



(10) **DE 10 2004 052 634 B4** 2012.04.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 052 634.6**
(22) Anmeldetag: **29.10.2004**
(43) Offenlegungstag: **08.12.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.04.2012**

(51) Int Cl.: **H01L 49/00 (2006.01)**
G01F 1/692 (2006.01)
B81C 1/00 (2006.01)
H01L 21/66 (2012.01)

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

(30) Unionspriorität:
2004-139533 **10.05.2004** **JP**

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN - EITLE, 81925, München, DE

(72) Erfinder:
Kawai, Masahiro, Tokio/Tokyo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmesselementen**

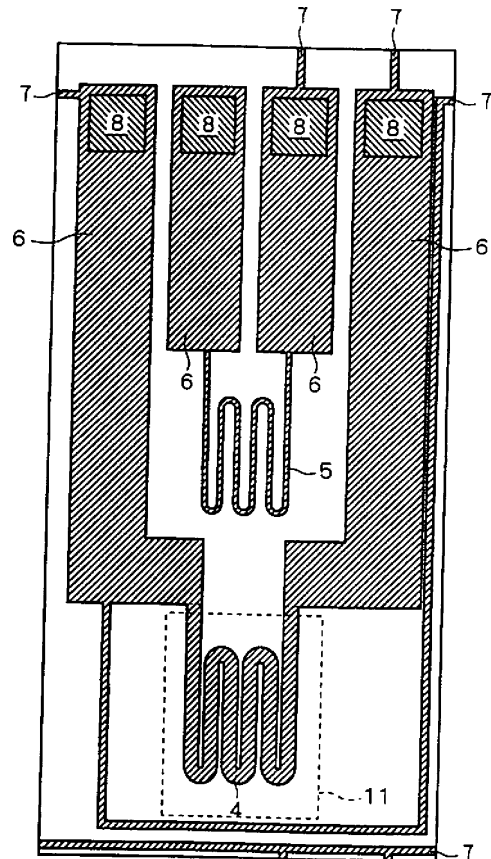
(57) **Hauptanspruch:** Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmesselementen (12), die jeweils einen isolierenden Halterungsfilm (2) aufweisen, der auf einem Substrat (1) vorgesehen ist, sowie eine Membran (11), die durch teilweises Entfernen des Substrats (1) ausgebildet wird, mit folgenden Schritten:

(a) Erzeugung mehrerer Flussensormuster (23) auf dem Halterungsfilm (2), welche aus einem Wärmewiderstandsfilm bestehen, und jeweils einen Wärmeerzeugungswiderstand (4) und einen Temperaturmesswiderstand (5) aufweisen;

(b) Erzeugen eines Attrappenmusters (7) auf dem Halterungsfilm (2), das aus dem Wärmewiderstandsfilm ausgebildet wird, und welches elektrische Verbindungen der mehreren Flussensormuster (23) zur Verfügung stellt;

(b1) Ausbilden eines Schutzfilms (3) auf den Flussensormustern (23) und dem Attrappenmuster (7);

(c) Durchführung einer Bearbeitung zum Erzeugen von Wärme durch Anlegen von Spannung an die Wärmeerzeugungswiderstände (4) unter Verwendung des Attrappenmusters (7), bis keine Schwankungen der Widerstandswerte der Wärmeerzeugungswiderstände (4) mehr auftreten, und Durchführung einer Untersuchung in Bezug auf Fehlstellen des Schutzfilms durch Anlegen von Spannung zwischen den...



(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	199 61 129	A1
US	6 225 141	B1
US	3 849 872	A
US	4 426 773	A
US	4 855 253	A

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Flussmeselemente für einen Flusssensor, der das Volumen der Ansaugluft und dergleichen bei einer Brennkraftmaschine misst, und speziell Wärme-Flussmeselemente, die jeweils einen Membranaufbau aufweisen, bei welchem ein Dünnsfilmsensorabschnitt auf einem Substrat vorgesehen ist, und betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Flussmeselements.

[0002] Bei herkömmlichen Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmeselementen, die jeweils einen Membranaufbau aufweisen, werden nach Ausbildung von Dünnsfilmsensorabschnitten auf einem Wärmewiderstandsfilm auf einer Substratoberfläche Bereiche des Substrats unterhalb der Dünnsfilmsensorabschnitte zur Ausbildung von Membranen entfernt. Das Substrat wird dann geschnitten und so auf einzelne Flussmeselemente aufgeteilt. Diese getrennten Flussmeselemente werden nach Bearbeitung in einen Flusssensor eingebaut.

[0003] Die japanische offengelegte Patentanmeldung JP 10 206 205 A (1998) beschreibt ein Beispiel für ein Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmeselementen, bei denen jeweils ein Dünnsfilmsensorabschnitt auf einer Substratoberfläche vorgesehen ist.

[0004] Der Dünnsfilmsensorabschnitt jedes dieser Flussmeselemente weist einen Wärmeerzeugungswiderstand auf, dessen Widerstandswert sich in Abhängigkeit von der erheblichen Wärme ändert, die durch Stromversorgung hervorgerufen wird; die Eigenschaften des Wärmeerzeugungswiderstands können sich daher gegenüber dem Ursprungszustand ändern. Daher wird es erforderlich, die Eigenschaften dadurch zu stabilisieren, dass eine elektrische Verbindung zwischen den Flussmeselementen und dem Äußeren bereitgestellt wird, und die Flussmeselemente so mit Strom versorgt werden, dass vorher ihre jeweiligen Wärmeerzeugungswiderstände auf eine vorbestimmte Temperatur oder mehr gebracht werden.

[0005] Ein Beispiel für die Vorgehensweisen zur Bereitstellung elektrischer Verbindungen wie voranstehend geschildert, besteht darin, die Elektroden der Flussmeselemente in direkten Kontakt mit Stiften zu versetzen. Allerdings tritt hierbei das Problem auf, dass die Elektroden beschädigt werden können, was zu einer verringerten Verlässlichkeit führt.

[0006] Um eine derartige, verringerte Verlässlichkeit zu verhindern, gibt es die Vorgehensweise, den Strom nach Zusammenbau eines Flusssensors in einem Zustand zuzuführen, in welchem leicht eine Verbindung mit dem Äußeren erreicht werden kann. Ei-

ne Vergrößerung der Abmessungen der Anordnung führt jedoch zu einer Vergrößerung der Abmessungen der Einrichtungen für die Stromversorgung, was die Handhabbarkeit beeinträchtigt.

[0007] Bei der Bearbeitung der voranstehend geschilderten Flussmeselemente wird darüber hinaus ein Schutzfilm auf den Dünnsfilmsensorabschnitten eines Wärmewiderstandsfilms hergestellt. Falls dieser Schutzfilm Defekte in Bezug auf die Abdeckung infolge von Spalten oder Rissen, Fremdkörpern und dergleichen aufweist, kann Elektrolyse an diesen Fehlstellen der Abdeckung auftreten, wenn die Flussmeselemente Wasser ausgesetzt werden. Da Änderungen der Widerstandswerte zu Änderungen der Eigenschaften gegenüber dem Ursprungszustand führen, können im schlimmsten Fall die Widerstände offen liegen. Es wird daher erforderlich, zu überprüfen, ob sich Fehlstellen infolge von Spalten oder Rissen, Fremdkörpern oder dergleichen bis zum Wärmewiderstandsfilm erstrecken oder nicht, jedoch ist es schwierig, die Flussmeselemente in Abschnitten zu betrachten. In Bezug auf Fehlstellen infolge von Fremdkörpern wird die Herstellung so gesteuert, dass die Flussmeselemente direkt von der Oberflächenseite aus mit dem Auge oder durch ein Mikroskop betrachtet werden, usw., in Bezug auf die Größe von Fremdkörpern, und wird dann, wenn die Größe einen vorbestimmten Wert überschreitet, der Fremdkörper als Fehlstelle angesehen. Abhängig von der Form eines Fremdkörpers kann selbst dann, wenn der Fremdkörper bei direkter Beobachtung von der Oberfläche aus klein aussieht, es sich tatsächlich um eine große Fehlstelle handeln. Daher ist es schwierig, exakt sämtliche Fehlstellen infolge von Fremdkörpern mit Hilfe einer direkten Betrachtung von der Oberflächenseite mit dem Auge oder mit einem Mikroskop usw. zu erfassen. Entsprechendes gilt für Fehlstellen infolge von Rissen oder Spalten. Eine Untersuchung durch direkte Beobachtung von der Oberfläche aus bringt daher das Problem einer möglichen Beeinträchtigung der Verlässlichkeit mit sich.

[0008] Um eine derartige Beeinträchtigung der Verlässlichkeit zu verhindern, gibt es die Vorgehensweise, eine Untersuchung anstelle mittels Durchführung direkter Beobachtungen dadurch durchzuführen, dass die Flussmeselemente mit ihren Körpern in Wasser eingetaucht werden, und mit dem Auge oder mit einem Mikroskop und dergleichen die Erzeugung von Luftblasen infolge von Elektrolyse an Fehlstellen der Abdeckung beobachtet wird. Allerdings ist in diesem Fall eine Stromversorgung für jedes von mehreren Flussmeselementen erforderlich, so dass andere Probleme auftreten, nämlich komplizierte Herstellungsverfahrensschritte und erhöhte Herstellungskosten.

[0009] Aus der US 6 225 141 B1 geht ein Verfahren zur Herstellung von Temperatursensoren hervor,

bei dem auf einer Leiterplatte die Leiterbahnen für mehrere Sensoren ausgebildet und miteinander verbunden werden. Nach dem Kalibrieren der einzelnen Sensoren durch Anbringen geeigneter Widerstände werden die einzelnen Sensoren voneinander getrennt.

[0010] Die DE 199 61 129 A1 betrifft einen Wärmeflussensor mit einem Wärmeeerzeugungswiderstand und einem Temperaturmesswiderstand sowie geeigneten elektrischen Verbindungen auf einem Substrat.

[0011] Aus der US 4 426 773 A geht eine Anordnung elektronischer Schaltungen auf einem Substrat hervor, die miteinander verbunden sind und durch Anlegen einer Spannung für eine bestimmte Zeitdauer getestet werden können.

[0012] Die US 3 849 872 A betrifft ein Testsystem für Anschlüsse auf einem Chip. Ein hierzu ähnliches Testverfahren geht aus der US 4 855 253 A hervor.

[0013] Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung von Wärme-Flussmesselementen mit verbesserter Verlässlichkeit.

[0014] Die vorliegende Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmesselementen, die einen isolierenden Halterungsfilm aufweisen, der auf einem Substrat vorgesehen ist, sowie eine Membran, die durch teilweises Entfernen des Substrats hergestellt wird. Dieses Verfahren umfasst die folgenden Schritte (a) bis (d). Der Schritt (a) besteht darin, auf dem Halterungsfilm mehrere Flussensormuster zu erzeugen, die aus einem Wärmewiderstandsfilm bestehen, und jeweils einen Wärmeeerzeugungswiderstand und einen Temperaturmesswiderstand aufweisen. Der Schritt (b) besteht darin, auf dem Halterungsfilm ein Attrappenmuster herzustellen, das auf dem Wärmewiderstandsfilm vorhanden ist, und welches eine elektrische Verbindung zu den mehreren Flussensormustern zur Verfügung stellt. Der Schritt (c) besteht darin, eine vorbestimmte Bearbeitung bei den mehreren Flussensormustern unter Verwendung des Attrappenmusters durchzuführen. Der Schritt (d) besteht darin, einzeln die mehreren Flussensormuster voneinander zu trennen, damit sie von der Verbindung durch das Attrappenmuster gelöst werden.

[0015] Die mehreren Flussensormuster, die auf dem Substrat vorgesehen sind, können miteinander durch das Attrappenmuster verbunden werden. Unter Verwendung des Attrappenmusters für eine vorbestimmte Bearbeitung bei den mehreren Flussensormustern kann daher eine Beschädigung von Elektroden verhindert werden, wodurch die Verlässlichkeit verbessert werden kann.

[0016] Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgehen. Es zeigt:

[0017] [Fig. 1](#) eine Aufsicht auf die Anordnung von Flussmeselementen während des Herstellungsvorgangs gemäß einer ersten, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

[0018] [Fig. 2](#) eine Aufsicht auf die Anordnung eines Flussmeselements gemäß der ersten, bevorzugten Ausführungsform;

[0019] [Fig. 3](#) eine Querschnittsansicht des Aufbaus eines Flussmeselements gemäß der ersten, bevorzugten Ausführungsform;

[0020] [Fig. 4](#) ein Flussdiagramm der Verfahrensschritte zur Herstellung der Flussmeselemente gemäß der ersten, bevorzugten Ausführungsform;

[0021] [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#), [Fig. 5C](#) und [Fig. 6](#) Querschnittsansichten der Verfahrensschritte zur Herstellung der Flussmeselemente gemäß der ersten, bevorzugten Ausführungsform;

[0022] [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) Aufsichten auf die Verfahrensschritte zur Herstellung der Flussmeselemente gemäß der ersten, bevorzugten Ausführungsform;

[0023] [Fig. 9](#) eine Querschnittsansicht der Verfahrensschritte zur Herstellung der Flussmeselemente gemäß der ersten, bevorzugten Ausführungsform; und

[0024] [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) Querschnittsansichten der Verfahrensschritte zur Herstellung von Flussmeselementen gemäß einer zweiten, bevorzugten Ausführungsform.

[0025] Nachstehend werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. In den Zeichnungen sind zur Vereinfachung der Erläuterung die dargestellten Teile nicht maßstabsgerecht dargestellt.

Erste bevorzugte Ausführungsform

[0026] [Fig. 1](#) ist eine Aufsicht auf die Anordnung von Wärme-Flussmeselementen **12** auf einem Substrat bei dem Herstellungsverfahren gemäß einer ersten, bevorzugten Ausführungsform. [Fig. 2](#) ist eine Aufsicht auf die Anordnung eines der Flussmeselemente **12**, die in [Fig. 1](#) gezeigt sind. [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht des Aufbaus des in [Fig. 2](#) gezeigten Flussmeselements **12**. Zur Vereinfachung ist ein in [Fig. 3](#) dargestellter Schutzfilm **3** nicht in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt.

[0027] Wie aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) hervorgeht, ist auf der Seite einer Oberfläche **1a** eines Substrats **1** aus Silizium ein isolierender Halterungsfilm **2** aus Siliziumnitrid über der gesamten Oberfläche vorgesehen. Auf dem Halterungsfilm **2** sind Wärmeerzeugungswiderstände **4**, Temperaturmesswiderstände **5**, Leitungsmuster **6**, und Attrappenmuster **7** aus einem Wärmewiderstandsfilm vorgesehen. Dieser Wärmewiderstandsfilm besteht aus einem Material mit einem temperaturabhängigen Widerstandswert, beispielsweise Platin. Weiterhin ist, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, ein isolierender Schutzfilm **3** aus Siliziumnitrid auf dem Halterungsfilm **2** vorgesehen, um die Wärmeerzeugungswiderstände **4**, die Temperaturmesswiderstände **5**, die Leitungsmuster **6** und die Attrappenmuster **7** abzudecken. Nachstehend wird eine Gruppe aus einem Wärmeerzeugungswiderstand **4**, einem Temperaturmesswiderstand **5**, und den Leitungsmustern **6** auch als Dünnsensorsabschnitt **23** bezeichnet. Dieser Dünnsensorsabschnitt **23** dient als Flusssensormuster gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0028] Wie aus den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) hervorgeht, wird der Schutzfilm **3** auf den Endabschnitten der Leitungsmuster **6** entfernt, um die Leitungsmuster **6** freizulegen, und hier durch Elektroden **8** auszubilden. Weiterhin wird der Schutzfilm **3** auf den Endabschnitten der Attrappenmuster **7** entfernt, um die Attrappenmuster **7** freizulegen, und hierdurch Attrappenmusterelektroden (Elektroden für Attrappenmuster) **9a**, **9b**, **9c** und **9d** zu erzeugen.

[0029] Wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist, wird ein Bereich des Substrats **1**, der sich von der Seite einer rückwärtigen Oberfläche **1b** bis zum Halterungsfilm **2** erstreckt, in Form eines Trapezes im Querschnitt entfernt, wodurch ein Hohlraum **10** unter jedem der Wärmeerzeugungswiderstände **4** ausgebildet wird. Hierdurch wird eine dünne Membran **11** einstückig mit dem Substrat **1** ausgebildet, wobei die Membran **11** so ausgebildet ist, dass das Substrat **1** den Umfang einer Filmschicht hält, in welcher der Wärmeerzeugungswiderstand **4** sandwichartig zwischen dem Halterungsfilm **2** und dem Schutzfilm **3** eingeschlossen ist.

[0030] Wie aus [Fig. 2](#) hervorgeht, weist jedes der Flussmesselemente **12** zwei Leitungsmuster **6** auf, die an beide Enden des Wärmeerzeugungswiderstands **4** angeschlossen sind, sowie zwei Leitungsmuster **6**, die an beide Enden des Temperaturmesswiderstandes **5** angeschlossen sind. Jene Leitungsmuster **6**, die an die Enden des Wärmeerzeugungswiderstands **4** angeschlossen sind, sind beide mit den Attrappenmustern **7** in der Nähe der Elektroden **8** verbunden. Bei den Leitungsmustern **6**, die an die Enden des Temperaturmesswiderstands **5** angeschlossen sind, sind beide von ihnen mit dem Attrappenmuster **7** in der Nähe der Elektrode **8** verbunden.

[0031] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, sind auf dem Substrat **1** mehrere Flussmesselemente **12** vorgesehen. In der folgenden Beschreibung wird die Richtung des Pfeils in [Fig. 1](#) als Querrichtung bezeichnet und die Richtung senkrecht zum Pfeil als Längsrichtung. Weiterhin wird die Anordnung in Querrichtung der Flussmesselemente **12** als Zeile bezeichnet, und deren Anordnung in Längsrichtung als Spalte. [Fig. 1](#) zeigt **12** Flussmesselemente in einer Matrix von drei Zeilen und vier Spalten; allerdings ist die Anzahl an Flussmesselementen **12** nicht auf zwölf beschränkt, sondern es müssen nur mehrere Flussmesselemente vorhanden sein.

[0032] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist das Attrappenmuster **7**, das von der Attrappenmusterelektrode **9a** ausgeht, über die Leitungsmuster **6** jeweils an ein Ende der Wärmeerzeugungswiderstände **4** der drei Flussmesselemente **12** angeschlossen, die in der Spalte ganz links angeordnet sind. Jedes der Flussmesselemente **12** ist an seinem einem Ende seines Wärmeerzeugungswiderstands **4** an ein in Querrichtung benachbartes Flussmesselement **12** über die Leitungsmuster **6** und das Attrappenmuster **7** angeschlossen.

[0033] Weiterhin ist, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, das Attrappenmuster **7**, das von der Attrappenmusterelektrode **9b** ausgeht, über die Leitungsmuster **6** mit den anderen Enden der jeweiligen Wärmeerzeugungswiderstände **4** verbunden, und mit den einen Enden der jeweiligen Temperaturmesswiderstände **5**, der vier Flussmesselemente **12**, die in der obersten Zeile angeordnet sind. Das Attrappenmuster **7**, das von der Attrappenmusterelektrode **9c** ausgeht, ist über die Leitungsmuster **6** mit den anderen Enden der jeweiligen Wärmeerzeugungswiderstände **4** und den einen Enden der jeweiligen Temperaturmesswiderstände **5** der vier Flussmesselemente **12** verbunden, die in der mittleren Zeile angeordnet sind. Das Attrappenmuster **7**, das von der Attrappenmusterelektrode **9d** ausgeht, ist über die Leitungsmuster **6** an die anderen Enden der jeweiligen Wärmeerzeugungswiderstände **4** und die einen Enden der jeweiligen Temperaturmesswiderstände **5** angeschlossen, der vier Flussmesselemente **12**, die in der untersten Zeile angeordnet sind.

[0034] Die Attrappenmuster **7** weisen daher ein solches Muster auf, dass eine Parallelschaltung der Wärmeerzeugungswiderstände **4** der mehreren Flussmesselemente **12** auf dem Substrat **1** über die Leitungsmuster **6** zur Verfügung gestellt wird.

[0035] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 4](#) bis [Fig. 9](#) ein Verfahren zur Herstellung des Substrats **1** beschrieben, bei welchem die mehreren Flussmesselemente **12** auf die voranstehend geschilderte Art und Weise angeordnet sind.

[0036] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm der grundlegenden Herstellungsverfahrensschritte. Im Schritt S1 werden die Dünnsensorabschnitte **23** auf der Oberfläche des Substrats **1** hergestellt. Im Schritt S2 werden Bereiche des Substrats **1** unter den Dünnsensorabschnitten **23** entfernt, um Membranen **11** auszubilden. Im Schritt S3 wird eine Stromzufuhr und eine Wärmeerzeugungsbearbeitung zum Stabilisieren der Eigenschaften durchgeführt. Im Schritt S4 wird eine Untersuchung in Bezug auf Fehlstellen in der Abdeckung durchgeführt. Im Schritt S5 wird das Substrat **1** in mehrere Flussmesselemente **12** geschnitten.

[0037] Nunmehr erfolgt unter Bezugnahme auf die **Fig. 5a–Fig. 5c** und die **Fig. 6** bis **Fig. 9** eine detaillierte Beschreibung der Verfahrensschritte zur Herstellung der Flussmesselemente **12**.

[0038] Zuerst wird der Schritt S1 beschrieben.

[0039] Die **Fig. 5A**, **Fig. 5B** und **Fig. 5C** sind schematische Ansichten von Einzelheiten des Herstellungsverfahrensschrittes **51**. Die **Fig. 5A–Fig. 5C** zeigen das Substrat **1**, gesehen aus der Richtung des Pfeils von **Fig. 1** aus. Es wird darauf hingewiesen, dass Teile, die nicht in direkter Verbindung mit der vorliegenden Beschreibung stehen, in den **Fig. 5A–Fig. 5C** nicht dargestellt sind (das gilt ebenfalls für die **Fig. 6** und **Fig. 9** bis **Fig. 11**).

[0040] Wie in **Fig. 5A** gezeigt, wird im Schritt S1 das Substrat **1** aus scheibenförmigem Silizium, das eine Kristallorientierung (**100**) aufweist, bereitgestellt, und wird ein thermischer Oxidfilm **13** über der gesamten, rückwärtigen Oberfläche **1b** des Substrats **1** ausgebildet. Hierbei weist das Substrat **1** eine Dicke von beispielsweise annähernd 400 µm auf, und weist der thermische Oxidfilm **13** eine Dicke von beispielsweise annähernd 0,5 µm auf. Unter Verwendung von Verfahren wie beispielsweise Sputtern oder CVD wird dann ein Film aus Siliziumnitrid über der gesamten Oberfläche **1a** des Substrats **1** mit einer Dicke von etwa 1 µm abgelagert, um hierdurch den Halterungsfilm **2** auf dem Substrat **1** auszubilden.

[0041] Dann wird, wie in **Fig. 5B** gezeigt, nach Ablagerung eines Platinfilms über der gesamten Oberfläche des Halterungsfilms **2** bis zu einer Dicke von annähernd 0,2 µm, unter Verwendung von Verfahren wie beispielsweise Dampfablagerung oder Sputtern, dieser Platinfilm mit einem Muster versehen, durch Verfahren wie beispielsweise Fotolithographie und Nassätzung (oder Trockenätzung) zur Ausbildung der Attrappenmuster **7** und der Dünnsensorabschnitte **23**, welche jedenfalls einen Wärmeerzeugungswiderstand **4**, einen Temperaturmesswiderstand **5** und Leitungsmuster **6** aufweisen. Dann wird unter Verwendung von Verfahren wie beispielsweise Sputtern oder CVD ein Film aus Siliziumnitrid

über der gesamten Oberfläche des Halterungsfilms **2** bis zu einer Dicke von annähernd 1 µm abgelagert, um so den Schutzfilm **3** auf dem Halterungsfilm **2** herzustellen.

[0042] Dann werden, wie in **Fig. 5C** gezeigt, Abschnitte des Schutzfilms **3** auf den Endabschnitten der Leitungsmuster **6** sowie Abschnitte des Schutzfilms **3** auf den Endabschnitten der Attrappenmuster **7** durch Verfahren wie beispielsweise Fotolithographie und Nassätzung (oder Trockenätzung) entfernt, um die Elektroden **8** bzw. die Attrappenmusterelektroden **9a–9d** auszubilden.

[0043] Als nächstes wird der Schritt S2 beschrieben.

[0044] **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht, die Einzelheiten des Herstellungsverfahrensschrittes S2 zeigt.

[0045] Im Schritt S2 wird, wie in **Fig. 6** gezeigt, ein Resist auf die gesamte Oberfläche des thermischen Oxidfilms **13** aufgebracht, der auf der rückwärtigen Oberfläche **1b** des Substrats **1** vorhanden ist, und werden Ätzlöcher in dem Resist durch Fotolithographieverfahren und dergleichen ausgebildet. Dann wird beispielsweise eine alkalische Ätzung dazu eingesetzt, Teile des Substrats **1** von der Seite der rückwärtigen Oberfläche **1b** zum Halterungsfilm **2** zu entfernen, um hierdurch die Membranen **11** auszubilden, und dann wird das Resist entfernt. Beispiele für Ätzmittel, die bei der erwähnten alkalischen Ätzung eingesetzt werden, umfassen KOH, Tetraethylammoniumhydroxid (TMAH), und NaOH.

[0046] Als nächstes wird der Schritt S3 beschrieben.

[0047] **Fig. 7** ist eine schematische Ansicht von Einrichtungen zur Durchführung einer Stromversorgung und einer Wärmeerzeugungsbearbeitung im Schritt S3 zum Stabilisieren der Eigenschaften der Wärmeerzeugungswiderstände **4**.

[0048] Im Schritt S3 werden, wie in **Fig. 7** gezeigt, leitfähige Stifte **15** in Kontakt mit den Attrappenmusterelektroden **9a–9d** gebracht, die auf der Oberfläche des Substrats **1** vorgesehen sind, und wird eine vorbestimmte Spannung (oder ein vorbestimmter Strom) zwischen der Attrappenmusterelektrode **9a** und jeder der Attrappenmusterelektroden **9b–9d** angelegt, was dazu führt, dass die Wärmeerzeugungswiderstände **4** Wärme erzeugen. Diese Stromversorgung wird so lange durchgeführt, bis keine Schwankungen der Widerstandswerte der Wärmeerzeugungswiderstände **4** mehr auftreten. Alternativ kann die Stromzufuhr in einer Hochtemperaturatmosphäre erfolgen.

[0049] Als nächstes wird der Schritt S4 beschrieben.

[0050] **Fig. 8** ist eine schematische Darstellung von Untersuchungseinrichtungen zur Durchführung einer

Untersuchung in Bezug auf Fehlstellen der Abdeckung im Schritt S4.

[0051] Im Schritt S4 wird, wie in **Fig. 8** gezeigt, ein Abschnitt des zu untersuchenden Substrats **1** in Wasser **17** in einem Bad **16** eingetaucht, und wird ein Stift **15**, der mit dem Negativpol an der Stromversorgung **14** verbunden ist, nacheinander in Kontakt mit den Attrappenmusterelektroden **9b–9d** in einer Umgebungsatmosphäre gebracht (in **Fig. 8** steht der Stift **15** in Kontakt mit der Attrappenmusterelektrode **9c**). Hierbei ist eine positive Elektrode **19**, die über einen Leitungsmonitor **18** an den Positivpol der Stromversorgung **14** angeschlossen ist, in das Wasser **17** eingetaucht. Wenn eine vorbestimmte Spannung (oder ein vorbestimmter Strom) auf diese Weise beispielsweise an die Attrappenmusterelektrode **9c** angelegt wird, überprüft der Leitungsmonitor **18** das Auftreten einer Elektrolyse und eines sich demzufolge ergebenden Durchgangs infolge von Fehlstellen in der Abdeckung, was eine Untersuchung der Abdeckung des Schutzfilms **3** ermöglicht. Während dies nicht in **Fig. 8** gezeigt ist, gibt es eine andere Vorgehensweise zur Durchführung der Untersuchung der Abdeckung des Schutzfilms **3**, bei welcher, anstatt den Leitungsmonitor **18** einzusetzen, die Oberflächen der Flussmesselemente **12** beobachtet werden, die zur Stromversorgung in das Wasser **17** eingetaucht sind, mit dem Auge oder mit einem Mikroskop, usw., um hierdurch die Erzeugung von Luftblasen infolge einer Elektrolyse zu überprüfen. Nach der Untersuchung wird das Substrat **1** aus dem Bad **16** entnommen und getrocknet.

[0052] Als nächstes wird der Schritt S5 beschrieben.

[0053] **Fig. 9** ist eine Querschnittsansicht, die Einzelheiten des Herstellungsverfahrens schritt S5 zeigt.

[0054] Im Schritt S5 wird, wie in **Fig. 9** gezeigt, das Substrat **1** aufgeteilt, unter Verwendung beispielsweise einer Substratsäge **20**. Hierdurch werden die Flussmesselemente **12** voneinander getrennt, und werden gleichzeitig die Attrappenmuster **7**, die Parallelschaltungen der Wärmeerzeugungswiderstände **4** zur Verfügung stellen, sowie die Attrappenmuster **7**, welche die Verbindungen zu den Temperaturmesswiderständen **5** zur Verfügung stellen, abgeschnitten. Daher werden die mehreren Flussmesselemente **12** freigegeben, und werden elektrisch voneinander getrennt.

[0055] Bei dem Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmesselementen gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform werden daher die mehreren Dünnfilmsensorabschnitte **23**, die auf dem Substrat **1** vorgesehen sind, und jeweils einen Wärmeerzeugungswiderstand **4**, einen Temperaturmesswiderstand **5** und Leitungsmuster **6** aufweisen, miteinander über die Attrappenmuster **7** verbunden. Dann wird unter

Verwendung dieser Attrappenmuster **7** eine Bearbeitung wie beispielsweise Stromversorgung und Untersuchung der Abdeckung bei den mehreren Flussmesselementen **12** durchgeführt. Hierdurch wird eine Beschädigung der Elektroden **8** verhindert, wodurch die Verlässlichkeit verbessert wird.

[0056] Die Parallelschaltungen der mehreren Wärmeerzeugungswiderstände **4** ermöglichen darüber hinaus eine gleichzeitige Stromversorgung der mehreren Flussmesselemente **12**, die auf dem Substrat **1** angeordnet sind. Auf diese Weise wird die Stromversorgung mit Hilfe einfacher Einrichtungen erreicht, und mit derselben Spannung (oder demselben Strom), was zu einer verbesserten Handhabbarkeit und verringerten Herstellungskosten führt.

[0057] Weiterhin ermöglichen die Anschlüsse der Temperaturmesswiderstände **5**, zusätzlich zu den Wärmeerzeugungswiderständen **4**, an die Attrappenmuster **7**, dass die gesamten Dünnfilmsensorabschnitte **23**, die jeweils einen Wärmeerzeugungswiderstand **4**, einen Temperaturmesswiderstand **5** und Leitungsmuster **6** aufweisen, in Bezug auf die Abdeckung in Wasser **17** untersucht werden können. Dies führt zu einer verbesserten Verlässlichkeit.

[0058] Die Attrappenmuster **7** sind mit den Leitungsmustern **6** in der Nähe der Elektroden **8** verbunden. Die Flussmesselemente **12** werden in einen Flusssensor eingebaut, nachdem sie im Schritt S5 getrennt und mit einem Schutzfilm abgedeckt wurden. Da die Elektroden **8** und deren Umgebung durch diesen Schutzfilm abgedeckt sind, werden die abgetrennten Enden der geschnittenen Attrappenmuster **7** niemals einem Fluid wie beispielsweise Wasser innerhalb der Flussmesselemente **12** beim Einsatz als Flusssensor ausgesetzt. Die Verbindung der Attrappenmuster **7** mit den Leitungsmustern **6** beispielsweise in der Nähe der Elektroden **8**, die nicht einem Fluid im tatsächlichen Gebrauch ausgesetzt sind, kann eine Beeinträchtigung infolge von Korrosion und dergleichen verhindern, wodurch die Verlässlichkeit verbessert wird.

[0059] Weiterhin werden im Schritt S1 die Attrappenmuster **7** und die Dünnfilmsensorabschnitte **23**, die jeweils einen Wärmeerzeugungswiderstand **4**, einen Temperaturmesswiderstand **5** und Leitungsmuster **6** aufweisen, gleichzeitig hergestellt. Dies verringert die Anzahl an Verfahrensschritten und daher die Herstellungskosten.

[0060] Zwar wird bei der vorstehenden Beschreibung die Untersuchung der Abdeckung des Schutzfilms **3** im Schritt S4 nach der Stromversorgung im Schritt **3** durchgeführt, jedoch muss dies nicht notwendigerweise nach der Stromversorgung erfolgen, sondern kann zu jedem Zeitpunkt nach der Ausbildung der Elektrode **9a–9d** erfolgen.

Zweite bevorzugte Ausführungsform

[0061] Bei dem Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmeselementen gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform wurde die Untersuchung in Bezug auf Fehlstellen bei der Abdeckung mittels Stromzufuhr durchgeführt, während das Substrat **1** in das Wasser **17** eingetaucht war, und erfolgte eine Überprüfung der Elektrolyse des Wassers **17**. Anstatt das Substrat **1** in das Wasser **17** einzutauchen, kann alternativ auch ein leitfähiger Film auf dem Schutzfilm **3** hergestellt werden, und zur Untersuchung in Bezug auf Fehlstellen der Abdeckung verwendet werden.

[0062] [Fig. 10](#) ist eine Querschnittsansicht von Flussmeselementen gemäß einer zweiten, bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

[0063] Unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) werden Einzelheiten der Verfahrensschritte zur Herstellung von Flussmeselementen gemäß der vorliegenden, bevorzugten Ausführungsform beschrieben.

[0064] Zuerst wird, wie im Schritt S1 der ersten, bevorzugten Ausführungsform, das Substrat **1** aus scheibenförmigem Silizium mit einer Kristallorientierung (**100**) bereitgestellt, und wird der thermische Oxidfilm **13** über der gesamten rückwärtigen Oberfläche **1b** des Substrats **1** ausgebildet. Hierbei weist das Substrat **1** eine Dicke von beispielsweise annähernd 400 µm auf, und weist der thermische Oxidfilm **13** eine Dicke von beispielsweise etwa 0,5 µm auf. Unter Verwendung von Verfahren wie beispielsweise Sputtern oder CVD wird dann ein Film aus Siliziumnitrid über der gesamten Oberfläche **1a** des Substrats **1** bis zu einer Dicke von annähernd 1 µm abgelagert, um hierdurch den Halterungsfilm **2** auf dem Substrat **1** zu erzeugen.

[0065] Dann wird, wie im Schritt S1 der ersten, bevorzugten Ausführungsform, nachdem ein Film aus Platin über der gesamten Oberfläche des Halterungsfilms **2** bis zu einer Dicke von etwa 0,2 µm abgelagert wurde, unter Verwendung von Verfahren wie beispielsweise Dampfablagerung oder Sputtern, dieser Platinfilm mit einem Muster versehen, durch Verfahren wie beispielsweise Fotolithographie und Nassätzung (oder Trockenätzung), um die Attrappenmuster **7** und die Dünnsensorsabschnitte **23** auszubilden, die jeweils einen Wärme erzeugungswiderstand **4**, einen Temperaturmesswiderstand **5**, und Leitungsmuster **6** aufweisen. Unter Verwendung von Verfahren wie beispielsweise Sputtern oder CVD wird dann ein Film aus Siliziumnitrid über der gesamten Oberfläche des Halterungsfilms **2** bis zu einer Dicke von etwa 1 µm abgelagert, um hierdurch den Schutzfilm **3** auf dem Halterungsfilm **2** herzustellen.

[0066] Dann wird unter Verwendung von Verfahren wie beispielsweise Dampfablagerung oder Sputtern

ein Film aus Platin über der gesamten Oberfläche des Halterungsfilm **2** bis zu einer Dicke von beispielsweise annähernd 0,2 µm abgelagert, um hierdurch einen leitfähigen Film **21** zu erzeugen. Das Material des leitfähigen Films **21** ist hierbei nicht auf Platin beschränkt, sondern es kann sich um jedes leitfähige Material handeln.

[0067] Dann werden Abschnitte des Schutzfilms **3** und des leitfähigen Films **21** an den Endabschnitten der Leitungsmuster **6** entfernt, durch Verfahren wie beispielsweise Fotolithographie und Nassätzung (oder Trockenätzung), zur Ausbildung der Elektroden **8**. Unter Verwendung ähnlicher Vorgehensweisen werden Abschnitte des Schutzfilms **3** und des leitfähigen Films **21** auf den Endabschnitten der Attrappenmuster **7** entfernt, um die Attrappenmuster-elektroden **9a-9d** auszubilden.

[0068] Dann wird, wie im Schritt S2 der ersten, bevorzugten Ausführungsform, ein Resist auf die gesamte Oberfläche des thermischen Oxidfilms **13** aufgebracht, der auf der rückwärtigen Oberfläche **1b** des Substrats **1** vorgesehen ist, und werden Ätzlöcher in dem Resist durch Fotolithographieverfahren und dergleichen ausgebildet. Danach wird beispielsweise eine alkalische Ätzung zum Entfernen von Teilen des Substrats **1** von der Seite der rückwärtigen Oberfläche **1b** zum Halterungsfilm **2** hin verwendet, um hierdurch die Membranen **11** auszubilden, und dann wird das Resist entfernt. Wie im Schritt S2 der ersten, bevorzugten Ausführungsform sind Beispiele für die Ätzmittel, die bei der voranstehenden alkalischen Ätzung eingesetzt werden, KOH, Tetraethylammoniumhydroxid (TMAH), und NaOH.

[0069] Dann werden, wie im Schritt S3 der ersten, bevorzugten Ausführungsform, leitfähige Stifte **15** in Kontakt mit den Attrappenmuster-elektroden **9a-9d** versetzt, die auf der Oberfläche des Substrats **1** vorgesehen sind, und wird eine vorbestimmte Spannung (oder ein vorbestimmter Strom) zwischen der Attrappenmuster-elektrode **9a** und jeder der Attrappenmuster-elektrode **9b-9d** angelegt, wodurch die Wärme erzeugungswiderstände **4** zur Wärme erzeugung veranlasst werden. Die Stromversorgung wird fortgesetzt, bis keine Schwankungen der Widerstandswerte der Wärme erzeugungswiderstände **4** mehr auftreten. Alternativ kann die Stromzufuhr in einer Hochtemperaturatmosphäre erfolgen.

[0070] Dann wird eine Untersuchung nach Fehlstellen der Abdeckung des Schutzfilms **3** unter Verwendung von Untersuchungseinrichtungen durchgeführt, wie sie in [Fig. 11](#) dargestellt sind.

[0071] Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, wird ein Stift **15**, der an den Negativpol der Stromversorgung **14** angeschlossen ist, in Kontakt mit dem leitfähigen Film **21** gebracht, und wird gleichzeitig ein Stift **15**, der über den

Leitungsmonitor **18** mit dem Positivpol der Stromversorgung **14** verbunden ist, in Kontakt mit der Attrappenmusterelektrode **9a** gebracht. Während eine vorbestimmte Spannung (oder ein vorbestimmter Strom) an die Attrappenmusterelektrode **9a** angelegt wird, überprüft der Leitungsmonitor **18** das Auftreten eines Durchgangs infolge von Fehlstellen der Abdeckung, was die Untersuchung der Abdeckung des Schutzfilms **3** ermöglicht. Wenn beispielsweise leitfähiges Fremdkörpermaterial **22** zwischen dem Dünnsensorsabschnitt **23** und dem leitfähigen Film **21** vorhanden ist, wie dies in [Fig. 11](#) gezeigt ist, so erfasst der Leitungsmonitor **18** den Durchgang über das Fremdkörpermaterial **22**, was die Untersuchung der Abdeckung des Schutzfilms **3** ermöglicht.

[0072] Dann wird, wie im Schritt S5 der ersten, bevorzugten Ausführungsform, das Substrat **1** unterteilt, unter Verwendung beispielsweise der Substratsäge **20**. Hierdurch werden die Flussmesselemente **12** voneinander getrennt, und gleichzeitig werden die Attrappenmuster **7**, welche für die Parallelschaltung der Wärmeerzeugungswiderstände **4** sorgen, und die Attrappenmuster **7**, welche für die Verbindung der Temperaturmesswiderstände **5** sorgen, abgeschnitten. Daher werden die mehreren Flussmesselemente **12** freigegeben, und elektrisch voneinander getrennt.

[0073] Bei dem Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmesselementen gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform ermöglicht daher die Verwendung des leitfähigen Films **21**, der auf dem Schutzfilm **3** vorgesehen ist, die Untersuchung nach Fehlstellen in der Abdeckung, ohne das Substrat **1** in das Wasser **17** einzutauchen. Daher kann die Untersuchung mit einfachen Einrichtungen und in einer Umgebungsumgebung durchgeführt werden. Dies führt, zusätzlich zu den Auswirkungen der ersten, bevorzugten Ausführungsform, zu der Auswirkung einer noch besseren Handhabbarkeit. Weiterhin führt das Ausschalten des Erfordernisses eines Schrittes zum Trocknen des Substrats **1** dazu, dass die Herstellungskosten noch weiter verringert werden, zusätzlich zu den Auswirkungen der ersten, bevorzugten Ausführungsform.

[0074] Da der voranstehend erwähnte, leitfähige Film **21** häufig ein hohes Wärmeleitvermögen aufweisen kann, ist es möglich, dass im tatsächlichen Einsatz der Flussmesselemente **12**, die in einen Flussensor eingebaut sind, erhöhte Wärmeleitungsverluste der Wärmeerzeugungswiderstände **4** zu einer verringerten Flussmeseempfindlichkeit führen. Aus diesem Grund kann der leitfähige Film **21** nach der Untersuchung der Abdeckung entfernt werden.

[0075] Zwar wird bei der voranstehenden Beschreibung die Untersuchung der Abdeckung des Schutzfilms **3** nach der Stromversorgung durchgeführt, jedoch muss sie nicht notwendigerweise nach der Stromversorgung durchgeführt werden, sondern

kann zu jedem Zeitpunkt nach der Ausbildung der Elektroden **9a–9d** durchgeführt werden. Sie kann auch durchgeführt werden, nachdem die einzelnen Wärmemesselemente getrennt wurden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Wärme-Flussmesselementen (**12**), die jeweils einen isolierenden Halterungsfilm (**2**) aufweisen, der auf einem Substrat (**1**) vorgesehen ist, sowie eine Membran (**11**), die durch teilweises Entfernen des Substrats (**1**) ausgebildet wird, mit folgenden Schritten:

(a) Erzeugung mehrerer Flusssensormuster (**23**) auf dem Halterungsfilm (**2**), welche aus einem Wärmewiderstandsfilm bestehen, und jeweils einen Wärmeeerzeugungswiderstand (**4**) und einen Temperaturmesswiderstand (**5**) aufweisen;

(b) Erzeugen eines Attrappenmusters (**7**) auf dem Halterungsfilm (**2**), das aus dem Wärmewiderstandsfilm ausgebildet wird, und welches elektrische Verbindungen der mehreren Flusssensormuster (**23**) zur Verfügung stellt;

(b1) Ausbilden eines Schutzfilms (**3**) auf den Flusssensormustern (**23**) und dem Attrappenmuster (**7**);

(c) Durchführung einer Bearbeitung zum Erzeugen von Wärme durch Anlegen von Spannung an die Wärmeerzeugungswiderstände (**4**) unter Verwendung des Attrappenmusters (**7**), bis keine Schwankungen der Widerstandswerte der Wärmeerzeugungswiderstände (**4**) mehr auftreten, und Durchführung einer Untersuchung in Bezug auf Fehlstellen des Schutzfilms durch Anlegen von Spannung zwischen den Flusssensormustern und einer in Wasser eingetauchten Elektrode (**19**) unter Verwendung des Attrappenmusters (**7**), wobei die Flusssensormuster (**23**) in das Wasser eingetaucht sind, und nach Luftblasen überprüft wird; und

(d) einzelnes Auftrennen der mehreren Flusssensormuster (**23**), damit sie aus der Verbindung durch das Attrappenmuster (**7**) gelöst werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch:

Ausbildung einer Attrappenmusterelektrode (**9a–9d**) zur elektrischen Verbindung des Attrappenmusters (**7**) mit dem Äußeren.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schritt (b) das Attrappenmuster (**7**) so ausgebildet wird, dass elektrisch die Wärmeerzeugungswiderstände (**4**) benachbarter Flusssensormuster (**23**) parallel geschaltet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3, gekennzeichnet durch:

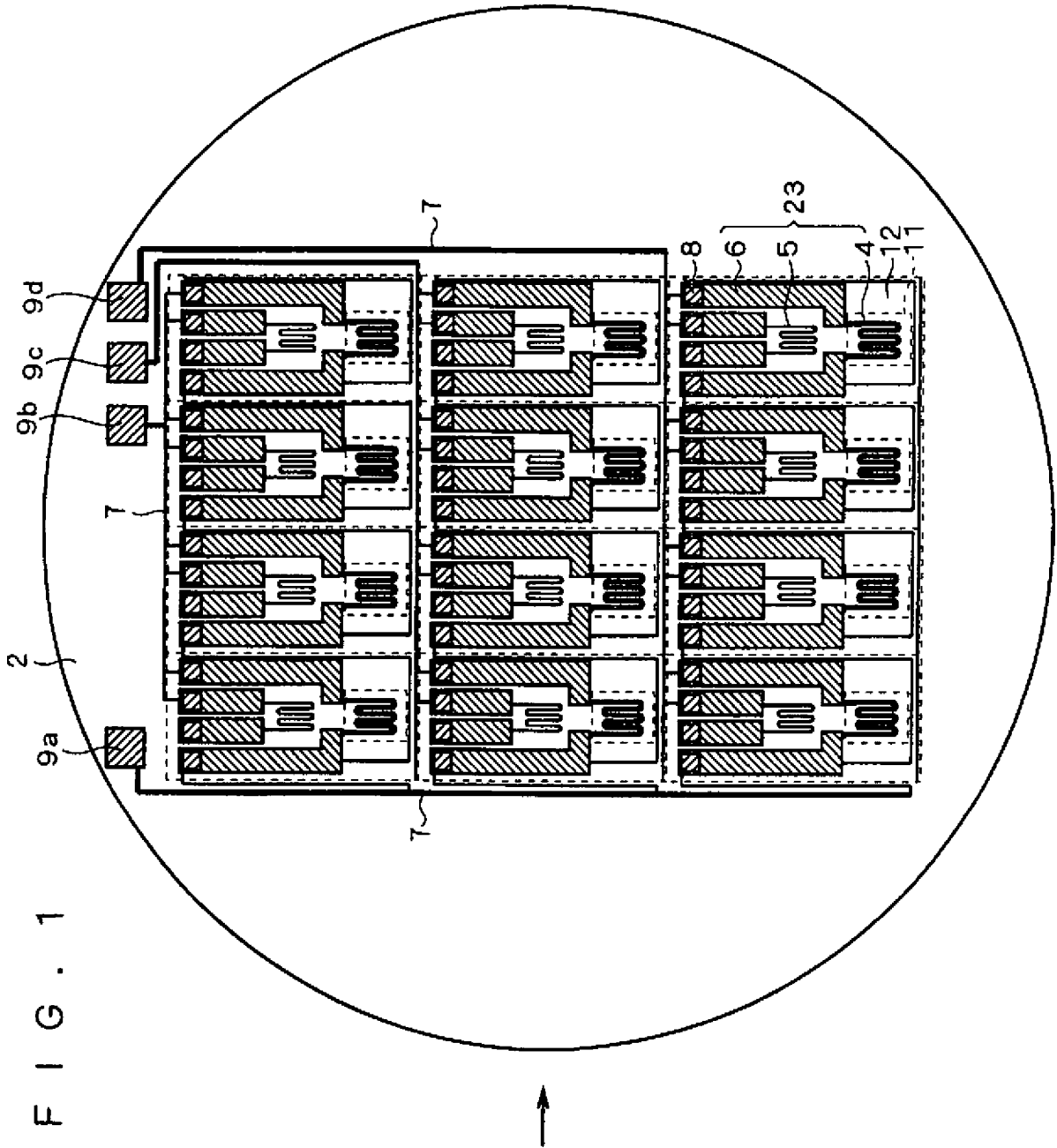
Abdecken, nach dem Schritt (d), abgetrennter Enden des Attrappenmusters (**7**) mit einem Schutzfilm.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schritt (b) das Attrappenmuster (7) so ausgebildet wird, dass elektrisch die Temperaturmesswiderstände (5) benachbarter Flusssensormuster (23) verbunden werden.

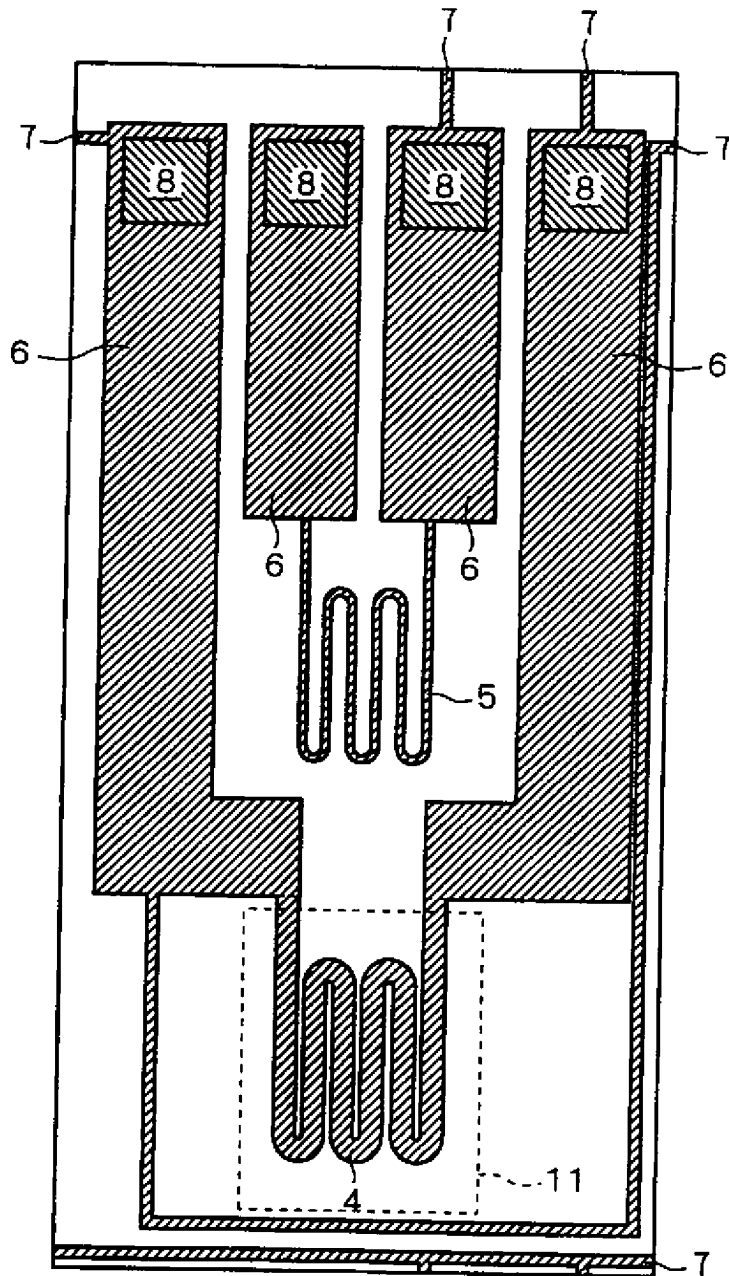
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte (a) und (b) in einem einzigen Schritt ausgeführt werden.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

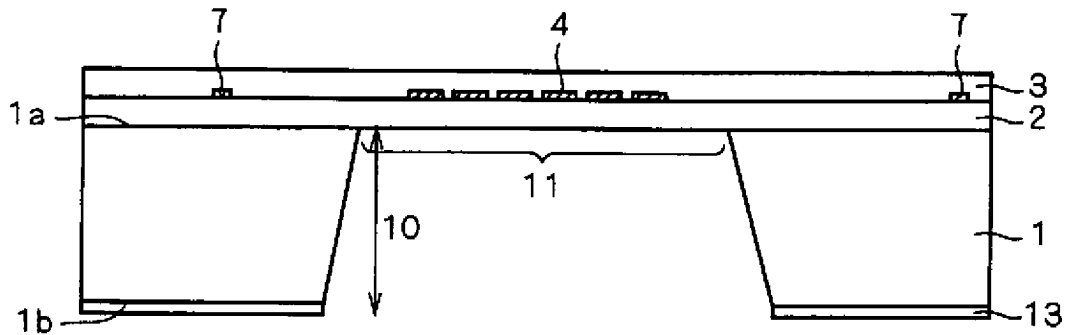


F I G . 2



12

F I G . 3



F I G . 4

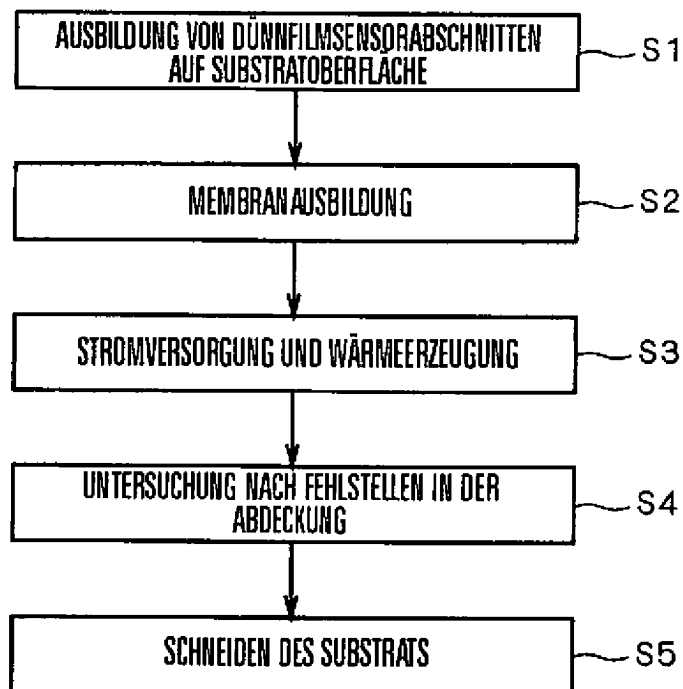


FIG. 5 A

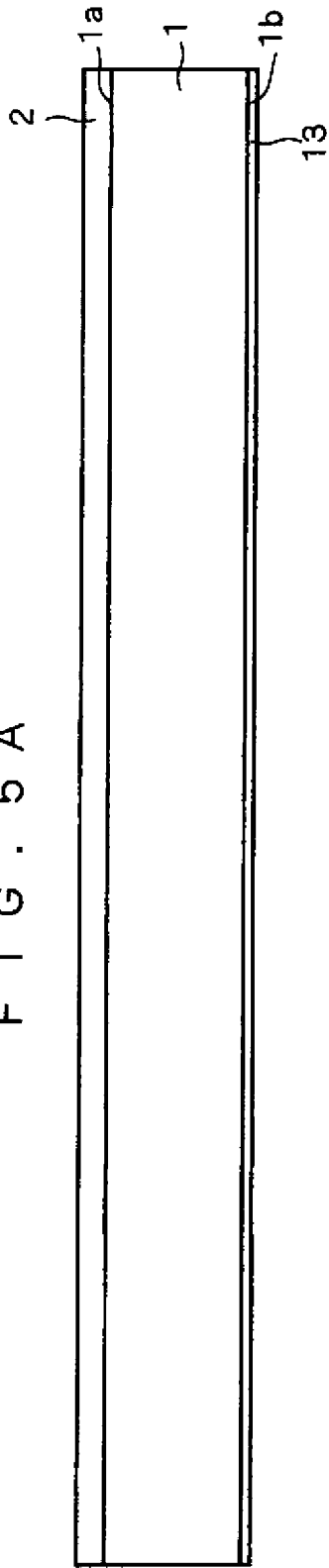


FIG. 5 B

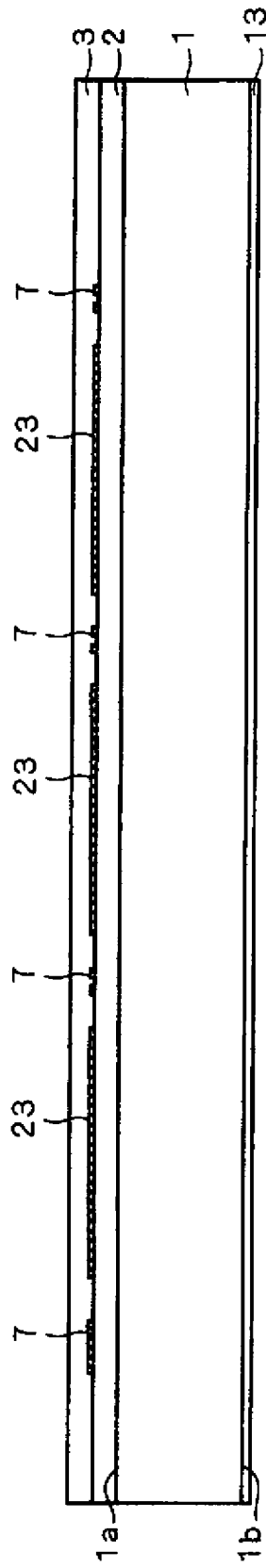


FIG. 5 C

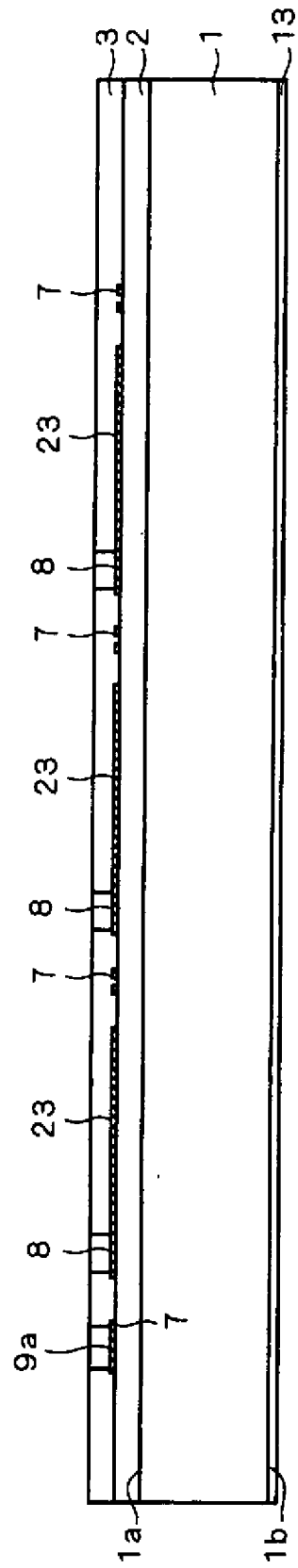


FIG. 6

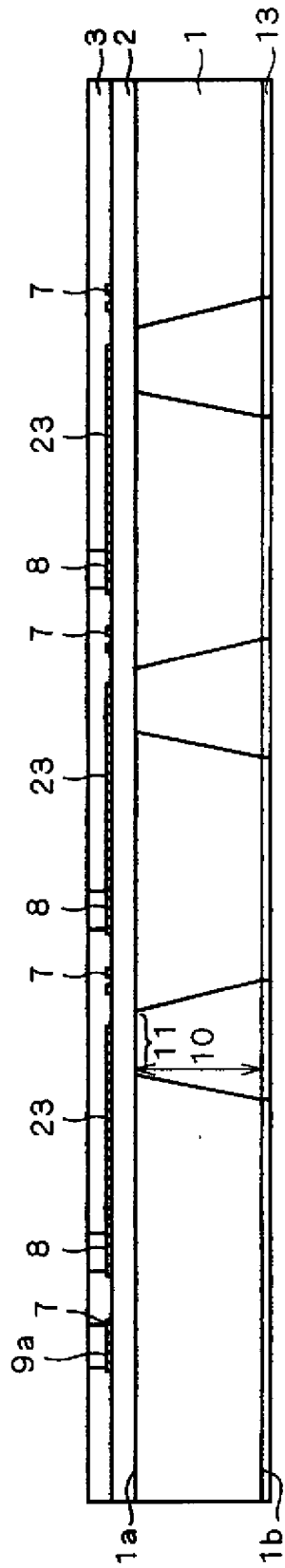


FIG. 7

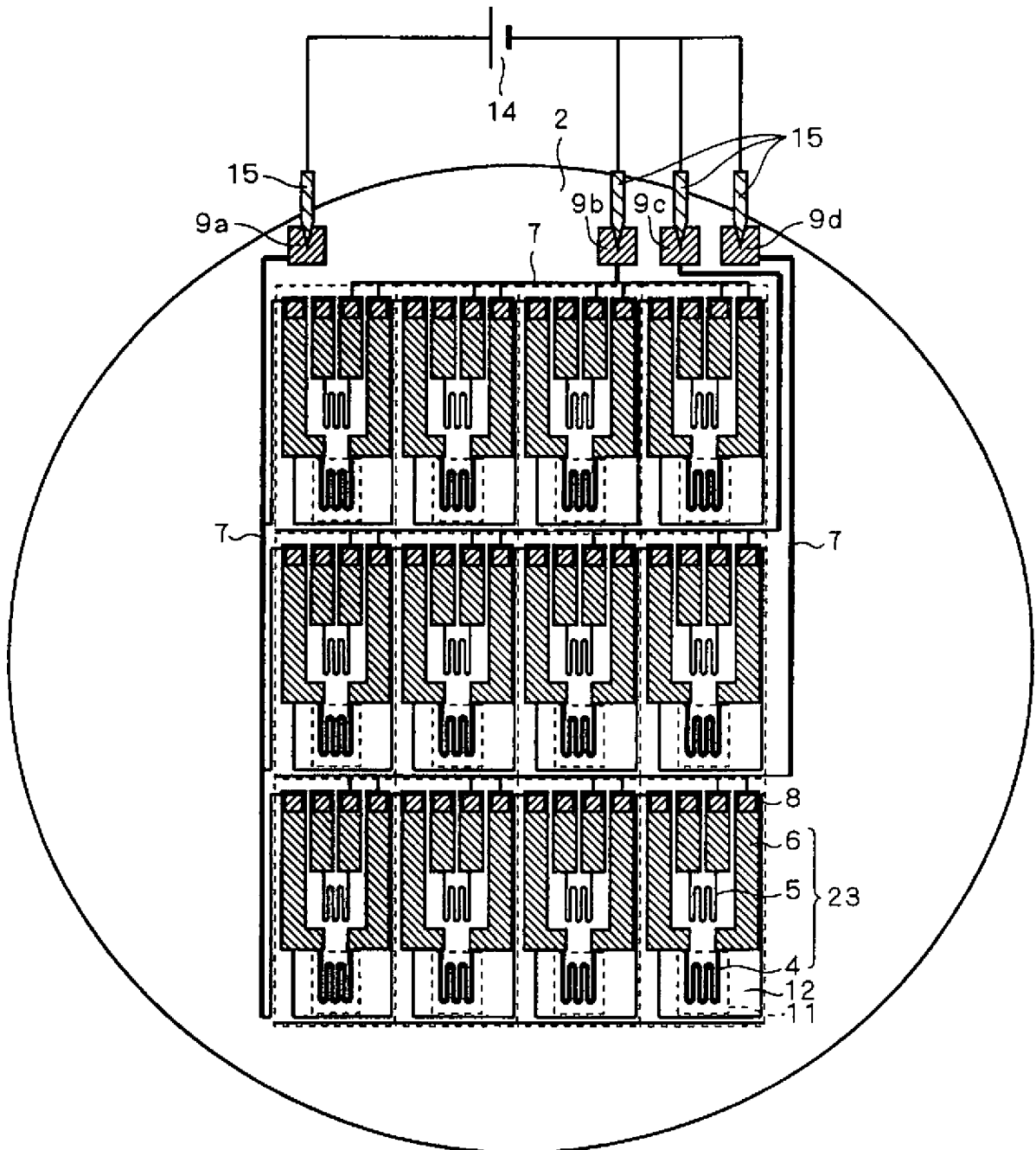
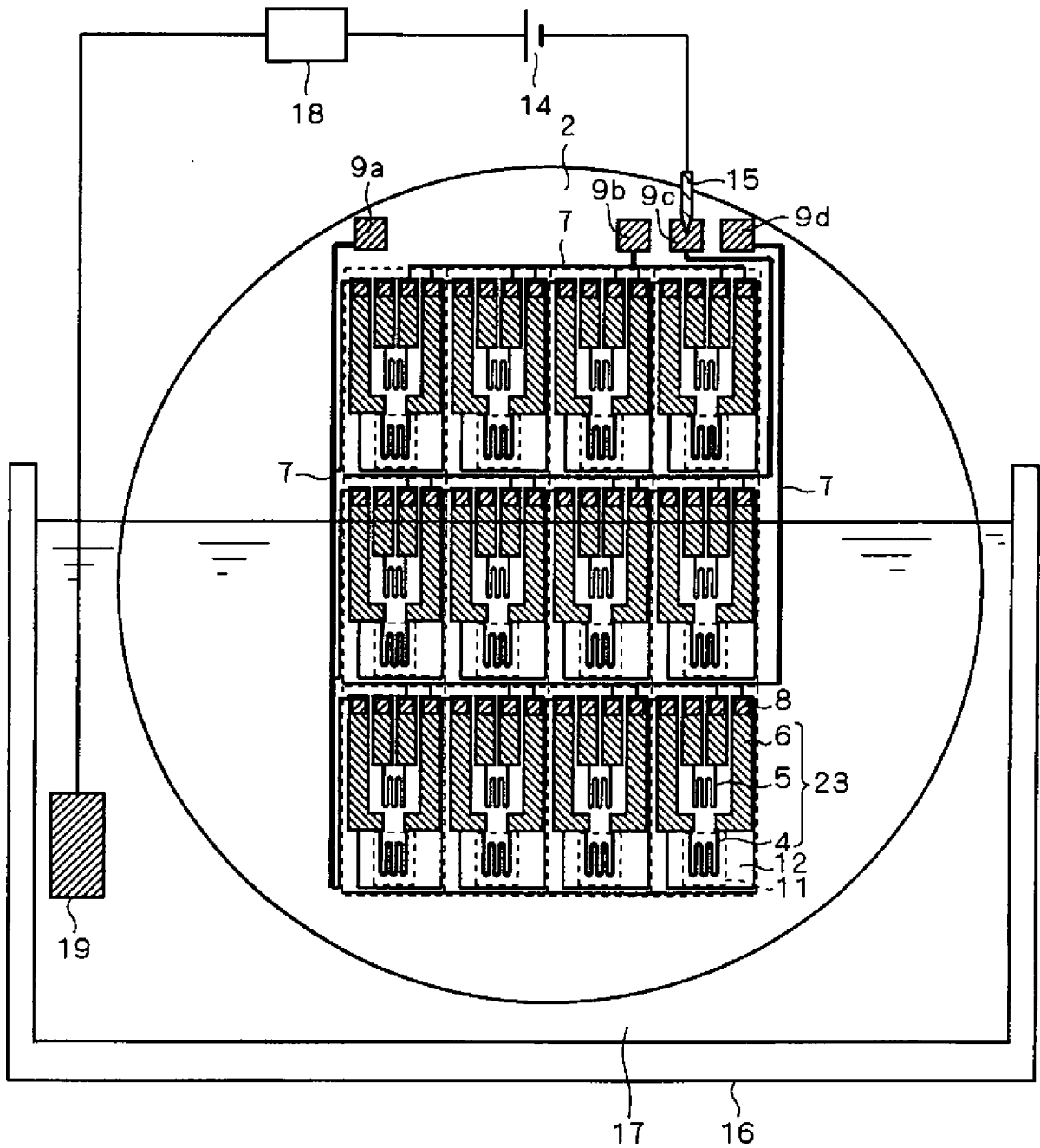


FIG. 8



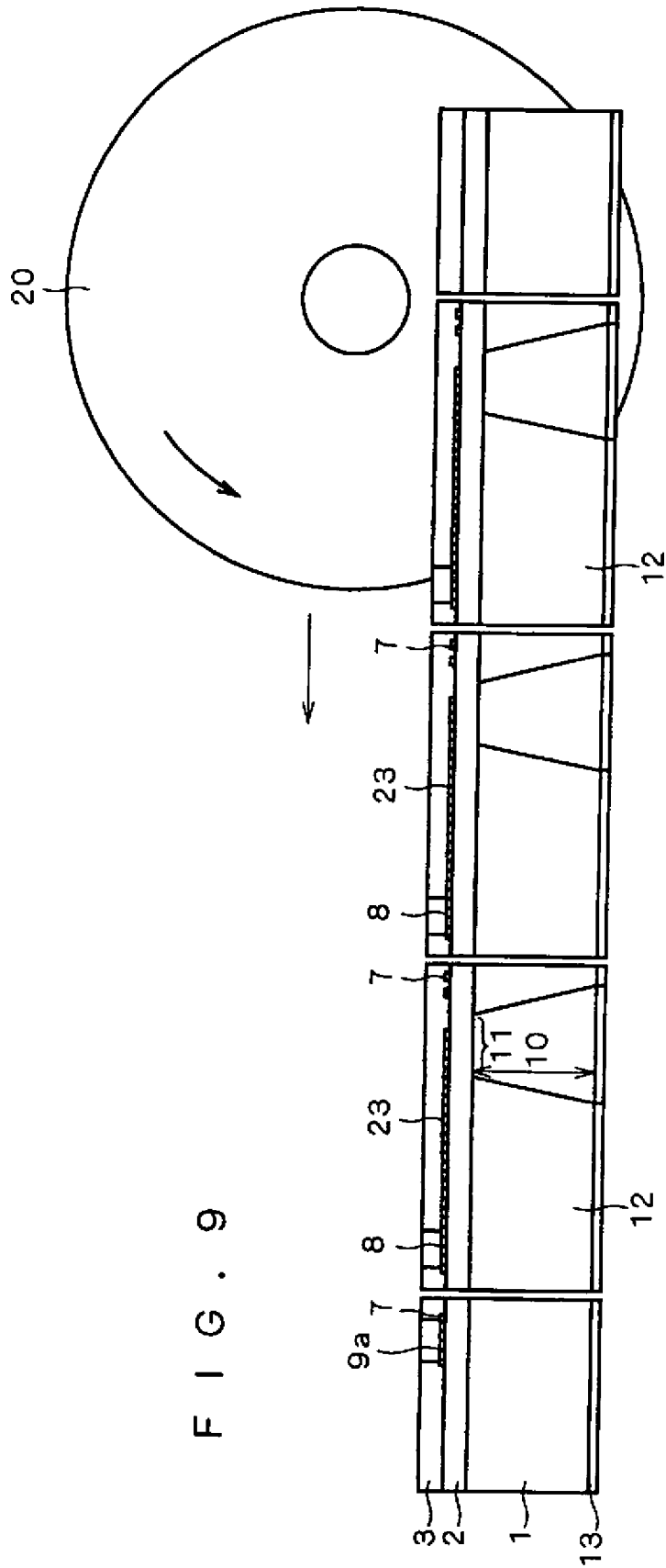


FIG. 9

FIG. 11

