



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **103 92 912.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US03/21529**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/008503**
(86) PCT-Anmeldetag: **10.07.2003**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.01.2004**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **04.08.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **17.09.2015**

(51) Int Cl.: **H01L 21/68 (2006.01)**
F25B 21/02 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
10/193,361 11.07.2002 US
60/448,203 18.02.2003 US

(73) Patentinhaber:
Temptronic Corp., Sharon, Mass., US

(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

(72) Erfinder:
Hudson, Douglas E., Hopkinton, Mass., US;
Butcher, Dana G., Somerville, Mass., US; Gates,
Richard B., Norwood, Mass., US; Pelrin, James,
Easton, Mass., US

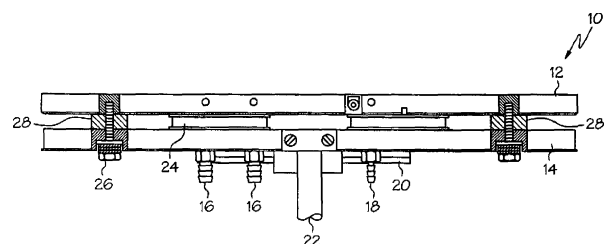
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 347 521	B1
US	2001 / 0 003 901	A1
US	5 802 856	A
US	5 465 578	A
EP	0 762 480	A1

(54) Bezeichnung: **Werkstück-Einspannvorrichtung mit Temperatursteuerbaueinheit mit Abstandshaltern zwischen Schichten, die einen Zwischenraum für thermoelektrische Module schaffen und Verfahren zum Halten eines Werkstücks**

(57) Hauptanspruch: Werkstück-Einspannvorrichtung (10, 100, 300, 400) zum Halten eines Werkstücks, die umfasst: eine obere Oberfläche, auf der das Werkstück angebracht werden kann; und eine Temperatursteuerbaueinheit, die mit der oberen Oberfläche in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur des Werkstücks zu steuern, wobei die Temperatursteuerbaueinheit umfasst: eine obere Schicht (12), eine untere Schicht (14), wenigstens ein thermoelektrisches Modul (24), das zwischen der oberen Schicht (12) und der unteren Schicht (14) der Temperatursteuerbaueinheit angeordnet ist; und wenigstens einen Abstandshalter (28, 128) zwischen der oberen Schicht (12) und der unteren Schicht (14) der Temperatursteuerbaueinheit, wobei der wenigstens eine Abstandshalter (28, 128) die obere Schicht (12) und die untere Schicht (14) der Temperatursteuerbaueinheit vertikal so beabstandet, dass das wenigstens eine thermoelektrische Modul (24) in einem Raum zwischen der oberen Schicht (12) und der unteren Schicht (14) der Temperatursteuerbaueinheit in einer unstarren Art und Weise eingefasst ist und eine vertikale Ausdehnung des Raumes, in dem das

thermoelektrische Modul (24) eingefasst ist, durch eine vertikale Größe des Abstandshalters (28, 128) vorgegeben ist.



Beschreibung

Verwandte Anmeldung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Bei der Verarbeitung von Halbleiterwafern ist es häufig erforderlich, einen Wafer in Abhängigkeit von der Temperatur zu bearbeiten und/oder zu prüfen. Temperaturgesteuerte Wafer-Einspannvorrichtungen sind entwickelt worden, die einen Wafer tragen und den Wafer während der Prüfung und/oder der Bearbeitung temperaturabhängig zyklisch bearbeiten. Bei einer typischen temperaturgesteuerten Wafer-Einspannvorrichtung ist ein Temperatursteuermodul, wie etwa eine Heiz- und Wärmeableitungsbauereinheit, in der Einspannvorrichtung als eine Schicht vorgesehen. Eine obere Oberfläche, an der der Wafer angebracht ist, ist an der Oberseite der Heiz- und Wärmeableitungsbauereinheit vorgesehen und eine Basis, durch die die Einspannvorrichtung an dem Grundgerät befestigt ist, z. B. ein Waferhalter ist unter der Heiz- und Wärmeableitungsbauereinheit vorgesehen. Bei einigen Heiz- und Wärmeableitungsbauereinheiten werden thermoelektrische Module, die auch als Peltier-Vorrichtungen bekannt sind, verwendet, um die Temperatursteuerung zu realisieren. Peltier-Vorrichtungen sind kleine Festkörpervorrichtungen, die als Wärmepumpen arbeiten. Die typische Vorrichtung ist eine Verbundeinrichtung, die aus zwei Keramikplatten gebildet ist, zwischen denen sich eine Anordnung aus kleinen Wismuttellurid (Bi_2Te_3) Würfeln befindet. Wenn ein Gleichstrom angelegt wird, wird Wärme von einer Seite der Vorrichtung zur anderen Seite bewegt, von der sie mit einem Kühlkörper abgeführt wird. Die kalte Seite der Vorrichtung wird gewöhnlich verwendet, um einen Wafer zu kühlen. Wenn der Strom umgekehrt wird, kann die Vorrichtung als eine Heizeinrichtung verwendet werden, wobei die Wärme in die entgegengesetzte Richtung bewegt wird.

[0002] Ein Nachteil von Peltier-Vorrichtungen besteht darin, dass sie mechanischen Belastungen ausgesetzt sind. Diese Belastungen können aus verschiedenen Quellen kommen. In einem Fall können Belastungen, die durch die Ausdehnung und die Kontraktion der Einspannvorrichtungsschichten mit der Temperatur induziert werden, bewirken, dass die Vorrichtungen unzuverlässig werden und schließlich ausfallen. Das gilt insbesondere für Wafer-Einspannvorrichtungen, bei denen die Peltier-Vorrichtungen an einer Schicht oder an beiden Schichten der oberen und der unteren Schicht der Heiz/Wärmeableitungsbauereinheit starr befestigt sind. Wenn sich die Bauereinheit ausdehnt oder zusammenzieht, fallen die Peltier-Vorrichtungen infolge der mechanischen Belastungen, die durch thermische Effekt eingeführt werden, aus.

[0003] In einem weiteren Fall können die mechanischen Belastungen, die durch die unterschiedliche Expansion der oberen und der unteren Keramikschicht der Vorrichtung eingeführt werden, bewirken, dass die Vorrichtung unzuverlässig wird und ausfällt. Das gilt insbesondere für Peltier-Module, die groß sind. Die größeren Vorrichtungen erzeugen eine größere unterschiedliche Ausdehnung und entwickeln deswegen eine größere mechanische Belastung.

[0004] Aus der US 6 347 521 B1 ist eine Vorrichtung mit den zuvor beschriebenen Nachteilen bekannt.

[0005] Weiterer Stand der Technik wird in den Druckschriften US 2001/0 003 901 A1, US 5 465 578 A, EP 0 762 480 A1 und US 5 802 856 A offenbart.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die technischen Nachteile werden durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 24 gelöst. Die vorliegende Erfindung betrifft demnach eine Werkstück-Einspannvorrichtung und ein Verfahren zum Halten eines Werkstücks wie etwa eines Halbleiterwafers. Die Einspannvorrichtung enthält eine obere Schicht, an der ein Werkstück angebracht werden kann, und eine Temperatursteuerbauereinheit, die mit der oberen Schicht in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur des Werkstücks zu steuern. Die Temperatursteuerbauereinheit enthält eine obere Schicht und eine untere Schicht. Zwischen der oberen und der unteren Schicht ist wenigstens ein thermoelektrisches Modul angeordnet und zwischen der oberen und der unteren Schicht ist wenigstens ein Abstandshalter vorgesehen. Der Abstandshalter ist so bemessen, dass er die obere und die untere Schicht so beabstandet, dass das thermoelektrische Modul in einem Raum zwischen der oberen und der unteren Schicht vertikal schwebt. Das heißt, das thermoelektrische Modul ist in der Temperatursteuerbauereinheit nicht mechanisch oder starr eingezwängt. In einer Ausführungsform werden die kleinsten Module, die bei dem Aufbau der Einspannvorrichtung verwendet werden können, verwendet, um die unterschiedliche Ausdehnung in den eigentlichen Modulen zu verringern. Folglich werden mechanische Belastungen infolge von thermischen Effekten im Wesentlichen verringert oder eliminiert.

[0007] In einer Ausführungsform ist ein thermisch leitfähiges Medium in dem Raum zwischen der oberen und der unteren Schicht der Temperatursteuerbauereinheit vorgesehen. Das thermisch leitfähige Medium koppelt ein oder mehrere thermoelektrische Module thermisch mit der oberen und/oder unteren Schicht der Temperatursteuerbauereinheit. In einer Ausführungsform enthält das wärmeleitende Medium ein Wärmeableitungsschmiermittel. In einer weiteren Ausführungsform enthält das thermisch leitfähige

hige Medium eine Metallfolie. In einer weiteren Ausführungsform enthält das thermisch leitfähige Medium ein thermisch leitendes Kissen. In allen diesen Ausführungsformen ist das thermisch leitfähige Medium elastisch und bleibt im gesamten Betriebstemperaturbereich der Einspannvorrichtung elastisch, so dass das thermoelektrische Modul mit der oberen und/oder unteren Schicht thermisch gekoppelt ist, während es zwischen der oberen und der unteren Schicht nicht physikalisch eingezwängt ist.

[0008] In einer Ausführungsform ist das thermoelektrische Modul eine Peltier-Vorrichtung. Das thermoelektrische Modul kann Wismuttellurid enthalten und besitzt eine in Segmente unterteilte Oberfläche, um die effektive Größe des Moduls zu verringern.

[0009] Die obere und die untere Schicht der Temperatursteuerbaueinheit können durch eine oder mehrere Schrauben aneinander befestigt sein. In einer Ausführungsform enthält der Abstandshalter tatsächlich mehrere Unterlegscheiben oder Abstandshalter des Buchsentyps, die Löcher mit Spielraum enthalten, durch die die Schrauben verlaufen. Wenn die Schrauben angezogen werden, um die obere und die untere Schicht zu befestigen, klemmen sie die Abstandshalter zwischen den Schichten fest, wodurch ein ausreichender Raum geschaffen wird, um zu verhindern, dass die thermoelektrischen Module vertikal eingezwängt werden. In einer weiteren Ausführungsform ist der Abstandshalter an Stelle einer Unterlegscheibe und einer Vorrichtung des Buchsentyps wie in der oben erwähnten Ausführungsform eine unitäre Vorrichtung. Die unitäre Vorrichtung kann in einer Sternform hergestellt sein, wobei sich mehrere Abstandsarmer von der Mitte der Temperatursteuerbaueinheit radial nach außen erstrecken.

[0010] Die vorliegende Erfindung schafft zahlreiche Vorteile gegenüber früheren Konfigurationen. Durch das Schaffen eines ausreichenden Raums zwischen den Schichten der Temperatursteuerbaueinheit sind die thermoelektrischen Module keinen mechanischen Belastungen infolge von Effekten der Wärmeausdehnung und Kontraktion ausgesetzt. Außerdem verringert die Verwendung von kleinen Modulen die unterschiedliche Ausdehnung der keramischen Oberflächen der Module. Folglich werden die Beschädigung und der Ausfall der Vorrichtungen wesentlich verringert. Außerdem erzeugen die Abstandshalter eine zusätzliche Starrheit und Unterstützung in der Wafer-Einspannvorrichtung, was eine bessere Flachheit der oberen Oberfläche der Einspannvorrichtung zur Folge hat, die wiederum bessere Ergebnisse bei der Waferbearbeitung und/oder Waferprüfung zur Folge hat.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

[0011] Die vorhergehenden sowie weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden genaueren Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung deutlich, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist, in denen in allen unterschiedlichen Ansichten gleiche Bezugszeichen gleiche Teile bezeichnen. Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgerecht, vielmehr wurde der Schwerpunkt auf die Darstellung der Prinzipien der Erfindung gelegt.

[0012] Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht einer Werkstück-Einspannvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0013] Fig. 2 ist eine schematische Explosionsansicht eines Abschnitts der Werkstück-Einspannvorrichtung von Fig. 1;

[0014] Fig. 3 ist eine schematische genaue Schnittansicht eines Abschnitts der Werkstück-Einspannvorrichtung von den Fig. 1 und Fig. 2;

[0015] Fig. 4 ist eine schematische Schnittansicht einer Werkstück-Einspannvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0016] Fig. 5 ist eine schematische Explosionsansicht eines Abschnitts der Werkstück-Einspannvorrichtung von Fig. 4;

[0017] Fig. 6 ist eine schematische Draufsicht einer Anordnung aus thermoelektrischen Modulen in der Werkstück-Einspannvorrichtung von den Fig. 4 und Fig. 5;

[0018] Fig. 7 ist eine schematische Schnittansicht einer Werkstück-Einspannvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0019] Fig. 8 ist eine schematische Explosionsansicht eines Abschnitts der Werkstück-Einspannvorrichtung von Fig. 7;

[0020] Fig. 9 ist eine schematische Schnittansicht einer Werkstück-Einspannvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0021] Fig. 10 ist eine schematische Explosionsansicht eines Abschnitts der Werkstück-Einspannvorrichtung von Fig. 9;

[0022] Fig. 11 ist eine schematische Draufsicht einer Anordnung aus thermoelektrischen Modulen in der Werkstück-Einspannvorrichtung von den Fig. 9 und Fig. 10;

[0023] Fig. 12 ist eine schematische genaue Ansicht von zwei Ausführungsformen der thermoelektrischen Module, die in den Werkstück-Einspannvorrichtungen der Fig. 6 bis Fig. 11 verwendet werden;

[0024] Fig. 13 enthält schematische Schnittansichten der Ausführungsformen des thermoelektrischen Moduls, die in Fig. 12 dargestellt sind;

[0025] Fig. 14A–Fig. 14E sind Detailzeichnungen, die elektrische Verbindungen einer Ausführungsform eines in Segmente unterteilten thermoelektrischen Moduls gemäß der Erfindung darstellen; und

[0026] Fig. 15 enthält eine schematische genaue Schnittansicht eines in Segmente unterteilten thermoelektrischen Moduls gemäß der Erfindung.

Genauere Beschreibung der
bevorzugten Ausführungsformen

[0027] Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht einer Werkstück-Einspannvorrichtung 10 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Fig. 2 ist eine schematische Explosionsansicht der Einspannvorrichtung 10, die in Fig. 1 gezeigt ist. Fig. 3 ist eine schematische genaue Schnittansicht eines Abschnitts der Werkstück-Einspannvorrichtung 10, die in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt ist. In den Fig. 1 bis Fig. 3 enthält die Einspannvorrichtung 10 eine obere Oberfläche oder Unterdruckplatte 12, auf der ein Werkstück, wie etwa ein Halbleiterwafer, während der Bearbeitung angeordnet werden kann. Die obere Unterdruckplatte 12 enthält konzentrische Kanäle zum Verteilen des Unterdrucks auf der oberen Oberfläche, um den Wafer auf der oberen Oberfläche zu halten. Die Einspannvorrichtung 10 enthält außerdem eine Wärmeableitungs- oder Temperatursteuereinrichtung 14, die unter der oberen Unterdruckplatte 12 durch einen oder mehrere Befestigungsblöcke, die Schrauben 26 enthalten, befestigt ist. Einlass- und Auslassdüsen 16 für Luft/Fluidkühlmittel sind vorgesehen, damit ein Kühlmittelfluid durch die Temperatursteuereinrichtung 14 zirkulieren kann. Ein Unterdruckeinlass 18 ist vorgesehen, um einen Unterdruck an die Einspannvorrichtung 10 zu liefern, um den Wafer auf der oberen Oberfläche 12 zu halten. Eine Anbringungsbasis 20 kann verwendet werden, um die Einspannvorrichtung 10 an der Grundmaschine anzubringen, die die Waferbearbeitung ausführt, wie z. B. eine Waferprüfeinrichtung.

[0028] Eine Anordnung aus thermoelektrischen oder Peltier-Modulen 24 ist in dem Raum zwischen der oberen Platte 12 und der Temperatursteuereinrichtung 14 vorgesehen. Die Peltier-Module 24 können von dem Typ sein, der von der Firma Melcor, Trenton, New Jersey vertrieben wird. Die Module 24 sind mit einer gedruckten Leiterplatte 25 elektrisch verbunden, die zwischen der oberen Unterdruckplatte

12 und der Temperatursteuereinrichtung 14 angeordnet ist. Der vertikale Abstand zwischen der oberen Platte 12 und der Temperatursteuereinrichtung 14 wird durch die Größe der Abstandshalter 28 gesteuert. Die Abstandshalter 28 sind aus einem keramischen oder einem ähnlichen nicht leitenden Material mit geringer Wärmeausdehnung gebildet. Die vertikale Abmessung der Abstandshalter 28 ist so gewählt, dass dann, wenn die obere Platte 12 und die Temperatursteuereinrichtung 14 durch Schrauben 26 aneinander befestigt sind, der Raum zwischen der oberen Platte 12 und der Temperatursteuereinrichtung 14 so ist, dass sich die Peltier-Module 24 seitlich frei bewegen können. Das heißt, die obere Platte 12 und die Temperatursteuereinrichtung 14 klemmen die Peltier-Module 24 in der vertikalen Richtung nicht ein und stellen keine mechanische Einschränkung dar. Das heißt, die gesteuerte Abmessung ist derart, dass die Peltier-Anordnung während Temperaturschwankungen schweben kann, wodurch mechanische Belastungen an der Peltier-Struktur wirkungsvoll beschränkt werden. Diese Lösung verlängert die Lebenserwartung der Peltier-Module 24 drastisch. Ein Leistungs/Sensorkabel 22 liefert elektrische Leistung an die Peltier-Module 24 und die Temperaturerfassungs- und weitere Erfassungseinrichtungen in der Einspannvorrichtung 10.

[0029] Die Anordnung aus Peltier-Modulen 24 ist über ein wärmeleitfähiges Medium auf den Moduloberflächen mit der oberen Unterdruckplatte 12 und der Temperatursteuereinrichtung 14 thermisch gekoppelt. Das wärmeleitende Übertragungsmedium 27 ist in dem Raum zwischen der oberen und der unteren Oberfläche der Peltier-Module 24 und der oberen Platte 12 bzw. der Temperatursteuereinrichtung 14 eingebracht. Das Medium kann ein elektrisch nicht leitendes Wärmeableitungsschmiermittel sein, wie etwa Premium Ceramic Polysynthetic Thermal Compound, das von Arctic Silver, Inc., Vista, California vertrieben wird, eine Metallfolie, ein leitendes Kissen oder ein ähnliches Medium sein. Das Medium ist mechanisch elastisch, so dass auf die Peltier-Module 24 bei Effekten der Wärmeausdehnung und -kontraktion infolge von Temperaturschwankungen keine Belastungen wirken.

[0030] Außer den Vorteilen, die erzielt werden, indem ein Schweben der Peltier-Module 24 in dem Raum zwischen der oberen Platte 12 und der Temperatursteuereinrichtung 14 ermöglicht wird, erzeugt die Konfiguration der Abstandshalter eine thermisch stabile Struktur der Einspannvorrichtung. Die Änderung der Flachheit der oberen Oberfläche bei einem typischen Prüftemperaturbereich ist auf die ursprüngliche Flachheit der Umgebung beschränkt. Die Starrheit verringert außerdem die Durchbiegung, die während des Prüfkontakts durch große Kräfte bei der Waferabtastung bewirkt wird.

[0031] In **Fig. 3** werden die obere Unterdruckplatte **12** und die Temperatursteuereinrichtung **14** durch Gewindeschrauben **26** zusammengehalten. Die Schrauben sind in Gewindelöcher **31** in der oberen Unterdruckplatte **12** geschraubt. Eine Mutter oder ein Schraubenkopf halt Unterlegscheiben **29** in einer Aussparung oder in einer Gegenbohrung, die in der Unterseite der Temperatursteuereinrichtung **14** ausgebildet ist. Es sollte angemerkt werden, dass die Einzelheiten von **Fig. 3** bei allen hier beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung angewendet werden können.

[0032] **Fig. 4** ist eine schematische Schnittansicht einer Werkstück-Einspannvorrichtung **100** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 5** ist eine schematische Explosionsansicht der Einspannvorrichtung von **Fig. 4**. **Fig. 6** ist eine schematische Draufsicht, die eine Konfiguration aus einer Anordnung von Peltier-Modulen und Abstandshaltern darstellt, die in der Einspannvorrichtung der **Fig. 4** und **Fig. 5** verwendet wird. Die Beschreibung der Elemente, die gleich den Elementen der ersten Ausführungsform sind, wird weggelassen. In den **Fig. 4** bis **Fig. 6** sind die obere Unterdruckplatte **12** und die Temperatursteuereinrichtung **14** an Stelle der mehreren Abstandshalter, die in der oben beschriebenen Ausführungsform verwendet werden, durch einen unitären Abstandshalter **128** getrennt. Der unitäre "sternförmige" Abstandshalter **128** ist aus einem keramischen oder einem ähnlichen nicht leitenden Material mit geringer Wärmeausdehnung hergestellt. Der unitäre Abstandshalter **128** enthält mehrere radiale Arme, die sich zwischen den Peltier-Modulen **24** von der Mitte des Abstandshalters **128** zu den Kanten der Einspannvorrichtung **100** erstrecken. Wie bei der vorherigen Ausführungsform definiert wiederum die Dicke des Abstandshalters den Raum zwischen der oberen Oberflächenplatte **12** und der Temperatursteuereinrichtung **14**. Die Dicke ist so gewählt, dass die Peltier-Module **24** während Temperaturschwankungen schweben können, um die mechanische Belastung zu verringern, wodurch die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit der Module **24** verbessert werden. Der einteilige unitäre Abstandshalter **128** besitzt einen dünnen vertikalen Querschnitt und weist Ausschnitte auf, um die Wärmeleitfähigkeit zwischen der oberen Unterdruckplatte **12** und der Temperatursteuereinrichtung **14** minimal zu machen und schafft außerdem einen Freiraum für die elektrischen Verbindungen. Die Konfiguration enthält außerdem Stifteinsätze **102** an der Temperatursteuereinrichtung **14**, um eine übermäßige Positionsverschiebung der Module **24** während Temperaturschwankungen zu verhindern.

[0033] In einer Ausführungsform ist die Größe der Peltier-Module effektiv verringert. In einer Ausführungsform sind die Module so klein, wie das physikalisch möglich ist. Die Module besitzen eine verringerte

Größe. Die Verwendung von kleinen und/oder von in Segmente unterteilten Modulen verringert effektiv die Größe der Module, ermöglicht jedoch eine bequeme elektrische Verbindung. In einer speziellen Ausführungsform, die hier dargestellt ist, sind die Module zu vier kleineren Modulen in Segmente unterteilt, indem die Moduloberfläche eingeschnitten ist. Die Segmentbildung kann so erfolgen, dass viele weitere diskrete Module erzeugt werden. Die Größenverringern der Module verkleinert die mechanische Belastung in dem Modul, indem die unterschiedliche Ausdehnung zwischen der oberen und der unteren Keramikschicht der Module verringert wird.

[0034] **Fig. 7** enthält eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform einer Werkstück-Einspannvorrichtung **300**. **Fig. 8** enthält eine schematische Explosionsansicht der Einspannvorrichtung **300** von **Fig. 7**. In der Einspannvorrichtung **300** der **Fig. 7** und **Fig. 8** sind die meisten Elemente gleich den Elementen von den Ausführungsformen der Einspannvorrichtung, die oben in Verbindung mit den **Fig. 1** bis **Fig. 3** beschrieben wurden. Deswegen wird die Beschreibung dieser Elemente nicht wiederholt. In der Einspannvorrichtung **300** besitzen die thermoelektrischen Module **324** die effektiv verringerte Größe. In der Einspannvorrichtung **300** sind die thermoelektrischen Module im Einzelnen in Segmente unterteilt, wie etwa durch das Bilden von Einschnitten in der Keramik entweder an der Oberseite oder an der Unterseite der Module **324**. Alternativ können an Stelle der in Segmente unterteilten Module oder zusätzlich zu diesen mehrere kleinere Module verwendet werden.

[0035] **Fig. 9** enthält eine schematische Schnittansicht einer Werkstück-Einspannvorrichtung **400** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 10** ist eine schematische Explosionsansicht der Einspannvorrichtung **400** von **Fig. 9**. **Fig. 11** ist eine schematische Draufsicht, die eine Konfiguration aus einer Anordnung aus Peltier-Modulen und Abstandshaltern darstellt, die in der Einspannvorrichtung **400** der **Fig. 9** und **Fig. 10** verwendet wird. In der Einspannvorrichtung **400** der **Fig. 9** bis **Fig. 11** sind die meisten Elemente gleich den Elementen in den Ausführungsformen der Einspannvorrichtung, die oben in Verbindung mit den **Fig. 4** bis **Fig. 6** beschrieben wurden. Deswegen wird die Beschreibung dieser Elemente nicht wiederholt. In der Einspannvorrichtung **400** besitzen die thermoelektrischen Module **324** die effektiv verringerte Größe. Im Einzelnen sind die thermoelektrischen Module in der Einspannvorrichtung **400** in Segmente unterteilt, wie etwa durch das Bilden von Einschnitten in der Keramik entweder an der Oberseite oder an der Unterseite der Module **324**. Alternativ können an Stelle der in Segmente unterteilten Module oder zusätzlich zu diesen mehrere kleinere Module verwendet werden.

[0036] Fig. 12 enthält eine schematische genaue Ansicht von zwei Ausführungsformen **324a** und **324b** der thermoelektrischen Module **423**, die in den Werkstück-Einspannvorrichtungen der Fig. 6 bis Fig. 11 verwendet werden. Die Ausführungsform **423a** ist ein in Segmente unterteiltes thermoelektrisches Modul und die Ausführungsform **324b** enthält mehrere kleine thermoelektrische Module. Bei der Ausführungsform **324a** enthält ein einzelnes mit einem Siliconelastomer abgedichtetes thermoelektrisches Modul lediglich eine in Segmente unterteilte heiße Seite, die eine Relativbewegung der Segmente der heißen Seite während Temperaturschwankungen zulässt, was ein kleineres Risiko des Ausfalls der Vorrichtung und eine bessere Zuverlässigkeit zur Folge hat. Bei der Ausführungsform **324b** werden mehrere mit einem Siliconelastomer abgedichtete thermoelektrische Module verwendet, was zur Folge hat, dass eine Relativbewegung der Module während Temperaturschwankungen möglich ist.

[0037] Fig. 13 enthält schematische Schnittansichten der Ausführungsformen des thermoelektrischen Moduls, die in Fig. 12 dargestellt sind. Wie in Fig. 13 gezeigt ist, enthält das in Segmente unterteilte Modul eine heiße Keramikseite **151** und eine kalte Keramikseite **154**, wobei die Peltier-Elemente **153** zwischen den Keramikschichten eingeschoben sind. Die heiße Seite der Keramikschicht **151** enthält Freischnitte **155**, die das Modul **324a** in mehrere kleinere Segmente unterteilt. Die Modulausführungsform **324b** enthält mehrere kleinere Module **324b(1)**, **324b(2)** usw. Die Module **324** sind sandwichartig zwischen der oberen Oberfläche **12** und dem Kühlkörper **14** der Einspannvorrichtung angeordnet.

[0038] Die Fig. 14A bis Fig. 14E sind Detailzeichnungen, die elektrische Verbindungen von einer Ausführungsform eines in Segmente unterteilten thermoelektrischen Moduls **324a** gemäß der Erfindung darstellen. Die Fig. 14B und Fig. 14E sind schematische Schnittansichten des Moduls **324a** und Fig. 14D ist eine vergrößerte Ansicht der Fig. 14B und Fig. 14E. Fig. 14A ist eine Draufsicht der kalten Seite der Keramikschicht **154** längs der Linie B-B von Fig. 14B. Die kalte Seite der Keramikschicht **154** enthält ein Muster aus leitenden Kissens **152**, die verwendet werden, um elektrische Verbindungen mit den Peltier-Elementen **153** herzustellen. Fig. 14C ist eine Draufsicht der heißen Seite der Keramikschicht **151** längs der Linie A-A von Fig. 14E. Wie in Fig. 14C gezeigt ist, enthält die heiße Seite der Keramikschicht **151** ebenfalls ein Muster aus leitenden Kissens **152**, die verwendet werden, um die elektrischen Verbindungen mit den Peltier-Elementen **153** herzustellen. Wenn die kalten und die heißen Schichtseiten zusammen gebracht und auf die zwischen ihnen eingeschobenen Elemente **153** ausgerichtet werden, werden die Elemente **153** in einer elektrischen Reihenschaltungskonfiguration verbunden, wie in Fig. 14D deutlicher gezeigt ist.

Leitungen **156** dienen für einen äußeren elektrischen Anschluss der Module **324a**. Die heiße Seite der Keramikschicht **151** enthält ebenfalls Freischnitte **155**, die die heiße Seite der Keramikschicht mechanisch in mehrere Segmente unterteilen, während die leitenden Kissens intakt bleiben, so dass die elektrische Reihenschaltung der Peltier-Elemente nicht unterbrochen wird. Folglich erreicht die Konfiguration die mechanischen Vorteile der effektiv kleineren Peltier-Module, die oben beschrieben wurden, wobei trotzdem die gleiche elektrische Schnittstelle wie bei dem größeren, einzelnen, nicht in Segmente unterteilten Modul erforderlich ist.

[0039] Fig. 15 enthält eine schematische genaue Schnittansicht eines in Segmente unterteilten thermoelektrischen Moduls **324a** gemäß der Erfindung. Die Einzelheit von Fig. 15 veranschaulicht den Freischnitt **155** in der heißen Seite der Keramikschicht **151**. Sie veranschaulicht außerdem die Peltier-Elemente **153**, die zwischen der heißen Seite der Keramikschicht **151** und der kalten Schichtseite **154** eingeschoben sind. Die in elektrischer Reihenschaltung befindlichen Kissens **152** sind außerdem gezeigt, die die Keramikschichten und die Peltier-Elemente **153** kontaktieren, so dass die Elemente in der Konfiguration einer elektrischen Reihenschaltung geschaltet sind.

Patentansprüche

1. Werkstück-Einspannvorrichtung (**10**, **100**, **300**, **400**) zum Halten eines Werkstücks, die umfasst: eine obere Oberfläche, auf der das Werkstück angebracht werden kann; und eine Temperatursteuerbaueinheit, die mit der oberen Oberfläche in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur des Werkstücks zu steuern, wobei die Temperatursteuerbaueinheit umfasst: eine obere Schicht (**12**), eine untere Schicht (**14**), wenigstens ein thermoelektrisches Modul (**24**), das zwischen der oberen Schicht (**12**) und der unteren Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit angeordnet ist; und wenigstens einen Abstandshalter (**28**, **128**) zwischen der oberen Schicht (**12**) und der unteren Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit, wobei der wenigstens eine Abstandshalter (**28**, **128**) die obere Schicht (**12**) und die untere Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit vertikal so beabstandet, dass das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) in einem Raum zwischen der oberen Schicht (**12**) und der unteren Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit in einer unstarren Art und Weise eingefasst ist und eine vertikale Ausdehnung des Raumes, in dem das thermoelektrische Modul (**24**) eingefasst ist, durch eine vertikale Größe des Abstandshalters (**28**, **128**) vorgegeben ist.

2. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend ein wärmeleitendes Medium (27) in dem Raum, um das wenigstens eine thermoelektrische Modul (24) mit der oberen Schicht (12) und der unteren Schicht (14) der Temperatursteuerbaueinheit thermisch zu koppeln.

3. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 2, bei der das wärmeleitende Medium (27) ein thermisches Schmiermittel enthält.

4. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 2, bei der das wärmeleitende Medium (27) eine Metallfolie enthält.

5. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 2, bei der das wärmeleitende Medium (27) ein wärmeleitendes Kissen enthält.

6. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das wenigstens eine thermoelektrische Modul (24) Wismuttellurid enthält.

7. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das wenigstens eine thermoelektrische Modul (24) eine Peltier-Vorrichtung enthält.

8. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die obere Schicht (12) und die untere Schicht (14) der Temperatursteuerbaueinheit durch mehrere Schrauben (26) aneinander befestigt sind.

9. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 8, bei der der wenigstens eine Abstandshalter (28, 128) ein Spielloch enthält, durch das eine der Schrauben (26) verläuft.

10. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 8, bei der der wenigstens eine Abstandshalter (28, 128) mehrere Arme enthält, die sich zwischen der Mitte und den Kanten der Temperatursteuerbaueinheit radial erstrecken.

11. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Werkstück ein Halbleiterwafer ist.

12. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das wenigstens eine thermoelektrische Modul (24, 324a) in mehrere Segmente unterteilt ist.

13. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 12, bei der die Segmente untereinander elektrisch verbunden sind.

14. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 12, bei der die Segmente untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

15. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 12, bei der das wenigstens eine thermoelektrische Modul (24) eine obere Oberfläche und eine untere Oberfläche aufweist, wobei die obere und/oder die untere Oberfläche in Segmente unterteilt sind.

16. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 15, bei der die Segmente durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch verbunden sind.

17. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 15, bei der die Segmente durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

18. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das wenigstens eine thermoelektrische Modul mehrere thermoelektrische Teilmodule enthält.

19. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 18, bei der die Teilmodule untereinander elektrisch verbunden sind.

20. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 18, bei der die Teilmodule untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

21. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 18, bei der jedes der Teilmodule eine obere Oberfläche und eine untere Oberfläche aufweist.

22. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 21, bei der die Teilmodule durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch verbunden sind.

23. Werkstück-Einspannvorrichtung nach Anspruch 21, bei der die Teilmodule durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

24. Verfahren zum Halten eines Werkstücks mit einer Werkstück-Einspannvorrichtung, das umfasst: Vorsehen einer oberen Oberfläche der Werkstück-Einspannvorrichtung, an der das Werkstück angebracht werden kann; und Vorsehen einer Temperatursteuerbaueinheit, die mit der oberen Oberfläche in thermischer Verbindung steht, um die Temperatur des Werkstücks zu steuern, wobei die Temperatursteuerbaueinheit umfasst: eine obere Schicht (12), eine untere Schicht (14), wenigstens ein thermoelektrisches Modul (24), das zwischen der oberen Schicht (12) und der unteren Schicht (14) der Temperatursteuerbaueinheit angeordnet ist; und

wenigstens einen Abstandshalter (**28, 128**) zwischen der oberen Schicht (**12**) und der unteren Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit, wobei der wenigstens eine Abstandshalter (**28, 128**) die obere Schicht (**12**) und die untere Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit vertikal so beabstandet, dass das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) in einem Raum zwischen der oberen Schicht (**12**) und der unteren Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit in einer unstarren Art und Weise eingefasst ist und eine vertikale Ausdehnung des Raumes, in dem das thermoelektrische Modul (**24**) eingefasst ist, durch eine vertikale Größe des Abstandshalters (**28, 128**) vorgegeben ist.

25. Verfahren nach Anspruch 24, das ferner das Vorsehen eines wärmeleitenden Mediums (**27**) in dem Raum umfasst, um das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) mit der oberen Schicht und der unteren Schicht der Temperatursteuerbaueinheit thermisch zu koppeln.

26. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem das wärmeleitende Medium (**27**) ein thermisches Schmiermittel enthält.

27. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem das wärmeleitende Medium (**27**) eine Metallfolie enthält.

28. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem das wärmeleitende Medium (**27**) ein wärmeleitendes Kissen enthält.

29. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) Wismut-tellurid enthält.

30. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) eine Peltier-Vorrichtung enthält.

31. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem die obere Schicht (**12**) und die untere Schicht (**14**) der Temperatursteuerbaueinheit durch mehrere Schrauben (**26**) aneinander befestigt sind.

32. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem der wenigstens eine Abstandshalter (**28, 128**) ein Spielloch enthält, durch das eine der Schrauben (**26**) verläuft.

33. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem der wenigstens eine Abstandshalter (**28, 128**) mehrere Arme enthält, die sich zwischen der Mitte und den Kanten der Temperatursteuerbaueinheit radial erstrecken.

34. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem das Werkstück ein Halbleiterwafer ist.

35. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) in mehrere Segmente unterteilt ist.

36. Verfahren nach Anspruch 35, bei dem die Segmente untereinander elektrisch verbunden sind.

37. Verfahren nach Anspruch 35, bei dem die Segmente untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

38. Verfahren nach Anspruch 35, bei dem das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) eine obere Oberfläche und eine untere Oberfläche aufweist, wobei die obere und/oder die untere Oberfläche in Segmente unterteilt sind.

39. Verfahren nach Anspruch 38, bei dem die Segmente durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch verbunden sind.

40. Verfahren nach Anspruch 38, bei dem die Segmente durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

41. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem das wenigstens eine thermoelektrische Modul (**24**) mehrere thermoelektrische Teilmodule enthält.

42. Verfahren nach Anspruch 41, bei dem die Teilmodule untereinander elektrisch verbunden sind.

43. Verfahren nach Anspruch 41, bei dem die Teilmodule untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

44. Verfahren nach Anspruch 41, bei dem jedes der Teilmodule eine obere Oberfläche und eine untere Oberfläche aufweist.

45. Verfahren nach Anspruch 44, bei dem die Teilmodule durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch verbunden sind.

46. Verfahren nach Anspruch 44, bei dem die Teilmodule durch einen auf der oberen und/oder der unteren Oberfläche befindlichen Leiter untereinander elektrisch in Reihe geschaltet sind.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

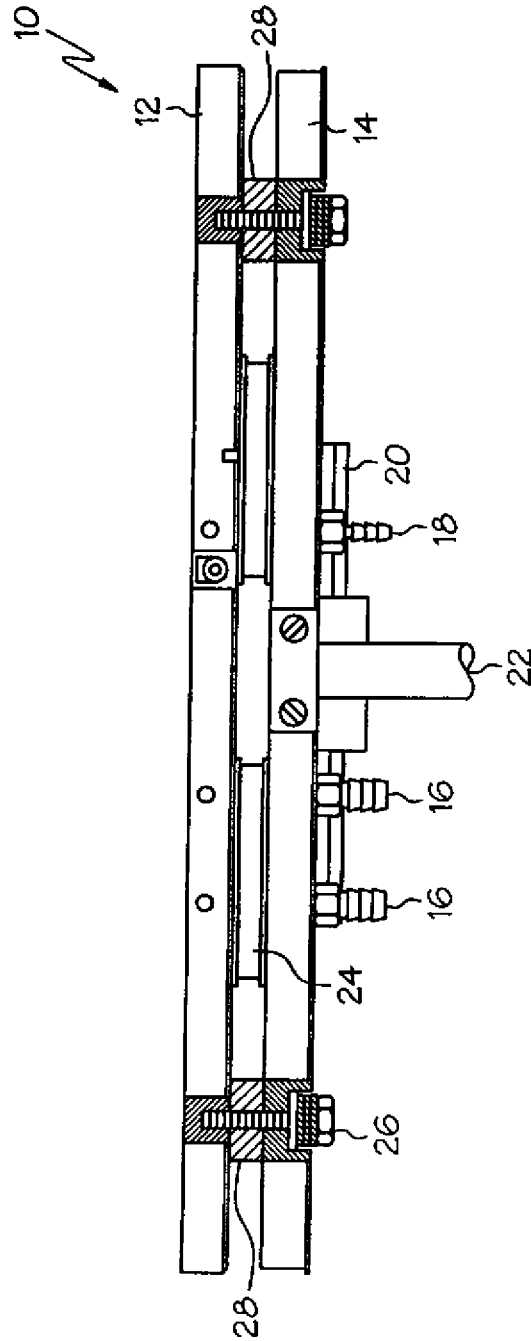
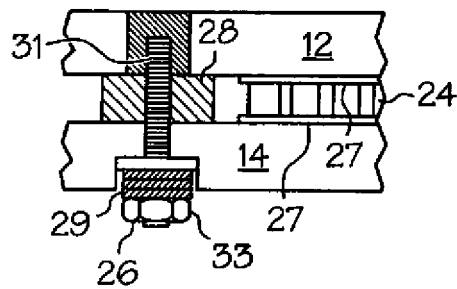
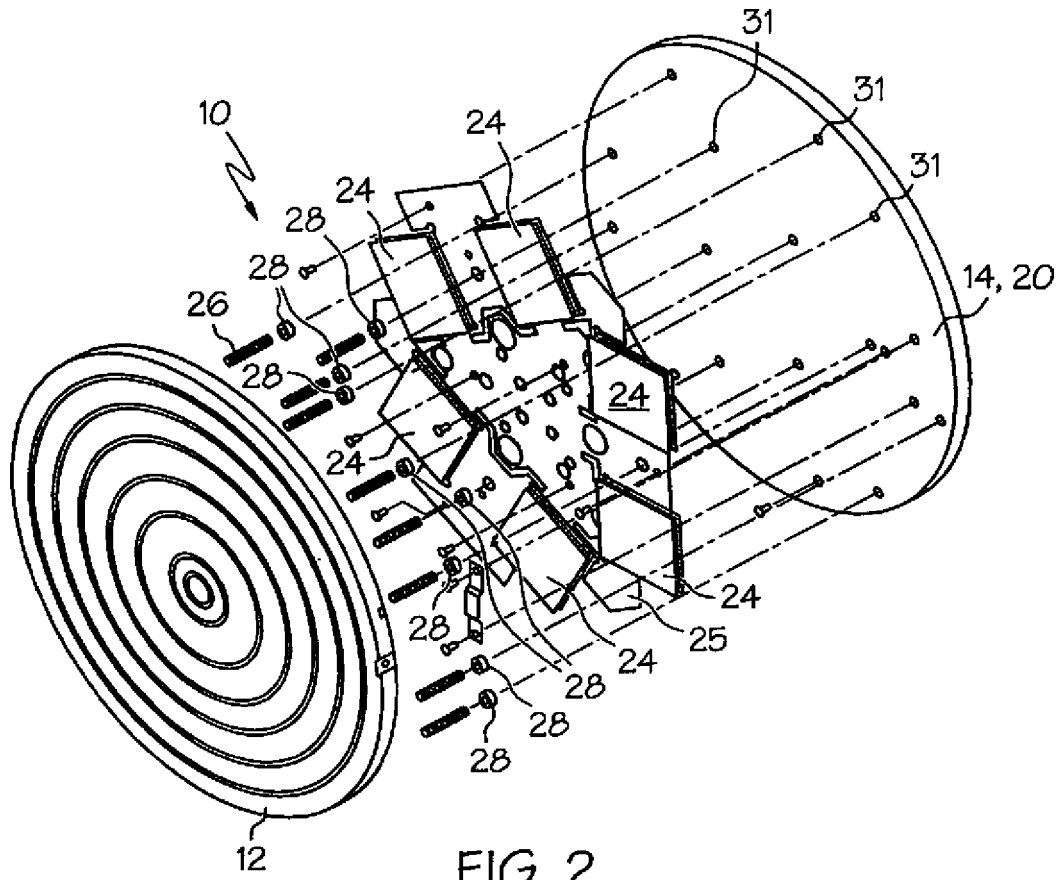


FIG. 1



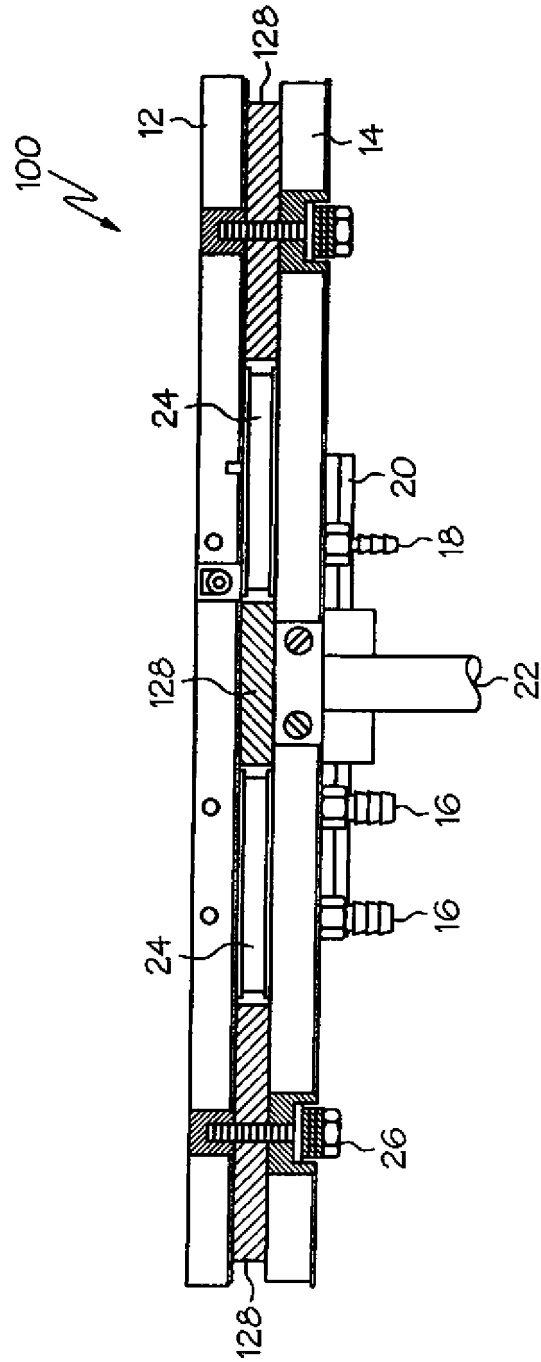
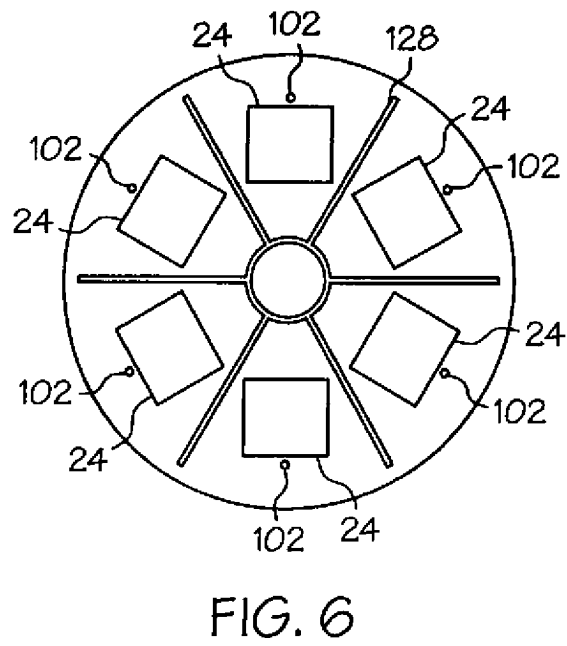
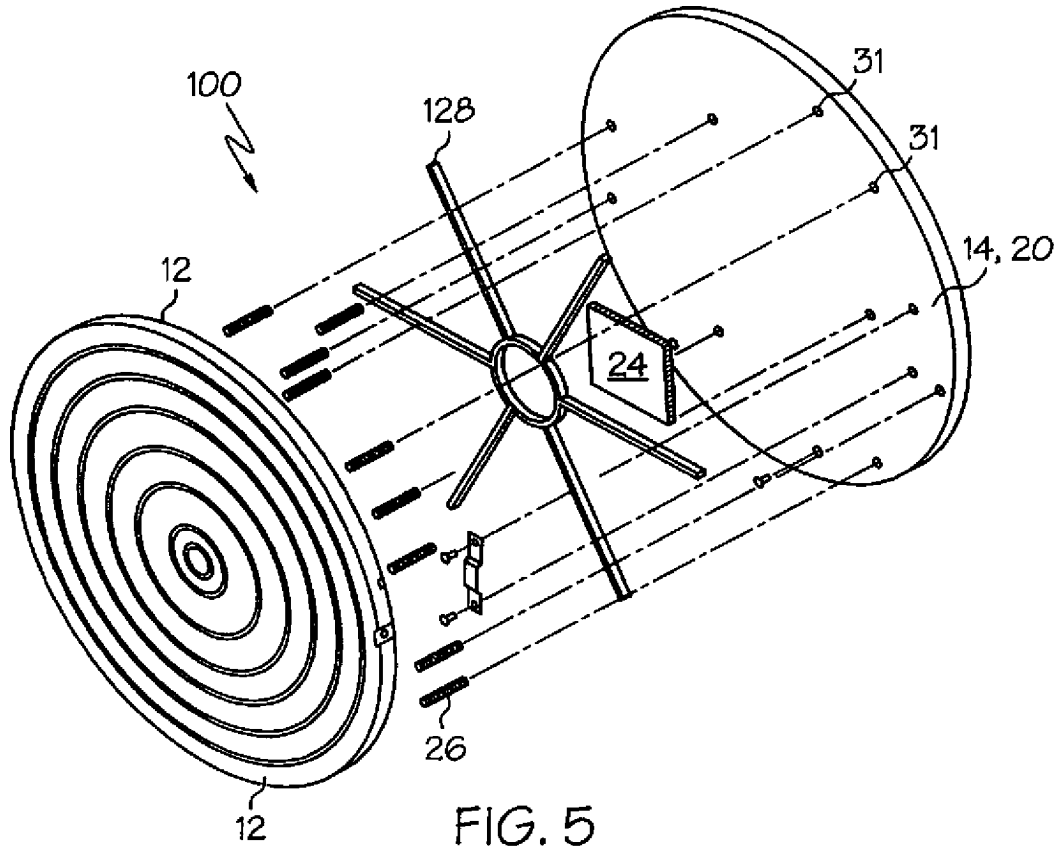


FIG. 4



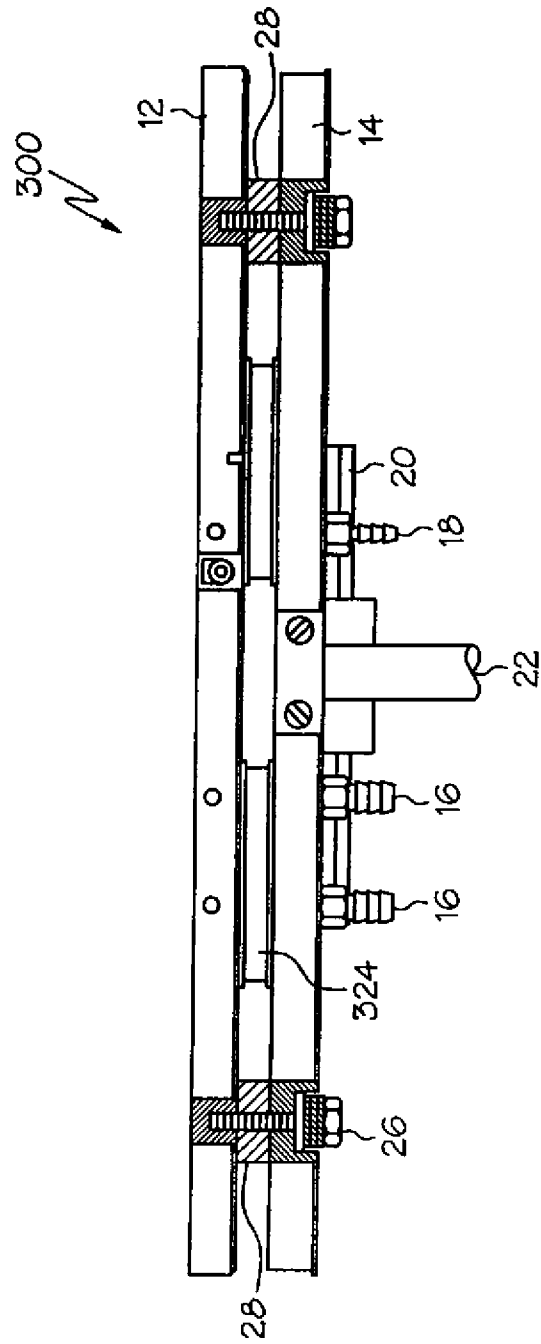


FIG. 7

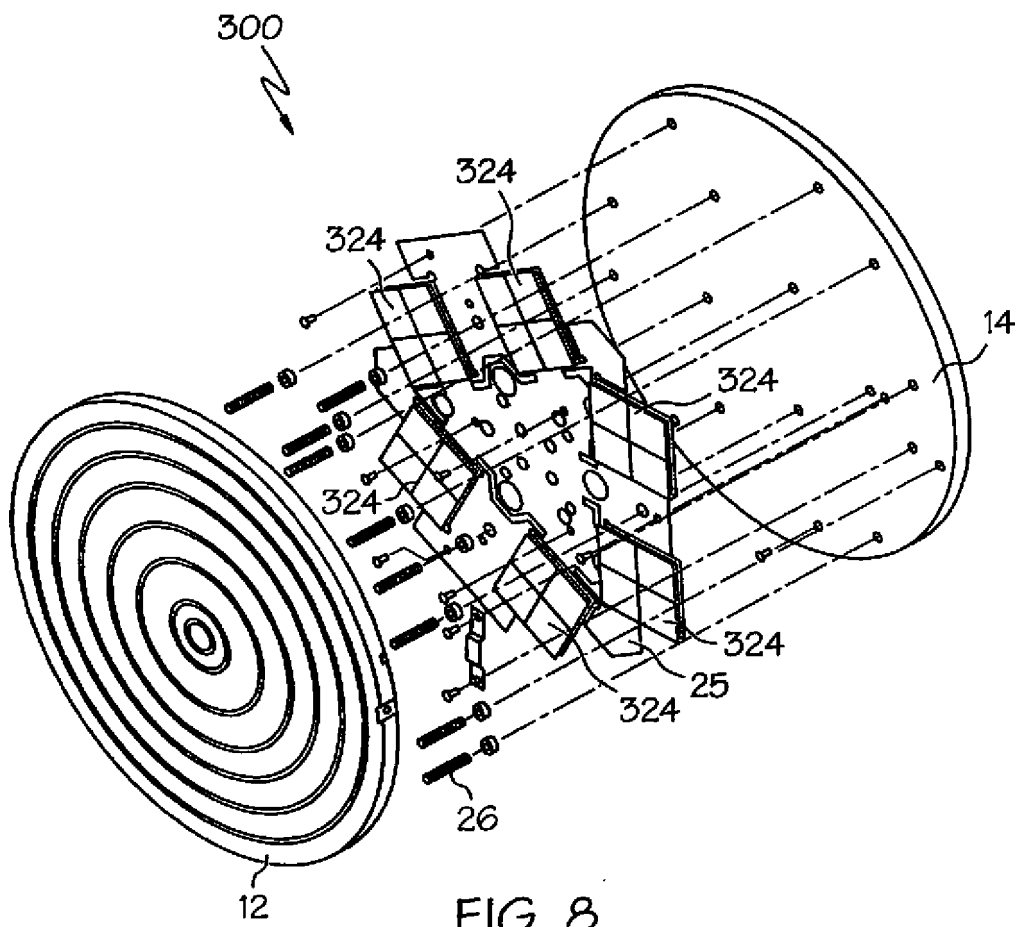


FIG. 8

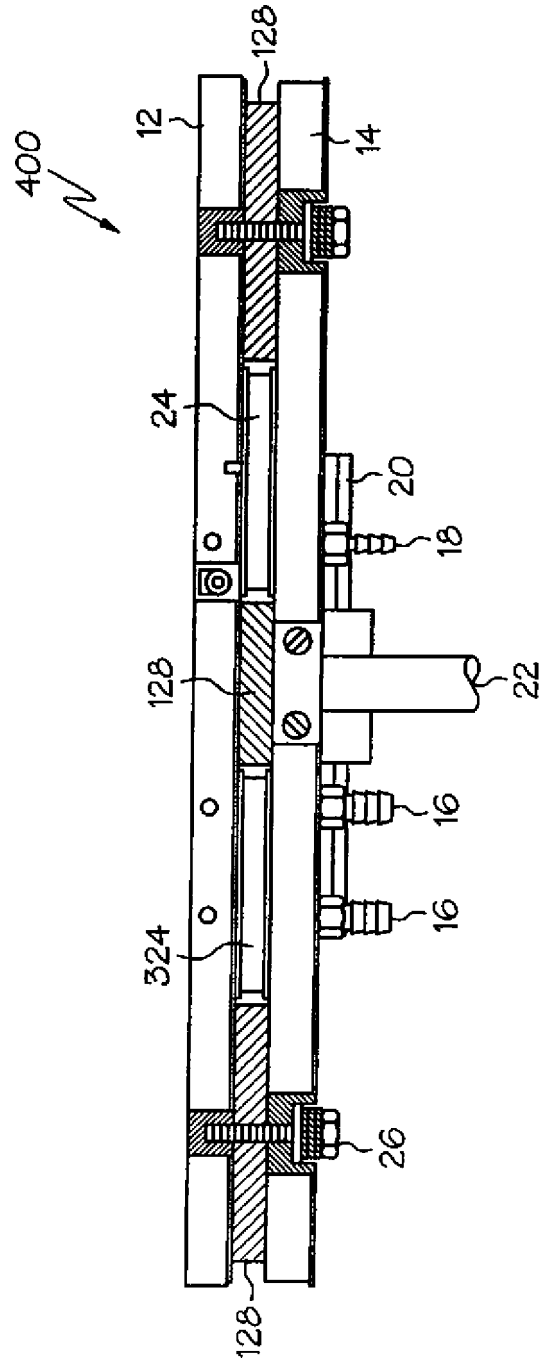
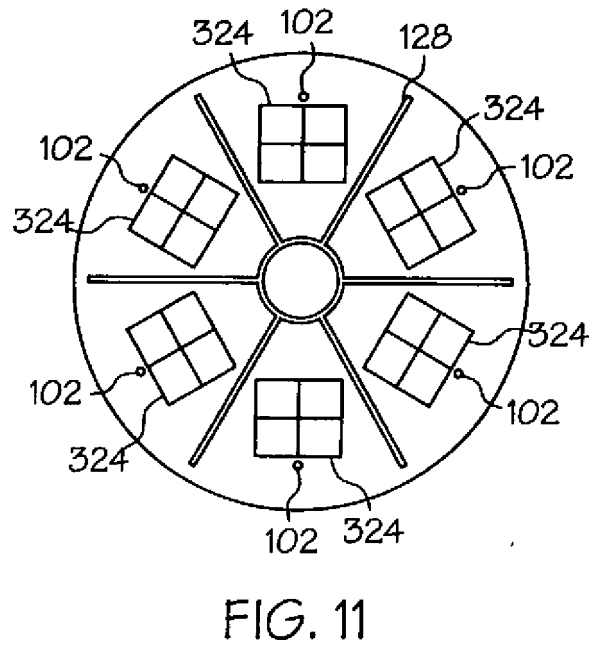
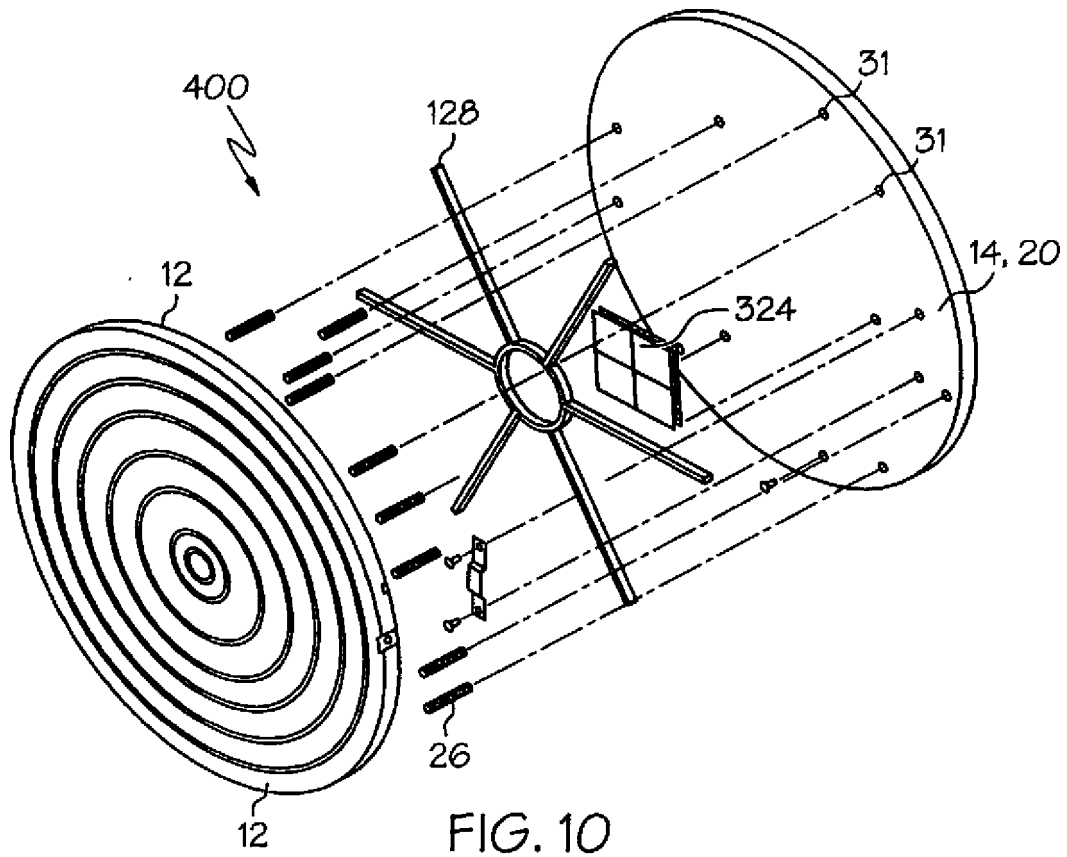


FIG. 9



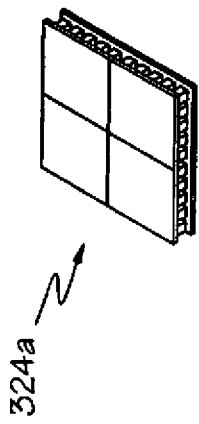


FIG. 12B

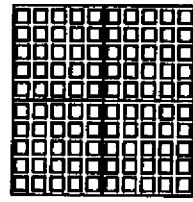


FIG. 12C

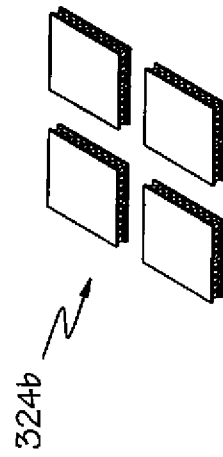


FIG. 12D

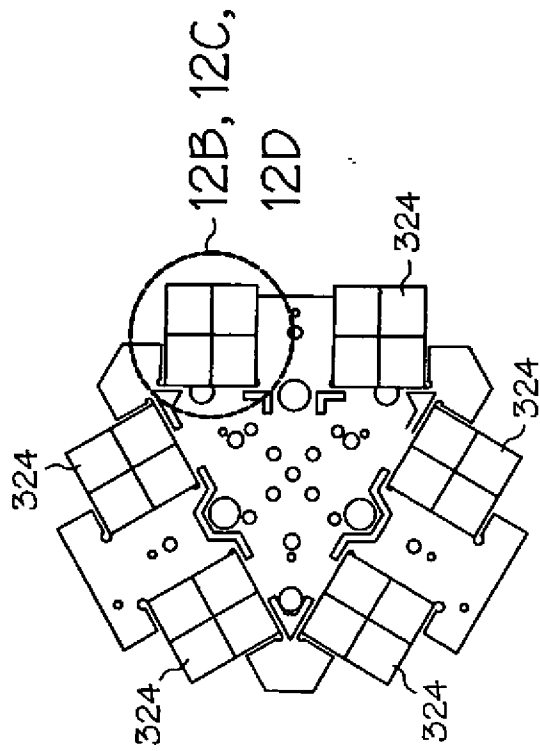


FIG. 12A

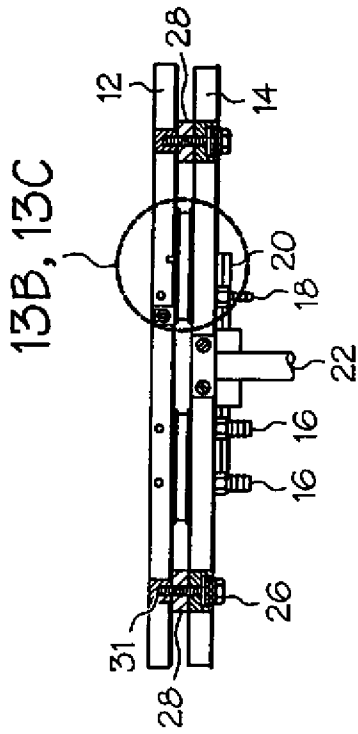


FIG. 13A

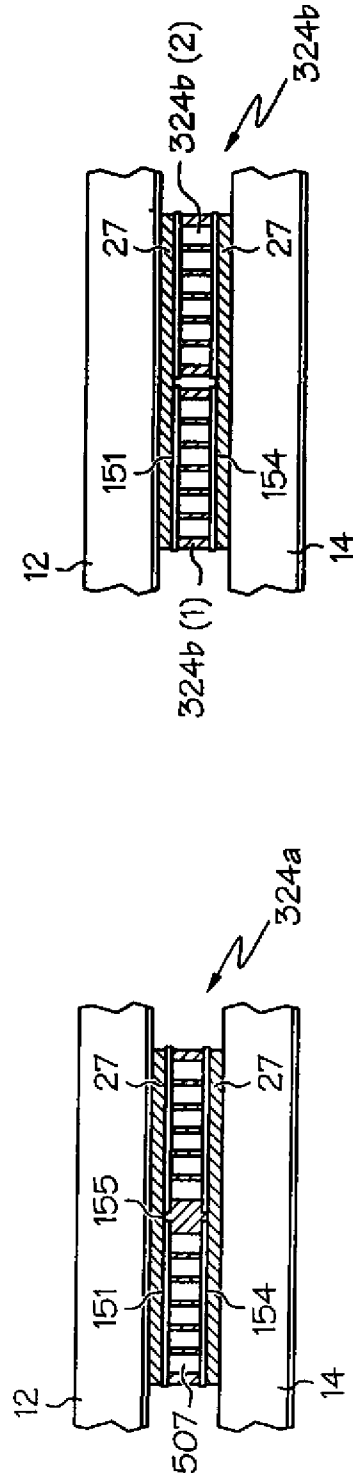


FIG. 13B

FIG. 13C

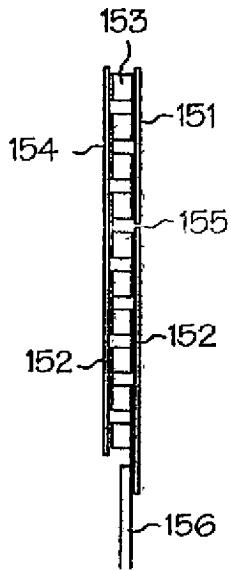


FIG. 14D

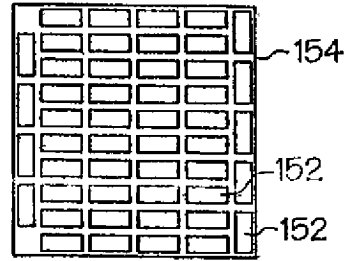


FIG. 14A

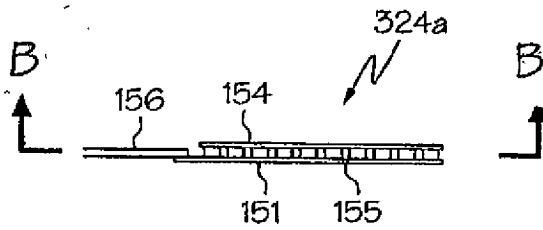


FIG. 14B

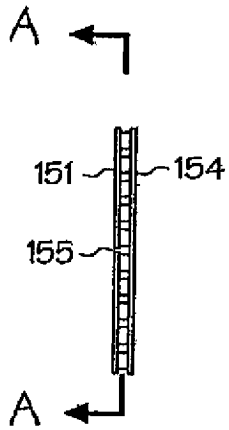


FIG. 14E

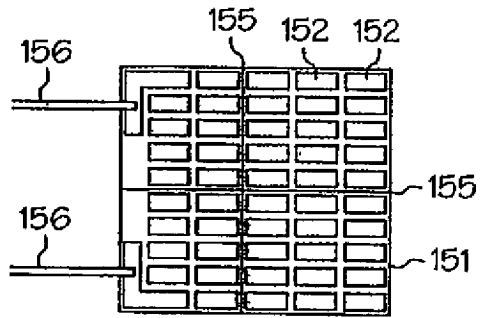


FIG. 14C

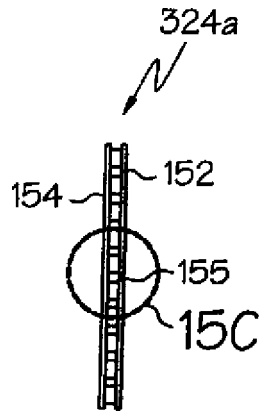


FIG. 15A

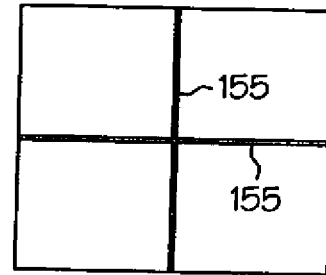


FIG. 15B

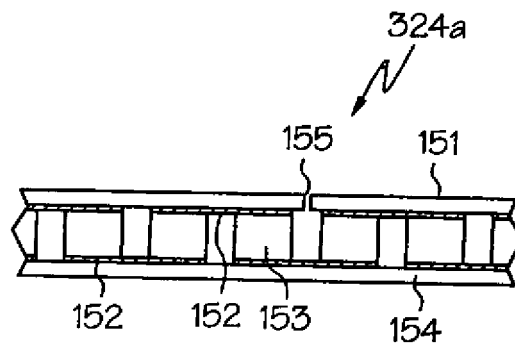


FIG. 15C