



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 30 476 B4 2007.07.05**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 30 476.5**
 (22) Anmeldetag: **08.07.1998**
 (43) Offenlegungstag: **04.02.1999**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **05.07.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B81B 3/00 (2006.01)**
B81C 1/00 (2006.01)
H01L 23/50 (2006.01)
G01P 15/08 (2006.01)
B81B 7/00 (2006.01)
G01P 15/00 (2006.01)

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. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
08/903,087 30.07.1997 US

(73) Patentinhaber:
Freescale Semiconductor, Inc., Austin, Tex., US

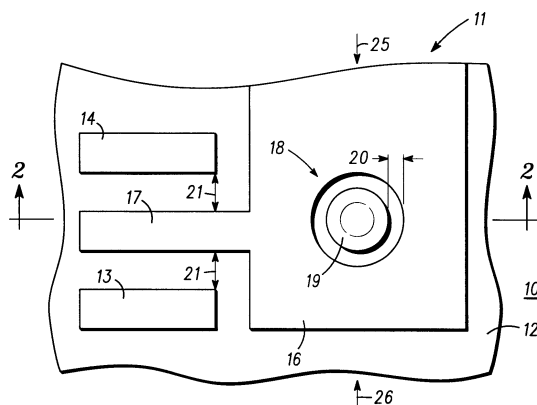
(74) Vertreter:
SCHUMACHER & WILLSAU,
Patentanwaltssozietät, 80335 München

(72) Erfinder:
Gutteridge, Ronald J., Paradise Valley, Ariz., US;
Koury jun., Daniel N., Mesa, Ariz., US; Koch, Daniel
J., Mesa, Ariz., US; Hammond, Jonathon H.,
Scottsdale, Ariz., US

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
US 55 42 295 A
US 51 81 156 A
US 48 82 933 A

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung insbesondere Sensor**

(57) Hauptanspruch: Halbleitervorrichtung (10) mit:
 einem Substrat (12) mit einer Oberfläche (35);
 einer beweglichen Platte (16), welche über dem Substrat
 (12) liegt, wobei die bewegliche Platte (16) eine Öffnung
 (18) aufweist, und
 einem Bewegungsstopper (19), welcher das Substrat (12)
 kontaktiert und durch zumindest einen Bereich der Öffnung
 (18) in der beweglichen Platte (16) läuft,
 dadurch gekennzeichnet, dass die bewegliche Platte (16)
 in jede Richtung in einer Ebene beweglich ist, die im We-
 sentlichen parallel zu der Oberfläche (35) des Substrats
 (12) ist, und der Bewegungsstopper (19) die Bewegung der
 beweglichen Platte (16) in der Ebene begrenzt, die im We-
 sentlichen parallel zu der Oberfläche (35) des Substrats
 (12) ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen Halbleitervorrichtungen, und insbesondere Sensorvorrichtungen mit einer beweglichen Struktur.

[0002] Übliche Beschleunigungssensoren enthalten typischerweise eine Masse, welche sich ansprechend auf das Anlegen einer externen Beschleunigung bewegt. Die Bewegung wird dann umgewandelt in eine elektrische Antwort, so dass die Größe der Beschleunigung bestimmt werden kann. Ein Problem bei solchen Strukturen besteht darin, dass die bewegliche Masse beschädigt werden kann, falls eine zu starke Beschleunigung angelegt wird.

[0003] Puffer entlang des äußeren Umfangs der beweglichen Masse sind ein Verfahren zur Veränderung einer Beschädigung, welche auftreten kann, falls sich die bewegliche Masse zu weit bewegt. Jedoch sind Puffer insofern nicht ideal, als dass sie eine signifikante Menge an Oberflächenbereich in dem Sensor verbrauchen, und sie nur die Bewegung entlang einer von zwei orthogonalen Achsen stoppen können.

[0004] Aus der Druckschrift US 5 181 156 A ist eine Halbleitervorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Sensor gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 5 bekannt. Die bewegliche Platte dieser Druckschrift ist senkrecht zur oberen Ebene eines darunterliegenden Substrates, also nur in eine Richtung, beweglich. Ferner ist in dieser Druckschrift ein Bewegungsstopper beschrieben, der die Bewegung des Substrates in einer Vertikalrichtung begrenzt.

[0005] Dementsprechend besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine flexibel einsetzbare Halbleitervorrichtung zu schaffen, deren Sensitivität gegenüber dem Stand der Technik verbessert sein soll.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Halbleitervorrichtung, wie sie im Anspruch 1 definiert ist, und einen Sensor nach Anspruch 5 gelöst.

[0007] Dabei besteht der Vorteil der Erfindung darin, dass die erfindungsgemäße Halbleitervorrichtung und der Sensor empfindlicher und hilfreich bei Anwendungen sind, wo eine Bewegung in mehr als einer einzigen Richtung gemessen werden soll.

[0008] Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

[0009] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert.

[0010] In den Figuren zeigen:

[0011] [Fig. 1](#) eine vergrößerte Oberansicht eines Bereichs einer Halbleitervorrichtung mit einem Sensor, der in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung gebildet ist;

[0012] [Fig. 2](#) eine vergrößerte Querschnittsansicht der Halbleitervorrichtung; und

[0013] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Oberansicht eines Sensors zum Illustrieren alternativer Ausführungsformen der Bildung eines Bewegungsstoppers in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung.

[0014] Man wird erkennen, dass aus Gründen der Einfachheit und Klarheit der Illustration die in den Figuren illustrierten Elemente nicht notwendigerweise skaliert sind. Beispielsweise sind die Dimensionen von einigen der Elemente relativ zu anderen Elementen aus Klarheitsgründen übertrieben. Weiterhin wurden, wo es als geeignet erschien, die Bezugszeichen in den Figuren wiederholt, um entsprechende oder analoge Elemente zu bezeichnen.

[0015] [Fig. 1](#) ist eine vergrößerte Oberansicht eines Bereichs einer Halbleitervorrichtung **10**, welche in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung gebildet ist. Insbesondere illustriert [Fig. 1](#) einen Bereich eines Sensors oder Sensorelements **11** der Halbleitervorrichtung **10**. Man sollte verstehen, dass die Halbleitervorrichtung **10** eine integrierte Schaltung, ein Mikroprozessor, ein Mikrocontroller oder dergleichen sein kann. Zusätzlich kann die Halbleitervorrichtung **10** eine diskrete Sensorvorrichtung, wie z.B. ein Beschleunigungsmesser, ein chemischer Sensor, ein Mikroaktuator oder ein Mikroventil sein.

[0016] Bei dem in [Fig. 1](#) illustrierten Beispiel ist das Sensorelement **11** ein Beschleunigungsmesser, welcher in der Lage ist, die Größe und Richtung einer externen Beschleunigung zu messen. Jedoch sollte man verstehen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf Anwendungen begrenzt ist, die oben aufgezählt sind, denn die vorliegende Erfindung kann bei einer beliebigen Sensorvorrichtung verwendet werden, welche ein bewegliches Element aufweist.

[0017] Das Sensorelement **11** enthält eine bewegliche Platte oder eine Platte **16**, welche über einem Substrat **12** unter Verwendung einer üblichen Einrichtung, die im Stand der Technik bekannt ist (nicht gezeigt), aufgehängt ist. Die Platte **16** definiert eine Ebene, welche im Wesentlichen parallel zur Oberfläche des Substrats **12** verläuft, und die Platte **16** bewegt sich innerhalb dieser Ebene, wenn eine externe Beschleunigung an die Halbleitervorrichtung **10** angelegt ist. Natürlich hängt die tatsächliche Bewegung der Platte **16** innerhalb dieser Ebene von der Größe und der Richtung der an die Halbleitervorrichtung **10**

angelegten Kraft ab, so dass die Bewegung der Platte **16** nicht exakt parallel zur Oberfläche des Substrats **12** verlaufen kann.

[0018] Das Sensorelement **11** enthält ebenfalls einen Finger **17**, welcher an der Platte **16** angebracht ist, und Finger **13** bis **14**, welche an dem Substrat **12** angebracht oder dadurch gehalten sind. Das Sensorelement **11** ist derart gebildet, dass, wenn keine externe Beschleunigung an die Platte **16** angelegt ist (d.h. die Platte **16** stationär in ihrer neutralen Position ist), der Finger **17** von den Fingern **13** bis **14** um einen vorbestimmten Abstand, der in [Fig. 1](#) mit Pfeilen **21** bezeichnet ist, separiert ist. Der Finger **17** ist kapazitiv mit den Fingern **13** bis **14** verbunden und wird zum Bereitstellen eines elektrischen Signals verwendet, wenn sich die Platte **16** als Resultat des Anlegens einer externen Beschleunigung bewegt.

[0019] Wenn beispielsweise eine externe Beschleunigung an die Halbleitervorrichtung **10** in der mit einem Pfeil **26** bezeichneten Richtung angelegt wird, bewegt sich die Platte **16** in der mit einem Pfeil **25** bezeichneten Richtung relativ zu den Fingern **13** bis **14**. Dies wiederum bewirkt, dass sich der Finger **17** zu dem Finger **13** hin und von dem Finger **14** weg bewegt. Falls die externe Beschleunigung, welche angelegt ist, zu groß ist, kann der Finger **17** den gesamten Abstand zwischen dem Finger **17** und dem Finger **13** (Pfeil **21**) laufen und mit dem Finger **13** kollidieren. Dies kann eine strukturelle Beschädigung verursachen, welche das Sensorelement **11** und somit die Halbleitervorrichtung **10** vollständig betriebsunfähig machen könnte. Sogar falls eine permanente Beschädigung nicht auftreten würde, könnte der Kontakt zwischen dem Finger **17** und dem Finger **13** Partikel erzeugen, welche die Empfindlichkeit und die Funktionstüchtigkeit des Sensorelements **11** ändern könnten.

[0020] Um zu verhindern, dass der Finger **17** die Finger **13** oder **14** kontaktiert, ist ein Bewegungsstopper bzw. Bewegungsanschlag **19** derart gebildet, dass er zumindest teilweise durch eine Öffnung **18** in der Platte **16** läuft. Bei der bevorzugten Ausführungsform, wie sie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, sind sowohl die Öffnung **18** in der Platte **16** als auch der Rand des Bewegungsstoppers **19** kreisförmig. Der Rand des Bewegungsstoppers **19** ist von dem Rand der Öffnung **18**, welcher durch einen Pfeil **20** angezeigt ist, separiert, um einen maximalen Bewegungsstopperabstand vorzusehen. Beispielsweise kann der Bewegungsstopper **19** von dem Rand der Öffnung **18** in der Platte **16** um einen Abstand von weniger als 100 Mikrometer separiert sein. Zusätzlich könnte dies einen temporären elektrischen Kurzschluss erzeugen, welcher mit der kapazitiven Kopplung dieser Elemente interferieren würde.

[0021] Der tatsächliche Abstand zwischen dem Be-

wegungsstopper **19** und der Platte **16** kann variieren, aber es ist beabsichtigt, dass er geringer als der Abstand zwischen dem Finger **17** und den Fingern **13** bis **14** (Pfeil **21**) ist. Dies verhindert, dass der Finger **17** entweder den Finger **13** oder **14** kontaktiert, wenn eine große externe Beschleunigung angelegt wird, da die Platte **16** den Bewegungsstopper **19** zuerst kontaktiert, was jegliche weitere Bewegung der Platte **16** verhindert. Die Bildung des Bewegungsstoppers **19** und der Öffnung **18** in der Platte **16** in einer kreisförmigen Konfiguration weist einige Vorteile auf. Zunächst hat, egal in welche Richtung sich die Platte **16** bewegt, die Platte **16** denselben maximalen Bewegungsweg, bevor sie den Bewegungsstopper **19** kontaktiert. Zweitens kontaktiert die Platte **16** den Bewegungsstopper **19**, wenn sie dies tut, an einem einzelnen Punkt. Dies minimiert die Wahrscheinlichkeit, dass die Platte **16** an dem Bewegungsstopper **19** aufgrund elektrostatischer oder interatomarer Kräfte anhaftet und reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass Partikel beim Kontakt erzeugt werden. Schließlich ermöglicht die kreisförmige Konfiguration, dass der Bewegungsstopper **19** in einer omnidirektionalen Art und Weise arbeitet. Mit anderen Worten kann der Bewegungsstopper die Bewegung der Platte **16** stoppen, wobei gleichgültig ist, in welche Richtung sich die Platte **16** bewegt.

[0022] Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) ist ein Verfahren zum Bilden des Sensorelements **11** vorgesehen. [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht des Sensorelements **11**, aufgenommen entlang der Schnittlinien 2-2, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Zu Beginn wird eine Schicht aus Material (nicht gezeigt), wie z.B. Polysilizium, über einer Oberfläche **35** des Substrats **12** gebildet. Das Material wird dann strukturiert, um eine Basis **30** vorzusehen, welche als ein unterer Bereich für den Bewegungsstopper **19** dient. Eine Opferschicht **32** wird dann über der Basis **30** und der Oberfläche **35** des Substrats **12** gebildet. Die Opferschicht **32** kann eine Schicht aus dotiertem Siliziumdioxid oder Phosphorsilikat-Siliziumglas (PSG) sein, welche unter Verwendung üblicher Techniken abgetrennt wird. Eine Öffnung wird dann in der Opferschicht **32** gebildet, um einen Bereich der Basis **30**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, freizulegen.

[0023] Eine Schicht aus Material, wie z.B. einkristallem Silizium, Polysilizium, amorphem Silizium, Metall, Metallsilizid oder dergleichen wird dann gebildet und, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, strukturiert. Dieses Material wird verwendet, um den Finger **17**, die bewegliche Platte **16** und den oberen Bereich **36** des Bewegungsstoppers **19** zu bilden. Da der Bewegungsstopper und die Platte **16** aus demselben Material gebildet werden, haben sie eine Dicke, welche im Wesentlichen die gleiche für normale Variationen in den Abscheidungsprozessen ist. Somit kann der Bewegungsstopper **19** ohne irgendwelche zusätzlichen Prozessschritte gebildet werden und ohne Erhöhung

der Größe des Erfassungselements **11**, da der Bewegungsstopper **19** innerhalb des Oberflächenbereichs der Platte **16** gebildet ist. Nachdem der Bewegungsstopper **19** strukturiert ist, wird ein Nassätzprozess verwendet, um die Opferschicht **32** zu beseitigen, so dass die Platte **16** frei beweglich ist.

[0024] Bezug nehmend auf [Fig. 3](#) sind alternative Konfigurationen zum Bilden der Bewegungsstopper **51** bis **56** in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung vorgesehen. Abhängig von dem photolithographischen Prozess, der zum Strukturieren der beweglichen Platte und des Bewegungsstoppers eines Sensorelements verwendet wird, können einige alternative Formen für die Bewegungsstopper aufgrund von Beschränkungen des Herstellungsprozesses erwünscht sein. Beispielsweise können einige photolithographische Prozesse eine Minimalauflösung aufweisen, welche es schwieriger macht, wiederholt kleine kreisförmige Bilder im Vergleich zu geraden Rändern zu bilden. In diesem Fall können einige der alternativen Konfigurationen, welche in [Fig. 3](#) gezeigt sind, leichter herstellbar und somit erwünschter sein.

[0025] [Fig. 3](#) ist eine vergrößerte Oberansicht einer beweglichen Platte **50**, welche die Bewegungsstopper **51** bis **56** aufweist. Insbesondere ist der Bewegungsstopper **51** in einer quadratischen Konfiguration und der Bewegungsstopper **52** in einer oktaedrischen Konfiguration angeordnet. Die Muster zum Definieren der Bewegungsstopper **53** bis **56** umfassen eine Vielzahl von Segmenten, von denen manche gleich in der Länge sind, welche in verschiedenen kreuzförmigen Mustern angeordnet sind. Jeder der Bewegungsstopper **51** bis **56** kann der bevorzugte sein, und zwar abhängig von den Beschränkungen der kritischen Dimension (CD) der photolithographischen Prozesse und Ätzprozesse, welche verwendet werden, um die Halbleitervorrichtung in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung zu bilden. Es sollte verstanden werden, dass ein Erfassungselement derart gebildet werden kann, dass es eine Vielzahl von Bewegungsstoppern über der beweglichen Platte angeordnet aufweist, so dass eine Beschädigung durch eine Rotationsbewegung verhindert werden kann.

[0026] Jetzt sollte man verstehen, dass die vorliegende Erfindung eine Sensorstruktur und ein entsprechendes Herstellungsverfahren schafft, welche eine Beschädigung verhindern, wenn eine zu starke externe Beschleunigung auf den Sensor angewendet wird. Die Verwendung des Bewegungsstoppers in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ist zuverlässiger, omnidirektional und weniger kostenträchtig herzustellen als weitere Strukturen, welche im Stand der Technik bekannt sind. Ferner sind die erfindungsgemäße Halbleitervorrichtung und der Sensor empfindlicher und hilfreich bei Anwendungen, wo eine Bewegung in mehr als einer einzigen

Richtung gemessen werden soll.

Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung (**10**) mit:
einem Substrat (**12**) mit einer Oberfläche (**35**);
einer beweglichen Platte (**16**), welche über dem Substrat (**12**) liegt, wobei die bewegliche Platte (**16**) eine Öffnung (**18**) aufweist, und
einem Bewegungsstopper (**19**), welcher das Substrat (**12**) kontaktiert und durch zumindest einen Bereich der Öffnung (**18**) in der beweglichen Platte (**16**) läuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bewegliche Platte (**16**) in jede Richtung in einer Ebene beweglich ist, die im Wesentlichen parallel zu der Oberfläche (**35**) des Substrats (**12**) ist, und der Bewegungsstopper (**19**) die Bewegung der beweglichen Platte (**16**) in der Ebene begrenzt, die im Wesentlichen parallel zu der Oberfläche (**35**) des Substrats (**12**) ist.

2. Halbleitervorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Bewegungsstopper (**19**) aufweist:
einen ersten Bereich (**30**), welcher die Oberfläche (**35**) des Substrats (**12**) kontaktiert; und
einen zweiten Bereich (**36**), welcher über dem ersten Bereich (**30**) liegt, wobei die bewegliche Platte (**16**) aus demselben Material, wie der zweite Bereich (**36**) des Bewegungsstoppers (**19**) hergestellt ist und eine Dicke hat, die im Wesentlichen gleich der des, zweiten Abschnitts (**36**) des Bewegungsstoppers (**19**) ist.

3. Halbleitervorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, des Weiteren mit:
einem ersten Finger (**14**), welcher in der Ebene angeordnet ist, welche im Wesentlichen parallel zur Oberfläche (**35**) des Substrats (**12**) ist, und über dem Substrat (**12**) liegt; und
einem zweiten Finger (**17**), welcher an der beweglichen Platte (**16**) und in der Ebene angebracht ist, welche im Wesentlichen parallel zur Oberfläche (**35**) des Substrats (**12**) ist, wobei der erste Finger (**14**) und der zweite Finger (**17**) um einen ersten Abstand separiert sind, wenn die bewegliche Platte (**16**) stationär ist.

4. Halbleitervorrichtung (**10**) nach Anspruch 3, wobei der Bewegungsstopper (**19**) einen Rand aufweist, welcher von der beweglichen Platte (**16**) um einen zweiten Abstand getrennt ist, und wobei der erste Abstand größer als der zweite Abstand ist.

5. Sensor (**11**) mit:
einem Substrat (**12**);
einer beweglichen Platte (**16**), welche über dem Substrat (**12**) liegt, wobei die bewegliche Platte (**16**) eine Öffnung (**18**) aufweist;
einem ersten Finger (**14**), welcher mit dem Substrat (**12**) verbunden ist;
einem zweiten Finger (**17**), welcher mit der beweglichen Platte (**16**) verbunden ist, wobei der erste Fin-

ger (14) und der zweite Finger (17) um einen Abstand getrennt sind; und
einem Bewegungsstopper (19), welcher über dem Substrat (12) liegt und durch zumindest einen Bereich der Öffnung (18) in der beweglichen Platte (16) läuft,
dadurch gekennzeichnet, dass
die bewegliche Platte (16) in einer Ebene in jede Richtung beweglich ist, welche parallel zu einer oberen Oberfläche (35) des Substrats (12) ist, und
der Bewegungsstopper (19) an einem einzigen Punkt in Kontakt mit der beweglichen Platte (16) kommt, um die Wahrscheinlichkeit zu minimieren, dass die bewegliche Platte (16) und der Bewegungsstopper (19) zusammenkleben.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

FIG. 1

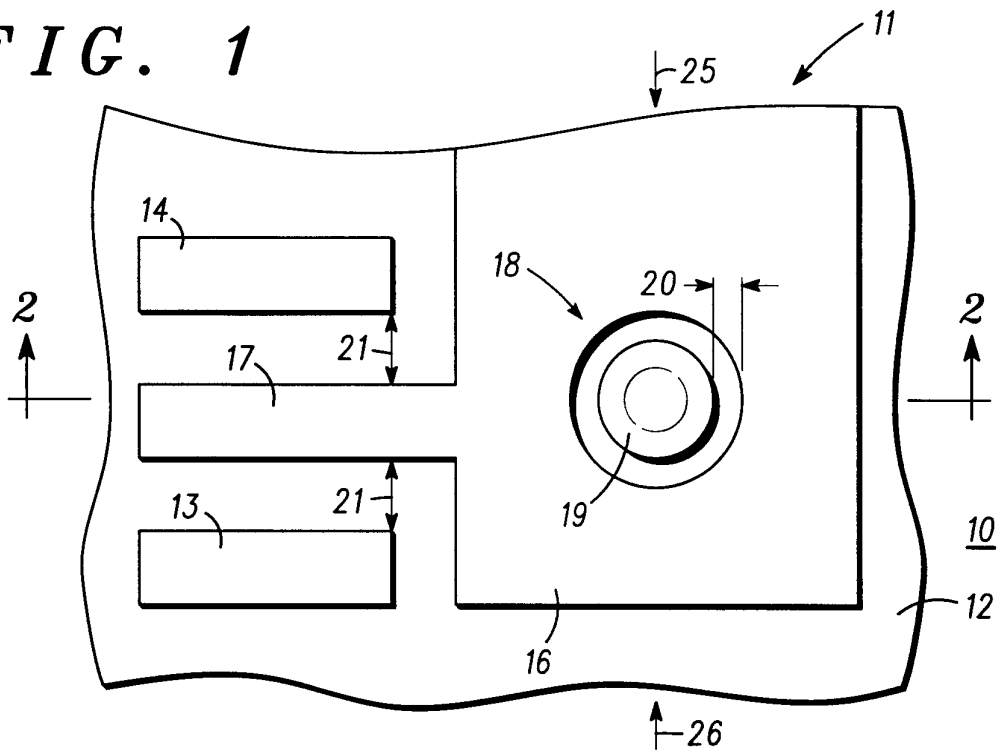


FIG. 2

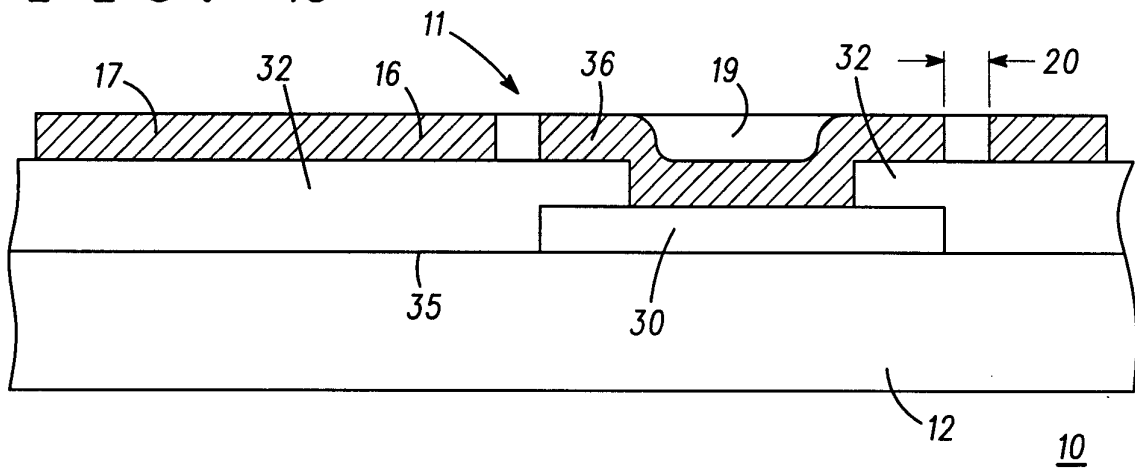


FIG. 3

