



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 102 11 559 B4 2004.07.01**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 11 559.1**  
 (22) Anmeldetag: **15.03.2002**  
 (43) Offenlegungstag: **02.10.2002**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **01.07.2004**

(51) Int Cl.7: **G01K 7/00**  
**G01K 5/46**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:  
**090106122      15.03.2001      TW**

(62) Teilung in:  
**102 62 048.2**

(71) Patentinhaber:  
**Benq Corp., Taoyuan, TW**

(74) Vertreter:  
**Hoefer & Partner, 81545 München**

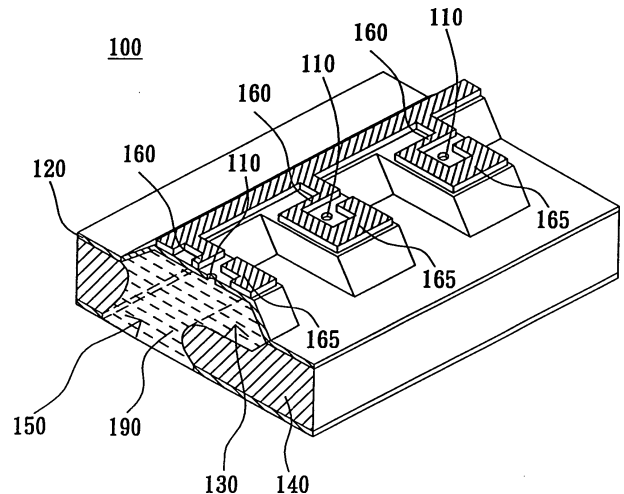
(72) Erfinder:  
**Huang, Tsung-Wei, Taipeh/T'ai-pei, TW; Chen,  
 Chih-Ching, Taipeh/T'ai-pei, TW**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 92 09 083 U1**  
**US 61 02 530 A**  
**US 56 96 543 A**  
**EP 01 27 176 A2**  
**EP 00 34 807 A1**  
**Z: Phys. Rev., Vol. 94, 1954, S. 42-49;**  
**Smith, C.S., "Piezoresistive effekt in germanium**  
**and silicon";**  
**Dai, Ching-Liang "Fabrication of Micro Electro**  
**Mechanical sensors using the standard IC**  
**Prozess",**  
**S. 38-48;**  
**Phd. thesis, department of mechanical**  
**engineering,**  
**National Taiwan University, 1997;**

(54) Bezeichnung: **Piezo-resistive thermische Erfassungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung, angeordnet auf einer mit einer Flüssigkeit (190) gefüllten Hohlraumvorrichtung, zum Erfassen einer Temperatur der Flüssigkeit in der Hohlraumvorrichtung, wobei die piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung umfasst:

einen Erfassungsbereich, welcher auf der Hohlraumvorrichtung angeordnet ist, und eine piezoresistive Vorrichtung (31) zur Erfassung thermischer Änderungen der Flüssigkeit (190), wobei die piezoresistive Vorrichtung (31) auf dem Erfassungsbereich angeordnet ist, und wobei eine Form des Erfassungsbereichs sich in Reaktion auf eine Änderung der Temperatur der Flüssigkeit (190) ändert, so dass sich die Form der piezoresistiven Vorrichtung (31) ändert und sich der Widerstandswert der piezoresistiven Vorrichtung (31) ändert, wodurch die Temperatur der Flüssigkeit (190) erfasst wird.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft generell eine Vorrichtung zur thermischen Erfassung, von Temperaturen einer Flüssigkeit in einer Hohlraumvorrichtung.

### Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Die meisten Tintenstrahldrucker verwenden heute einen thermischen Tintenstrahldruckkopf zum Ausstoßen von Tintentröpfchen auf ein Blatt eines Mediums, wie etwa Papier, zum Drucken. Der thermische Tintenstrahldruckkopf umfasst Tinte, Heizvorrichtungen und Düsen. Die Heizvorrichtungen erwärmen die Tinte, um Blasen zu erzeugen, bis sich die Blasen genügend ausdehnen, so dass Tintentröpfchen durch die Düsen auf das Papierblatt gefeuert werden, um Punkte zu bilden. Ein Ändern der Größen und der Anordnungen der Tintentröpfchen kann verschiedene Text- und Grafikzeichen auf einem Papierblatt bilden.

### Stand der Technik

[0003] Die thermische Tintenstrahltechnologie und Auflösung eines Tintenstrahldruckers bestimmen die Qualität, welche der Tintenstrahldrucker liefern kann. Derzeitige Farbdrucker auf Einsteigerniveau liefern eine maximale Auflösung von 720 mal 720 Punkte je Zoll (dpi) bzw. 1440 mal 720 dpi. Die Größe der Tröpfchen steht in Zusammenhang mit der Oberflächenspannung und der Viskosität der Tinte, und eine feinere Größe der Tröpfchen liefert eine höhere Druckauflösung. Was die thermische Tintenstrahltechnologie anbelangt, so ist eine im US-Patent Nr. 6 102 530 A von Kim et al. offenbarte Druckkopfstruktur in **Fig. 1** dargestellt. Zur Herstellung eines Druckkopfs **100** wird zuerst eine Strukturschicht **120** ausgebildet auf einem Halbleitersubstrat, wie etwa einem Siliciumwafer **140**, und anschließend werden ein Verteiler bzw. Manifold **150** und eine Kammer **130** durch ein anisotropes Ätzen auf dem Siliciumwafer **140** ausgebildet. Danach werden Tintenausstoßvorrichtungen schrittweise ausgebildet, und jede der Tintenausstoßvorrichtungen umfasst eine erste Heizvorrichtung **160**, eine zweite Heizvorrichtung **165** und eine Düse **110**, wie in **Fig. 1** dargestellt. Gruppen der Tintenausstoßvorrichtungen sind auf dem Druckkopf **100** angeordnet, um Tinte **190** auszustoßen. Da jede Struktur der Tintenausstoßvorrichtungen in der Praxis identisch ist, sind um der Kürze willen in **Fig. 1** lediglich einige Tintenausstoßvorrichtungen dargestellt. Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist die Düse **110** über der Kammer **130** angeordnet, und die Kammer **130** befindet sich neben und in Flussverbindung mit dem Verteiler **150**. So füllt die Tinte **190** von einem (nicht dargestellten) Behälter jede Kammer **130**, indem sie durch den Verteiler **150** fließt, und es wird ein Ausstoßen der Tinte **190** über jede Düse **110** ermöglicht. Es sei darauf hingewiesen, dass jede Düse **110** mit Heiz-

vorrichtungen, wie etwa der ersten Heizvorrichtung **160** und der zweiten Heizvorrichtung **165**, ausgestattet ist, um die entsprechende Kammer **130** zu erwärmen und somit die Temperatur der Tinte **190** in der Kammer **130** zu erhöhen. Wenn die Temperatur der Tinte **190** in der Kammer **130** ansteigt, so bilden sich darin Blasen, welche sich entsprechend ausdehnen. Die Blasen dehnen sich derart aus, dass Tintentröpfchen zum Ausstoß über die Düse **110** auf ein Druckmedium gezwungen werden. Nachfolgend wird der Entstehungsprozess der Tintentröpfchen beschrieben.

[0004] **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht des Druckkopfs **100** in **Fig. 1**. In **Fig. 2** sind die erste Heizvorrichtung **160** und die zweite Heizvorrichtung **165** um die Düse **110** angeordnet. Die beiden Heizvorrichtungen führen eine Erwärmung durch, um Blasen **210** und **215** zu bilden. Die Blasen **210** und **215** dehnen sich in der Richtung von Pfeilen P aus, wenn die beiden Heizvorrichtungen eine fortgesetzte Erwärmung durchführen, und die Tinte **190** in der Kammer **130** wird unter Druck gesetzt, so dass bewirkt wird, dass die Tinte **190** über die Düse **110** als ein Tintentröpfchen in einer Richtung F, wie in **Fig. 2** dargestellt, ausgestoßen wird.

[0005] Kurz ausgedrückt werden, wenn eine spezifische Düse, wie etwa die Düse **110**, Tintentröpfchen ausstoßen soll, die Heizvorrichtungen **160** und **165**, welche um die Düse **110** angeordnet sind, aktiviert, um die Tinte **190** in der dazugehörigen Kammer **130** zu erwärmen und somit Blasen **210** und **215** zu bilden, so dass Tintentröpfchen von der Düse **110** auf ein Druckmedium ausgestoßen werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Tinte **190** in der Kammer **130** eine Temperatur erreichen kann, welche größer als ein Maximalwert ist, beispielsweise nach Verwenden der Düse **110** für einen Tintenausstoß über eine Zeitspanne. In diesem Fall erfolgen, wenn die Tinte **190** bei der hohen Temperatur durch die Heizvorrichtungen **160** und **165** weiter erwärmt wird und den Heizvorrichtungen **160** und **165** dieselbe Leistung wie bei der Normalsituation zugeführt wird, eine Überhitzung der Tinte **190** und eine Verringerung der Viskosität der Tinte **190**, was zu der Verschlechterung der Druckqualität führt. Umgekehrt kann die Tinte **190** in der Kammer **130** eine Temperatur erreichen, welche niedriger ist als ein Minimalwert, beispielsweise nachdem die Düse **110** im Hinblick auf einen Tintenausstoß über eine Zeitspanne inaktiv war. Im Falle der Tinte **190** mit der niedrigen Temperatur wird die Tinte **190**, wenn die den Heizvorrichtungen **160** und **165** zugeführte Leistung nicht erhöht wird und nicht größer ist als die in der Normalsituation verwendete Leistung, eine erforderliche Temperatur nicht erreichen, und die Tintentröpfchen können nicht ausgestoßen werden. Daher sollte zur Aufrechterhaltung einer guten Druckqualität die Tinte **190** in den Kammern **130** derart gesteuert werden, dass sie innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt.

[0006] Dementsprechend ist die Technik zum Erfas-

sen einer Temperatur von Tinte und Durchführen eines thermischen Ausgleichs in Reaktion auf die erfasste Temperatur im Hinblick auf die Druckqualität wichtig. Ein Verfahren zur Erfassung einer Tintentemperatur ist beschrieben in dem US-Patent Nr. 5 696 543 „Recording head which detects temperature of an element chip and corrects for variations in that detected temperature, and cartridge and apparatus having such a head“ von Koizumi et al. Bei diesem Verfahren verwendet ein Chip einen Widerstand als Temperatursensor und einen Einstellwiderstand, verwendet außerhalb des Chips, zum Bilden einer Temperaturerfassungsschaltung in Form einer Wheatstone-Brückenschaltungsanordnung. Dieses, Verfahren weist die Nachteile auf, dass es im Hinblick auf die Erfassung eine hohe Komplexität sowie hohe Produktionskosten aufweist, so dass es zur Serienproduktion ungeeignet ist. Daher wird eine andere Temperaturerfassungsvorrichtung benötigt, welche eine höhere Empfindlichkeit, geringere Komplexität und niedrige Herstellkosten aufweist.

[0007] Aus der EP 0034807 A1 ist ein Halbleiter-Dehnungsmeßgerät bekannt, welches vier piezoresistive Elemente umfasst, die auf einem Diaphragma angeordnet sind. Die piezoresistiven Elemente umfassen dabei eine unterschiedliche Anzahl von Verunreinigungen bzw. Störstellen. Das Messgerät dient dabei zur Aufnahme eines Drucks, wobei der Druck von der Seite ausgeübt wird, in welcher die piezoresistiven Elemente angeordnet sind.

[0008] Die EP 0127176 A2 offenbart einen integrierten Drucksensor, welcher ein Diaphragma aufweist, das in eine Siliciumchip integriert ist. Der Drucksensor nimmt dabei einen Druck auf, wobei Messwiderstände auf dem Diaphragma angeordnet sind.

#### Aufgabenstellung

[0009] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung zum Erfassen der Temperatur einer Flüssigkeit in einer Hohlraumvorrichtung sowie eine Vorrichtung zum Ausstoßen einer Flüssigkeit zu schaffen, so dass die Flüssigkeitstemperatur innerhalb eines vorbestimmten Bereichs mittels Heizvorrichtungen, wie etwa ringartigen Heizvorrichtungen, gesteuert werden kann, so dass die Verbesserung der Druckqualität ermöglicht wird.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 13 bzw. eine Vorrichtung zum Ausstoßen einer Flüssigkeit mit den Merkmalen des Anspruchs 29 gelöst. Die Unteransprüche zeigen jeweils bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0011] Die Erfindung löst die oben genannte Aufgabe durch Vorsehen einer piezoresistiven Temperaturerfassungsvorrichtung mit einem Erfassungsbereich und einer Vielzahl piezoresistiver Vorrichtungen zum Erfassen der Temperatur einer Flüssigkeit in einer Hohlraumvorrichtung, wie etwa einem Tintenstrahl-

druckkopf. Im Falle eines Tintenstrahl-druckkopfs kann in der Praxis dessen Tintentemperatur innerhalb eines vorbestimmten Betriebstemperaturbereichs gesteuert werden unter Verwendung von Heizvorrichtungen, welche um die Kanten des Druckkopfs angeordnet sind. Der Erfassungsbereich, beispielsweise ein rechteckiger Erfassungsbereich aus einem Halbleitermaterial, ist auf dem Druckkopf ausgebildet. Die piezoresistiven Vorrichtungen, beispielsweise Widerstände aus Polysilicium, sind auf den Mitten von Kanten des Erfassungsbereichs angeordnet, wobei die piezoresistiven Vorrichtungen ihre Widerstandswerte in Reaktion auf die Verformung der piezoresistiven Vorrichtungen infolge von Spannungen, welche auf diese wirken, ändern. Wenn die Tintentemperatur ansteigt, so wölbt sich die Fläche, auf welcher der Erfassungsbereich angeordnet ist (das heißt, die Fläche des Druckkopfs), nach außen, was zu der Verformung der piezoresistiven Vorrichtungen führt. Die Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtungen ändern sich daher infolge der auf die piezoresistiven Vorrichtungen wirkenden Spannungen. Die piezoresistiven Vorrichtungen, wie etwa Widerstände, können in Form einer Brückenschaltung, wie etwa einer Wheatstone-Brückenschaltungsanordnung, zusammengeschaltet werden, so dass ein Spannungssignal, welches die Änderungen der Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtungen anzeigt, ausgegeben werden kann. Auf diese Weise kann die Tintentemperatur auf der Grundlage des ausgegebenen Spannungssignals erhalten werden. Zur Verbesserung des Messfaktors der piezoresistiven Vorrichtungen und somit zur Erzeugung eines größeren Erfassungssignals können die piezoresistiven Vorrichtungen beispielsweise mit Bor- bzw. Phosphor-Ionen während eines Herstellprozesses der piezoresistiven Vorrichtungen dotiert werden. Zusätzlich zu Polysilicium können die piezoresistiven Vorrichtungen aus Metall hergestellt werden, wie etwa aus einem Material, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminium, Gold, Kupfer, Wolfram, Titan, Wolframnitrid, Titanitrid und Legierungen von Aluminium-Silicium-Kupfer besteht.

[0012] Bevorzugte, jedoch nicht einschränkende Ausführungsbeispiele der Erfindung gehen aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung, deutlich hervor.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0013] **Fig. 1** (Stand der Technik) ist eine perspektivische Ansicht eines Tintenstrahl-druckkopfs.

[0014] **Fig. 2** (Stand der Technik) ist eine Querschnittsansicht des in **Fig. 1** dargestellten Tintenstrahl-druckkopfs.

[0015] **Fig. 3A** zeigt einen Druckkopf gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0016] **Fig. 3B** ist eine Querschnittsansicht des in **Fig. 3A** dargestellten Druckkopfs längs der Linie 3B-3B.

[0017] **Fig. 3C** zeigt einen Druckkopf der Erfindung mit zwei thermischen Sensoren und zwei Heizvorrichtungen.

[0018] **Fig. 3D** zeigt einen Druckkopf der Erfindung mit drei thermischen Sensoren und drei Heizvorrichtungen.

[0019] **Fig. 4** zeigt die piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0020] **Fig. 5** zeigt das Ausdehnungsprofil zur oberen Richtung (z-Achse) der in **Fig. 4** dargestellten piezoresistiven thermischen Erfassungsvorrichtung.

[0021] **Fig. 6** zeigt eine Ersatzschaltung einer Wheatstone-Brücke, gebildet durch die in **Fig. 4** dargestellte piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung.

#### Genauere Beschreibung der Erfindung

[0022] Um zu erreichen, dass die Tintenstrahl Druckqualität nicht einer Änderung der Tintentemperatur unterliegt, und um die Qualität von Tintentröpfchen, welche ausgestoßen werden, aufrechtzuerhalten, muss in der Praxis die Tintentemperatur innerhalb eines vorbestimmten Bereichs gehalten werden, beispielsweise zwischen einer Temperatur  $T_1$  und einer Temperatur  $T_2$  ( $T_1 < T_2$ ) in der Praxis. Der vorbestimmte Bereich der Tintentemperatur ist ein Temperaturbereich, innerhalb welchem das Tintenausstoßverhalten stabil ist und welcher als Betriebstemperaturbereich bezeichnet wird. Bei der Gestaltung kann ein Betriebstemperaturbereich vorbestimmt werden auf der Grundlage der Eigenschaft der angewandten Tinte. Ist einmal der Betriebstemperaturbereich definiert, so können auf dem Druckkopf angeordnete Heizvorrichtungen aktiviert werden, um einen Tintenausstoß durchzuführen, wenn die momentane Tintentemperatur niedriger ist als die Temperatur  $T_1$ ; und die Heizvorrichtungen können deaktiviert werden, wenn die Tintentemperatur höher ist als die Tintentemperatur  $T_2$  oder sich innerhalb des Betriebstemperaturbereichs befindet. Auf diese Weise wird die Temperatur innerhalb des vorbestimmten Temperaturbereichs gehalten, so dass die Druckqualität aufrechterhalten wird.

[0023] Zum Erreichen der erfindungsgemäßen Steuerung der Tintentemperatur wird die Tintentemperatur erfasst. Eine oder mehr Temperatureinstellvorrichtungen, wie etwa Heizvorrichtungen, sind um die Kanten des Druckkopfs angeordnet, um die Tinte zu erwärmen, und thermische Sensoren sind über einem Verteiler des Druckkopfs angeordnet, um die Temperatur der Tinte zu erfassen. Auf diese Weise kann eine Bestimmung dahingehend, ob die Heizvorrichtungen aktiviert werden, anhand der erfassten Tintentemperatur erfolgen, so dass die Tintentemperatur innerhalb des Wärmebereichs gehalten werden kann. Selbstverständlich müssen die Heizvorrichtungen, wenn die Tintentemperatur sich bereits in dem vorbestimmten Temperaturbereich befunden hat,

nicht aktiviert werden.

[0024] **Fig. 3A** zeigt einen oben beschriebenen Druckkopf gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in perspektivischer Ansicht. In **Fig. 3A** ist ein thermischer Sensor **31** angeordnet auf einer Strukturschicht **120** (dargestellt in **Fig. 3B**) eines Druckkopfs **100** und über einem Verteiler **150** und wird verwendet zum Erfassen der Temperatur einer Tinte **190** innerhalb des Druckkopfs **100**. Es sei darauf hingewiesen, dass die Temperatur der Strukturschicht **120** im Wesentlichen gleich der Tintentemperatur ist, da der Verteiler **150** mit der Tinte **190** gefüllt ist und die Strukturschicht **120** eine geringe Dicke aufweist. Anders ausgedrückt, kann die Tintentemperatur indirekt über die Strukturschicht **120** erfasst werden, obwohl der thermische Sensor **31** nicht in Kontakt mit der Tinte ist. Wenn die Tintentemperatur niedriger ist als ein Minimalwert, so wird eine Heizvorrichtung **310** zum Erwärmen eines Siliciumsubstrats **140** aktiviert durch Einspeisen eines großen Stroms in die Heizvorrichtung **310** in einer kurzen Zeit, was zu einem schnellen Anstieg der Temperatur des Siliciumsubstrats **140** führt. Die Tintentemperatur steigt ebenfalls infolge des schnellen Anstiegs der Temperatur des Siliciumsubstrats **140** an. Wenn die Tintentemperatur auf eine Temperatur innerhalb des Betriebstemperaturbereichs erhöht ist, wird die Heizvorrichtung **310** deaktiviert. **Fig. 3B** zeigt eine Querschnittsansicht des Druckkopfs in **Fig. 3A** längs einer Linie 3B-3B. Da die Strukturschicht **120** eine geringe Dicke aufweist, erfolgt eine Ausdehnung des Bereichs, wo der thermische Sensor **31** angeordnet ist, zu der oberen Richtung mit ansteigender Tintentemperatur, was zu der Verformung des thermischen Sensors **31** führt. Anhand des Verformungsgrads des thermischen Sensors **31** wird die Temperatur der Tinte **190** innerhalb des Druckkopfs **100** bestimmt, und so wird die Zeit zum Aktivieren der Heizvorrichtung **310** gesteuert.

[0025] Es kann so die Tintentemperatur genauer gesteuert werden, so dass die Qualität der Tintentröpfchen aufrechterhalten wird. Thermische Sensoren **32** und **33** sind über dem Verteiler angeordnet, und dazugehörige Heizvorrichtungen **320** und **330** sind um die thermischen Sensoren **32** und **33** angeordnet, wie in **Fig. 3C** dargestellt. Da der in **Fig. 3C** dargestellte Druckkopf denselben Aufbau wie der in **Fig. 3A** dargestellte Druckkopf **100** aufweist, sind der Verteiler und die Dizen in **Fig. 3C** um der Kürze und Einfachheit willen nicht dargestellt. Durch diese Struktur kann die Aktivierung der Heizvorrichtungen **320** und **330** bestimmt werden anhand der durch die thermischen Sensoren **32** bzw. **33** erfassten Tintentemperaturen. Anders ausgedrückt, kann die Tinte in dem Verteiler unterteilt werden in zwei temperatursteuerbare Abschnitte, um eine gleichmäßigere Verteilung der Tintentemperatur für den Druckkopf zu erreichen. In der Praxis, wie bei einem anderen, in **Fig. 3D** dargestellten Beispiel, kann eine genauere Temperatursteuerung erreicht werden unter Verwen-

derung von thermischen Sensoren **34**, **35** und **36**, welche über dem Verteiler angeordnet sind, um die Zeit zum Aktivieren der dazugehörigen Heizvorrichtungen **340**, **350** und **360** zu steuern. Selbstverständlich ist bei der Druckkopfgestaltung die Anzahl von thermischen Sensoren bzw. Heizvorrichtungen nicht auf die oben beschriebene beschränkt. Vielmehr können die Anordnung bzw. die Anzahl von thermischen Sensoren bzw. Heizvorrichtungen gemäß tatsächlichen Anforderungen bestimmt werden, so dass ein optimales Gleichgewicht zwischen der Wirkung einer Temperatursteuerung und Herstellkosten erreicht wird.

[0026] Nachfolgend werden der Aufbau und die Wirkungsweise der thermischen Sensoren beschrieben.  
 [0027] Um die Erfassungswirkung zu verbessern, ist ein großes Erfassungssignal, erzeugt durch die thermische Erfassung, erwünscht. Gemäß Smith, C.S., „Piezoresistive effect in germanium and silicon“, Phys. Rev., Vol. 94, S. 42–49, 1954, ist die piezoresistive Wirkung in Silicium und Germanium 100 Mal höher als in Metalleitungen. Außerdem muss gemäß Dai, Ching-Liang, „Fabrication of Micro Electro Mechanical sensors Using the standard IC Process“, S. 38–48, PhD. thesis, department of mechanical engineering, National Taiwan University, 1997, die piezoresistive Vorrichtung, wenn es erforderlich ist, dass eine piezoresistive Vorrichtung in der Lage ist, ein großes Erfassungssignal zu erzeugen, einen hohen Messfaktor aufweisen und ist in einem Erfassungsbereich angeordnet, wo eine maximale Spannung auftritt, wie beispielsweise in der Mitte jeder Seite eines rechteckigen Erfassungsbereichs, um die Erfassungswirkung zu verbessern.

[0028] Daher wird zur Anwendung der oben erwähnten Theorien auf die thermische Erfassung eines Druckkopfs bei der Erfindung ein Halbleitermaterial, wie etwa Polysilicium, verwendet zum Bilden eines Erfassungsbereichs mit einer Vielzahl von piezoresistiven Vorrichtungen auf dem Druckkopf zum Erfassen der Temperatur des Druckkopfs. Zum Verbessern des Messfaktors der piezoresistiven Vorrichtungen können in der Praxis die piezoresistiven Vorrichtungen beispielsweise mit Bor- bzw. Phosphor-Ionen dotiert werden, um ein größeres Erfassungssignal zu erzeugen. Zusätzlich zu Polysilicium können die piezoresistiven Vorrichtungen aus Metall hergestellt werden, wie etwa aus einem Material, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminium, Gold, Kupfer, Wolfram, Titan, Wolframnitrid, Titanitrid und Legierungen aus Aluminium-Silicium-Kupfer besteht.  
 [0029] Eine piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung **400** ist gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung in **Fig. 4** dargestellt. Die piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung **400** umfasst einen Erfassungsbereich **410**, beispielsweise in der Form eines Rechtecks, und piezoresistive Vorrichtungen **41**, **42**, **43** und **44** zur Temperaturerfassung. Es sei darauf hingewiesen, dass unter einem gleichmäßig verteilten Druck der Erfassungsbereich **410** eine maximale Verformung in seiner Mitte

aufweist. Das heißt, der Erfassungsbereich **410** steht in der Mitte am stärksten nach außen vor. Daher bewirkt ein Ansteigen der Tintentemperatur ein Vorstehen der piezoresistiven Vorrichtungen **41**, **42**, **43** und **44**, was zu Änderungen ihrer Widerstandswerte und zu dem in **Fig. 5** dargestellten Ausdehnungsprofil führt. Ferner können die piezoresistiven Vorrichtungen **41**, **42**, **43** und **44** aufgrund der Tatsache, dass die Verformung des Erfassungsbereichs **410** ein Wirken maximaler Spannungen auf die Mitten von Kanten davon bewirkt, die maximalen Spannungen erfahren, so dass optimale Erfassungsergebnisse erzeugt werden.

[0030] In der Praxis können zur Bestimmung der Änderungen von Widerständen der piezoresistiven Vorrichtungen **41**, **42**, **43** und **44** piezoresistive Vorrichtungen, wie etwa Widerstände, in Form einer Brückenschaltung, wie etwa einer Wheatstone-Brückenschaltungsanordnung, zusammengeschaltet werden, so dass ein Spannungssignal ausgegeben werden kann, welches die Änderungen der Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtungen anzeigt. Auf diese Weise kann die Tintentemperatur erhalten werden auf der Grundlage des ausgegebenen Spannungssignals.

[0031] **Fig. 6** zeigt eine Ersatzschaltung einer Wheatstone-Brückenschaltungsanordnung, welche vier Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  und eine Eingangsspannungsquelle  $E$  umfasst und eine Ausgangsspannung  $V$  ausgibt. Die vier Widerstände  $R_1$  bis  $R_4$  entsprechen jeweils den piezoresistiven Vorrichtungen **41** bis **44**, dargestellt in **Fig. 4**. Es sei angenommen, dass jeder der vier Widerstände  $R_1$  bis  $R_4$  denselben Widerstandswert  $R$  (das heißt,  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ ) aufweist und jeder der Widerstände  $R_1$  bis  $R_4$ , wenn der Erfassungsbereich **410** ein Aufwärtsbiegemoment erfährt, eine Änderung des Widerstandswerts aufweist, welche mit  $\Delta R$  bezeichnet ist. In **Fig. 4** weisen die piezoresistiven Vorrichtungen **41** und **43** aufgrund der Tatsache, dass die piezoresistiven Vorrichtungen **41** und **43** (entsprechend den Widerständen  $R_1$  und  $R_3$ ) vertikal zu ihren dazugehörigen Kanten des Erfassungsbereichs **410** angeordnet sind, jeweils eine Änderung des Widerstandswerts von  $\Delta R$  auf. Hingegen weisen aufgrund der Tatsache, dass die piezoresistiven Vorrichtungen **42** und **44** (entsprechend den Widerständen  $R_2$  und  $R_4$ ) in einer Richtung horizontal zu ihren dazugehörigen Kanten des Erfassungsbereichs **410** angeordnet sind, die piezoresistiven Vorrichtungen **42** und **44** jeweils eine Änderung des Widerstandswerts von  $-\Delta R$  auf. Daher beträgt die Änderung der Ausgangsspannung gleich  $\Delta V$  und kann ausgedrückt werden als  $\Delta V = (\Delta R/R) E$ .  
 [0032] Wie oben beschrieben, wird bei der Erfindung die Tintentemperatur erhalten durch die Beziehung zwischen der Tintentemperatur, der Verformung des Erfassungsbereichs und den Änderungen des Widerstandswerts der piezoresistiven Vorrichtungen. Genauer bewirkt die Änderung der Tintentemperatur die Verformung des Erfassungsbereichs **410**, was zu

den Änderungen der Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtungen **41**, **42**, **43**, und **44**, das heißt, zu den Änderungen der Widerstandswerte R1, R2, R3 und R4, führt. Die Änderungen der Widerstandswerte R1, R2, R3 und R4 führen zu der Änderung der Ausgangsspannung V, bezeichnet durch  $\Delta V$ . Schließlich kann die Tintentemperatur durch die Änderung der Ausgangsspannung  $\Delta V$  einfach bestimmt werden.

[0033] Wie oben beschrieben, verformt die Änderung der Temperatur den Erfassungsbereich, was zu den Änderungen der Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtungen führt. Daher wird bei dem Ausführungsbeispiel der Erfindung die Änderung der Tintentemperatur erhalten durch Erfassen der Änderungen der Widerstandswerte der auf dem Erfassungsbereich angeordneten piezoresistiven Vorrichtungen. Es sei darauf hingewiesen, dass zusätzlich zu Tintenstrahl Druckköpfen die Erfindung angewandt werden kann auf eine beliebige Hohlraumvorrichtung mit einer Flüssigkeit, wenn die Temperatur der Flüssigkeit innerhalb der Hohlraumvorrichtung die Verformung von deren Erfassungsbereich bewirken kann. Selbstverständlich können zusätzlich zu einem Halbleiterherstellprozess der Erfassungsbereich und die piezoresistiven Vorrichtungen durch einen anderen Herstellprozess hergestellt werden, vorausgesetzt, dass der hergestellte Erfassungsbereich und die hergestellten piezoresistiven Vorrichtungen das oben beschriebene Wesen der Erfindung erfüllen können. Bei dem derzeitigen Stand der Technologie wird der Halbleiterherstellprozess vorzugsweise angewandt auf die Herstellung einer piezoresistiven thermischen Erfassungsvorrichtung, um niedrige Herstellkosten und Wirksamkeit der Herstellung zu erreichen.

[0034] Gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung weist die durch die Erfindung vorgesehene piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung mindestens die nachfolgend genannten Vorteile auf.

(1) Die thermische Erfassungsvorrichtung kann vollständig hergestellt werden durch einen Standardhalbleiterherstellprozess, ohne Hinzufügen anderer Herstellverfahren, so dass sie in Serie hergestellt werden kann und sowohl Genauigkeit als auch Ausbeute auf bestimmten Niveaus aufweist.

(2) Die Herstellung der thermischen Erfassungsvorrichtung stellt keinen wesentlichen Aufschlag auf die Gesamtherstellkosten einer Vorrichtung dar, auf welcher die thermische Erfassungsvorrichtung herzustellen ist. Es sei angenommen, dass die Vorrichtungen ursprünglich eine Nachbearbeitung eines Ätzens des Siliciumsubstrats aufweist. Während des Herstellens der Halbleitervorrichtung wird die Nachbearbeitung ebenfalls verwendet, um den Verteiler der thermischen Erfassungsvorrichtung auszubilden. Außerdem werden vor der Nachbearbeitung Dünnschichten der piezoresistiven thermischen Vorrichtungen auf der oberen Fläche des Verteilers erzeugt. Daher verzeichnen die Gesamtherstellkosten der Vorrichtung keinen wesentlichen Anstieg.

(3) Die Temperatursteuerung zum Tintenausstoß kann erreicht werden durch Anwenden der thermischen Erfassungsvorrichtung mit Heizvorrichtungen auf den Tintenstrahl Druckkopf. Daher kann die Tintentemperatur innerhalb eines bestimmten Bereichs für eine gewünschte Druckqualität gesteuert werden.

[0035] Während die Erfindung beispielhaft und anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist es selbstverständlich, dass die Erfindung nicht darauf beschränkt ist. Vielmehr ist es beabsichtigt, verschiedene Abwandlungen sowie ähnliche Anordnungen und Verfahren abzudecken, so dass dem Umfang der beiliegenden Ansprüche die größtmögliche Interpretation gewährt werden sollte, um all diese Abwandlungen sowie ähnliche Anordnungen und Verfahren darin einzuschließen.

### Patentansprüche

1. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung, angeordnet auf einer mit einer Flüssigkeit (**190**) gefüllten Hohlraumvorrichtung, zum Erfassen einer Temperatur der Flüssigkeit in der Hohlraumvorrichtung, wobei die piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung umfasst:

einen Erfassungsbereich, welcher auf der Hohlraumvorrichtung angeordnet ist, und eine piezoresistive Vorrichtung (**31**) zur Erfassung thermischer Änderungen der Flüssigkeit (**190**), wobei die piezoresistive Vorrichtung (**31**) auf dem Erfassungsbereich angeordnet ist, und wobei eine Form des Erfassungsbereichs sich in Reaktion auf eine Änderung der Temperatur der Flüssigkeit (**190**) ändert, so dass sich die Form der piezoresistiven Vorrichtung (**31**) ändert und sich der Widerstandswert der piezoresistiven Vorrichtung (**31**) ändert, wodurch die Temperatur der Flüssigkeit (**190**) erfasst wird.

2. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Form des Erfassungsbereichs eine Rechteckform ist.

3. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die piezoresistive Vorrichtung (**31**) auf Kanten des Erfassungsbereichs angeordnet ist.

4. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Hohlraumvorrichtung ein Tintenstrahl Druckkopf ist.

5. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Flüssigkeit (**190**) Tinte ist.

6. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Erfassungsbereich durch einen Halbleiterherstellprozess

zess auf der Hohlraumvorrichtung ausgebildet ist.

7. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die piezoresistive Vorrichtung (31) durch einen Halbleiterherstellprozess auf dem Erfassungsbereich ausgebildet ist.

8. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die piezoresistive Vorrichtung (31) aus Polysilicium hergestellt ist.

9. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei das Polysilicium mit Bor-Ionen dotiert ist.

10. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei das Polysilicium mit Phosphor-Ionen dotiert ist.

11. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die piezoresistive Vorrichtung (31) aus einem Metall hergestellt ist.

12. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei das Metall ein Material ist, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, die aus Aluminium, Gold, Kupfer, Wolfram, Titan, Wolframnitrid, Titanitrid und Legierungen von Aluminium-Silicium-Kupfer besteht.

13. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung, angeordnet auf einer mit einer Flüssigkeit (190) gefüllten Hohlraumvorrichtung, zum Erfassen einer Temperatur der Flüssigkeit innerhalb der Hohlraumvorrichtung, wobei die piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung umfasst:  
einen Erfassungsbereich, angeordnet auf der Hohlraumvorrichtung; und  
eine Vielzahl von piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44), angeordnet an Kanten des Erfassungsbereichs und zusammengeschaltet in Form einer Brückenschaltung,  
wobei eine Form des Erfassungsbereichs sich mit einer Änderung der Temperatur der Flüssigkeit (190) ändert, so dass sich die Form der piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) ändert und sich Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) ändern, wodurch die Temperatur der Flüssigkeit (190) erfasst wird.

14. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Brückenschaltung eine Wheatstone-Brücke ist.

15. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei die piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) vier piezoresistive Vorrichtungen umfassen und die Wheatstone-Brücke aus vier piezoresistiven Vorrichtungen gebildet ist.

16. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei die Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) gleich sind.

17. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei die piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) an den Mitten der Kanten des Erfassungsbereichs angeordnet sind.

18. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, wobei die Form des Erfassungsbereichs eine Rechteckform ist.

19. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, wobei eine Ausgangsspannung der piezoresistiven thermischen Erfassungsvorrichtung sich mit einer Änderung der Widerstandswerte der piezoresistiven Vorrichtung (41, 42, 43, 44) ändert.

20. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, wobei die Hohlraumvorrichtung ein Tintenstrahldruckkopf ist.

21. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 20, wobei die Flüssigkeit (190) eine Tinte ist.

22. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 21, wobei der Erfassungsbereich durch einen Halbleiterherstellprozess auf der Hohlraumvorrichtung ausgebildet ist.

23. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 22, wobei die piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) durch einen Halbleiterherstellprozess auf dem Erfassungsbereich ausgebildet sind.

24. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 23, wobei die piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) aus Polysilicium hergestellt sind.

25. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 24, wobei das Polysilicium mit Bor-Ionen dotiert ist.

26. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 24, wobei das Polysilicium mit Phosphor-Ionen dotiert ist.

27. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei die piezoresistiven Vorrichtungen (41, 42, 43, 44) aus einem Metall hergestellt sind.

28. Piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung

tung nach Anspruch 27, wobei das Metall ein Material ist, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, die aus Aluminium, Gold, Kupfer, Wolfram, Titan, Wolframnitrid, Titanitrid und Legierungen von Aluminium-Silicium-Kupfer besteht.

29. Vorrichtung zum Ausstoßen einer Flüssigkeit, basierend auf einem Halbleitersubstrat, umfassend: einen Verteiler (**150**), welcher durch ein Halbleiterätzverfahren auf dem Halbleitersubstrat ausgebildet ist, um mit einer Flüssigkeit gefüllt zu werden, eine Temperatureinstellvorrichtung, welche über dem Verteiler (**150**) angeordnet ist, zum Erwärmen des Halbleitersubstrats und somit zum Erwärmen der Flüssigkeit, und eine piezoresistive thermische Erfassungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, wobei das Halbleitersubstrat ein Siliciumsubstrat ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 29 oder 30, wobei die Vorrichtung zum Ausstoßen einer Flüssigkeit ein Tintenstrahldruckkopf ist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 31, wobei die Flüssigkeit (**190**) eine Tinte ist.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 32, wobei die Temperatureinstellvorrichtung eine Heizvorrichtung ist.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 33, wobei die Temperatureinstellvorrichtung um Kanten des Verteilers (**150**) angeordnet ist.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 34, wobei die Temperatureinstellvorrichtung um Kanten des Halbleitersubstrats angeordnet ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatureinstellvorrichtung im Wesentlichen die Form einer Schleife aufweist.

37. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatureinstellvorrichtung im Wesentlichen eine Rechteckform aufweist.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatureinstellvorrichtung in eine Vielzahl von Teilen unterteilt ist und jedes der Teile die piezoresistive Vorrichtung (**41**, **42**, **43**, **44**) der piezoresistiven thermischen Erfassungsvorrichtung entsprechend umgibt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



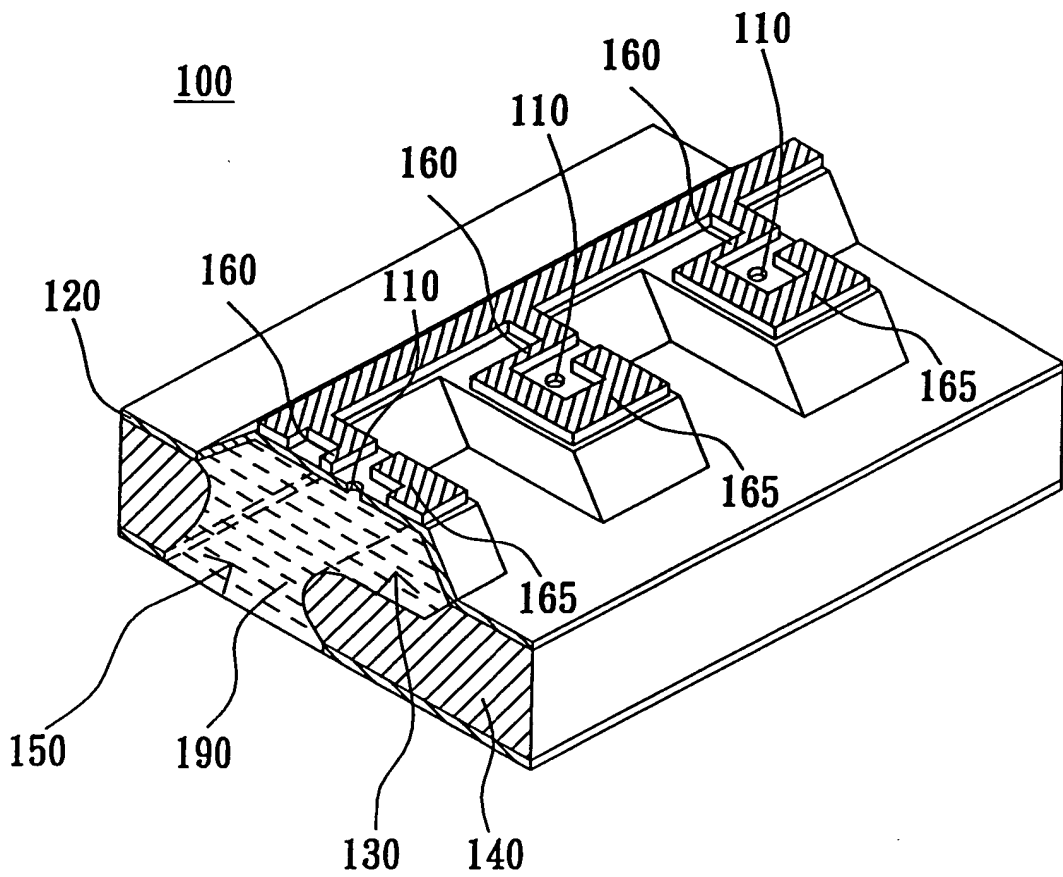


FIG. 1 (Stand der Technik)

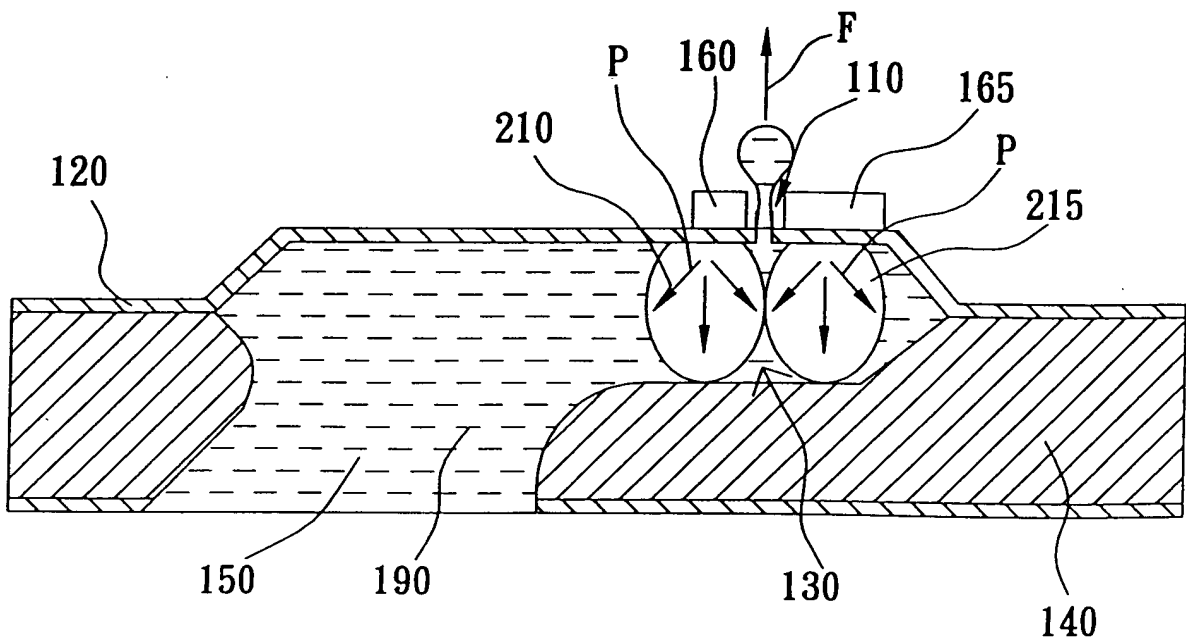


FIG. 2 (Stand der Technik)

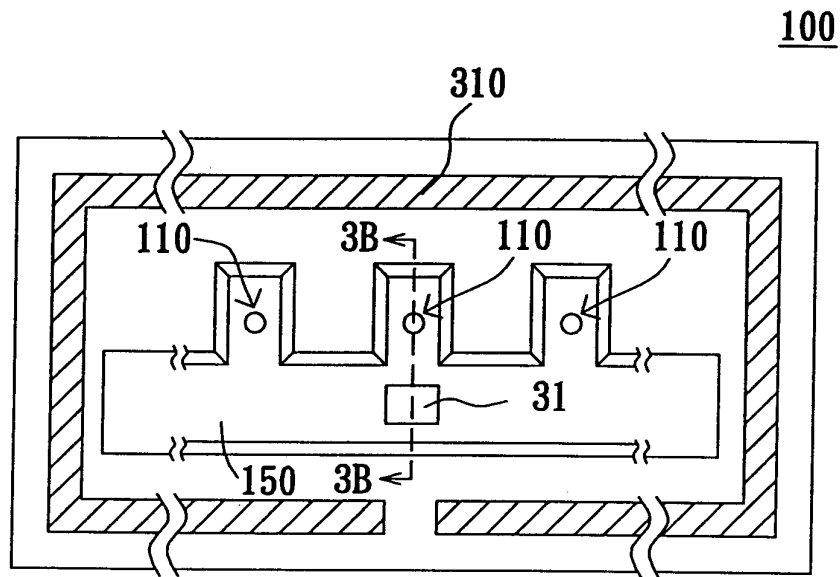


FIG. 3A

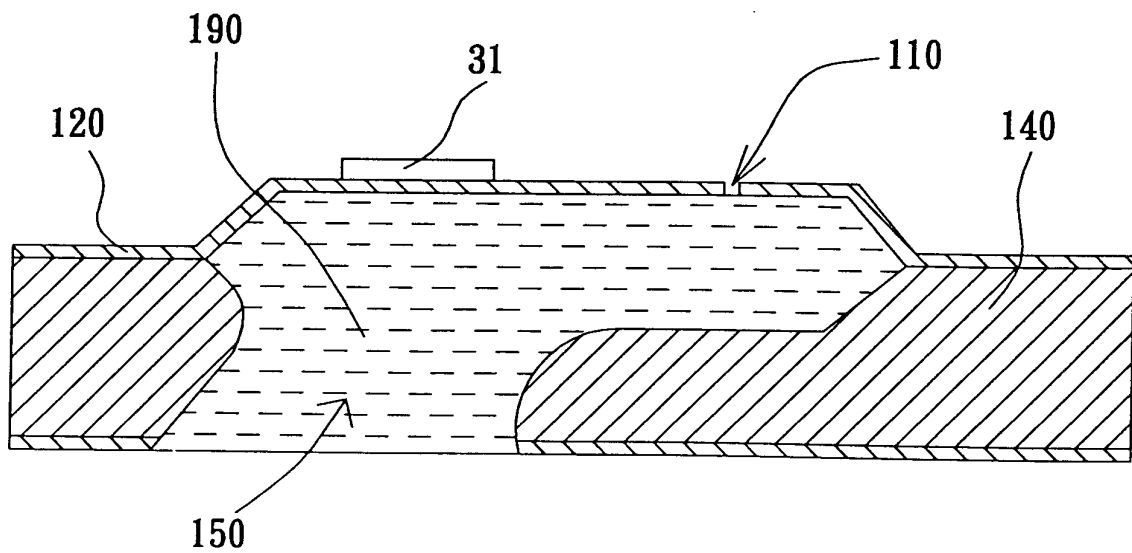


FIG. 3B

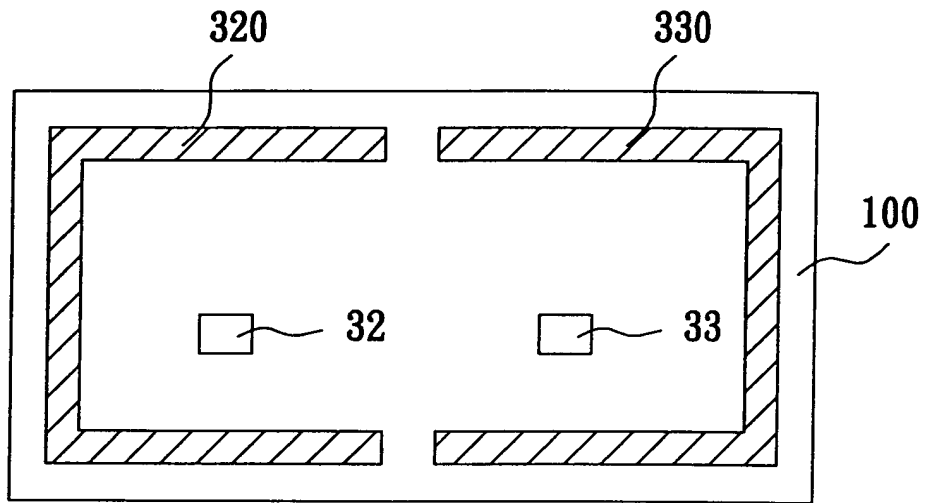


FIG. 3C

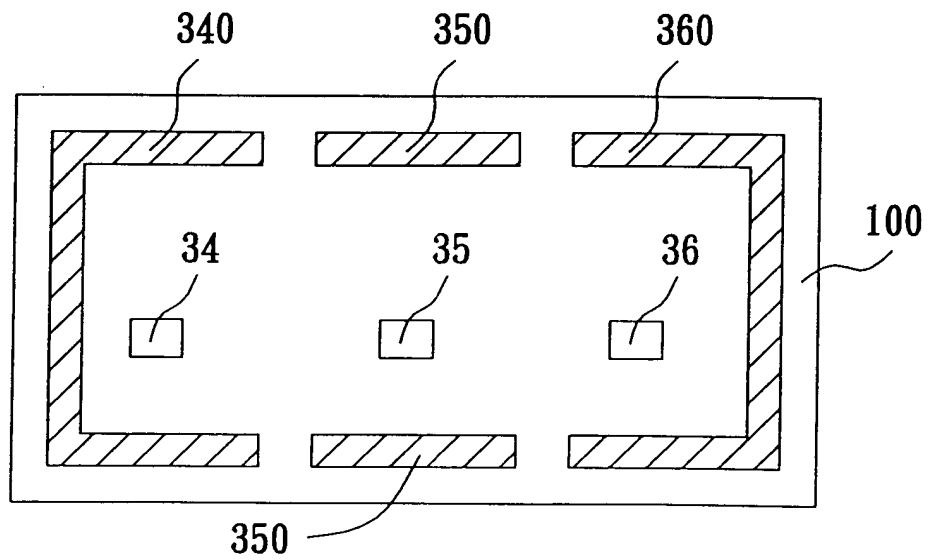


FIG. 3D

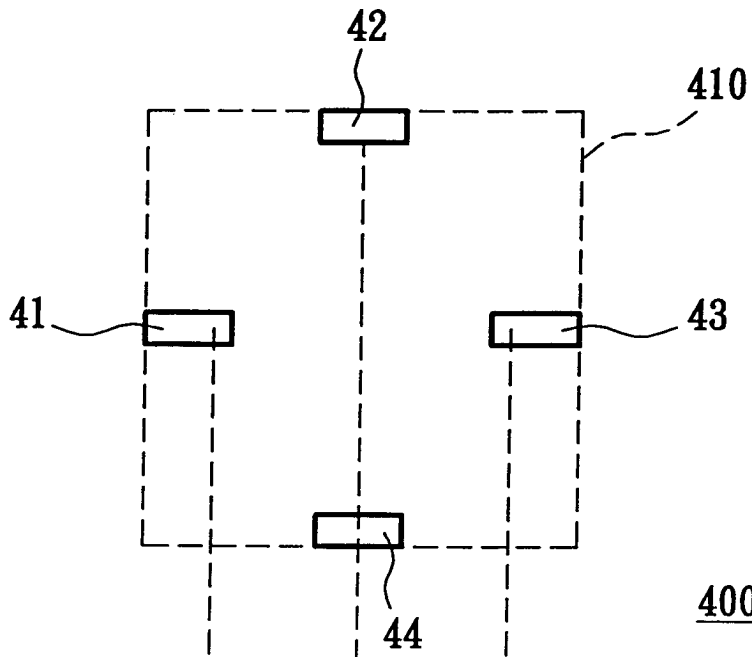


FIG. 4

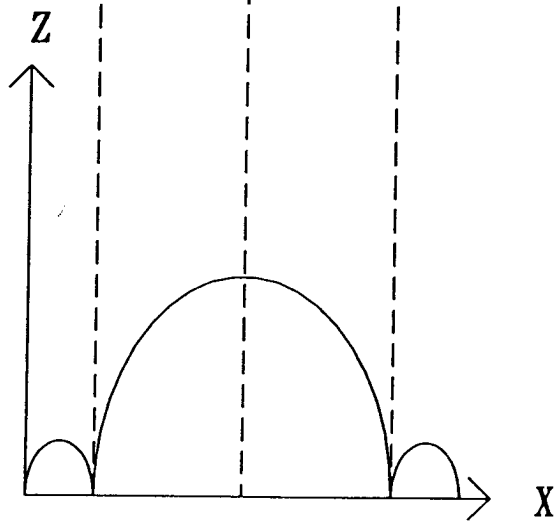


FIG. 5

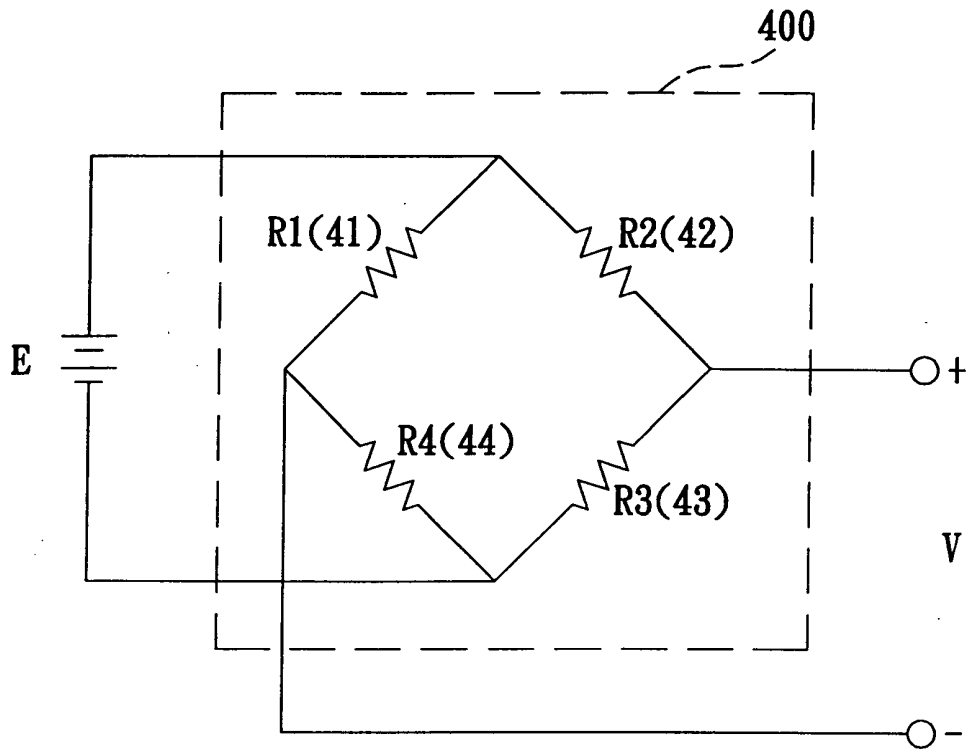


FIG. 6