



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.2004 Patentblatt 2004/49

(51) Int Cl.7: **B21D 22/18, B21D 19/04**

(21) Anmeldenummer: **04003037.1**

(22) Anmeldetag: **11.02.2004**

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

(30) Priorität: **27.05.2003 DE 10324366**

(71) Anmelder: **Feldbinder & Beckmann Fahrzeugbau GmbH & Co. KG**
21423 Winsen/Luhe (DE)

(72) Erfinder:
 • **Beckmann, Jan-Dirk**
21423 Winsen (DE)

• **Feldbinder, Otto**
29643 Neuenkirchen (DE)

(74) Vertreter:
Richter, Werdermann, Gerbaulet & Hofmann
Neuer Wall 10
20354 Hamburg (DE)

Bemerkungen:

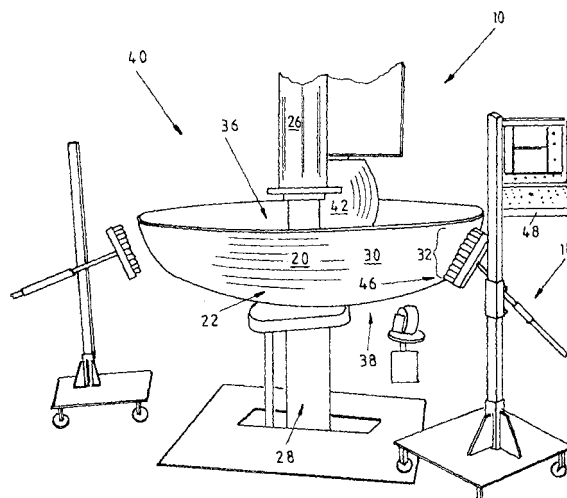
Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung der Zeichnungen liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 3.).

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Formteiles, sowie Formteil, insbesondere ein Behälterboden**

(57) Um ein Verfahren zum Metalldrücken eines Rohlings, insbesondere aus Aluminium, zu einem gewölbten Formteil, insbesondere Behälterboden, bei dem der Rohling umfangsseitig eingespannt wird und in einen Freiraum eine Kalotte (22) auf einen vorgebbaren Wölbungsradius (r_{wi}) hineingewölbt (gekümpelt) wird und eine Vorrichtung, welche mindestens ein Einspannmittel (12) zum Einspannen des Rohlings und ein bewegungsgesteuertes Drückwerkzeug (14) zur Herstellung der Kalotte (22) mit einem Wölbungsradius (r_{wi}) aufweist, zu schaffen, wobei das Verfahren und die Vorrichtung kostengünstig ein maßgenaues Metalldrücken des Formteiles, insbesondere des Behälterbodens, erlauben und insbesondere in den Bereichen, bei denen durch einen Umformvorgang einer Krempe (20) an die Kalotte (22) Spannungen auftreten, ein Spannungsabbau bereits während des Umformvorganges realisiert werden soll, ist vorgesehen, die Kalotte (22) nach dem Metalldrücken in dem Drückwerkzeug (14) in einem stationären Umformwerkzeug (16) und mit Hilfe einer Rotationseinrichtung (40) rotierend niederzuhalten und unter gleichzeitiger Wärmezufuhr in einem, von einem vorgebbaren Durchmesser (d_k) der Kalotte (22) bestimmten Übergangsbereich (32) die Krempe (20) mit einem vorgebbaren Radius (r_{ki}) durch mindestens eine stationäre Wärmezuführungseinrichtung (18) zumindest im Übergangsbereich (32) eines vorgebbaren Durchmessers (d_k) zu erwärmen und die Krempe (20) auf den vor-

gebbaren Radius (r_{ki}) auszuformen, wodurch Behälterböden herstellbar sind, die im Übergangsbereich (32) zwischen Kalotte (22) und Krempe (20) durch eine während der Herstellung der Krempe (20) durchgeführte Wärmebehandlung spannungsfrei sind.

Fig. 4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Metalldrücken eines Rohlings, insbesondere aus Aluminium, zu einem gewölbten Formteil, insbesondere einem Behälterboden, mit den im Oberbegriff der Ansprüche 1, 13 und 22 genannten Merkmalen.

[0002] Beim Metalldrücken wird ein als Blechrolle oder Vorform vorliegender Rohling in Drehung versetzt und durch ein herangeführtes und vorgeschobenes Drückwerkzeug in das gewünschte, rotationssymmetrische Formteil gebracht. Ein Überblick über bekannte Drückverfahren ist in "Blech-Rohre-Profile" 28 (1981) 11, Seiten 514 - 517 entnehmbar. Bei den bekannten Drückverfahren wird der Rohling mittig in einem Druckfutter festgespannt, dessen äußere Kontur der Innenkontur des gewünschten Formteiles entspricht. Das Drückwerkzeug in Form einer Drückrolle folgt hingegen der Außenkontur des gewünschten Formteiles, so dass der Rohling zwischen der Drückrolle und dem Druckfutter geformt werden kann. Bei modernen Drückvorrichtungen wird die Drückrolle entweder über Kopierschablonen oder über eine NC-Steuerung bewegungssteuert.

[0003] In der Praxis besonders gebräuchliche Formteile sind Behälterböden von Druckbehältern mit zylindrischem Mantel. Nach dem Grad der Wölbung der Klotte von Behälterböden unterscheidet man Klöpperböden, Korbbogenböden, Halbkugelböden sowie Tellerböden und ebene Böden. Mit abnehmender Wölbung beziehungsweise mit zunehmendem Wölbungsradius vereinfacht sich die Herstellung, so dass insbesondere Klöpperböden und Korbbogenböden aus einem einteiligen Rohling hergestellt werden.

[0004] Als allgemein bekannt gelten die Verfahren, bei denen ein Rohling, insbesondere ein Blech, innerhalb einer ersten Formgebungsstufe auf einen definierten Gesamtradius umgeformt wird und anschließend im äußeren Bereich des Bleches eine Umformung mit einem besonders starken Radius vorgenommen wird. Die während dieser formgebenden Umformungsprozesse entstehenden Spannungen werden durch anschließendes Glühen bei zirka 300 - 350 °C beseitigt.

[0005] Aus der Druckschrift DE 35 34 796 A1 sind ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Formgebung von Blechen und Tafeln bekannt. Grundsätzlich wird hierbei eine Einspannung der zu verformenden Werkstücke vorgenommen, so dass sich eine elastische Umformung ergibt. Anschließend wird in einer oberflächennahen Schicht des unter elastischer Spannung stehenden Werkstückes die Umformenergie mittels elektrisch induzierter Wärme eingebracht, so dass das Material unter dem Einfluss der elastischen Spannung innerhalb dieser Schicht zum Fließen kommt, indem durch Temperaturerhöhung der Umformwiderstand überwunden wird. Auf diese Weise lassen sich richtungsunabhängige Verformungen erheblichen Ausmaßes erzielen, ohne dass

es dabei zu Spuren bei Einspannung, wie beispielsweise beim Streckziehen, kommt, denn die für die Einspannung vorgesehenen Mittel sind Stützen, die praktisch ohne Einspannflächen am Werkstück angreifen. Diese Druckschrift repräsentiert lediglich den allgemeinen Stand der Technik, wobei das Einbringen einer Wärmemenge lediglich zur Herabsetzung der aufzubringenden Verformungsenergie dienen soll.

[0006] Ferner ist aus der DE 100 47 491 A1 ein Verfahren zum Umformen von Strukturen aus Aluminium-Legierungen bekannt, welches ein umzuformendes Bauteil durch elastisches Formen in eine vorgegebene Kontur unter externer Krafteinwirkung und Erwärmen des elastisch geformten Bauteils auf eine Temperatur größer als die für eine Kriechumformung und Spannungsrelaxation der Legierung erforderlichen Temperatur, so dass das Bauteil unter Beibehaltung der Kontur umgeformt wird. Dieses Verfahren ist beispielhaft für Verfahren, bei denen zunächst in einem ersten Formgebungsschritt Kräfte einwirken, um eine vorgegebene Kontur eines Bauteils zu erreichen und in einem zweiten Schritt eine Wärmebehandlung erfolgt, durch die entstandene Spannungen anschließend beseitigt werden. Diese zweistufige Durchführung des Formgebungsverfahrens ist sehr aufwendig und erfordert die Erwärmung des gesamten Bauteils zur Beseitigung der vorhandenen Spannungen.

[0007] Aus dem Stand der Technik geht ein weiteres Verfahren hervor, bei dem gemäß der Druckschrift DE 40 16 097 A1 ein Rohling durch Metalldrücken zu einem gewölbten Formteil umgeformt wird, indem der Rohling umfangseitig eingespannt und in einen Freiraum hineingewölbt wird. Innerhalb dieses Verfahrens wird bereits im ersten Formgebungsschritt eine erhöhte Arbeitstemperatur beim Metalldrücken durch ein zweistufiges Erwärmen des Rohlings eingesetzt, wobei im Wesentlichen der gesamte Rohling auf eine erste, unter Arbeitstemperatur liegende Temperatur gebracht und gehalten wird und nur Teilbereiche des Rohlings vor dem Drücken auf Arbeitstemperatur gebracht werden. Nachteilig hierbei ist, dass das Verfahren ebenfalls notwendigerweise den kompletten Rohling zunächst auf eine Arbeitstemperatur unterhalb der späteren beim Metalldrücken in Teilbereichen des Rohlings erforderlichen Arbeitstemperatur gebracht werden muss. Zudem benötigt das Verfahren eine Vorrichtung, bei der zum Metalldrücken in Abhängigkeit der gewünschten Temperaturen eine zweistufige Aufheizeinrichtung vorgesehen ist, um die zweistufige Formgebung mit unterschiedlichen Arbeitstemperaturen durchführen zu können.

[0008] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung vorzuschlagen, welche kostengünstig ein maßgenaues Umformen von Formteilen, insbesondere von Behälterböden, erlaubt, wobei insbesondere in den Bereichen, bei denen durch den Umformvorgang große Spannungen können Spannungen bereits während des Umformvorganges vermieden werden oder nur in sehr geringem Maß auftreten.

ten.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den im Anspruch 1 und Anspruch 13 gekennzeichneten Merkmalen gelöst.

[0010] Dadurch, dass eine Kalotte mit einem vorgebbaren Wölbungsradius rotierend niedergehalten wird und unter gleichzeitiger Wärmezufuhr in einem, von einem vorgebbaren Durchmesser der Kalotte bestimmten Übergangsbereich eine Krempe mit einem vorgebbaren Radius ausgeformt wird, wird die Bildung von Spannungen im Übergangsbereich zwischen Kalotte und Krempe von vorneherein vermieden, so dass auf ein anschließendes Glühen generell verzichtet werden kann. In vorteilhafter Weise ist dadurch die Kalotte nur im Übergangsbereich zum Abbau der Spannungen zu erwärmen, so dass auf eine Erwärmung des gesamten Bauteils verzichtet werden kann.

[0011] Ferner ist dadurch, dass eine Rotationseinrichtung, auf der die rotierende Kalotte durch mindestens eine stationäre Wärmezuführungseinrichtung und ein stationäres Umformwerkzeug zumindest im Übergangsbereich des vorgebbaren Durchmessers erwärmbar und eine Krempe auf einen vorgebbaren Radius ausformbar ist, eine Vorrichtung ausgebildet, die es in vorteilhafter Weise erlaubt, die Kalotte genau im vorgegebenen Übergangsbereich mittels der Wärmezuführungseinrichtung umzuformen und durch ein angeordnetes stationäres Umformwerkzeug die Krempe spannungsfrei auf einen vorgebbaren Radius auszuformen.

[0012] Aus dem erfindungsgemäßen Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung entstehen Formteile, insbesondere Behälterböden, wie Klöpperböden, Korbbojenböden oder auch Halbkugelböden, die sich dadurch auszeichnen, dass sie eine Kalotte und eine Krempe umfassen, wobei die Kalotte einen Wölbungsradius und die Krempe einen gegenüber dem Wölbungsradius reduzierten Radius und einen auf einem vorgebbaren Durchmesser ausgebildeten Übergangsbereich zwischen Kalotte und Krempe aufweisen, sowie durch eine während der Herstellung der Krempe in dem Übergangsbereich durchgeführte Wärmebehandlung spannungsarm oder im Idealfall spannungsfrei ausgebildet sind.

[0013] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird der Übergangsbereich zwischen dem vorgebbaren Wölbungsradius der Kalotte und dem Bereich des auszuformenden Radius der Krempe ausgebildet und erwärmt.

[0014] Im Übergangsbereich wird dazu die mindestens eine Wärmezuführungseinrichtung in Rotationsrichtung vor dem Umformwerkzeug positioniert. Vorzugsweise werden mehrere Wärmezuführungseinrichtungen am Übergangsbereich zwischen Kalotte und Krempe angeordnet, die in einer ersten Ausführungsvariante gegenüberliegend beziehungsweise in einer zweiten Ausführungsvariante symmetrisch an der Kalotte angeordnet werden.

[0015] Bevorzugt ist eine Anordnung der Wärmezu-

führungseinrichtung von einer Außenseite der Kalotte, wobei eine Anordnung von der Innenseite beziehungsweise von der Außen- und Innenseite und somit eine einseitige beziehungsweise zweiseitige Wirkung auf den Übergangsbereich erzielbar ist.

[0016] Erfindungsgemäß wird durch die angeordnete Wärmezuführungseinrichtung der Übergangsbereich gleichmäßig erwärmt, wobei eine gewünschte Umformtemperatur für das Formteil auswählbar ist. Die Erwärmung des Formteils bei der vorgegebenen Temperatur führt unter Spannungsrelaxation zu einer plastischen Umformung der Kalotte im Übergangsbereich unter Ausformung der Krempe. Als bevorzugte Temperatur ist beispielsweise 120 °C vorgebbare, wobei hier materialabhängig auch andere Temperaturen vorgebbare sind.

[0017] Ferner bevorzugt ist, dass die vorgebbare Temperatur im Übergangsbereich zwischen Kalotte und Krempe durch Steuerung der Wärmezuführungseinrichtung und/oder Beabstandung der Wärmezuführungseinrichtung zur Oberfläche der Kalotte beziehungsweise der Krempe eingestellt wird. Schließlich wird durch Steuerung und/oder Beabstandung der Wärmezuführungseinrichtung eine Wirkfläche der Wärmezuführungseinrichtung in Abhängigkeit der gewünschten zu erwärmenden Fläche des Übergangsbereiches eingestellt.

[0018] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens umfasst ein Drückwerkzeug zum Metalleindrücken eines Rohlings, ein Einspannmittel zum Einspannen des Rohlings und eine Rotationseinrichtung, auf der die rotierende Kalotte durch mindestens eine stationäre Wärmezuführungseinrichtung und ein stationäres Umformwerkzeug ausformbar ist.

[0019] In bevorzugter Ausgestaltung weist die Rotationseinrichtung einen Rotationstisch mit einem Auflageelement und einen Niederhalter auf. Der Niederhalter greift vorzugsweise im Mittelpunkt an einer Innenseite des Formteils, insbesondere der Kalotte, an. Das Drückwerkzeug und das stationäre Umformwerkzeug sind in einer gemeinsamen Vorrichtung oder in getrennten Vorrichtungen ausführbar.

[0020] Das Drückwerkzeug greift an der Innenseite der Kalotte an, wobei das stationäre Umformwerkzeug in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung eine Bördelbirne ist, die ebenfalls an der Innenseite der Kalotte und eine Bördelrolle, die an einer Außenseite der Kalotte angreift, aufweist.

[0021] Bevorzugt ist, dass die Kalotte auf dem vorgebbaren Durchmesser und dem ausgebildeten Übergangsbereich durch die Wärmezuführungseinrichtung derart erwärmbar ist, dass die Krempe auf einem vorgebbaren Radius durch plastische Materialumformung ausbildbar ist.

[0022] Die Wärmezuführungseinrichtung weist in bevorzugter Ausgestaltung ein Ständerelement, ein Basiselement, ein erstes und zweites Befestigungselement und einen Medienanschluss sowie einen Brenner auf. Das erste und zweite Befestigungselement dienen zur

Einstellung eines Winkels und eines Abstandes des Brenners gegenüber der Kalotte beziehungsweise zur Verstellung einer Höhe des Brenners gegenüber der Kalotte.

[0023] In bevorzugter Ausgestaltung ist der Brenner durch die erste und/oder zweite Einrichtung so anordbar, dass die Brennerflamme rechtwinklig auf den Übergangsbereich trifft, wobei der Brenner jederzeit vor und während des Verfahrens nachjustierbar, also auch in anderen Winkeln zur zu verformenden Oberfläche im Übergangsbereich einstellbar ist.

[0024] Durch das Verfahren, bei dem das Umformen des Formteiles im Übergangsbereich und seine Erwärmung gleichzeitig durchgeführt werden, wird in vorteilhafter Weise bei der für das umzuformende Material geeigneten Temperatur, die vorzugsweise bei nur zirka 120 °C liegt und in jedem Fall unterhalb einer Glühtemperatur liegt, die Bildung von Spannungen im stark umzuformenden Übergangsbereich zwischen Kalotte und Krempe von vornherein vermieden.

[0025] Durch das Einbringen der Wärme auf diesem relativ niedrigen Niveau, beispielsweise mit zwei gegenüberliegenden Wärmequellen oder mit mehreren symmetrisch angeordneten Wärmequellen, wird bei Rotation des Behälterbodens der Bördelbereich, also der Bereich zwischen Kalotte und Krempe, sehr gleichmäßig erwärmt, so dass optimale Materialeigenschaften für eine Umformung und nach dem Umformprozess Spannungsfreiheit erreicht werden.

[0026] Durch Anordnung eines relativ breiten Brenners beziehungsweise einer relativ großflächigen Erwärmung, wird dafür gesorgt, dass über den mechanischen Verformungsbereich das gesamte Material gleichmäßig erwärmt wird. Dadurch können in vorteilhafter Weise die einzubringenden Umformkräfte reduziert werden.

[0027] Ferner besteht die Möglichkeit, eine wesentlich größere Maßgenauigkeit als bei den bisher bekannten Verfahren zu erreichen, so dass in vorteilhafter Weise keine Nacharbeiten nötig sind. Bei dem bekannten Glühen eines bereits verformten Behälterbodens, beispielsweise eines Korbbogenbodens, muss der Boden im Hinblick auf den definierten Gesamtradius und den Randradius nachgearbeitet werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren können diese Verfahrensschritte ersatzlos entfallen.

[0028] Weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ergeben sich aus den in den weiteren Ansprüchen genannten Merkmalen.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Vorrichtung zum Metalldrücken als Drückwerkzeug eines Formteiles mit zugehörigem Einspannmittel;

Figur 2 das Formteil und eine Wärmezuführungsein-

richtung;

Figur 3 das Formteil und eine Vorrichtung zum Umformen als ein Umformwerkzeug;

Figur 4 das Umformwerkzeug mit angeordneten Wärmezuführungseinrichtungen während der Umformung;

Figur 5 das Umformwerkzeug mit Wärmezuführungseinrichtung nach der Umformung und

Figur 6 eine schematische Darstellung des Formteiles, insbesondere ein Korbbodenbogen.

[0030] Zunächst zeigt Figur 6 schematisch einen Behälterboden 30, insbesondere einen Korbbogenboden. Der Behälterboden 30 weist eine Kalotte 22 und eine Krempe 20 auf. Die Kalotte 22 weist einen Wölbungsradius r_{wi} und die Krempe 20 einen Radius r_{ki} auf. Die Kalotte 22 selbst wird durch den Durchmesser d_k und die Krempe 20 und die Kalotte 22 durch einen Nenn Durchmesser d_a bestimmt. Figur 6 zeigt einen Übergangsbereich 32 zwischen Krempe 20 und Kalotte 22.

[0031] Die Herstellung eines Behälterbodens 30 gemäß Figur 6, insbesondere mit Übergangsbereichen 32, zwischen der Kalotte 22 und der Krempe 20, die bei der Herstellung von Klöpperböden oder Korbbogenböden ausgebildet werden müssen, ist wesentlicher Gegenstand der Erfindung und wird in einem Ausführungsbeispiel in den Figuren 1 bis 5 weiter erläutert.

[0032] Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 10, die den Behälterboden 30, insbesondere die Kalotte 22, in einem Einspannmittel 12 festhält, so dass ein Drückwerkzeug 14 zu einer Verformung des Rohlings zur Kalotte 22 eingesetzt wird. Das Einspannmittel 12 kann verschiedenartig ausgeführt sein, wesentlich ist, dass das Einspannmittel 12 die Kalotte 22 rotierend in einer eingespannten Lage festhält. Das Drückwerkzeug 14 erlaubt, wie Figur 1 zeigt, neben der Festlegung der Kalotte 22 eine Rotation innerhalb der Werkzeuge des Einspannmittels 12. Durch das Umformen mittels Drückwerkzeug 14 erhält der Rohling, insbesondere die Kalotte 22, den Wölbungsradius r_{wi} .

[0033] Figur 2 zeigt im Wesentlichen eine Wärmezuführungseinrichtung 18 zur Ausbildung der Krempe 20 an der - wie in Figur 1 beschriebenen - geformten Kalotte 22. Die Wärmezuführungseinrichtung 18 weist ein Ständerelement 18A, ein Basiselement 18B, einen Medienanschluss 18E und einen Brenner 18F auf, der durch ein erstes Befestigungselement 18C in seiner Länge verstellbar und durch ein zweites Befestigungselement 18D in seiner Höhe und seinem Winkel verstellbar angeordnet ist. Die Wärmezuführungseinrichtung 18, insbesondere der Brenner 18F, wirkt auf den Übergangsbereich 32 zwischen Krempe 20 und Kalotte 22, im Ausführungsbeispiel von einer Außenseite 38 des Behälterbodens 30.

[0034] Figur 3 zeigt die Vorrichtung 10, insbesondere ein Umformwerkzeug 16, welches in Form einer Bördelbirne 42 ausgeführt ist und von einer Innenseite 36 auf den Behälterboden 30 einwirkt. Das Umformwerkzeug 16 bildet der Bördelbirne 42 gegenüberliegend mindestens eine Bördelrolle 24 aus, die den Behälterboden 30 im Bereich der auszubildenden Krempe 20 führt und festhält. Figur 3 zeigt neben der Bördelrolle 24 zwei Druckrollen 24a, die das Werkstück stabilisieren. Bei der Umformung der Krempe 20 an die Kalotte 22 rotiert der Behälterboden 30 in Rotationsrichtung 46. Zur Durchführung der Rotation weist die Vorrichtung 10 einen Rotationstisch 40 auf.

[0035] Der Rotationstisch 40 ist in Figur 4 dargestellt und weist im Wesentlichen ein Auflageelement 28 und einen Niederhalter 26 auf. Der Behälterboden 30 wird in dem Umformwerkzeug 16 rotierend auf dem Rotationstisch 40 bewegt und im Bereich der Bördelbirne 42 und der Rollen 24 (in Figur 4 nicht sichtbar) umgeformt.

[0036] Erfindungsgemäß wird die Krempe 20 unter gleichzeitiger Wärmezufuhr in dem Übergangsbereich 32 ausgehend vom vorgegebenen Durchmesser d_k der Kalotte 22 mit einem vorgegebenen Radius r_{ki} ausgeformt.

[0037] Figur 4 zeigt diesen Vorgang der Ausformung der Krempe 20, wobei die Wärmezuführungseinrichtungen 18 symmetrisch bezüglich der Bördelbirne 42 und der Bördelrollen 24 angeordnet sind. Die Wärmezuführungseinrichtungen 18 sind so angeordnet, dass eine Wärmezufuhr über den Brenner 18F genau im Übergangsbereich 32 zwischen Krempe 20 und Kalotte 22 erreicht wird. Im Ausführungsbeispiel wirkt die Wärmezuführungseinrichtung 18 von der Außenseite 38 auf die Kalotte 22 beziehungsweise die Krempe 20 im Übergangsbereich 32, wobei auch eine Zuführung der Wärme von der Innenseite 36 beziehungsweise beidseitig Innenseite 36 und Außenseite 38 durchführbar ist. Durch die Wärmezuführung wird während der Ausformung der Krempe 20 im Übergangsbereich 32 gleichzeitig eine Spannungsrelaxation erreicht.

[0038] Zur Durchführung des Verfahrens - Metalleindrücken des Rohlings - durch das Drückwerkzeug 14 und - Umformen der Kalotte 22 - unter Ausformung der Krempe 20 mit dem Umformwerkzeug 16 steht, wie Figur 4 zeigt, ein Steuergerät 48 mit einem Steuersystem zur Ansteuerung der gesamten Vorrichtung 10, bestehend aus dem Drückwerkzeug 14 und dem Umformwerkzeug 16, zur Verfügung. Das Steuergerät und das Steuersystem 48 können auch zur Ansteuerung der Wärmezuführungseinrichtung 18 (nicht dargestellt) eingesetzt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Temperatur nur über die Zeit einzustellen.

[0039] Figur 5 zeigt den hergestellten Behälterboden 30, insbesondere einen Korbbogenboden, nach Rückführung des Niederhalters 26 des Umformwerkzeuges 16.

[0040] Durch Vergleich von Figur 5 und Figur 4 ist erkennbar, dass das Auflageelement 28 höhenverstellbar

ausgeführt ist.

[0041] Die Umformwerkzeuge 18 sind ferner zur Entnahme des Behälterbodens 30 problemlos über Rollen 44 verfahrbar, wie Figur 5 zeigt.

[0042] Das Verfahren und die Vorrichtung eignen sich im besonderen Maße für die Herstellung von Klöpperböden und Korbbogenböden aus Aluminium. Die Herstellung größerer Behälterböden führt zumeist bei abnehmenden Radien r_{ki} der Krempe 20 dazu, dass Kalotte 22 und Krempe 20 getrennt hergestellt und später - insbesondere durch Schweißverbindungen - wieder zusammengefügt werden. Diese Vorgehensweise erfolgt insbesondere deswegen, weil Spannungen bei einer einteiligen Herstellung zumeist unzureichend vermieden werden können.

[0043] Das neue Verfahren und die neue zugehörige Vorrichtung erlauben nunmehr, Behälterböden 30 einteilig unter Wärmezufuhr im Übergangsbereich 32 herzustellen und eine Spannungsrelaxation zu erreichen, insbesondere auch dann, wenn ein abnehmender Radius r_{ki} zu einer besonders stark ausgeformten Krempe 22 umgeformt werden soll.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0044]

10	Vorrichtung
12	Einspannmittel
14	Drückwerkzeug
16	Umformwerkzeug (Bördelrolle/Bördelbirne)
18	Wärmezuführungseinrichtung
18A	Ständerelement
18B	Basiselement
18C	erstes Befestigungselement (Winkel, Länge)
18D	zweites Befestigungselement (Höhe)
18E	Medienanschluss
18F	Brenner
20	Krempe
22	Kalotte
24	Bördelrolle
24a	Druckrolle
26	Niederhalter
28	Auflageelement
30	Behälterboden
32	Übergangsbereich
46	Mittelpunkt
36	Innenseite
38	Außenseite
40	Rotationstisch
42	Bördelbirne
44	Rolle
46	Rotationsrichtung
48	Steuersystem/Steuergerät
55	r_{wi} Wölbungsradius Kalotte
	r_{ki} Radius Krempe
	d_k Durchmesser Kalotte
	d_a Nenndurchmesser

Patentansprüche

1. Verfahren zum Metalldrücken eines Rohlings, insbesondere aus Aluminium, zu einem gewölbten Formteil, insbesondere Behälterboden, bei dem der Rohling umfangsseitig eingespannt wird und in einen Freiraum eine Kalotte (22) auf einen vorgebbaren Wölbungsradius (r_{wi}) hineingewölbt (gekümpelt) wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kalotte (22) anschließend rotierend niedergehalten wird, wobei unter gleichzeitiger Wärmezufuhr in einem, von einem vorgebbaren Durchmesser (d_k) der Kalotte (22) bestimmten Übergangsbereich (32) eine Krempe (20) mit einem vorgebbaren Radius (r_{ki}) ausgeformt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übergangsbereich (32) zwischen dem vorgebbaren Wölbungsradius (r_{wi}) der Kalotte (22) und dem Bereich des auszuformenden Radius (r_{ki}) der Krempe (22) ausgebildet und erwärmt wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Wärmezuführungseinrichtung (18) im Übergangsbereich (32) in Rotationsrichtung (46) vor einem Umformwerkzeug (16) positioniert wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Wärmezuführungseinrichtungen (18) am Übergangsbereich (32) zwischen Kalotte (22) und Krempe (22) positioniert werden. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmezuführungseinrichtungen (18) an der rotierenden Kalotte (22) gegenüberliegend positioniert werden. 25
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmezuführungseinrichtungen (18) symmetrisch an der rotierenden Kalotte (22) positioniert werden. 30
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Wärmezuführungseinrichtung (18) von einer Außenseite (38) und/oder einer Innenseite (36) der Kalotte (22) auf den Übergangsbereich (32) einwirkt. 35
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Wärmezuführungseinrichtung (18) den Übergangsbereich (32) gleichmäßig erwärmt. 40
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer vorgebbaren Temperatur unter Spannungsrelaxation eine plastische Umformung der Kalotte (22) unter Ausformung der Krempe (22) im Übergangsbereich (32) vorgenommen wird. 45
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgebbare Temperatur ca. 120 °C beträgt. 50
11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgebbare Temperatur im Übergangsbereich (32) zwischen Kalotte (22) und Krempe (22) durch Steuerung der mindestens einen Wärmezuführungseinrichtung (18) und/oder Beabstandung der Wärmezuführungseinrichtung (18) zur Oberfläche der Kalotte (22) beziehungsweise der Krempe (20) eingestellt wird. 55
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Wirkfläche der Wärmezuführungseinrichtung (18) in Abhängigkeit der zu erwärmenden Fläche des Übergangsbereiches (32) eingestellt wird.
13. Vorrichtung zum Metalldrücken eines Rohlings, insbesondere aus Aluminium, zu einem gewölbten Formteil, insbesondere einem Behälterboden, welche mindestens ein Einspannmittel (12) zum Einspannen des Rohlings und ein bewegungsgesteuertes Drückwerkzeug (14) zur Herstellung einer Kalotte mit einem Wölbungsradius (r_{wi}) aufweist, **gekennzeichnet durch** eine Rotationseinrichtung (40), auf der die rotierende Kalotte (22) **durch** mindestens eine stationäre Wärmezuführungseinrichtung (18) und ein stationäres Umformwerkzeug (16) zumindest im Übergangsbereich (32) eines vorgebbaren Durchmessers (d_k) erwärmbar und eine Krempe (20) auf einen vorgebbaren Radius (r_{ki}) ausformbar ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotationseinrichtung (46) einen Rotationstisch (40) mit einem Auflageelement (28) und einen Niederhalter (26) aufweist, wobei das Auflageelement (28) und der Niederhalter (26) vorzugsweise im Mittelpunkt (34) der Kalotte (22) angreifen.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das stationäre Umformwerkzeug (16) eine Bördelbirne (42), die an einer Innenseite (36) der Kalotte (22) und eine Bördelrolle (44), die an einer Außenseite der Kalotte (22) angreift, aufweist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kalotte (22) auf dem vorgebbaren Durchmesser (d_k) und dem ausgebildeten

Übergangsbereich (32) durch die Wärmezuführungseinrichtung (18) derart erwärmbar ist, dass die Krempe (20) mit einem Radius (r_{ki}) durch plastische Materialumformung ausbildbar ist.

5

17. Vorrichtung nach Anspruch 13 und 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmezuführungseinrichtung (18) ein Ständerelement (18A), ein Basiselement (18B), ein erstes und zweites Befestigungselement (18C, 18D) und einen Medienanschluss (18E) sowie einen Brenner (18F) aufweist. 10
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Befestigungselement (18C) eine erste Einrichtung zur Einstellung eines Winkels und eines Abstandes des Brenners (18F) gegenüber der Kalotte (22) aufweist. 15
19. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Befestigungselement (18D) eine zweite Einrichtung zur Verstellung einer Höhe des Brenners (18F) aufweist. 20
20. Vorrichtung nach Anspruch 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe der ersten und/oder zweiten Einrichtung jede Anordnung, vorzugsweise eine rechtwinklige Anordnung, des Brenners (18F) gegenüber dem Übergangsbereich (32) nachjustierbar einstellbar ist. 25
21. Vorrichtung nach Anspruch 13, 16 und 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmezuführungseinrichtung (18), insbesondere der Brenner (18F), mit einem brennbaren Medium (Gas, Öl) betreibbar ist. 30
22. Formteil, insbesondere ein Behälterboden aus Aluminium, **gekennzeichnet durch** eine Kalotte (22) mit einem Wölbungsradius (r_{wi}) und eine Krempe (20) mit einem reduzierten Radius (r_{ki}), wobei ein auf einem vorgebbaren Durchmesser (d_k) ausgebildeter Übergangsbereich (32) zwischen Kalotte (22) und Krempe (20) **durch** eine während der Herstellung der Krempe (20) durchgeführte Wärmebehandlung spannungsfrei ist. 35

45

50

55

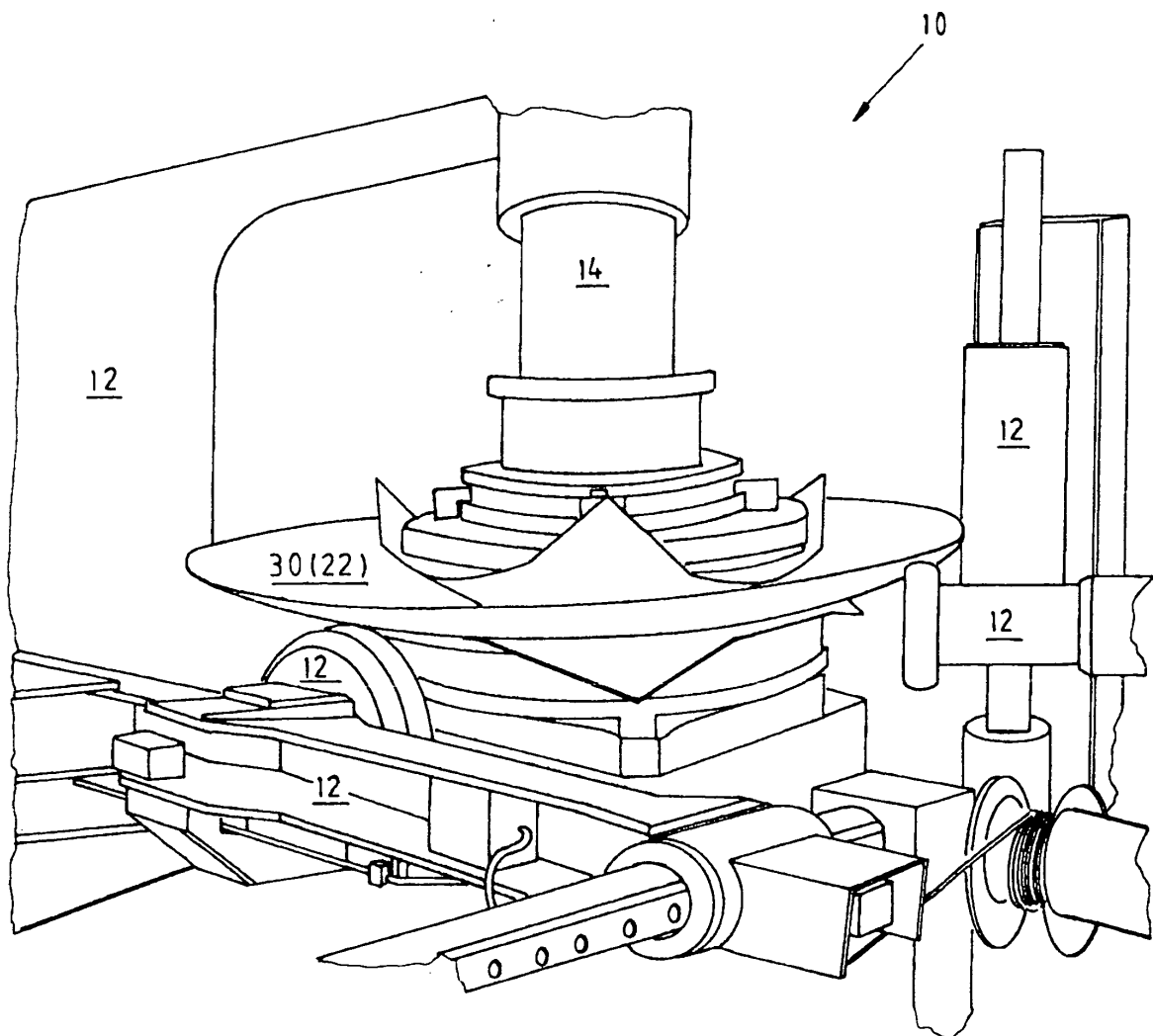


Fig.1

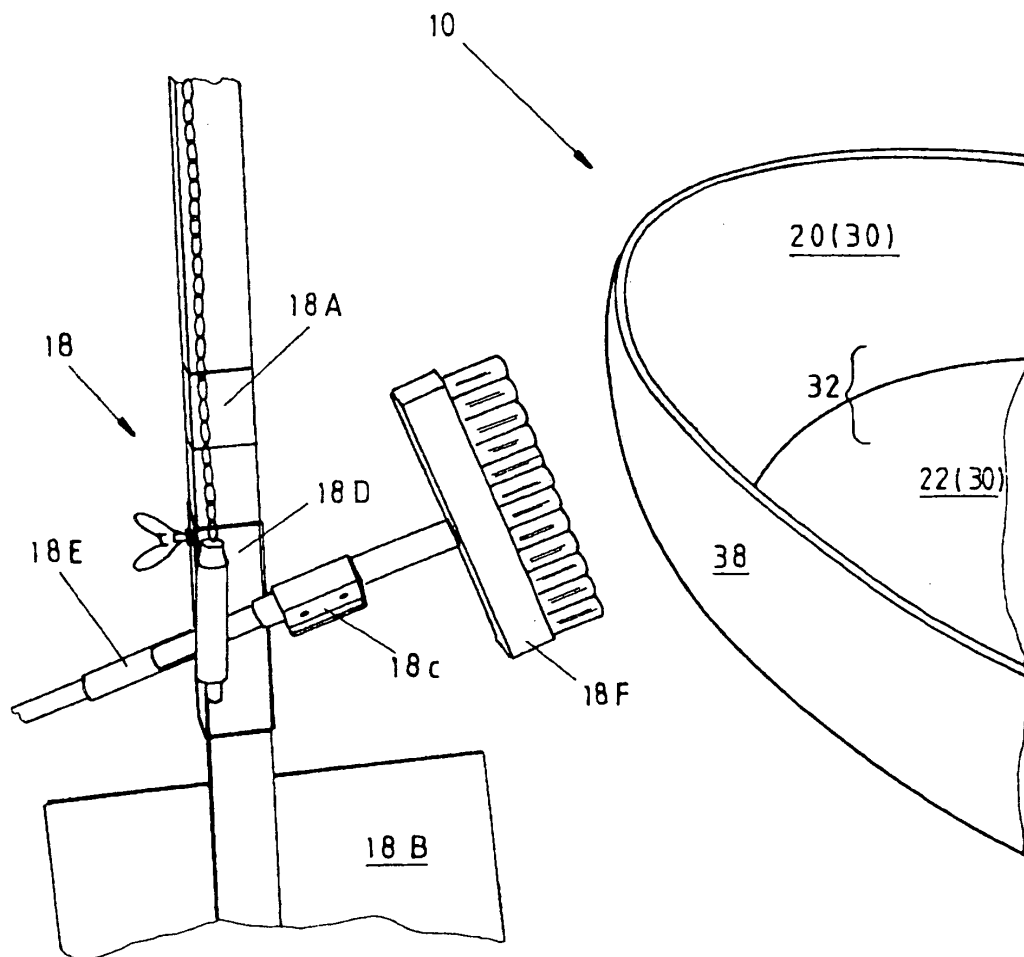


Fig. 6

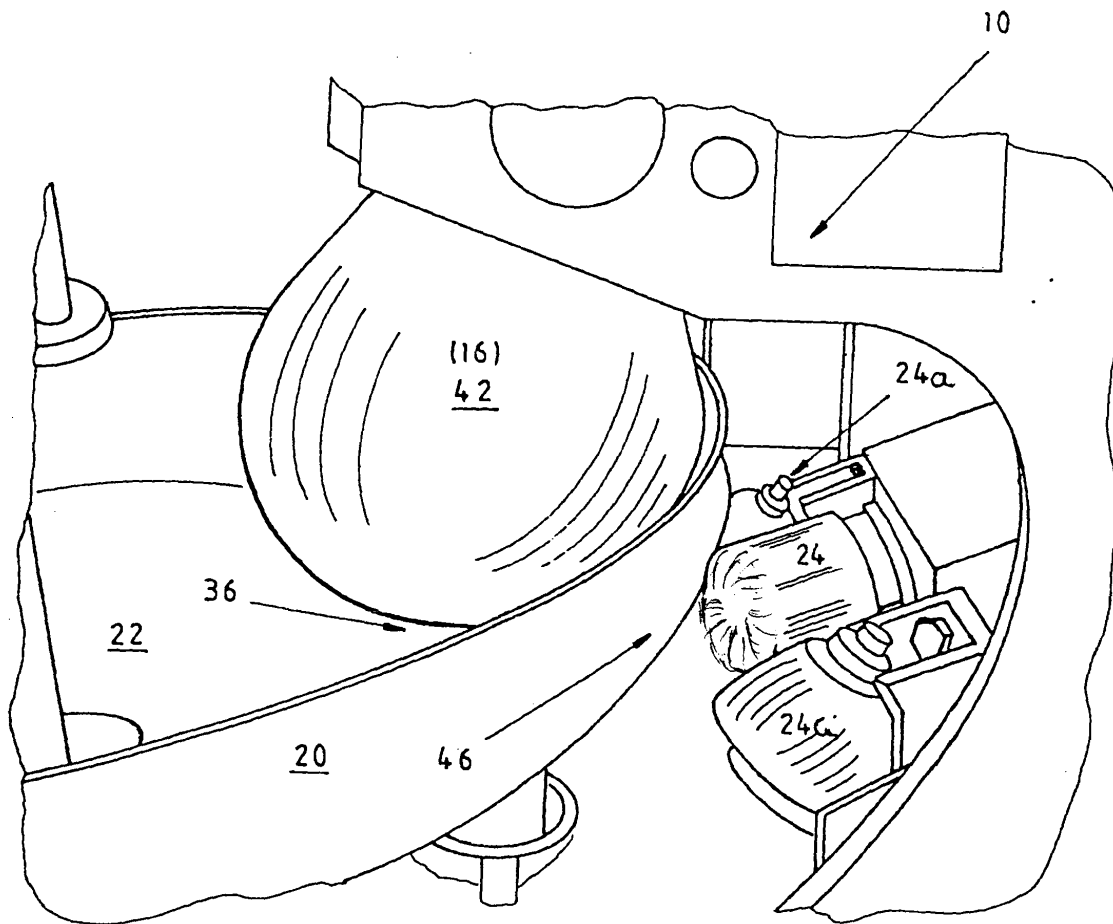
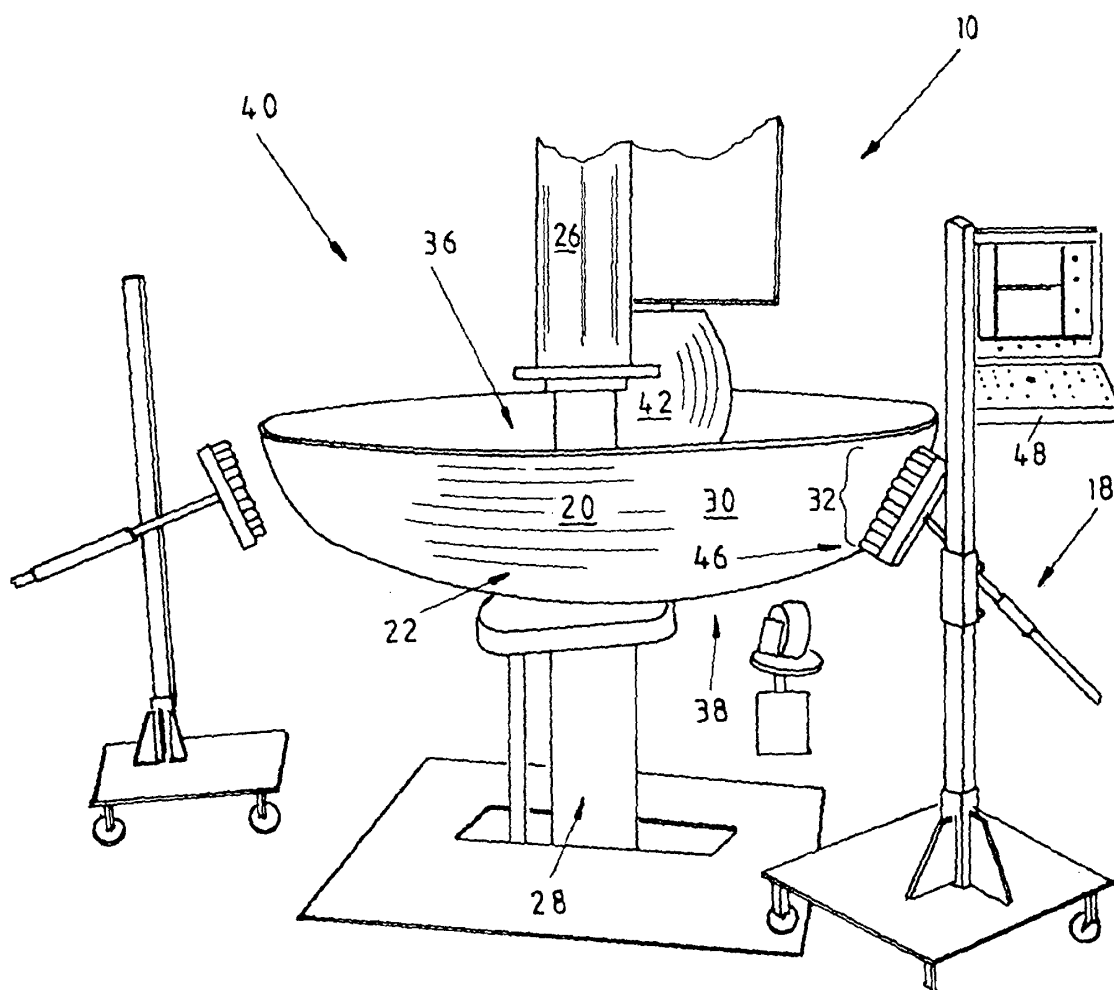


Fig.3

Fig. 4



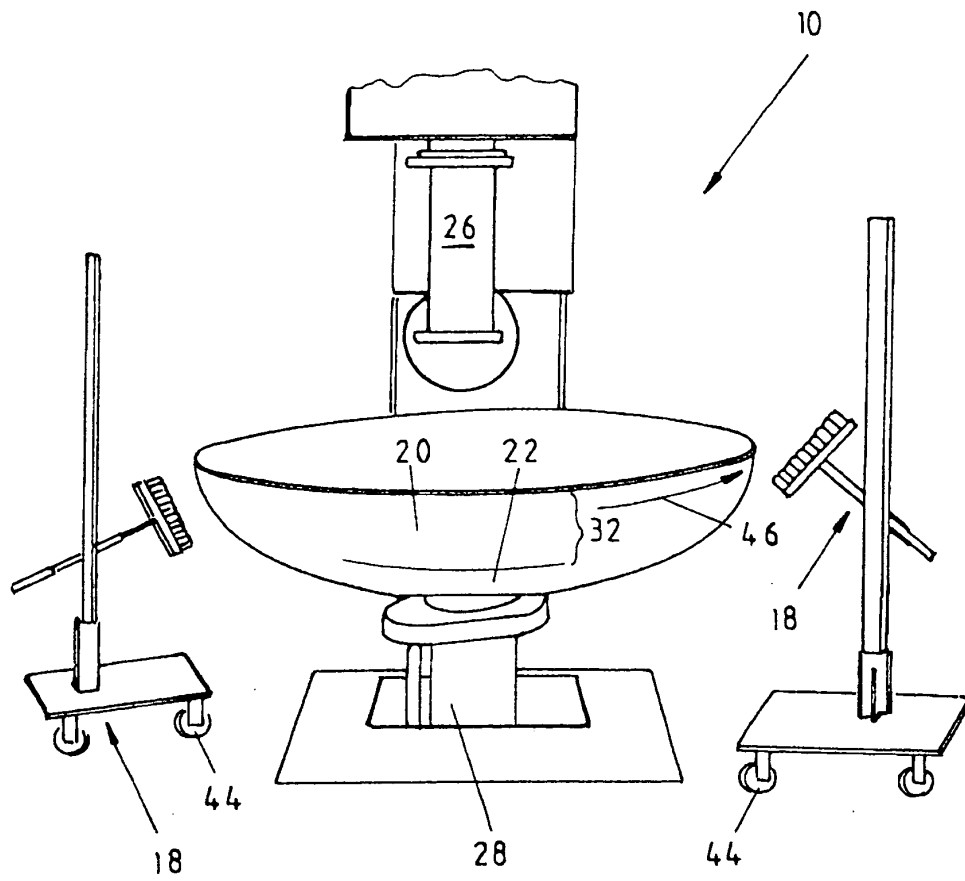


Fig. 5

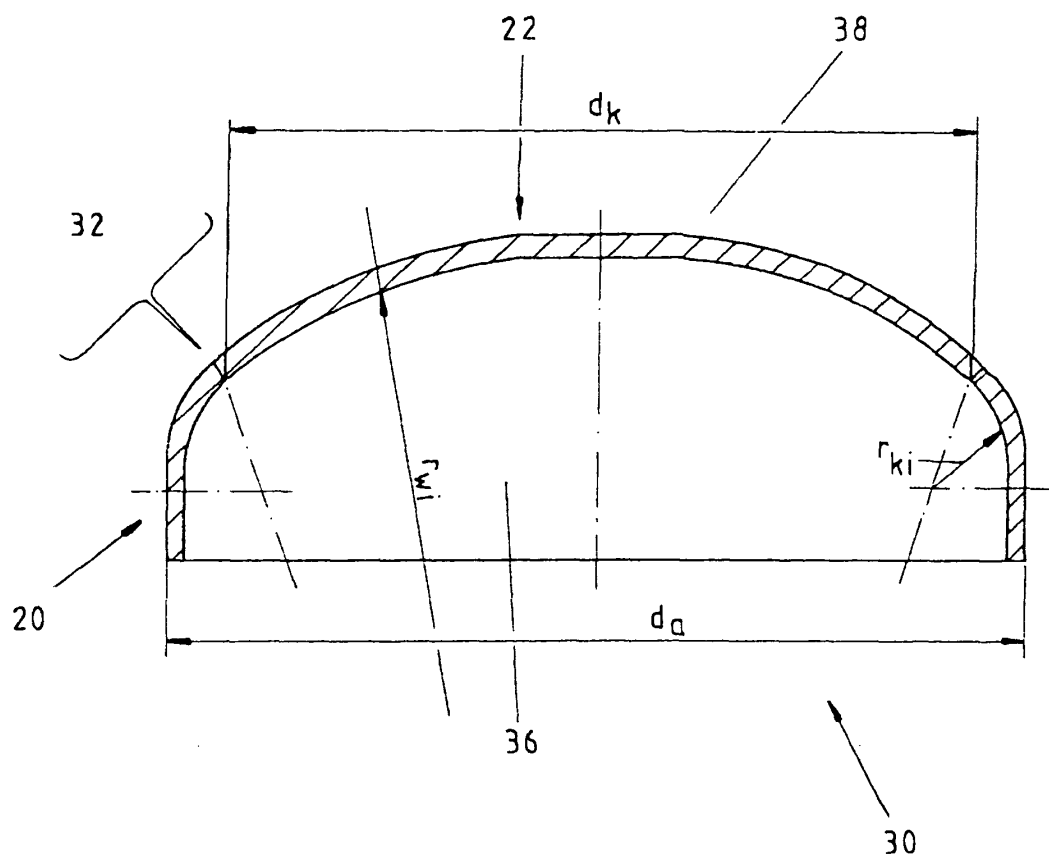


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 3037

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 2 300 527 A (SCHEURING CHARLES E) 3. November 1942 (1942-11-03)	1	B21D22/18 B21D19/04
A	* Seite 4, linke Spalte, Zeilen 16-21; Abbildungen 2,3 *	2-14	

X	FR 597 734 A (WARCHALOWSKI A) 27. November 1925 (1925-11-27)	1-12,22	
A	* Seite 2, Zeile 100 - Seite 3, Zeile 9 *	13-16	

X	DE 12 86 495 B (SCHLEIFENBAUM & STEINMETZ OHG) 9. Januar 1969 (1969-01-09)	1-12,22	
A	* Ansprüche 1-4; Abbildungen 1,2 *	13-16	

X	US 3 815 395 A (SASS J) 11. Juni 1974 (1974-06-11)	13-22	
A	* Spalte 1, Zeilen 14-17 * * Spalte 5, Zeile 61 - Spalte 6, Zeile 10; Abbildungen 1-4 *	1	

X	US 5 235 837 A (WERNER JOHN A) 17. August 1993 (1993-08-17)	22	
A	* Spalte 5, Zeilen 40-52; Abbildungen 1-4 *	1-21	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B21D

A,D	DE 40 16 097 A (ZEPPELIN METALLWERKE GMBH) 28. November 1991 (1991-11-28)	1-22	
	* Ansprüche 1-13; Abbildungen 1,2 *		

A,D	DE 35 34 796 A (KOPP REINER PROF DR ING) 2. April 1987 (1987-04-02)	1	
	* Zusammenfassung *		

A,D	DE 100 47 491 A (EADS DEUTSCHLAND GMBH) 18. April 2002 (2002-04-18)	1	
	* Zusammenfassung *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. August 2004	Prüfer Meritano, L
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 : 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 02 (P04C03)

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

EP 04 00 3037

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.

03-08-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2300527	A	03-11-1942	KEINE
FR 597734	A	27-11-1925	KEINE
DE 1286495	B	09-01-1969	CH 447085 A 30-11-1967
US 3815395	A	11-06-1974	DE 2148519 A1 05-04-1973 CH 550618 A 28-06-1974 FR 2154721 A1 11-05-1973 GB 1374018 A 13-11-1974 IT 968375 B 20-03-1974 JP 48041965 A 19-06-1973
US 5235837	A	17-08-1993	AU 1499692 A 22-10-1992 BR 9201402 A 01-12-1992 CA 2065538 A1 20-10-1992 CN 1066995 A ,B 16-12-1992 EP 0509700 A1 21-10-1992 FI 921749 A 20-10-1992 GB 2256824 A 23-12-1992 IE 921244 A1 21-10-1992 JP 7185681 A 25-07-1995 MX 9201738 A1 01-10-1992 NO 921427 A 20-10-1992 PL 294294 A1 30-11-1992
DE 4016097	A	28-11-1991	DE 4016097 A1 28-11-1991 DE 59100714 D1 27-01-1994 EP 0457358 A2 21-11-1991 US 5218849 A 15-06-1993
DE 3534796	A	02-04-1987	DE 3534796 A1 02-04-1987
DE 10047491	A	18-04-2002	DE 10047491 A1 18-04-2002 CA 2423566 A1 25-03-2003 CN 1455711 T 12-11-2003 WO 0226414 A1 04-04-2002 EP 1320430 A1 25-06-2003 JP 2004509765 T 02-04-2004 US 2004050134 A1 18-03-2004

EPO FORM P0461

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