(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 945 193 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.09.1999 Patentblatt 1999/39

(51) Int. Cl.[6]: **B21D 26/02**, B21D 22/02

(21) Anmeldenummer: **99103838.1**

(22) Anmeldetag: **27.02.1999**

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

(30) Priorität: **25.03.1998 DE 19813012**

(71) Anmelder: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Birkert, Arndt**
74626 Bretzfeld-Unterheimbach (DE)

(54) Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus einem rohrförmigen Rohling durch Innenhochdruckumformung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen eines Hohlkörpers (4) aus einem rohrförmigen, in ein öffen- und schließbares Formgebungswerkzeug (1,2) eingelegten rohrförmigen Rohling (3) durch in das Innere des Rohlings eingeleiteten Innenhochdruck. Der Querschnitt des Rohlings (3) kann vor der Innenhochdruckumformung aus einer Rund- oder Rechteckform werkstückentsprechend verändert und vorgeformt werden. Um Werkstücke mit über die Länge hinweg stark unterschiedlichen Umfang ohne Werkstoffüberdehnungen herstellen zu können, wird erfindungsgemäß zum Vorformen des Rohlings (3) in diesen eine über seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beule (5) eingeformt. Beim Innenhochdruckumformen des vorgeformten Rohlings (3) zu einem Hohlkörper (4) wird aus der Beule (5) eine in das innere des Hohlkörpers (4) hineinragende, U-förmige Falte (6) gebildet, deren Wandungen (7) unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung (8) des Hohlkörpers (4) übergehen. Die beiden Wandungen (7) der Falte (6) werden miteinander dauerhaft verbunden, und zwar werden die beiden Wandungen (7) der Falte vorzugsweise im Bereich des Hohlkörperumfangs dauerhaft miteinander verschweißt (9).

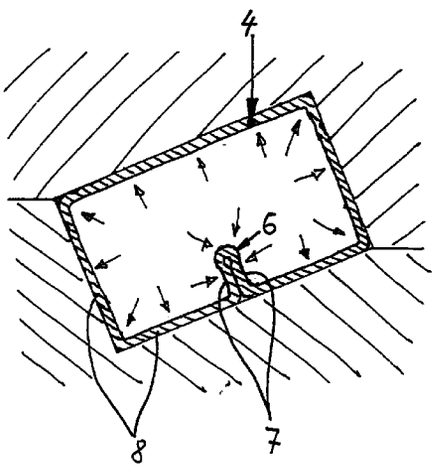

Fig. 4

EP 0 945 193 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Herstellen eines Hohlkörpers aus einem rohrförmigen Rohling durch Innenhochdruckumformung (IHU) nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Bisher werden - runde oder rechteckige - Rohrstücke als Rohling für einen IHU-Prozeß erforderlichenfalls gezielt in Abhängigkeit vom Werkstück vorgeformt, wobei das Vorformen in einem separaten Vorformwerkzeug oder in dem IHU-Werkzeug erfolgen kann. Hierbei sind jedoch lediglich Lösungen bekannt, bei denen der kleinste Fertigteilumfang dem Umfang des einzulegenden Rohlings entspricht, d.h. daß die Dimensionierung des Rohlings nach dem kleinsten Umfang des Fertigteiles erfolgt.

[0003] Eine Ausnahme bildet das Abquetschen von Rohrbereichen beim Schließen des IHU-Werkzeuges. Dabei bildet sich an der Außenseite des Rohres eine Schlinge mit doppelter Wandungsdicke des Rohmaterials. Als problematisch erweist sich hierbei der Platzbedarf der Schlinge. Das Abtrennen der Schlinge würde einen zusätzlichen Arbeitsgang bedeuten; außerdem würde dadurch die Torsionssteifigkeit des Fertigbauteils beeinträchtigt.

[0004] Da der Rohrumfang des einzulegenden Rohres in der Regel dem kleinsten Fertigteilumfang entspricht, können die möglichen Bauteilquerschnitte nur in engen Grenzen variiert werden. Soll z.B. ein Bauteil gefertigt werden, dessen Umfang an der kleinsten Stelle 100 mm und an der größten Stelle 150 mm im Fertigzustand beträgt, so wird üblicherweise ein Rohling mit einem Umfang von 100 mm eingesetzt. Dies bedeutet aber, daß die Bereiche mit dem großem Umfang in Umfangsrichtung beispielsweise um etwa 50 % aufgeweitet werden müssen. Dies ist mit üblichen metallischen Werkstoffen nicht ohne weiteres möglich. Stand man bisher vor der Notwendigkeit, IHU-Teile mit größeren Durchmesserunterschieden herstellen zu müssen, so gab es zum einen nur die Möglichkeit, in mehreren Umformstufen umzuformen und den Werkstoff durch Zwischenglühen in seinem Umformvermögen zu regenerieren, was vom Investitionsvolumen, vom Platzbedarf und von den Betriebskosten her sehr aufwendig ist. Eine Alternative dazu wäre die Verwendung von mehrteilig zusammengesetzten Rohlingen (sog. taylored tubes), die aus größenunterschiedlichen Rohrabschnitten und Übergangskonen zusammengeschweiß sind, was eine aufwendige und kostspielige Fertigung der Rohlinge voraussetzt.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäß zugrundegelegte Verfahren dahingehend zu verbessern, daß Fertigteile mit größeren (z.B. mit mehr als 15 %) Durchmesser- oder Umfangsunterschieden zwischen Größt- und Kleinstdurchmesser mit den heute üblichen metallischen Werkstoffen ohne weiteres durch Innenhochdruckumformung hergestellt werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird - ausgehend von dem gattungsgemäß zugrundegelegten Verfahren - erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Danach wird beim Vorformen des Rohlings in diesen eine über seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beule eingeformt, aus der beim eigentlichen IHU-Prozeß eine in das innere des Hohlkörpers hinneinragende, U-förmige Falte gebildet wird, deren Wandungen unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung des Hohlkörpers übergehen. Es kann dadurch ein im Umfang größer als der Kleinstumfang oder Kleinstdurchmesser des Fertigteiles bemessener Rohling eingesetzt werden. Aufgrund der nach innen gerichteten und somit nicht störenden Falte kann Umfangsmaterial "verbraucht" und somit der Durchmesser bzw. der Umfang des Rohling örtlich gezielt reduziert werden. Aufgrund dessen kann mit größeren Rohlingen gearbeitet werden, deren Umfangslänge oder Durchmesser zwischen dem Größt- und dem Kleinstdurchmesser des Fertigteiles liegt. Dadurch kann die in Bereichen eines großen Fertigteil-Umfanges erforderliche Umfangsdehnung des Werkstoffes in erträglichen Grenzen gehalten werden. Das mit üblichen, einfachen Rohlingen herstellbare Bauteilspektrum wird dank der Erfindung beträchtlich erweitert.

[0007] Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles nachfolgend noch erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1	den Querschnitt eines geöffnetes Innenhochdruckumform-Werkzeugs mit einem darin eingelegten Rohling aus einem Rondrohr,
Fig. 2	das Werkzeug nach Figur 1 in teil-geschlossenen Zustand, wobei der Rohling gezielt teilverformt ist,
Fig. 3	das Werkzeug nach Figur 1 in ganz geschlossenen Zustand, wobei der Rohling gezielt mit Längsbeulen versehen ist,
Fig. 4	das Werkzeug nach Figur 3 im hochdruck-beaufschlagten Zustand, wobei der Rohling konturtreu in die Gravur des Formgebungswerkzeuges eingeformt und eine U-förmige Falte im Innern des Werkstückes ausgebildet ist und
Fig. 5a, 5b und 5c	eine Folge von Querschnitten durch die Wandung des fertigen IHU-Teiles durch die Wandung

mit der Falte an unterschiedlichen Längspositionen.

[0008] Durch das in den Figuren dargestellte, in Ober- und Unterwerkzeug 1 bzw. 2 geteilte, schließbare IHU-Werkzeug soll ein runder Rohling 3 zu einem kastenförmigen Fertigteil 4 umgeformt werden, dessen Querschnitt im Fertigzustand an unterschiedlichen Längspositionen unterschiedliche Umfangslängen aufweist.

[0009] Zu diesem Zweck wird in den Querschnitt des Rohlings erfindungsgemäß zunächst eine über seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beule 5 eingeformt. Beim Innenhochdruckumformen des vorgeformten Rohlings zu einem Hohlkörper 4 wird aus der Beule eine in das Innere des Hohlkörpers hinneinragende, U-förmige Falte 5 gebildet wird, deren Wandungen 7 unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung 8 des Hohlkörpers übergehen.

[0010] Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Vorformen des Rohlings durch Einbeulen oder Einknicken der Rohlingwandung selbsttätig durch das IHU-Formwerkzeug bei dessen Schließbewegung durchgeführt wird, wie die Folge der Figuren 1 bis 3 zeigt. Bedarfsweise kann das Vorformen des Rohlings durch Einbeulen oder Einknicken der Rohlingwandung an mehreren Umfangsstellen des Rohlings durchgeführt werden.

[0011] In manchen Anwendungsfällen mag das bloße Aneinaderliegen der Falten-Wandungen 7 hinsichtlich der Bauteilstabilität ausreichend sein, insbesondere dann, wenn diese bei der Bauteilbeanspruchung nicht gespreizt werden oder sich nicht zueinander verschieben. Sollte dies jedoch bei der Bauteilbeanspruch doch der Fall sein, so können die beiden Wandungen 7 der Falte miteinander dauerhaft verbunden werden, beispielsweise können diese vollflächig miteinander verklebt werden. Der Kleber könnte bereits im Rohlingzustand aufgetragen werden. Eine zweckmäßige Art, die Falte außenseitig zu stabilisieren besteht darin, die beiden Wandungen der Falte im Bereich des Hohlkörperumfangs dauerhaft miteinander zu verschweißen (Schweißung 9 in Figur 5a).

[0012] Die Figurenfolge 5a, 5b und 5c soll gemeinsam mit dem in Figur 4 innerhalb des IHU-Werkzeuges befindlichen Fertigteiles veranschaulichen, wie die Falte 6 mit zunehmender Breite B des Fertigteiles 4 bezüglich ihrer in das Bauteilinnere hineinragenden Länge L kürzer wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Formen eines Hohlkörpers aus einem rohrförmigen, in ein öffen- und schließbares Formgebungswerkzeug eingelegten Rohling durch in das Innere des Rohlings eingeleiteten Innenhochdruck, wobei der Rohling vor der Innenhochdruckumformung aus einer standardisierten Anlieferungs-Querschnittsform werkstückentsprechend im Querschnitt verändert und vorgeformt wird,
   dadurch gekennzeichnet, daß zum Vorformen des Rohlings (3) in diesen eine über seine Länge hinweg unterschiedlich tiefe Beule (5) eingeformt wird, aus der beim Innenhochdruckumformen des vorgeformten Rohlings (3) zu einem Hohlkörper (4) mit über die Länge hinweg stark unterschiedlichen Umfang eine in das innere des Hohlkörpers hineinragende, U-förmige Falte (6) gebildet wird, deren Wandungen (7) unmittelbar aufeinander liegen und an der Peripherie in die Umfangswandung (8) des Hohlkörpers (3) übergehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Wandungen (7) der Falte (6) miteinander dauerhaft verbunden werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
   dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Wandungen (7) der Falte (6) im Bereich des Hohlkörperumfangs dauerhaft miteinander verschweißt werden (Schweißung 9).

4. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß das Vorformen des Rohlings (3) durch Einbeulen (5) oder Einknicken der Rohlingwandung selbsttätig durch das IHU-Formwerkzeug (1, 2) bei dessen Schließbewegung durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, daß das Vorformen des Rohlings (3) durch Einbeulen (5) oder Einknicken der Rohlingwandung an mehreren Umfangsstellen des Rohlings (3) durchgeführt wird.

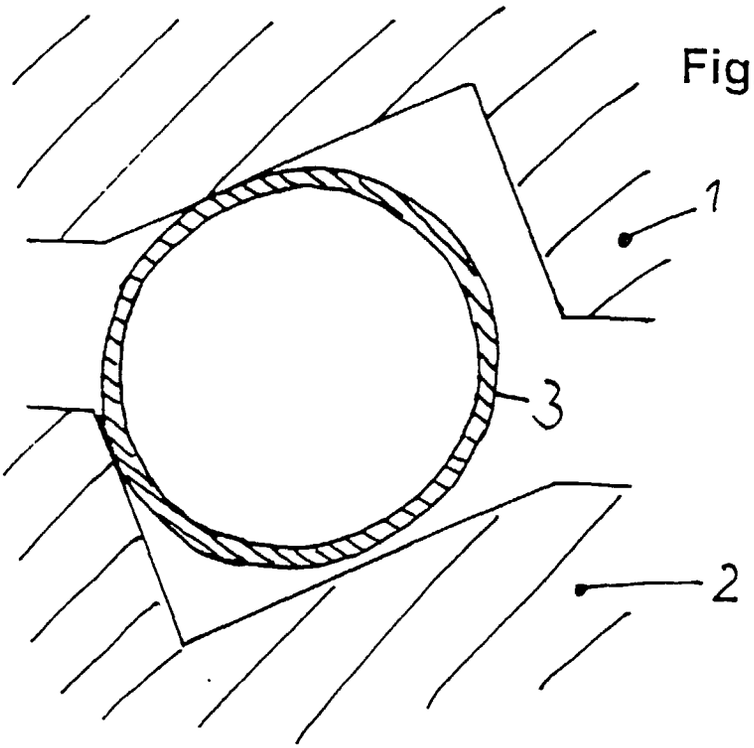

Fig. 1

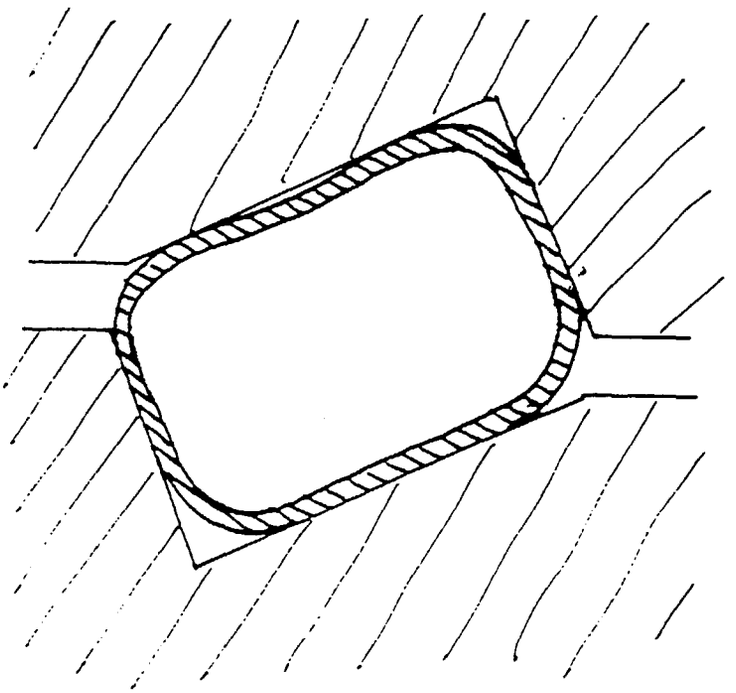

Fig. 2

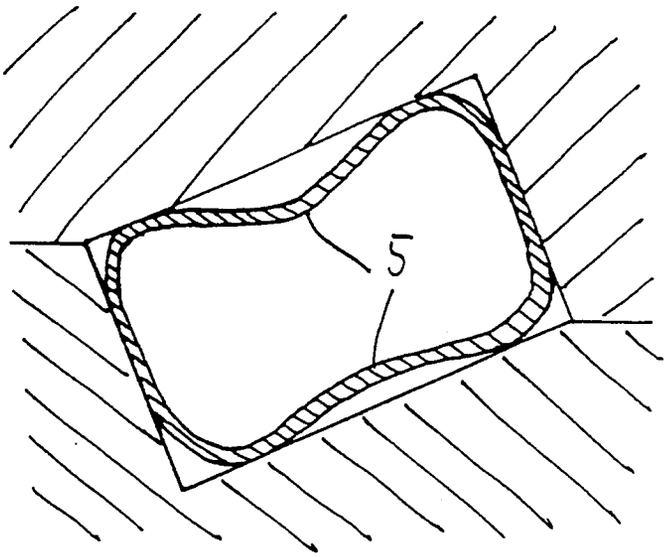

Fig. 3

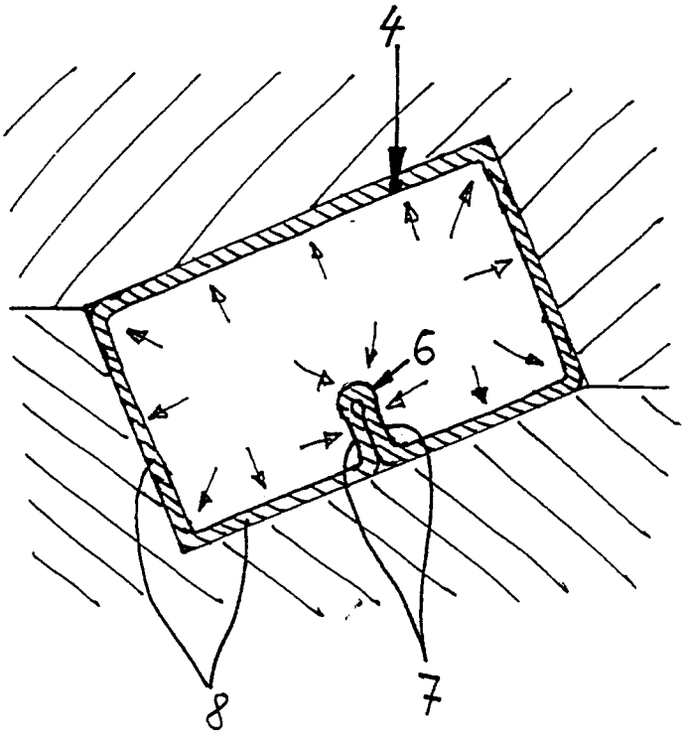

Fig. 4

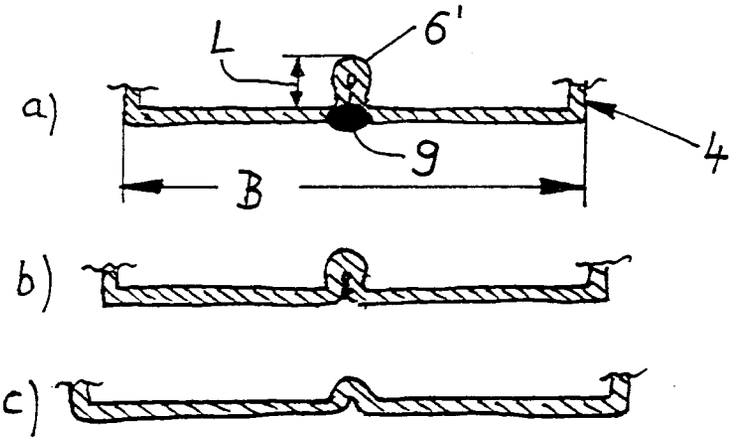

Fig. 5

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 10 3838

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 4 567 743 A (STANDARD TUBE CANADA INC.) 4. Februar 1986 * Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 6, Zeile 30; Abbildungen 1-6 *	1	B21D26/02 B21D22/02
A	EP 0 294 034 A (TI AUTOMOTIVE DIVISION OF TI CANADA INC.) 7. Dezember 1988 * Spalte 6, Zeile 17 - Spalte 6, Zeile 46; Abbildungen 2-4 *	1	
A	DE 196 33 760 A (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT UMFORMTECHNIK GMBH) 12. März 1998 * Spalte 3, Zeile 60 - Spalte 6, Zeile 11; Abbildung 1 *	1	
A	DE 195 18 252 A (WILHELM SCHÄFER MASCHINENBAU GMBH & CO) 21. November 1996 * Abbildung 9 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B21D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
MÜNCHEN	19. Juli 1999	Vinci, V

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 99 10 3838

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.

19-07-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4567743 A	04-02-1986	AT 48772 T	15-01-1990
		BR 8504492 A	16-12-1986
		CA 1227921 A	13-10-1987
		EP 0195157 A	24-09-1986
		JP 1856172 C	07-07-1994
		JP 5055209 B	16-08-1993
		JP 61219435 A	29-09-1986
EP 0294034 A	07-12-1988	US 4744237 A	17-05-1988
		AT 80814 T	15-10-1992
		AU 592264 B	04-01-1990
		AU 1555788 A	10-11-1988
		CA 1309239 A	27-10-1992
		CN 1030711 A,B	01-02-1989
		CS 8803114 A	12-09-1990
		DE 3874811 A	29-10-1992
		DK 248688 A	07-11-1988
		FI 882046 A,B,	07-11-1988
		GR 3006234 T	21-06-1993
		HR 930522 A	31-12-1995
		IE 61904 B	30-11-1994
		JP 1040121 A	10-02-1989
		JP 2102050 C	22-10-1996
		JP 7115091 B	13-12-1995
		MX 167717 B	07-04-1993
		NO 173978 C	02-03-1994
		US 4829803 A	16-05-1989
		US RE33990 E	14-07-1992
		YU 88488 A	30-04-1990
DE 19633760 A	12-03-1998	KEINE	
DE 19518252 A	21-11-1996	KEINE	

EPO FORM P0461

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