



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 37 885 T2 2009.01.15

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 191 581 B1

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 21/68** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 37 885.3

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP00/03355

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 929 866.2

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2000/072376

(86) PCT-Anmeldetag: 25.05.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 30.11.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 27.03.2002

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 23.01.2008

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 15.01.2009

(30) Unionspriorität:

14550799 25.05.1999 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Toto Ltd., Kitakyushu, Fukuoka, JP; ULVAC, Inc.,  
Chigasaki, Kanagawa, JP

(72) Erfinder:

KITABAYASHI, Tetsuo, Kita-kyushu-shi, Fukuoka  
802-8601, JP; HORI, Hiroaki, Kita-kyushu-shi,  
Fukuoka 802-8601, JP; UCHIMURA, Takeshi,  
Kita-kyushu-shi, Fukuoka 802-8601, JP; TATENO,  
Noriaki, Kita-kyushu-shi, Fukuoka 802-860 1, JP;  
FUWA, Koh, Chigasaki-shi, Kanagawa 253-0071,  
JP; MAEHIRA, Ken, Chigasaki-shi, Kanagawa  
253-0071, JP

(74) Vertreter:

Hössle Kudlek & Partner, Patentanwälte, 70173  
Stuttgart

(54) Bezeichnung: **Methode zur elektrostatischen Anziehung und Verarbeitung eines isoliertenen Glassubstrates**

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 eingelebt, 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

#### 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrostatischen Anziehen und Verarbeiten eines isolierenden Glassubstrats.

### Beschreibung des Stands der Technik

**[0002]** Bei Herstellungsvorrichtungen, wie bspw. für eine DVD (Digitale Video (oder vielseitige) Scheibe), eine PDP (Plasmaanzeige) oder dergleichen ist ein Material, das zu verarbeiten ist, ein Glassubstrat, das elektrisch isolierende Eigenschaften zeigt. Daher sind beim Stand der Technik, da es nicht möglich ist, diese Substrate in einem Vakuum elektrostatisch anzuziehen, flach auf einer Stufe bzw. Bühne in der Herstellungsvorrichtung davon plaziert oder diese sind mit einem mechanischen Mechanismus fixiert.

**[0003]** Ein Fadennetz bzw. -kreuz der Elektronenstrahl-(EB: electron beam)Belichtungsvorrichtung besteht aus einem Quarz, der ebenfalls elektrisch isolierende Eigenschaften zeigt. Daher ist herkömmlicherweise das Fadenkreuz unter einem Vakuum mit einem mechanischen Mechanismus fixiert.

**[0004]** SOS-(silicon an sapphire: Silizium auf Saphir)Wafer bzw. Scheiben und SOI-(silicon an insulator: Silizium auf Isolator)Scheiben, die Aufmerksamkeit als Alternativen der nächsten Generation zu Siliziumwafern erzielen, zeigen elektrisch isolierende Eigenschaften unter Berücksichtigung der Oberfläche, durch die diese auf einer Plattform bzw. Bühne angebracht sind. Daher ist es herkömmlicherweise unmöglich, ein Befestigungsverfahren anzuwenden, das ein elektrostatisches Futter in der Herstellungsvorrichtung verwendet, um Vorrichtungen auf diesen Wafers zu bilden. Ein Mittel und Prinzip der elektrostatischen Anziehung eines Siliziumwafers sind bspw. in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. Hei 5-63062 (1993) offenbart, obgleich es unmöglich ist, ein isolierendes Substrat in Übereinstimmung mit dem Prinzip anzuziehen.

**[0005]** Es war ebenfalls eine Vorrichtung zum elektrostatischen Anziehen eines Papiers bekannt, bspw. ein elektrostatischer Plotter.

**[0006]** Wenn das Level und die Integration in dem Prozess zum Bilden von Vorrichtungen oder dergleichen auf einem Substrat zur Verwendung in einer DVD, PDP oder einer Festplatte oder auf einem SOS oder SOI gesteigert wird, wird die Temperatursteuerung in dem Prozess sehr wichtig. Unter Berücksichtigung des herkömmlichen Prozesses zum Bilden von Vorrichtungen auf einem Siliziumwafer wird die Temperatursteuerung in dem Prozess durchgeführt, indem ein elektrostatisches Futter verwendet wird.

**[0007]** Da das elektrostatische Futter des Stands der Technik jedoch nur einen Leiter oder Halbleiter anziehen kann, kann ein Material, das zu verarbeiten ist, nicht elektrostatisch angezogen werden, in einem Fall, in dem es eine elektrostatisch isolierende Eigenschaft hat. Daher ist es unmöglich, die Temperatur in dem Prozess mit hoher Genauigkeit zu steuern.

**[0008]** Daher sind ein elektrostatisches Futter, mit dem ein isolierendes Substrat elektrostatisch angezogen werden kann, und eine Verarbeitungsvorrichtung, die ein solches elektrostatisches Futter verwendet, erwünscht.

**[0009]** Zum Befestigen eines Fadenkreuzes in der EB-Belichtungsvorrichtung ist ebenfalls ein Verfahren erwünscht, das ein elektrostatisches Futter verwendet, dessen Aufbau einfacher als derjenige einer mechanischen Befestigung ist und das weniger Probleme mit dem Erzeugen von Staubpartikeln hat.

**[0010]** Aus der Druckschrift US-A-5886863 ist es bekannt, eine elektrostatische Futteranordnung für einen Wafer, wie bspw. einen Halbleiterwafer, bereitzustellen, die drei metallische Schichten eines Widerstandswärmelements, einer elektrostatischen Anziehungselektrode und einer Plasma erzeugenden Elektrode innerhalb eines keramischen Grundkörpers auf eine Weise umfasst, die ein Verziehen oder Brechen der Keramik aufgrund von Differenzen in der thermischen Ausdehnung während des Sinterns minimiert. Durch Anlegen einer Spannung zwischen dem Wafer und der elektrostatischen Elektrode wird eine Coulomb-Kraft durch eine induktive Polarisation oder eine Johnsen-Rahbeck-Kraft durch schwache Leckströme erzeugt, und der Wafer wird auf der Bühne bzw. Plattform angezogen und befestigt. Dieses Dokument beschreibt ebenfalls elektrostatische

Futteranordnungen, denen nachgesagt wird, dass diese verwendet werden, um Glassubstrate für Flüssigkristalle anzuziehen.

**[0011]** Es ist aus den Druckschriften JP-A-04/367268, JP-A-10/206876 und JP-A-11/163110 bekannt, einen leitfähigen Indiumzinnoxid(ITO)-film oder ein isolierendes Glassubstrat für einen Dünnfilmtransistor oder für Flüssigkristallanzeigevorrichtungen bereitzustellen, um zu ermöglichen, dass das Substrat elektrostatisch an ein elektrostatisches Futter angezogen wird.

**[0012]** Es ist ebenfalls aus der Druckschrift EP-A-0392399 bekannt, ein elektrostatisches Futter bereitzustellen, um einen Halbleiterwafer anzuziehen. Das elektrostatische Futter ist mit einer Basis bereitgestellt, wobei zumindest ein Paar von überlappten Elektroden auf der Basis gebildet sind, wobei sich abwechselnde Elektroden gemein elektrisch verbunden sind, und eine Schicht eines dielektrischen Materials über den überlappten Elektroden angeordnet ist. Um ein elektrostatisches Umsäumen zu maximieren, beträgt die Elektrodenbreite 0,3 bis 3,05 mm und der Elektrodenabstand 0,15 bis 1,02 mm.

**[0013]** Ein elektrostatisches Futter mit interdigitierten Fingerelektroden ist in der Druckschrift EP-A-0790641 beschrieben. Ähnliche interdigitierte Fingerelektrodenanordnungen sind ebenfalls in den Druckschriften JP-A-10/242256 und JP-A-10/223742 erläutert.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0014]** Gemäß der vorliegenden Erfindung zum Lösen der vorstehend erwähnten Probleme ist ein Verfahren zum elektrostatischen Anziehen und Verarbeiten eines isolierenden Glassubstrats nach Anspruch 1 bereitgestellt, bei dem ein elektrostatisches Futter elektrostatisch ein isolierendes Glassubstrat unter einer Vakuumatmosphäre anzieht.

**[0015]** In dem elektrostatischen Futter, das bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist der Abstand zwischen einer Mehrzahl von Elektroden, die auf einer Seite eines Dielektrikums bereitgestellt sind, das das elektrostatische Futter bildet, klein eingestellt, und die Dicke des Dielektrikums ist dünn gehalten. Eine Potentialdifferenz ist zwischen den Elektroden gegeben, um ein ungleichmäßiges elektrisches Feld bei einer anziehenden Oberfläche des Dielektrikums zu bilden. Ein isolierendes Material, das zu verarbeiten ist und innerhalb des ungleichmäßigen elektrischen Felds ist, wird teilweise polarisiert und erzeugt eine Gradientkraft bzw. ansteigende Kraft, die in der Richtung angezogen wird, die stark in der Stärke des elektrischen Felds ist. Die ansteigende Kraft wird durch  $F \sim \alpha \cdot \text{grad } E^2$  ausgedrückt, wobei  $F$  eine ansteigende Kraft ist,  $\alpha$  eine induktive Polarisationsladung und  $E$  ein elektrisches Feld ist. Die vorliegende Erfindung verwendet diesen Effekt.

**[0016]** Vorzugsweise hat das elektrostatische Futter, das in dem vorstehend erwähnten Verfahren verwendet wird, eine Platte, in der ein Durchflussgang gebildet ist, um Wärme zu liefern oder zu diffundieren, die in dem Prozess erzeugt wird, oder Wärme, die zu einem isolierenden Substrat durch ein Medium geliefert wird, und ein Gasversorgungskanal zum Versorgen eines Gases, das innerhalb eines Raums umfasst ist, der zwischen dem isolierenden Substrat und der anziehenden Oberfläche eines Dielektrikums definiert ist, um eine Wärmeübertragung dazwischen einzustellen, wobei der Druck des umschlossenen Gases durch die Temperatur des isolierenden Substrats eingestellt werden kann und dadurch die Temperatur auf einen vorbestimmten Wert eingestellt werden kann.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0017]** [Fig. 1](#) zeigt eine Draufsicht, die ein Beispiel eines elektrostatischen Futters wiedergibt.

**[0018]** [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang einer Schnittlinie A-A in [Fig. 1](#).

**[0019]** [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform, in der ein isolierendes Substrat durch ein elektrostatisches Futter angezogen wird.

**[0020]** [Fig. 4](#) zeigt eine Ansicht, die ein Beispiel eines Musters von Elektroden wiedergibt, die auf einem Dielektrikum vorgesehen sind.

**[0021]** [Fig. 5](#) zeigt eine Ansicht, die ein weiteres Beispiel eines Musters von Elektroden wiedergibt, die auf einem Dielektrikum vorgesehen sind.

[0022] [Fig. 6](#) zeigt eine Ansicht, die ein weiteres Beispiel eines Musters von Elektroden wiedergibt, die auf einem Dielektrikum vorgesehen sind.

[0023] [Fig. 7](#) zeigt einen Graphen, der das Verhältnis zwischen dem Wärme/Kühlgasdruck und der Temperatur eines isolierenden Substrats darstellt.

[0024] [Fig. 8](#) zeigt einen Graphen, der das Verhältnis zwischen der Spannung, die an ein elektrostatisches Futter angelegt ist, und der Temperatur eines isolierenden Substrats wiedergibt.

[0025] [Fig. 9](#) zeigt einen Graphen, der das Verhältnis zwischen dem Flächenverhältnis eines Festkörperkontaktschnitts zu einem elektrostatischen Futter und der Temperatur eines isolierenden Substrats darstellt.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform bzw. von bevorzugten Ausführungsformen

[0026] Nachfolgend werden Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung vollständig unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung erklärt. [Fig. 1](#) zeigt eine Draufsicht, die ein Beispiel eines elektrostatischen Futters wiedergibt, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, und [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittsansicht davon.

[0027] In einer Ausführungsform, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, bestehen eine dielektrische Schicht **1a** und eine isolierende Stützbasisplatte **1b** aus demselben Material und sind integral mit einer schichtlaminierten Struktur gebildet. [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht, die den Zustand des Anziehens eines isolierenden Substrats **10** durch ein elektrostatisches Futter **1** darstellt. Durch Anlegen einer Spannung an die Elektroden **7** durch Leiter **12** zum Anlegen einer Spannung wird eine anziehende Kraft zwischen dem isolierenden Substrat **10** und dem elektrostatischen Futter **1** erzeugt, wodurch das isolierende Substrat **10** an Vorsprüngen **2** und auf einem äußeren umfänglichen Abdichtring **3** (nachfolgend zusammen als ein "Festkörperkontaktschnitt" bezeichnet) angezogen wird. Ebenfalls ist das elektrostatische Futter **1** durch einen Verbinderabschnitt **11** auf eine metallische Platte **6** verbunden und ein Erwärmen/Kühlen wird für das elektrostatische Futter **1** durch Leiten eines Mediums durch einen Mediumflussdurchgang **8** bewerkstelligt, der in der metallischen Platte **6** vorgesehen ist.

[0028] [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) zeigen verschiedene Beispiele eines Musters der Elektroden **7**, die auf einer Oberfläche des Dielektrikums gebildet sind.

[0029] Gas wird durch einen Gasversorgungskanal **13** von einer Gasversorgungsöffnung **5** geliefert und wird innerhalb eines Gasumfassungsabschnitts **9** aufgenommen. Um das Gas schnell und gleichmäßig aufzunehmen, sind Nuten **4** auf der Oberfläche des elektrostatischen Futters **1** gebildet. Durch den Gasaufnahmearbeitschnitt **9** und den Festkörperkontaktschnitt wird eine Wärmeübertragung zwischen dem isolierenden Substrat **10** und dem elektrostatischen Futter **1** ausgeführt.

[0030] Durch das Vorsehen eines Gasdruckmessgeräts **16** in der Nähe des Gasversorgungskanals wird eine Signalspannung in dem Bereich von 0 bis 10 Volt durch Druck ausgegeben.

[0031] In dem Glaskanal ist ein Drucksteuerventil **17** vorgesehen und wird durch Vergleichen der Signalspannung des Gasdruckmessgeräts **16** mit einem vorab eingestellten Wert geöffnet und geschlossen, wodurch ermöglicht wird, den Druck des Gases auf den vorab eingestellten Wert einzustellen.

[0032] Die Messergebnisse der elektrostatischen anziehenden Kraft in einem Fall des Änderns der Größen des Dielektrikums sind in Tabelle 1 gezeigt.

Nr.	Bereich der vorliegenden Erfindung	Dielektrisches Material	Material, das anzu ziehen ist	Dicke (µm)	Spezifischer Widerstand des Dielektrikums (Ω cm)	Relative Dielektrische Konstante des Dielektrikums	Oberflächenrauhigkeit des Dielektrikums Ra (µm)	Elekrostatisch anziehende Kraft (g/5cm <sup>2</sup> )
1A	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm relative dielektrische Konstante 5	500	10 <sup>10</sup>	9	0,25	>300
1B	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm relative dielektrische Konstante 5	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
1C	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm relative dielektrische Konstante 5	500	10 <sup>12</sup>	9	0,25	>300
1D	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm relative dielektrische Konstante 5	500	10 <sup>13</sup>	9	0,25	>300
1E	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm relative dielektrische Konstante 5	1000	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
1F	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm relative dielektrische Konstante 5	500	10 <sup>11</sup>	9	0,4	250
1G	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm relative dielektrische Konstante 5	500	10 <sup>11</sup>	9	1	50
1H	O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	Quarzglas, Dicke 5 mm, relative dielektrische Konstante 4	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
1I	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	Saphir, Dicke 0,5 mm, relative dielektrische Konstante 10	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
1J	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	hohes dielektrisches Substrat (relative dielektrische Konstante 120, Dicke 0,5 mm)	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
1K	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	hohes dielektrisches Substrat (relative dielektrische Konstante 10.000, Dicke 0,5 mm)	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
1L	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	Polyimidschicht (Dicke 50 µm) SOI-Wafer	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	100
1M	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper				9	0,25	>300

IN	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	SOS-Wafer	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
10	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	Polyquarzaluminium-substrat, Dicke 0,6 mm, Oberflächenrauheit RA 0,1 µm, Relative Dielektrische Konstante 10	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
1P	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -TiO <sub>2</sub> Keramisch gesinteter Körper	Polykristallines Aluminium-oxid, Dicke 0,6 mm, Oberflächenrauheit RA 0,4 µm, Relative Dielektrische Konstante 10	500	10 <sup>11</sup>	9	0,25	>300
2	X	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm	500	10 <sup>15</sup>	9	0,1	100
3	X	B <sub>4</sub> TiO <sub>3</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm	500	10 <sup>11</sup>	120	0,1	100
4	X	B <sub>4</sub> TiO <sub>3</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm	500	10 <sup>10</sup>	10,000	0,2	100
5	X	B <sub>4</sub> TiO <sub>3</sub> Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm	500	10 <sup>9</sup>	20,000	0,3	100
6	X	SIC Keramisch gesinteter Körper	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm	500	10 <sup>10</sup>	120	0,1	>300
7	X	Silikongummi	gering alkalisches Glas, Substratdicke 0,6 mm	500	10 <sup>10</sup>	3	0,4	150

**[0033]** Bei der Messung der elektrostatisch anziehenden Kraft wurde ein Material, das anzuziehen ist, mit einem Bereich von 5 cm<sup>2</sup> bereitet, eine Gleichspannung in dem Bereich von 3 bis 10 kV wurde an das elektrostatische Futter angelegt. Wenn das Material, das anzuziehen ist, mit der Bewegung gegen die elektrostatische anziehende Kraft begann, indem eine Kraft an das Material, das anzuziehen ist, in der horizontalen Richtung angelegt wurde, wurde die Bewegungskraft durch eine Federskala gemessen. Da die maximale Belastung der Federskala 300 g betrug, war es unmöglich, eine Kraft zu messen, die größer als dies war. Wenn jedoch der Koeffizient der statischen Reibung zwischen dem Dielektrikum und dem Material, das anzuziehen ist, 0,2 be-

trägt, wird die elektrostatische anziehende Kraft einer Reaktion etwa fünf(5)mal so groß wie der gemessene Wert entsprechen. Daher wird die elektrostatisch anziehende Kraft der Spannungskraft von  $3008/\text{cm}^2$  in dem Fall entsprechen, in dem der gemessene Wert  $3008/5 \text{ cm}^2$  ist. Dieser Wert entspricht etwa 30 kPa, was ausreichend ist, um das Material anzuziehen, das anzuziehen ist, innerhalb einer Vakuumkammer. Um die Form des Dielektrikums gleichmäßig zu gestalten, wurde es auf 1 mm in der Breite der Elektrode, 1 mm in dem Abstand zwischen den Elektroden und 0,5 mm in der Dicke des Dielektrikums gesetzt.

**[0034]** 1A bis 1D (nicht eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung) zeigen die elektrostatisch anziehende Kraft in einem Fall des Variierens des Widerstands des dielektrischen Substrats. Der Widerstand hat keinen sehr großen Einfluss auf die elektrostatische Kraft, jedoch sollte der Widerstand geringer oder gleich  $10^{13} \Omega\text{cm}$  sein, was eine größere elektrostatische anziehende Kraft erzeugt.

**[0035]** 1F und 1G zeigen die elektrostatisch anziehende Kraft in einem Fall des Variierens der Oberflächenrauhigkeit des dielektrischen Substrats. Im Vergleich zu 1B ist es bevorzugt, dass die Oberflächenrauhigkeit weniger oder gleich Ra 0,25  $\mu\text{m}$  ist.

**[0036]** Die Oberflächenrauhigkeit des Materials, das anzuziehen ist und in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist geringer oder gleich Ra 0,1  $\mu\text{m}$  außer für das Substrat des polykristallinen Aluminiumoxids in 1P, das keine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

**[0037]** 1B und 2 bis 6 (2 bis 6 sind keine Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung) zeigen die elektrostatisch anziehende Kraft in einem Fall des Variierens des dielektrischen Materials. Wie die Größen des Dielektrikums hat der spezifische Widerstand eher als die relative dielektrische Konstante ein größeres Verhältnis zu der elektrostatisch anziehenden Kraft. Unter Berücksichtigung des dielektrischen Materials kann die stabilste und größte anziehende Kraft durch Verwenden eines keramischen gesinterten Körpers erreicht werden, der durch Hinzufügen von Chromoxid und/oder Titanoxid zu Aluminiumoxid erhalten wird, und des Materials, das durch Hinzufügen eines Sintern unterstützenden Materials dazu erhalten wird.

**[0038]** 1B und 1H bis 1N zeigen die elektrostatisch anziehende Kraft in einem Fall des Variierens der Art des Materials, das anzuziehen ist. Das Ergebnis zeigt, dass verschiedene isolierende Materialien elektrostatisch angezogen werden können und dass je größer die relative dielektrische Konstante des Materials, das anzuziehen ist, ist, desto größer die Kraft ist. 1N ist außerhalb der vorliegenden Erfindung.

**[0039]** In 1O und 1P wird ein Substrat eines polykristallinen Aluminiumoxids als ein Material, das anzuziehen ist, verwendet, wobei die Oberflächenrauhigkeit davon variiert wird, und dann wird die elektrostatisch anziehende Kraft gemessen. Das Ergebnis zeigt, dass die ausreichende Kraft erhalten werden kann, wenn die Oberflächenrauhigkeit des Materials, das anzuziehen ist, etwa Ra 0,4  $\mu\text{m}$  beträgt. Daher kann, wenn die relative dielektrische Konstante des Materials, das anzuziehen ist, groß wird, die Oberflächenrauhigkeit des Materials, das anzuziehen ist, herabgesetzt werden. 1O und 1P sind außerhalb der vorliegenden Erfindung.

**[0040]** Tabelle 2 zeigt das Verhältnis zwischen der elektrostatisch anziehenden Kraft bezüglich eines Glassubstrats und der angelegten Spannung (10 kV) in einem Fall des Verwendens eines keramischen gesinterten Körpers, der durch Hinzufügen von Chromoxid und/oder Titanoxid zu Aluminiumoxid erhalten wird, und durch Variieren des Musters der Elektroden in dem elektrostatischen Futter, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

Nr.	Bereich der vorliegenden Erfindung	Dicke des Dielektrikum ( $\mu\text{m}$ )	Breite der Elektrode (mm)	Abstand zwischen Elektroden (mm)	Elektrostatische Anziehungskraft ( $\text{g}/5 \text{ cm}^2$ ) 10 kV
7	X	300	0,3	0,3	Abbruch
8	O	300	0,5	0,5	Abbruch
9	O	300	0,7	0,7	> 300
10	O	300	1,0	1,0	> 300
11	X	300	2,0	2,0	180
12	X	300	3,0	3,0	30
13	O	300	0,5	1,0	> 300

14	X	300	0,5	1,5	200
15	X	300	2,0	1,0	250
16	X	300	4,0	1,0	120
17	X	300	6,0	1,0	30
18	X	400	0,3	0,3	Abbruch
19	O	400	0,5	0,5	> 300
20	O	400	0,7	0,7	> 300
21	O	400	1,0	1,0	> 300
22	X	400	1,0	1,0	> 300
23	X	400	3,0	3,0	30
24	O	400	0,5	1,0	> 300
25	X	400	0,5	1,5	200
26	X	400	2,0	1,0	200
27	X	400	4,0	1,0	100
28	X	400	6,0	1,0	20
29	X	500	0,3	0,3	Abbruch
30	O	500	0,5	0,	Abbruch
31	O	500	0,7	0,7	> 300
32	O	500	1,0	1,0	280
33	X	500	2,0	2,0	100
34	X	500	3,0	3,0	20
35	O	500	0,5	1,0	> 300
36	X	500	0,5	1,5	200
37	X	500	2,0	1,0	165
38	X	500	4,0	1,0	45
39	X	500	6,0	1,0	25
40	X	700	0,3	0,3	Abbruch
41	O	700	0,5	0,5	240
42	O	700	0,7	0,7	240
43	O	700	1,0	1,0	220
44	X	700	2,0	2,0	90
45	X	700	3,0	3,0	20
46	O	700	0,5	1,0	260
47	X	700	0,5	1,5	150
48	X	700	2,0	1,0	140
49	X	700	4,0	1,0	50
50	X	700	6,0	1,0	20
51	X	1,000	0,3	0,3	Abbruch
52	O	1,000	0,5	0,5	200
53	O	1,000	0,7	0,7	200
54	O	1,000	1,0	1,0	180
55	X	1,000	2,0	2,0	70
56	X	1,000	3,0	3,0	20
57	O	1,000	0,5	1,0	220
58	X	1,000	0,5	1,5	120

59	X	1,000	2,0	1,0	120
60	X	1,000	4,0	1,0	30
61	X	1,000	6,0	1,0	10
62	X	2,000	0,3	0,3	Abbruch
63	O	2,000	0,5	0,5	170
64	O	2,000	0,7	0,7	130
65	O	2,000	1,0	1,0	100
66	X	2,000	2,0	2,0	10
67	X	2,000	3,0	3,0	10
68	O	2,000	0,5	1,0	120
69	X	2,000	0,5	1,5	30
70	X	2,000	2,0	1,0	70
71	X	2,000	4,0	1,0	30
72	X	2,000	6,0	1,0	10

**[0041]** In einem Fall, in dem das Muster dieselbe Breite der Elektrode und denselben Abstand zwischen den Elektroden hat, kann die maximale elektrostatisch anziehende Kraft erreicht werden, wenn die Dicke des Dielektrikums 0,3 mm beträgt und es gibt eine Tendenz, dass je dünner die Dicke davon ist, desto größer die elektrostatische anziehende Kraft ist.

**[0042]** Wenn sowohl die Breite als auch der Abstand gleich oder größer 0,5 mm sind, ist die elektrostatisch anziehende Kraft verfügbar. Es kann jedoch eine ausreichende Isolation zwischen den Elektroden nicht erreicht werden, wenn der Abstand zwischen den Elektroden kleiner als 0,5 mm ist. Folglich gibt es zwei Fälle, in denen das elektrostatische Anziehen nicht erreicht werden kann.

**[0043]** In einem Fall des Vergleichens des Dielektrikums mit derselben Dicke ist, dass je kleiner die Breite der Elektrode ist desto größer die elektrostatisch anziehende Kraft ist.

**[0044]** In einem Fall, in dem der Abstand zwischen den Elektroden größer als 2 mm ist, kann die elektrostatisch anziehende Kraft kaum erreicht werden. In der vorliegenden Erfindung wird die angelegte Spannung auf 10 kV erhöht. Es wird erwartet, dass die ausreichende Kraft selbst dann erreicht werden kann, wenn der Abstand zwischen den Elektroden 2 mm beträgt, durch Anlegen einer Spannung, die größer als dies ist.

**[0045]** In einem Fall des Vergleichens des Dielektrikums mit derselben Dicke und derselben Breite der Elektrode, gibt es eine Tendenz, dass die elektrostatisch anziehende Kraft klein wird, wenn der Abstand zwischen den Elektroden größer als die Dicke des Dielektrikums ist.

**[0046]** Das Voranstehende zeigt, dass eine große elektrostatisch anziehende Kraft in einem Fall erreicht werden kann, in dem die Dicke des Dielektrikums dünn ist, die Breite der Elektroden klein ist und der Abstand zwischen den Elektroden annähernd gleich der Breite der Elektrode ist.

**[0047]** In einem Fall des elektrostatischen Anziehens eines Glassubstrats als ein Material, das anzuziehen ist, kann dieses durch Einstellen der Dicke des Dielektrikums in dem Bereich von 0,3 bis 1,0 mm, des Abstands zwischen den Elektroden in dem Bereich von 0,5 bis 1,0 mm, der Breite der Elektroden in dem Bereich von 0,5 bis 1,0 mm und des spezifischen Widerstands des Dielektrikums auf weniger oder gleich  $10^{13} \Omega\text{cm}$  in der Praxis eingesetzt werden.

**[0048]** Nachfolgend wird eine Ausführungsform einer Substratwärme/Kühlvorrichtung beschrieben.

**[0049]** [Fig. 7](#) bis [Fig. 9](#) zeigen Graphen, die Daten bei thermischen Anziehungsexperimenten und Kühlexperimenten auf einem isolierenden Substrat zeigen. Ein Glassubstrat (d. h. ein gering alkalisches Glas) wird als das isolierende Substrat **10** verwendet.

**[0050]** [Fig. 7](#) zeigt einen Graphen, der das Verhältnis zwischen der Temperatur eines isolierenden Substrats

und dem Druck des Gases zum Erwärmen/Kühlen zeigt, was zu versorgen ist, in einen Raum zwischen dem isolierenden Substrat und der anziehenden Oberfläche des Dielektrikums, in dem das isolierende Substrat in einer Substrat-Wärme/Kühlvorrichtung positioniert ist, die innerhalb einer Vakuumkammer vorgesehen ist. Die thermische Eigenschaft in einem Fall, in dem ein Wärmefluss von  $2 \text{ W/cm}^2$  von der oberen Oberfläche des isolierenden Substrats **10** geliefert wird, ist durch Ausdrücken des Drucks des vorstehend genannten Gases auf der X-Achse und der Oberflächentemperatur des isolierenden Substrats **10** auf der Y-Achse gezeigt. Dieser Graph zeigt, dass die Temperatur des isolierenden Substrats **10** durch Variieren des Drucks des Gases gesteuert werden kann, das in einem Gasaufnahmeabschnitt **9** aufgenommen ist. He-Gas wird hauptsächlich in dem vorliegenden Experiment verwendet, es kann jedoch dieselbe Wärme/Kühlwirkung durch Verwenden von Ar oder  $\text{N}_2$  erreicht werden.

**[0051]** Um die Effizienz des Wärmens/Kühlens durch Liefern eines höheren Drucks zu erhöhen, ist es notwendig, die Höhe der Vorsprünge **2** auf der anziehenden Oberfläche des Dielektrikums **19** niedrig zu halten und dadurch den Druck des Gases in dem Bereich eines molekularen Flusses zu bringen. Um beispielsweise das vorstehend genannte Gas in dem Bereich von 0 bis 13329 Pa (0 bis 100 Torr) in den Bereich eines molekularen Flusses zu bringen, kann die Höhe der Vorsprünge **2** auf weniger oder gleich 5  $\mu\text{m}$  gesetzt werden. In diesem Fall ist, um das vorstehend genannte Gas schnell und gleichmäßig aufzunehmen, die Bildung der Nuten wichtig sowie die Vorsprünge **2**.

**[0052]** In einem Fall, in dem lediglich die Vorsprünge auf der Oberfläche des elektrostatischen Futters gebildet werden, nimmt es Zeit in Anspruch, bis der Druck innerhalb des Raums gleichmäßig wird, in Abhängigkeit der Höhe der Vorsprünge. Daher wird durch Bilden der Nuten von der Gasversorgungsöffnung die Zeit verringert, bis der Druck innerhalb des Raums gleichmäßig wird. Unter Berücksichtigung der Form und des Musters der Nuten kann der Effekt erreicht werden, wenn diese in einem radialen Muster von der Gasversorgungsöffnung gebildet werden, und diese sind gleich oder größer als 1,0 mm in der Breite und gleich oder größer als 50  $\mu\text{m}$  in der Tiefe. Vorzugsweise ist die Breite gleich oder größer als 1,5 mm und die Tiefe ist gleich oder größer als 250  $\mu\text{m}$  und dadurch wird die Zeit, bis die Druckverteilung in der Form gleichmäßig wird, weniger als oder gleich 5 Sekunden. Der Effekt kann weiter verstärkt werden, wenn die Nuten in einem konzentrischen Muster sowie einem radialen Muster gebildet werden.

**[0053]** Wie in [Fig. 8](#) gezeigt ist, ist es durch Variieren der angelegten Spannung möglich, die Temperatur des isolierenden Substrats **10** zu variieren. In diesem Fall ist es durch Variieren der Oberflächenrauhigkeit des elektrostatischen Futters möglich, die Temperatur des isolierenden Substrats **10** einzustellen.

**[0054]** Wie weiterhin in [Fig. 9](#) dargestellt ist, zeigt das Experimentergebnis, dass die Temperatur des isolierenden Substrats **10** durch Variieren des Verhältnisses eines Kontaktbereichs variiert wird. Um das Kontaktbereichverhältnis zu variieren, ist es notwendig, die Anzahl und den Durchmesser der Vorsprünge zu variieren. Der Durchmesser der Vorsprünge in der vorliegenden Erfindung beträgt 5 mm und die Breite des Abdichtrings beträgt 4 mm. Die Anzahl der Vorsprünge wird von dem Kontaktbereichverhältnis umgewandelt. Die Vorsprünge sind auf der Oberfläche des elektrostatischen Futters in der im wesentlichen gleichen Position unter Berücksichtigung voneinander verteilt.

**[0055]** Die vorliegende Erfindung zeigt, dass eine große Wärme/Kühlwirkung auf dem isolierenden Substrat erreicht werden kann, indem der hohe Gasdruck von 6664 Pa (50 Torr) in dem Gasaufnahmeabschnitt **9** aufgenommen wird. Um jedoch einen solch hohen Gasdruck aufzunehmen, ist es notwendig, dass das elektrostatische Futter eine große anziehende Kraft erzeugt. Um beispielsweise den Gasdruck von 1333 Pa (10 Torr) in einem Fall aufzunehmen, in dem das Kontaktbereichverhältnis 20% ist, ist theoretisch die anziehende Kraft von zumindest  $13 \text{ g/cm}^2$  erforderlich. Daher ist das elektrostatische Futter mit einer sehr großen anziehenden Kraft erforderlich. Als ein Material für eine isolierende Schicht des elektrostatischen Futters wird ein keramischer gesinterter Körper verwendet, der hauptsächlich aus Aluminiumoxid und Chromoxid ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), Titanoxid ( $\text{TiO}_2$ ) und einem ein Sintern unterstützenden Material besteht, das in einer geeigneten Menge hinzugefügt wird. Die anziehende Kraft in diesem Material ist etwa  $300 \text{ g/5 cm}^2$  unter Anwendung von 10 kV, was dasselbe wie bei **1A-1C** ist, wie vorstehend erwähnt ist, und die Zugfestigkeit in der vertikalen Richtung kann als  $300 \text{ g/cm}^2$  angenommen werden. Selbst wenn das Kontaktbereichverhältnis 20% beträgt, kann sichergestellt werden, dass die anziehende Kraft gleich oder größer als  $60 \text{ g/cm}^2$  ist. Daher ist es möglich, das isolierende Substrat ausreichend anzuziehen.

**[0056]** Ein gering alkalisches Glas wird als das isolierende Substrat **10** in der vorliegenden Erfindung verwendet.

**[0057]** Mit der Bereitstellung einer Wärmeeinrichtung innerhalb der isolierenden Stützbasisplatte der Wärme/Kühlvorrichtung für ein isolierendes Substrat und eines optischen Thermometers, eines Thermokopplers oder eines anderen nicht kontaktbehaftetes Thermometer als ein Mittel zum Messen der Temperatur auf dem Material, das anzuziehen ist, wird das Signal, das von der Messvorrichtung ausgegeben wird, mit einem vorab bestimmten Wert verglichen und dadurch kann die Temperatur des Materials, das anzuziehen ist, einfach gesteuert werden. In einem Fall, in dem die Temperatur des isolierenden Substrats nicht direkt gemessen werden kann, ist es möglich, die Temperatur des isolierenden Substrats zu erhalten, basierend auf einer Datenbasis, in der der Gasdruck, die angelegte Spannung, das Verhältnis des Festkörperkontaktbereichs, die gelieferte thermische Energie, die Flussrate des Mediums, die Temperatur des Mediums oder dergleichen vorab und miteinander verbunden erstellt werden.

**[0058]** Mit der Bereitstellung der Wärme/Kühlvorrichtung für ein isolierendes Substrat gemäß der vorliegenden Erfindung innerhalb einer Reaktionskammer ist es möglich, die Temperatur in dem Herstellungsprozess einfach zu steuern.

**[0059]** Wie vorstehend vollständig erläutert ist, ist es gemäß der vorliegenden Erfindung, da ein Material, das zu verarbeiten ist, mit dem elektrostatischen Futter angezogen werden kann, selbst wenn es ein isolierendes Material ist, möglich, einfach das isolierende Substrat mit der Wärme/Kühlvorrichtung zu wärmen bzw. zu kühlen, in der das elektrostatische Futter installiert ist, und dadurch ist es möglich, die Temperatur des isolierenden Substrats auf einen vorbestimmten Wert zu steuern.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrostatischen Anziehen und Verarbeiten eines isolierenden Substrats mit folgenden Schritten:

Bereitstellen eines isolierenden Substrats (**10**) aus Glas,

Bereitstellen einer dielektrischen Schicht (**1a**) mit einer ersten Oberfläche, die als eine anziehende Oberfläche gefertigt ist, um das isolierende Substrat (**10**) anzuziehen, und einer zweiten Oberfläche, auf der eine Mehrzahl von Elektroden (**7**) bereitgestellt sind, wobei die dielektrische Schicht (**1a**) ein keramischer gesinterter Körper ist, der durch Hinzufügen von Chromoxid und/oder Titanoxid zu Aluminiumoxid als ein Hauptrohmaterial bzw. Hauptausgangsmaterial und Erhitzen bzw. Befeuern erhalten wurde, wobei die dielektrische Schicht einen spezifischen Volumenwiderstand bzw. Durchgangswiderstand von weniger als oder gleich  $10^{13}$   $\Omega$ cm bei Raumtemperatur hat und in einer Dicke in dem Bereich von 0,3 bis 1,0 mm bereitgestellt ist, und weiterhin wobei die Mehrzahl von Elektroden (**7**) als ein Muster von Elektroden vorgesehen ist, wobei der Abstand zwischen den Elektroden in dem Bereich von 0,5 bis 1,0 mm und die Breite der Elektroden in dem Bereich von 0,5 bis 1,0 mm ist,

Bereitstellen einer isolierenden Stützbasisplatte (**1b**) zum Befestigen der dielektrischen Schicht darauf,

Bereitstellen einer Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Abschlüsse bzw. Anschlüssen, die auf der isolierenden Stützbasisplatte (**1b**) vorgesehen sind,

Bereitstellen eines Mittels (**12**) zum elektrischen Verbinden der Elektroden, die auf der dielektrischen Schicht bzw. auf den elektrisch leitfähigen Anschlüssen vorgesehen sind,

Bereitstellen einer Hochspannungsquelle (**21**),

Bereitstellen eines Mittels zum elektrischen Verbinden der Hochspannungsquelle und der elektrisch leitfähigen Abschlüsse,

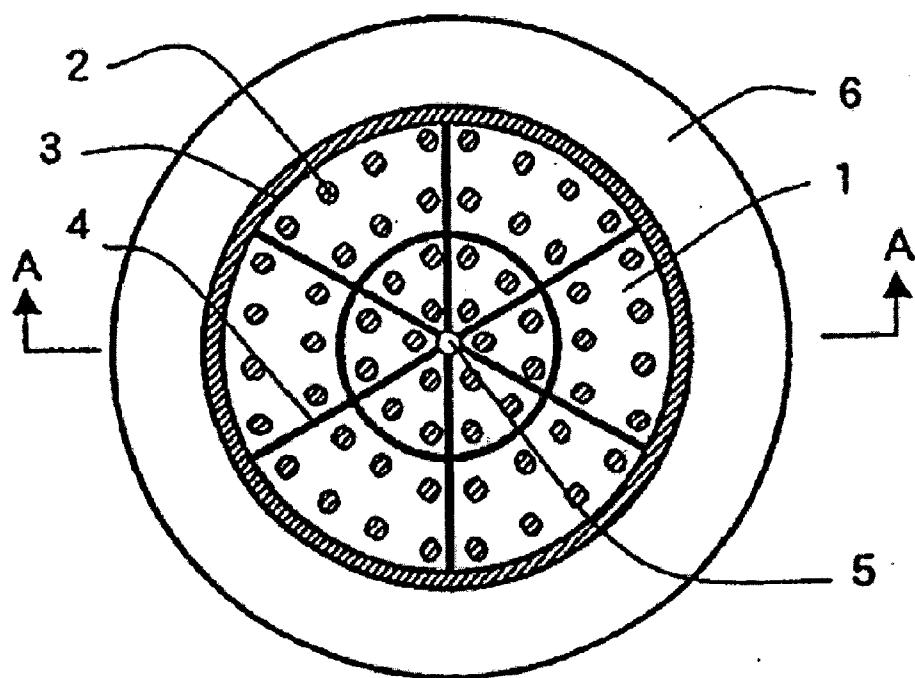
wobei die Hochspannungsquelle eine Potentialdifferenz von 10 kV erzeugt, die zwischen den Elektroden (**7**) gegeben ist, um ein nicht gleichmäßig elektrisches Feld bei der Anziehung der Oberfläche des Dielektrikums zu bilden, und dadurch

das isolierende Substrat (**10**), das auf der anziehenden Oberfläche positioniert ist, unter einer Vakuumatmosphäre elektrostatisch angezogen wird.

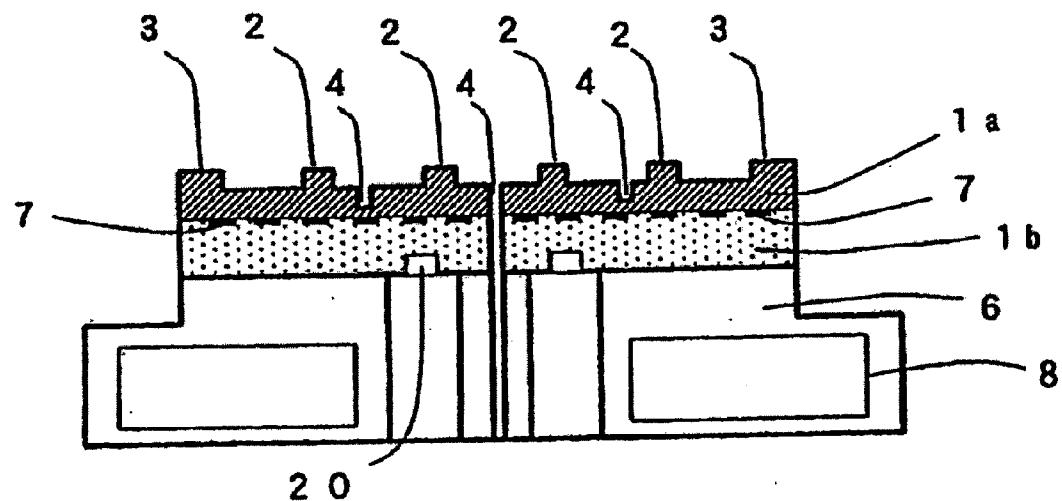
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das isolierende Substrat (**10**) elektrostatisch angezogen wird, Gas zum Erhitzen bzw. Kühlen des Substrats innerhalb eines Raums enthalten bzw. aufgenommen ist, der zwischen dem Substrat und der anziehenden Oberfläche der dielektrischen Schicht (**1a**) definiert ist, und der Bereich des Gasdrucks in einem molekularen Fluss ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

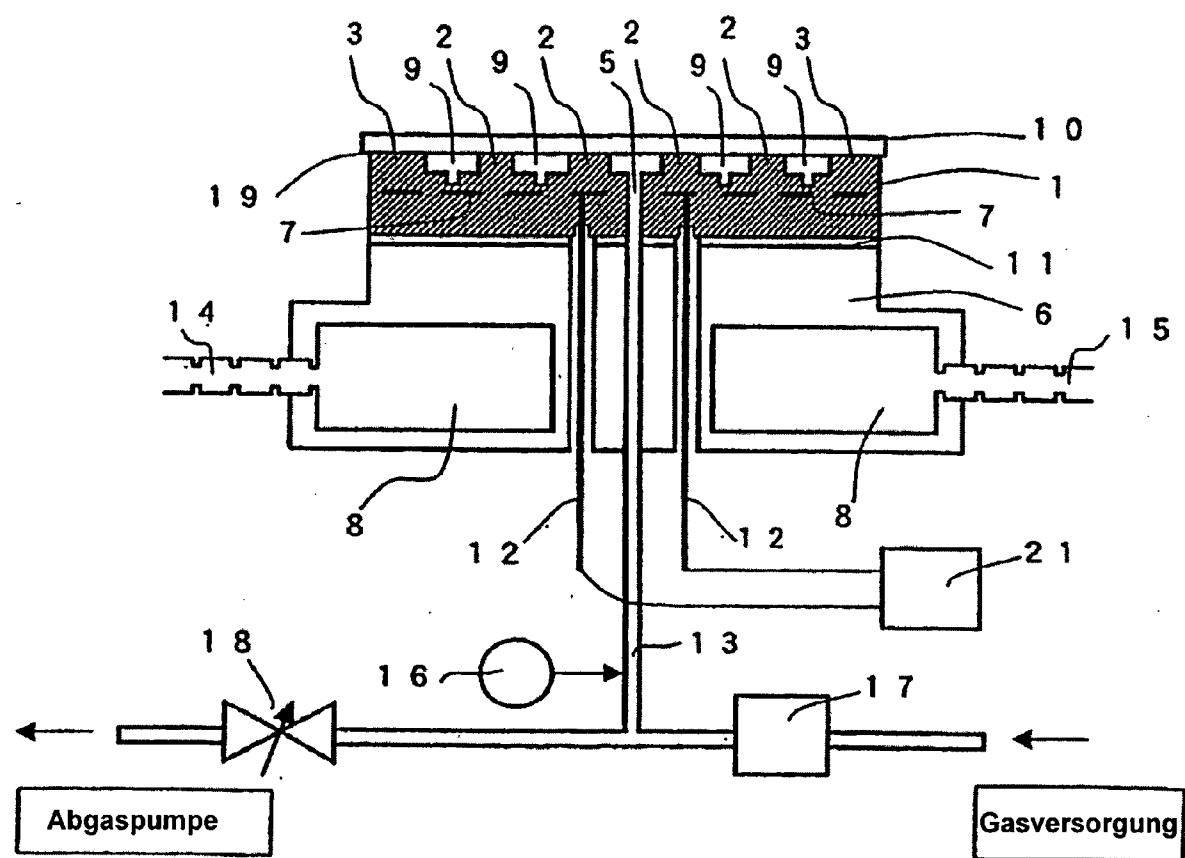
Figur 1



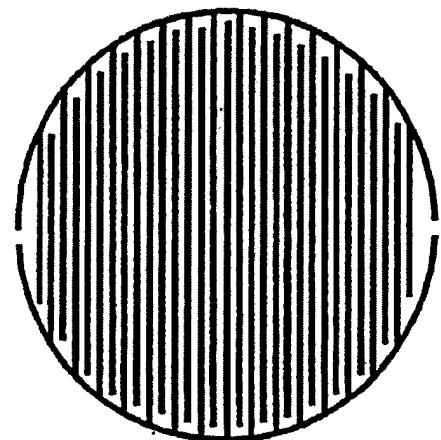
Figur 2



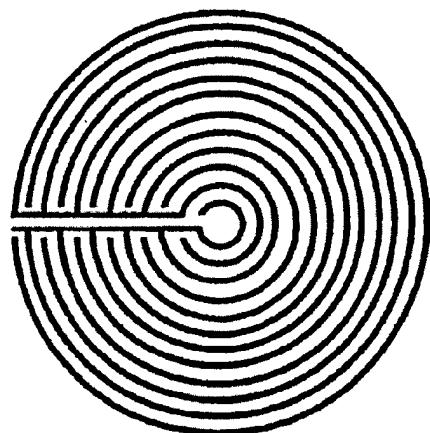
**Figur 3**



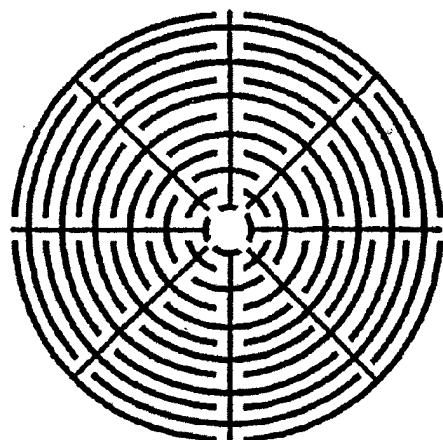
**Figur 4**



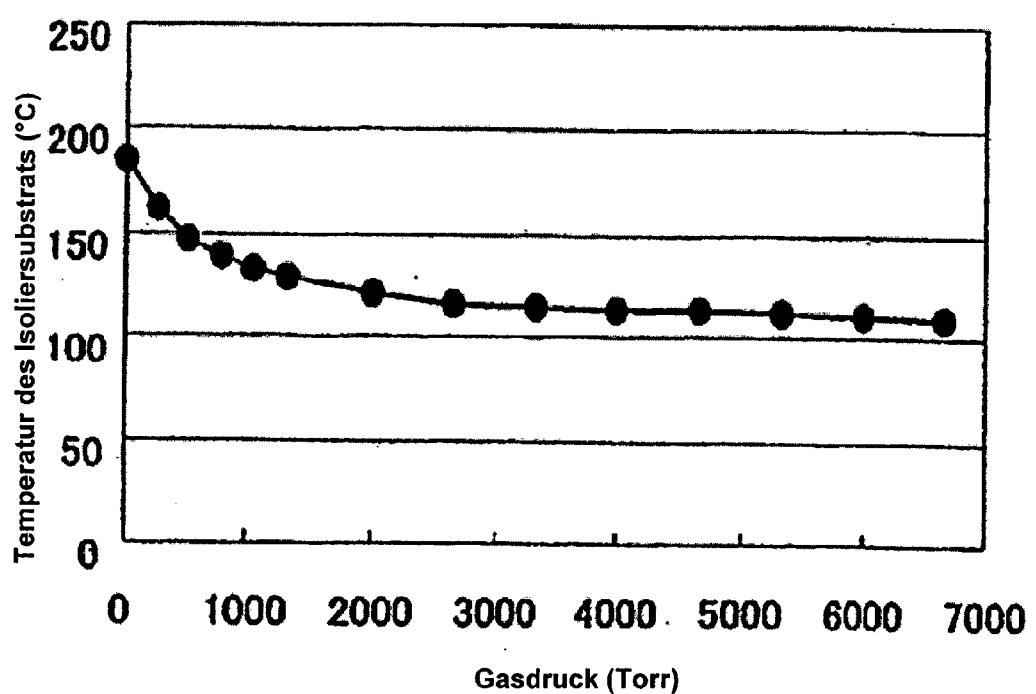
**Figur 5**



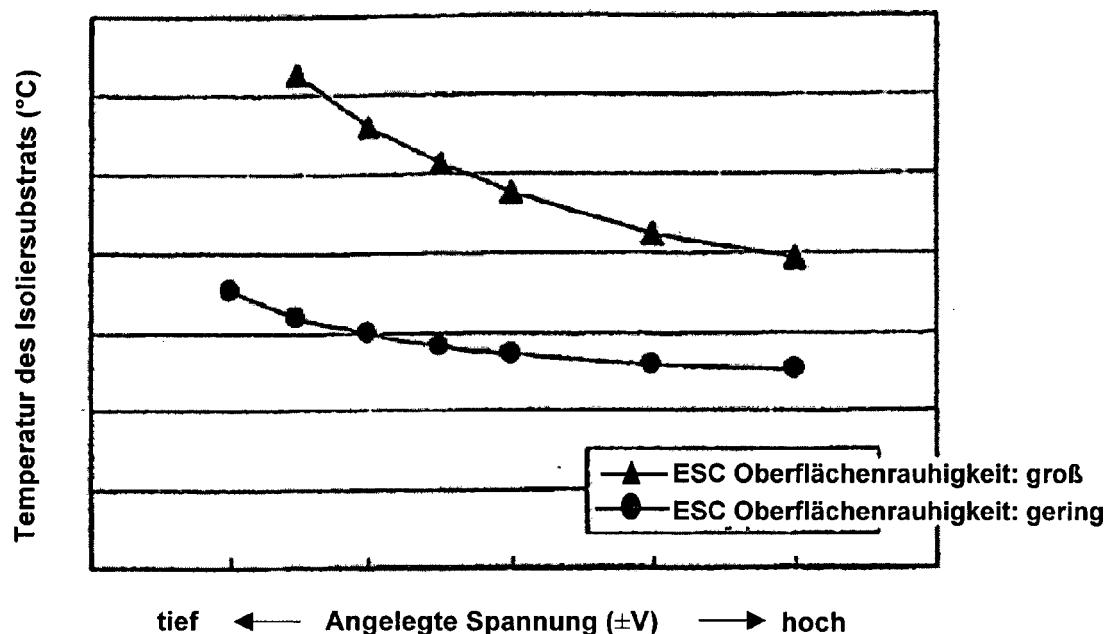
**Figur 6**



**Figur 7**



Figur 8



Figur 9

