

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 83104509.1

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 21 D 31/06**  
**B 21 D 53/92**

22 Anmeldetag: 07.05.83

30 Priorität: 26.08.82 DE 3231673

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
04.04.84 Patentblatt 84/14

84 Benannte Vertragsstaaten:  
FR GB IT

71 Anmelder: **Messerschmitt-Bölkow-Blohm Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung**  
**Robert-Koch-Strasse**  
**D-8012 Ottobrunn(DE)**

72 Erfinder: **Walter, Siegfried**  
**Ried 26**  
**D-8850 Donauwörth(DE)**

54 **Verfahren zur Formänderung eines plattenförmigen Werkstücks.**

57 Vorgestellt wird ein Formänderungsverfahren für plattenförmige Werkstücke (2) mit einem ungleichförmigen Wanddickenverlauf, die durch einem oder mehrere, jeweils unter begrenzter örtlicher Verformung des Werkstücks auf die Werkstückoberfläche einwirkende Schlagkörper (4) in eine gekrümmte Form gebracht werden. Um den örtlichen Verformungsstoß während des Bearbeitungsvorgangs nach Maßgabe des Wanddicken- und Krümmungsverlaufs des Werkstücks variabel zu steuern, wird die Werkstückoberfläche zuvor mit einer örtlich unterschiedlich stark stoßmindernd ausgebildeten Elastomerschicht (6) belegt, von der dann während der Bearbeitung ein durch die örtliche Schichtdicke der Elastomerschicht (6) exakt vorherbestimmbarer Bruchteil des dem Schlagkörper jeweils erteilten Bewegungsimpulses als Verformungsstoß an die Werkstückoberfläche durchgelassen wird, so daß es ohne maschinell aufwendige Schlagkörper-Steuerung möglich ist, auch komplizierte Werkstücke nach der Schlagkörpermethode mit hoher Genauigkeit kostengünstig zu verformen.

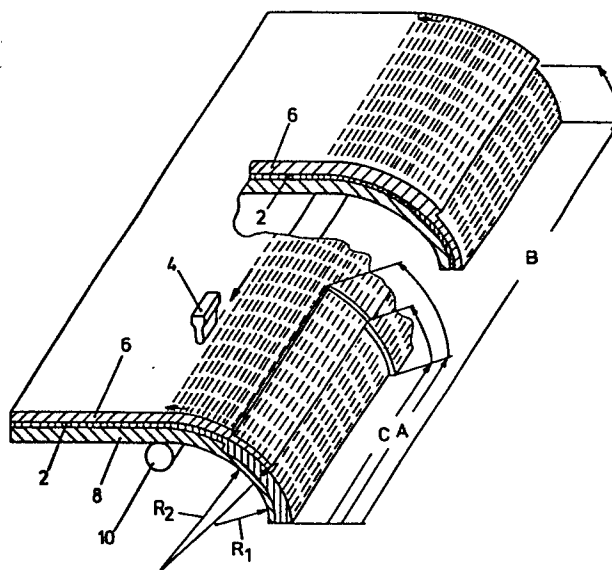


FIG.1

Verfahren zur Formänderung eines plattenförmigen Werkstücks

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Form-  
änderung eines plattenförmigen Werkstücks der im Ober-  
5 begriff des Anspruchs 1 angegebenen Art.

Bekannte Formänderungsverfahren dieser Art, bei denen  
das Werkstück in den beaufschlagten, oberflächenseiti-  
gen Randzonen unter plastischer Verformung örtlich ge-  
streckt wird, so daß es sich entgegen der Beaufschla-  
10 gungsrichtung konvex gewölbt ausbildet, arbeiten ent-  
weder nach der Kugelstrahlmethode oder gemäß der älte-  
ren, nicht-vorveröffentlichten deutschen Patentanmel-  
dung P 31 11 148.3 mit einem durch einen pulsierend be-  
tätigten Schlagkolben periodisch beaufschlagten Schlag-  
15 stempel mit einer länglichen Wirkfläche, der längs einer  
Schlagspur richtungsstabil über die Werkstückoberfläche  
geführt wird, wobei der Schlagstempelmethode wegen der  
erzielbaren gerichteten Verformungswirkung vor allem bei  
der Herstellung einfach gekrümmter Werkstücke der Vor-  
20 zug gebührt. Wenn das zu verformende Werkstück eine sich  
ändernde Wanddicke aufweist und/oder unterschiedlich  
starke Krümmungen erhalten soll, muß bei diese Verfahren  
an den entsprechenden Flächenbereichen des Werkstücks die  
Verformungswirkung des oder der Schlagkörper in umständ-  
25 licher Weise verändert werden, sei es durch Änderung  
des diesen erteilten Bewegungsimpulses oder der Auf-  
schlagdichte, also etwa der Vorschubgeschwindigkeit,  
was eine baulich komplizierte Schlagkörper-Steuerung er-  
fordert und die praktische Durchführung dieser Verfahren  
30 stark erschwert oder gar in Frage stellt.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Verfahren der eingangs angegebenen Art so auszugestalten, daß in einfacher Weise eine sich über die Bearbeitungsfläche ändernde Schlagkörper-Verformungswirkung erreicht  
 5 wird, so daß mit geringem Aufwand und hoher Genauigkeit auch Werkstücke mit einem ungleichförmigen Wanddicken- und/oder Krümmungsverlauf geformt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das im Anspruch 1 gekennzeichnete Verfahren gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Verfahrens sind in den  
 10 Unteransprüchen 2 bis 5 gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß wird der auf die Werkstückoberfläche einwirkende Verformungsstoß des Schlagkörpers in vorgegebener Weise dadurch variabel gesteuert, daß zwischen dem Schlagstempel und der Werkstückoberfläche  
 15 eine je nach der geforderten Verformungswirkung örtlich unterschiedlich stark stoßmindernd wirkende Dämmschicht angeordnet wird, deren Elastizitäts- und Dämpfungscharakteristik sich entsprechend dem vorhandenen Wanddicken- und gewünschten Krümmungsverlauf des Werkstücks  
 20 ändernd ausgebildet ist und die einen jeweils genau dosierten Teil des Bewegungsimpulses des Schlagkörpers als örtlichen Verformungsstoß an die Werkstückoberfläche durchläßt, was eine genaue Einhaltung einer über  
 25 die Bearbeitungsfläche des Werkstücks variablen Randzonen-Verformung garantiert, so daß es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erstmals möglich ist, auch kompliziertere Werkstücke ohne zusätzliche aufwendige Steuergeräte nach der Schlagkörpermethode mit hoher  
 30 Genauigkeit kostengünstig zu formen.

Gemäß Anspruch 2 ist die Dämmschicht vorzugsweise eine Elastomerschicht mit einer an den Stellen geringerer Wanddicke und/oder Krümmung des Werkstücks größeren Schichtdicke, was sich in einfacher Weise durch  
5 einen Elastomerlack, der als entsprechend flächig abgestufte Mehrfachlackierung auf die Werkstückoberfläche aufgetragen wird, erreichen läßt. Vor allem bei größeren Stückzahlen empfiehlt es sich, die Dämmschicht als wiederverwendbare Elastomerbeschichtung auszubilden,  
10 also etwa aus mehreren, abgestuft zugeschnittenen, übereinandergeklebten Dämmfolien, so daß mehrere Werkstücke nacheinander mit ein und derselben Dämmschicht bearbeitet werden können.

Für den Fall, daß die Formänderung mit einem Schlagstempel durchgeführt wird, der mit einer länglichen Wirkfläche versehen ist, die mit Hilfe einer Stempelführung in Richtung des Stempelvorschubs geführt werden muß, wird gemäß Anspruch 3 zweckmäßigerweise die Stempelführung rollend auf der Dämmschicht abgestützt,  
20 wodurch beim Stempelvorschub ein Verklemmen der Stempelführung an der Werkstückoberfläche und vor allem der Dämmschicht, insbesondere an den Stellen zunehmender Dämmschichtdicke, verhindert und ein sehr leichtgängiger, ruhiger Stempelvorschub erzielbar wird.

25 Aus dem gleichen Grund wird der Schlagstempel gemäß Anspruch 4 vorzugsweise federnd in eine von der Werkstück-bzw. Dämmschichtoberfläche abgehobene Lage gedrückt, so daß er nur kurzzeitig für die Dauer des Verformungsstoßes entgegen der Federkraft mit dem Werkstück bzw. der Dämmschicht in Berührung kommt und somit  
30 - anders als bei einer ständigen gleitenden Auflage

des Schlagstempels - die Gefahr eines Verklemmens des Schlagstempels oder einer Beschädigung der Dämmschicht weitgehend unterbunden wird.

Der dem Schlagstempel erteilte Bewegungsimpuls muß, wie  
5 bereits erwähnt, während der Bearbeitung nicht verändert werden, er wird aber vorzugsweise auf den an den Stellen größter Verformungswirkung erforderlichen Maximalwert voreingestellt, so daß diese Stellen größter Wanddicke bzw. stärkster Krümmung des Werkstücks unbeschichtet  
10 bleiben können und die Dämmschicht lediglich nach Maßgabe der erforderlichen Schwankungsbreite der Verformungsstöße bemessen werden muß. Diese Vorwahl des dem Schlagstempel jeweils durch einen Schlagkolben erteilten Bewegungsimpulses erfolgt gemäß Anspruch 5 vorzugs-  
15 weise dadurch, daß die Stempelführung vom Führungszylinder des Schlagkolbens einen veränderlichen Abstand aufweist, der um so größer vorgewählt wird, je größer die maximal erforderliche Verformungswirkung des Schlagstempels ist, was gegenüber der sonst zur Vor-  
20 wahl des Bewegungsimpulses üblichen Arbeitsdruck- oder -hubeinstellung des Schlagkolbens eine weitere wesentliche Vereinfachung erbringt.

Die Erfindung wird nunmehr in Verbindung mit den Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

25 Fig. 1 ein plattenförmiges, mit einer Dämmschicht versehenes Werkstück während der Bearbeitung mit einem Schlagstempel in teilweise gebrochener, perspektivischer Darstellung;

Fig. 2 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der zugehörigen Bearbeitungsmaschine; und

Fig. 3 eine teilweise geschnittene Vorderansicht des Schlagstempels und der Schlagstempelführung der in Fig. 2 gezeigten Bearbeitungsmaschine.

5

10

15

20

25

Das zu verformende Werkstück 2 ist eine zunächst ebene Blechplatte, die auf der Oberseite durch einen hammerschlagartig repetierend einwirkenden, länglichen Schlagstempel 4 bearbeitet wird, welcher mit gleichförmiger Vorschubgeschwindigkeit quer zur gewünschten Verformungsrichtung der Blechplatte 2 über die Werkstückoberfläche hin- und herbewegt wird, wobei die Blechplatte 2 nach jedem Durchlauf des Schlagstempels 4 quer zu dessen Vorschubrichtung um einen Bewegungsschritt weitergerückt wird, so daß die in Figur 1 in gestrichelten Linien angedeutete, zeilenförmige Schlagspur entsteht, deren Schlagstoßdichte in Bewegungsrichtung des Schlagstempels 4 bei konstanter Schlagfrequenz durch die gewählte Vorschubgeschwindigkeit des Schlagstempels 4 und deren Zeilenabstand durch die Größe des quer zur Schlagstempel-Vorschubrichtung verlaufenden Bewegungsschritts des Werkstücks 2 auf einen veränderlich einstellbaren, während der Bearbeitung aber konstant bleibenden Wert gebracht wird. Auch der dem Schlagstempel 4 für jeden Aufschlagstoß erteilte Bewegungsimpuls bleibt während des Bearbeitungsvorgangs auf einem vorgewählten Konstantwert.

Hingegen hat die zu verformende Blechplatte 2 eine sich ändernde Wanddicke und wird mit unterschiedlich starken Krümmungen verformt, wie dies in Figur 1 durch das Werkstück-Flächensegment A erhöhter Wanddicke so-  
 5 wie durch das Flächensegment B, für das ein kleinerer Krümmungsradius  $R_1$  als für die Restfläche des Werkstücks 2 (Krümmungsradius  $R_2$ ) vorgesehen ist, dargestellt ist. Demgemäß ist die notwendige örtliche Verformungswirkung, also die durch die stoßartige Beaufschlagung durch den Schlagstempel 4 bewirkte, örtliche  
 10 Streckung der oberen Randzonen des Werkstücks 2, in dem Überlappungsbereich der beiden Flächensegmente A und B, also an der Teilfläche C mit der größten Wanddicke und der stärksten Krümmung, am höchsten, während  
 15 im Restteil des Flächensegments A, wo die Wanddicke zwar noch gleich groß, die Krümmung aber geringer ist, sowie im restlichen, zwar stark gekrümmten, aber dünnwandigen Teil des Flächensegments B eine schwächere örtliche Verformungswirkung und in allen anderen Flächenbereichen des Werkstücks 2, wo sowohl die vorhan-  
 20 dene Wanddicke als auch die geforderte Krümmung am kleinsten sind, die niedrigste örtliche Verformungswirkung aufgebracht werden muß.

Um die örtliche Verformungswirkung derart veränderlich zu steuern, ohne daß der Vorschub des Schlagstempels 4  
 25 oder der diesem erteilte Bewegungsimpuls während des Bearbeitungsvorgangs verändert werden muß, wird das Werkstück 2 vor der Bearbeitung mit einer in den verschiedenen Flächensegmenten nach Maßgabe der jeweils  
 30 erforderlichen örtlichen Verformungswirkung unterschiedlich stark stoßmindernd ausgebildeten Dämmschicht 6

belegt, etwa mit einer Elastomerlackschicht, deren Schichtdicke in der gezeigten Weise gegenläufig zur geforderten örtlichen Verformungswirkung abnimmt, wobei die am stärksten zu krümmenden Flächenbereiche mit der zugleich größten Wanddicke, also der Flächenbereich C des Werkstücks 2, unbeschichtet bleiben. Ein solcher Aufbau der Dämmschicht 6 läßt sich am einfachsten durch eine Mehrfachlackierung erreichen, bei der vor den einzelnen Lackiergängen jeweils Abdeckmasken entsprechenden Zuschnitts auf die nicht mehr dicker zu beschichtenden Flächenbereiche des Werkstücks 2 bzw. der Dämmschicht 6 aufgebracht werden. Wahlweise kann die Dämmschicht 6 auch aus entsprechend abgestuft zugeschnittenen, mehrlagig übereinander geklebten Einzelfolien aufgebaut werden, so daß sie sich nach der Bearbeitung von der Werkstückoberfläche entfernen und nochmals für weitere Werkstücke verwenden läßt.

Aufgrund der sich ändernden Schichtdicke der Dämmschicht 6 wird der Aufschlag des Schlagstempels 4 mehr oder weniger stark gedämpft und abgefedert, so daß die Größe des auf die Werkstückoberfläche einwirkenden Verformungsstoßes mit Hilfe der Dämmschicht 6 während der Bearbeitung in vorgegebener Weise variabel gesteuert wird. Die Wanddicke und die Dickenverhältnisse der Dämmschicht 6 sind ebenso wie die Krümmungsradien des Werkstücks 2 in den Figuren der Deutlichkeit halber stark übertrieben dargestellt.

Auf der Unterseite wird das Werkstück 2 mit einem nachgiebigen Material, das die Wandstärkenunterschiede ausgleicht, zum Beispiel Hartschaum-Platten 8, vollflächig ausgefüttert und während der Bearbeitung unterhalb



der Vorschubbahn des Schlagstempels 4 an einem rohrförmigen Stützkörper 10 zur Auflage gebracht.

Die in den Figuren 2 und 3 gezeigte Bearbeitungsmaschine enthält neben dem Schlagstempel 4 als Hauptbestandteile einen Werkzeugschlitten 12, der auf Führungen 14 in Vorschubrichtung des Schlagstempels 4 hin- und herlaufend angetrieben wird, einen über Führungsbolzen 16 und Elastomerfedern 18 am Werkzeugschlitten 12 senkrecht verschieblich gelagerten Schlagzylinder 20 einschließlich einer Druckluftzufuhr 22 und eines nach Art eines Niethammers mit konstanter Schlagfrequenz periodisch betätigten Schlagkolbens 24, sowie einen mit Rollen 26 versehenen Führungsschuh 28, über den die Schlagkolben - Zylindereinheit 20, 24 auf der Werkstückoberfläche bzw. der Dämmschicht 6 abgestützt wird. In einer schlitzförmigen Ausnehmung 30 des Führungsschuhs 28 ist der Schlagstempel 4 verdreh sicher senkrecht verschieblich geführt. Er enthält eine längliche, ballig ausgebildete Wirkfläche 32, deren Krümmung vom Mittelpunkt sowohl zu den Längs- als auch zu den Schmalseiten der Wirkfläche 32 hin zunimmt. Zwischen einem Ringbund 34 des Schlagstempels 4 und dem Führungsschuh 28 sitzt eine Rückholfeder 36, die den Schlagstempel 4 in die gezeigte, von der Werkstückoberfläche bzw. der Dämmschicht 6 abgehobene Rückhubposition drückt.

Die gezeigte Bearbeitungsmaschine bietet eine einfache Möglichkeit einer veränderlichen Vorwahl des dem Schlagstempel 4 vom Schlagkolben 24 jeweils erteilten Bewegungsimpulses, um verschiedenartige Werkstücke, die unterschiedlich große Maximalwerte der Verformungs-

stöße, also an den unbeschichteten Flächensegmenten  
verschiedengroße Verformungswirkungen verlangen, bearbeiten zu können. Zu diesem Zweck ist zwischen dem Zylinder 20 und dem Führungsschuh 28 eine höhenverstellbare Langloch-Schraubverbindung 38 vorgesehen, durch  
5 die sich der Abstand zwischen dem Schlagzylinder 20 und dem Führungsschuh 28 vor der Bearbeitung veränderlich einstellen läßt. Wird dieser Abstand größer vorgewählt, so vergrößert sich die Freiflugstrecke des Schlagkolbens  
10 24 zwischen dessen voller Rückhublage und dem Auftreffen auf den Schlagstempel 4 und dementsprechend auch der diesem bei jedem Arbeitstakt des Schlagkolbens 24 erteilte Bewegungsimpuls. Umgekehrt nimmt der Bewegungsimpuls, mit dem der Schlagstempel 4 gegen die Werkstück-  
15 oberfläche bzw. die Dämmschicht 6 läuft, ab, wenn ein kleinerer Abstand zwischen dem Schlagzylinder 20 und dem Führungsschuh 28 vorgewählt wird.

In der Praxis wird mit dem beschriebenen Verfahren ein großflächiges Bauteil, das auf der Unterseite vielfach  
20 abgestuft ist und große relative Waddickenänderungen aufweist, in eine einfach gekrümmte Kontur gebracht, wobei nach dem Entfernen der Dämmschicht 6 auf der Werkstückoberseite eine zwar deutlich sichtbare, gewünschtenfalls aber leicht abschleifbare Bearbeitungs-  
25 spur verbleibt.

Messerschmitt-Bölkow-Blohm  
Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung,  
Ottobrunn

Ottobrunn, 23.08.82  
BT01-Im-ma  
9265

Verfahren zur Formänderung eines plattenförmigen  
Werkstücks

---

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Formänderung eines plattenförmigen Werkstücks, insbesondere eines Blechteils, bei dem das Werkstück einseitig mit einem oder mehreren, jeweils stoßartig örtlich begrenzt auf die Werkstückoberfläche einwirkenden Schlagkörpern beaufschlagt wird, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß das Werkstück vor der Beaufschlagung mit einer nach Maßgabe der gewünschten örtlichen Verformung<sup>/swirkung</sup> des Schlagkörpers unterschiedlich stark stoßmindernd ausgebildeten Dämmschicht belegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß als Dämmschicht eine Elastomerschicht in einer nach Maßgabe der gewünschten, örtlichen Verformungswirkung bemessenen Schichtdicke aufgetragen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem als Schlagkörper ein periodisch beaufschlagter Schlagstempel mit einer länglichen Wirkfläche längs einer Schlagspur richtungsstabil über die Werkstückoberfläche geführt wird, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die Stempelführung rollend auf der Dämmschicht abgestützt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß der Schlagstempel durch eine  
zwischen Stempel und Führung wirkende Federkraft ent-  
gegen der Beaufschlagungsrichtung in eine von der  
Werkstückoberfläche bzw. Dämmschicht abgehobene Rück-  
hublage gedrückt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem der Schlag-  
stempel durch einen pulsierend betätigten Schlagkolben  
periodisch beaufschlagt wird, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t, daß zur Vorwahl des dem Schlagstempel  
jeweils vom Schlagkolben erteilten Bewegungsimpulses  
die Schlagstempelführung und der Führungszylinder des  
Schlagkolbens zueinander veränderlich einstellbar auf  
Abstand gehalten werden.

- 1 / 3 -

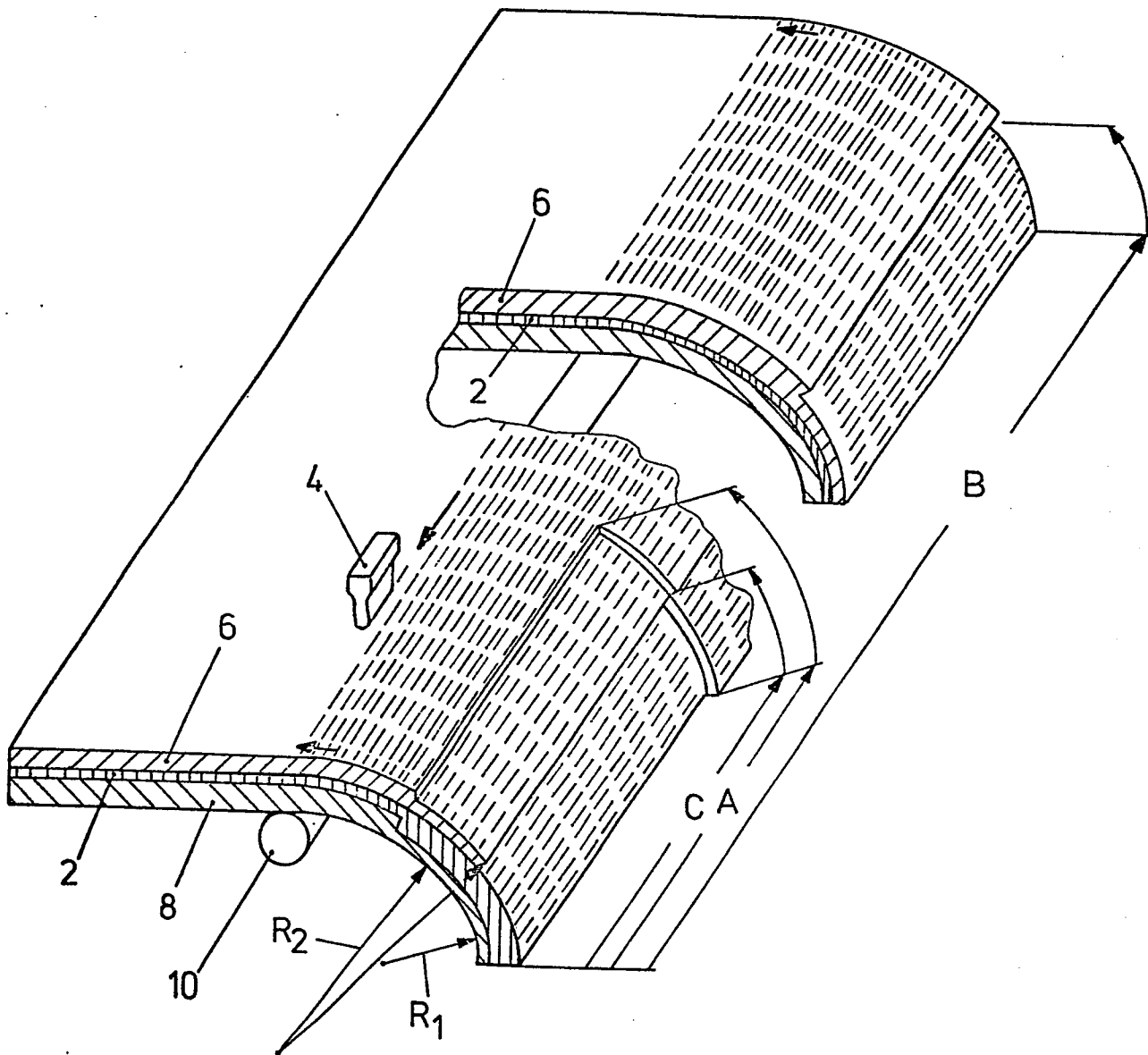
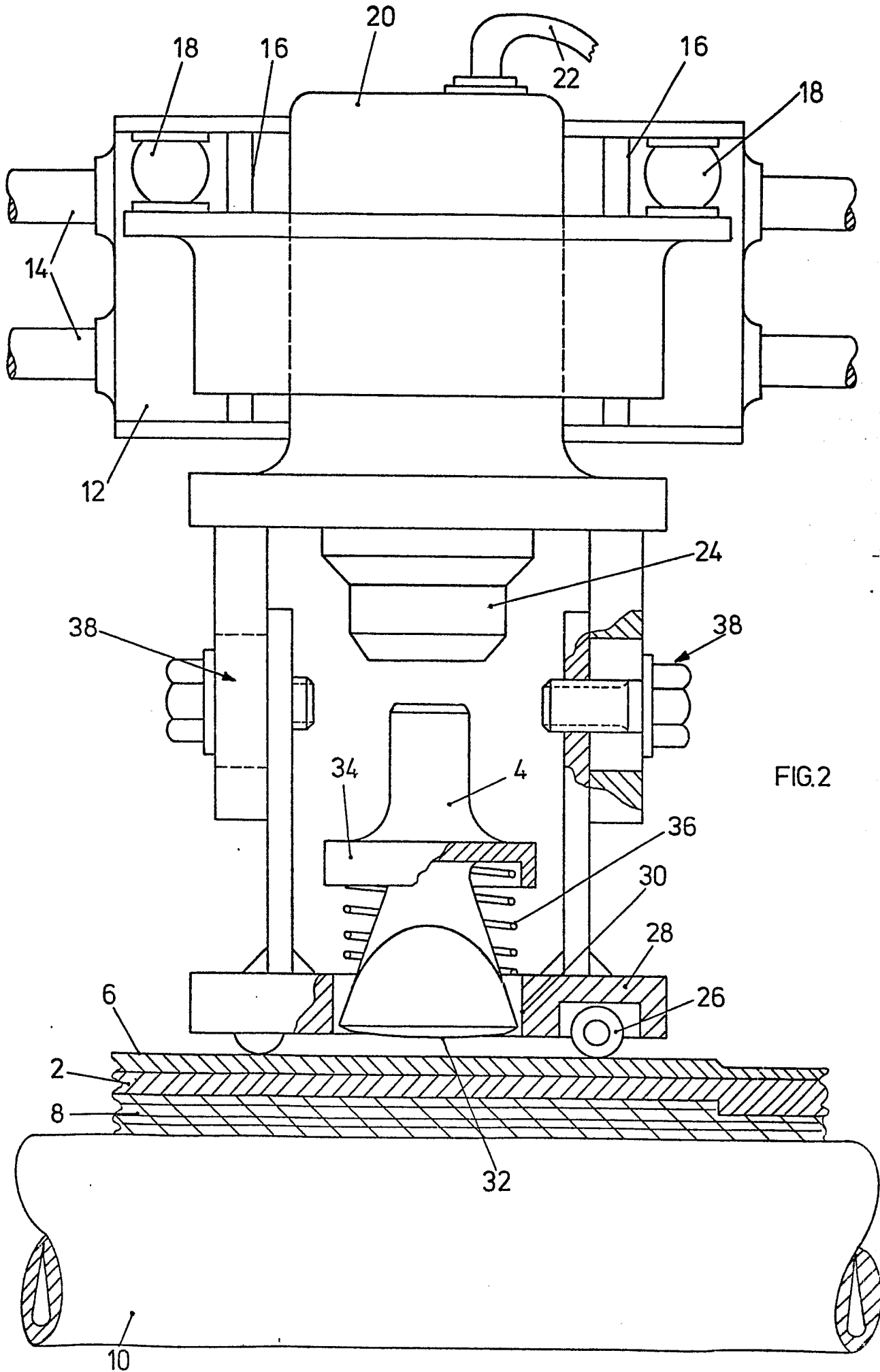


FIG.1



- 3 / 3 -

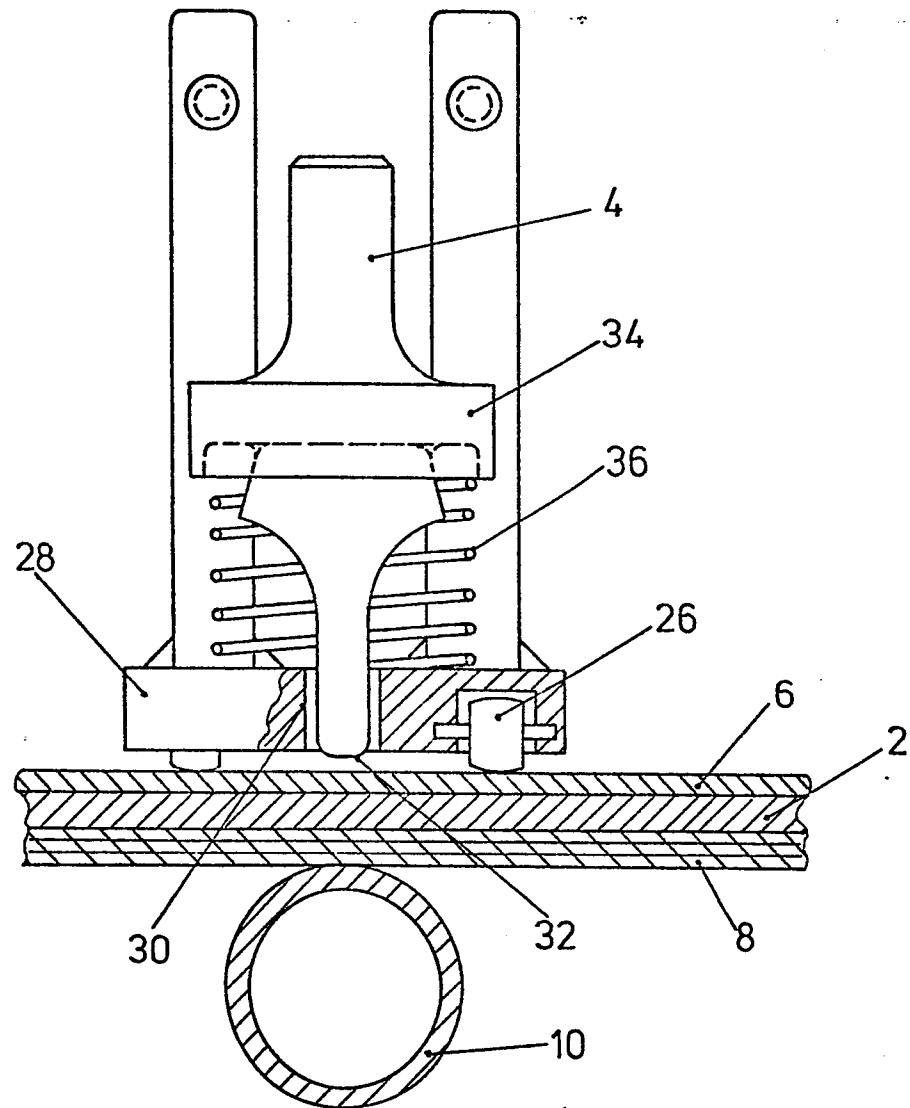


FIG. 3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0104311

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 4509

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
A	DE-A-2 063 100 (AVCO)		B 21 D 31/06 B 21 D 53/92
A	DE-A-2 843 888 (WAHLI)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
			B 21 D 31/00 B 21 D 53/00 B 64 C 1/00 B 64 C 3/00 B 23 P 9/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 10-11-1983	Prüfer SCHLAITZ J
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</b> 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 T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			