



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 09 334 T2** 2007.05.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 540 216 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 09 334.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/25856**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 751 867.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/027300**

(86) PCT-Anmeldetag: **10.09.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **01.04.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.06.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **25.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F16K 15/20** (2006.01)
B29C 65/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
246755 **19.09.2002** **US**

(73) Patentinhaber:
Nike International Ltd., Beaverton, Oreg., US

(74) Vertreter:
Wilhelms, Kilian & Partner, 81541 München

(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**

(72) Erfinder:
**DOJAN, J., Frederick, Vancouver, WA 98685, US;
HAZENBERG, P., Klaas, Portland, OR 97229, US;
PASSKE, L., Joel, Hillsboro, OR 97123, US**

(54) Bezeichnung: **VENTILE UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG**

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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Fluidventile. Die Erfindung befasst sich insbesondere mit Polymerventilen und Verfahren zum Herstellen der Ventile, die einen Fluidstrom in einem Fluidsystem begrenzen, unterbrechen oder in anderer Weise lenken.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Moderne Sportfußbekleidungsstücke schließen oft zwei Hauptbauteile, nämlich einen Oberteil und eine Sohlenkonstruktion ein. Der Oberteil legt bequem den Fuß an der Sohlenkonstruktion fest und kann aus einer Kombination von Materialien, die vernäht oder in anderer Weise miteinander verbunden sind, einschließlich Leder, warm ausgehärtetem Schaumstoff und textilen Materialien gebildet sein. Die Sohlenkonstruktion schließt üblicherweise mehrere Schichten ein, die normalerweise als Innensohle, Zwischensohle und Außensohle bezeichnet werden. Die Innensohle ist ein dünnes, gepolstertes Element, das an den Fuß angrenzend angeordnet ist und die Bequemlichkeit der Fußbekleidung erhöht. Die Zwischensohle bildet eine mittlere Schicht der Sohlenkonstruktion und schließt oftmals ein elastisches Schaumstoffmaterial wie beispielsweise Polyurethan oder Ethylvinylacetat ein, das Stoßkräfte dämpft und Energie absorbiert, wenn die Fußbekleidung den Boden kontaktiert. Die Außensohle ist üblicherweise aus einem dauerhaften, abriebfesten Material gefertigt und hat eine Struktur, um die Traktion zu verbessern.

[0003] Zusätzlich zu einem Schaumstoffmaterial kann die Zwischensohle ein Fluidsystem enthalten, das von Ventilen Gebrauch macht, um den Strom eines Fluides in dem System zu lenken. Fluidsysteme können dazu verwandt werden, verschiedene Vorteile einschließlich einer stärkeren Polsterung, eines verbesserten Passsitzes oder einer Belüftung des Oberteils zu erzielen. Bezüglich der polsternden Fluidsysteme beschreiben die US-PS 5 558 395 und 5 937 463 für Huang Fluidsysteme, die die Umgebungsluft dazu verwenden, eine oder mehrere Blasen unter Druck zu setzen, die sich in der Zwischensohle befinden. Einwegeventile, die auch als Rückschlagventile bezeichnet werden, erlauben es der Luft, in ein Aufpump- oder Aufblassystem einzutreten, verhindern jedoch oder sperren einen Fluidstrom in die entgegengesetzte Richtung. Die US-PS 4 446 634 für Johnson et al. und 5 794 361 für Sadler beschreiben in sich geschlossene Fluidsysteme, die zwei in Fluidverbindung miteinander stehende Blasen einschließen. Die Blasen sind über Leitungen verbunden, die Ventile zum Lenken des Fluidstromes

enthalten. Bezüglich der Belüftung beschreibt die US-PS 6 085 444 für Cho einen belüfteten Fußbekleidungsgegenstand, der eine Reihe von Blasen und Einrichtungsventilen enthält, die Außenluft in das System einsaugen und dann die Luft in den Oberteil abgeben, um dadurch die Feuchtigkeit im Bereich, der den Fuß unmittelbar umgibt, zu verringern oder zu beseitigen.

[0004] Die Fluidsysteme, die oben beschrieben wurden, verwenden verschiedene Ventilarten, um den Fluidstrom im System zu lenken. Die US-PS 5 144 708 für Pekar und 5 564 143 für Pekar et al. beschreiben Einwegeventile, die aus zwei Polymerschichten gebildet sind, die längs gegenüberliegender Seiten aneinander angebracht sind, um zwischen den Schichten einen Kanal zu bilden. Die Ventile werden als separate Bauteile hergestellt und dann in ein Fluidsystem eingebaut. Die Herstellung der Ventile schließt die Verwendung eines Sperrmaterials ein, das verhindert, dass die Ventilschichten miteinander verbunden werden, wenn das Ventil in ein Fluidsystem eingebaut wird.

[0005] Die EP-A-0 850 674 beschreibt ein Verfahren, von dem sich der Gegenstand des Anspruchs 1 dadurch unterscheidet, dass eine erste Teilbaugruppe durch Bilden einer ersten Substratschweißstelle zwischen einer ersten Ventilschicht und einer ersten Substratschicht aufgebaut wird, welche erste Schicht einen Einlassteil und einen Auslassteil aufweist, dass die erste Teilbaugruppe zu einem zweiten Bauelement derart ausgerichtet wird, dass die erste Ventilschicht zwischen der ersten Substratschicht und dem zweiten Bauelement angeordnet ist, und dass die erste Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement durch Bilden von zwei beabstandeten Kanalschweißstellen zwischen der ersten Ventilschicht und dem zweiten Bauelement verbunden wird, welche Kanalschweißstellen einen Kanal bilden, der sich zwischen der ersten Ventilschicht und dem zweiten Bauelement und zwischen den Kanalschweißstellen befindet, welcher Kanal einen Einlass neben dem Einlassteil und einen Auslass neben dem Auslassteil aufweist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die vorliegende Erfindung liefert ein Verfahren nach Anspruch 1 zum Herstellen von Ventilen, die sich für Fußbekleidungsfluidsysteme eignen. Die Ventile können in einem Stück mit den Fluidsystemen hergestellt werden oder die Ventile können als separate Bauteile gebildet und anschließend in die Fluidsysteme eingebaut werden. Bei dem Verfahren wird eine erste Teilbaugruppe durch Bilden einer Substratschweißstelle zwischen einer ersten Ventilschicht und einer ersten Substratschicht aufgebaut, wobei die erste Ventilschicht ein Einlassende und ein gegenüberliegendes Auslassende aufweist. Die erste

Teilbaugruppe wird dann zu einem zweiten Bauelement so ausgerichtet, dass sich die erste Ventilschicht zwischen der ersten Substratschicht und dem zweiten Bauelement befindet. Schließlich wird die erste Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement dadurch verbunden, dass zwei beabstandete Kanalschweißstellen zwischen der ersten Ventilschicht und dem zweiten Bauelement gebildet werden. Die Kanalschweißstellen begrenzen einen Kanal, der sich zwischen der ersten Ventilschicht und dem zweiten Bauelement und zwischen den Kanalschweißstellen befindet. Der Kanal weist einen Einlass neben dem Einlassende der Ventilschicht und einen gegenüberliegenden Auslass neben dem Auslassende der Ventilschicht auf.

[0007] Die Ventile, die nach diesem Verfahren gebildet werden, sind primär Einrichtungsventile, die auch als Rückschlagventile bezeichnet werden. Ein Ende des Kanals bildet einen Einlass für das Ventil und das gegenüberliegende Ende bildet einen Auslass. Ein Fluid kann in das Ventil dadurch eintreten, dass es in den Einlass strömt. Das Fluid wandert dann durch den Kanal und verlässt das Ventil dadurch, dass es durch den Auslass geht. Ein Fluidstrom in die gegenüberliegende Richtung ist durch die Gestaltung des Kanalauslasses eingeschränkt. Der Einlass kann zwei Schweißraupen aufweisen, die den Einlass in eine geöffnete Stellung bringen, um dadurch den Eintritt des Fluids zu erleichtern. Der Auslass kann verschiedene Geometrien einschließlich einer Öffnung zwischen der Ventilschicht und dem zweiten Bauelement oder einer Öffnung haben, die in der Ventilschicht ausgebildet ist.

[0008] Bei der Bildung der ersten Teilbaugruppe wird die erste Ventilschicht mit der ersten Substratschicht so verbunden, dass die erste Ventilschicht in passender Weise auf der ersten Substratschicht während der folgenden Verfahrensschritte angeordnet wird. Ein erster Schweißstromrichter wird dazu verwendet, die Bildung einer Schweißraupe neben wenigstens einem Teil des Verbindungsbereiches zu verhindern. Wenn die erste Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement verbunden wird, wird ein zweiter Schweißstromrichter gleichfalls dazu verwendet, die Bildung einer Schweißraupe entlang des Kanals zu verhindern, wodurch sichergestellt wird, dass die Schichten, die den Kanal bilden, so gestaltet sind, dass sie in Kontakt miteinander stehen und einen Fluidstrom in zwei Richtungen verhindern. Im Bereich des Einlasses fehlt jedoch ein Schweißstromrichter teilweise, um die Bildung von Einlassschweißraupen zuzulassen.

[0009] Ein Seiteneffekt der Verbindung der Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement besteht darin, dass eine entsprechende Schweißstelle auch zwischen der ersten Ventilschicht und der ersten Substratschicht gebildet werden kann. Um die Bildung die-

ser Schweißstelle zu verhindern, kann ein Blockiermaterial auf einen Teil der Oberfläche der ersten Ventilschicht aufgebracht werden, die neben der ersten Substratschicht liegt oder kann ein Blockiermaterial auf eine Oberfläche der ersten Substratschicht aufgebracht werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann sich ein Blockiermaterial auch zwischen der ersten Ventilschicht und dem zweiten Bauelement befinden. Ein Beispiel eines Blockiermaterials, das zwischen den Ventilschichten angeordnet werden kann, ist eine Polytetrafluoroethylenbeschichtung oder -schicht.

[0010] Das oben beschriebene Verfahren kann dazu verwandt werden, verschiedene Ventilkonstruktionen aus mehrfachen Polymerschichten zu bilden. Als Beispiele für die verschiedenen Ventilkonstruktionen und die Verfahren zum Herstellen der Ventilkonstruktionen werden drei Möglichkeiten beschrieben. Bei einer ersten werden vier Polymerschichten verwandt und wird das zweite Bauelement aus einer zweiten Ventilschicht und einer zweiten Substratschicht gebildet, wobei der Kanal zwischen der ersten und der zweiten Ventilschicht gebildet wird. Bei einer Alternative werden drei Polymerschichten verwandt und wird das zweite Bauelement aus einer zweiten Substratschicht gebildet, wobei der Kanal zwischen der ersten Ventilschicht und der zweiten Substratschicht gebildet wird. Ein Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Möglichkeit besteht daher darin, dass im zweiten Fall die zweite Ventilschicht fehlt. Bei der letzten Möglichkeit werden die Kanalschweißstellen im Bereich des Auslasses miteinander verbunden und wird eine Auslassöffnung durch eine der Ventilschichten gebildet. Das Fluid kann dann das Ventil im dritten Fall dadurch verlassen, dass es durch die Auslassöffnung geht. Ähnlich wie bei der ersten und der zweiten Möglichkeit kann der Aufbau bei der dritten Möglichkeit entweder aus drei oder aus vier Polymerschichten erfolgen.

[0011] Ein Ventil gemäß der Erfindung ist Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 14.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] Die vorhergehende Zusammenfassung der Erfindung, sowie die folgende Beschreibung der Erfindung im Einzelnen werden dann besser verständlich, wenn sie in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen gelesen werden.

[0013] [Fig. 1](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Fluidsystems mit einem Ventil gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0014] [Fig. 2A](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines ersten Ventils gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

- [0015] [Fig. 2B](#) zeigt eine erste Querschnittsansicht des ersten Ventils längs der Linie 2B-2B in [Fig. 2A](#).
- [0016] [Fig. 2C](#) zeigt eine zweite Querschnittsansicht des ersten Ventils längs der Linie 2C-2C in [Fig. 2A](#).
- [0017] [Fig. 2D](#) zeigt eine dritte Querschnittsansicht des ersten Ventils längs der Linie 2D-2D in [Fig. 2A](#).
- [0018] [Fig. 2E](#) zeigt eine vierte Querschnittsansicht des ersten Ventils längs der Linie 2E-2E in [Fig. 2A](#).
- [0019] [Fig. 2F](#) zeigt eine fünfte Querschnittsansicht des ersten Ventils längs der Linie 2F-2F in [Fig. 2A](#).
- [0020] [Fig. 2G](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Schweißraupe, die in [Fig. 2D](#) dargestellt ist.
- [0021] [Fig. 3A](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines ersten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung einer Substratschweißstelle gemäß des ersten Ausführungsbeispiels.
- [0022] [Fig. 3B](#) zeigt eine Querschnittsansicht des ersten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung einer Substratschweißstelle längs der Linie 3B-3B in [Fig. 3A](#).
- [0023] [Fig. 3C](#) zeigt eine Querschnittsansicht wie in [Fig. 3B](#) des ersten Verbindungsarbeitsvorganges nach der Bildung der Substratschweißstelle.
- [0024] [Fig. 3D](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines zweiten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung der Kanalschweißstellen gemäß des ersten Ausführungsbeispiels.
- [0025] [Fig. 3E](#) zeigt eine Querschnittsansicht des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung der Kanalschweißstellen längs der Linie 3E-3E in [Fig. 3D](#).
- [0026] [Fig. 3F](#) zeigt eine Querschnittsansicht wie [Fig. 3E](#) des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges nach der Bildung der Kanalschweißstellen.
- [0027] [Fig. 3G](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges wie in [Fig. 3D](#) nach der Bildung der Kanalschweißstellen.
- [0028] [Fig. 4A](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines zweiten Ventils gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.
- [0029] [Fig. 4B](#) zeigt eine erste Querschnittsansicht des zweiten Ventils längs der Linie 4B-4B in [Fig. 4A](#).
- [0030] [Fig. 4C](#) zeigt eine zweite Querschnittsansicht des zweiten Ventils längs der Linie 4C-4C in [Fig. 4A](#).
- [0031] [Fig. 4D](#) zeigt eine dritte Querschnittsansicht des zweiten Ventils längs der Linie 4D-4D in [Fig. 4A](#).
- [0032] [Fig. 4E](#) zeigt eine vierte Querschnittsansicht des zweiten Ventils längs der Linie 4E-4E in [Fig. 4A](#).
- [0033] [Fig. 4F](#) zeigt eine fünfte Querschnittsansicht des zweiten Ventils längs der Linie 4F-4F in [Fig. 4A](#).
- [0034] [Fig. 4G](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Schweißraupe, die in [Fig. 4D](#) dargestellt ist.
- [0035] [Fig. 5A](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines ersten Verbindungsarbeitsvorganges nach dem zweiten Ausführungsbeispiel.
- [0036] [Fig. 5B](#) zeigt eine Querschnittsansicht des ersten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung einer Substratschweißstelle längs der Linie 5B-5B in [Fig. 5A](#).
- [0037] [Fig. 5C](#) zeigt eine Querschnittsansicht wie in [Fig. 5B](#) des ersten Verbindungsarbeitsvorganges nach der Bildung der Substratschweißstelle.
- [0038] [Fig. 5D](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines zweiten Verbindungsarbeitsvorganges nach dem zweiten Ausführungsbeispiel.
- [0039] [Fig. 5E](#) zeigt eine Querschnittsansicht des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung der Kanalschweißstellen längs der Linie 5E-5E in [Fig. 5D](#).
- [0040] [Fig. 5F](#) zeigt eine Querschnittsansicht wie in [Fig. 5E](#) des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges nach der Bildung der Kanalschweißstellen.
- [0041] [Fig. 5G](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges wie in [Fig. 5D](#) nach der Bildung der Kanalschweißstellen.
- [0042] [Fig. 6A](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines dritten Ventils nach einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.
- [0043] [Fig. 6B](#) zeigt eine erste Querschnittsansicht des dritten Ventils längs der Linie 6B-6B in [Fig. 6A](#).
- [0044] [Fig. 6C](#) zeigt eine zweite Querschnittsansicht des dritten Ventils längs der Linie 6C-6C in [Fig. 6A](#).
- [0045] [Fig. 6D](#) zeigt eine dritte Querschnittsansicht des dritten Ventils längs der Linie 6D-6D in [Fig. 6A](#).
- [0046] [Fig. 6E](#) zeigt eine vierte Querschnittsansicht

des dritten Ventils längs der Linie 6E-6E in [Fig. 6A](#).

[0047] [Fig. 6F](#) zeigt eine fünfte Querschnittsansicht des dritten Ventils längs der Linie 6F-6F in [Fig. 6A](#).

[0048] [Fig. 6G](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Schweißraupe, die in [Fig. 6D](#) dargestellt ist.

[0049] [Fig. 7A](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines vierten Ventils gemäß des dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

[0050] [Fig. 7B](#) zeigt eine erste Querschnittsansicht des vierten Ventils längs der Linie 7B-7B in [Fig. 7A](#).

[0051] [Fig. 7C](#) zeigt eine zweite Querschnittsansicht des vierten Ventils längs der Linie 7C-7C in [Fig. 7A](#).

[0052] [Fig. 7D](#) zeigt eine dritte Querschnittsansicht des vierten Ventils längs der Linie 7D-7D in [Fig. 7A](#).

[0053] [Fig. 7E](#) zeigt eine vierte Querschnittsansicht des vierten Ventils längs der Linie 7E-7E in [Fig. 7A](#).

[0054] [Fig. 7F](#) zeigt eine fünfte Querschnittsansicht des vierten Ventils längs der Linie 7F-7F in [Fig. 7A](#).

[0055] [Fig. 7G](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Schweißraupe, die in [Fig. 7D](#) dargestellt ist.

[0056] [Fig. 8A](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines ersten Verbindungsarbeitsvorganges nach dem dritten Ausführungsbeispiel.

[0057] [Fig. 8B](#) zeigt eine Querschnittsansicht des ersten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung einer Substratschweißstelle längs der Linie 8B-8B in [Fig. 8A](#).

[0058] [Fig. 8C](#) zeigt eine Querschnittsansicht wie in [Fig. 8B](#) des ersten Verbindungsarbeitsvorganges nach der Bildung der Substratschweißstelle.

[0059] [Fig. 8D](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines zweiten Verbindungsarbeitsvorganges nach dem dritten Ausführungsbeispiel.

[0060] [Fig. 8E](#) zeigt eine Querschnittsansicht des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges vor der Bildung der Kanalschweißstellen längs der Linie 8E-8E in [Fig. 8D](#).

[0061] [Fig. 8F](#) zeigt eine Querschnittsansicht wie in [Fig. 8E](#) des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges nach der Bildung der Kanalschweißstellen.

[0062] [Fig. 8G](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges wie in [Fig. 8D](#) nach der Bildung der Kanalschweißstellen.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG IM EINZELNEN

Einführung

[0063] In der folgenden Beschreibung und den zugehörigen Figuren werden Ventile und verschiedene Verfahren zur Herstellung der Ventile nach der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Beschreibung und die Figuren beziehen sich insbesondere auf Ventile, die den Fluidstrom in Fluidsystemen begrenzen, sperren oder in anderer Weise lenken sowie auf Verfahren zum Herstellen der Ventile. Die beschriebenen Ventile eignen sich insbesondere zur Verwendung bei Fußbekleidungsfluidsystemen und anderen Arten von Sportausrüstungen. Die Konzepte, die in der folgenden Beschreibung und in den Figuren vorgelegt werden, können jedoch auch beispielsweise bei der Medizin-, Kraftfahrzeug- und Weltraumindustrie angewandt werden. Die vorliegende Erfindung ist daher dazu bestimmt, Ventile und Verfahren zur Herstellung der Ventile zu umfassen, die für einen breiten Bereich von Produkten auf verschiedenen Gebieten der Herstellung geeignet sind.

[0064] Ein Beispiel eines Fluidsystems **10** ist in [Fig. 1](#) dargestellt und enthält eine Pumpkammer **20**, eine Leitung **30**, ein Ventil **40** und eine Druckkammer **50**. Die Leitung **30** ist so ausgestaltet, dass sie die Pumpkammer **20** und die Druckkammer **50** in eine Fluidverbindung bringt. Das Ventil **40** befindet sich in der Leitung **30** und ist so ausgestaltet, dass es den Fluidstrom durch die Leitung **30** reguliert, um dadurch die Fluidübertragung zwischen der Pumpkammer **20** und der Druckkammer **50** zu regulieren. Im Allgemeinen nimmt der Druck des Fluids in der Pumpkammer **20** zu, wenn die Pumpkammer **20** zusammengedrückt wird. Wenn der Druck des Fluides in der Pumpkammer **20** den Druck des Fluides in der Druckkammer **50** zuzüglich einer Druckdifferenz übersteigt, die einen Öffnungsdruck des Ventils **40** wiedergibt, wird ein Teil des Fluids in der Pumpkammer **20** auf die Druckkammer **50** übertragen, indem es durch die Leitung **30** und das Ventil **40** geht. Ein Einlass **22** gibt der Pumpkammer **20** einen Zugang zu Fluid, das sich außerhalb des Systems **10** befindet, so dass das Fluid in der Pumpkammer **20** anschließend an eine Übertragung von Fluid auf die Druckkammer **50** wieder aufgefüllt werden kann.

[0065] Die Leitung **30** kann aus zwei Schichten aus einem Polymermaterial mit Rändern gebildet sein, die über eine Umfangsverbindung **60** miteinander verbunden sind, wodurch ein Durchgang zwischen den beiden Schichten gebildet ist. Die beiden Teile, die das Ventil **40** bilden, können daher zwischen den Schichten, die die Leitung **30** bilden, vor der Bildung der Umfangsverbindung **60** angeordnet werden. Andere Teile des Fluidsystems **10** einschließlich der Pumpkammer **20** und der Druckkammer **50** können

in einem Stück mit der Leitung **30** hergestellt werden oder getrennt von der Leitung **30** hergestellt werden und anschließend daran angebracht werden.

[0066] Das Ventil **40** kann ein Einwegeventil sein, das auch als Rückschlagventil bezeichnet wird und einen Fluidstrom von der Pumpkammer **20** zur Druckkammer **50** zulässt jedoch einen Fluidstrom in die umgekehrte Richtung verhindert oder sperrt. Die folgende Beschreibung zeigt mehrere Ventile **100**, **200** und **300** und Verfahren zum Herstellen der Ventile **100**, **200** und **300**, die das Ventil **40** ersetzen können. Die Ventile **100**, **200** und **300** sind auch zur Verwendung an anderen Teilen des Fluidsystems **10** geeignet. Eines der Ventile **100**, **200** oder **300** kann beispielsweise im Einlass **22** angeordnet sein, um zu verhindern, dass Fluid die Pumpkammer **20** durch den Einlass **22** verlässt. Die Ventile **100**, **200** und **300** können weiterhin als Entlastungsventile verwandt werden, die es erlauben, dass Fluid aus dem Fluidsystem nur dann austritt, wenn eine bestimmte Druckdifferenz in einem bestimmten Teil des Fluidsystems erreicht ist.

[0067] Bei einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung werden ein Ventil **100** und ein Verfahren zum Herstellen des Ventils **100** in einem Stück mit Teilen des Fluidsystems beschrieben. Das Ventil **100** kann auch separat vom Fluidsystem hergestellt werden und anschließend in das Fluidsystem eingebaut werden. Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung werden ein Ventil **200** und ein Verfahren zum Herstellen des Ventils **200** in einem Stück mit Teilen eines Fluidsystems beschrieben. Die vorliegende Erfindung beschreibt auch ein drittes Ausführungsbeispiel, nämlich ein Ventil **300** mit einer anderen Ausgangsgeometrie, die eine Öffnung einschließt, die in einer der Ventilschichten ausgebildet ist.

[0068] Das Fluidsystem **10** ist ein Beispiel eines Fluidsystems, das geeignet ist, die Ventile der vorliegenden Erfindung einzubauen. Eine Vielzahl anderer Fluidsysteme mit verschiedenem Maß an Komplexität sollen allerdings auch in den Umfang der vorliegenden Erfindung fallen. Der spezifische Aufbau des Fluidsystems kann vom Fachmann in Abhängigkeit von den speziellen Erfordernissen gewählt werden, für die das Fluidsystem verwandt werden soll.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0069] Die Bauteile und die Funktion eines Ventils **100**, das in **Fig. 2** dargestellt ist, werden im Folgenden mehr im Einzelnen beschrieben. Das Ventil **100** weist eine erste Ventilschicht **110a** und eine zweite Ventilschicht **110b** auf, die zwischen einer ersten Substratschicht **120a** und einer zweiten Substratschicht **120b** angeordnet sind. Bezüglich des Fluid-

systems **10** sind die Substratschichten **120** analog zu den beiden Polymerschichten, die die Pumpkammer **20**, die Leitung **30** oder die Druckkammer **50** beispielsweise bilden. Ein Fachmann wird jedoch erkennen, dass die Substratschichten **120** auch die Materialien sein können, die andere Arten von Bauteilen des Fluidsystems bilden.

[0070] Die erste Ventilschicht **110a** und die zweite Ventilschicht **110b** sind entlang gegenüberliegender Seiten miteinander verbunden, um zwei Kanalschweißstellen **130** zu bilden, und begrenzen einen Kanal **140**, der sich zwischen den Ventilschichten **110** und zwischen den Kanalschweißstellen **130** befindet. Der Kanal **140** weist einen Einlass **142** und einen Auslass **144** auf. Der Einlass **142** ist in die geöffnete Stellung durch zwei Einlassschweißraupen **146** vorgespannt, die aus dem Polymermaterial gebildet sind, das sich im Einlass **142** und neben den Kanalschweißstellen **130** während der Verbindung der ersten Ventilschicht **110a** und der zweiten Ventilschicht **110b** sammelt. Der Auslass **144** befindet sich dem Einlass **142** gegenüber und kann aus den nicht verbundenen Teilen der Ventilschichten **110** gebildet sein. Jede Ventilschicht **110** weist eine Außenfläche **112** und eine gegenüberliegende Innenfläche **114** auf. Bezüglich der Ventilschicht **110a** liegt die Außenfläche **112a** neben der Substratschicht **120a** und liegt die Innenfläche **114a** neben der Ventilschicht **110b**. In ähnlicher Weise weist die Ventilschicht **110b** eine Außenfläche **112b**, die neben der Substratschicht **120b** liegt, und eine gegenüberliegende Fläche **114b** auf, die neben der Ventilschicht **110a** liegt.

[0071] Das Ventil **100** weist weiterhin zwei Substratschweißstellen **150** auf, die die Ventilschichten **110** an die Substratschichten **120** anbringen. Die Substratschweißstellen **150** bringen insbesondere die Ventilschicht **110a** an die Substratschicht **120a** und die Ventilschicht **110b** an die Substratschicht **120b**. Wie es in **Fig. 2** dargestellt ist, befinden sich die Substratschweißstellen **150** neben dem Einlass **142**. Die Substratschweißstellen **150** können auch neben anderen Teilen des Ventils **100** angeordnet sein.

[0072] Im Betrieb erlaubt das Ventil **100** einen Fluidstrom durch den Kanal **140** und in die Richtung vom Einlass **142** zum Auslass **144**. Das Ventil **100** beschränkt jedoch deutlich den Fluidstrom in die entgegengesetzte Richtung. Wie erwähnt spannen die Einlassschweißraupen **146** den Einlass **142** in die offene Stellung vor. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass das Fluid im Fluidsystem wenigstens an dem Teil des Kanals **140** eintreten kann, der vom Einlass **142** gebildet wird. Der Haupteinflussfaktor, der bestimmt, ob das Fluid durch das Ventil **100** gehen kann, ist der relative Unterschied im Druck zwischen dem Fluid im Einlass **142** und dem Fluid am Auslass **144**. Wenn der Druck des Fluides im Einlass **142** den Druck des

Fluides am Auslass **144** zuzüglich eines Öffnungsdruckes des Ventils **100** überschreitet, reicht die Kraft, die das Fluid im Einlass **142** auf die Innenflächen **114** der Ventilschichten **110** ausübt, aus, um die Kraft zu überwinden, die das Fluid am Auslass **144** auf die Außenflächen **112** ausübt, wodurch sich die Ventilschichten **110** trennen können. Wenn sich die Ventilschichten **110** trennen, kann Fluid durch den Kanal **140** gehen. Wenn der Druck des Fluides im Einlass **142** kleiner als der Druck des Fluides am Auslass **144** ist, reicht jedoch die Kraft, die das Fluid im Einlass **142** auf die Innenflächen **114** der Ventilschichten **110** ausübt, nicht aus, um die Kraft zu überwinden, die das Fluid am Auslass **144** auf die Außenflächen **112** ausübt, wodurch verhindert wird, dass sich die Ventilschichten **110** trennen. Wenn die Ventilschichten **110** nicht getrennt sind, ist der Kanal **140** effektiv für eine Fluidübertragung geschlossen.

[0073] Der Auslass **144** hilft dabei, den Durchgang des Fluids durch das Ventil **100** zu verhindern, indem er sicherstellt, dass die Ventilschichten **110** in einem hermetischen Kontakt miteinander stehen. Es ist anzumerken, dass die Kanalschweißstellen **130** sich über weniger als die gesamte Länge der Ventilschichten **110** erstrecken können. Dementsprechend kann der Auslass **144** nicht miteinander verbundene Teile der Ventilschichten **110** einschließen. Der Mangel an Bindungen am Auslass **144** ermöglicht ein unbehindertes Schließen am Auslass **144**, wodurch ein hermetischer Kontakt zwischen den Ventilschichten **110** hergestellt wird, der verhindert, dass Fluid zwischen den Ventilschichten **110** hindurchgeht. Die Innenflächen **114** können eine glatte kohäsive Oberfläche haben, die das Schließen des Ventils **100** erleichtert. Dementsprechend können auch die Eigenschaften der Innenflächen **114** zu dem hermetischen Kontakt beitragen und eine Fluidströmung in einer Richtung durch das Ventil **100** erleichtern.

[0074] Die Materialien, die die Ventilschichten **110** und die Substratschichten **120** bilden, sollten einige Eigenschaften haben. Zunächst sollten die Materialien es erlauben, die Schweißstellen **130** und **150** sicher zwischen den verschiedenen Materialschichten unter Verwendung von Standardtechniken beispielsweise thermischen Kontakt, Hochfrequenzenergielaser- und Infrarotschweißen zu bilden. Zum zweiten sollten die Materialien im Wesentlichen für die Fluide wie beispielsweise Luft und undurchlässig sein. Zum Dritten sollten die Materialien eine ausreichende Biegsamkeit haben, damit das Ventil **100** in der oben beschriebenen Weise arbeiten kann. Zum Vierten sollten die Materialien eine Dauerhaftigkeit haben, die es erlaubt, dass das Ventil **100** über zahlreiche Betriebszyklen arbeitet. Zum Fünften können die Materialien so gewählt sein, dass sie hydrolysebeständig sind oder gegenüber einer chemischen Zersetzung beim Vorliegen von Wasser beständig sind, wenn um das Ventil **100** herum Wasser oder Wasserdampf vorlie-

gen kann. Auf der Grundlage dieser Überlegungen schließen geeignete Materialien thermoplastisches Polyurethan, Urethan, Polyvinylchlorid und Polyethylen ein. Wenn das Ventil **100** aus einem thermoplastischen Polyurethan gebildet ist, liegt die geeignete Stärke der Ventilschichten **110** bei 0,018 Inch (0,46 mm), sie kann jedoch im Bereich von 0,004 Inch (0,10 mm) bis 0,035 Inch (0,89 mm) beispielsweise liegen. In ähnlicher Weise beträgt die geeignete Stärke für die Substratschichten **120** 0,030 Inch (0,76 mm), sie kann jedoch auch im Bereich von 0,015 Inch (0,38 mm) bis 0,050 Inch (1,27 mm) beispielsweise liegen. Die Stärke der Ventilschichten **110** und die Stärke der Substratschichten **120** können von den oben angegebenen Bereichen jedoch in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung des Ventils **100**, von den verwandten Materialien und Herstellungsverfahren und den Eigenschaften abweichen, die das Ventil **100** dem Fluidsystem geben soll.

[0075] Ein Vorteil der Anordnung der Substratschweißstellen **150** neben dem Einlass **142** liegt in dem relativ großen Bereich der Außenflächen **112**, der dem Fluid am Auslass **144** ausgesetzt ist. Wie es oben erwähnt wurde, ist dann, wenn der Druck des Fluides im Einlass **142** kleiner als der Druck des Fluides am Auslass **144** ist, die Kraft, die das Fluid im Einlass **142** auf die Innenfläche **114** der Ventilschichten **110** ausübt, nicht ausreichend, um die Kraft zu überwinden, die das Fluid am Auslass **144** auf die Außenflächen **112** ausübt, wodurch verhindert wird, dass sich die Ventilschichten **110** trennen und ein Fluidstrom durch das Ventil **100** verhindert wird. Durch die Ausgestaltung der Position der Ventilschichten **110** derart, dass ein relativ großer Bereich der Außenflächen **112** dem Fluid am Auslass **144** ausgesetzt ist, nimmt der Kontaktbereich zwischen den Innenflächen **114** proportional zu. Die Hauptfunktion, die verhindert, dass Fluid durch das Ventil **100** hindurchgeht, sind die hermetischen Kontakteigenschaften der Innenflächen **114**. Es wird daher ein höherer Wirkungsgrad erzielt, wenn ein relativ großer Teil der Außenflächen **112** dem Fluid am Auslass ausgesetzt ist.

[0076] Im Folgenden wird anhand der **Fig. 3** ein Verfahren zur Herstellung des Ventils **100** in einem Stück mit den Substratschichten **120** beschrieben. Der Fachmann wird erkennen, dass das Ventil **100** auch von den Substratschichten **120** getrennt hergestellt werden kann und anschließend in ein Fluidsystem eingebaut werden kann, indem die Schritte des Verfahrens weggelassen werden, die sich auf die Substratschichten **120** beziehen. Im Allgemeinen umfasst das Verfahren zwei Verbindungsvorgänge. Der erste Verbindungsvorgang, der in den **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** dargestellt ist, bildet eine erste Teilbaugruppe und eine zweite Teilbaugruppe, die jeweils eine Substratschicht **120** und eine Ventilschicht **110** aufweisen. Das heißt insbesondere, dass

der erste Verbindungsarbeitsvorgang die erste Teilbaugruppe dadurch bildet, dass ein Teil der Ventilschicht **110a** mit der Substratschicht **120a** verbunden wird, um eine Substratschweißstelle **150a** zu bilden. Der erste Verbindungsarbeitsvorgang bildet auch eine zweite Teilbaugruppe über einen ähnlichen Arbeitsvorgang, der das Verbinden eines Teils der Ventilschicht **110** mit der Substratschicht **120** zur Bildung einer Substratschweißstelle **150** einschließt. In einem zweiten Verbindungsarbeitsvorgang, der in den [Fig. 3D](#) bis [Fig. 3F](#) dargestellt ist, werden die Teilbaugruppen so ausgerichtet, dass die Ventilschichten **110** in Kontakt kommen und die Ventilschichten **110** zwischen den Substratschichten **120** angeordnet sind. Kanalschweißstellen **130** und Einlassschweißraupen **146** werden anschließend gebildet, wodurch die Herstellung des Ventils **100** abgeschlossen wird. Wie es später im Einzelnen beschrieben wird, kann ein Blockiermaterial auf die Außenflächen **112** der Ventilschichten **110** aufgebracht werden, um zu verhindern, dass sich zusätzliche Verbindungen zwischen den Ventilschichten **110** und den Substratschichten **120** während des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges bilden. Alternativ kann das Blockiermaterial auch auf die Außenflächen der Substratschichten **120** aufgebracht werden oder kann das Blockiermaterial ein zusätzlicher Teil des Materials sein, das zwischen den Ventilschichten **110** und den Substratschichten **120** angeordnet wird. Das Blockiermaterial ist jedoch nicht notwendig, um das Ventil **100** herzustellen.

[0077] Vor der Ausführung des ersten Verbindungsarbeitsvorganges werden die Ventilschichten **110** einzeln gebildet. Die Ventilschichten **110** sind so dargestellt, als hätten sie eine rechteckige Geometrie, sie können jedoch auch viele andere Geometrien haben, die gleichfalls zur Bildung des Ventils **100** geeignet sind und eine quadratische, runde, trapezförmige oder unregelmäßige Geometrie einschließen. Eine Überlegung bezüglich der Geometrie der Ventilschichten **110** ist die sich ergebende Länge des Kanals **140**. Ein Kanal **140** mit einer relativ großen Länge kann einen größeren Öffnungsdruck und einen niedrigeren Strömungsdurchsatz als beispielsweise ein Kanal **140** mit einer relativ kurzen Länge haben. In ähnlicher Weise kann ein Auslass **144** mit nicht verbundenen Teilen der Ventilschichten **110**, die einen relativ großen Oberflächenbereich haben, wirksamer als nicht verbundene Teile der Ventilschichten **110** mit einem relativ kleinen Oberflächenbereich abdichten. Der Auslass **144** kann auch so gebildet werden, dass er sich nach außen und um den Teil des Kanals **140** neben dem Auslass **144** erweitert. Dementsprechend können die Ventilschichten **110** viele verschiedene Geometrien haben und wird die spezielle Geometrie in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung, für die das Ventil **100** benutzt werden soll, und den spezifischen Eigenschaften gewählt, die das Ventil **100** haben soll. Beispiele der Eigen-

schaften, die durch Änderungen der Geometrie oder den Materialien beeinflusst werden können, sind der Öffnungsdruck, der Strömungsdurchsatz und der Rückströmungsdurchsatz. Bezüglich des Ventilsystems **10** kann ein Ventil **100** mit einem hohen Öffnungsdruck als Entlastungsventil für die Druckkammer **50** verwandt werden, um dadurch den Gesamtdruck in der Druckkammer **50** zu begrenzen. Das Ventil **22** des Fluidsystems **10** kann auch so ausgestaltet sein, dass es einen bestimmten Öffnungsdruck hat, um den Druck sowohl in der Pumpkammer **20** als auch in der Druckkammer **50** zu begrenzen.

[0078] Wenn die Ventilschichten **110** gebildet sind, werden sie bezüglich der Substratschichten **120** positioniert. Im typischen Fall werden die Substratschichten **120** zu einem oder mehreren Teilen eines Fluidsystems. Bezüglich des Systems **10** können beispielsweise die Substratschichten **120** die gegenüberliegenden Seiten der Leitung **30** bilden. Die Ventilschichten **110** sollten dementsprechend auf den Substratschichten **120** derart positioniert werden, dass der Einlass **142** von der Seite der Leitung **30** neben der Pumpkammer **20** fluidzugänglich ist und der Auslass **144** von der Seite der Leitung **30** neben der Druckkammer **50** fluidzugänglich ist, um dadurch die Pumpkammer **20** in Fluidverbindung mit der Druckkammer **50** zu bringen.

[0079] Anschließend an die Positionierung der Ventilschicht **110a** bezüglich der Substratschicht **120a** kann die Substratschweißstelle **150a** gebildet werden. Hochfrequenzschweißen (RF), das Hochfrequenzenergie verwendet, ist ein technisches Verfahren, das dazu benutzt werden kann, zwei oder mehr Polymerschichten zu verbinden. Andere geeignete technische Verbindungsverfahren schließen ein Wärmekontaktschweißen, ein Laserschweißen und ein Infrarotschweißen ein. Bezüglich des Hochfrequenzschweißens drückt eine Hochfrequenzpressplatte die gewünschten Verbindungsbereiche zusammen und wird diese Hochfrequenzpressplatte aktiviert, so dass die Kontaktbereiche mit Hochfrequenzenergie auf einem bestimmten Pegel für ein bestimmtes Zeitintervall bestrahlt werden. Die Hochfrequenzenergie wird durch die Polymerschichten absorbiert und die Temperatur der Polymerschichten steigt soweit an, dass Teile der Polymerschichten schmelzen. Der an den geschmolzenen Polymerschichten liegende Druck in Verbindung mit der anschließenden Abkühlung bildet eine Schweißstelle an der Grenzfläche zwischen den Polymerschichten. Im typischen Fall sammelt sich ein Teil der geschmolzenen Polymerschichten an den Rändern der Hochfrequenzpressplatte aufgrund des Druckes, den die Hochfrequenzpressplatte auf den Kontaktbereich ausübt. Das gesammelte Polymer kühlt dann ab, so dass sich eine Schweißraupe aus dem vorher geschmolzenen Polymermaterial bildet, die den Schweißbereich umgibt. Bei Anwendungen, bei denen eine Schweißraupe un-

erwünscht ist, oder dann, wenn eine Schweißraupe an bestimmten Stellen unerwünscht ist, kann ein Schweißstromrichter der Hochfrequenzpressplatte zugegeben sein. Eine Hochfrequenzpressplatte weist oftmals eine Oberfläche auf, die die Polymerschichten kontaktiert, an diese einen Druck legt und diese erwärmt. Der Schweißstromrichter ist eine Verlängerung der Kontaktfläche, die keine Hochfrequenzenergie zur Bildung von Verbindungen zwischen den Polymerschichten erzeugt. Stattdessen verteilt der Schweißstromrichter den Druck der Hochfrequenzpressplatte über einen größeren Flächenbereich, um dadurch die Bildung einer Schweißraupe zu verhindern. Schweißstromrichter bestehen oftmals aus einem nicht leitenden Material oder einem Material, das weniger als der Verbindungsteil der Hochfrequenzpressplatte leitet. Es sei anzumerken, dass das Fehlen eines Schweißstromrichters an einer bestimmten Stelle dazu herangezogen werden kann, eine Schweißraupe an der bestimmten Stelle zu platzieren.

[0080] In den [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) sind die Ventilschicht **110a**, die Substratschicht **120a** und die Hochfrequenzpressplatte **160** in ihren relativen Positionen zum Zweck des ersten Verbindungsarbeitsvorgangs dargestellt. Die Hochfrequenzpressplatte **160** schließt einen Verbindungsteil **162** und einen Schweißstromrichterteil **164** ein. Der Verbindungsteil **162** erzeugt Hochfrequenzenergie, die die Substratschweißstelle **150a** bildet. Die Kontaktfläche des Verbindungsteils **162** hat eine rechteckige Form mit Abmessungen, die ausreichen, die Ventilschicht **110a** mit der Substratschicht **120a** über wenigstens die Breite des Einlasses **142** zu verbinden. Dementsprechend wird der Verbindungsteil **162** wenigstens einen Teil der Breite der Ventilschicht **110a** erwärmen und mit der Substratschicht **120a** verbinden. Der Schweißstromrichterteil **164** ist so gestaltet, dass er die Bildung einer Schweißraupe neben der Substratschweißstelle **150a** und zwischen anderen Teilen der Ventilschicht **110a** und der Substratschicht **120a** verhindert. Dementsprechend legt der Schweißstromrichter **164** einen zusätzlichen Druck auf den Teil der Ventilschicht **110a**, der mit der Substratschicht **120a** unverbunden bleiben soll. Der Schweißstromrichterteil **164** ist jedoch nicht so gestaltet, dass er die Bildung einer Schweißraupe um die anderen Teile der Substratschweißstelle **150a** verhindert. Bei weiteren Ausführungsbeispielen kann sich der Schweißstromrichterteil **164** teilweise oder vollständig um den Verbindungsteil **162** erstrecken.

[0081] Um die Substratschweißstelle **150a** zu bilden, werden die Substratschicht **120a** und die Ventilschicht **110a** zwischen der Hochfrequenzpressplatte **160** und einer weiteren Oberfläche wie beispielsweise einer ebenen Platte oder einer anderen Pressplatte (nicht dargestellt) angeordnet und zusammengedrückt. [Fig. 3B](#) zeigt in einer Querschnittsansicht die

Positionen der Hochdruckfrequenzpressplatte **160**, der Substratschicht **120a** und der Ventilschicht **110a** vor ihrer Verbindung. [Fig. 3C](#) zeigt die Bauteile anschließend an die Bildung der Substratschweißstelle **150a**. Wenn die Substratschweißstelle **150a** gebildet ist, ist die erste Teilbaugruppe fertig gestellt.

[0082] Die Hochfrequenzpressplatte **160** ist so dargestellt, dass sie eine abgestufte Form zwischen dem Verbindungsteil **162** und dem Schweißstromrichterteil **164** hat. Wenn Hochfrequenzenergie vom Verbindungsteil **162** ausgesandt wird, werden der Teil der Ventilschicht **110a**, der in Kontakt mit dem Verbindungsteil **162** steht, und ein entsprechender Teil der Substratschicht **120a** schmelzen. Ein Teil des geschmolzenen Polymermaterials wird aus dem Verbindungsbereich fließen, wodurch die Gesamtstärke der Schichten **110a** und **120a** neben dem Verbindungsteil **162** abnimmt, wie es in [Fig. 3C](#) dargestellt ist. Der Verbindungsteil **162** wird daher in die Substratschicht **120a** einsinken, während der Schweißstromrichterteil **164** auf der Ebene der Substratschicht **120a** bleiben wird. Ein geeignetes Material für die Ventilschichten **110** und die Substratschichten **120** ist thermoplastisches Urethan, wie es oben beschrieben wurde. Schweißstellen, die zwischen zwei Schichten aus thermoplastischem Urethan gebildet werden, haben eine ausreichende Festigkeit und Dauerhaftigkeit, wenn die Stärke des Schweißbereiches auf annähernd die Hälfte der Gesamtstärke der Schichten vor dem Schweißen verringert wird. Der Verbindungsteil **162** kann dementsprechend durch die abgestufte Form, die oben beschrieben wurde, so gestaltet sein, dass er in die Substratschicht **120a** bis auf eine Tiefe einsinkt, die gleich der Hälfte der unverschweißten Stärke der Ventilschicht **110a** und der Substratschicht **120a** ist.

[0083] Anschließend an die Bildung der ersten Teilbaugruppe kann die zweite Teilbaugruppe unter Verwendung eines ähnlichen Arbeitsvorgangs gebildet werden. Die zweite Teilbaugruppe schließt die zweite Substratschicht **120b** und die zweite Ventilschicht **110b** ein, die miteinander zur Bildung der Substratschweißstelle **150b** verbunden werden. Die oben bezüglich der Bildung der ersten Teilbaugruppe beschriebenen Konzepte sind auch auf die zweite Teilbaugruppe anwendbar. Die folgende Beschreibung wird sich daher auf die verbleibenden Teile des Herstellungsprozesses konzentrieren.

[0084] Der zweite Verbindungsarbeitsvorgang verbindet die erste Teilbaugruppe mit der zweiten Teilbaugruppe um ein Ventil **100** zu bilden. Wenn das Ventil **100** in Fluidsysteme eingebaut wird, die komplizierter als das Fluidsystem **10** sind, können weitere Verbindungsarbeitsvorgänge notwendig sein, um weitere Bauteile des Fluidsystems zu bilden. Das Ventil **100** ist jedoch grundsätzlich über die beschriebenen zwei Verbindungsarbeitsvorgänge herstellbar.

Der Fachmann wird in der Lage sein, das beschriebene Verfahren so abzuwandeln, dass das Ventil **100** in kompliziertere Fluidsysteme integriert wird.

[0085] Wie es in den [Fig. 3D](#) und [Fig. 3E](#) dargestellt ist, werden die erste und die zweite Teilbaugruppe so ausgerichtet, dass die erste Ventilschicht **110a** neben der zweiten Ventilschicht **110b** liegt und die erste Substratschweißstelle **150a** neben der zweiten Substratschweißstelle **150b** liegt. D. h., dass die Ventilschichten **110** zwischen den Substratschichten **120** angeordnet werden und dass Teile der ersten Ventilschicht **110a** zu entsprechenden Teilen der zweiten Ventilschicht **110b** ausgerichtet werden. Herkömmliche Verfahren können dazu benutzt werden, die erste Teilbaugruppe zur zweiten Teilbaugruppe in passender Weise auszurichten. Vorzugsweise können Positionierungsstifte, die Öffnungen in jeder der Teilbaugruppen entsprechen, dazu benutzt werden, fest und in einfacher Weise die Teilbaugruppen während der Herstellung auszurichten. Die Positionierungsstifte können auch in vorhergehenden Teilen des Verfahrens dazu benutzt werden, die Teilbaugruppen zu bilden, um dadurch sicher zu stellen, dass die Ventilschichten **110** in passender Weise während der Verbindung mit den Substratschichten **120** ausgerichtet sind.

[0086] Wenn die Teilbaugruppen in passender Weise ausgerichtet sind, werden eine Hochfrequenzpressplatte **170a** und eine separate Hochfrequenzpressplatte **170b** auf beiden Seiten der ausgerichteten Teilbaugruppen angeordnet und dazu benutzt, Kanalschweißstellen **130** zu bilden. Die Hochfrequenzpressplatte **170** kann auch einen Teil aufweisen, der die Substratschichten **120** miteinander verbindet, um beispielsweise die Leitung **30** im Fluidsystem **10** zu bilden. Es sei darauf hingewiesen, dass der zweite Verbindungsarbeitsvorgang mit einer einzigen Hochfrequenzpressplatte **170** abgeschlossen werden kann. Die Hochfrequenzpressplatten **170** weisen jeweils einen Verbindungsteil **172** und einen Schweißstromrichterteil **174** auf. Die Teile der Hochfrequenzpressplatten **170**, die dazu verwandt werden, die Substratschichten **120** miteinander zu verbinden, fehlen in der Darstellung der Hochfrequenzpressplatten **170** in [Fig. 3D](#). Die vorliegende Beschreibung wird sich daher auf die Verbindung der Ventilschichten **110** konzentrieren.

[0087] Zusätzlich zu der Bildung der Kanalschweißstellen **130** verhindert der zweite Verbindungsarbeitsvorgang die Bildung von Einlassschweißraupen **146** neben den Kanalschweißstellen **130** mit der Ausnahme des Bereiches des Einlasses **142**. Die Verbindungsteile **172** sind so gestaltet, dass Kanalschweißstellen **130** neben dem Einlass **142** gebildet werden. Die Schweißstromrichterteile **174** sind um Segmente der Verbindungsteile **172** angeordnet, die für die Bildung der Kanalschweißstellen **130** verantwortlich

sind. Die Schweißstromrichterteile **174** befinden sich somit zwischen den Segmenten der Verbindungsteile **172**, die die Kanalschweißstellen **130** ausbilden, um die Bildung von Schweißraupen im Kanal **140** zu verhindern. Die Schweißstromrichterteile **174** erstrecken sich auch über den Bereich des Auslasses **144**, jedoch nicht zwischen den Segmenten der Verbindungsteile **172** im Bereich des Einlasses **142**. Diese Gestaltung veranlasst die Bildung von Einlassschweißstellen **146** zwischen den Ventilschichten **110** und im Einlass **142**. Wie oben beschrieben bringen die Einlassschweißraupen **146** den Einlass **142** in die geöffnete Stellung, wodurch der Eintritt von Fluid in den Einlass **142** erleichtert ist.

[0088] Wenn die Teilbaugruppen zu den Hochfrequenzpressplatten **170** ausgerichtet sind, werden die Teilbaugruppen zwischen den Hochfrequenzpressplatten **170** zusammengedrückt, um Kanalschweißstellen **130** zu bilden. Darüber hinaus sammeln sich überschüssige geschmolzene Teile der Ventilschichten **110** neben dem Einlass **142**, um Einlassschweißraupen **146** zu bilden, da in diesem Bereich Schweißstromrichterteile **174** fehlen. [Fig. 3E](#) zeigt in einer Querschnittsansicht die Hochfrequenzpressplatten **170** und die Teilbaugruppen vor dem zweiten Verbindungsarbeitsvorgang. [Fig. 3F](#) zeigt die Bauteile anschließend an die Bildung der Kanalschweißstellen **130**.

[0089] Die verschiedenen Bereiche der Hochfrequenzpressplatten **170** sind in den [Fig. 3D](#) bis [Fig. 3F](#) so dargestellt, dass sie eine abgestufte oder versetzte Form haben. Während die Hochfrequenzpressplatte **160** zwei versetzte Flächen, nämlich eine für den Verbindungsteil **162** und eine zweite für den Schweißstromrichterteil **164** hat, hat die Hochfrequenzpressplatte **170** drei versetzte Flächen. Eine sorgfältige Betrachtung der vorhergehenden Beschreibung der Figuren wird zeigen, dass ein erster Teil jeder Kanalschweißstelle **130** Teile der Ventilschichten **110** verbindet, die dazu verwandt werden, einen Teil der Substratschweißstellen **150** zu bilden, und dass ein zweiter Teil jeder Kanalschweißstelle **130** vorher nicht verbundene Teile der Ventilschichten **110** verbindet. Ein erster Teil jedes Verbindungsteils **172** ist dementsprechend so gestaltet, dass er in die Senke passt, die durch die Substratschweißstelle **150** gebildet ist, wie es in den [Fig. 3E](#) und [Fig. 3F](#) dargestellt ist, ein zweiter Teil jedes Verbindungsteils **172** ist gegenüber dem ersten Teil des Verbindungsteils **172** versetzt und so gestaltet, dass er die vorher nicht verbundenen Teile der Ventilschichten **110** verbindet, und der Schweißstromrichterteil **174** ist weiter versetzt und so gestaltet, dass er die Ventilschichten **110** und die Substratschichten **120** zusammendrückt, um die Bildung einer Schweißraupe zu vermeiden.

[0090] Bei dem oben beschriebenen Verfahren sind die Substratschweißstellen **150**, die beim ersten Ver-

bindungsarbeitsvorgang gebildet werden, einzelne Befestigungsstellen zwischen den Ventilschichten **110** und den Substratschichten **120**. Um zusätzliche Verbindungen zwischen den Ventilschichten **110** und den Substratschichten **120** während des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges zu verhindern, kann ein Blockiermaterial auf einen Teil der Außenflächen **112** vor dem ersten Verbindungsarbeitsvorgang aufgebracht werden. Alternativ kann das Blockiermaterial auf die Oberflächen der Substratschichten **120** aufgebracht werden, oder kann das Blockiermaterial ein zusätzliches Element des Materials sein, das zwischen den Ventilschichten **110** und den Substratschichten **120** angeordnet wird. Die Blockiermaterialien verhindern eine Vermischung der geschmolzenen Polymermaterialien von zwei benachbarten Schichten und bilden daher eine wirksame Möglichkeit, über die eine Verbindung verhindert wird. Das Blockiermaterial sollte neben dem Teil der Außenflächen **112** aufgebracht oder angeordnet werden, an dem sonst eine Verbindung auftreten würde, jedoch nicht an den Teilen der Außenflächen **112**, wo die Verbindung auftreten soll. Das Blockiermaterial sollte beispielsweise nicht auf den Bereich der Außenflächen **112** aufgebracht werden, an denen Substratschweißstellen **150** auftreten sollen, um dadurch die Bildung der Substratschweißstellen **150** während des ersten Verbindungsarbeitsvorganges zu erleichtern. Eine passende Stelle zum Aufbringen eines Blockiermaterials auf die Außenflächen **112** schließt den Bereich ein, der dem Teil der Innenflächen **114** gegenüber liegt, der zur Bildung der Kanalschweißstellen **130** verbunden wird, der jedoch nicht neben dem Einlass **142** liegt. Geeignete Blockiermaterialien schließen Schichten oder Beschichtungen beispielsweise aus Polytetrafluorethylen, Silikon oder Mylar ein. Das Blockiermaterial kann alternativ auf den Außenflächen **112** weggelassen werden, um dadurch eine Verbindung zwischen den Substratschichten **120** und den Ventilschichten **110** während des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges herzustellen. Bei einigen Fluidsystemen arbeitet das Ventil **100** in passender Weise, wenn eine Verbindung zwischen den Substratschichten **120** und den Ventilschichten **110** gebildet ist.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0091] Die Bauteile und Funktionen eines Ventils **200**, das in **Fig. 4** dargestellt ist, werden im Folgenden mehr im Einzelnen beschrieben. Das Ventil **200** enthält eine Ventilschicht **210**, die zwischen einer ersten Substratschicht **220a** und einer zweiten Substratschicht **220b** angeordnet ist. Bezüglich des Fluidsystems **10** sind die Substratschichten **220** zu den beiden Polymerschichten analog, die die Pumpenkammer **20**, die Leitung **30** oder die Druckkammer **50** beispielsweise bilden. Ein Fachmann wird jedoch erkennen, dass die Substratschichten **220** auch Materialien sein können, die andere Arten von Bauteilen des

Fluidsystems bilden.

[0092] Die Ventilschicht **210** weist eine erste Außenfläche **212a**, die neben der Substratschicht **220a** liegt, und eine zweite Außenfläche **212b** auf, die neben der Substratschicht **220b** liegt. Eine Substratschweißstelle **250** wird zwischen der ersten Außenfläche **212a** und der Substratschicht **220a** gebildet, um zu verhindern, dass Fluid zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220a** strömt. Zwei Kanalschweißstellen **230** werden zwischen der zweiten Außenfläche **212b** und der Substratschicht **220b** gebildet, um einen Kanal **240** zu begrenzen, der sich zwischen den Kanalschweißstellen **230** und zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220b** befindet. Der Kanal **240** weist einen Einlass **242** und einen Auslass **244** auf. Der Einlass **242** ist durch die beiden Einlassschweißraupen **246** in die geöffnete Stellung vorgespannt, die aus dem Polymermaterial gebildet sind, das sich im Einlass **242** und neben den Kanalschweißstellen **230** während der Verbindung der Ventilschicht und der Substratschicht **220b** sammelt. Der Auslass **244** befindet sich dem Einlass **242** gegenüber und kann aus den nicht verbundenen Teilen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220b** gebildet sein. Bei dem ersten Ausführungsbeispiel wies das Ventil **100** einen Einlass **142** und einen Auslass **144** auf, die zwischen den Ventilschichten **110** angeordnet waren. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel sind jedoch der Einlass **242** und der Auslass **244** zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220b** gebildet.

[0093] Im Betrieb erlaubt das Ventil **200** einen Fluidstrom durch den Kanal **240** und in die Richtung vom Einlass **242** zum Auslass **244**. Das Ventil **200** beschränkt jedoch in erheblichem Maße den Fluidstrom in die entgegengesetzte Richtung. Wie erwähnt spannen die Einlassschweißraupen **246** den Einlass **242** in die geöffnete Stellung vor. Diese Ausgestaltung stellt sicher, dass das Fluid im Fluidsystem wenigstens an dem Teil des Kanals **240** eintreten kann, der vom Einlass **242** gebildet ist. Der Haupteinflussfaktor, der bestimmt, ob das Fluid durch das Ventil **200** hindurch gehen kann, ist der relative Druckunterschied zwischen dem Fluid im Einlass **242** und dem Fluid am Auslass **244**. Wenn der Druck des Fluides im Einlass **242** den Druck am Auslass **244** zuzüglich eines Öffnungsdruckes des Ventils **200** überschreitet, reicht die Kraft, die das Fluid im Einlass **242** auf die zweite Fläche **212b** der Ventilschicht **210** ausübt, aus, um die Kraft zu überwinden, die das Fluid am Auslass **244** auf die erste Fläche **212a** ausübt, so dass sich die Ventilschicht **210** von der Substratschicht **220b** lösen kann. Wenn sich die Ventilschicht **210** von der Substratschicht **220b** löst, kann Fluid durch den Kanal **240** hindurch gehen. Wenn der Druck des Fluides im Einlass **242** kleiner als der Druck des Fluides am Auslass **244** ist, reicht jedoch die Kraft, die das Fluid im Einlass **242** auf die zweite

Fläche **212b** der Ventilschichten **210** ausübt, nicht aus, um die Kraft zu überwinden, die das Fluid am Auslass **242** auf die ersten Flächen **212a** ausübt, wodurch eine Trennung der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220b** verhindert ist. Wenn die Ventilschicht **210** und die Substratschicht **220b** nicht getrennt sind, ist der Kanal **240** für eine Übertragung des Fluids wirksam geschlossen.

[0094] Der Auslass **244** hilft bei der Vermeidung des Durchgangs von Fluid durch das Ventil **200**, indem er sicherstellt, dass die Ventilschicht **210** und die Substratschicht **220b** einen hermetischen Kontakt miteinander haben. Die Kanalschweißstellen **230** können sich dabei über weniger als die gesamte Länge der Ventilschicht **210** erstrecken. Dementsprechend kann der Auslass **244** nicht verbundene Teile der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220b** aufweisen. Das Fehlen an Verbindungen am Auslass **244** erlaubt ein unbehindertes Schließen am Auslass **244**, wodurch ein hermetisch dichter Kontakt zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220b** vorgesehen wird, der den Durchgang von Fluid durch das Ventil **200** verhindert. Die zweite Fläche **212b** und die zugewandte Fläche der Substratschicht **220b** können eine glatte kohäsive Fläche haben, die das Schließen des Ventils **200** erleichtert. Dementsprechend können die Eigenschaften der zweiten Fläche **212b** und der Oberfläche der Substratschicht **220b** auch zum hermetisch dichten Kontakt beitragen und eine Fluidströmung in einer Richtung durch das Ventil **200** erleichtern.

[0095] Der Fachmann wird erkennen, dass sich das Ventil **100** und das Ventil **200** in zwei wichtigen Aspekten unterscheiden. Zum einen verwendet das Ventil **200** nur eine Ventilschicht **210** statt zwei Ventilschichten **110**. Diese Ausgestaltung eröffnet die Möglichkeit, die Gesamtdicke des Fluidsystems in dem Bereich herabzusetzen, der das Ventil **200** umgibt. Diese Ausgestaltung setzt auch die Materialmenge herab, die zur Bildung des Ventils **200** verwandt wird, wodurch die Gesamtkosten sinken. Zum zweiten vertraut das Ventil **200** auf die Substratschicht **220b** zur Bildung eines Teils des Kanals **240**, wodurch bestehende Bauteile des Fluidsystems dafür verwandt werden, Teile des Ventils **200** zu bilden. Die Materialien, die die Ventilschicht **210** und die Substratschichten **220** bilden, sollten mehrere Eigenschaften haben. Zum Ersten sollten die Materialien eine sichere Bildung der Schweißstellen **230** und **250** zwischen den verschiedenen Materialschichten unter Verwendung von technischen Standardverfahren, wie beispielsweise dem Wärmekontaktschweißen, dem Hochfrequenzschweißen, dem Laserschweißen und dem Infrarotschweißen erlauben. Zum Zweiten sollten die Materialien in ausreichendem Maße für die Fluide wie beispielsweise Luft undurchlässig sein. Zum Dritten sollten die Materialien eine ausreichende Biegsamkeit haben, damit das Ventil **200** in der oben

beschriebenen Weise arbeitet. Zum Vierten sollten die Materialien eine Dauerhaftigkeit haben, die es dem Ventil **200** erlaubt, über zahlreiche Arbeitszyklen zu arbeiten. Zum Fünften sollten die Materialien so gewählt sein, dass sie einer Hydrolyse oder einer chemischen Zersetzung aufgrund des Vorhandenseins von Wasser widerstehen, wenn um das Ventil **200** herum Wasser oder Wasserdampf vorhanden sein kann. Auf der Grundlage dieser Betrachtungen schließen geeignete Materialien thermoplastisches Polyurethan, Urethan, Polyvinylchlorid und Polyethylen ein. Wenn das Ventil **200** aus thermoplastischem Polyurethan gebildet wird, liegt die geeignete Stärke für die Ventilschicht **210** bei 0,018 Inch (0,46 mm), sie kann aber auch im Bereich von 0,004 Inch (0,10 mm) bis 0,035 Inch (0,89 mm) beispielsweise liegen. In ähnlicher Weise liegt eine geeignete Stärke für die Substratschichten **220** bei 0,030 Inch (0,76 mm) sie kann jedoch auch im Bereich von 0,015 Inch (0,38 mm) bis 0,050 Inch (1,27 mm) beispielsweise liegen. Die Stärke der Ventilschicht **210** und die Stärke der Substratschichten **220** können von den oben beschriebenen Bereichen jedoch in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung des Ventils **200**, den Materialien und Herstellungsverfahren, die benutzt werden, und den Eigenschaften abweichen, die das Ventil **200** dem Fluidsystem geben soll.

[0096] Ein Vorteil der Positionierung der Substratschweißstellen **250** neben dem Einlass **242**, wie es in **Fig. 4** dargestellt ist, besteht in dem relativ großen Flächenbereich der ersten Fläche **212a**, die dem Fluid am Auslass **244** ausgesetzt ist. Wenn der Druck des Fluides im Einlass **242** kleiner als der Druck des Fluides am Auslass **244** ist, reicht in der oben beschriebenen Weise die Kraft, die das Fluid im Einlass **242** auf die zweite Fläche **212b** der Ventilschicht **210** ausübt, nicht aus, um die Kraft zu überwinden, die das Fluid am Auslass **244** auf die erste Fläche **212a** ausübt, wodurch ein Trennen der Ventilschicht **210** und eine Fluidströmung durch das Ventil **200** verhindert sind. Durch die Gestaltung der Position der Ventilschicht **210** derart, dass ein relativ großer Flächenbereich der ersten Fläche **212a** dem Fluid am Auslass **244** ausgesetzt ist, nimmt der Kontaktbereich zwischen der zweiten Fläche **212b** und der Substratschicht **220b** proportional zu. Einer der Hauptmechanismen, über den ein Durchgang des Fluides durch das Ventil **200** verhindert wird, sind die hermetisch dichten Kontakteigenschaften der zweiten Fläche **212b** und der Substratschicht **220b**. Es wird daher ein höherer Wirkungsgrad dadurch erreicht, dass ein relativ großer Teil der ersten Fläche **212a** dem Fluid am Auslass **244** ausgesetzt ist.

[0097] Im Folgenden wird anhand von **Fig. 5** ein Verfahren zum Herstellen des Ventils **200** in einem Stück mit den Substratschichten **220** beschrieben. Der erste Verbindungsarbeitsvorgang bildet eine erste Teilbaugruppe, die die Substratschicht **220a** und

die Ventilschicht **210** einschließt. Der erste Verbindungsarbeitsvorgang bildet insbesondere die erste Teilbaugruppe dadurch, dass ein Teil der Ventilschicht **210** mit der Substratschicht **220a** verbunden wird, um die Substratschweißstelle **250** zu bilden. Im zweiten Verbindungsarbeitsvorgang werden die Teilbaugruppen so ausgerichtet, dass die Ventilschicht **210** mit dem passenden Teil der Substratschicht **220b** in Kontakt kommt und sich die Ventilschicht **210** zwischen den Substratschichten **220** befindet. Kanalschweißstellen **230** und Einlassschweißraupen **246** werden anschließend gebildet, wodurch die Herstellung des Ventils **200** abgeschlossen wird. Wie es im Folgenden mehr im Einzelnen beschrieben wird, kann ein Blockiermaterial auf die erste Fläche **212a** der Ventilschicht **210** aufgebracht werden, um zu verhindern, dass zusätzliche Verbindungen zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220a** während des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges gebildet werden. Alternativ kann das Blockiermaterial auf die Oberfläche der Substratschicht **220a** aufgebracht werden oder kann das Blockiermaterial ein zusätzlicher Teil des Materials sein, das sich zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220a** befindet. Das Blockiermaterial ist zur Herstellung des Ventils **200** jedoch nicht notwendig.

[0098] Vor der Durchführung des ersten Verbindungsarbeitsvorganges wird die Ventilschicht **210** gebildet. Die Ventilschicht **210** ist mit einer rechtwinkligen Geometrie dargestellt, sie kann jedoch eine Vielzahl anderer Geometrien haben, die zur Bildung des Ventils **200** geeignet sind und eine quadratische, runde, trapezförmige oder nicht regelmäßige Geometrie einschließen. Eine Betrachtung hinsichtlich der Geometrie der Ventilschichten **210** ist die sich ergebende Länge und Breite des Kanals **240**. Ein Kanal **240** mit einer relativ großen Länge kann zu einem größeren Öffnungsdruck oder zu einem niedrigerem Strömungsdurchsatz beispielsweise als bei einem Kanal **240** mit relativ kurzer Länge führen. Ein Kanal **240** mit einer relativ großen Breite kann zu einem höherem Strömungsdurchsatz und einem niedrigerem Öffnungsdruck beispielsweise führen. In ähnlicher Weise kann ein Auslass **244** mit nicht verbundenen Teilen der Ventilschicht **210**, die einen relativ großen Oberflächenbereich haben, wirksamer abdichten als nicht verbundene Teile der Ventilschicht **210**, die einen relativ kleinen Oberflächenbereich haben. Der Auslass **244** kann auch so gebildet sein, dass er sich nach außen und um den Teil des Kanals **240** neben dem Auslass **244** erweitert. Dementsprechend kann die Ventilschicht **210** verschiedenen Geometrien haben und wird die spezielle Geometrie in Abhängigkeit von der speziellen Anwendung, für die das Ventil **200** benutzt werden soll, und den speziellen Eigenschaften gewählt, die das Ventil **200** haben soll. Beispiele der Eigenschaften, die durch Änderungen in der Geometrie oder den Materialien beeinflusst werden, schließen den Öffnungsdruck, den Strömungsdurchsatz

und den Rückströmungsdurchsatz ein.

[0099] Anschließend an die Bildung der Ventilschicht **210** wird diese bezüglich des Substrats **220** angeordnet. Im typischen Fall werden die Substratschichten **220** zu einem oder mehreren Bauteilen eines Fluidsystems. Bezüglich des Systems **10** beispielsweise können die Substratschichten **220** die gegenüber liegenden Seiten der Leitung **30** bilden. Dementsprechend sollte die Ventilschicht **210** auf der Substratschicht **220b** so angeordnet werden, dass der Einlass **242** von der Seite der Leitung **30** neben der Pumpkammer **20** fluidzugänglich ist und der Auslass **244** von der Seite der Leitung **30** neben der Druckkammer **50** fluidzugänglich ist, um dadurch die Pumpkammer **20** in Fluidverbindung mit der Druckkammer **50** zu bringen.

[0100] Wenn die Ventilschicht **210** bezüglich der Substratschicht **220a** positioniert ist, kann die Substratschweißstelle **250** gebildet werden. In den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sind die Ventilschicht **210**, die Substratschicht **220a** und die Hochfrequenzpressplatte **260** in ihren relativen Positionen dargestellt. Die Hochfrequenzpressplatte **260** weist einen Verbindungsteil **262** und einen Schweißstromrichterteil **264** auf. Der Verbindungsteil **262** erzeugt Hochfrequenzenergie, die die Substratschweißstelle **250** bildet. Die Kontaktfläche des Verbindungsteils **262** hat eine rechtwinklige Form mit Abmessungen, die ausreichen, um die Ventilschicht **210** mit der Substratschicht **220a** quer wenigstens über die Breite des Einlasses **242** zu verbinden. Der Verbindungsteil **262** wird daher wenigstens einen Teil der Breite der Ventilschicht **210** erwärmen und mit der Substratschicht **220a** verbinden. Der Schweißstromrichterteil **264** ist so gestaltet, dass er verhindert, dass sich eine Schweißraupe neben der Substratschweißstelle **250** und zwischen anderen Teilen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220a** bildet. Der Schweißstromrichterteil **264** legt dementsprechend einen zusätzlichen Druck auf den Teil der Ventilschicht **210**, der mit der Substratschicht **220a** unverbunden bleiben soll. Bei der Gestaltung, die in [Fig. 5A](#) dargestellt ist, ist der Schweißstromrichterteil **264** nicht so geformt, dass er die Bildung einer Schweißraupe um andere Teile der Substratschweißstelle **250** herum verhindert. Bei weiteren Ausführungsbeispielen kann sich der Schweißstromrichterteil **264** teilweise oder vollständig um den Verbindungsteil **262** herum erstrecken. Wie bei der Hochfrequenzpressplatte **160** des ersten Ausführungsbeispiels kann die Hochfrequenzpressplatte **260** eine abgestufte Form haben, die die Gesamtstärke der Schichten **210** und **220** im Bereich der Substratschweißstelle **250** herabsetzt.

[0101] Um die Substratschweißstelle **250** zu bilden, werden die Substratschicht **220a** und die Ventilschicht **210** zwischen der Hochfrequenzpressplatte **260** und einer anderen Fläche beispielsweise einer

ebenen Platte oder einer anderen Pressplatte (nicht dargestellt) angeordnet und zusammen gedrückt. [Fig. 5B](#) zeigt in einer Querschnittsansicht die Positionen der Hochfrequenzpressplatte **260**, der Substratschicht **220a** und der Ventilschicht **210** vor der Verbindung. [Fig. 5C](#) zeigt die Bauteile anschließend an die Bildung der Substratschweißstelle **250**. Wenn die Substratschweißstelle **250** gebildet ist, ist die erste Teilbaugruppe fertig gestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass die erste Teilbaugruppe im Wesentlichen ähnlich zu der ersten Teilbaugruppe beim ersten Ausführungsbeispiel ist.

[0102] Der zweite Verbindungsarbeitsvorgang verbindet die erste Teilbaugruppe mit der Substratschicht **220b**, um das Ventil **200** zu bilden. Wenn das Ventil **200** in Fluidsysteme eingebaut wird, die komplizierter als das Fluidsystem **10** sind, können weitere Verbindungsarbeitsvorgänge erforderlich sein, um andere Bauteile des Fluidsystems zu bilden. Das Ventil **200** ist jedoch grundsätzlich so gestaltet, dass es über die beiden beschriebenen Verbindungsarbeitsvorgänge gebildet werden kann. Der Fachmann wird in der Lage sein, das oben beschriebene Verfahren so abzuwandeln, dass das Ventil **200** in kompliziertere Fluidsysteme integriert wird.

[0103] Wie es in den [Fig. 5D](#) und [Fig. 5E](#) dargestellt ist, wird die erste Teilbaugruppe so ausgerichtet, dass die Ventilschicht **210** neben der Substratschicht **220b** liegt. D. h., dass sich die Ventilschicht **210** zwischen den Substratschichten **220** befindet. Es können herkömmliche Verfahren dazu verwandt werden, die erste Teilbaugruppe in passender Weise zur Substratschicht **220b** auszurichten. Es können beispielsweise Positionierungsstifte verwandt werden, die Öffnungen in der ersten Teilbaugruppe und in der Substratschicht **220b** entsprechen. Positionierungsstifte können auch bei vorhergehenden Teilen des Verfahrens zur Bildung der ersten Teilbaugruppe verwandt werden, um dadurch sicher zu stellen, dass die Ventilschicht **210** während der Verbindung mit den Substratschichten **220a** richtig positioniert ist.

[0104] Wenn die erste Teilbaugruppe in passender Weise ausgerichtet ist, werden eine Hochfrequenzpressplatte **270a** und eine separate Hochfrequenzpressplatte **270a** auf beiden Seiten der ausgerichteten Teilbaugruppen positioniert und dazu benutzt, Kanalschweißstellen **230** zu bilden. Die Hochfrequenzpressplatten **270** können auch Teile aufweisen, die die Substratschichten **220** miteinander verbinden, um ein Bauteil eines Fluidsystems wie beispielsweise die Leitung **30** im Fluidsystem **10** zu bilden. Die Hochfrequenzpressplatten **270** weisen jeweils einen Verbindungsteil **270** und einen Schweißstromrichterteil **274** auf. Die Teile der Hochfrequenzpressplatten **270**, die dazu verwandt werden, Substratschichten **220** miteinander zu verbinden, fehlen in der Darstellung der Hochfrequenzpressplatten **270** in [Fig. 5D](#).

Die vorliegende Erfindung wird sich daher auf die Verbindung der zweiten Seite **212b** der Ventilschicht **210** mit der Substratschicht **220b** konzentrieren.

[0105] Zusätzlich zur Bildung der Kanalschweißstellen **230** verhindert der zweite Verbindungsarbeitsvorgang die Bildung von Schweißraupen neben den Kanalschweißstellen **230** mit der Ausnahme des Bereiches des Einlasses **242**. Die Verbindungsteile **272** sind so gestaltet, dass Kanalschweißstellen **230** neben dem Einlass **242** gebildet werden. Die Schweißstromrichterteile **274** sind um Segmente der Verbindungsteile **272** herum angeordnet, die für die Bildung der Kanalschweißstellen **230** verantwortlich sind.

[0106] Die Schweißstromrichterteile **274** befinden sich dementsprechend zwischen den Segmenten der Verbindungsteile **272**, die die Kanalschweißstellen **230** bilden, um die Bildung von Schweißraupen im Kanal **240** zu verhindern. Die Schweißstromrichterteile **274** erstrecken sich auch über den Bereich des Auslasses **244**, verlaufen aber nicht zwischen den Segmenten der Verbindungsteile **272** im Bereich des Einlasses **242**. Diese Gestaltung ermöglicht die Bildung von Einlassschweißraupen **246** im Einlass **242** und zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220b**. Wie es oben beschrieben wurde, bringen die Einlassschweißraupen **246** den Einlass **242** in die geöffnete Stellung, wodurch der Eintritt des Fluides in den Einlass **242** erleichtert ist.

[0107] Wenn die erste Teilbaugruppe und die Substratschicht **220b** zu den Hochfrequenzpressplatten **270** ausgerichtet sind, werden sie zwischen den Hochfrequenzpressplatten **270** zusammengedrückt, um die Kanalschweißstellen **230** zu bilden. Darüber hinaus sammelt sich ein Überschuss an geschmolzenen Teilen neben dem Einlass **242**, um die Einlassschweißraupen **246** zu bilden, da in diesem Bereich Schweißstromrichterteile **274** fehlen. [Fig. 5E](#) zeigt in einer Querschnittsansicht die Hochfrequenzpressplatten **270**, die erste Teilbaugruppe und die Substratschicht **220b** vor dem zweiten Verbindungsarbeitsvorgang. [Fig. 5F](#) zeigt die Bauteile anschließend an die Bildung der Kanalschweißstellen **230**. Wie bei den Hochfrequenzpressplatten **170** des ersten Ausführungsbeispiels kann wenigstens die Hochfrequenzpressplatte **270a** eine abgestufte Form mit drei versetzten Flächen haben. Die Hochfrequenzpressplatte **270b** kann jedoch nur zwei versetzte Bereiche zwischen dem Verbindungsteil **272b** und dem Schweißstromrichterteil **174b** haben, wie es in den [Fig. 5E](#) und [Fig. 5F](#) dargestellt ist. Alternativ kann die Hochfrequenzpressplatte **270b** eine ebene Fläche haben, die die höchste Stufe nicht aufweist, die in den [Fig. 5E](#) und [Fig. 5F](#) dargestellt ist.

[0108] Bei dem oben beschriebenen Verfahren ist die Substratschweißstelle **250**, die beim ersten Verbindungsarbeitsvorgang gebildet wird, eine einzelne

Befestigungsstelle zwischen der Ventilschicht **210** und der Substratschicht **220a**. Um zusätzliche Verbindungen zwischen der Ventilschicht **210** und den Substratschichten **220a** während des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges zu vermeiden, kann ein Blockiermaterial auf einen Teil der ersten Fläche **212a** vor dem ersten Verbindungsarbeitsvorgang aufgebracht werden. Das Blockiermaterial sollte neben dem Teil der ersten Fläche **212a** aufgebracht oder angeordnet werden, an dem sonst eine Verbindung auftreten würde, jedoch nicht an den Teilen der ersten Fläche **212**, an denen eine Verbindung auftreten soll. Das Blockiermaterial sollte beispielsweise nicht auf den Bereich der ersten Fläche **212a** aufgebracht werden, an dem die Substratschweißstelle **250** auftreten soll, um die Bildung der Substratschweißstelle **250** während des ersten Verbindungsarbeitsvorganges zu erleichtern. Eine passende Stelle zum Aufbringen eines Blockiermaterials auf die erste Fläche **212a** schließt den Bereich ein, der dem Teil der zweiten Fläche **212b** gegenüberliegt, der zur Bildung der Kanalschweißstellen **230** verbunden wird, jedoch nicht neben dem Einlass **242** liegt. Alternativ kann ein Blockiermaterial an der ersten Flächen **212a** weggelassen werden, um dadurch eine Verbindung zwischen den Substratschichten **220** und der Ventilschicht **210** während des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges herzustellen.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0109] Die Bauteile und die Funktion eines Ventils **300**, das in Fig. 6 dargestellt ist, werden im Folgenden mehr im Einzelnen beschrieben. Das Ventil **300** weist eine erste Ventilschicht **310a** und eine zweite Ventilschicht **310b** auf, die zwischen einer ersten Substratschicht **320a** und einer zweiten Substratschicht **320b** angeordnet sind. Bezüglich des Fluidsystems **10** sind die Substratschichten **320** zu den beiden Polymerschichten analog, die die Pumpkammer **20**, die Leitung **30** oder die Druckkammer **50** beispielsweise bilden. Der Fachmann wird jedoch erkennen, dass die Substratschichten **320** auch die Materialien sein können, die andere Arten von Bauteilen des Fluidsystems bilden.

[0110] Die erste Ventilschicht **310a** und die zweite Ventilschicht **310b** werden über zwei Kanalschweißstellen **330** miteinander verbunden, die einen Kanal **340** bilden, der sich zwischen den Ventilschichten **310** und zwischen den gegenüberliegenden Seiten der Kanalschweißstellen **330** befindet. Der Kanal **340** weist einen Einlass **342** und einen Auslass **344** auf. Der Einlass **342** ist in die geöffnete Stellung durch zwei Einlassschweißraupen **346** vorgespannt, die aus dem Polymermaterial gebildet sind, das sich im Einlass **342** und neben der Kanalschweißstelle **330** während der Verbindung der ersten Ventilschicht **310a** und der zweiten Ventilschicht **310b** sammelt. Im Gegensatz zu dem Ventil **100** bei dem ersten Ausführungs-

beispiel sind die Kanalschweißstellen **330** im Bereich des Auslasses **344** miteinander verbunden und umschließen die Kanalschweißstellen **330** den Auslass **344**. Dementsprechend ist eine Auslassöffnung **348** durch die Ventilschicht **310a** hindurch gebildet. Jede Ventilschicht **310** weist eine Außenfläche **312** und eine Innenfläche **314** auf. Bezüglich der Ventilschicht **310a** liegt beispielsweise die Außenfläche **312a** neben der Substratschicht **320a** und ist diese Außenfläche **312a** mit der Substratschicht **320a** verbunden. Die Ventilschicht **310a** weist auch eine Innenfläche **314a** auf, die neben der Ventilschicht **310b** liegt. In ähnlicher Weise weist die Ventilschicht **310b** einen Außenfläche **312b**, die neben der Substratschicht **320b** liegt, und eine gegenüberliegende Innenfläche **314b** auf, die neben der Innenfläche **314a** liegt.

[0111] Das Ventil **300** weist gleichfalls zwei Substratschweißstellen **350** auf, die die Ventilschichten **310** an den Substratschichten **320** anbringen. Die Substratschweißstellen **350** bringen insbesondere die Ventilschicht **310a** an der Substratschicht **320a** an, und bringen die Ventilschicht **310b** an der Substratschicht **320b** an. Wie es in Fig. 6 dargestellt ist, befinden sich die Substratschweißstellen **350** neben dem Einlass **342**. Substratschweißstellen **350** können auch neben anderen Teilen des Ventils **30** angeordnet sein.

[0112] Das Ventil **300** arbeitet in ähnlicher Weise wie das Ventil **100** beim ersten Ausführungsbeispiel. Fluid strömt durch den Kanal **340** und in die Richtung vom Einlass **342** zum Auslass **344**. Das Fluid tritt dann aus dem Ventil **300** aus, indem es durch die Auslassöffnung **348** geht. Das Ventil **300** begrenzt jedoch deutlich den Fluidstrom in die entgegengesetzte Richtung. Wie erwähnt spannen die Einlassschweißraupen **346** den Einlass **342** in die geöffnete Stellung vor. Diese Gestaltung stellt sicher, dass das Fluid im Fluidsystem wenigstens in den Teil des Kanals **340** eintreten kann, der vom Einlass **342** gebildet ist. Wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ist der Haupteinflussfaktor, der bestimmt, ob das Ventil durch das Ventil **300** hindurchgehen kann, der relative Unterschied im Druck zwischen dem Fluid im Einlass **342** und dem Fluid am Auslass **344**. Wenn der Druck des Fluides im Einlass **342** den Druck des Fluides am Auslass **344** zuzüglich eines Öffnungsdruckes des Ventils **300** überschreitet, reicht die Kraft, die das Fluid im Einlass **342** auf die Innenflächen **314** der Ventilschichten **310** ausübt, aus, um die Kraft zu überwinden, die das Fluid am Auslass **344** auf die Außenflächen **312** ausübt, so dass sich die Ventilschichten **310** trennen können. Wenn sich die Ventilschichten **310** trennen, kann Fluid durch den Kanal **340** hindurch gehen und das Ventil **300** durch die Auslassöffnung **348** verlassen. Wenn der Druck des Fluides am Einlass **342** unter dem Druck des Fluides am Auslass **344** liegt, dann

reicht die Kraft, die das Fluid im Einlass **342** auf die Innenflächen **314** der Ventilschichten **310** ausübt, jedoch nicht aus, um die Kraft zu überwinden, die Fluid am Auslass **342** auf die Außenflächen **312** ausübt, so dass sich die Ventilschichten **310** nicht trennen können. Wenn die Ventilschichten **310** nicht getrennt sind, ist der Kanal **340** für die Fluidübertragung wirksam geschlossen.

[0113] Der Auslass **344** hilft dabei, den Durchgang des Fluides durch das Ventil **300** zu verhindern, indem er sicherstellt, dass die Ventilschichten **310** einen hermetischen Kontakt miteinander haben. Das Ventil **300** ist so aufgebaut, dass die Kanalschweißstelle **330** die Auslassöffnung **348** umgibt, jedoch von der Auslassöffnung **348** beabstandet ist. Der Abstand stellt sicher, dass die Ventilschichten **310** in einen hermetisch dichten Kontakt um die Auslassöffnung **348** kommen können, wodurch verhindert wird, dass Fluid zwischen den Ventilschichten **310** hindurch geht. Die Innenflächen **314** können glatte kohäsive Flächen sein, die das Schließen des Ventils **300** erleichtern. Die Eigenschaften der Innenflächen **314** können dementsprechend zu dem hermetisch dichten Kontakt beitragen und einen Fluidströmung in einer Richtung durch das Ventil **300** erleichtern. Die Betrachtungen, die in Verbindung mit den Ventilen **100** und **200** angestellt wurden, sind auch für das Ventil **300** relevant. Dementsprechend schließen geeignete Materialien für die Ventilschichten **310** und die Substratschichten **320** thermoplastisches Polyurethan, Urethan, Polyvinylchlorid und Polyethylen ein. Wie oben angegeben ist das Ventil **300** konstruktiv dem Ventil **100** ähnlich, die Hauptunterschiede beziehen sich auf die Geometrie der Kanalschweißstellen **330** und des Auslasses **340**.

[0114] Als ein alternativer Aufbau, der in **Fig. 7** dargestellt ist, kann ein ähnliches Ventil **400** aus einer einzigen Ventilschicht **410** statt aus zwei Ventilschichten **310** gebildet werden, wie es oben beschrieben wurde. Die Ventilschicht **410** kann somit zwischen zwei Substratschichten **420** angeordnet werden und zwei Kanalschweißstellen **430** werden zwischen der Ventilschicht **410** und der Substratschicht **420b** gebildet, um einen Kanal **440** zwischen der Ventilschicht **410** und der Substratschicht **420b** zu bilden. Die Kanalschweißstellen **430** sind im Bereich eines Auslasses **440** miteinander verbunden und umgeben eine Auslassöffnung **448**. Konstruktiv ist das Ventil **400** daher ähnlich dem Ventil **200**, der Hauptunterschied bezieht sich auf die Geometrie der Kanalschweißstellen **430** und des Auslasses **440**.

[0115] Der Fachmann wird erkennen, dass die Ähnlichkeit im Aufbau, in der Funktion und im Herstellungsverfahren zwischen den Ventilen **300** und **400** eine separate Beschreibung bezüglich des Ventils **400** nicht erforderlich macht. Die folgende Beschreibung bezüglich des Herstellungsverfahrens wird sich

folglich primär auf das Ventil **300** konzentrieren, wobei sich versteht, dass ähnliche Konzepte allgemein auch für das Ventil **400** gelten.

[0116] Ein Verfahren zum Herstellen des Ventils **300** wird im Folgenden anhand von **Fig. 8** beschrieben. Allgemein schließt das Verfahren zwei Verbindungsarbeitsvorgänge ein. Der erste Verbindungsarbeitsvorgang der in den **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** dargestellt ist, bildet eine erste Teilbaugruppe und eine zweite Teilbaugruppe, die jeweils eine Substratschicht **320** und eine Ventilschicht **310** aufweisen. Das heißt insbesondere, dass der erste Verbindungsarbeitsvorgang die erste Teilbaugruppe dadurch bildet, dass ein Teil der Ventilschicht **310a** mit der Substratschicht **320a** zur Bildung einer Substratschweißstelle **350a** mit einer Hochfrequenzpressplatte **360** verbunden wird, die einen Verbindungsteil **362** und eine Schweißstromrichterteil **364** aufweist. Der erste Verbindungsarbeitsvorgang bildet auch eine zweite Teilbaugruppe über einen ähnlichen Arbeitsvorgang, der die Verbindung eines Teils der Ventilschicht **310b** mit der Substratschicht **320b** zur Bildung einer Substratschweißstelle **350b** einschließt. Bei dem zweiten Verbindungsarbeitsvorgang, der in den **Fig. 8B** bis **Fig. 8G** dargestellt ist, werden die Teilbaugruppen so ausgerichtet, dass die Ventilschichten **310** in Kontakt miteinander stehen und die Ventilschichten **310** zwischen den Substratschichten **320** angeordnet sind. Die Kanalschweißstellen **330** und die Einlassschweißraupen **346** werden anschließend gebildet, wodurch die Herstellung des Ventils **300** abgeschlossen wird. Die Schweißraupen **346** können auch eine andere Gestaltung haben, die sich wenigstens teilweise den Kanal **340** abwärts erstreckt. Wie es später im Einzelnen später beschrieben wird, kann ein Blockiermaterial auf die Außenflächen **312** der Ventilschichten **310** aufgebracht werden, um die Bildung von zusätzlichen Verbindungen zwischen den Ventilschichten **310** und den Substratschichten **320** während des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges zu verhindern. Alternativ kann das Blockiermaterial auch auf die Oberflächen der Substratschichten **320** aufgebracht werden oder kann das Blockiermaterial ein zusätzlicher Teil des Materials sein, das sich zwischen den Ventilschichten **310** und den Substratschichten **320** befindet.

[0117] Vor der Ausführung des ersten Verbindungsarbeitsvorganges werden die Ventilschichten **310** einzeln gebildet. Die Ventilschichten **310** sind so dargestellt, dass sie eine rechtwinklige Geometrie mit einem kreisförmigen Teil haben, der den Auslass **344** bildet, sie können jedoch eine Vielzahl von anderen Geometrien haben, die gleichfalls für die Bildung des Ventils **300** geeignet sind und eine quadratische, eine runde, eine trapezförmige oder eine nicht regelmäßige Geometrie einschließen. Zusätzlich ist die Auslassöffnung **348** in der Ventilschicht **310a** gebildet. Wenn die Ventilschichten **310** gebildet sind, werden

sie bezüglich der Substratschichten **320** angeordnet. Im typischen Fall werden Substratschichten **320** zu einem oder mehreren Bauteilen eines Fluidsystems. Bezüglich des Systems **10** können beispielsweise die Substratschichten **320** die gegenüberliegenden Seiten zum Beispiel der Leitung **30** bilden. Dementsprechend würden die Ventilschichten **310** auf den Substratschichten **320** so angeordnet, dass der Einlass **342** von der Seite der Leitung **30** neben der Pumpkammer **20** fluidzugänglich ist und der Auslass **344** von der Seite der Leitung **30** neben der Druckkammer **50** fluidzugänglich ist, um dadurch die Pumpkammer **20** in Fluidverbindung mit der Druckkammer **50** zu bringen.

[0118] Anschließend an die Positionierung der Ventilschicht **310a** bezüglich der Substratschicht **320a** kann die Substratschweißstelle **350a** durch beispielsweise Hochfrequenzschweißen gebildet werden. In den [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) sind die Ventilschicht **310a**, die Substratschicht **320a** und die Hochfrequenzpressplatte **360** in ihren relativen Positionen für den ersten Verbindungsarbeitsvorgang dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Hochfrequenzpressplatte **360** einen Verbindungsteil **362** und einen Schweißstromrichterteil **364** aufweist. Der Verbindungsteil **362** erzeugt die Hochfrequenzenergie, die die Substratschweißstelle **350a** bildet. Die Kontaktfläche des Verbindungsteils **362** hat eine rechteckige Form mit einer Breite, die der Breite der Ventilschicht **310a** im Bereich des Einlasses **342** entspricht. Der Verbindungsteil **362** wird daher die Breite der Ventilschicht **310a** erwärmen und mit der Substratschicht **320a** verbinden. Der Schweißstromrichterteil **364** ist so gestaltet, dass die Bildung einer Schweißraupe neben der Substratschweißstelle **340a** und zwischen anderen Teilen der Ventilschicht **310a** und der Substratschicht **320a** verhindert ist. Dementsprechend legt der Schweißstromrichterteil **364** einen zusätzlichen Druck an den Teil der Ventilschicht **310a**, der mit der Substratschicht **320a** unverbunden bleiben soll. Der Schweißstromrichterteil **364** ist jedoch nicht so gestaltet, dass er die Bildung einer Schweißraupe um andere Teile der Substratschweißstelle **350a** herum verhindert. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann sich der Schweißstromrichterteil **364** teilweise oder vollständig um den Verbindungsteil **362** herum erstrecken.

[0119] Um die Substratschweißstelle **350a** zu bilden, werden die Substratschicht **320a** und die Ventilschicht **310a** zwischen der Hochfrequenzpressplatte **360** und einer anderen Fläche beispielsweise einer ebenen Platte oder einer anderen Pressplatte (nicht dargestellt) angeordnet und zusammengedrückt. [Fig. 8B](#) zeigt in einer Querschnittsansicht die Positionen der Hochfrequenzpressplatte **360**, der Substratschicht **320a** und der Ventilschicht **310a** vor der Verbindung. [Fig. 8C](#) zeigt die Bauteile anschließend an die Bildung der Substratschweißstelle **350a**.

Wenn die Substratschweißstelle **350a** gebildet ist, ist die erste Teilbaugruppe fertig gestellt. Die Hochfrequenzpressplatte **360** kann eine abgestufte Form haben, wie es bei den Hochfrequenzpressplatten **160** und **260** der Fall war.

[0120] Anschließend an die Bildung der ersten Teilbaugruppe kann die zweite Teilbaugruppe unter Verwendung eines ähnlichen Arbeitsvorganges gebildet werden. Die zweite Teilbaugruppe weist die zweite Substratschicht **320b** und die zweite Ventilschicht **310b** auf, die zur Bildung der Substratschweißstelle **350b** miteinander verbunden sind. Die oben beschriebenen Konzepte bezüglich der Bildung der ersten Teilbaugruppe sind auch bei der zweiten Teilbaugruppe anwendbar. Die Beschreibung wird sich daher auf die verbleibenden Teile des Herstellungsvorganges konzentrieren.

[0121] Der zweite Verbindungsarbeitsvorgang verbindet die erste Teilbaugruppe mit der zweiten Teilbaugruppe, um das Ventil **300** zu bilden. Wenn das Ventil **300** in Fluidsysteme eingebaut wird, die komplizierter als das Fluidsystem **10** sind, können weitere Verbindungsarbeitsvorgänge nötig sein, um andere Bauteile des Fluidsystems zu bilden. Das Ventil **300** kann jedoch grundsätzlich durch die oben beschriebenen beiden Verbindungsarbeitsvorgänge gebildet werden. Der Fachmann wird in der Lage sein, das beschriebene Verfahren abzuwandeln, um das Ventil **300** in kompliziertere Fluidsysteme zu integrieren.

[0122] Wie es in den [Fig. 8D](#) und [Fig. 8E](#) dargestellt ist, werden die erste und die zweite Teilbaugruppe so ausgerichtet, dass sich die erste Ventilschicht **310a** neben der zweiten Ventilschicht **310b** befindet und sich die erste Substratschweißstelle **350a** neben der zweiten Substratschweißstelle **350b** befindet. D.h., dass die Ventilschichten **310** zwischen den Substratschichten **320** angeordnet werden und dass Teile der ersten Ventilschicht **310a** zu entsprechenden Teilen der zweiten Ventilschicht **310b** ausgerichtet werden. Es können herkömmliche Verfahren dazu verwandt werden, die ersten Teilbaugruppe zur zweiten Teilbaugruppe in passender Weise auszurichten. Beispielsweise können Positionierungsstifte, die Öffnungen in jeder Teilbaugruppe entsprechen, dazu benutzt werden, die Teilbaugruppen während der Herstellung sicher und einfach auszurichten. Die Positionierungsstifte können auch bei vorhergehenden Schritten des Verfahrens dazu benutzt werden, die Teilbaugruppen zu bilden, um dadurch sicherzustellen, dass die Ventilschichten **310** während der Verbindung mit den Substratschichten **320** in passender Weise positioniert sind.

[0123] Wenn die Teilbaugruppen in passender Weise ausgerichtet sind, werden die Hochfrequenzpressplatte **370a** und eine separate Hochfrequenzpressplatte **370b** auf beiden Seiten der ausgerichte-

ten Teilbaugruppen positioniert und dazu benutzt, die Kanalschweißstellen **330** zu bilden. Die Hochfrequenzpressplatte **370** kann auch Teile aufweisen, die die Substratschichten **320** miteinander verbinden, um beispielsweise die Leitung **30** im Fluidsystem **10** zu bilden. Wenn das Ventil **300** jedoch als Einlassventil für eine Kammer benutzt wird, dann kann die Hochfrequenzpressplatte **370** Teile aufweisen, die eine Umfangsverbindung der Kammer bilden. Es sei darauf hingewiesen, dass der zweite Verbindungsarbeitsvorgang mit einer einzigen Hochfrequenzpressplatte **370** ausgeführt werden kann, dass diese Anordnung aber zu einer ungleichmäßigen Wärmeverteilung führen kann, die ein ungleichmäßiges Schmelzen der Schichten **310** zur Folge hat. Die Hochfrequenzpressplatten **370** weisen jeweils einen Verbindungsteil **372** und einen Schweißstromrichterteil **374** auf. Die Abschnitte der Hochfrequenzpressplatten **370**, die dazu verwendet werden, die Substratschichten **320** miteinander zu verbinden, fehlen in der Darstellung der Hochfrequenzpressplatten **370** in [Fig. 8D](#). Die vorliegende Beschreibung wird sich dementsprechend auf die Verbindung der Ventilschichten **310** konzentrieren.

[0124] Zusätzlich zur Bildung der Kanalschweißstellen **330** verhindert der zweite Verbindungsarbeitsvorgang die Bildung von Einlassschweißraupen **346** neben den Kanalschweißstellen **330** mit der Ausnahme im Bereich des Einlasses **342**. Die Verbindungsteile **372** sind so gestaltet, dass Kanalschweißstellen **330** neben dem Einlass **342** gebildet werden. Die Schweißstromrichterteile **374** befinden sich in den Verbindungsteilen **372**. Dementsprechend befinden sich Schweißstromrichterteile **374** im Bereich der Verbindungsteile **372**, die die Kanalschweißstellen **330** bilden, um die Bildung von Schweißraupen im Bereich des Auslasses **344** zu verhindern. Die Schweißstromrichterteile **374** erstrecken sich nicht zwischen den Segmenten der Verbindungsteile **372** im Bereich des Einlasses **342**. Diese Gestaltung führt zu einer Bildung von Einlassschweißraupen **346** zwischen den Ventilschichten **310** und im Einlass **342**. Wie oben beschrieben bringen die Einlassschweißraupen **346** den Einlass **342** in die geöffnete Stellung, um dadurch den Eintritt von Fluid in den Einlass **342** zu erleichtern.

[0125] Die Geometrie der Hochfrequenzschweißplatten **370** unterscheidet sich von den Geometrien der Hochfrequenzpressplatten **170** und **270**. Um die Kanalschweißstellen **330** zu verbinden, erstrecken sich die Verbindungsteile **372** um den Auslass **344** und sind die Verbindungsteile **372** im Bereich des Auslasses **344** miteinander verbunden. Schweißstromrichterteile **374** sind um die Auslassöffnung **348** zentriert, um die Bildung von Schweißraupen im Bereich des Auslasses **348** zu verhindern.

[0126] Wenn die Teilbaugruppen zu den Hochfre-

quenzpressplatten **370** ausgerichtet sind, werden die Teilbaugruppen zwischen den Hochfrequenzpressplatten **370** zusammengedrückt, um Kanalschweißstellen **330** zu bilden. Darüber hinaus sammeln sich überschüssige geschmolzene Teile der Ventilschichten **310** neben dem Einlass **342**, so dass sich Einlassschweißraupen **346** aufgrund des Fehlens von Schweißstromrichterteilen **374** in diesem Bereich bilden. [Fig. 8E](#) zeigt in einer Querschnittsansicht die Hochfrequenzpressplatten **370** und die Teilbaugruppen vor dem zweiten Verbindungsarbeitsvorgang. [Fig. 8F](#) und [Fig. 8G](#) zeigen die Bauteile anschließend an die Bildung der Kanalschweißstellen **330**. Wie es bei den Hochfrequenzpressplatten **170** und **270** der Fall war, können verschiedene Bereiche der Hochfrequenzpressplatten **370** eine abgestufte oder versetzte Form haben. Als ein Seiteneffekt des zweiten Verbindungsarbeitsvorganges können Schweißstellen zwischen den Ventilschichten **310** und den Substratschichten **320** gebildet werden, es sei denn, dass ein Blockiermaterial an diesen Bereichen benutzt wird.

[0127] Der Fachmann wird erkennen, dass das Ventil **300** auch von den Substratschichten **320** getrennt hergestellt und anschließend in ein Fluidsystem eingebaut werden kann, indem die Schritte des Verfahrens weggelassen werden, die sich auf die Substratschichten **320** beziehen. In Abhängigkeit von der endgültigen Benutzung des Ventils **300** kann ein Blockiermaterial im Einlass **342** angeordnet werden, um zu verhindern, dass die Ventilschichten **310** miteinander verbunden werden, wenn das Ventil **300** in ein Fluidsystem eingebaut wird.

[0128] Die vorliegende Erfindung wurde im Obigen und in den zugehörigen Zeichnungen unter Bezug auf die Ansprüche dargestellt. Der Zweck der Beschreibung besteht jedoch darin, ein Beispiel für die verschiedenen Merkmale und Konzepte bezüglich der Erfindung zu geben und nicht den Bereich der Erfindung zu begrenzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Ventils aus einer Vielzahl von flexiblen Polymerschichten, welches Verfahren die Schritte umfasst:

Aufbauen einer ersten Teilbaugruppe durch Bilden einer ersten Substratschweißstelle zwischen einer ersten Ventilschicht und einer ersten Substratschicht, welche erste Ventilschicht einen Einlassteil und einen Auslassteil aufweist,

Ausrichten der ersten Teilbaugruppe zu einem zweiten Bauelement derart, dass die erste Ventilschicht zwischen der ersten Substratschicht und dem zweiten Bauelement angeordnet ist, und

Verbinden der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement durch Bilden von zwei beabstandeten Kanalschweißstellen zwischen der ersten Ventil-

schicht und dem zweiten Bauelement, welche Kanalschweißstellen einen Einlass in geöffneter Form und einen Kanal bilden, der sich zwischen der ersten Ventilschicht und dem zweiten Bauelement und zwischen den Kanalschweißstellen befindet, welcher Kanal einen Einlass neben dem Einlassteil und einen Auslass neben dem Auslassteil aufweist.

2. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, welches weiterhin den Schritt der Bildung einer zweiten Teilbaugruppe einschließt, die das zweite Bauelement ist, welche zweite Teilbaugruppe dadurch aufgebaut wird, dass eine zweite Substratschweißstelle zwischen einer zweiten Ventilschicht und einer zweiten Substratschicht gebildet wird.

3. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, welches weiterhin den Schritt der Bildung des zweiten Bauelementes aus einer zweiten Substratschicht einschließt.

4. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, bei dem der Schritt des Aufbaus der ersten Teilbaugruppe das Positionieren der ersten Substratschweißstelle neben dem besagten Einlassteil einschließt.

5. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, bei dem der Schritt des Aufbaus der ersten Teilbaugruppe das Bilden der ersten Substratschweißstelle durch Hochfrequenzschweißen mit einer Hochfrequenzpressplatte einschließt.

6. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 5, bei dem der Schritt des Aufbaus der ersten Teilbaugruppe das Verhindern der Bildung von Schweißraupen neben der ersten Substratschweißstelle durch Einbau eines Schweißstromrichters in die Hochfrequenzpressplatte einschließt.

7. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, bei dem der Schritt der Verbindung der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement das Beabstanden der Kanalschweißstellen vom Auslassteil einschließt, wodurch die erste Ventilschicht am Auslassteil nicht mit dem zweiten Bauelement verbunden wird.

8. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, bei dem der Schritt der Verbindung der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement das Bilden der Kanalschweißstellen durch Hochfrequenzschweißen mit zwei Hochfrequenzdruckplatten einschließt.

9. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 8, bei dem der Schritt der Verbindung der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement das Verhindern der Bildung von Schweißraupen neben

wenigstens einem Teil der Kanalschweißstellen durch Einbau von zwei Schweißstromrichtern in die beiden Hochfrequenzpressplatten einschließt.

10. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 9, bei dem der Schritt der Verbindung der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement das Erleichtern der Bildung von zwei Einlassschweißraupen im Einlass durch Positionieren eines Zwischenraums in einem Bereich der beiden Schweißstromrichtern, der dem Einlass entspricht, einschließt, wobei die Einlassschweißraupen den Einlass in die geöffnete Form bringen.

11. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, bei dem der Schritt der Verbindung der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement die Bildung von zwei Einlassschweißraupen im Einlass einschließt.

12. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, bei dem der Schritt des Aufbaus der Teilbaugruppe das Positionieren eines Blockiermaterials zwischen der ersten Ventilschicht und der ersten Substratschicht einschließt, welches Blockiermaterial die Bildung von zusätzlichen Verbindungen zwischen der ersten Ventilschicht und der ersten Substratschicht während des Schrittes der Verbindung der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement verhindert.

13. Verfahren zum Herstellen eines Ventils nach Anspruch 1, bei dem der Schritt der Verbindung der ersten Ventilschicht mit dem zweiten Bauelement das Verbinden der Kanalschweißstellen an dem Auslassteil und das Bilden einer Auslassöffnung in der ersten Ventilschicht einschließt.

14. Ventil mit einer ersten Ventilschicht und einer zweiten Ventilschicht, wobei jede Ventilschicht einen Einlassteil und einen Auslassteil aufweist, zwei beabstandeten Kanalschweißstellen die sich zwischen den Ventilschichten befinden, welche Kanalschweißstellen die Ventilschichten miteinander verbinden, einem Kanal, der sich zwischen den Ventilschichten und zwischen den Kanalschweißstellen befindet, welcher Kanal einen Einlass neben den Einlassteilen und einen Auslass neben den Auslassteilen aufweist, und zwei Schweißraupen, die sich im Einlass und neben den Kanalschweißstellen befinden, welche Schweißraupen den Einlass in eine geöffnete Form bringen.

15. Ventil nach Anspruch 14, bei dem die Ventilschichten aus einem flexiblen Polymermaterial gebildet sind.

16. Ventil nach Anspruch 14, bei dem die Auslas-

sungsteile der Ventilschichten sich über die Kanalschweißstellen derart hinaus erstrecken, dass wenigstens ein Teil der Auslassteile nicht miteinander verbunden ist.

17. Ventil nach Anspruch 14, wobei sich das Ventil zwischen einer ersten Substratschicht und einer zweiten Substratschicht befindet, eine erste Substratschweißstelle zwischen der ersten Ventilschicht und der ersten Substratschicht gebildet ist und eine zweite Substratschweißstelle zwischen der zweiten Ventilschicht und der zweiten Substratschicht gebildet ist.

18. Ventil nach Anspruch 14, bei dem die Kanalschweißstellen an den Auslassteilen miteinander verbunden sind und eine Auslassöffnung in wenigstens einer Ventilschicht ausgebildet ist.

Es folgen 22 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

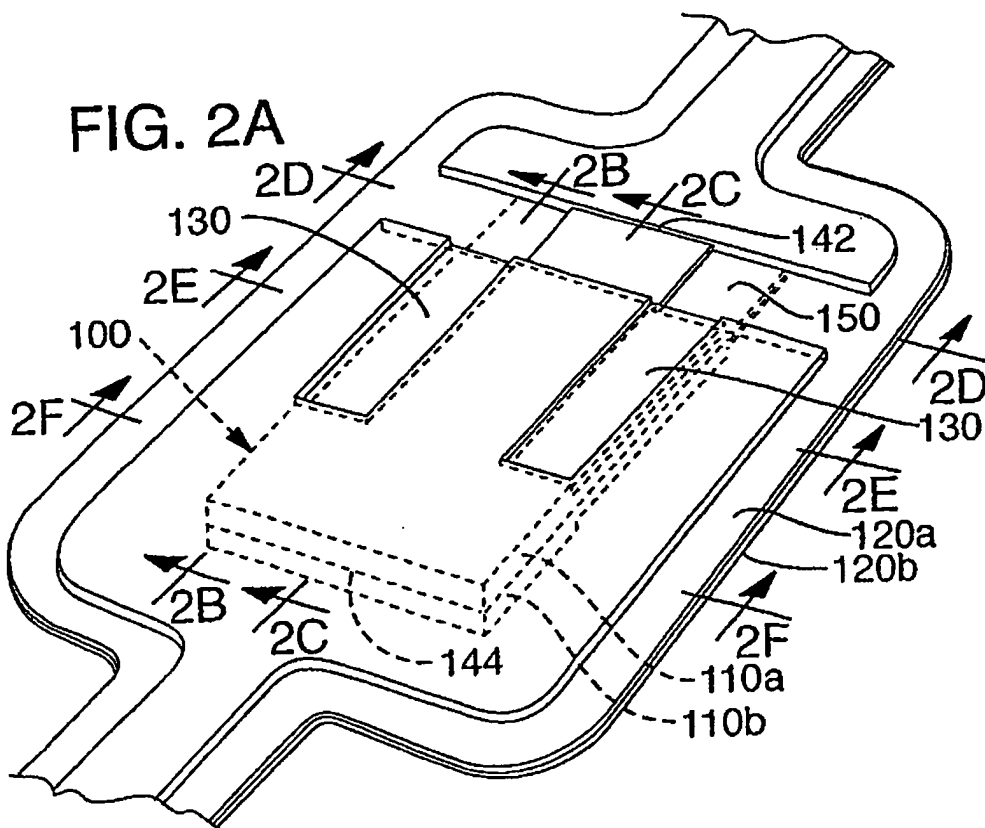
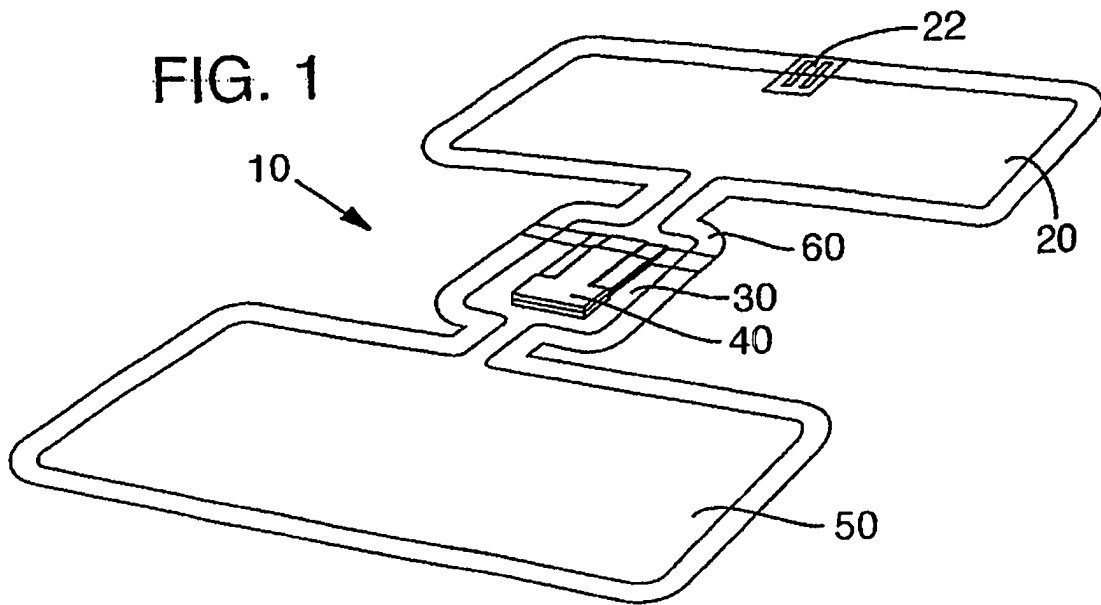


FIG. 2B

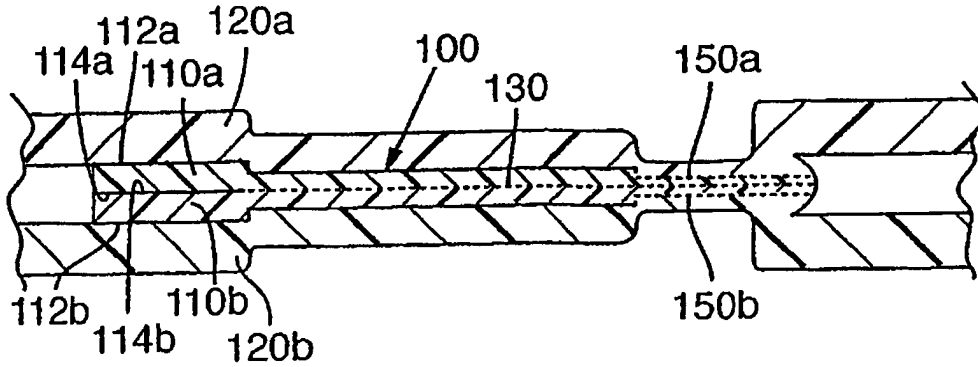


FIG. 2C

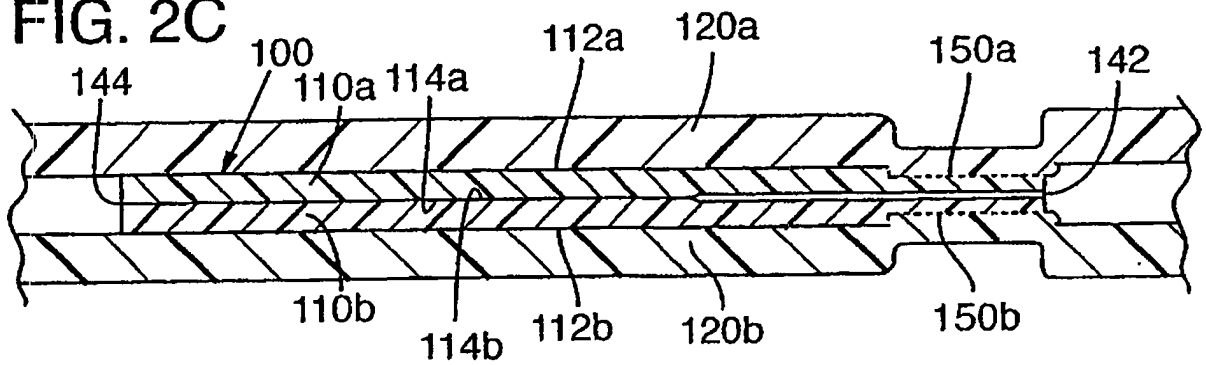


FIG. 2D

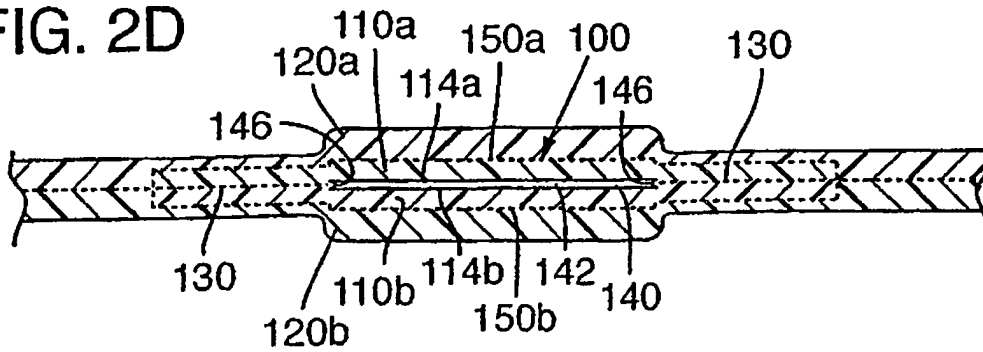


FIG. 2E

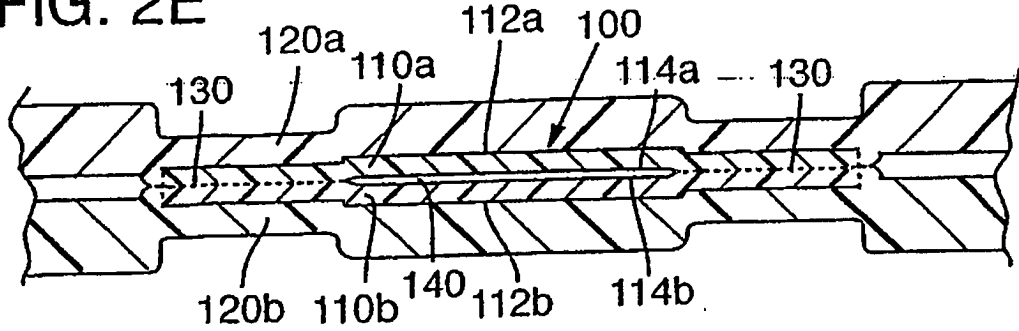


FIG. 2F

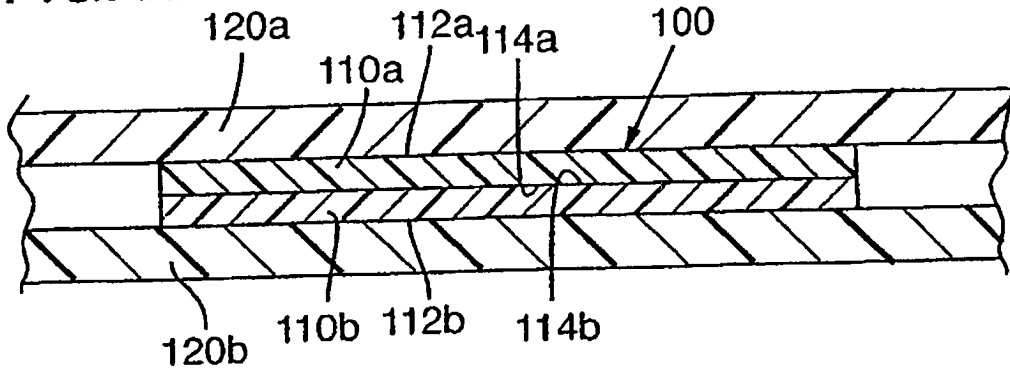
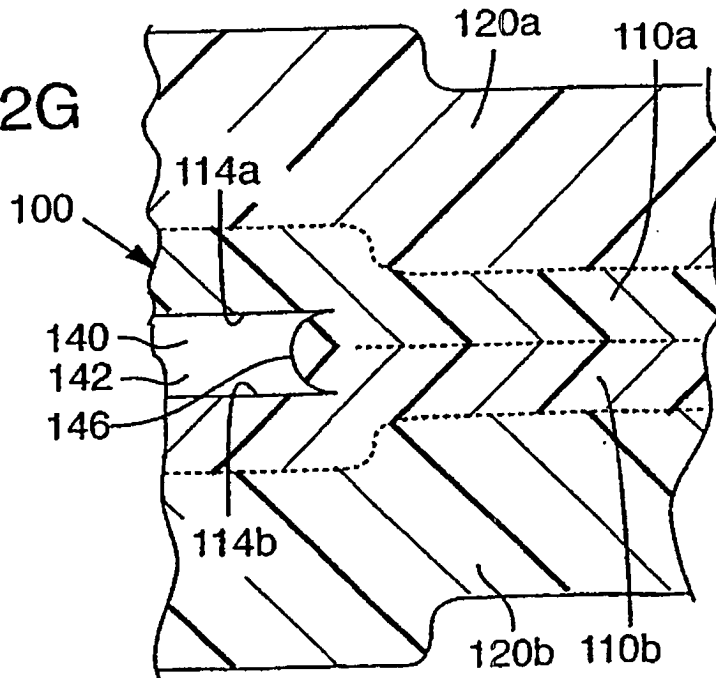
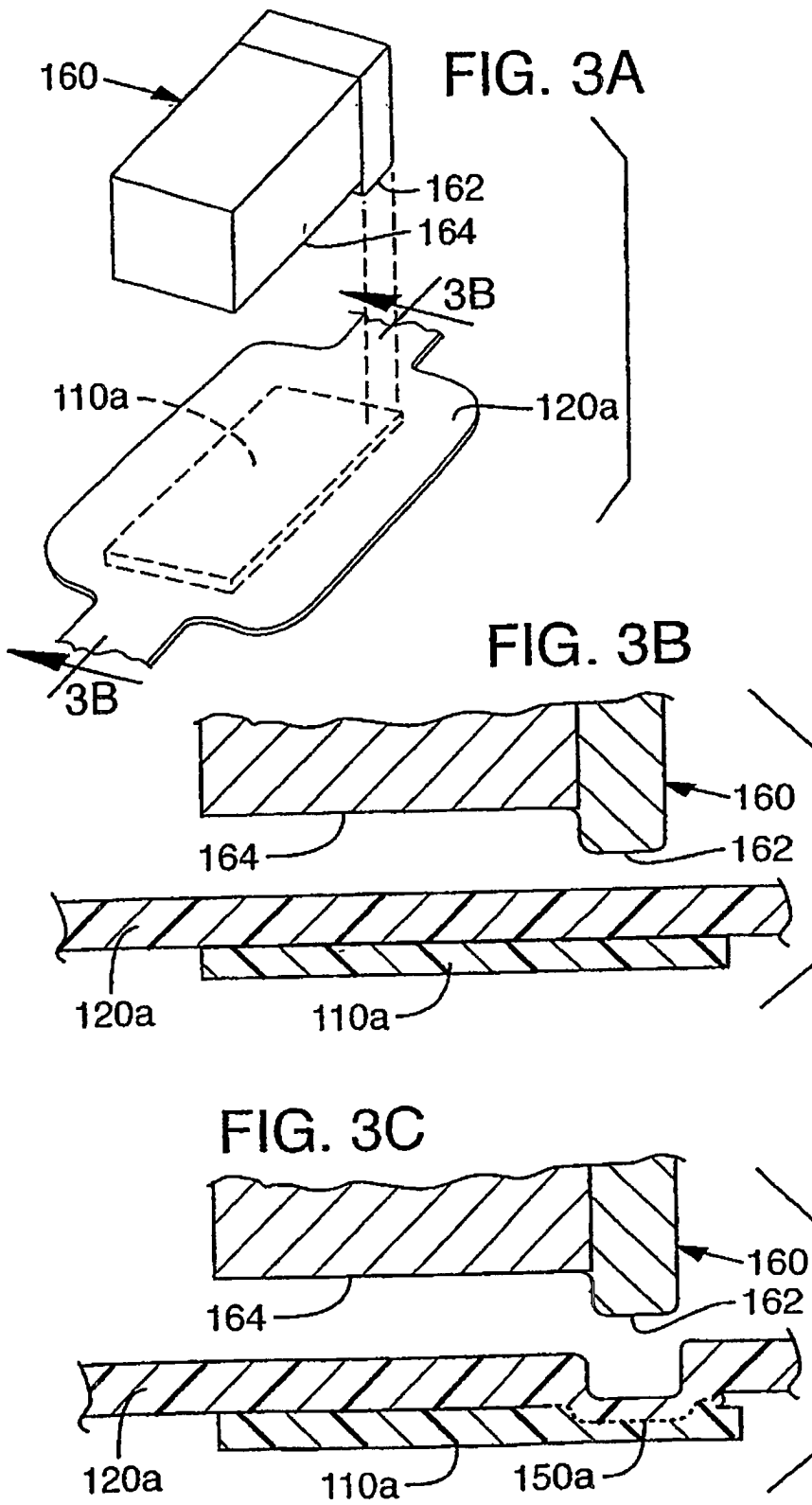


FIG. 2G





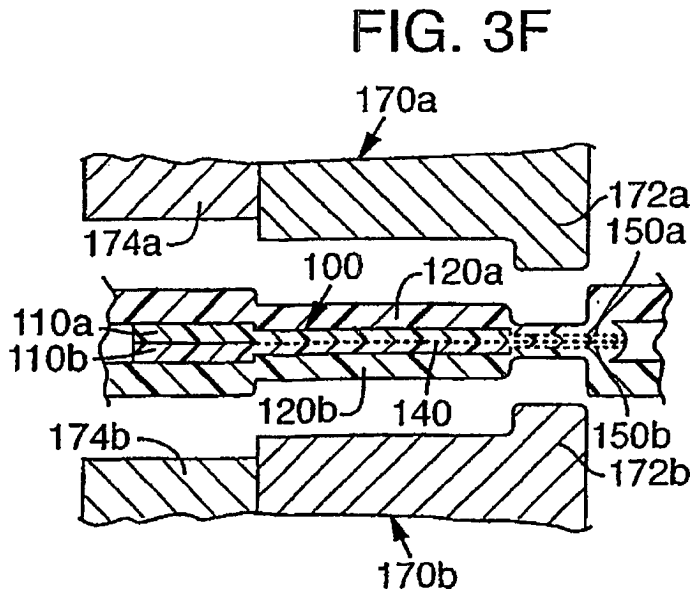
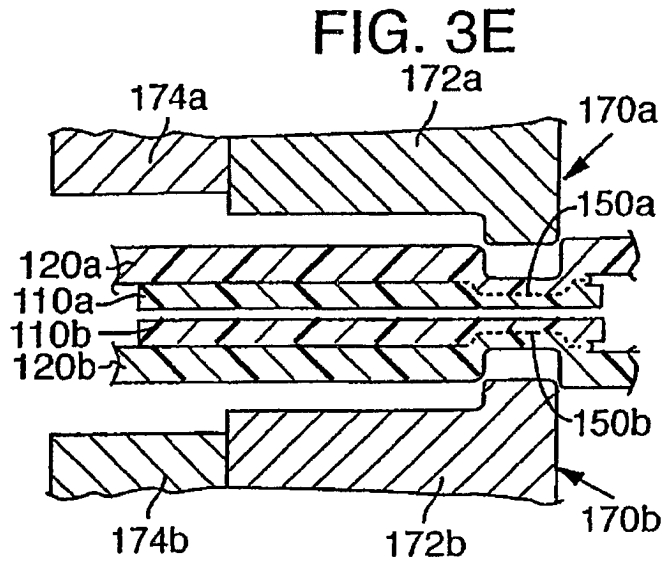
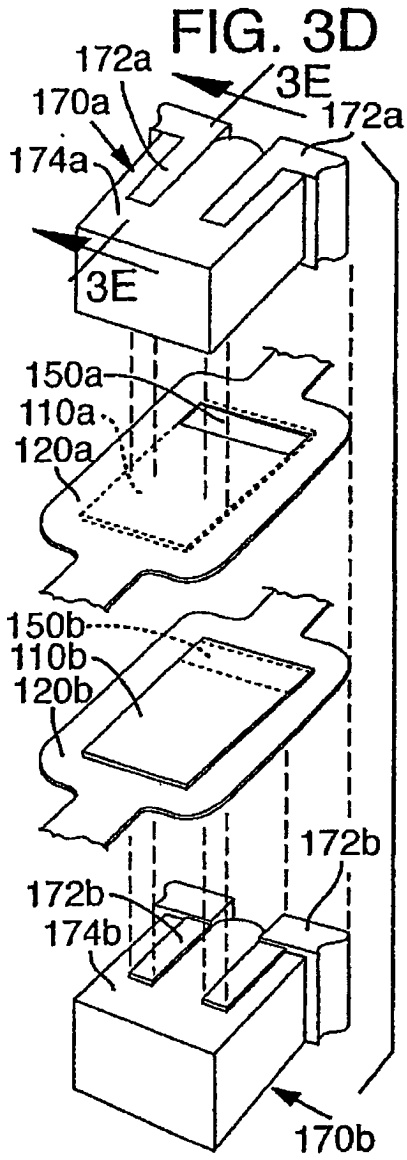


FIG. 3G

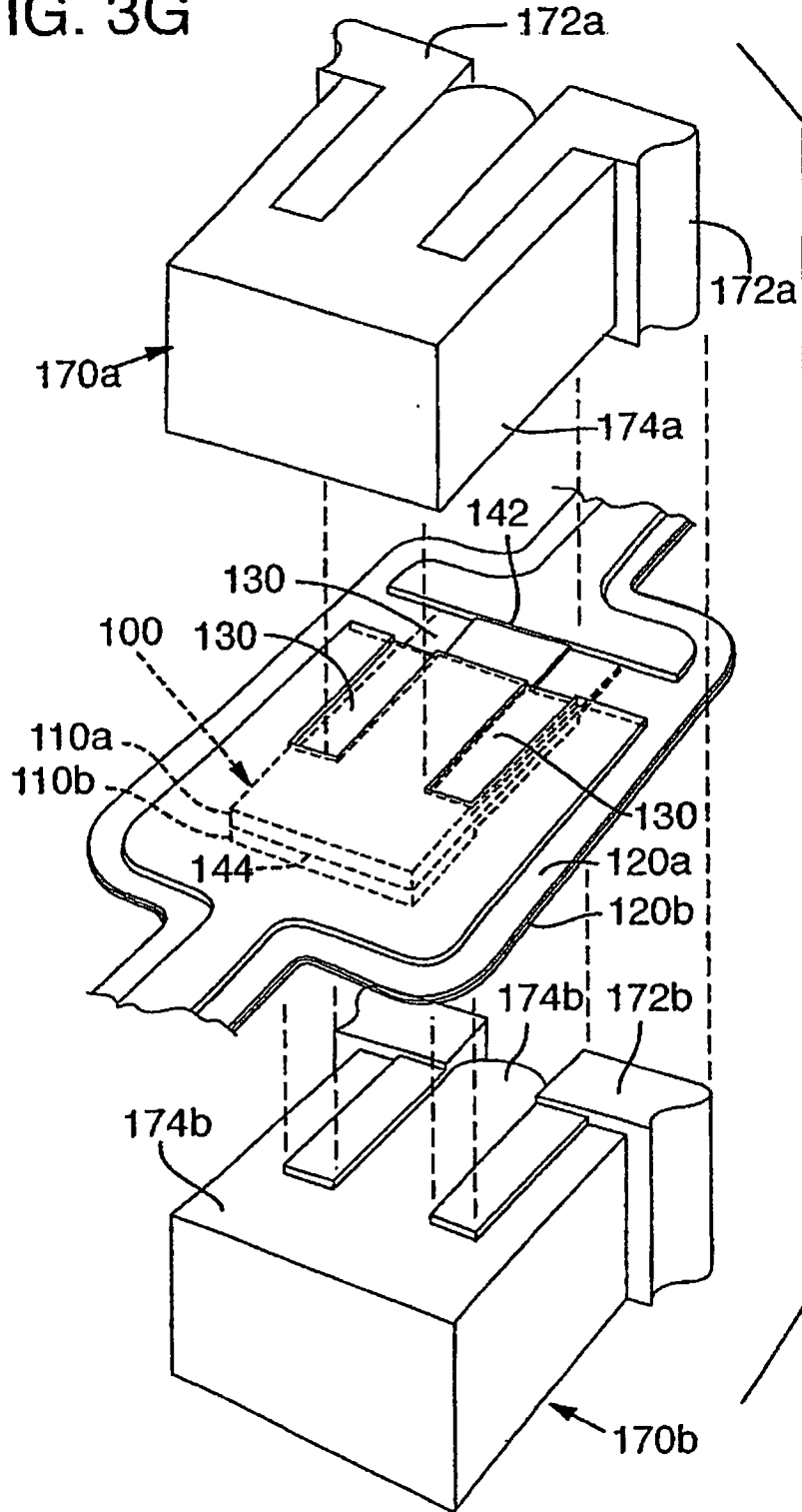


FIG. 4A

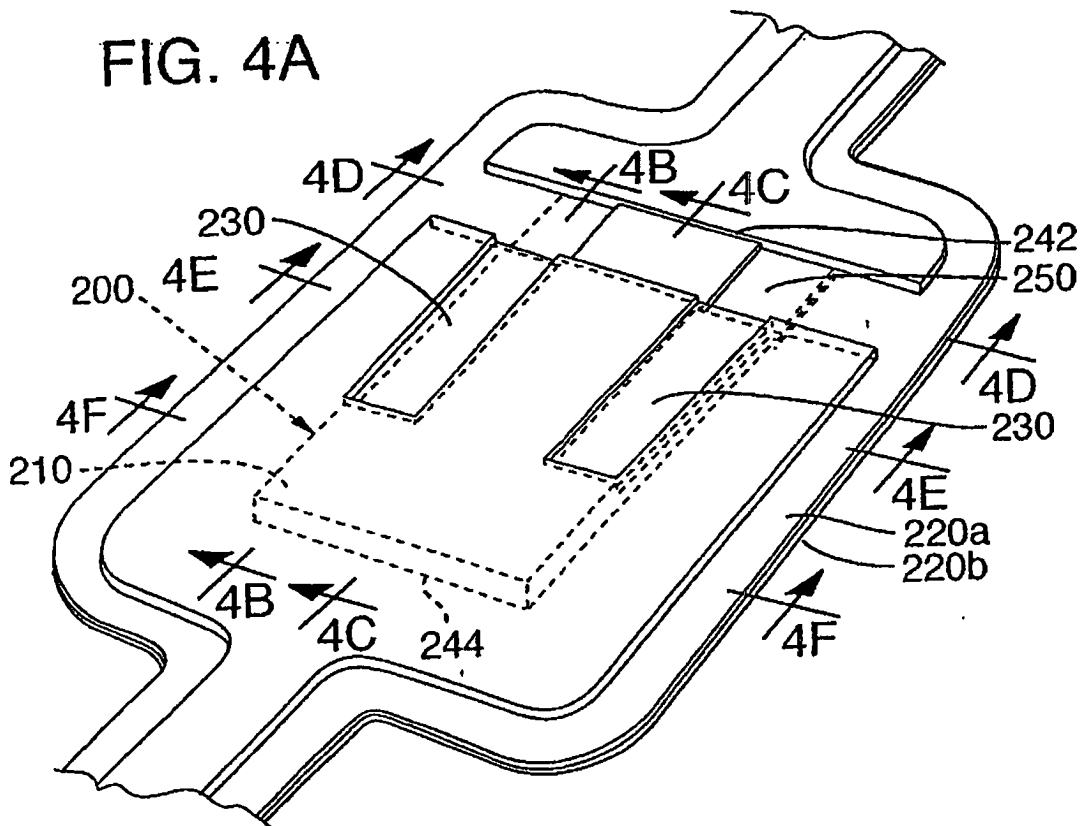


FIG. 4B

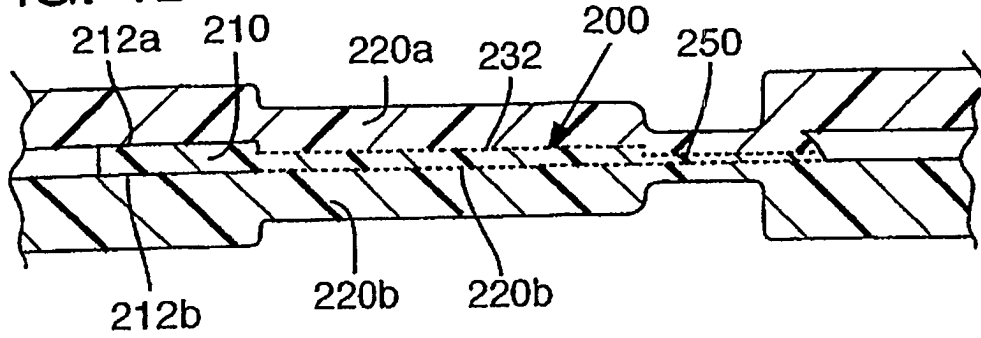


FIG. 4C

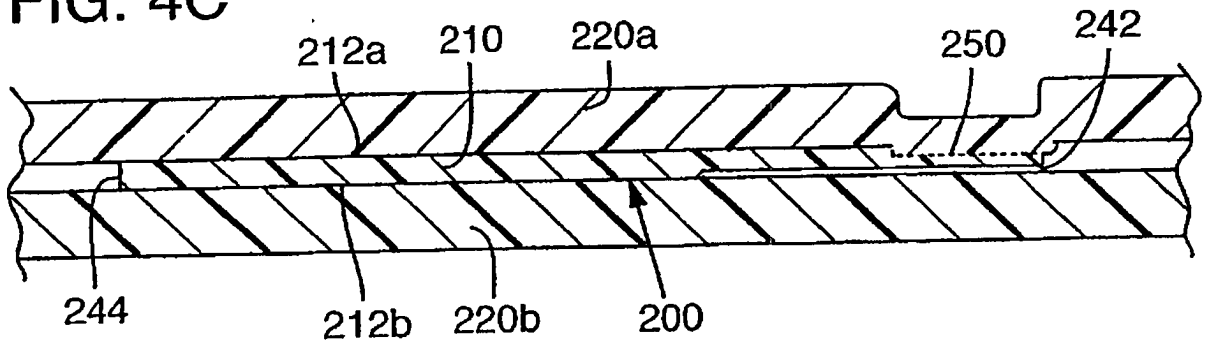
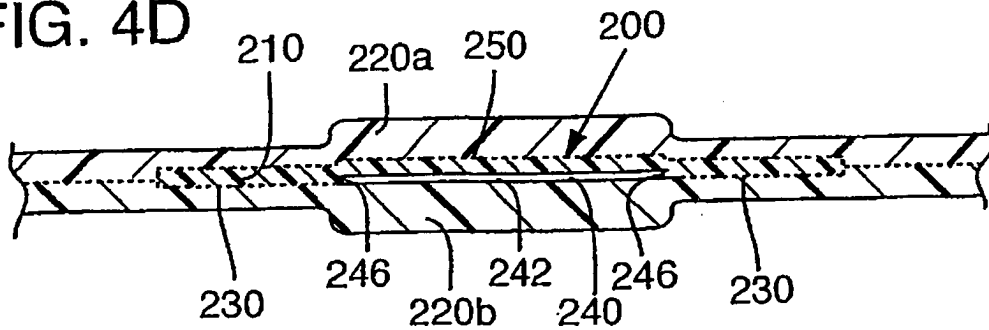
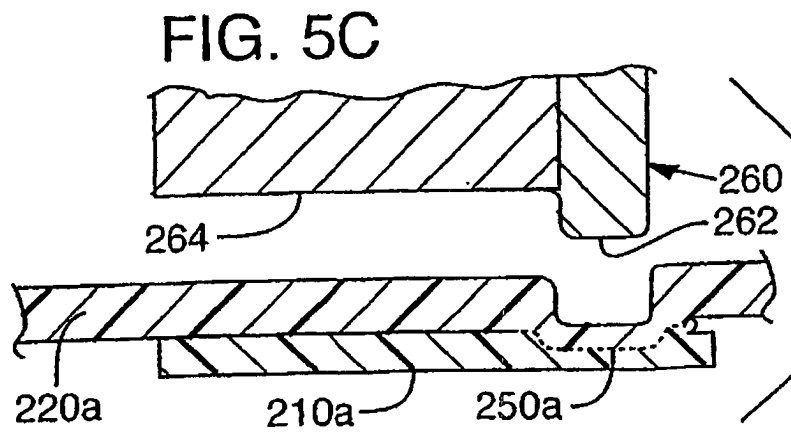
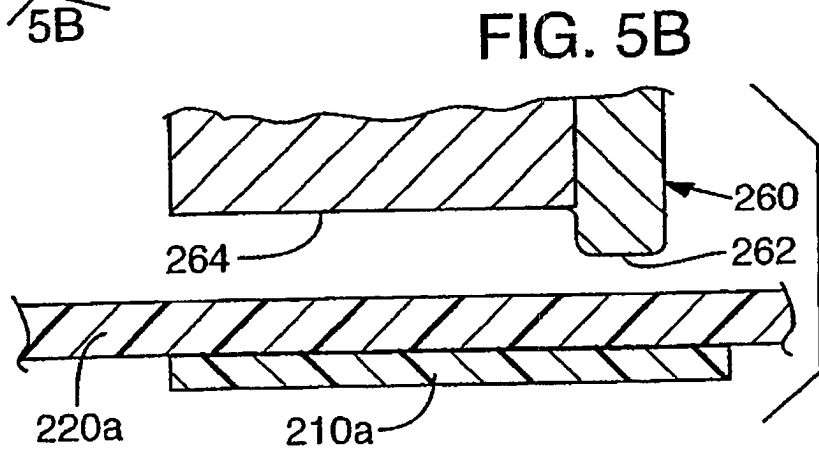
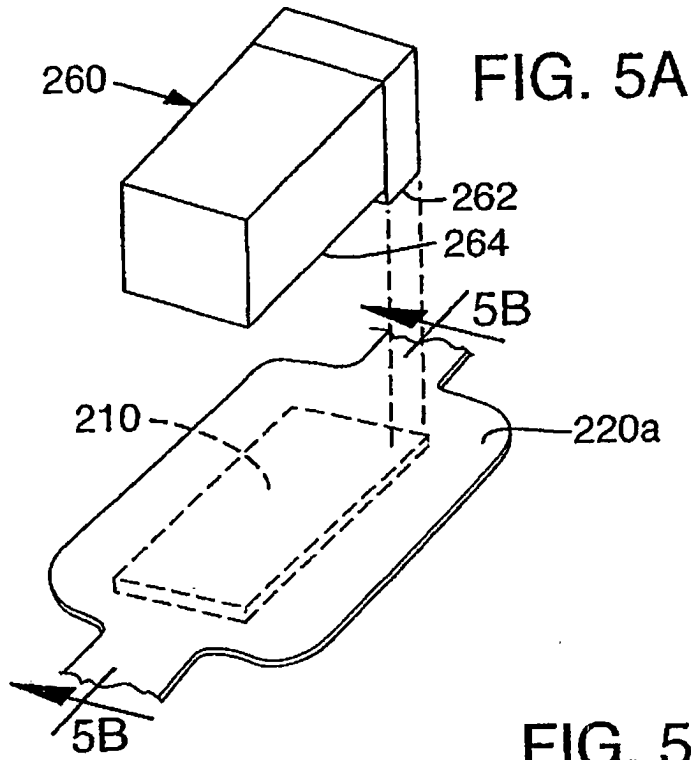


FIG. 4D





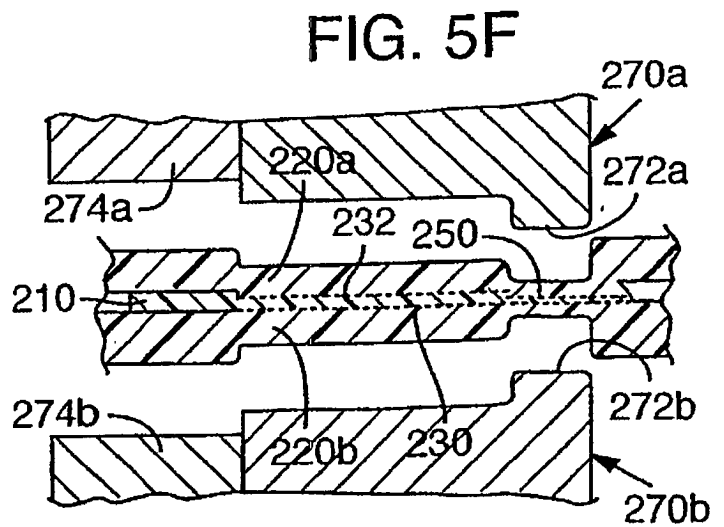
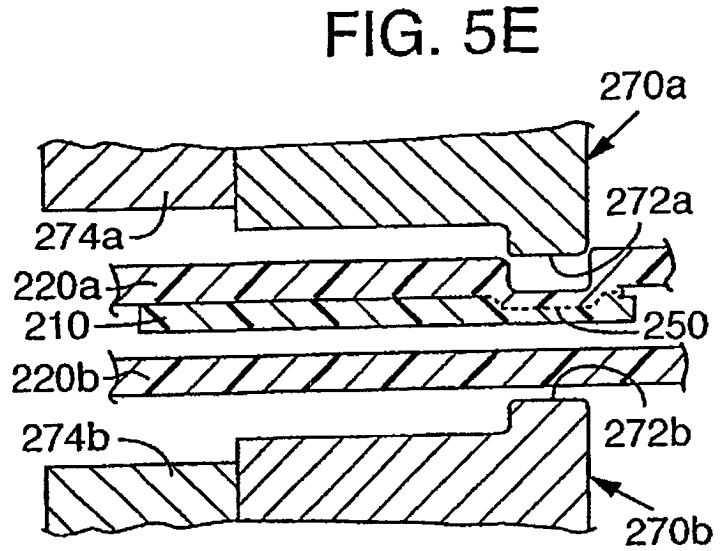
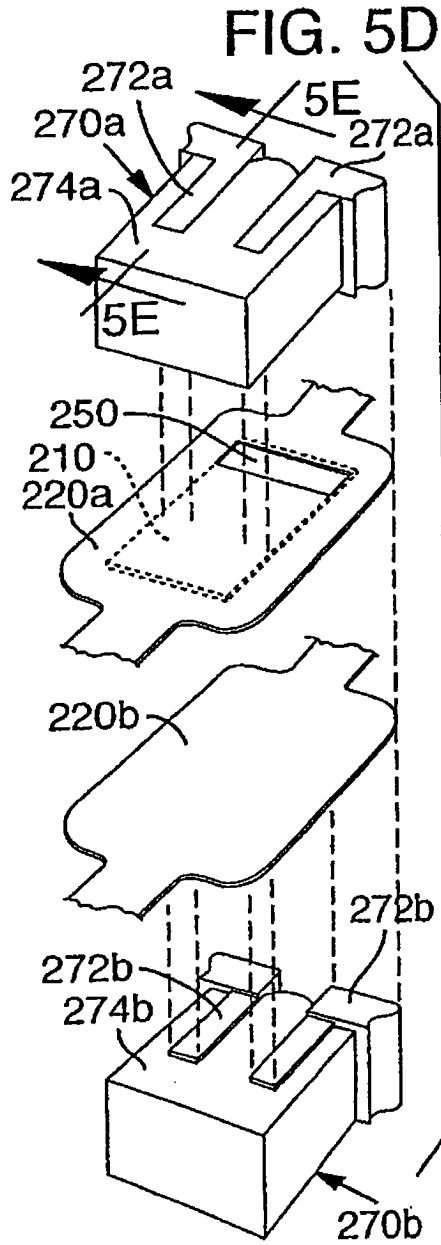


FIG. 5G

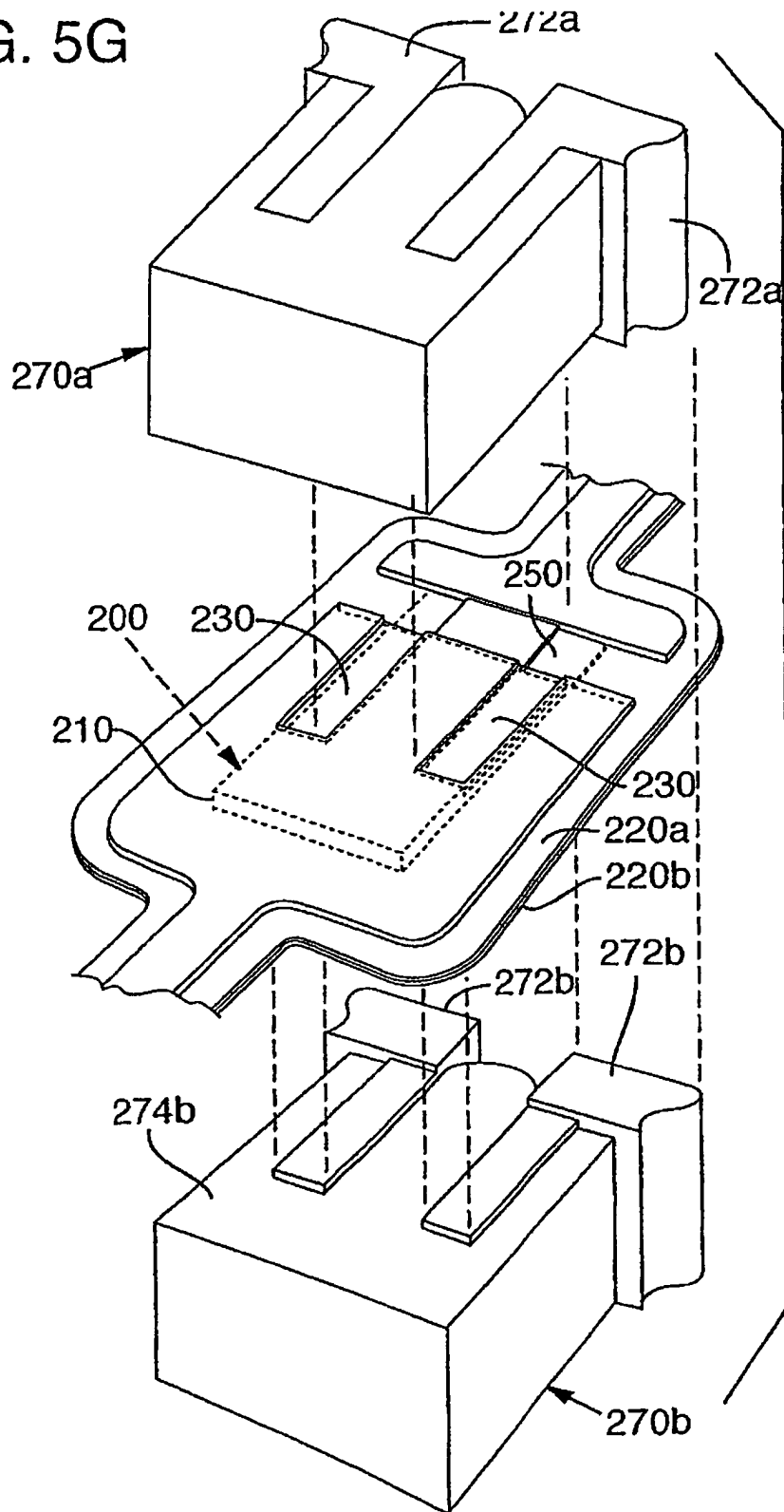
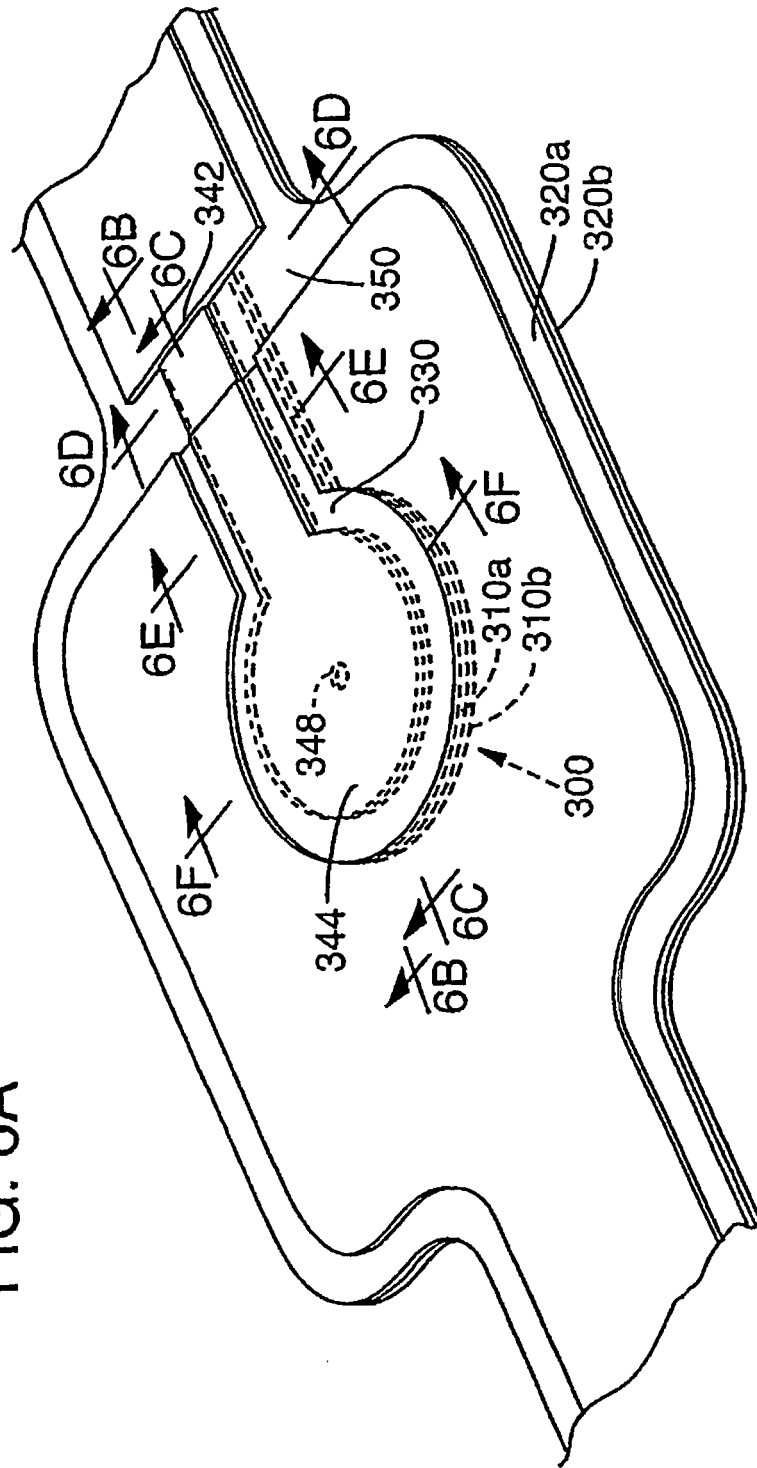


FIG. 6A



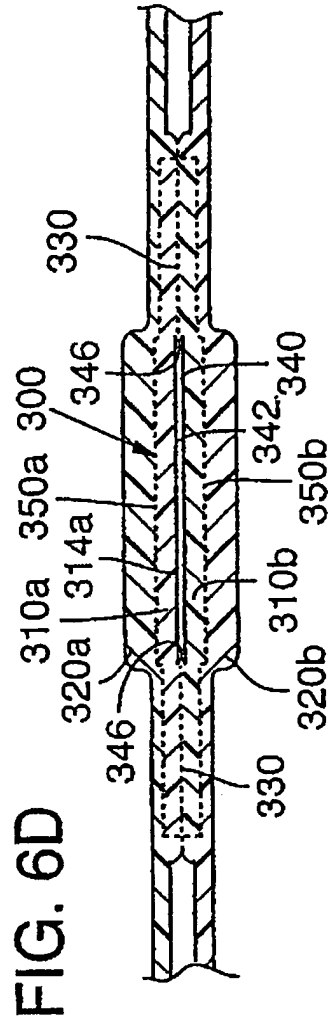
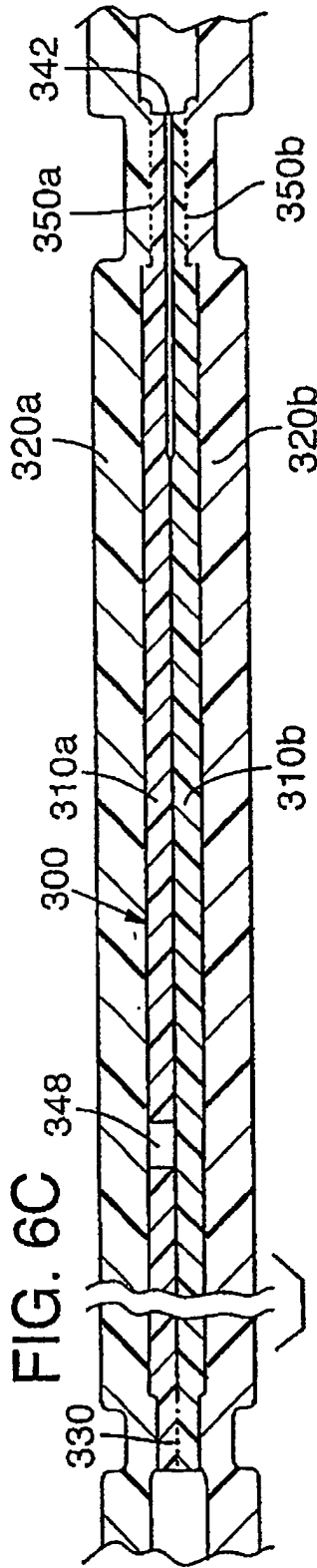
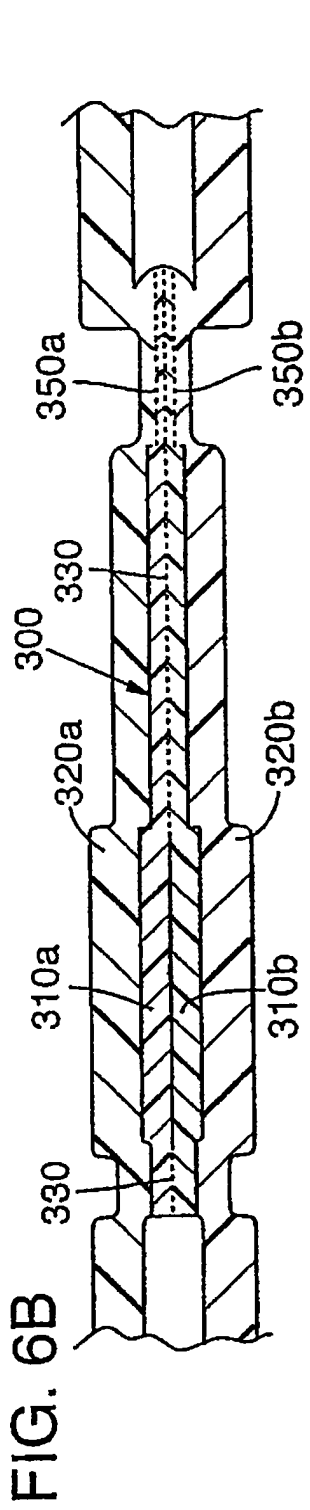


FIG. 6E

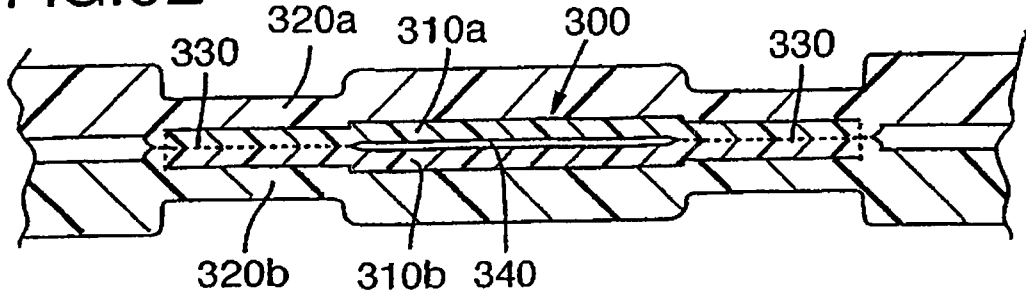


FIG. 6F

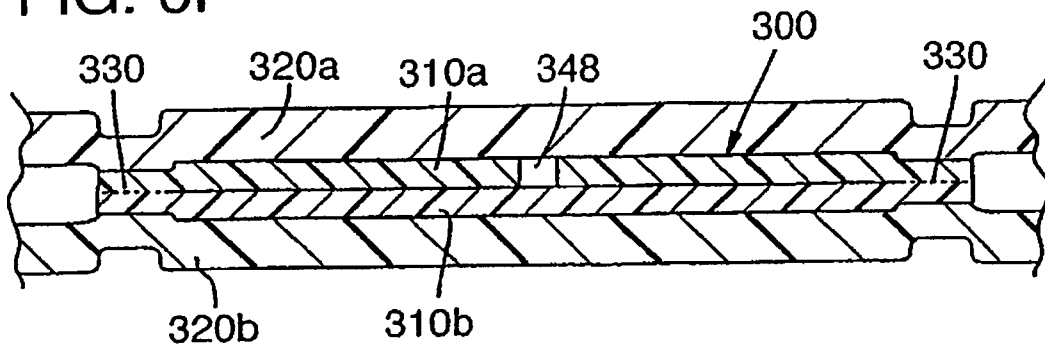
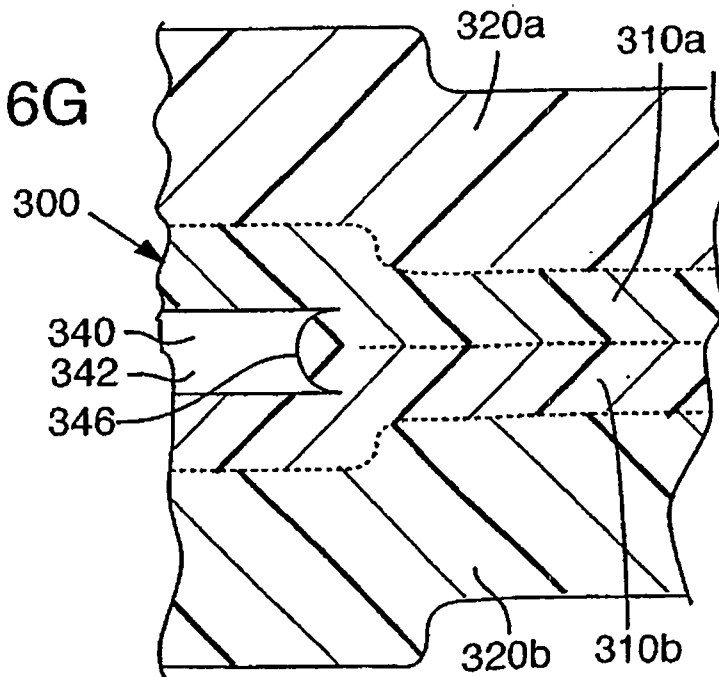


FIG. 6G



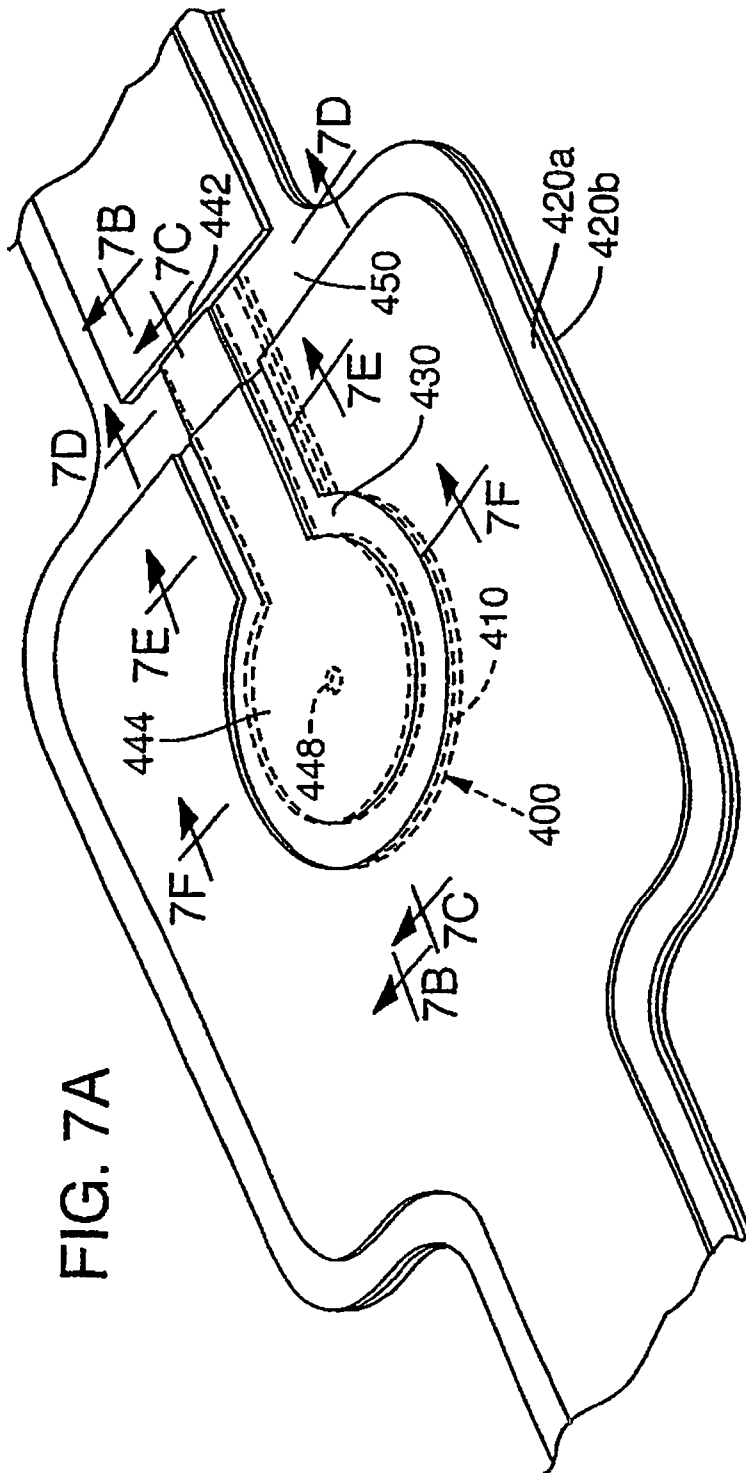


FIG. 7A

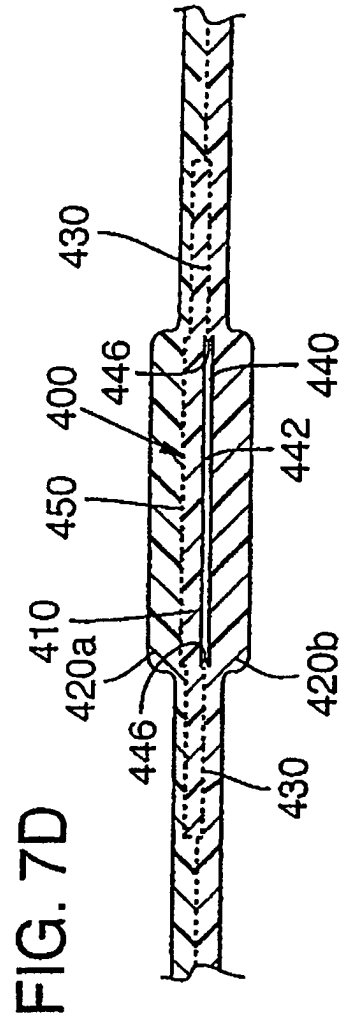
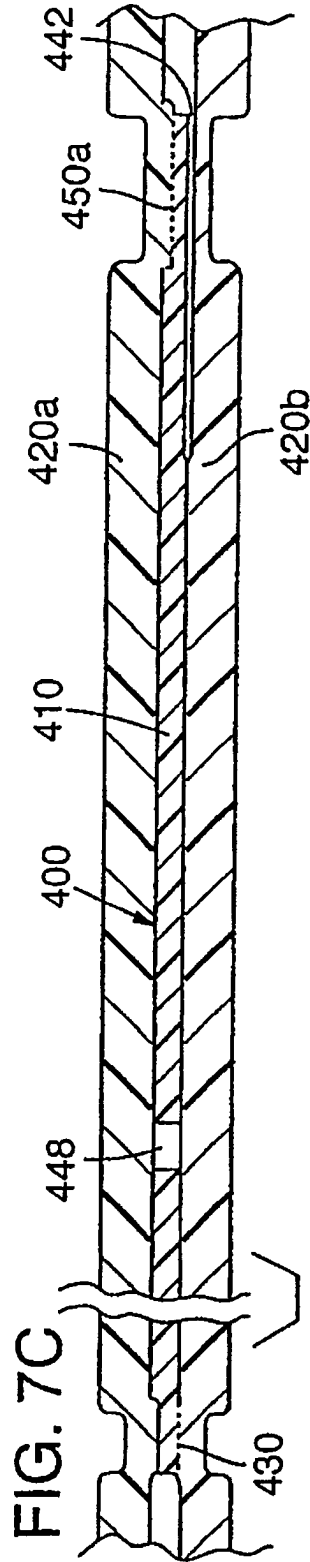
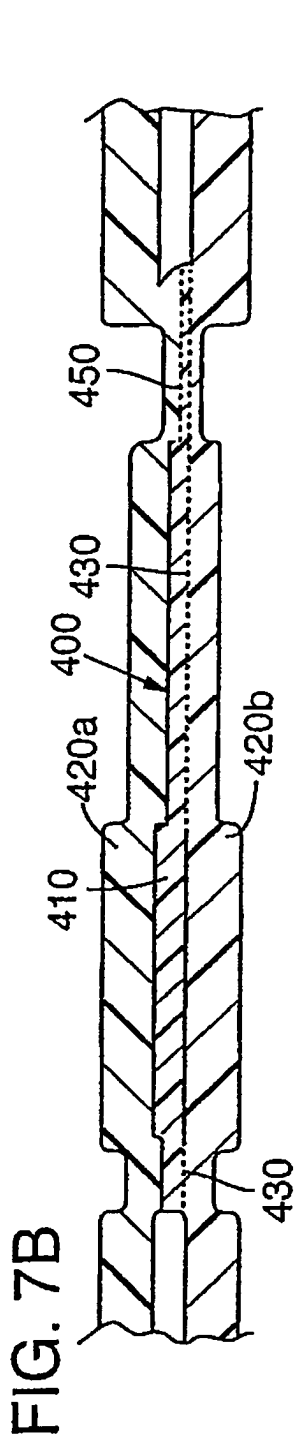


FIG. 7E

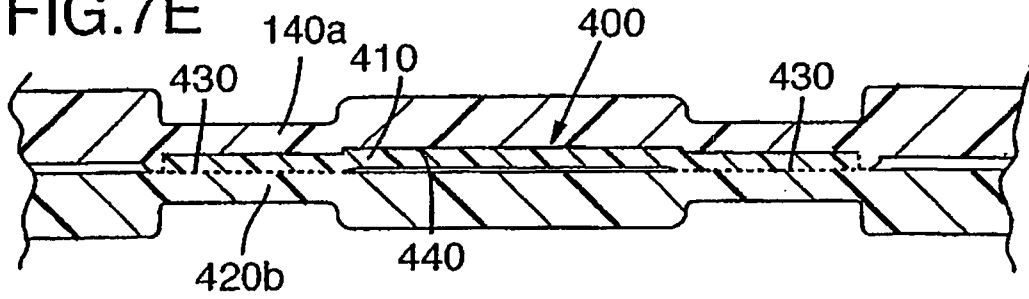


FIG. 7F

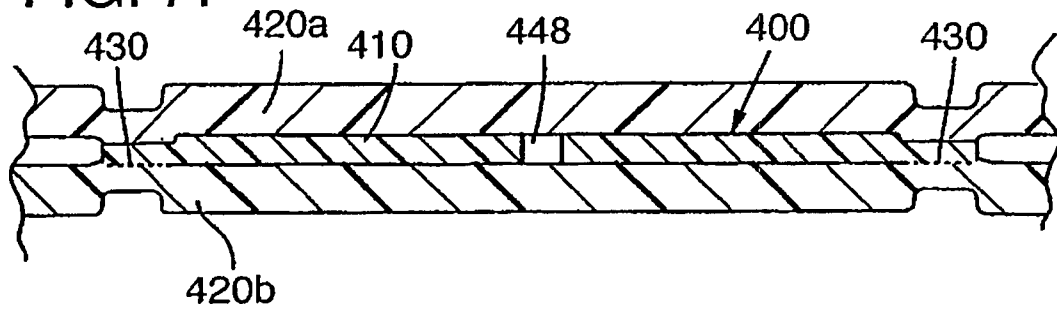
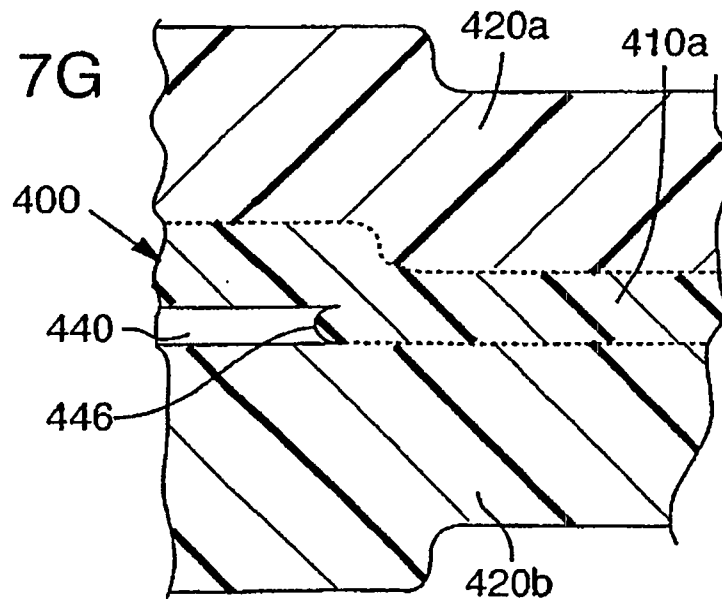
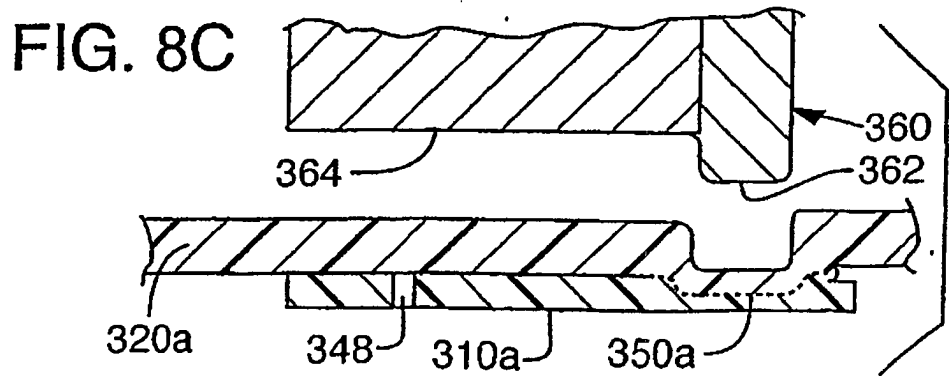
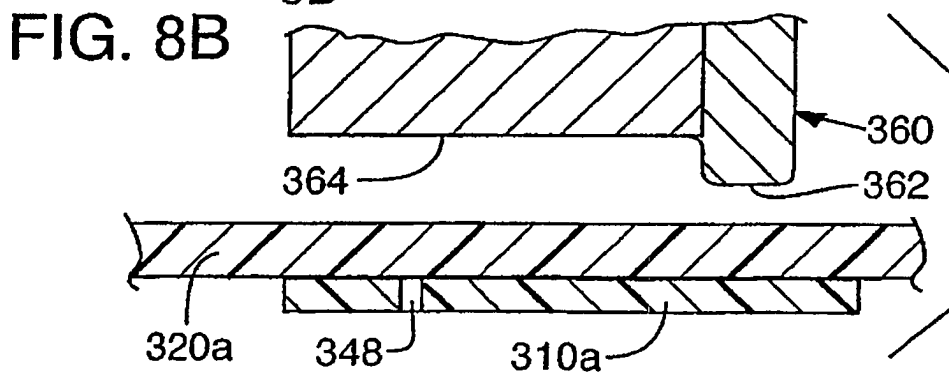
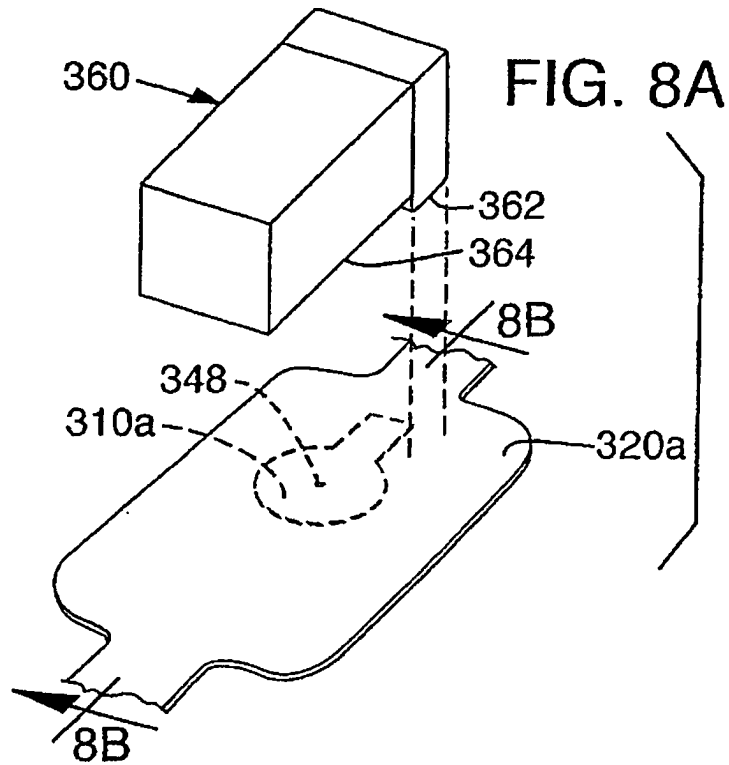


FIG. 7G





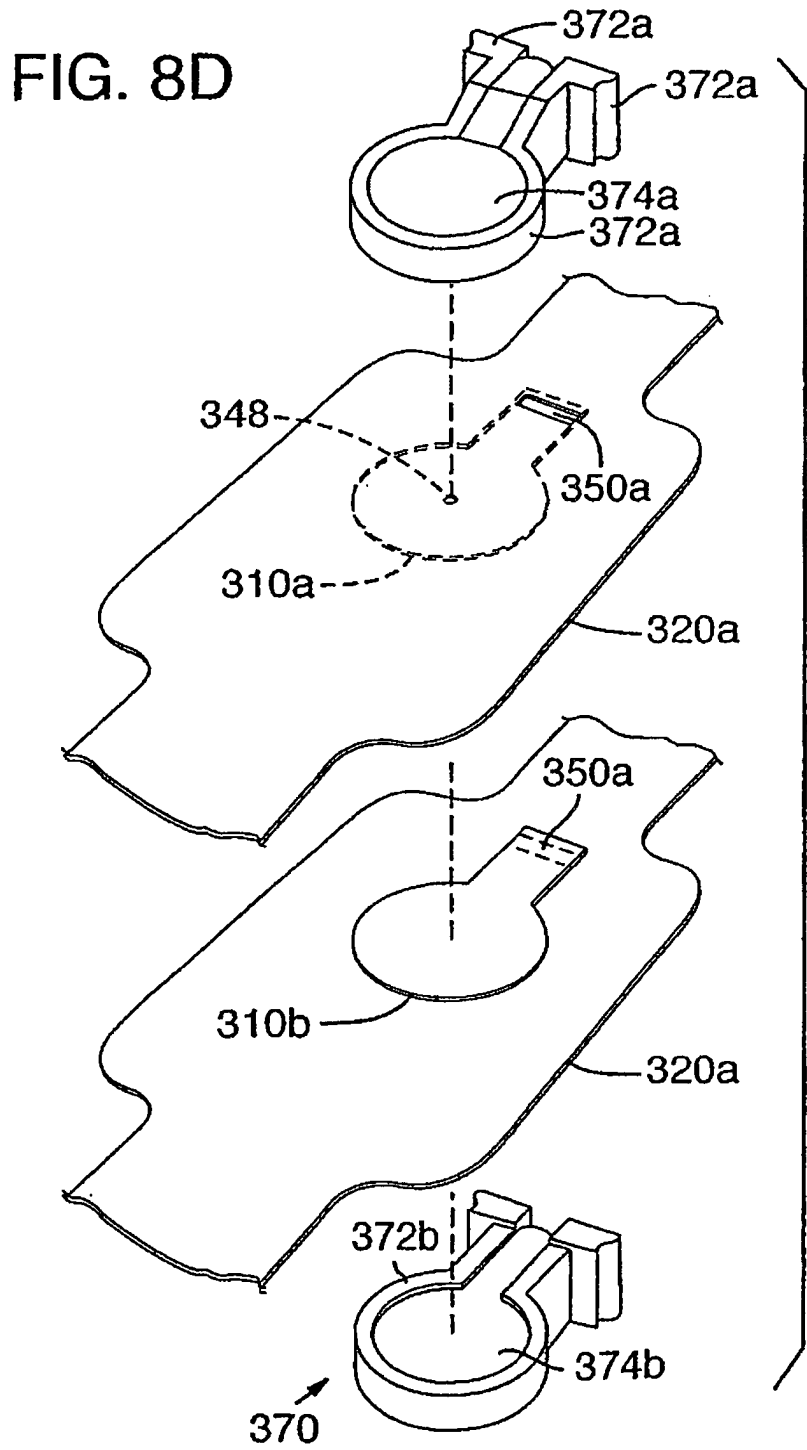


FIG. 8E

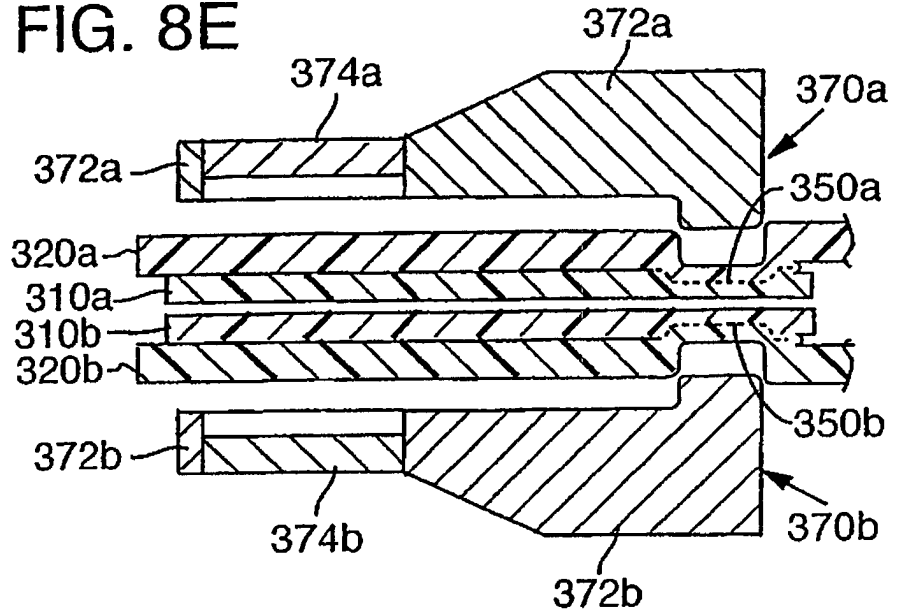


FIG. 8F

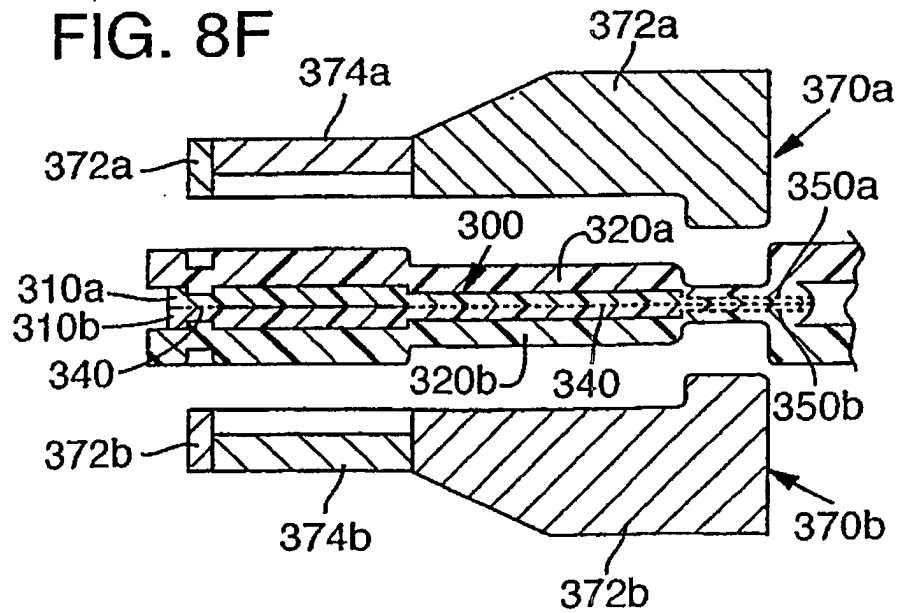


FIG. 8G

