der Richtwirkung eines flächig abgestrahlten Schallfeldes eine Biegeschwingplatte auf, welche konzentrische Querschnittssprünge aufweist, die an Amplitudenschwingungsknotenkreisen angeordnet sind.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Realisierung einer Kernbohrkrone grösseren Durchmessers mit einem bei zentraler, axialer Ultraschallanregung schwingungsrobusten Anregungsverhalten für axiale Longitudinalschwingungen im Zylinderrohr. Ein weiterer Aspekt besteht in der Erhöhung der axialen Schwingungsamplitude am axialen Ende des Zylinderrohres.

[0007] Die Aufgabe wird im wesentlichen durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Im wesentlichen weist eine Kernbohrkrone zum abrasiven Abtragen von mineralischen Untergründen mit einem stirnseitig mit Schneid- oder Schleifkörpern besetzten Zylinderrohr und einem gegenüberliegend stirnseitig verbundenen Deckel, welcher in der Achsmittle ein Einsteckende zur Aufnahme in ein zumindest drehendes Werkzeuggerät aufweist, einen bezüglich einer Sollanregungsfrequenz zur Ausbildung einer ganzzahligen Anzahl von Amplitudenschwingungsbäuchen der konzentrischen Biegeschwingung dimensionierten Deckel auf, dadurch gekennzeichnet, dass das Zylinderrohr bezüglich der Sollanregungsfrequenz zur Ausbildung einer ganzzahligen Anzahl von Amplitudenschwingungsbäuchen der axialen Longitudinalschwingungen dimensioniert ist.

[0009] Durch die Kombination der resonant bestimmten Einzelkomponenten in Form von Deckel und Zylinderrohr ergibt sich ein bei axialer Ultraschallanregung schwingungsrobustes Anregungsverhalten der Kernbohrkrone.

[0010] Vorteilhaft weist der Deckel in der Nähe der Position eines Amplitudenschwingungsknotenkreises einer Biegeeigenschwingung einen konzentrischen Querschnittsprung auf.

[0011] Der Querschnittsprung an der Stelle eines Amplitudenschwingungsknotenkreises im Deckel dient zur Amplitudentransformation der Biegeschwingung mit einer signifikanten Erhöhung der Amplitude des am Ansatz des Zylinderrohres auftretenden Schwingungsbauches, welcher im Zylinderrohr axiale Longitudinalschwingungen mit signifikant erhöhter Amplitude anregt, die somit hinreichend schwingungsrobust angeregt sind. Die geometrische Lage dieses Amplitudenschwingungsknotenkreises liegt in der Nähe der Position der Amplitudenschwingungsknoten der konzentrisch stehenden Radialwellen, wobei es bei einem radialen Querschnittsprung zu einer geringfügigen Verschiebung der Lage der Amplitudenschwingungsknoten kommt.

[0012] Bei praktisch relevanten Kernbohrkronen wird diese vorzugsweise auf insgesamt zwei oder drei Amplitudenschwingungsknoten bezüglich der Sollanregungsfrequenz von bspw. 20 kHz dimensioniert. Ein weiter vorteilhaftes Dickenverhältnis der radial äusseren zu den radial inneren Seiten des Querschnittsprungs von 0,2 bis 0,4 bestimmt für die Lage des Querschnittsprungs am von Innen zugeordneten Knoten einen relativen Radiusbereich nach der untenstehenden Tabelle, wobei das Optimum in Klammern steht:

Amplitudenschwingungsknoten insgesamt	Nr. des Knotens am Querschnittssprung	relativer Radius des Querschnittssprungs	Dickenverhältnis am Querschnittssprung
3	1	0,25 - 0,40 (0,30)	0,2 - 0,4 (0,3)
3	2	0,50 - 0,70 (0,60)	0,2 - 0,4 (0,33)
2	2	0,70 - 0,90 (0,82)	0,2 - 0,4 (0,33)

[0013] In einer weiteren, jedoch nicht notwendig alternativen, Variante weist eine Kernbohrkrone mit einem stirnseitig mit Schleifkörpern besetzten Zylinderrohr und einem gegenüberliegend stirnseitig verbundenen Deckel, welcher in der Achsmitte ein Einsteckende zur Aufnahme in ein zumindest drehendes Werkzeuggerät aufweist, im Zylinderrohr ausschliesslich im Axialbereich der axialen Longitudinaleigenamplitudenschwingungsknoten umfänglich äquidistant angeordnete, längs zur Symmetrieachse orientierte, längliche Materialausnehmungen auf.

[0014] Durch die längs zur Symmetrieachse länglichen Materialausnehmungen an den Longitudinaleigenamplitudenschwingungsknoten sind die dazwischen angeordneten Zylinderschalen im wesentlichen nicht mehr umfänglich miteinander schwingungsgekoppelt, wodurch die Anregung von parasitären, Energie verbrauchenden, Radialmoden unterdrückt wird. Durch die im Bereich der Longitudinaleigenschwingungsbäuche umfänglich miteinander schwingungsgekoppelten Zylinderschalen weist die Kernbohrkrone eine, einem schlanken Longitudinalschwinger entsprechende, Eigenfrequenz auf, welche sich von der eines Zylinderrohres unterscheidet. Die zusätzliche Energie führt zu axialen Longitudinalschwingungen mit signifikant erhöhter Amplitude, die somit hinreichend schwingungsrobust angeregt sind. Die zur Bestimmung des Axialbereichs der Materialausnehmungen benötigte Wellenlänge λ der Longitudinaleigenschwingung bei einer Frequenz f ist bestimmt mit $\lambda = c / f$ wobei sich die Longitudinalwellengeschwindigkeit c über $c = \text{Quadratwurzel}(E / \rho)$ aus dem Elastizitätsmodul E und der Dichte ρ ergibt. Vorteilhaft ergibt sich für ein als λ -Schwinger ausgebildetes Zylinderrohr eine mittlere Axialposition der Materialausnehmungen von $1/4$ und/oder $3/4$ seiner relative Länge.

[0015] Vorteilhaft sind die länglichen Materialausnehmungen achsparallel orientiert, wodurch keine parasitären Schermoden angeregt werden.

[0016] Vorteilhaft sind die länglichen Materialausnehmungen als Längsschlitze ausgebildet, wodurch die Radialmoden vollständig unterdrückt werden.

[0017] Vorteilhaft weist die Kernbohrkrone einen Querschnittssprung und längliche Materialausnehmungen auf, wodurch sich eine weitere Erhöhung der Amplitude durch die Überlagerung beider Einzeleffekte ergibt.

[0018] Neben einem üblicherweise direkt am ansetzenden Zylinderrohr endenden Deckel steht bei einer vorteilhaften Variante ein, im weiteren nicht dem Deckel zugehöriger, Deckelüberstand radial über das Zylinderrohr über, weiter vorteilhaft um ein Viertel der Wellenlänge der Biegeeigenschwingung, wodurch der Anteil der im Zylinderrohr angeregten Radialmoden weiter unterdrückbar ist.

[0019] Die Erfindung wird bezüglich eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels näher erläutert mit der Darstellung einer Kernbohrkrone.

[0020] Nach der Darstellung im Teilschnitt weist eine Kernbohrkrone 1 grossen Durchmessers mit einem stirnseitig mit Schleifkörpern 2 besetzten dünnwandigen Zylinderrohr 3 und einem gegenüberliegend stirnseitig verbundenen, dünnwandigen Deckel 4, welcher in der Symmetrie- und Drehachse A ein Einsteckende 5 zur formschlüssigen Aufnahme in ein nicht dargestelltes drehendes Werkzeuggerät auf. Im Einsteckende 5 ist der, eine axiale Ultraschallschwingung anregende, Teil eines schematisch angedeuteten elektroakustischen Aktors 6 in Form eines über einen Drehtransformator induktiv mit Spannung versorgten Piezokonverters angeordnet. Der Deckel 4 weist an der radialen Stelle eines Amplitudenschwingungsknotenkreises 7 einer Biegeeigenschwingung 8 mit einem Amplitudenmaximum an der Symmetrieachse A und am Ansatz des Zylinderrohrs 3 einen konzentrischen Querschnittssprung 9 auf, wobei sich am Ansatz eine Amplitudenerhöhung ausbildet. Im Zylinderrohr 3 sind ausschliesslich im Axialbereich x der axialen Longitudinaleigenamplitudenschwingungsknoten 10 mit einem Dehnungsmaximum an beiden Stirnflächen umfänglich äquidistant angeordnete, achsparallel zur Symmetrieachse A orientierte, längliche Materialausnehmungen 11 in Form von Längsschlitzen vorhanden, welche bei $1/4$ und/oder $3/4$ der relativen Länge positioniert sind. Am Deckel 4 steht ein Deckelüberstand 12 radial um ein Viertel der Wellenlänge der Biegeeigenschwingung 8 über das Zylinderrohr 3 über.

Patentansprüche

1. Kernbohrkrone zum abrasiven Abtragen von mineralischen Untergründen mit einem stirnseitig mit Schneid- oder Schleifkörpern (2) besetzten Zylinderrohr (3) und einem gegenüberliegend stirnseitig verbundenen Deckel (4),

welcher in der Achsmittle ein Einsteckende (5) zur Aufnahme in ein zumindest drehendes Werkzeuggerät aufweist sowie bezüglich einer Sollanregungsfrequenz zur Ausbildung einer ganzzahligen Anzahl von Amplitudenschwingungsbäuchen der konzentrischen Biegeschwingung dimensioniert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zylinderrohr (3) bezüglich der Sollanregungsfrequenz zur Ausbildung einer ganzzahligen Anzahl von Amplitudenschwingungsbäuchen der axialen Longitudinalschwingungen dimensioniert ist.

2. Kernbohrkrone nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Deckel (4) nahe der Stelle eines Amplitudenschwingungsknotenkreises (7) einer Biegeeigenschwingung (8) ein konzentrischer Querschnittssprung (9) vorhanden ist.

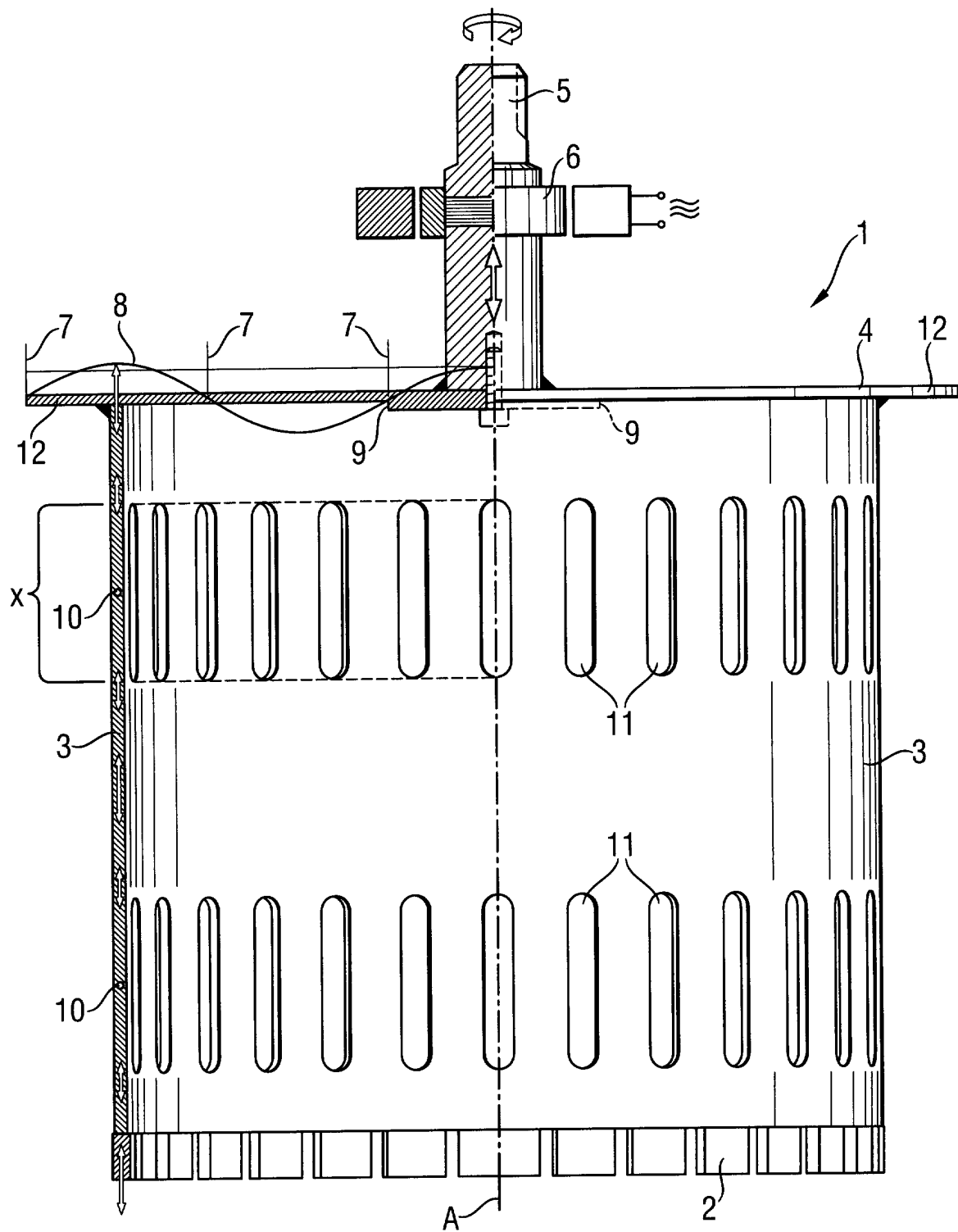
3. Kernbohrkrone nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Zylinderrohr (3) ausschliesslich im Axialbereich (x) der axialen Longitudinaleigenamplitudenschwingungsknoten (10) umfänglich äquidistant angeordnete, längs zur Symmetrieachse (A) orientierte, längliche Materialausnehmungen (11) vorhanden sind.

4. Kernbohrkrone nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die länglichen Materialausnehmungen (11) achsparallel orientiert sind.

5. Kernbohrkrone nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die länglichen Materialausnehmungen (11) als Längsschlitze ausgebildet sind.

6. Kernbohrkrone nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl der Querschnittssprung (9) als auch längliche Materialausnehmungen (11) vorhanden sind, welche optional bei 1/4 und/oder 3/4 der relativen Länge des Zylinderrohrs (3) positioniert sind.

7. Kernbohrkrone nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Deckel (4) ein radial über das Zylinderrohr (3) überstehender Deckelüberstand (12) vorhanden ist, welcher optional um ein Viertel der Wellenlänge der Biegeeigenschwingung (8) übersteht.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 40 6074

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X,D	DE 44 44 853 A (HILTI AG) 20. Juni 1996 (1996-06-20) * Spalte 9, Zeile 26 - Spalte 11, Zeile 13; Abbildungen 1,9-11 *	1,2	B24B1/04 B28D1/04 B23B37/00 B23B51/04
A,D	DE 36 35 806 A (TAGA ELECTRIC CO LTD) 4. Juni 1987 (1987-06-04) * Abbildungen 1-4 *	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B24B B28D B23B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 7. März 2003	Prüfer Kornmeier, M
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 02 40 6074

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

07-03-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4444853	A	20-06-1996	DE	4444853 A1	20-06-1996
			AT	179645 T	15-05-1999
			DE	59505839 D1	10-06-1999
			EP	0720890 A1	10-07-1996
			ES	2132581 T3	16-08-1999
			JP	8243952 A	24-09-1996
			US	5733074 A	31-03-1998

DE 3635806	A	04-06-1987	JP	62171473 A	28-07-1987
			JP	62247871 A	28-10-1987
			JP	1680248 C	13-07-1992
			JP	3045986 B	12-07-1991
			JP	62126874 A	09-06-1987
			JP	1680249 C	13-07-1992
			JP	3045987 B	12-07-1991
			JP	62152378 A	07-07-1987
			DE	3635806 A1	04-06-1987
			US	4703214 A	27-10-1987
			GB	2195821 A ,B	13-04-1988
			US	4697117 A	29-09-1987

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