



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 20 801 T2** 2008.03.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 417 053 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 20 801.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB02/03634**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 753 137.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/013757**

(86) PCT-Anmeldetag: **07.08.2002**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **20.02.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.05.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **20.06.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.03.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B21D 26/02** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**0119371 08.08.2001 GB**

(73) Patentinhaber:

**LISTechnology Ltd., Wickwar Wotton under Edge,  
Gloucestershire, GB**

(74) Vertreter:

**Benedum, U., Dipl.-Chem.Univ.Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 80333 München**

(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, SK, TR**

(72) Erfinder:

**ACKERMAN, Michael Colin, Bedminster Bristol  
BS3 4NS, GB; FLOWER, Terry The Rectory,  
Gloucestershire GL12 8RS, GB; KEEVIL, Allan,  
Glastonbury Somerset BA6 8AD, GB; WAY,  
Jerome, Wickwar GL12 8NP, GB; JOCELYN, Alan,  
Frenchay Bristol BS16 1NT, GB; NASH, Douglas,  
Redfield Bristol BS5 9RN, GB; KAR, Aravinda,  
Oviedo FL 32765, US**

(54) Bezeichnung: **WERKSTÜCKFORMUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen eines Werkstücks, und insbesondere ein Verfahren zum superplastischen Formen eines geeigneten Materials.

**[0002]** Bestimmte Legierungen werden bekanntlich bei spezifischen erhöhten Temperaturen superplastisch. Bei diesen Temperaturen ermöglicht die Superplastizität geeigneterweise, dass die Legierung in die gewünschte Form gebracht wird.

**[0003]** Ein Verfahren zum Formen eines Werkstücks (wie beispielsweise in US-A-5868023 offenbart) ist das Unterbringen eines Blechs des Legierungsmaterial über einer Pressform oder Form, dann das Erwärmen des Werkstücks auf eine Temperatur, bei der die Legierung superplastisch wird, und dann Ausüben von Druck auf das Werkstück, beispielsweise durch Aufbringen eines starken Flüssigkeitsdrucks auf die Oberseite des Werkstücks, während ein schwächerer Druck in dem Bereich zwischen Werkstück und Pressform gehalten wird. Das Werkstück nimmt dann die Form der Innenseite der Pressform an.

**[0004]** Dies hat jedoch den Nachteil, dass das System eine hohe thermische Masse aufweist. Demzufolge muss nicht nur das Werkstück auf eine Temperatur erwärmt werden, bei der es superplastisch wird, sondern gewöhnlich muss auch die gesamte Verfahrenskammer auf die gleiche Temperatur erwärmt werden. Dies erfordert offensichtlich eine große Energieeingabe beim Formen des erforderlichen Stücks.

**[0005]** Das US-Patent 5,592,842 offenbart ein Verfahren, das eine Voraussetzung für eine Form umgehen möchte. Dieses Dokument schlägt vor, einen Laserstrahl zu verwenden, womit Teile des Werkstücks örtlich erwärmt werden, und dann ein Flüssigkeitsdruck wie beim herkömmlichen Verfahren auszuüben.

**[0006]** Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass dies nicht exakt die Form des Endprodukts steuern kann.

**[0007]** Darüber hinaus schlägt das offenbarte Verfahren kein Durchglühen des Werkstücks vor, ohne dass das nachfolgende Formen nicht zufrieden stellend ist, und auch kein Erwärmen des Werkstücks nach dem Formen, wodurch Restspannungen beseitigt werden, die durch das Formverfahren hervorgerufen wurden.

**[0008]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Formen eines Werkstücks bereitgestellt, umfassend:

Halten des Werkstücks an eine Form;  
Erwärmen mindestens eines Teils des Werkstücks auf eine so hohe Temperatur, dass eine Superplastizität darin erzeugt wird; und  
Ausüben eines Flüssigkeitsdrucks auf das Werkstück, so dass es die Gestalt der Form annimmt; dadurch gekennzeichnet, dass ein Laser zur Erwärmung des Werkstücks verwendet wird.

**[0009]** Dies hat den Vorteil, dass die Superplastizitätseigenschaften des Materials zum exakten Formen des Werkstücks in die erforderliche Gestalt herangezogen werden können, ohne dass man die gesamte Verfahrenskammer auf die Superplastizitätstemperatur bringen muss.

**[0010]** Vor der Verwendung des Lasers zum Erwärmen des Werkstücks auf seine Superplastizitätstemperatur wird das Werkstück geklammert, und der Laser wird zum Erwärmen des gesamten Werkstücks auf eine im Wesentlichen gleichmäßige Temperatur verwendet, damit es durchgeglüht wird.

**[0011]** Nach der Verwendung des Lasers zum superplastischen Formen des Werkstücks wird der Laser ebenfalls bevorzugt zum Erwärmen des gesamten Werkstücks auf eine im Wesentlichen gleichmäßige Temperatur verwendet, so dass jegliche Restspannungen beseitigt werden.

**[0012]** Dies hat den Vorteil, dass das gesamte Formverfahren als Einzelprozess in einer Einzelprozessvorrichtung durchgeführt werden kann.

**[0013]** Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Formvorrichtung bereitgestellt, umfassend: eine Einrichtung zum Halten einer Form; eine Einrichtung zum Klammern eines Werkstücks an die Form; und eine Einrichtung zum Ausüben eines Flüssigkeitsdrucks auf das Werkstück, so dass es die Gestalt der Form annimmt, dadurch gekennzeichnet, dass eine Laserquelle bereitgestellt ist, zum Erwärmen mindestens eines Teils eines Werkstücks, das in der Klammervorrichtung gehalten wird.

**[0014]** Für ein besseres Verständnis der vorliegenden Erfindung und zur Vorführung, wie sie sich umsetzen lässt, wird nun auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen.

**[0015]** Es zeigt/zeigen:

**[0016]** [Fig. 1](#) einen schematischen Querschnitt durch eine Formvorrichtung gemäß einem Aspekt der Erfindung.

**[0017]** [Fig. 2](#), ein Fließschema, ein Verfahren gemäß einem Aspekt der Erfindung.

[0018] [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) die Erwärmungsmuster, die auf ein übliches Werkstück erfindungsgemäß aufgebracht werden.

[0019] [Fig. 6](#) einen schematischen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße alternative Vorrichtung.

[0020] [Fig. 7](#) einen schematischen Querschnitt durch eine weitere erfindungsgemäße alternative Vorrichtung.

[0021] [Fig. 8](#) eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen alternativen Vorrichtung.

[0022] [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#) Stufen in dem Verfahren gemäß einem Aspekt der Erfindung.

[0023] Die [Fig. 1](#) ist ein schematischer Querschnitt durch die Formvorrichtung gemäß einem Aspekt der Erfindung. Die Vorrichtung umfasst einen Druckbehälter **10** mit einem Sichtfenster **12**. Der Behälter umfasst ein Klammersystem **14**, **16**, das eine Klemmkraft ausübt, wie es durch die Pfeile A-A, B-B angezeigt wird, zum Halten eines Werkstücks **18** an Ort und Stelle.

[0024] Das Werkstück **18** ist ein Blech der erforderlichen superplastischen Legierung. Der Fachmann weiß, dass die superplastische Legierung beispielsweise eine Legierung auf Titanbasis sein kann.

[0025] Das Werkstück **18** wird vorzugsweise ursprünglich flach bereitgestellt. Die [Fig. 1](#) zeigt das partiell verformte Werkstück.

[0026] Die Vorrichtung umfasst eine Form **20**, die sich in einem Isolationsring **22** aus einem Keramikmaterial befindet. Die Oberseite **24** der Form **20** entspricht der gewünschten Form der Komponente nach dem Formen, und die Form **20** umfasst zudem Entlüftungskanäle **26**, **28**.

[0027] Die Form **20** kann aus Metall- oder Keramikmaterialien hergestellt sein. Die Vorrichtung umfasst auch eine Laserlichtquelle **30**, einschließlich einer Einrichtung zum Steuern der Fokussierung und Ausrichtung des Laserstrahls **32**.

[0028] Der Druckbehälter **10** umfasst auch Einlässe **34** für Gas, sowie einen Auslass **36**.

[0029] Die [Fig. 2](#) ist ein Fließschema, das ein Formverfahren zeigt, gemäß einem bevorzugten Aspekt der Erfindung, wobei die in der [Fig. 1](#) gezeigte Vorrichtung verwendet wird.

[0030] Zuerst wird das Werkstück vorzugsweise in der Form eines gewöhnlich flachen Blechs aus einem

superplastischen Material in dem Klammersystem **14**, **16** in Schritt **50** des Verfahrens geklammert. Dann wird der Behälter wie in Schritt **52** mit einer Vakuumpumpe evakuiert, beispielsweise durch die Ausgänge **26**, **28**, **34**, **36**. Nun wird der Behälter in Schritt **54** mit einem Edelgas, wie Argon, bei niedrigem Druck neu befüllt. Diese inerte Umgebung ermöglicht, dass die Komponente erwärmt wird, ohne dass sie durch Gase aus der Atmosphäre kontaminiert wird.

[0031] In Schritt **56** wird die Laserlichtquelle **30** anschließend zum Erwärmen des gesamten Werkstücks **18** auf eine so große Temperatur verwendet, dass es ganz durchgeglüht wird und spannungsfrei ist. Der [Fig. 3](#) zufolge wird das Werkstück **18** im Wesentlichen gleichförmig erwärmt. Dies wird erzielt durch eine geeignete Steuerung der Laserlichtquelle **30**. Der Laserlichtstrahl kann beispielsweise defokussiert werden, so dass er sämtliche Teile des Werkstücks erreicht, oder ein fokussierter Lichtstrahl kann sämtliche Bereiche der Oberfläche abtasten.

[0032] Nach dem Durchglühen in Schritt **58** kann das Werkstück unter die Superplastizitätstemperatur abkühlen oder wenn möglich unter die Kornwachstumstemperatur.

[0033] Dann wird die Laserlichtquelle **30** in Schritt **60** des Verfahrens zum Erwärmen des Werkstücks **18** auf seine Superplastizitätsform-(SPF)-Temperatur verwendet, beispielsweise auf 935°C. In diesem Fall können wie in der [Fig. 4](#) gezeigt, verschiedene Bereiche des Werkstücks **18** mit verschiedenen Energiebeträgen aus der Laserlichtquelle **30** versorgt werden. Somit sind für Veranschaulichungszwecke lediglich die Banden **80**, **82**, **84** in der [Fig. 4](#) gezeigt, und sie können unterschiedliche Energiebeträge erhalten. Die Steuerung des Energiebetrags, der auf diese Weise zugeführt wird, ermöglicht, dass die Superplastizität vorzugsweise eher in bestimmten Teilen des Werkstücks zugeführt wird, als in anderen.

[0034] Anschließend wird der Behälter in Schritt **62** des Verfahrens unter Druck gesetzt. D.h. das Edelgas, wie Argon, wird durch die Gaseinlässe **34** eingebracht, damit der Druck auf der Oberseite von Werkstück **18** steigt. Gleichzeitig kann Gas aus der Unterseite des Werkstücks **18** durch die Gasauslasskanäle **26**, **28** entweichen. In dieser bevorzugten Ausführungsform kann der Gasdruck auf der Oberseite des Werkstücks **18** innerhalb von Behälter **10** auf etwa 30 oder 40 Atmosphären (3 MPa oder 4 MPa) erhöht werden.

[0035] Dieser Druck zwingt das heiße Werkstück in die Form **20**, wodurch eine Komponente mit dem gleichen Profil wie die Innenseite **24** der Form geformt wird.

[0036] Nach dem Formen der Komponente kann die

Laserquelle **20** zum Wiedererwärmen der geformten Komponente verwendet werden (Schritt **64** in [Fig. 2](#)). Der [Fig. 5](#) zufolge kann das Verteilungsprofil der Wärmeenergie aus der Laserquelle variieren, beispielsweise zwischen den Banden **92**, **94**, beispielsweise aufgrund der nunmehr nicht-planaren Gestalt von Werkstück **18**. Ein derartiges Erwärmen der Komponente eliminiert jegliche Restspannungen in der Komponente, die aufgrund des Formverfahrens induziert wurden, so dass Komponenten mit besserer Genauigkeit und Reproduzierbarkeit ohne Rückverformung produziert werden. Die Komponente kann dann abkühlen (Schritt **66** in der [Fig. 2](#)), und der Druck in dem Behälter kann schließlich in Schritt **68** des in der [Fig. 2](#) gezeigten Verfahrens gemindert werden.

**[0037]** Die [Fig. 6](#) zeigt eine alternative Formvorrichtung gemäß einem Aspekt der Erfindung. Die Formvorrichtung von [Fig. 6](#) ist an die Verwendung in Formkomponenten angepasst, die aus zwei Materialblechen bestehen.

**[0038]** Die Vorrichtung von [Fig. 6](#) ähnelt etwas derjenigen von [Fig. 1](#), und entsprechende Komponenten zeichnen sich durch die gleichen Bezugszahlen aus, und werden nicht näher beschrieben.

**[0039]** Bei der Vorrichtung von [Fig. 6](#) umfasst die Vorrichtung eine zweite Laserlichtquelle (nicht gezeigt), die sich am gegenüberliegenden Ende der Vorrichtung befindet. Der Druckbehälter umfasst Einrichtungen zum Halten der beiden Formhälften **100**, **102** und zum Klammern der beiden Werkstückbleche **104**, **106**, deren Ränder verschweißt sein können, mit einem Einlass **108** zum Einbringen von Hochdruckgas zwischen die beiden Werkstückbleche **104**, **106**.

**[0040]** In diesem Fall können die Laserlichtquellen zum Erwärmen der Formhälften **100**, **102** verwendet werden, und steigern somit die Temperatur der Werkstückbleche **104**, **106** auf ihre SPF-Temperatur. Die Formhälften **100**, **102** können alternativ und vorteilhafterweise aus einem Material hergestellt sein, das für Laserlicht durchlässig ist, so dass die Laserlichtquelle die Formhälften durchdringen kann und die Werkstückbleche direkt erwärmen kann. Geeignete Formmaterialien für diesen Zweck können entweder eine amorphe oder kristalline Keramik sein, beispielsweise indem gewährleistet wird, dass die Korngröße der Keramik kleiner als die Wellenlänge des Lasers ist.

**[0041]** Die Formhälften **100**, **102** können für den wiederholten Einsatz ausgelegt sein, oder sie können die Form eines Einwegmantels haben.

**[0042]** Das Formverfahren ähnelt bei der in [Fig. 6](#) gezeigten Vorrichtung ungefähr dem anhand von [Fig. 2](#) beschriebenen Verfahren, obgleich in diesem

Fall das Hochdruckgas zwischen die beiden Werkstückbleche **104**, **106** eingebracht wird, damit die Bleche in die entsprechenden Formhälften **100**, **102** gezwängt werden. In diesem Fall wird der erforderliche hohe Druck in dem Werkstück eingedämmt, und hat ein erheblich kleineres Volumen als in der in [Fig. 1](#) gezeigten Situation.

**[0043]** Die [Fig. 7](#) ist eine schematische Darstellung einer weiteren Formvorrichtung gemäß einem Aspekt der Erfindung. Die Vorrichtung von [Fig. 7](#) ähnelt gewöhnlich derjenigen von [Fig. 1](#), und die gleichen Bezugszahlen zeigen bei der Verwendung in den beiden Figuren entsprechende Eigenschaften an, und diese Eigenschaften werden nicht näher beschrieben.

**[0044]** In der Vorrichtung von [Fig. 7](#) wird die Form **120** aus einer Anordnung, die eine große Zahl einzeln beweglicher Stützen **122** umfasst, unter der Steuerung eines Servosystems **124** geformt. Es sind zwar nur einige Stützen **122** in der [Fig. 7](#) gezeigt, eine Betriebsvorrichtung kann jedoch hunderte oder Tausende dieser Stützen enthalten.

**[0045]** Jede Stütze hat eine Spitze **126**, die aus einem Keramikmaterial hergestellt ist, oder damit beschichtet ist.

**[0046]** Das Servosystem **124** kann die Höhe jeder dieser Stützen **122** steuern und kann vorzugsweise auch die seitlichen Positionen der Stützen in einem geringen Maße steuern. Auf diese Weise kann die Anordnung der Stützen **122** zum Formen einer Form einer gewünschten Gestalt verwendet werden. Nach der Verwendung können die Positionen der Stützen so eingestellt werden, dass eine Form mit einer anderen gewünschten Gestalt hergestellt werden kann. Dies ermöglicht, dass viele verschiedene Komponenten gebildet werden können, ohne dass man eine entsprechende Zahl verschiedener Formen benötigt.

**[0047]** Das Formverfahren ähnelt dem vorher beschriebenen insofern als das Werkstück über der Form geklammert wird, dann auf seine SPF-Temperatur erwärmt wird, und dann solch ein Druck ausgeübt wird, dass das Werkstück die Gestalt der Form annimmt.

**[0048]** Man geht davon aus, dass eine derartige Form ebenfalls in einer Vorrichtung zum Formen von Komponenten verwendet werden kann, die aus zwei Blechen bestehen, wie in der [Fig. 6](#) gezeigt.

**[0049]** Man beachte zudem, dass eine derartige Form in vielen verschiedenen Formverfahren verwendet werden kann, und zwar nicht nur diejenigen, die eine Lasererwärmung der Werkstücke oder Superplastizität umfassen.

**[0050]** Somit wird gemäß einem Aspekt der Erfin-

ung eine einstellbare Form bereitgestellt, umfassend eine Anzahl einzeln einstellbarer Stützen und Einrichtungen zum Steuern der Stützhöhen, so dass die distalen Enden der Stützen zusammen eine Formoberfläche bilden.

[0051] Die [Fig. 8](#) zeigt eine weitere Anpassung einer derartigen Form, in diesem Fall in einer Vorrichtung zum Formen von Komponenten, die aus zwei Blechen hergestellt sind. Die Form von [Fig. 8](#) ähnelt gewöhnlich derjenigen von [Fig. 7](#), und die gleichen Bezugszahlen in den beiden Figuren zeigen entsprechende Eigenschaften an, und diese Eigenschaften werden nicht näher beschrieben.

[0052] In diesem Fall umfasst die Vorrichtung zwei Formen **140**, **141**, die der Form **120** von [Fig. 7](#) im Allgemeinen ähneln, zusammen mit einer Anordnung zum Klammern von zwei Werkstückblechen **142**, **144** und einem Einlass **146** zum Einbringen von Hochdruckflüssigkeit dazwischen.

[0053] In der Vorrichtung von [Fig. 8](#) enthält eine erste Gruppe der Stützen **148** jeweils Lichtleitfasern **150**, die die Strahlung von der Laserquelle (nicht gezeigt) auf den benachbarten Bereich des jeweiligen Werkstücks ausrichten. Zudem birgt eine zweite Gruppe von Stützen **152** jeweils entsprechende Kanäle **154**, die Kühlgasströme auf den Nachbarbereich des entsprechenden Werkstücks leiten können. Die Stützen **148**, **152** der ersten und zweiten Gruppe wechseln sich im Allgemeinen über den entsprechenden Formoberflächen ab.

[0054] Somit ermöglicht die Vorrichtung von [Fig. 8](#) eine genaue Steuerung der Oberflächentemperatur des Werkstücks, so dass die Superplastizität bei Bedarf nur in Teilen der Oberfläche induziert werden kann.

[0055] Im Stand der Technik kann bekanntlich das superplastische Formen mit zwei Werkstückblechen zum Formen von Komponenten mit einer internen Diffusionsgeschweißten, mit Gewebe verstärkten Stützstruktur verwendet werden.

[0056] Die [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#) zeigen ein solches erfindungsgemäßes Verfahren. Somit wird wie in der [Fig. 9](#) gezeigt die Laserlichtquelle zur Vorbehandlung der Außenseiten **160**, **162** der beiden Werkstückbleche **164**, **166** verwendet. Kann die Laserlichtquelle einen steuerbaren Strahl bilden, kann dieser zum Abtasten über die Oberflächen **160**, **162** verwendet werden, wie es beispielsweise durch den Weg **168** in der [Fig. 9](#) gezeigt ist. Dies beseitigt jegliches Oxid, das auf den Oberflächen **160**, **162** zugegen ist, und das verdampfte Oxid kann aus dem Druckbehälter entlassen werden.

[0057] Die beiden Werkstückbleche **164**, **166** sind

bekanntlich entlang der Linien **170** diffusionsgeschweißt. Nach dem Erwärmen der beiden Werkstückbleche **164**, **166** auf ihre SPF-Temperatur und Einbringen von Hochdruckflüssigkeit dazwischen werden die beiden Werkstückbleche gespreizt, wie es in der [Fig. 10](#) gezeigt ist.

[0058] Schließlich kommen wie in der [Fig. 11](#) gezeigt, die Bereiche der Außenseiten **160**, **162** miteinander in Kontakt, und die Oberflächen-Vorbehandlung ermöglicht die Bildung von hochwertigen sekundären Diffusionsschweißstellen **174**.

[0059] Die Verwendung des Lasers in der Vorbehandlung bedeutet, dass diese als Teil des Formverfahrens ausgeführt werden kann, wobei die gleiche Formvorrichtung verwendet wird.

[0060] Daher werden Herstellungsverfahren offenbart, die die effiziente Verwendung von superplastischem Formen ermöglichen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Formen eines Werkstücks (**18**), umfassend Halten des Werkstücks (**18**) an eine Form (**20**), Erwärmen mindestens eines Teils des Werkstücks (**18**) auf eine so hohe Temperatur, dass eine Superplastizität darin induziert wird, und Aufbringen eines Flüssigkeitsdrucks auf das Werkstück (**18**), so dass es die Gestalt der Form (**20**) annimmt, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Laser (**30**) zur Erwärmung des Werkstücks (**18**) verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Haltens des Werkstücks (**18**) aufweist: Klammern des Werkstücks (**18**) an die Form (**20**); Verwenden eines Lasers (**30**) zum Erwärmen des gesamten Werkstücks (**18**) auf eine im Wesentlichen gleichförmige Temperatur zu seiner Temperatur; und Vermindern der Temperatur des Werkstücks (**18**) auf unter seine superplastische Temperatur.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Formen des Werkstücks (**18**) der Laser (**30**) eingesetzt wird zum Erwärmen des gesamten Werkstücks (**18**), so dass es im Wesentlichen gleichförmige Temperatur besitzt und zum Entfernen von verbliebenen Spannungen darin.

4. Verfahren nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Form eine erste und eine zweite Hälfte (**100**, **102**) besitzt und das Werkstück ein erstes und ein zweites Blech (**104**, **106**) besitzt, wobei das Verfahren umfasst: Halten des ersten und des zweiten Blechs (**104**, **106**) des Werkstücks an die erste bzw. die zweite Hälfte (**100**, **102**) der Form; Verwenden des Lasers (**30**) zum Erwärmen mindestens von Teilen des ersten und des

zweiten Blechs (**104, 106**) des Werkstücks, und Aufbringen eines Flüssigkeitsdrucks auf das erste und das zweite Blech (**104, 106**) des Werkstücks, so dass sie die jeweiligen Formen der ersten und der zweiten Formhälfte annehmen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Aufbringens des Flüssigkeitsdrucks umfasst das Aufbringen eines höheren Flüssigkeitsdrucks zwischen dem ersten und dem zweiten Blech (**104, 106**) des Werkstücks.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die erste und/oder die zweite Hälfte (**100, 102**) der Form für den Laser (**130**) durchsichtig ist und der Schritt des Verwendens des Lasers (**30**) zur Erwärmung von mindestens Teilen des ersten und des zweiten Blechs (**104, 106**) des Werkstücks umfasst das Erwärmen von mindestens dem ersten und/oder dem zweiten Blech (**104, 106**) des Werkstücks durch die transparente Hälfte der Form.

7. Verfahren nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Form eine Anzahl Stützen (**122**) besitzt, die einzeln beweglich sind derart, dass die entfernten Enden (**126**) der Stützen (**122**) eine Formoberfläche bilden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige aus der Anzahl Stützen (**122**) Einrichtungen (**150**) besitzen zum Leiten eines Laserstrahls auf das Werkstück (**142, 144**), das daran gehalten wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige aus der Anzahl Stützen (**122**) eine Einrichtung (**154**) zum Leiten eines Kühlmittels zum Werkstück (**142, 144**), das daran gehalten wird.

10. Formvorrichtung, umfassend eine Einrichtung (**22**) zum Halten einer Form (**20**); eine Einrichtung (**14, 16**) zum Klammern eines Werkstücks (**18**) an die Form (**20**); und eine Einrichtung (**34**) zum Aufbringen eines Flüssigkeitsdrucks auf das Werkstück (**18**), so dass es die Gestalt der Form (**20**) annimmt, dadurch gekennzeichnet, dass eine Laserquelle (**30**) bereitgestellt ist zum Erwärmen mindestens eines Teils des Werkstücks (**18**), das in der Klammervorrichtung (**14, 16**) gehalten wird.

11. Formvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**34**) zum Aufbringen eines Flüssigkeitsdrucks auf das Werkstück (**18**) eine Einrichtung aufweist zum Zuführen einer Flüssigkeit auf die der Form (**20**) abgewandten Seite des Werkstücks (**18**).

12. Formvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch

gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Aufbringen des Flüssigkeitsdrucks auf das Werkstück (**18**) eine Einrichtung aufweist zum Evakuieren eines Bereichs zwischen Werkstück und Form (**20**).

13. Formvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**20**) zum Festhalten der Form (**20**) eine Einrichtung aufweist zum Halten einer ersten und einer zweiten Formhälfte (**100, 102**) und die Einrichtung (**14, 16**) zum Klammern des Werkstücks (**18**) Einrichtungen aufweist zum Klammern eines ersten und eines zweiten Werkstückblechs (**104, 106**) an die erste bzw. die zweite Formhälfte (**100, 102**).

14. Formvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (**108**) zum Aufbringen von Flüssigkeitsdruck Einrichtungen aufweist zum Aufbringen eines erhöhten Flüssigkeitsdrucks zwischen dem ersten und dem zweiten Werkstückblech (**104, 106**).

15. Formvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Hälfte der ersten und der zweiten Hälfte (**100, 102**) der Form für den Laser durchsichtig ist.

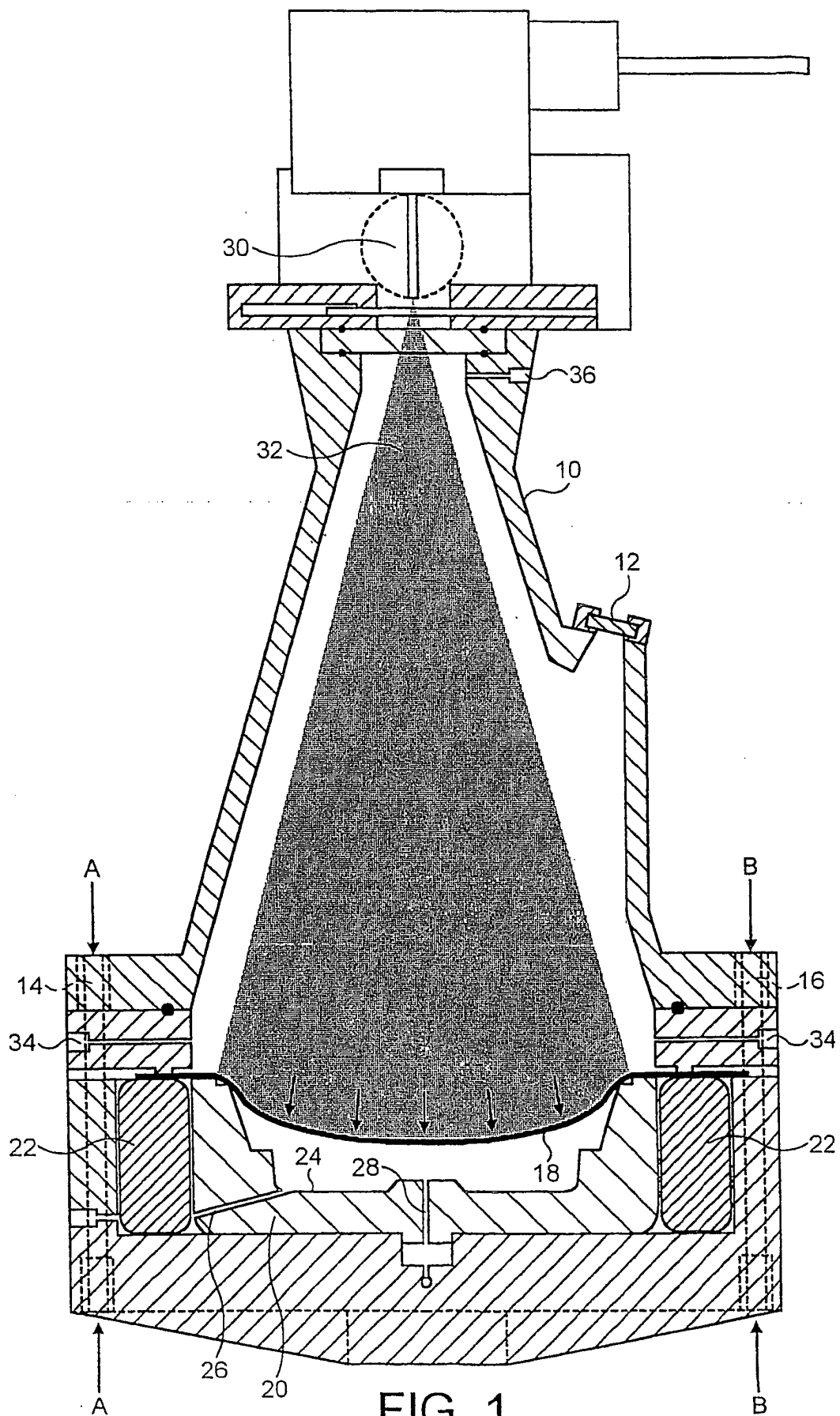
16. Formvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Form eine Anzahl Stützen (**122**) aufweist, die einzeln beweglich sind derart, dass die entfernten Enden (**126**) der Stützen (**122**) eine Formoberfläche bilden.

17. Formvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Anzahl Stützen (**122**) Einrichtungen (**150**) aufweisen zum Leiten eines Laserstrahls auf ein Werkstück, das daran gehalten wird.

18. Formvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einige der Anzahl Stützen (**122**) eine Einrichtung (**154**) besitzen zum Leiten eines Kühlmittels an das Werkstück, das daran gehalten wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



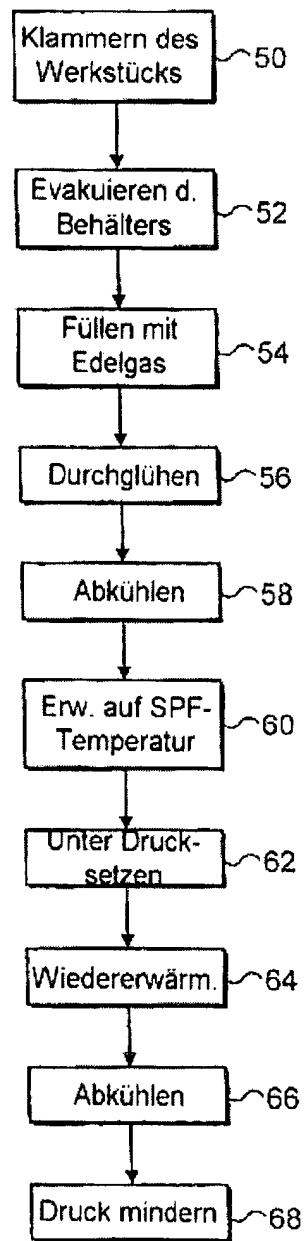


FIG. 2

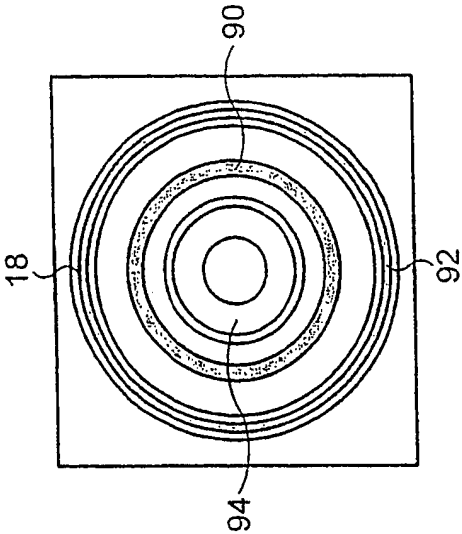


FIG. 5

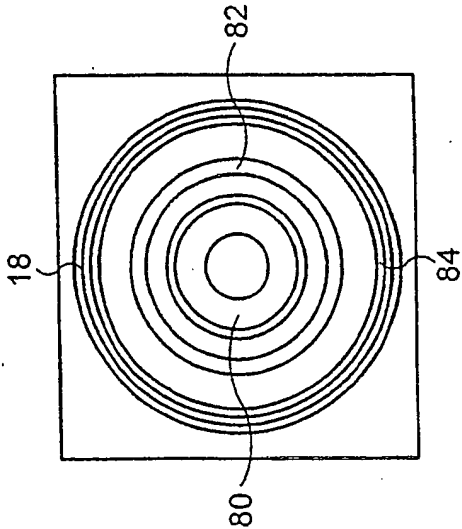


FIG. 4

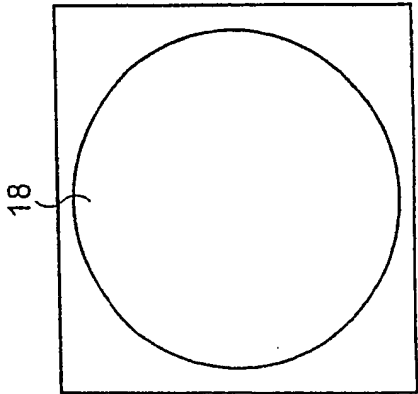


FIG. 3

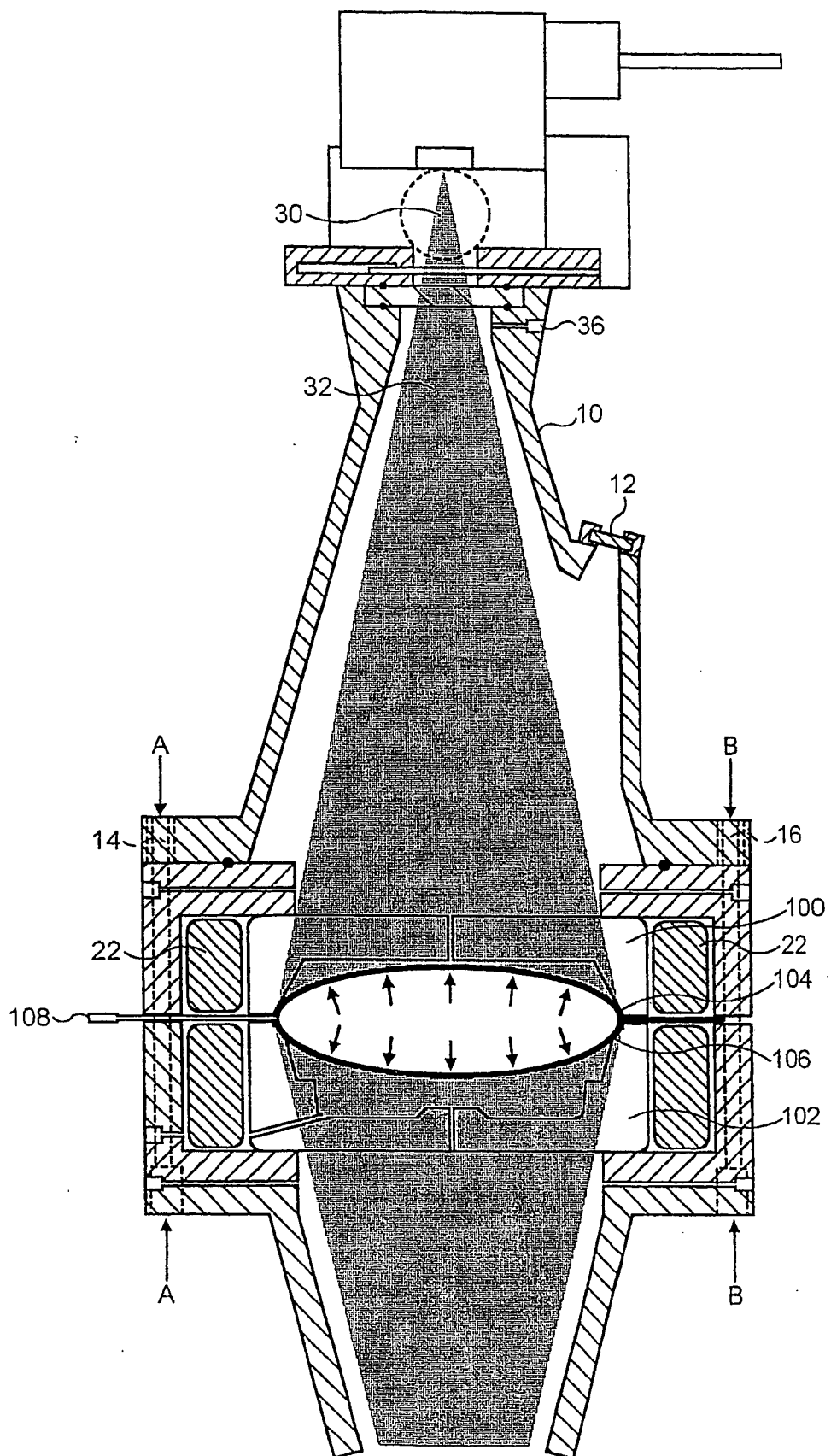


FIG. 6

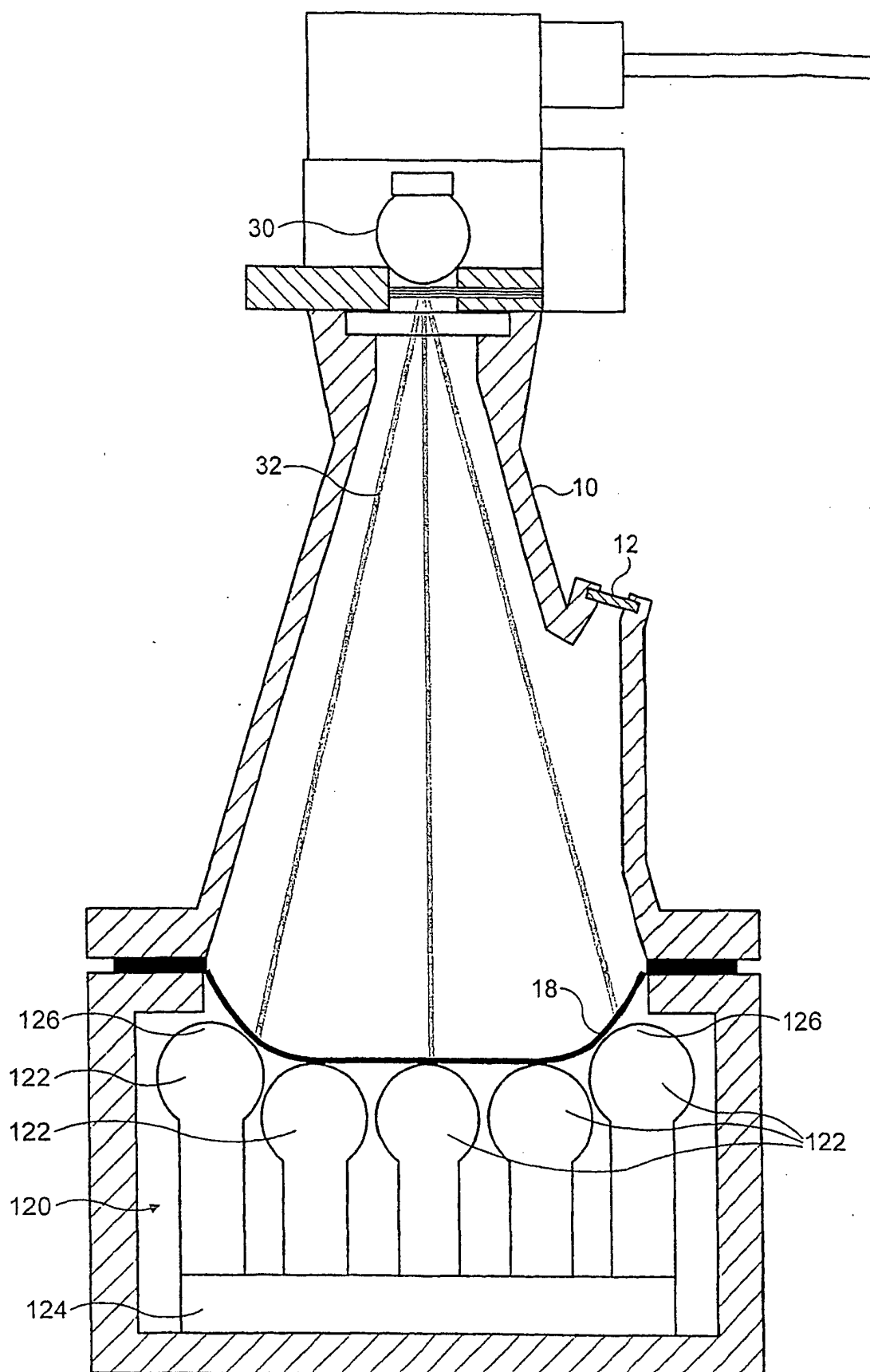


FIG. 7

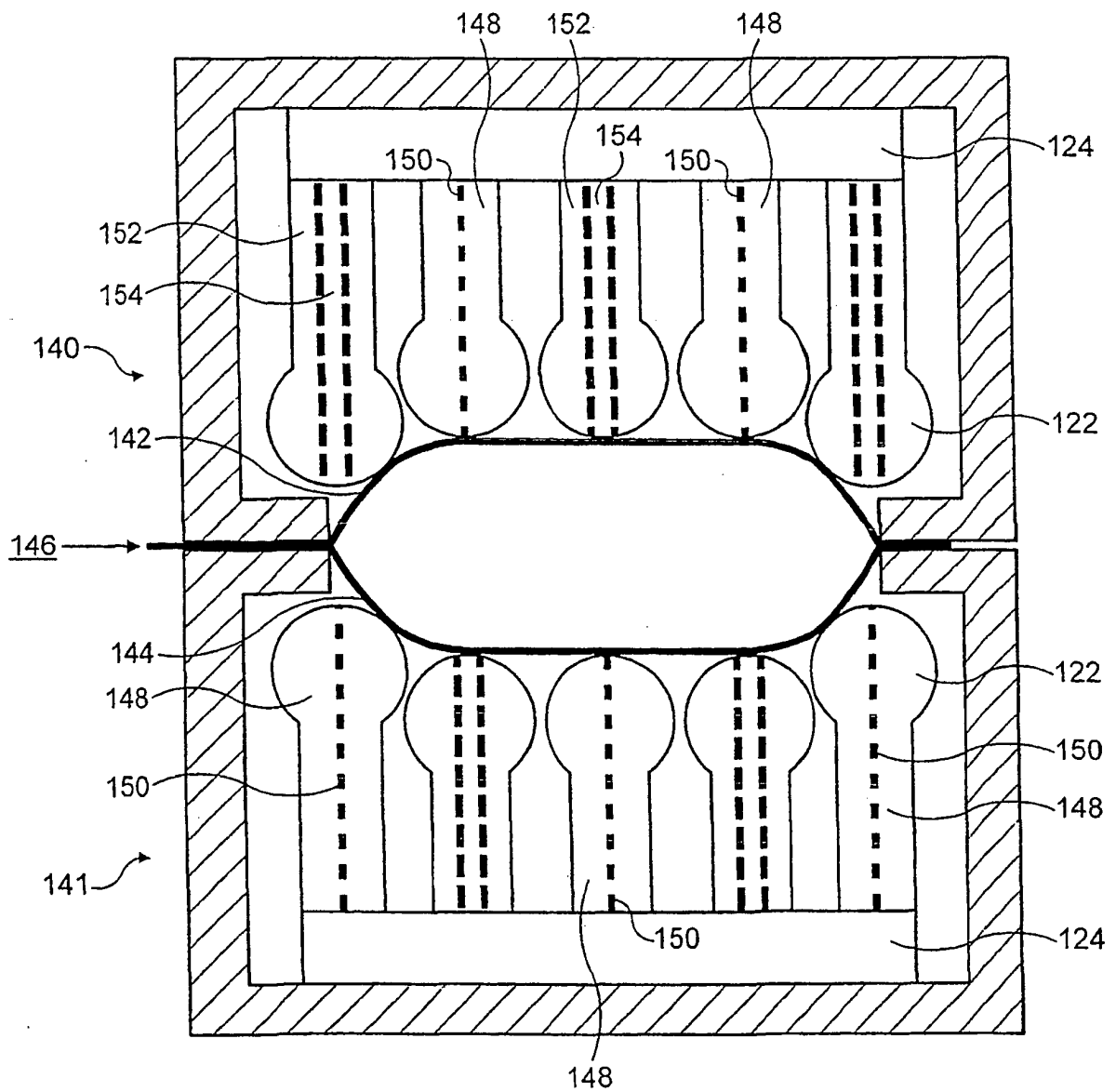


FIG. 8

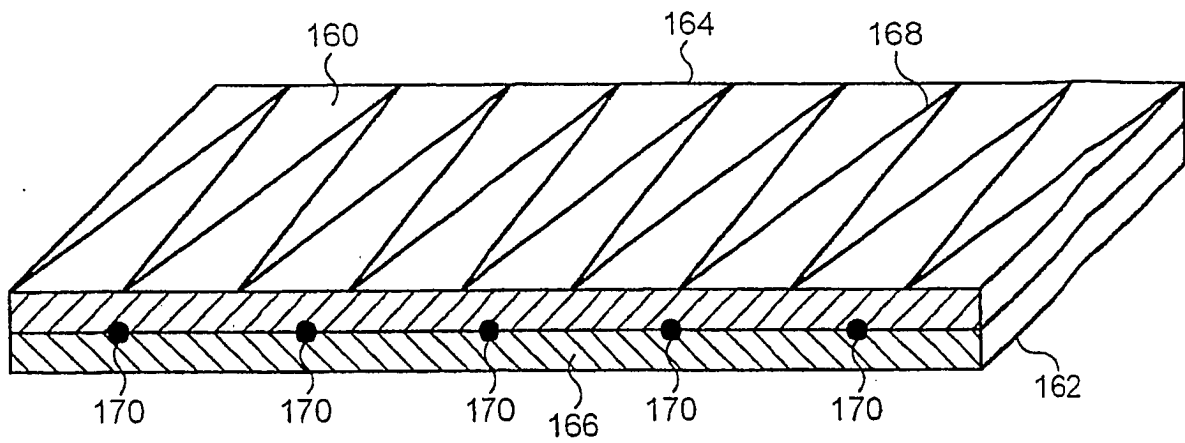


FIG. 9

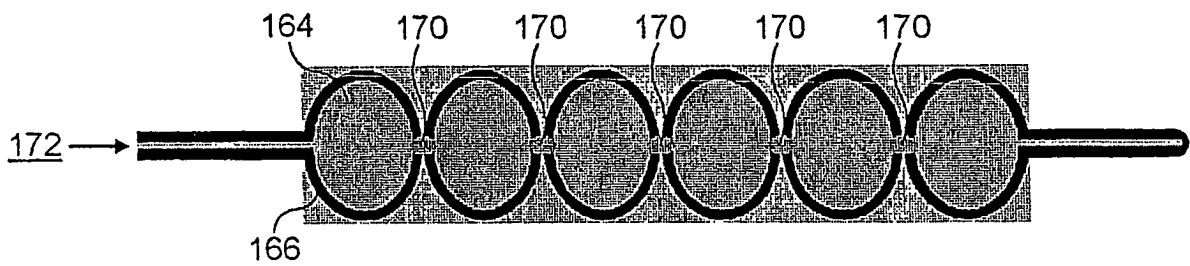


FIG. 10

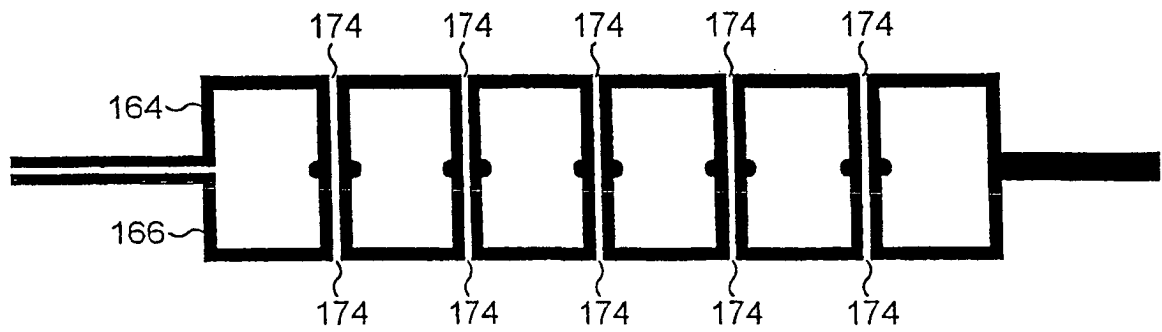


FIG. 11