



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 37 060 T2 2007.11.22

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 881 486 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 37 060.0

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 109 769.4

(96) Europäischer Anmeldetag: 28.05.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 02.12.1998

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 14.02.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22.11.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G01N 27/414 (2006.01)  
G01N 27/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

15771697 29.05.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Horiba Ltd., Kyoto, JP

(72) Erfinder:

Sawada, Kazuaki, Hamamatsu-City, Shizuoka, JP;  
Tomita, Katsuhiko, Kyoto, JP; Nakanishi,  
Tsuyoshi, Kyoto, JP; Tanabe, Hiroki, Kyoto, JP;  
Mimura, Susumu, Kyoto, JP

(74) Vertreter:

Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667  
München

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Messung von physikalischen Phänomenen oder chemischen Phänomenen und  
Vorrichtung dafür

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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Messverfahren und eine Vorrichtung zum Quantifizieren verschiedener physikalischer Phänomene oder chemischer Phänomene.

**[0002]** Herkömmlicherweise ist es Licht, durch das physikalische Phänomene oder chemische Phänomene in zu messende elektrische Ladungen konvertiert werden können. Eine Belichtung von Photodioden mit Licht erzeugt Elektron-Loch-Paare entsprechend der Lichtmenge, wobei die Lichtmenge in eine elektrische Ladungsmenge umgewandelt und die Lichtmenge durch Bestimmen der elektrischen Ladungsmenge gemessen wird.

**[0003]** Jedoch bei von Licht verschiedenen physikalischen und chemischen Phänomenen werden diese fast immer in elektrische Signale, wie Spannungswerte, elektrische Stromwerte, Widerstandswerte usw. konvertiert, wobei diese Werte ausgelesen werden.

**[0004]** Zum Beispiel gibt es den Seebeck-Effekt verwendende Thermopaare, bei denen eine Potentialdifferenz an beiden Enden erzeugt wird, wenn verschiedene Temperaturen an die beiden Enden eines bestimmten Metalldrahtes angelegt werden. Dieser soll zwei Arten verschiedener Metalle miteinander verbinden und die Temperatur des verbundenen Abschnitts wird aus der an beiden Enden erzeugten Potentialdifferenz bestimmt. Die Messung des pH-Werts unter Verwendung eines ISFET (Ionen-sensitiver Feldefektftransistor) wird erreicht durch Ändern der Kanalleitfähigkeit unterhalb des pH-sensitiven Gate-Isolators durch Absorbieren von Wasserstoffionen und Messen des pH-Werts der Lösung durch Messen des Drain-Stroms.

**[0005]** In jeder der oben genannten Messmethoden können Akkumulation und Transfer, welches Handhabungsmethoden speziell für elektrische Ladungen sind, nicht ausgeführt werden, und es ist äußerst schwierig, Informationen gleichzeitig an einer Vielzahl von Punkten einzuholen und mit einer hohen Geschwindigkeit zu verarbeiten oder die Messergebnisse zu visualisieren.

**[0006]** Als physikalische Phänomene oder chemische Phänomene gibt es verschiedene Phänomene, wie Konzentration, Temperatur, Magnetfeld, Druck, Beschleunigung, Geschwindigkeit, Schallwellen, Ultraschallwellen, Oxidations-Reduktionspotential, Reaktionsgeschwindigkeit usw., wobei diese Phänomene durch die Verwendung herkömmlicher Technologien in verschiedene elektrische Signale (Strom, Spannung, Widerstand, Kapazität, Potential) konvertiert werden können, jedoch ist es die Hauptaufgabe dieser Erfindung diese Phänomene in einer für elektri-

sche Ladungen speziellen Art und Weise handzuhaben, wobei diese Phänomene in elektrische Ladungen konvertiert werden und eine für elektrische Ladungen spezifische Quantifizierung durchgeführt wird.

**[0007]** Im IBM Technical Disclosure Bulletin, Volume 14, Nr. 11, Seite 3420, XP 002111424 New York, USA, mit dem Titel (Charge Coupled Device Magnetic Field Sensor, April 1972) ist eine Ladungskopp lungsvorrichtung gezeigt, die einen elektrischen Stromfluss ermöglicht. Das Magnetfeld wird durch Erfassen des Verhaltens elektrischer Ladungen beim Stromfluss gemessen. In der in diesem Dokument gezeigten Vorrichtung befindet sich ein einzelner Magnetfeldsensor an einem bestimmten Messort. Der elektrische Strom kann durch die Verwendung von CCD-Elektroden fließen. Ähnliche Strukturen sind in US-A-5 194 750 sowie in EP-A-0 733 911 gezeigt. In diesen Druckschriften wird die Richtungsänderung des Stroms erfasst und über das magnetische Feld gemessen.

**[0008]** Dementsprechend ist es in jeder der in den oben genannten Druckschriften gezeigten Vorrichtungen erforderlich, dass sich die CCD-Struktur an jedem der Messplätze befindet, was in einer extrem großen Struktur resultiert. Wenn jedoch der Aufbau groß wird, beispielsweise bei der Betrachtung einer zweidimensionalen Verteilung des Magnetfelds, ist eine extrem große Fläche erforderlich und deshalb ein solcher Aufbau zum Messen der zweidimensionalen Verteilung zum Beispiel des Magnetfelds einer mikroskopischen Region nicht geeignet.

**[0009]** Deshalb ist es eine Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche durch simultanes Erfassen von Daten an einer Vielzahl von Punkten und Durchführung von Akkumulation und Transfer verschiedene physikalische Phänomene oder chemische Phänomene in einfacher Weise visualisieren kann.

**[0010]** Um diese Aufgabe zu lösen, zeigt die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung, wie in den Ansprüchen 1 und 3 angegeben ist.

**[0011]** Das Verfahren zum Messen von physikalischen Phänomenen oder chemischen Phänomenen dieser Erfindung verwendet Potenzialwälle, die so konfiguriert sind, dass sie ihre Tiefe entsprechend der Größe der zu messenden physikalischen oder chemischen Quantität ändern, um elektrische Ladungen in diese Potenzialwälle zu injizieren und um die physikalische oder chemische Quantität entsprechend der Tiefe der Potenzialwälle in elektrische Ladungen zu konvertieren.

**[0012]** Die Vorrichtung zum Messen physikalischer oder chemischer Phänomene dieser Erfindung ist

so konfiguriert, dass sie eine eindimensionale oder zweidimensionale Anordnung einer Vielzahl von Potenzialwällen umfasst, die so konfiguriert sind, dass sie ihre Tiefe entsprechend der Größe der zu messenden physikalischen oder chemischen Quantität ändern, um elektrische Ladungen in diese Potenzialwälle zu injizieren und die physikalische oder chemische Quantität in elektrische Ladungen entsprechend der Tiefe der Potenzialwälle zu konvertieren.

[0013] Durch diese Konfiguration ist es möglich, Phänomene an einer Vielzahl verschiedener Positionen gleichzeitig zu messen. Weil die physikalische oder chemische Quantität in elektrische Ladungen konvertiert wird, ist es möglich, eine eindimensionale Verteilung oder eine zweidimensionale Verteilung physikalischer oder chemischer Phänomene durch Verwendung einer CCD (Ladungskopplungsvorrichtung) in einfacher Weise zu visualisieren.

[0014] Weitere Details, Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen:

[0015] [Fig. 1](#) ist eine Darstellung, welche den Grundaufbau der Vorrichtung zum Messen physikalischer Phänomene oder chemischer Phänomene dieser Erfindung zeigt;

[0016] [Fig. 2](#) ist eine Darstellung, welche den Hauptabschnitt der Vorrichtung schematisch zeigt;

[0017] [Fig. 3](#) ist eine Darstellung zum Erklären des Messprinzips der Vorrichtung;

[0018] [Fig. 4](#) ist eine Darstellung zum Erklären anderer Messprinzipien;

[0019] [Fig. 5](#) ist eine Darstellung, die ein Beispiel eines mit der oben genannten Vorrichtung verbundenen Source-Folgeschaltkreis zeigt;

[0020] [Fig. 6](#) ist eine Längsschnittansicht, die eine erste Ausführungsform der Vorrichtung zeigt;

[0021] [Fig. 7](#) ist eine Draufsicht, welche den Aufbau des Hauptabschnitts der oben genannten Vorrichtung schematisch zeigt;

[0022] [Fig. 8](#) ist eine Längsschnittansicht, welche ein Beispiel für den Sensorabschnitt der oben genannten Vorrichtung zeigt;

[0023] [Fig. 9](#) ist eine Längsschnittansicht, welche ein weiteres Beispiel für den Sensorabschnitt der oben genannten Vorrichtung zeigt;

[0024] [Fig. 10](#) zeigt ein Beispiel des Elektrische-Ladung-Transferabschnitts der oben genannten Vor-

richtung, wobei (A) eine Längsschnittansicht und (B) eine Draufsicht ist;

[0025] [Fig. 11](#) ist ein CCD-Steuerpotenzialdiagramm des oben genannten Elektrische-Ladung-Transferabschnitts;

[0026] [Fig. 12](#) ist ein Zeitdiagramm der CCD-Steuerspannung des oben genannten Elektrische-Ladung-Transferabschnitts;

[0027] [Fig. 13](#) ist ein Diagramm, welches die Eigenschaften des Source-Folgeschaltkreises zeigt;

[0028] [Fig. 14](#) ein Diagramm ist, welche Signale eines jeden Abschnitts des oben genannten Source-Folgeschaltkreises zeigt;

[0029] [Fig. 15](#) ist ein Diagramm, das zusammen mit [Fig. 16](#) ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

[0030] [Fig. 16](#) ist ein Diagramm, das zusammen mit [Fig. 15](#) ein Beispiel für das Herstellungsverfahren der Vorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

[0031] [Fig. 17](#) eine Längsschnittansicht, welche die Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform schematisch zeigt;

[0032] [Fig. 18](#) eine Darstellung zum schematischen Veranschaulichen des Messprinzips der zweidimensionalen Magnetfeldverteilung;

[0033] [Fig. 19](#) ist eine Darstellung, welche die Vorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform schematisch zeigt, wobei (A) eine Längsschnittansicht und (B) eine Draufsicht ist;

[0034] [Fig. 20](#) eine Längsschnittansicht, welche die Vorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform schematisch zeigt;

[0035] [Fig. 21](#) ist eine Darstellung, welche eine weitere Ausführungsform zeigt;

[0036] [Fig. 22](#) ist eine Darstellung, welche eine weitere Ausführungsform zeigt.

[0037] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen werden im Weiteren bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung im Detail beschrieben. Zunächst zeigt [Fig. 1](#) einen Grundaufbau der Vorrichtung 1 zum Messen physikalischer Phänomene oder chemischer Phänomene gemäß der Erfindung, wobei in dieser Figur die Bezugszahl 2 ein Halbleitersubstrat, das beispielsweise ca. 500 µm dickes p-Typ Si (Silizium) umfasst, bezeichnet.

**[0038]** In dem Halbleitersubstrat **2** sind Kanalstopper **3**, ein Elektrische-Ladung-Zuführabschnitt **4**, ein Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt **5**, ein Sensorabschnitt **6** als Elektrische-Ladung-Konvertierungsabschnitt, ein Barrierenabschnitt **7**, ein Elektrische-Ladung-Transferabschnitt **8**, eine Floating-Diffusion **9**, ein Reset-Gate **10**, Reset-Drain **11**, und ein Ausgangstransistor einer MOS-Struktur **12** geformt.

**[0039]** Ein Sensorabschnitt **13** wird durch Elemente des Elektrische-Ladung-Zuführabschnitts **4**, Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitts **5**, des Sensorabschnitts **6** und des Barrierenabschnitts **7** geformt, wobei der Sensorabschnitt **6** Potenzialwölle umfasst, die so konfiguriert sind, dass sie ihre Tiefe entsprechend der Größe der physikalischen oder chemischen Quantität ändern, wie später diskutiert wird. Ein Ausgangsabschnitt **14** wird durch Elemente der Floating-Diffusion **9**, des Reset-Gate **10**, Reset-Drain **11** und des Ausgangstransistors **12** geformt.

**[0040]** Durch zweidimensionales Anordnen des Sensorabschnitts **13**, wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, werden Daten an einer Vielzahl von Punkten gleichzeitig eingeholt, wobei die Signale an einer Vielzahl von Punkten durch den Elektrische-Ladung-Transferabschnitt **8** und den Ausgangsabschnitt **14** gut verarbeitet werden können. Das Verarbeitungsverfahren wird später im Detail unter Bezugnahme auf die Ausführungsformen beschrieben. Der Sensorabschnitt **13** kann eindimensional angeordnet sein.

**[0041]** [Fig. 2](#) ist eine Darstellung, welche den flachen Aufbau des Sensorabschnitts **13** und des mit diesem verbundenen Abschnitts schematisch zeigt, wobei in [Fig. 2](#) die Bezugszahl **5a** eine Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnittselektrode und Bezugszahl **7a** eine Barrierenabschnittselektrode bezeichneten. Als nächstes erfolgt eine Beschreibung des Messprinzips der Messvorrichtung, wobei Bezug auf das in [Fig. 3](#) gezeigte Potenzialdiagramm genommen wird. Bei der Messung wird ein Spannungspuls auf den Elektrische-Ladung-Zuführabschnitt **4**, den Barrierenabschnitt **7** und das Reset-Gate **10** angelegt, wobei eine Gleichspannung auf die anderen Elektroden mit Ausnahme der Floating-Diffusion **9** angelegt wird.

**[0042]** Nun ist allgemein bekannt, dass beim Anlegen einer positiven Spannung an die Metallelektroden in der MOS-Struktur unter Verwendung des p-Typ Halbleiters eine Verarmungsschicht an der Grenzfläche zwischen dem Isolator und dem Halbleiter entsprechend der Spannung geformt wird. Deshalb bewirkt dieses Phänomen, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, ein Potenzial an der Halbleiter-Isolator-Grenzfläche.

**[0043]** Im Zustand 1 wird das Potenzial des Elektrische-Ladung-Zuführabschnitts **4** auf einen hohen Wert (höher in Pfeilrichtung) eingestellt, wobei keine elektrische Ladung **15** in den Sensorabschnitt **6** injiziert wird.

**[0044]** Im Zustand 2, wie in [Fig. 3\(B\)](#) gezeigt ist, werden elektrische Ladungen **15** in den Sensorabschnitt **6** geladen, indem das Potenzial des Elektrische-Ladung-Zuführabschnitts **4** gesenkt wird.

**[0045]** Im Zustand 3, wie in [Fig. 3\(C\)](#) gezeigt ist, werden durch den Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt **5** ausgepegelte elektrische Ladungen **15a** im Sensorabschnitt **6** gesammelt, indem das Potenzial des Elektrische-Ladung-Zuführabschnitts **4** angehoben wird.

**[0046]** Im Zustand 4, wie in [Fig. 3\(D\)](#) gezeigt ist, werden die im Sensorabschnitt **6** akkumulierten Ladungen zur Floating-Diffusion **9** transferiert, indem das Potenzial des Barrierenabschnitts **7** gehoben wird.

**[0047]** Im Zustand 5, wie in [Fig. 3\(E\)](#) gezeigt ist, wird der Barrierenabschnitt **7** geschlossen, nachdem alle elektrischen Ladungen **15a** des Sensorabschnitts **6** zur Floating-Diffusion **9** transferiert sind und das Einströmen elektrischer Ladungen wird gestoppt. In dieser Phase wird das Potenzial der Floating-Diffusion **9** durch die Menge der übertragenen elektrischen Ladungen **15a** bestimmt, wobei dieses Potenzial dem Gate-Abschnitt des Ausgangstransistors **12** der MOS-Struktur zugeführt und der Drain-Strom dieses Ausgangstransistors **12** mit dem Source-Folgeschaltkreis **17** gemessen wird, wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist.

**[0048]** Im Zustand 6, wie in [Fig. 3\(F\)](#) gezeigt ist, wird das Reset-Gate **10** angeschaltet, und auf das Potenzial der Reset-Drain **11** rückgestellt, nachdem das Potenzial der Floating-Diffusion **9** gelesen ist. Durch dieses Rückstellen (Reset) wird wieder zu Zustand 1 zurückgekehrt. Das heißt, dass durch Wiederholen der Vorgänge von Zustand 1 bis Zustand 6 elektrische Ladungen nach außen abgegeben werden können.

**[0049]** [Fig. 4](#) zeigt eine andere Ausführungsform der Messvorrichtung, wobei in dieser Messvorrichtung der Barrierenabschnitt **7A**, der Elektrische-Ladung-Akkumulationsabschnitt **16** und der zweite Barrierenabschnitt **7B** nach dem Sensorabschnitt **6** angeordnet sind und die elektrischen Ladungen **15b** mehrmals an dem Elektrische-Ladung-Akkumulationsabschnitt **16** akkumuliert werden, wobei nach dem Akkumulieren einer bestimmte Menge elektrischer Ladungen das Potenzial des zweiten Barrierenabschnitts **7B** angehoben wird und die im Elektrische-Ladung-Akkumulationsabschnitt **16** akkumulierten elektrischen Ladungen zum Elektrische-La-

dung-Transferabschnitt **8** übertragen werden. In der auf diese Weise konfigurierten Messvorrichtung ist die Empfindlichkeit um ein Mehrfaches erhöht und es ist möglich, Messungen mit einer höheren Genauigkeit auszuführen.

**[0050]** Wie sich aus den Erklärungen von [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) ergibt, werden in dieser Messvorrichtung ein Elektrische-Ladung-Konversionsmechanismus zum Formen von Potenzialwällen (Sensorabschnitt **6**), welche so konfiguriert sind, dass ihre Tiefe entsprechend der Größe der physikalischen oder chemischen Quantität variiert, auf dem Halbleitersubstrat **2** eingesetzt, elektrische Ladungen **15** in die Potenzialwölle **6** injiziert und die physikalische oder chemische Quantität in elektrische Ladungen entsprechend der Tiefe dieser Potenzialwölle konvertiert.

**[0051]** In der in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigten Messvorrichtung wird das Potenzial des Elektrische-Ladung-Zufuhrabschnitts **4** angehoben oder gesenkt, um die im Sensorabschnitt **6** akkumulierten elektrischen Ladungen auszupegeln, jedoch ist es anstelle dieser Konfiguration möglich, das Potenzial des Elektrische-Ladung-Zufuhrabschnitts **4** konstant zu halten, den Wert des Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitts **5** zu heben und zu senken und die im Sensorabschnitt **6** akkumulierten elektrischen Ladungen auszupegeln.

**[0052]** [Fig. 5](#) zeigt ein Beispiel für den Source-Folgeschaltkreis **17**, der einen Widerstand **18**, einen Ausgangsanschluss **19** und einen Erdungsanschluss **20** umfasst, wobei das Ausgangssignal dieses Schaltkreises **17** mit der Größe des wie in [Fig. 2](#) angeschlossenen Widerstands **18** stark variiert, jedoch können lineare Spannungssignale bezüglich des Ausgangsstroms erhalten werden. Die Bezugszahl **21** bezeichnet einen Monitor, der mit einer Datenverarbeitungseinrichtung oder einer Bildverarbeitungseinrichtung, verbunden mit einem Ausgangsanschluss **19**, ausgerüstet ist.

**[0053]** Bezug nehmend auf [Fig. 6](#) und folgende werden verschiedene Messvorrichtungen mit dem eingebauten Elektrische-Ladung-Konversionsmechanismus erklärt.

[Erste Ausführungsform]

**[0054]** Für die erste Ausführungsform erfolgt eine Beschreibung einer Vorrichtung zum Messen einer zweidimensionalen Verteilung eines pH-Werts einer Lösung. [Fig. 6](#) zeigt schematisch eine Vorrichtung zum Messen einer zweidimensionalen Verteilung eines pH-Werts einer Lösung, wobei in [Fig. 6](#) die Bezugszahl **22** ein Substrat bezeichnet, auf dessen Oberfläche eine Zelle **24** zum Aufnehmen einer Probe **23**, wie eine Lösung, geformt ist. Das Substrat **22** verleiht der Probe **23** Wasserbeständigkeit durch ge-

gossenes Harz. Die Bezugszahl **25** bezeichnet eine in die Probe **23** eingetauchte Referenzelektrode, wobei durch Erhöhen einer bestimmten Spannung über dem Substrat **22** durch die Gleichspannungsversorgung **26** die Referenzelektrode **25** das Potenzial der Probe **23** auf einen spezifizierten hohen Wert in Bezug auf das Substrat **22** bringt. Das Anlegen der Spannung bewirkt, dass der Sensorabschnitt **6** in einem verarmten Zustand ist.

**[0055]** In der Vorrichtung zum Messen einer zweidimensionalen pH-Wertverteilung mit der oben genannten Konfiguration werden die ausgegebenen Signale unverändert an eine Bildausgangseinheit **27** wie Fernseher usw. zugeführt, oder die Ausgangssignale werden AD-konvertiert, um sie einem Computer zuzuführen.

**[0056]** [Fig. 7](#) zeigt schematisch die Konfiguration der Oberseite des Substrats **22**, das eine Vielzahl Sensorabschnitte **13** zum Konvertieren des pH-Werts in elektrische Ladungen, einen Elektrische-Ladung-Transferabschnitt **8** zum Übertragen von im Sensorabschnitt **13** konvertierten elektrischen Ladungen in der Pfeilrichtung und einen Ausgangsabschnitt **14** zum Konvertieren der übertragenen elektrischen Ladungen in Ausgangssignale umfassen. Der Elektrische-Ladung-Transferabschnitt **8** umfasst eine horizontale CCD **8H** und eine vertikale CCD **8V**.

**[0057]** [Fig. 8](#) zeigt den Aufbau des Sensorabschnitts **13**. Der Sensorabschnitt **13** wird wie folgt geformt. Das p-Typ Si-Substrat **2**, welches das Substrat **22** sein soll, wird thermisch oxidiert, um den Oxidfilm ( $\text{SiO}_2$ ) **28** zu formen und ein Teil des Oxidfilms wird geätzt und nochmals thermisch oxidiert, um den Gateoxidfilm **29** zu formen. Die Filmdicke des Gateoxidfilms **25** beträgt ca. 500 Å, wobei Elektroden **30**, **31** durch Abscheiden von p-dotiertem Polysilizium mit niedrigem Widerstand auf die Abschnitte entsprechend dem Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt **5** bzw. dem Barrierenabschnitt **7** auf der Oberfläche geformt werden.

**[0058]** Die Filmdicke der Elektroden **30**, **31** beträgt ca. 3.000 Å, wobei der Film nach Abscheidung bis ca. 1.000 Å thermisch oxidiert wird. Anschließend wird das p-dotierte Polysilizium mit niedrigem Widerstand wieder abgeschieden und die Elektrode **32** wird auf der Oberseite des Elektrische-Ladung-Transferabschnitts **8** geformt. Der Film der Elektrode **32** wird bis ca. 1.000 Å thermisch oxidiert, nachdem Polysilizium auf einen Wert ähnlich jenem der Elektroden **30**, **31** abgeschieden wird. Eine derartige Oxidierung des Films kann eine Isolierung zwischen den Elektroden ermöglichen. Anschließend wird  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ( $\text{Ta}_2\text{O}_3$  oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sind akzeptierbar) bis ca. 700 Å abgeschieden, um den Sensorabschnitt **6** zu formen. Die Bezugszahl **33** bezeichnet eine aus Aluminium geformte Elektrode.

**[0059]** [Fig. 9](#) zeigt eine weitere Ausführungsform des Sensorabschnitts 13, wobei in dem in [Fig. 9](#) gezeigten Sensorabschnitt 13 eine Referenzelektrode eingebracht wird. In diesem Sensorabschnitt 13 wird anstelle der Elektrode 30 des in [Fig. 8](#) gezeigten Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitts 5 ein nicht pH-Wert-empfindlicher Film 34 eingebracht. Der Grenzwert des Sensorabschnitts 6 wird eingestellt und die Potenzialwölle des Sensorabschnitts 6 werden, verglichen mit dem Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt 5, tiefer gemacht. Um die elektrischen Anschlüsse zwischen der Probe und dem Substrat zu erhalten, wird eine Elektrode 35, die ein inertes Metall wie Platin usw. umfasst, eingebracht. Der Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt 5 und der Sensorabschnitt 6 werden so gestaltet, dass nur der Sensorabschnitt 6 auf den pH-Wert reagieren kann, und dass der Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt 5 nicht reagieren kann, jedoch unterliegen beide in gleichem Maße Einflüssen wie externem Rauschen oder Potenzialschwankungen an der Grenzfläche zwischen der Elektrode 35 und der Probe. Das heißt, der Potenzialunterschied zwischen dem Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt 5 und dem Sensorabschnitt 6 spiegelt den pH-Wert wieder. Dementsprechend kann ein Injizieren von elektrischen Ladungen in den Sensorabschnitt 6 den pH-Wert in elektrische Ladungen konvertieren.

**[0060]** Es erfolgt nun eine Beschreibung der Breite der Elektroden 30 bis 33, 35 und des Sensorabschnitts 6. Da für die Elektroden 30 bis 33, 35 der Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt 5 ein Abschnitt ist, der es ermöglicht, von dem Elektrische-Ladung-Zuführabschnitt 4 zugeführte elektrische Ladungen durch den Sensorabschnitt 6 auszupegeln, würden ca. 10 µm für deren Breite genügen. Der Barrierenabschnitt 7 dient nur dazu, elektrische Ladungen, die durch den Sensorabschnitt 6 ausgepegt sind, daran zu hindern, dass sie in leichter Weise in den Elektrische-Ladung-Transferabschnitt 8 fließen, wobei ca. 10 µm für die Breite reichen.

**[0061]** Da eine bestimmte Menge an auszupegeln der elektrischer Ladung erforderlich ist, um die Messgenauigkeit zu verbessern, ist für den Sensorabschnitt 6 für diesen Zweck eine minimal erforderliche Fläche sicherzustellen, wobei diese ca. einige 10 µm × einige 10 µm bis 100 µm × 100 µm beträgt. Für die Größe dieses Sensorabschnitts 6 werden verschiedene Größen eingestellt, wobei der Elektrische-Ladung-Transferabschnitt 8 und die Floating-Diffusion 9 berücksichtigt werden. Experimentell wurden für die Größen des Sensorabschnitts 6, des Elektrische-Ladung-Transferabschnitts 8 und der Floating-Diffusion 9 100 µm × 100 µm, 50 µm × 200 µm bzw. 21000 µm<sup>2</sup> gewählt, wobei eine Messung durchgeführt und in dem Source-Folgeschaltkreis 17 unter Verwendung eines 120 kΩ großen Widerstands 18 (siehe [Fig. 5](#)) pro 1 pH Ausgangssignale mit ca. 80 mV erhalten

wurden.

**[0062]** [Fig. 10](#) zeigt ein Beispiel der Konfiguration des Elektrische-Ladung-Transferabschnitts 8, [Fig. 10\(A\)](#) zeigt eine Querschnittsstruktur und [Fig. 10\(B\)](#) zeigt eine Oberflächenstruktur. Der in [Fig. 10](#) gezeigte Elektrische-Ladung-Transferabschnitt 8 umfasst eine CCD mit einer 4-Phasenstruktur, wobei durch Abscheiden von p-dotiertem Polysilizium mit niedrigem Widerstand in zwei Schichten mit einer Dicke von ca. 3.000 Å auf der Oberfläche des Oxidfilms 29 vier Elektroden 36A, 36B, 36C, 36D geformt werden. Jede der Elektroden 36A bis 36D wurde auf ca. 1.000 Å oxidiert, um eine gegenseitige Isolierung zu erhalten.

**[0063]** [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) sind Darstellungen zum Erklären des Steuerprinzips des Elektrische-Ladung-Transferabschnitts 8, wobei [Fig. 11](#) insbesondere die CCD-Steuerspannung des Elektrische-Ladung-Transferabschnitts 8 und [Fig. 12](#) ein Zeitdiagramm der CCD-Steuerspannung zeigen. Die Symbole Ø1 bis Ø4 in den [Fig. 11](#), [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) entsprechen jeweils 36A bis 36D.

**[0064]** Die CCD-Steuerung im Elektrische-Ladung-Transferabschnitt 8 ist nicht auf die vier Phasen eingeschränkt, sondern eine 1Phasen-Steuerung, eine 2-Phasen-Steuerung usw. kann entsprechend der Menge der zu übertragenden elektrischen Ladungen gewählt werden. Wenn die Zahl der Sensorabschnitte 13 zunimmt, verursacht die Übertragungseffizienz große Probleme, jedoch ist es in einem solchen Fall vorzuziehen, einen Bulk-Kanal mit einer hohen Übertragungseffizienz zu verwenden.

**[0065]** Die durch den Elektrische-Ladung-Transferabschnitt 8 übertragenen elektrischen Ladungen werden auf die Floating-Diffusion 9 (siehe [Fig. 7](#)) des Ausgangabschnitts 14 übertragen und variieren das Potenzial der Floating-Diffusion 9. Diese Potenzialvariation wird dem Gate des Ausgangstransistors 12 zugeführt, und der Drainstrom des Ausgangstransistors 12 wird durch den Source-Folgeschaltkreis 17 (siehe [Fig. 5](#)) ausgelesen.

**[0066]** [Fig. 13](#) zeigt Eigenschaften des Source-Folgeschaltkreises 17, wobei diese Daten erhalten werden, wenn der MOS-Transistor mit einer Kanalbreite von 200 µm und einer Kanallänge von 50 µm für einen Ausgangstransistor 12 verwendet wird und der Widerstand 18 auf verschiedene Werte eingestellt wird. [Fig. 13](#) zeigt, dass durch Ändern des Werts des Widerstands 18 im Source-Folgeschaltkreis 17 der Ausgangswert des Source-Folgeschaltkreises 17 merklich geändert wird.

**[0067]** Nun sollte beim Messen des pH-Werts zum Verbessern der Messgenauigkeit eine große Änderung des Signalausgangs in Bezug auf eine Ände-

rung der Menge der in die Floating-Diffusion **9** übertragenen elektrischen Ladungen erhalten werden. Um dies zu erreichen, sollte die Fläche der Floating-Diffusion **9** so klein als möglich sein, jedoch wird eine übermäßig kleine Fläche durch Einfüßen elektrischer Ladungen leicht gesättigt und eine Messung kann nicht mehr ausgeführt werden. Dementsprechend ist es vorzuziehen, die Fläche der Floating-Diffusion **9** und den Widerstand **18** im Source-Folgeschaltkreis **17** durch die Fläche des Sensorabschnitts **6** sowie die Steuerspannung des Elektrische-Ladung-Transferabschnitts **8** zu bestimmen.

**[0068]** [Fig. 14](#) zeigt den Ausgangssignalpuls des Source-Folgeschaltkreises **17** zusammen mit dem ausgegebenen Gate-Puls und dem Reset-Gate-Puls, wobei der ausgegebene Signalpuls in einer komplizierten Form ausgegeben wird, wie in [Fig. 14](#) gezeigt ist, jedoch ist das wahre Signal der mit dem Symbol IV in der Figur gezeigte Abschnitt. Das heißt, der Abschnitt von Symbol I ist das beim Anschalten des Reset-Gate erzeugte Pulssignal, und ist das Signal, das erzeugt wird, solange das Reset-Gate **10** der Floating-Diffusion **9** überlagert wird. Der Anteil von Symbol II ist das Signal unter der elektrischen Floating-Bedingung nachdem die Floating-Diffusion **9** zurückgestellt ist. Das Signal von Symbol III ist das Pulssignal, das erzeugt wird, wenn das Ausgangsgate angeschaltet wird.

**[0069]** Das durch das Symbol IV ausgedrückte Signal ist das Signal, wenn das Ausgangsgate schließt und alle übertragenen elektrischen Ladungen in die Floating-Diffusion **9** strömen, wobei das Signal zu diesem Zeitpunkt zum wahren Signal wird. Dieses Signal IV wird in das Ausgangssignal transformiert, das nur aus dem wahren Signal besteht, indem der Sample-und-Hold-Schaltkreis (nicht gezeigt) eingesetzt wird, und wird nach außen abgegeben. Dieses externe Ausgangssignal wird dem Monitor **27** (siehe [Fig. 6](#)) zugeführt und dort dargestellt.

**[0070]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) wird das Herstellungsverfahren der Vorrichtung zur Messung einer zweidimensionalen pH-Wertverteilung beschrieben. Dieses Verfahren ist nur ein Beispiel, wobei die durch dieses Verfahren hergestellte Vorrichtung ein Elektrische-Ladung-Transfersystem des Oberflächenkanals verwendet.

(1) Zunächst wird ein p-Typ Si-Wafer **41** mit einem Widerstand von ca.  $10 \Omega\text{cm}$  unter Verwendung eines thermischen Oxidationsofens bei  $1100^\circ\text{C}$  für ca. 90 Minuten nass-oxidiert und ein Oxidfilm (Feldoxid) **42** von ca.  $6.000 \text{ \AA}$  wird sowohl auf der oberen als auch auf der unteren Oberfläche (siehe [Fig. 15\(A\)](#)) geformt.

(2) Dann werden Kanalstopper **3** (siehe [Fig. 15\(B\)](#)) geformt. Das Verfahren zum Formen der Kanalstopper **3** liegt darin, das Gate-Oxid **42** an den Stopperformungsplätzen unter Verwen-

dung von Flusssäure (HF) zu ätzen und Bor (B) an diesen Stellen zu diffundieren. In dem Verfahren zum Diffundieren von Bor wird zum Beispiel eine feste Diffusionsquelle bei  $1100^\circ\text{C}$  für 15 Minuten zusammen mit dem Wafer **41** durch Vorabscheidung geformt, dann wird nach dem Entfernen des Borsilikatglases bei  $1140^\circ\text{C}$  für ca. 1 Std. eintreib-oxidiert und anschließend wird in einer Stickstoffgas-Atmosphäre für ca. 10 Minuten eine Wärmebehandlung durchgeführt.

(3) Der Elektrische-Ladung-Zufuhrabschnitt **4**, die Floating-Diffusion **9**, Source und Drain des Ausgangstransistors **12** sind n-Typ Diffusionsgebiete (siehe [Fig. 15\(C\)](#)), wobei diese in der gleichen Weise wie die Kanalstopper **3** geformt werden, mit Ausnahme, dass eine flüssige Phosphor-Diffusionsquelle als Diffusionsquelle verwendet wird und in der Reihenfolge Vorabscheidung, Eintreib-Oxidation und Wärmebehandlung, geformt wird.

(4) Der Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt **5**, Sensorabschnitt **6**, Barrierenabschnitt **7** und Elektrische-Ladung-Transferabschnitt **8** müssen einen dünneren Oxidfilm haben, um es zu ermöglichen, dass das Potenzial der Elektroden einen großen Einfluss auf den Oxidfilm und die Halbleitergrenzfläche ausübt. Demzufolge wird, wie in [Fig. 15\(D\)](#) gezeigt ist, das Feldoxid **42** entsprechend dieser Abschnitte mit Flusssäure geätzt und dann bei  $1050^\circ\text{C}$  für ca. 2,5 Std. oxidiert, und anschließend für ca. 20 Min. in einer Stickstoffgas-Atmosphäre wärmebehandelt, um das Gate-Oxid **43** mit einer Dicke von ca.  $1000 \text{ \AA}$  zu formen.

(5) Für die Elektrode wird, wie bereits beschrieben wurde, das p-dotierte Polysilizium mit niedrigem Widerstand verwendet. Zunächst wird unter Verwendung von CVD p-dotiertes Polysilizium mit niedrigem Widerstand auf ca.  $3000 \text{ \AA}$  abgeschieden. Unter Verwendung von Photolithographie wird Polysilizium außerhalb der Elektrodenformungsabschnitte unter Verwendung einer Vorrichtung zum reaktiven Ionenätzen geätzt. Anschließend wird Polysilizium bei  $1140^\circ\text{C}$  für ca. 45 Minuten oxidiert, um die Polysilizium-Elektroden **44** an den Elektrodenformungsabschnitten mit dem Oxidfilm **45** mit einer Dicke von ca.  $1000 \text{ \AA}$  zu bedecken (siehe [Fig. 15\(E\)](#)). Der Oxidfilm **45**, der zum Isolieren von der anderen Polysilizium-Elektrode **46** zu Verfügung gestellt wird, wird durch Abscheiden eines zusätzlichen Polysiliziumfilms im nächsten Verfahrensschritt (siehe [Fig. 16\(A\)](#)) geformt.

(6) Dann wird Polysilizium in einem gleichen Verfahren wie oben abgeschieden und Elektroden **46** werden durch Mustern geformt, wobei die Polysilizium-Elektrode **46** zudem mit dem Oxidfilm **47** (siehe [Fig. 16\(A\)](#)) bedeckt wird. Dieser Oxidfilm **47** dient dazu, den Nitrid-Film ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) **48** in dem darauf folgenden Verfahrensschritt (siehe [Fig. 16\(C\)](#)) erfolgreich zu befestigen.

(7) Nun wird der Oxidfilm **43** in dem Abschnitt, in dem der Sensorabschnitt **6** geformt wird, abgebaut, nachdem verschiedene Verfahrensschritte nach der Gate-Oxidation durchgeführt wurden. Deshalb wird dieser Oxidfilm **43** durch die Verwendung von Flussäure entfernt und das Gate-Oxid **43A** mit ca. 1000 Å neu geformt (siehe **Fig. 16(B)**).

(8) Um eine pH-Wert-Empfindlichkeit und Wasserbeständigkeit zu vermitteln, wird der Nitridfilm **48** auf ca. 800 Å unter Verwendung von CVD (siehe **Fig. 16(C)**) abgeschieden.

(9) Kontaktlöcher **49** werden geöffnet, so dass Spannung von außen auf jede der Elektroden bzw. n-diffundierten Schichten angelegt werden kann (siehe **Fig. 16(D)**).

(10) Um Aluminium mit ca. 1 µm abzuscheiden, um Elektroden **50** an den Abschnitten, wo die Kontaktlöcher **49** geformt sind, zu formen, werden Elektrodenmuster durch Photolithographie geformt und außerhalb dieser Abschnitte liegende Abschnitte werden geätzt (siehe **Fig. 16(E)**).

**[0071]** Da im obigen Herstellungsverfahren der Oberflächenkanal verwendet wird, in dem der Übergang von elektrischen Ladungen an der Halbleiter **41**-Oberfläche erfolgt, betrug die Übertragungseffizienz ca. 98 %, jedoch wird bei einer Zunahme von Pixeln der Übertragungsverlust ein Problem. Deshalb ist es, wenn die Anzahl von Pixeln zunimmt, vorzuziehen, das Bulk-Kanalsystem zu verwenden, in dem eine Übertragung elektrischer Ladungen innerhalb des Halbleiters **41** erfolgt.

**[0072]** Gemäß der Vorrichtung zur Messung einer zweidimensionalen pH-Wertverteilung mit der obigen Konfiguration kann der pH-Wert an einer Vielzahl von Positionen verschiedener Lösungen gleichzeitig gemessen werden. Da der gleichzeitig gemessene pH-Wert in elektrische Ladungen konvertiert wird, kann die zweidimensionale Verteilung des pH-Werts durch Transferieren der elektrischen Ladungen unter Verwendung von Techniken wie CCD leicht visualisiert werden.

**[0073]** In der oben genannten Ausführungsform ist es beabsichtigt, eine zweidimensionale Verteilung des pH-Werts zu messen, jedoch kann durch chemisches Modifizieren der Oberfläche des Sensorabschnitts **6** mit einem geeigneten sensitiven Material eine vom pH-Wert verschiedene Ionenkonzentration gemessen werden. Das heißt, diese Erfindung kann für die Messung einer zweidimensionalen Verteilung einer Ionenkonzentration von Proben, wie Lösungen, in geeigneter Weise und in großem Umfang verwendet werden, und zudem auch in den folgenden Gebieten angewendet werden.

1. Anwendungsfelder als chemisches Mikroskop
  - Chemisch: Ionenkonzentrationsmessung
  - Elektrochemisches Feld, Gasverteilungsmess-

feld

- Zweidimensionale Beobachtung und Titrationsanalyse
- 2. Umgebungsmessung
  - Umgebung: Anwendung auf Biosanierung
  - 3. Nahrungsbegutachtung
  - Nahrungsmittel, Mikroorganismen
  - 4. ME-Gebiet
    - Medizinische und ökologische Gewebe: Oberflächenionen Konzentrationsmessung, Zelloberflächenpotenzialmessung
  - 5. Tiere und Pflanzen
    - Pflanzen: Oberflächenpotenzialverteilungsmessung an Kallus
    - Lebende Wesen/Vorderansicht Tiere
  - 6. Korrosionsmessung
    - Metall: Streichen und Beschichten bezüglich Metallkorrosion
  - 7. Oberflächenanalyse wie Zeta-Potenzial usw.
  - Zeta-Potenzial von Pulvern und Keramiken

**[0074]** Die Messobjekte (Proben) können gasförmig, flüssig, fest oder pulverig sein, wobei die Ausführungsform auf ein chemisches Erfassen, bei dem durch die spezifische Sensorschicht des Sensorabschnitts eine selektive Reaktion erfolgt, sowie auf jedes Phänomen, bei dem elektrische Partikel an der Grenzfläche durch physikalischen Kontakt fluktuieren, angewendet werden, und zum Beispiel kann eine Verteilung eines Stromflusses oder eine Verteilung von Übergangsphänomenen instantaner chemischer Reaktionen in Form von hochempfindlichen, hochqualitativen, chemischen Bildern erhalten werden. Zudem ist die Ausführungsform von der Echtzeit-Visualisierung von Titrationsphänomenen bis zu anderen Analysearten und der Anzeige durch Bildsoftware verwendbar.

#### [Zweite Ausführungsform]

**[0075]** Für die zweite Ausführungsform wird die Messung einer zweidimensionalen Druckverteilung unter Verwendung eines Drucksensors beschrieben.

**Fig. 17** zeigt schematisch ein Beispiel für eine Vorrichtung zur Messung einer zweidimensionalen Druckverteilung, wobei in **Fig. 17** Bezugszahl **60** ein p-Typ Si-Substrat, Bezugszahl **61** einen N-Wannenabschnitt von 1 µm oder weniger, der an der Oberfläche des Substrats **60** geformt ist, Bezugszahl **62** eine in dem N-Wannenabschnitt **61** geformte PDiffusionsschicht, die ein Emitterabschnitt ist, der mit einer höheren Konzentration als im Substrat **60** dotiert ist, bezeichnet. Auf dieser PDiffusionsschicht **62** ist ein dicker Oxidfilm, der ca. 1 µm dick ist, vorgesehen, wobei eine Belastung auf den Emitter dieses PNP-Transistors fokussiert wird.

**[0076]** Auf der PDiffusionsschicht **62** wird ein Kontaktloch geformt, um eine Metallelektrode **63** einzurichten um das Gate des Sensorabschnitts **64** abzu-

tasten, wobei das Potenzial der PDiffusionsschicht **62** auf den Sensorabschnitt **64** angelegt wird. Nur der Oxidfilm des Sensorabschnitts **64** wird mit einer Dicke von 1000 Å geformt, wobei der Oxidfilm um diesen herum mit einer Dicke von 5000 Å geformt wird. Dies soll das Potenzial in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem Halbleiter und dem Oxidfilm für den Sensorabschnitt **64** nur durch das Potenzial der Metallelektrode **63** stark variieren. Die Bezugszahl **65** bezeichnet Kanalstopper, die den Umfang des Sensorabschnitts **64** umgebend geformt sind und gegebenenfalls den Sensorabschnitt **64** von der Umgebung trennen. Die Bezugszahl **66** bezeichnet einen Isolator und die Bezugszahl **67** eine Spannungsversorgung, welche den Kollektor, den N-Wannenabschnitt **61**, und die Basis über das Substrat **60** in umgekehrter Richtung vorspannt. Obgleich nicht dargestellt, sind ein Elektrische-Ladung-Zufuhrabschnitt, ein Barrierenabschnitt usw. senkrecht zur Papieroberfläche vorgesehen.

**[0077]** Wenn in der Vorrichtung zur Messung einer zweidimensionalen Druckverteilung eine mechanische Belastung **68** auf den PNP-Transistor in Richtung senkrecht zur PNP-Übergangsfläche ausgeübt wird, variiert eine Spannung über Emitter und Basis und das Potenzial des Emitterabschnitts **62** variiert. Diese Potenzialänderung wird unter Verwendung der Metallelektrode auf den Sensorabschnitt **64** übertragen. Durch diese Änderung des abgetasteten Potenzials variiert das Potenzial an der Grenzfläche zwischen dem Oxidfilm und dem Halbleiter des Sensorabschnitts **64** und durch Injizieren von elektrischen Ladungen wird die Potenzialänderung in eine elektrische Ladung konvertiert.

#### [Dritte Ausführungsform]

**[0078]** Für die dritte Ausführungsform wird eine Vorrichtung zum Messen einer zweidimensionalen Magnetfeldverteilung erläutert. Für diese Magnetfeldmessung wird der Hall-Effekt verwendet. [Fig. 18](#) ist eine Darstellung zum schematischen Beschreiben des Messprinzips der zweidimensionalen Magnetfeldverteilung, wobei zunächst das Isoliermaterial **71** auf der Oberfläche des Halbleitersubstrats **70** akkumuliert wird, der Halbleiter **72** zudem auf der Oberfläche akkumuliert wird und der Strom in diesem Halbleiter **72** in Richtung des Pfeils **73** strömen darf. Wenn das Substrat **70** derart eingestellt wird, dass die Magnetfeldrichtung **74** im rechten Winkel zur Richtung des Stroms **73** kreuzt und parallel zum Substrat **70** ist, wird eine Spannung in Richtung senkrecht zur Oberfläche des Substrats **70** erzeugt. Die zweidimensionale Verteilung des Magnetfelds kann durch Konvertieren der Größe dieser Spannung in elektrische Ladungen durch den oben genannten Elektrische-Ladung-Konversionsmechanismus gemessen werden.

**[0079]** [Fig. 19](#) zeigt schematisch den Aufbau des

Sensorabschnitts der auf Basis des oben genannten Messprinzips konfigurierten Vorrichtung zum Messen einer zweidimensionalen Magnetfeldverteilung, wobei [Fig. 19\(A\)](#) eine Querschnittsstruktur und [Fig. 19\(B\)](#) eine flache Struktur zeigen. In [Fig. 19](#) bezeichnet Bezugszahl **74** ein Halbleitersubstrat, Bezugszahl **75** einen Elektrische-Ladung-Zufuhrabschnitt, Bezugszahl **76** einen Elektrische-Ladung-Injektionskontrollabschnitt, Bezugszahl **77** einen Sensorabschnitt, Bezugszahl **78** einen Barrierenabschnitt und Bezugszahl **79** einen Elektrische-Ladung-Transferabschnitt.

**[0080]** Weiterhin bezeichnen Bezugszahl **80** eine epitaxial gewachsene Si-Schicht, die nur auf der Oberfläche des Sensorabschnitts **77** abgeschieden ist, Bezugszahl **81** Elektroden, die Polysilizium umfassen, und Bezugszahl **82** eine Isolierschicht, die eine epitaxial gewachsene  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Isolierschicht umfasst. Die Dicke der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schicht wird auf ca. 1000 Å am Boden der Si-Schicht **80** bzw. der Polysilizium-Elektroden **81** eingestellt, und ist derart konfiguriert, dass eine Potenzialfluktuation positiv erzeugt wird.

**[0081]** Wenn das Magnetfeld in Richtung des Pfeils **83** zeigt und wenn der Strom in der Si-Schicht **80** in der durch den Pfeil **84** angegebenen Richtung strömen kann, wird eine Spannung durch das Magnetfeld **83** in einer Richtung senkrecht zum Halbleitersubstrat **74** erzeugt und das Potenzial in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem Halbleiter **70** und der Isolierschicht **82**, welche  $\text{Al}_2\text{O}_3$  umfasst, fluktuiert. Die zweidimensionale Magnetfeldverteilung kann durch Konvertieren dieser Potenzialfluktuation in elektrische Ladungen unter Verwendung des Elektrische-Ladung-Konversionsmechanismus gemessen werden.

#### [Vierte Ausführungsform]

**[0082]** Für die vierte Ausführungsform wird eine Vorrichtung zur Messung einer zweidimensionalen Temperaturverteilung beschrieben. In dieser Messvorrichtung wird das Phänomen verwendet, dass die Spannung über Emitter und Basis des PNP-Transistors mit einer Änderung der Temperatur variiert, wobei dies in dieser Hinsicht der Vorrichtung zum Messen einer zweidimensionalen Druckverteilung der zweiten Ausführungsform (siehe [Fig. 17](#)) gleich ist. Dementsprechend bezeichnen in [Fig. 20](#), welche die Vorrichtung zum Messen einer zweidimensionalen Temperaturverteilung schematisch zeigt, gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile in [Fig. 17](#). Jedoch ist verschieden, dass die Temperatur in einem kleinen Gebiet zum Emitter **62** übertragen wird, indem das Metall **90** mit einer guten Wärmeleitfähigkeit in Kontakt mit dem Emitter **62** gebracht wird. Deshalb kann durch Speisen des Sensorabschnitts **64** mit der erzeugten Spannung und Konvertieren in

elektrische Ladungen unter Verwendung des Elektrische-Ladung-Konversionsmechanismus die zweidimensionale Temperaturverteilung gemessen werden.

**[0083]** Andere physikalische Phänomene oder chemische Phänomene können in fast allen Fällen in elektrische Signale, wie Spannung, Strom usw. konvertiert werden, und durch Konvertieren dieser elektrischen Signale in elektrische Ladungen unter Verwendung des Elektrische-Ladung-Konversionsmechanismus kann eine Handhabung von elektrischen Ladungen erreicht werden.

**[0084]** Jede der oben genannten Ausführungsformen soll eine zweidimensionale Verteilung spezifischer physikalischer Phänomene oder chemischer Phänomene messen, wobei der gleiche Sensor angeordnet wird, jedoch soll die Verwendung hierauf nicht eingeschränkt sein, da durch Anordnen einer Mehrzahl von Sensoren verschiedener Arten eine Mehrzahl physikalischer Phänomene oder chemischer Phänomene gleichzeitig gemessen werden kann.

**[0085]** Zum Beispiel können, wie in [Fig. 21](#) gezeigt ist, durch engeres Anordnen eine Mehrzahl Sensorabschnitte **91** zum Messen des pH-Werts und Sensorabschnitte **92** zum Messen der Temperatur und Übertragen von elektrischen Ladungen, welche durch die entsprechenden Sensorabschnitte **91, 92** erhalten werden, unter Verwendung jeweils unabhängiger Elektrische-Ladung-Transferabschnitte **93, 94** die zweidimensionale Verteilungen des pH-Werts und der Temperatur gleichzeitig erhalten werden.

**[0086]** Wie in [Fig. 22](#) gezeigt ist, wird die Elektrode **96** über die volle Oberfläche der Vorrichtung **95** angeordnet und eine Probe **97** (fest, flüssig oder gasförmig) wird in Sandwichform zwischen dieser Elektrode **96** und der Vorrichtung **95** eingebracht, wobei eine Spannung über die Vorrichtung **95** und die Elektrode **96** angelegt wird. Mit dieser Vorrichtung liefert die Probe mit verschiedenem Widerstand **97** Potenziale, die an den entsprechenden Positionen bezüglich der Vorrichtung **95** variieren, und durch Konvertieren dieser Spannung in elektrische Ladungen ist es möglich, die zweidimensionale Verteilung der Probe **97** zu erfassen. Das Bezugszeichen **98** bezeichnet die Spannungsversorgung für die Vorspannung.

**[0087]** Durch das Messverfahren für physikalische Phänomene oder chemische Phänomene dieser Erfindung können Phänomene in mehreren verschiedenen Positionen gleichzeitig erfasst werden. Da die physikalische oder chemische Quantität in elektrische Ladungen konvertiert wird, kann eine zweidimensionale Verteilung der physikalischen oder chemischen Phänomene durch die Verwendung einer CCD leicht visualisiert werden. Abhängig von dem

Datenverarbeitungsverfahren ist es auch möglich, eine dreidimensionale Verteilung zu erhalten.

**[0088]** Da eine Verstärkung schwacher Signale durch Akkumulieren von, Informationen an einer Mehrzahl von Punkten darstellenden, elektrischer Ladungen möglich ist, können mikroskopische Änderungen der Phänomene positiv erfasst werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen einer physikalischen oder chemischen Quantität, welches die folgenden Schritte umfasst:

- (a) Bereitstellen in einem Sensorabschnitt (**13**) einer Anordnung von Potenzialwällen, die so konfiguriert sind, dass sie ihre Tiefe entsprechend der Größe der zu messenden physikalischen oder chemischen Quantität ändern,
- (b) Injizieren von elektrischen Ladungen in die Potenzialwälle um die physikalische oder chemische Quantität entsprechend der Tiefe der Potenzialwälle in elektrische Ladungen zu konvertieren, und
- (c) Transferieren von elektrischen Ladungen von dem Sensorabschnitt (**13**) zu einem Ausgangsabschnitt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem ein Potenzial eines Erfassungsabschnitts (**6**) zum Formen einer Potenzialbedingung in der Nähe einer Halbleiter-Isolatorfilm-Grenzfläche geändert wird.

3. Vorrichtung zum Messen einer physikalischen oder chemischen Quantität, welche umfasst:

- (a) ein Halbleitersubstrat (**2**);
- (b) einen Sensorabschnitt (**13**), der auf dem Halbleitersubstrat geformt ist und eine Anordnung von Potenzialwällen aufweist, die so konfiguriert sind, dass sie ihre Tiefe entsprechend der Größe der zu messenden physikalischen oder chemischen Quantität ändern, wobei die Mehrzahl von Potenzialwällen in einer eindimensionalen oder zweidimensionalen Anordnung angeordnet ist, und wobei elektrische Ladungen in diese Potenzialwälle injiziert werden und die physikalische oder chemische Quantität entsprechend der Tiefe der Potenzialwälle in elektrische Ladungen konvertiert wird;
- (c) eine Ladungskopplungsvorrichtung (CCD), die auf dem Halbleitersubstrat (**2**) zum Transferieren von elektrischen Ladungen von dem Sensorabschnitt (**13**) zu einem Ausgangsabschnitt (**14**) geformt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei welcher ein Potenzial eines Erfassungsabschnitts (**6**) zum Formen einer Potenzialbedingung in der Nähe einer Halbleiter-Isolatorfilm-Grenzfläche geändert wird.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

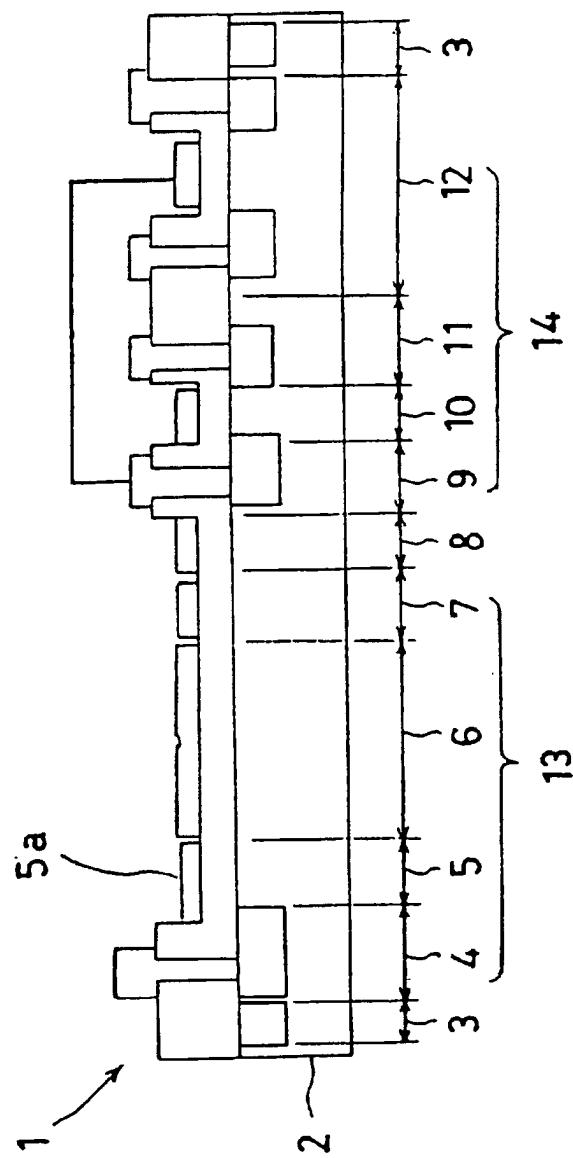


Fig. 2

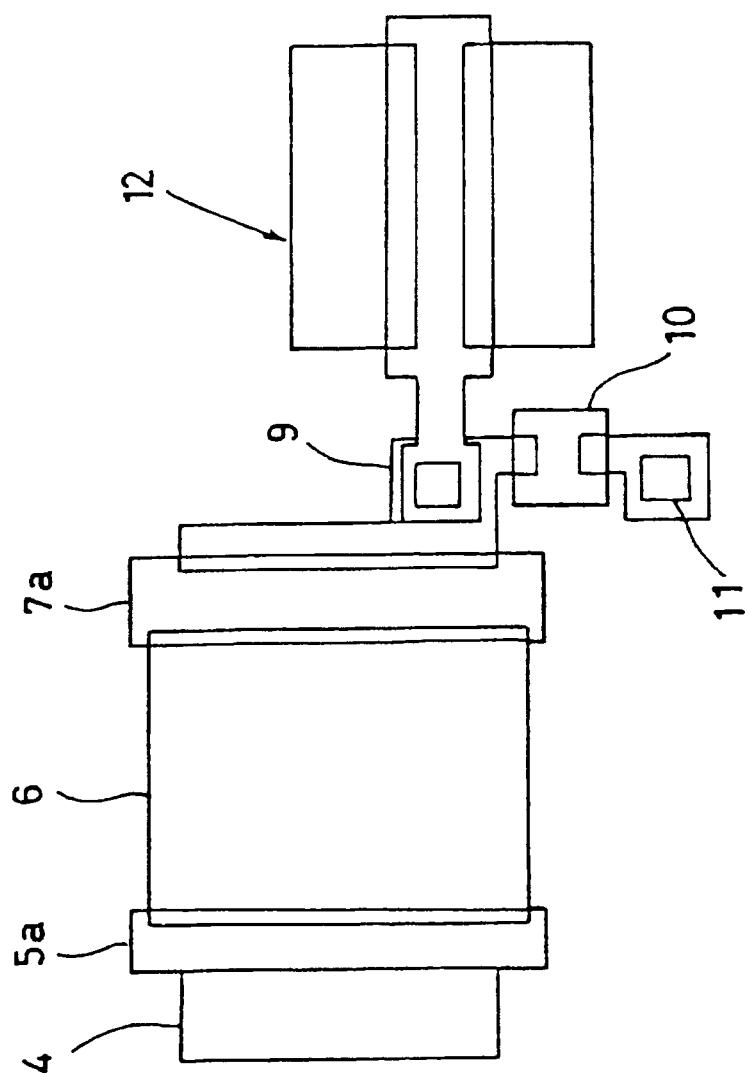


Fig. 3

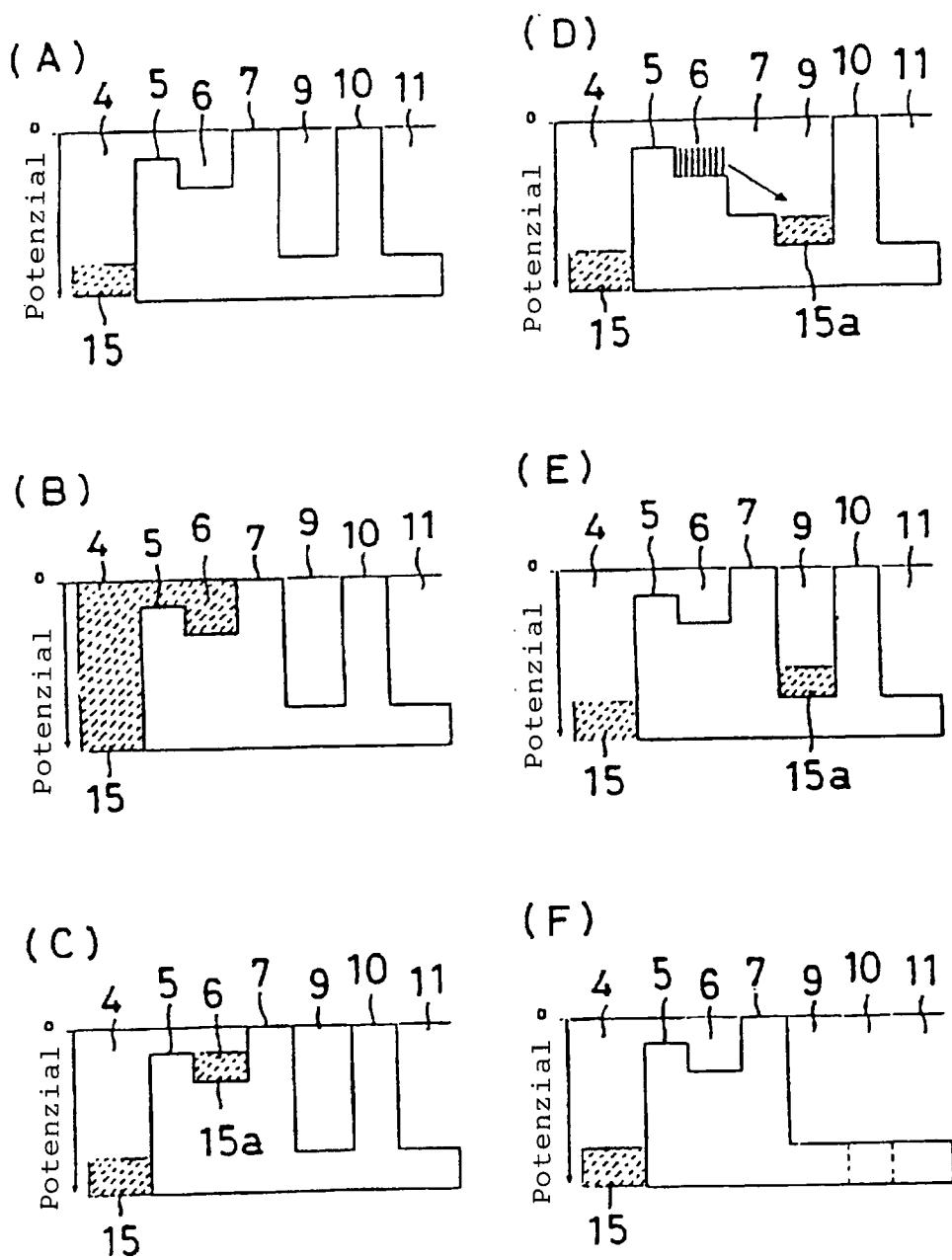


Fig. 4

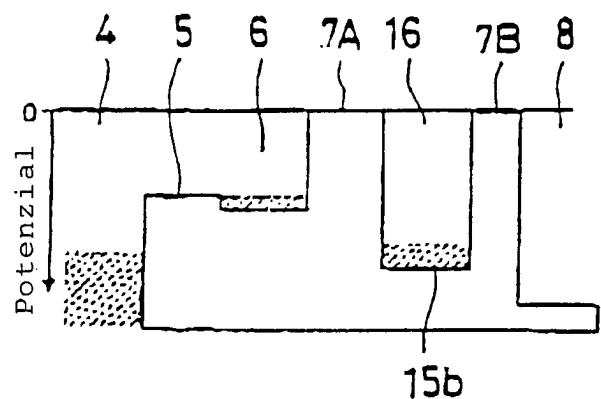


Fig. 5

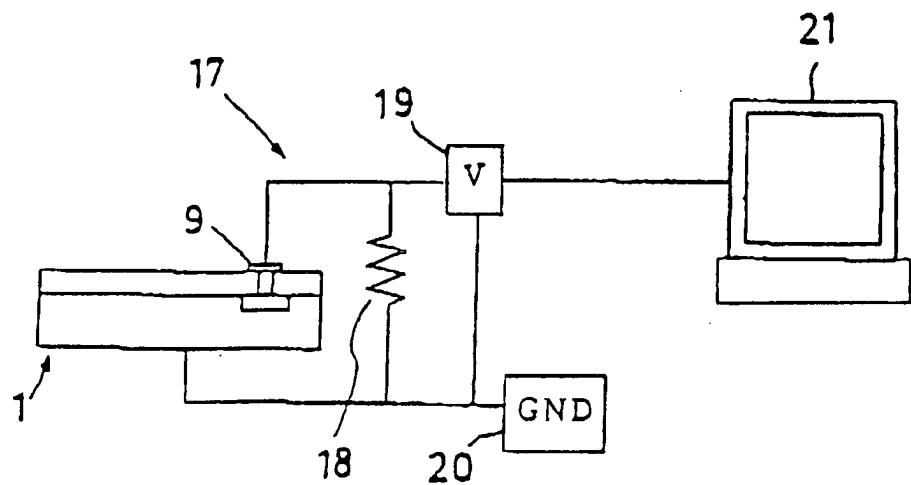


Fig.6

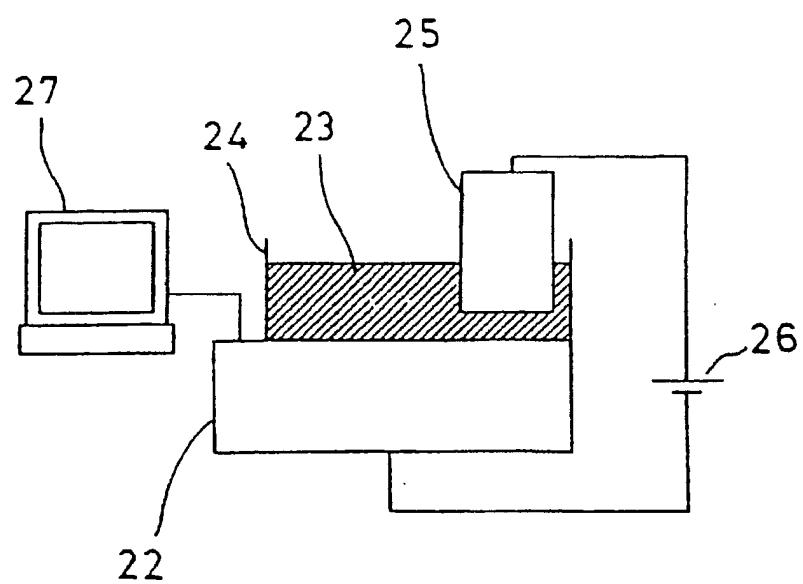


Fig. 7

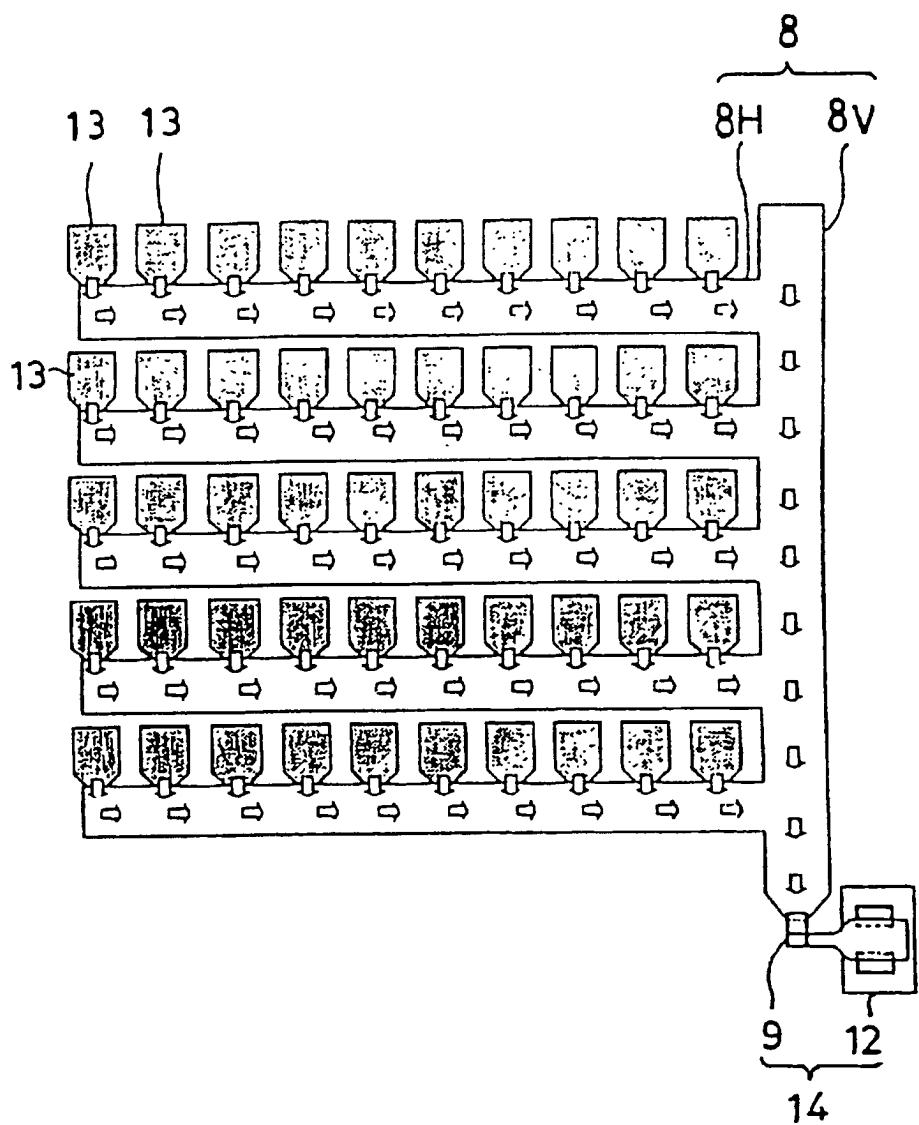


Fig.8

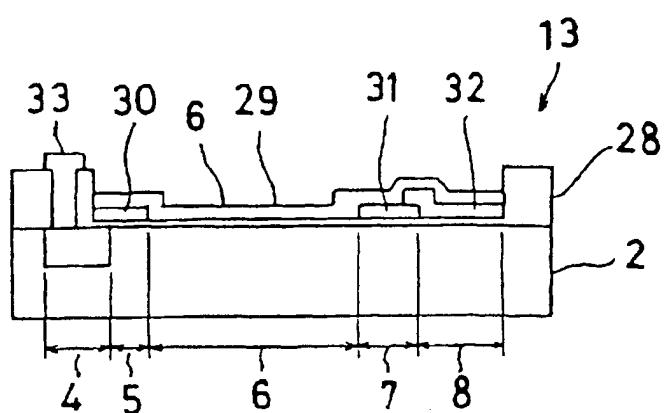


Fig.9

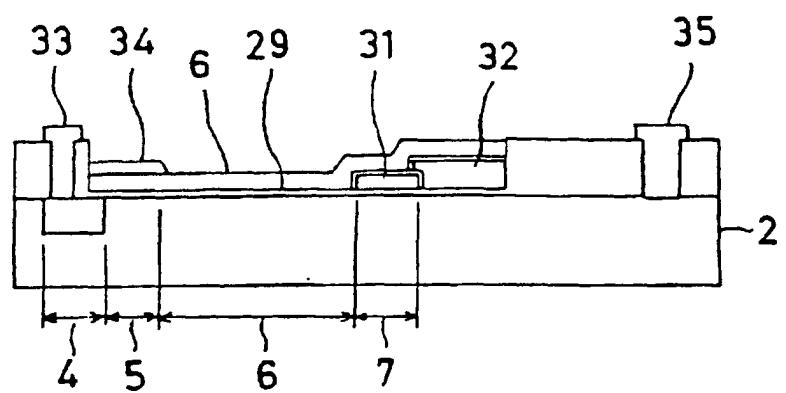
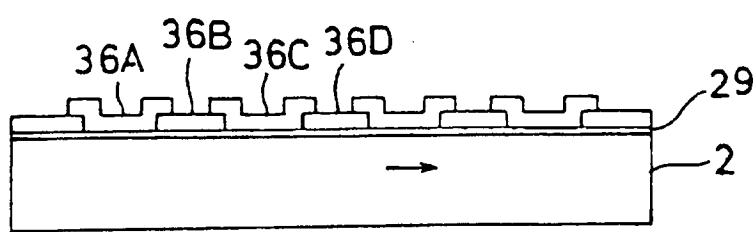


Fig. 10

( A )



( B )

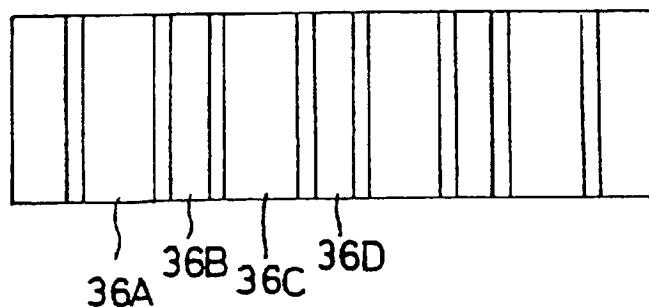


Fig. 11

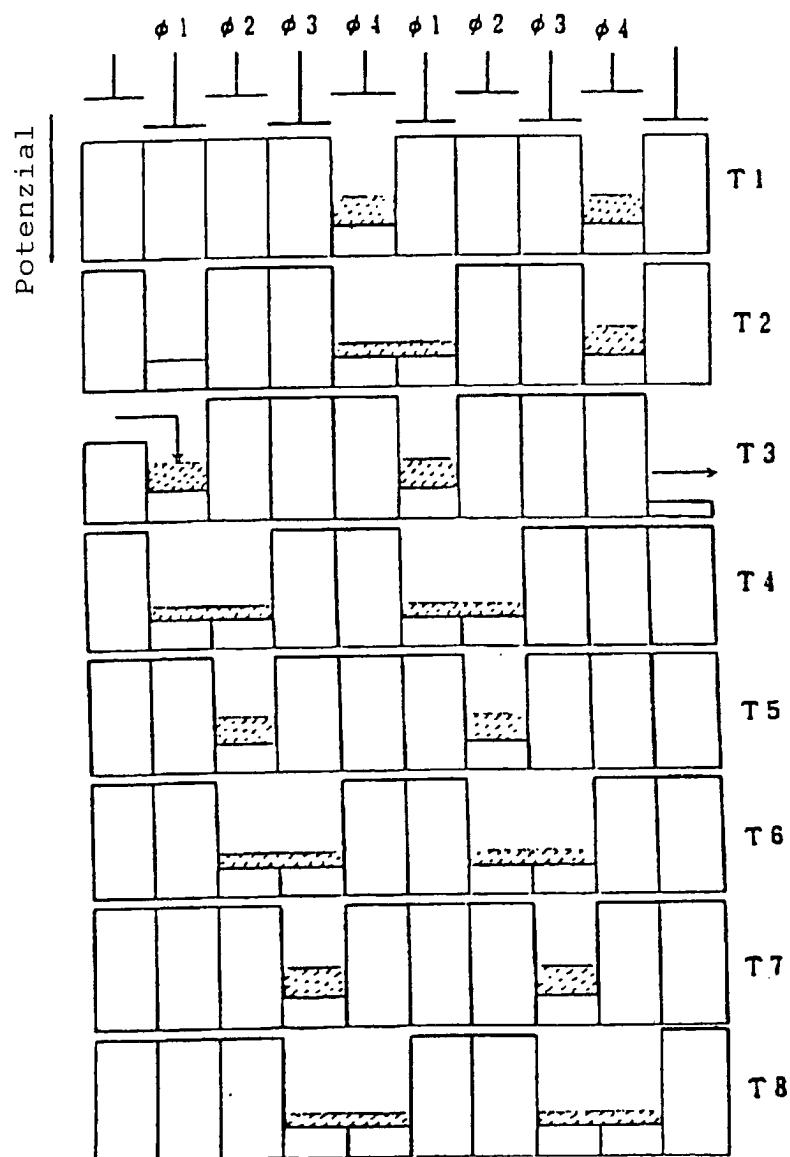


Fig. 12

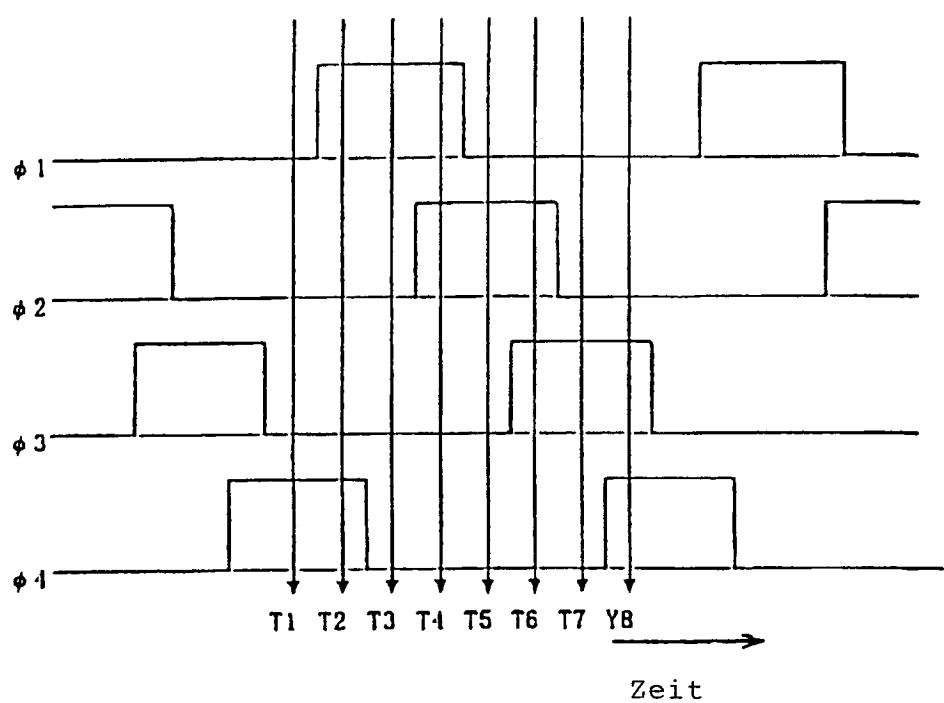


Fig.13

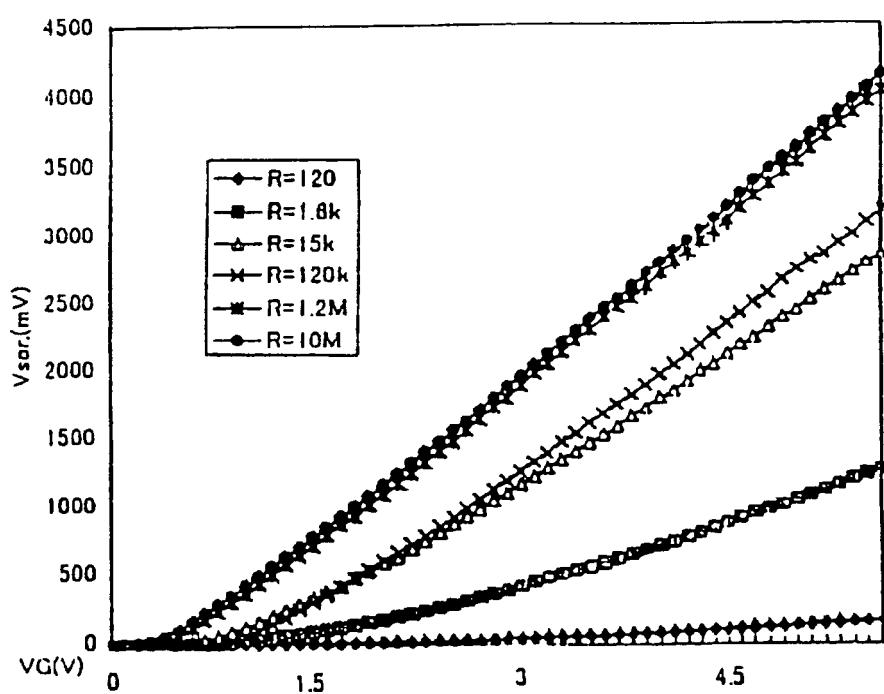


Fig. 14

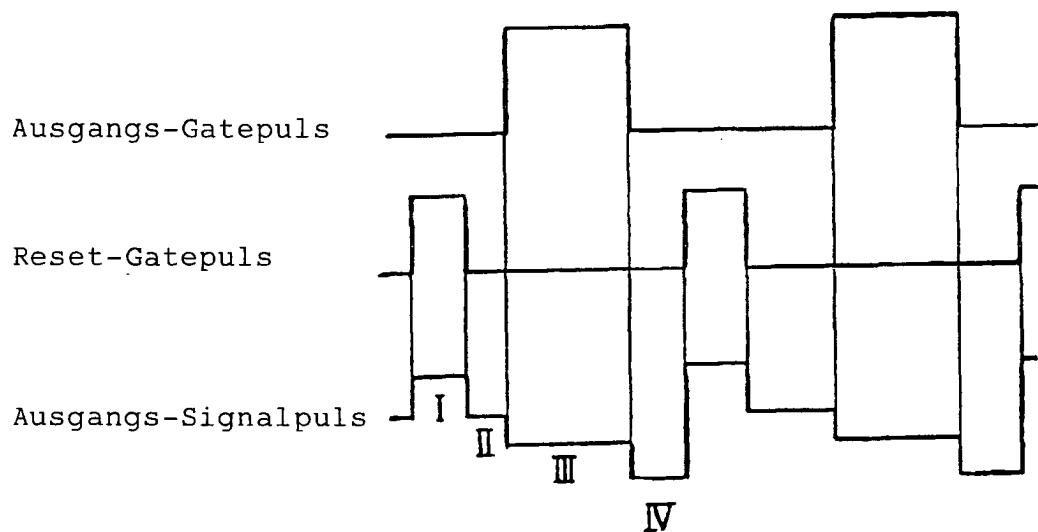
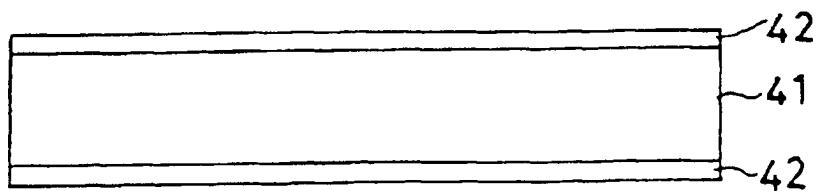
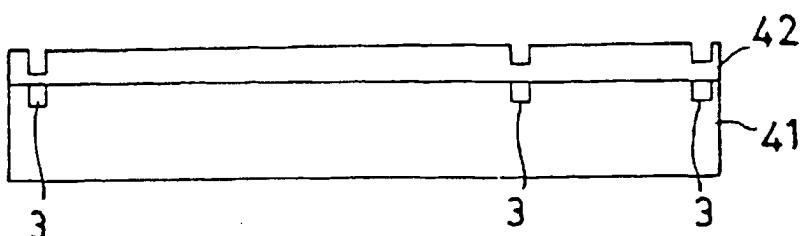


Fig. 15

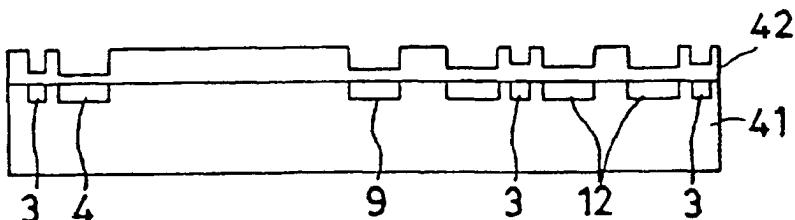
( A )



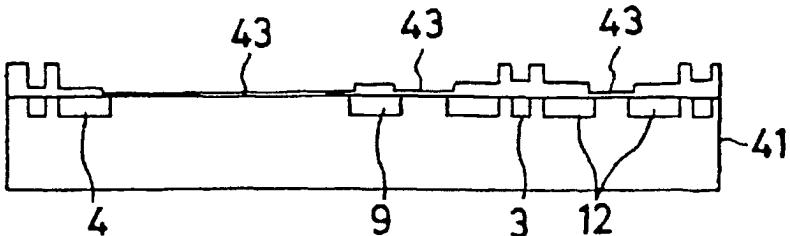
( B )



( C )



( D )



( E )

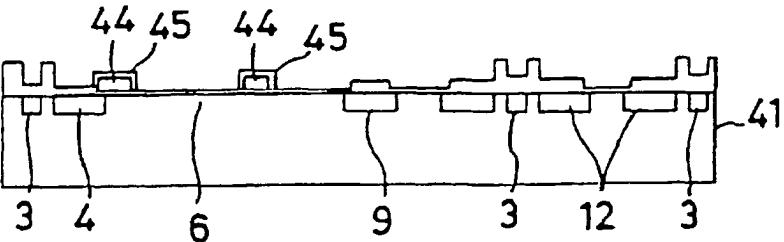


Fig. 16

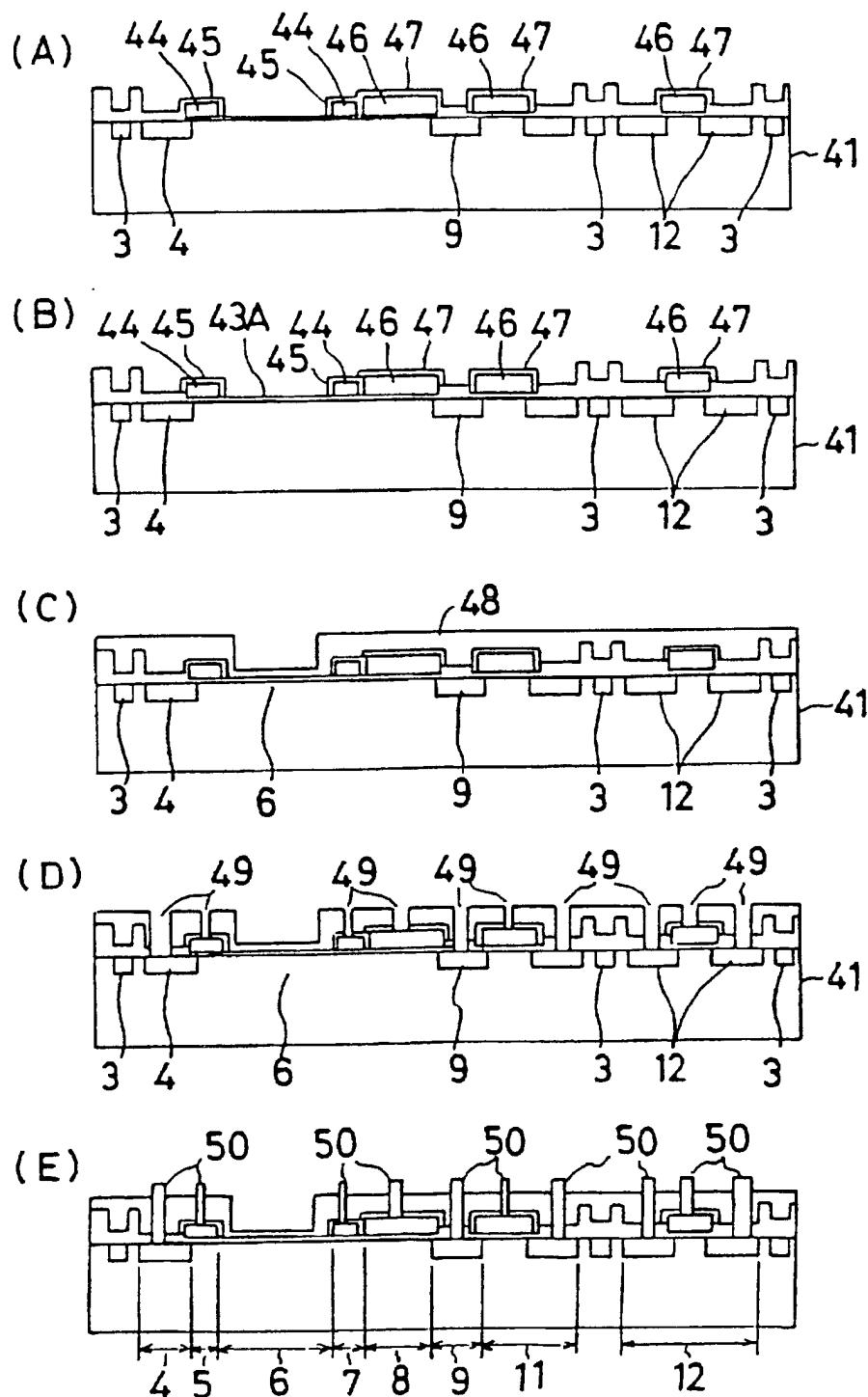


Fig. 17

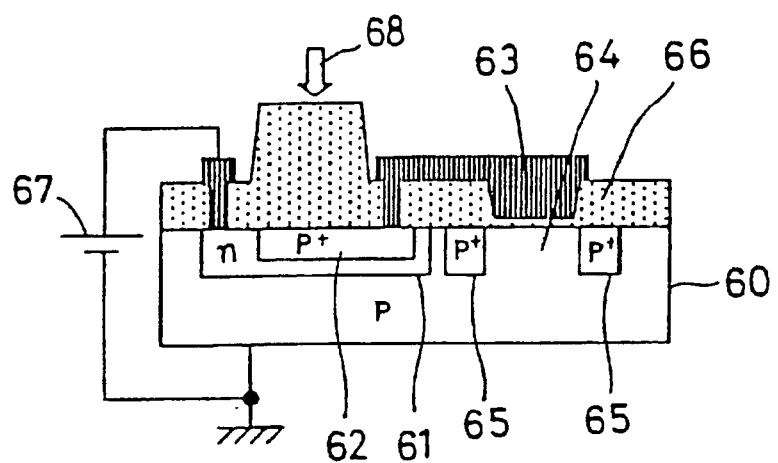


Fig. 18

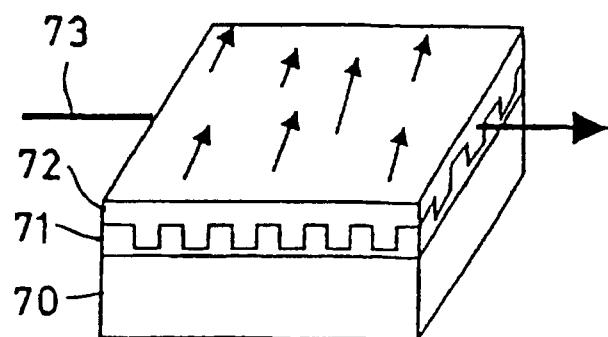


Fig. 19

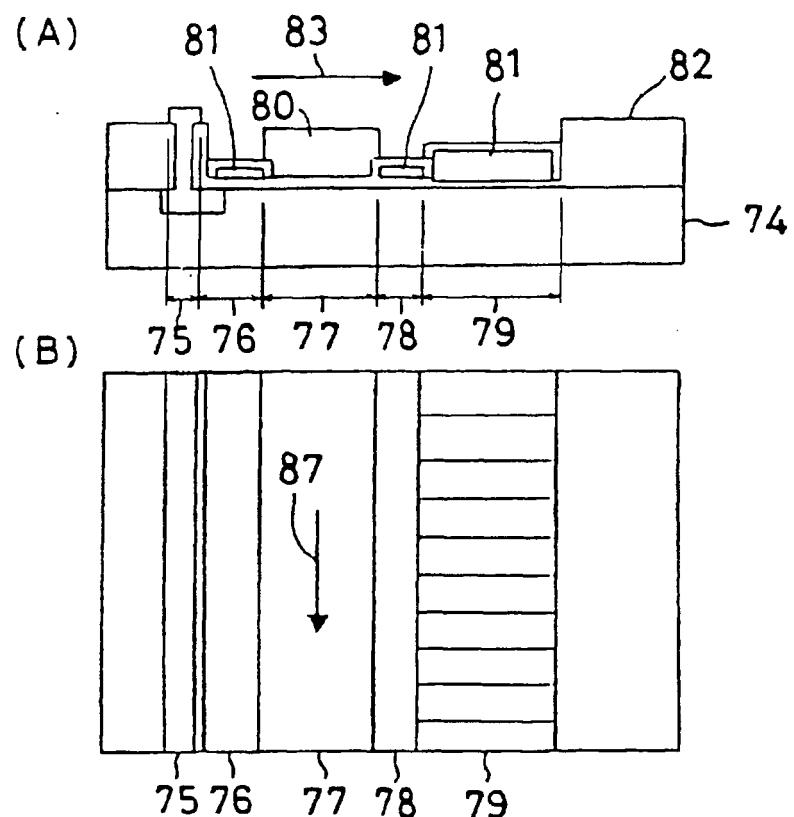


Fig. 20

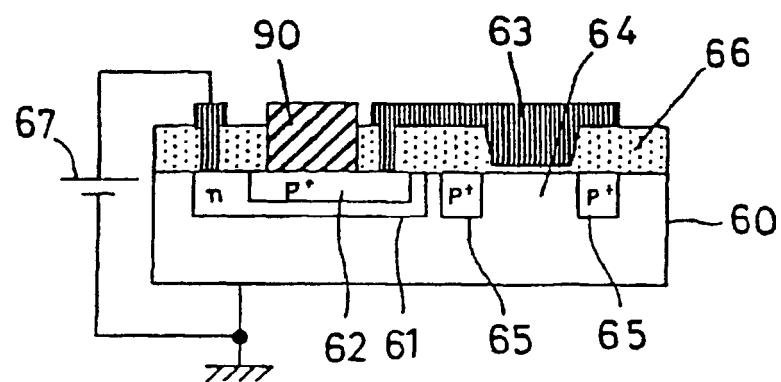


Fig.21

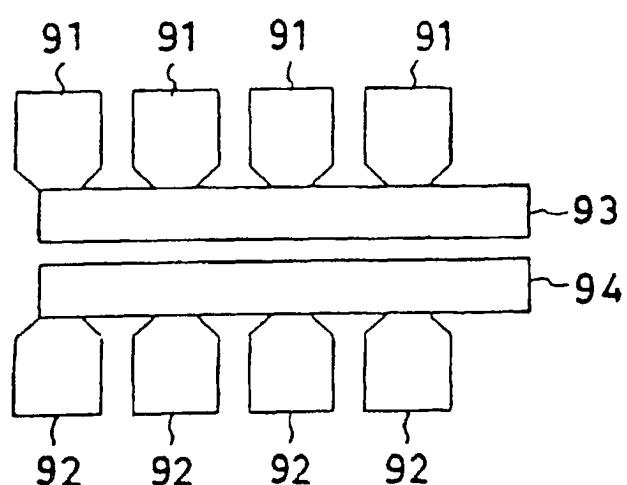


Fig.22

