



(10) **DE 10 2018 124 709 A1** 2019.05.02

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 124 709.5**

(22) Anmeldetag: **08.10.2018**

(43) Offenlegungstag: **02.05.2019**

(51) Int Cl.: **B81B 7/02 (2006.01)**

B81B 3/00 (2006.01)

H04R 19/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
15/797,813 30.10.2017 US

(71) Anmelder:
**Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.,
Hsinchu, TW**

(74) Vertreter:
**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209
Bremen, DE**

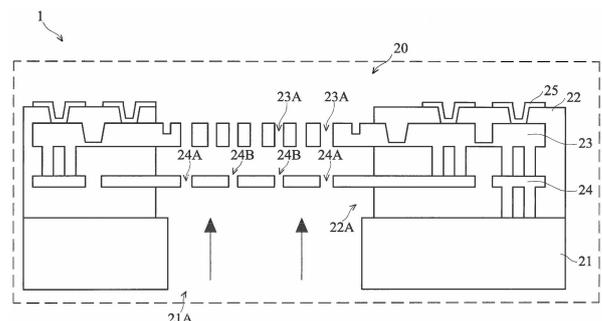
(72) Erfinder:
**Cheng, Chun-Wen, Hsinchu, TW; Kuo, Wen-
Cheng, Hsinchu, TW; Chu, Chia-Hua, Hsinchu,
TW; Tsai, Chun-Yin, Hsinchu, TW; Wu, Tzu-Heng,
Hsinchu, TW**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Integrierte Mikrofonvorrichtung und Herstellungsverfahren dafür**

(57) Zusammenfassung: Eine integrierte Mikrofonvorrichtung wird bereitgestellt. Die integrierte Mikrofonvorrichtung enthält ein Substrat, eine Platte und eine Membran. Das Substrat enthält eine Öffnung, die es Schalldruck erlaubt, hindurchzudringen. Die Platte ist an einer Seite des Substrats angeordnet. Die Membran ist zwischen dem Substrat und der Platte angeordnet und relativ zu der Platte beweglich, wenn der Schalldruck auf die Membran trifft. Die Membran enthält ein Entlüftungsventil, das einen offenen Bereich aufweist, der in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks variabel ist.



Beschreibung

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0001] Die aktuelle Tendenz geht hin zur Herstellung schlanker, kompakter, leichter Hochleistungselektronikvorrichtungen, einschließlich Mikrofonen. Ein Mikrofon wird verwendet, um Schallwellen zu empfangen und akustische Signale in elektrische Signale umzuwandeln. Mikrofone werden im täglichen Leben weithin verwendet und sind in solchen elektronischen Produkten wie Telefonen, Handys und Aufnahme stiften installiert. In einem kapazitiven Mikrofon zwingt die Variation des Schalldrucks (d. h. die örtliche Druckabweichung von dem umgebenden Atmosphärendruck, die durch die Schallwellen verursacht wird) die Membran, sich entsprechend zu verformen, und die Verformung der Membran induziert eine Kapazitätsvariation. Die Variation des Schalldrucks kann so über die Erkennung des Spannungsunterschieds, der durch die Kapazitätsvariation verursacht wird, erfasst werden.

[0002] Dies unterscheidet sich von konventionellen Elektret-Kondensermikrofonen (ECM), in denen mechanische und elektronische Elemente eines mikroelektromechanischen Systems (MEMS) unter Verwendung integrierter Schaltkreis- (IC) Technologie auf einem Halbleitermaterial betrieben werden können, um ein miniaturisiertes Mikrofon herzustellen. MEMS-Mikrofone haben Vorteile eine kompakte Größe, geringes Gewicht, sowie einen geringen Stromverbrauch, und sie sind daher zum Mainstream der miniaturisierten Mikrofone geworden. Weiterhin können MEMS-Mikrofone leicht in ein komplementäres Metalloxidhalbleiter-(CMOS) Verfahren und andere audioelektronische Vorrichtungen eingeschlossen werden.

[0003] Auch, wenn bestehende Mikrofonvorrichtungen allgemein für ihren vorgesehenen Zweck angemessen sind, sind sie nicht in allen Aspekten zufriedenstellend.

Figurenliste

[0004] Für ein vollständigeres Verständnis der vorliegenden Offenbarung und der Vorteile der vorliegenden Offenbarung, wird nun auf die folgenden Beschreibungen verwiesen, die in Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen zu verstehen sind, in denen folgendes gilt:

Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 2 ist eine Draufsicht der Entlüftungsventile, die in der Membran aus **Fig. 1** gebildet sind, nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 3 illustriert schematisch, dass die Entlüftungsventile einen offenen Bereich davon ändern oder vergrößern können, um einen hohen Schalldruck hindurchzulassen.

Fig. 4 illustriert schematisch, dass die Entlüftungsventile nach einigen Ausführungsformen nicht an den Entlüftungslöchern der Platte ausgerichtet sind.

Fig. 5A ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5B ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5C ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5D ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5E ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5F ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5G ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5H ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 5I ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 6 ist eine Draufsicht der Membran nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 7 ist ein vereinfachtes Ablaufdiagramm eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8A illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8B illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8C illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8D illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8E illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8F illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8G illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

Fig. 8H illustriert schematisch eine Zwischenstufe eines Verfahrens der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung nach einigen Ausführungsformen.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0005] Die folgende Offenbarung stellt viele verschiedene Ausführungsformen oder Beispiele zur Umsetzung verschiedener Funktionen der Erfindung bereit. Spezifische Beispiele von Bestandteilen und Anordnungen sind nachfolgend beschrieben, um die vorliegende Offenbarung zu vereinfachen. Diese sind natürlich nur Beispiele und sind nicht als einschränkend vorgesehen. Beispielsweise kann die Bildung eines ersten Merkmals oder eines zweiten Merkmals in der folgenden Beschreibung Ausführungsformen enthalten, bei denen die ersten und zweiten Merkmale in direktem Kontakt gebildet sind, und sie kann außerdem Ausführungsformen enthalten, in denen weitere Merkmale zwischen dem ersten und zweiten Merkmal gebildet werden können, sodass die ersten und zweiten Merkmale nicht in direktem Kontakt stehen müssen. Weiterhin kann die vorliegende Offenbarung Referenzziffern und/oder Buchstaben in den verschiedenen Beispielen wiederholen. Diese Wiederholung dient der Einfachheit und Klarheit und diktiert nicht für sich eine Beziehung zwischen den verschiedenen Ausführungsformen und/oder Konfigurationen, die besprochen werden. Verschiedene Merkmale können der Einfachheit und Klarheit Willen willkürlich in verschiedenen Größenordnungen gezeichnet sein.

[0006] Ferner können räumlich relative Begriffe wie „unter“, „darunter“, „unterer“, „über“, „oberer“ und ähnliches hierin für eine einfachere Beschreibung verwendet werden, um die Beziehung eines Elements oder Merkmals zu einem oder mehreren anderen Element(en) oder Merkmal(en) wie in den Figuren illustriert zu beschreiben. Die räumlich relativen Begriffe sollten zusätzlich zu der Ausrichtung, die in den Figuren dargestellt ist, verschiedene Ausrichtungen der Vorrichtung in Verwendung oder Betrieb umfassen. Die Vorrichtung kann anders ausgerichtet sein (um 90 Grad gedreht oder in anderen Ausrichtungen), und die räumlich relativen Bezeichner, die hierin verwendet werden, können ebenfalls entsprechend ausgelegt werden.

[0007] In der vorliegenden Offenbarung ist eine integrierte Mikrofonvorrichtung für die Erkennung von Schalldruck nach verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen dargestellt. Die Variationen einiger Ausführungsformen werden besprochen. Durch die verschiedenen Ansichten und illustrativen Ausführungsformen werden gleiche Referenznummern verwendet, um gleiche Elemente anzugeben.

[0008] **Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm einer integrierten Mikrofonvorrichtung **1** nach einigen Ausführungsformen. Die integrierte Mikrofonvorrichtung **1** enthält eine MEMS-Struktur **20**, die ein kapazitives Mikrofon enthält. Die integrierte Mikrofonvorrichtung **1** ist zur Erkennung des Schalldrucks konfiguriert (wie die Pfeile, die in **Fig. 1** angegeben sind). Der Schalldruck wird durch die MEMS-Struktur **20** empfangen und dann von Akustiksignalen in elektrische Signale umgewandelt. Die integrierte Mikrofonvorrichtung **1** kann ein Gehäuse enthalten, das in einer gepunkteten Linie dargestellt ist und die MEMS-Struktur **20** umschließt. Das Gehäuse kann einige Öffnungen aufweisen, um Kanäle für die Kommunikation der MEMS-Struktur **20** mit der Umgebung außerhalb des Gehäuses zu ermöglichen. Wenn auch nicht dargestellt, kann in der tatsächlichen Verwendung die integrierte Mikrofonvorrichtung **1** ferner über ein Oberflächenmontage- (SMT) Verfahren auf einer Platine eines elektronischen Produkts montiert werden.

[0009] Die MEMS-Struktur **20** enthält ein Substrat **21**, eine dielektrische Lage **22**, eine Platte **23**, eine Membran **24** und eine leitfähige Lage **25**. Es ist zu bemerken, dass die MEMS-Struktur **20** aus **Fig. 1** im Sinne der Klarheit für besseres Verständnis der erfinderischen Konzepte der vorliegenden Offenbarung vereinfacht wurde. Weitere Merkmale können in die MEMS-Struktur **20** eingeführt werden, und einige der nachfolgend beschriebenen Merkmale können in anderen Ausführungsformen der MEMS-Struktur **20** ersetzt oder eliminiert werden.

[0010] Das Substrat **21** ist zur Unterstützung der dielektrischen Lage **22**, Platte **23**, Membran **24** und leitfähigen Lage **25** auf einer Seite davon konfiguriert. Das Substrat **21** enthält eine Öffnung **21A**, die es dem Schalldruck, der durch die MEMS-Struktur **20** empfangen wird, erlaubt, durchzukommen und in die MEMS-Struktur **20** einzutreten. In einigen Ausführungsformen besteht das Substrat **21** aus Silikon oder ähnlichem.

[0011] Die dielektrische Lage **22** ist zwischen dem Substrat **21** und der Membran **24**, zwischen der Membran **24** und der Platte **23**, und zwischen der Platte **23** und der leitfähigen Lage **25** angeordnet, um eine Isolierung zwischen dem Substrat **21**, der Membran **24**, der Platte **23** und der leitfähigen Lage **25** voneinander bereitzustellen. In einigen Ausführungsformen

ist die dielektrische Lage **22** um die Platte **23** und Membran **24** herum angeordnet, sodass die Platte **23** und Membran **24** an ihren Kanten durch die dielektrischen Lage **22** geklemmt werden. In einigen Ausführungsformen enthält die dielektrische Lage **22** eine Öffnung **22A**, die der Öffnung **21A** des Substrats **21** entspricht, damit der Schalldruck durch die Platte **23** und Membran **24** gelangen und dann die MEMS-Struktur **20** verlassen kann. In einigen Ausführungsformen besteht die dielektrische Lage **22** aus Silikon oder ähnlichem.

[0012] Die Platte **23** und Membran **24** bilden ein kapazitives Mikrofon der MEMS-Struktur **20**. Die Platte **23** ist ein stationäres Element und dient als Rückplatte der MEMS-Struktur **20** (d. h. die MEMS-Struktur **20** in **Fig. 1** steht in der tatsächlichen Verwendung kopfüber und die Platte **23** befindet sich an der Rückseite). In einigen Ausführungsformen ist die Platte **23** kreisförmig, rechteckig, viereckig, dreieckig, sechseckig oder hat eine andere geeignete Form. In einigen Ausführungsformen ist die Platte **23** ausreichend steif, dass sie nicht verbogen wird oder beweglich ist, wenn der Schalldruck durch die Platte **23** dringt. In einigen Ausführungsformen hat die Platte **23** eine Dicke von etwa 0,5 µm bis etwa 2 µm. In einigen Ausführungsformen hat die Platte **23** die Form von einem Nitrid/Polysilizium/Nitridstapeln, um ihre Steifheit zu erhöhen.

[0013] In einer Ausführungsform ist die Platte **23** mit geeigneten Dotierungen dotiert, um eine bessere Leitfähigkeit zu erreichen. Beispielsweise ist die Platte **23** mit einem Dotierungsmittel vom Typ p dotiert, wie etwa mit Bor, oder einem Dotierungsmittel vom Typ n, wie etwa Phosphor.

[0014] Die Platte **23** ist ein steifes, perforiertes Element. Wie in **Fig. 1** dargestellt, enthält die Platte **23** mehrere Entlüftungslöcher **23A**, die jeweils durch die Platte **23** reichen. Die Entlüftungslöcher **23A** sind konfiguriert, den Schalldruck durchzulassen, sodass die Entlüftungslöcher **23A** der Belastung der Platte **23** widerstehen können, die durch den Schalldruck entsteht, und die Platte **23** durch den Schalldruck nicht gebogen würde. In einigen Ausführungsformen sind die Entlüftungslöcher **23A** in einem regelmäßigen Array über der Platte **23** angeordnet. In einigen Ausführungsformen weist jedes Entlüftungslöcher **23A** eine runde, viereckige, elliptische, dreieckige, sechseckige oder eine andere geeignete Form auf. In einigen Ausführungsformen ist eine Gesamtanzahl der Entlüftungslöcher **23A**, der Abstand zwischen nebeneinanderliegenden Entlüftungslöchern **23A** oder/und die Breite jedes Entlüftungslöcher **23A** vorgegeben und entworfen, sodass die Platte **23** ausreichend steif ist, um dem auf sie auftreffenden Schalldruck zu widerstehen. In einigen Ausführungsformen wird ein offener Bereich der Entlüftungslöcher **23A** über der Platte **23** gewählt, beispielsweise etwa 40 Prozent bis etwa

60 Prozent des (Oberflächen-)Bereichs der Platte **23**, um ausreichend steif zu sein, um ungewünschte Biegung der Platte **23** oder Verlust des SNR (Rauschabstand) der Vorrichtung zu verhindern.

[0015] Die Membran **24** ist gegenüber der Platte **23** angeordnet und elektrisch damit verbunden. In einigen Ausführungsformen ist die Membran **24** zwischen der Platte **23** und der Öffnung **21A** des Substrats **21** angeordnet. In einigen Ausführungsformen ist die Membran **24** in einem Abstand von etwa 1 µm bis etwa 5 µm von der Platte **23** entfernt angeordnet. In einigen Ausführungsformen ist die Membran **24** kreisförmig, rechteckig, viereckig, dreieckig, sechseckig oder hat eine andere geeignete Form. In einigen Ausführungsformen hat die Membran **24** eine Dicke von etwa 0,1 µm bis etwa 5 µm.

[0016] Die Membran **24** ist leitfähig und kapazitiv. In einigen Ausführungsformen besteht die Membran **24** aus Silikon oder ähnlichem. In einigen Ausführungsformen ist die Membran **24** mit geeigneten Dotierungen, wie Bor oder Phosphor, dotiert, um eine bessere Leitfähigkeit zu erreichen. In einigen Ausführungsformen wird die Membran **24** über eine leitfähige Lage **25**, die an der Platte **23** angeordnet ist, mit einer vorgegebenen Ladung versorgt. In einigen Ausführungsformen ist die MEMS-Struktur **20** elektrisch über mehrere leitfähige Pads der leitfähigen Lage **25** mit einer Platine eines Elektronikprodukts verbunden. In einigen Ausführungsformen umfasst die leitfähige Lage **25** Kupfer, Silber, Gold, Aluminium oder Legierungen davon.

[0017] Die Membran **24** ist ein bewegliches oder oszillierbares Element. Die Membran **24** ist relativ zu der Platte **23** auslenkbar und dient als Membran der MEMS-Struktur **20**. Die Membran **24** ist zum Erkennen des Schalldrucks konfiguriert, der durch die MEMS-Struktur **20** empfangen wird. Wenn der Schalldruck auf die Membran **24** trifft, würde die Membran **24** in Reaktion auf den Schalldruck, der auf die Membran aufgebracht wird, verschoben oder oszilliert. In einigen Ausführungsformen entspricht eine Größe und/oder Frequenz der Auslenkung der Membran **24** einem Volumen und/oder Abstand des Schalldrucks, der auf die Membran **24** aufgebracht wird.

[0018] In einigen Ausführungsformen verursacht die Auslenkung der Membran **24** relativ zu der Platte **23** eine Kapazitätsänderung zwischen der Membran **24** und Platte **23**. Die Kapazitätsänderung wird dann durch einen Schaltkreis, der mit der Platte **23** und Membran **24** verbunden ist, in ein elektrisches Signal umgewandelt. Das elektrische Signal stellt den Schalldruck dar, der auf die Membran **24** aufgebracht wird. In einigen Ausführungsformen wird das erzeugte elektrische Signal über die leitfähige Lage **25** für die weitere Verarbeitung auf eine andere Vorrichtung, ein anderes Substrat oder einen anderen Schaltkreis

übertragen. In einigen Ausführungsformen ist das Substrat **21** elektrisch über eine leitfähige Strecke gerichtet, die durch die Membran **24**, Platte **23** und die leitfähige Lage **25** gebildet ist.

[0019] In einigen Ausführungsformen enthält die Membran **24** mehrere Entlüftungslöcher **24A** über der Membran **24**, um die Belastung auf der Membran **24**, die durch den Schalldruck verursacht wird, zu entlasten. In einigen Ausführungsformen sind die Entlüftungslöcher **24A** im Wesentlichen an den Entlüftungslöchern **23A** der Platte **23** ausgerichtet, damit der Schalldruck durch die Membran **24** und Platte **23** gelangen kann. In einigen Ausführungsformen weist jedes Entlüftungslöcher **24A** eine runde, viereckige, elliptische, dreieckige, sechseckige oder eine andere geeignete Form auf. In einigen Ausführungsformen ist eine Gesamtanzahl der Entlüftungslöcher **24A**, der Abstand zwischen nebeneinanderliegenden Entlüftungslöchern **24A** oder/und die Breite jedes Entlüftungslöcher **24A** vorgegeben und entworfen, sodass die Membran **24** keine unerwünschte Biegung oder Verlust des SNR der Vorrichtung aufweist. In einigen Ausführungsformen ist eine Gesamtanzahl der Entlüftungslöcher **24A** über der Membran **24** geringer als eine Gesamtanzahl der Entlüftungslöcher **23A** über der Platte **23**. In einigen Ausführungsformen ist ein offener Bereich der Entlüftungslöcher **24A** über der Membran **24** beispielsweise als weniger als 20 Prozent des (Oberflächen-) Bereichs der Membran **24** gewählt, um die Geradheit und die Empfindlichkeit der Membran **24** zu optimieren. Die Membran **24** kann den Schalldruck genau und umgehend erkennen und kann nach der Erkennung des Schalldrucks in die anfängliche Gerade zurückgebracht werden.

[0020] Es ist zu bemerken, dass die Membran **24** leicht beschädigt werden kann, wenn ein hoher Schalldruck (beispielsweise mehr als etwa 0,2 MPa) darauf ausgeübt wird. Um Schäden an der Membran zu verhindern, kann die Steifheit der Membran **24** erhöht werden (beispielsweise durch Erhöhen der Dicke der Membran **24**), oder ein offener Bereich der Entlüftungslöcher **24A** über der Membran **24** kann vergrößert werden (beispielsweise Erhöhung der Lochgröße und/oder Anzahl der Entlüftungslöcher **24A**). Eine erhöhte Dicke oder ein größerer offener Anteil in der Membran kann sich jedoch negativ auf die Empfindlichkeit der Mikrofonvorrichtung auswirken.

[0021] Um zu verhindern, dass die Membran **24** leicht bricht, während die Leistung der integrierten Mikrofonvorrichtung **1** erhalten bleibt, verwendet die MEMS-Struktur **20**, die in **Fig. 1** dargestellt ist, Entlüftungsventile **24B** zum Ersetzen einiger Entlüftungslöcher **24A** der Membran **24**. In einigen alternativen beispielhaften Ausführungsformen werden alle Entlüftungslöcher **24A** der Membran **24** durch die Entlüftungsventile **24B** ersetzt. Die Entlüftungsventile **24B**

können einen großen offenen Bereich/Verhältnis der Membran **24** bei einem großen Schalldruck erreichen, um den Schalldruck freizugeben, und einen kleinen offenen Bereich/Verhältnis der Membran **24** bei geringem Schalldruck aufrechterhalten, um eine hohe Empfindlichkeit der Membran **24** zu erhalten.

[0022] Jedes Entlüftungsventil **24B** weist einen offenen Bereich auf, der in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks variiert werden kann, wie später illustriert wird. In einigen Ausführungsformen ist die Summe eines anfänglichen offenen Bereichs der Entlüftungsventile **24B** und eines offenen Bereichs der Entlüftungslöcher **24A** über der Membran **24**, oder eines anfänglichen offenen Bereichs der Entlüftungsventile **24B** über der Membran **24** (in einem Fall, in dem kein Entlüftungslöcher **24A** in der Membran **24** geformt ist) weniger als 20 Prozent des (Oberflächen-) Bereichs der Membran **24**, zur Optimierung der Geradheit und Empfindlichkeit der Membran **24**. In einigen Ausführungsformen ist der offene Bereich der Entlüftungsventile **24B** (das heißt, die Entlüftungsventile **24B** können in Reaktion auf einen ersten Schalldruck einen ersten offenen Bereich und in Reaktion auf einen zweiten Schalldruck einen zweiten offenen Bereich aufweisen, wobei der zweite Schalldruck größer ist, als der erste Schalldruck, und der zweite offene Bereich größer ist, als der erste offene Bereich) größer, je höher der Schalldruck ist, um den Schalldruck durch die Membran **24** gelangen zu lassen.

[0023] **Fig. 2** ist eine Draufsicht der Entlüftungsventile **24B**, die in der Membran **24** aus **Fig. 1** gebildet sind, nach einigen Ausführungsformen. Die Form/Struktur des Entlüftungsventils **24B** unterscheidet sich von der des Entlüftungslöcher **24A**. Jedes Entlüftungsventil **24B** weist eine Öffnung **241** und mindestens ein Auslenkteil **242** auf, das einen Abschnitt der Öffnung **241** abdeckt (es ist zu beachten, dass das Entlüftungslöcher **24A** eine Öffnung aufweist, aber kein Auslenkteil daran gebildet ist). In einigen Ausführungsformen erstreckt sich das mindestens eine Auslenkteil **242** von dem Hauptkörper **240** der Membran **24** und befindet sich angrenzend an die Öffnung **241**. In einigen Ausführungsformen ist das mindestens eine Auslenkteil **242** ein Balkenelement, von dem ein Ende mit dem Hauptkörper **240** der Membran **24** verbunden ist.

[0024] In den Ausführungsformen aus **Fig. 2** enthält jedes Entlüftungsventil **24B** zwei Auslenkteile **242** (Balkenelemente), die sich gegenüberliegend angeordnet sind (das heißt, entlang einer geraden Linie A). Die Öffnung **241** ist zwischen den Auslenkteilen **242** und zwischen den Auslenkteilen **242** und dem Hauptkörper **240** angeordnet (d. h. die Öffnung **241** ist um die Auslenkteile **242** herum angeordnet). In einigen Ausführungsformen beträgt die Länge L des Auslenkteils **242** zwischen etwa 1 µm und etwa 100 µm, die

Breite W des Auslenkteils **242** beträgt zwischen etwa $1\ \mu\text{m}$ und etwa $100\ \mu\text{m}$, und die (anfängliche) Breite G der Öffnung **241** beträgt zwischen etwa $1\ \mu\text{m}$ und etwa $5\ \mu\text{m}$.

[0025] In einigen Ausführungsformen können das Auslenkteil oder die Mechanismen **242** des Entlüftungsventils **24B** in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks, der auf die Membran **24** aufgebracht wird, relativ zu dem Hauptkörper **240** der Membran **24** ausgelenkt werden, um einen offenen Bereich der Öffnung **241** zu ändern (d. h. einen offenen Bereich des Entlüftungsventils **24**). In einigen Ausführungsformen ist die Auslenkung des Auslenkteils oder der Mechanismen **242** (das heißt, die Öffnung **241** kann in Reaktion auf eine ersten Auslenkung der Auslenkteile **242** einen ersten offenen Bereich und in Reaktion auf eine zweiten Auslenkung der Auslenkteile **242** einen zweiten offenen Bereich aufweisen, wobei die zweite Auslenkung größer ist, als die erste Auslenkung, und der zweite offene Bereich größer ist, als der erste offene Bereich) größer, je größer der offene Bereich der Öffnung **241** ist, sodass ein hoher Schalldruck durch die Membran **24** gelangen kann. Wenn beispielsweise ein niedriger Schalldruck (beispielsweise weniger als etwa $0,2\ \text{MPa}$) auf die Membran **24** trifft, können die Mechanismen **242** des Entlüftungsventils **24B** relativ zu dem Hauptkörper **240** der Membran **24** um etwa $0,1\ \mu\text{m}$ oder weniger als $0,1\ \mu\text{m}$ ausgelenkt werden (in diesem Zustand wird der anfängliche Öffnungsbereich/Verhältnis der Öffnungen **241** fast beibehalten), um zu erlauben, dass der (niedrige) Schalldruck durch die Membran **24** gelangt. Wenn ein hoher Schalldruck (beispielsweise über als etwa $0,2\ \text{MPa}$) auf die Membran **24** trifft, können die Mechanismen **242** des Entlüftungsventils **24B** relativ zu dem Hauptkörper **240** um etwa $0,5\ \mu\text{m}$ oder mehr als $0,5\ \mu\text{m}$, um einen offenen Bereich/Verhältnis der Öffnungen **241** zu vergrößern und zu erlauben, dass der (niedrige) Schalldruck durch die Membran **24** gelangt, wie in **Fig. 3** dargestellt. Die Entlüftungsventile **24B** können dann in die anfängliche gerade Konfiguration zurückgebracht werden, nachdem der Schalldruck durch die Membran **24** dringt (wie in **Fig. 1** dargestellt).

[0026] Dementsprechend ist das gebrochene Probleme der Membran **24** gelöst und die Empfindlichkeit der Membran **24** bleibt ebenfalls erhalten. Aufgrund dessen erhöhen sich die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der integrierten Mikrofonvorrichtung **1**.

[0027] In einigen Ausführungsformen sind die Entlüftungsventile **24B** der Membran **24** im Wesentlichen an den Entlüftungslöchern **23A** der Platte **23** ausgerichtet oder nicht ausgerichtet. Es sollte angemerkt werden, dass die Entlüftungsventile **24B** möglicherweise nicht an den Entlüftungslöchern **23A** ausgerichtet sind, und der Schalldruck, der von dem festen Teil der Platte **23** reflektiert wird, die Aktivität des Ent-

lüftungsventils **24B** nicht stören wurde, das sich automatisch an den Schalldruck anpassen kann, wie in **Fig. 4** dargestellt.

[0028] Es ist zu beachten, dass viele Variationen und Modifikationen an Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung erfolgen können. Beispielsweise kann das Entlüftungsventil **24B** der Membran **24** auch verschiedene andere Formen/Strukturen aufweisen, wie nachfolgend beschrieben.

[0029] **Fig. 5A** ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils **24B** nach einigen Ausführungsformen. Das Entlüftungsventil **24B** weist eine Öffnung **241** und ein Auslenkteil **242** (Balkenelement) auf, von dem ein Ende an dem Hauptkörper **240** der Membran **24** befestigt ist. Die Öffnung **241** ist um das Auslenkteil **242** angeordnet, sodass sie eine U-Form aufweist. **Fig. 5B** ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils **24B** nach einigen Ausführungsformen. Das Entlüftungsventil **24B** enthält eine Öffnung **241** und drei Auslenkteile **242** (Balkenelemente), von denen je ein Ende an dem Hauptkörper **240** der Membran **24** befestigt ist. Die Auslenkteile **242** sind in abgestufter Weise angeordnet. Die Öffnung **241** ist um das Auslenkteil **242** angeordnet, sodass sie eine Zickzackform aufweist. In einigen Ausführungsformen sind die Größen des Auslenkteils **242** und der Öffnung **241** in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** ähnlich wie die in **Fig. 2** wie oben beschriebenen. In einigen Ausführungsformen kann die Anzahl der Auslenkteile **242** des Entlüftungsventils **24B** zwei oder mehr als drei sein.

[0030] **Fig. 5C** ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils **24B** nach einigen Ausführungsformen. Das Entlüftungsventil **24B** weist eine Öffnung **241** und ein Auslenkteil **242** (Balkenelement) auf, von dem ein Ende an dem Hauptkörper **240** der Membran **24** befestigt ist. Ein freier Endabschnitt **P1** des Auslenkteils **242** weist eine größere Breite W' auf (beispielsweise zwischen etwa $1\ \mu\text{m}$ und etwa $100\ \mu\text{m}$), als andere Abschnitte des Balkenelements. In einigen Ausführungsformen ist der freie Endabschnitt **P1** des Auslenkteils **242** rechteckig, viereckig, rund, sechseckig oder hat eine andere geeignete Form. In einigen Ausführungsformen ist die Öffnung **241** um das Auslenkteil **242** angeordnet, sodass die Form der Öffnung **241** der Form des Auslenkteils **242** entspricht. **Fig. 5D** ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils **24B** nach einigen Ausführungsformen. Das Entlüftungsventil **24B** weist zwei Öffnungen **241** und ein Auslenkteil **242** (Balkenelement) auf, wobei beide Ende mit dem Hauptkörper **240** der Membran **24** verbunden sind. Ein Mittelabschnitt **P2** des Balkenelements weist eine größere Breite W' (beispielsweise zwischen etwa $1\ \mu\text{m}$ und etwa $100\ \mu\text{m}$ auf), als andere Abschnitte des Balkenelements. In einigen Ausführungsformen ist der mittlere Abschnitt **P1** des Auslenkteils **242** rechteckig, viereckig, rund, sechseckig oder hat eine andere geeignete Form. Die Öffnun-

gen **241** sind um zwei gegenüberliegende Seiten des Auslenkteils **242** angeordnet.

[0031] Fig. **5E** bis Fig. **5G** sind jeweils Draufsichten des Entlüftungsventils **24B** nach einigen Ausführungsformen. Das jeweilige Entlüftungsventil **24B** in Fig. **5E**, Fig. **5F** oder Fig. **5G** weist mehrere Auslenkteile **242** in einer dreieckigen Form auf. Jedes dreieckige Auslenkteil **242** weist eine Seite auf, die mit dem Hauptkörper **240** der Membran **24** verbunden ist, und eine Öffnung **241** des Entlüftungsventils **24B** ist um die anderen beiden Seiten des jeweiligen Auslenkteils **242** herum angeordnet. In einigen Ausführungsformen ist eine Ecke *a* des jeweiligen dreieckigen Auslenkteils **242** gegenüber der Seite, die mit dem Hauptkörper **240** verbunden ist, in einem stumpfen Winkel einem rechten Winkel oder einem spitzen Winkel angeordnet. Die Form der Öffnung **241** entspricht der Form der Auslenkteile **242**.

[0032] Fig. **5H** ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils **24B** nach einigen Ausführungsformen. Das Entlüftungsventil **24B** enthält mehrere Auslenkteile **242** in der Form eines Trapezes. Jedes trapezförmige Auslenkteil **242** weist eine Seite auf, die mit dem Hauptkörper **240** der Membran **24** verbunden ist, und eine Öffnung **241** des Entlüftungsventils **24B** ist um die anderen drei Seiten des jeweiligen Auslenkteils **242** herum angeordnet. In einigen Ausführungsformen ist eine Seite *X* des jeweiligen Auslenkteils **242** gegenüber der Seite, die mit dem Hauptkörper **240** verbunden ist, eine konkave gebogene Linie (wie in Fig. **5H** dargestellt), eine konvexe gebogene Linie oder eine gerade Linie. Die Form der Öffnung **241** entspricht der Form der Auslenkteile **242**.

[0033] Fig. **5I** ist eine Draufsicht des Entlüftungsventils **24B** nach einigen Ausführungsformen. Das Entlüftungsventil **24B** enthält mehrere Auslenkteile **242** in einer scharfen Kegelform. Jedes Auslenkteil **242** weist eine Seite auf, die mit dem Hauptkörper **240** der Membran **24** verbunden ist, und eine Öffnung **241** des Entlüftungsventils **24B** ist um die anderen Seiten des jeweiligen Auslenkteils **242** herum angeordnet. In einigen Ausführungsformen umfassen die Auslenkteile **242** ferner mehrere erste Auslenkteile **242A** und mehrere zweite Auslenkteile **242B**, mit unterschiedlichen Größen und/oder Formen (wie in Fig. **5I** dargestellt). Die Form der Öffnung **241** entspricht der Form der Auslenkteile **242**. Im Betrieb, wenn ein niedriger Schalldruck auf die Membran **24** auftrifft, können die ersten Auslenkteile **242A** (mit einer kleineren Größe) relativ zu dem Hauptkörper **240** ausgelenkt werden, während die zweiten Auslenkteile **242B** nicht abgewiesen werden. Wenn ein hoher Schalldruck auf die Membran **24** auftrifft, können sowohl die ersten Auslenkteile **242A** als auch die zweiten Auslenkteile **242B** (mit einer größeren Größe) relativ zu dem Hauptkörper **240** ausgelenkt werden.

[0034] In einigen Ausführungsformen können Entlüftungsventile **24B** mit unterschiedlichen Formen/Strukturen und Entlüftungsloch **24A** mit unterschiedlichen Formen/Strukturen in der Membran **24** gebildet sein, wie in Fig. **6** dargestellt. In einigen Ausführungsformen sind die Entlüftungsventile **24B** näher an der Mitte der Membran **24** angeordnet, als die Entlüftungslöcher **24A**, sodass ungewünschte Belastungen der Membran **24** durch den Schalldruck besser entlastet werden können. Die Entlüftungsventile **24B** können den offenen Bereich in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks selbst anpassen, wodurch ein hoher Schalldruck schnell durch die Membran **24** gelangen kann. Infolgedessen ist es möglich, zu verhindern, dass die Membran **24** aufgrund des (hohen) Schalldrucks leicht bricht.

[0035] In der vorliegenden Offenbarung ist ebenfalls ein Verfahren der Herstellung einer integrierten Mikrofonvorrichtung wie der Vorrichtung **1** von Fig. **1** offenbart. Das Verfahren enthält eine Anzahl von Funktionen und die Beschreibung und Illustration sind nicht als Einschränkung des Funktionsablaufs zu verstehen. Fig. **7** ist ein vereinfachtes Ablaufdiagramm eines Verfahrens **70** der Herstellung eines Abschnitts des integrierten Mikrofonvorrichtung **1** nach einigen Ausführungsformen. Verfahren **70** enthält eine Anzahl von Funktionen (**71**, **72**, **73**, **74**, **75**, **76**, **77**, **78**).

[0036] In Funktion **71** ist ein Substrat **21** bereitgestellt, wie in Fig. **8A** dargestellt. In einigen Ausführungsformen umfasst das Substrat **21** Silizium (beispielsweise einen Siliziumwafer). In einigen Ausführungsformen hat das Membran **21** eine Dicke von etwa 400 µm bis etwa 1000 µm.

[0037] In Funktion **72** ist eine erste dielektrische Lage **221** über dem Substrat **21** angeordnet, wie in Fig. **8B** dargestellt. In einigen Ausführungsformen wird die erste dielektrische Lage **221** durch beliebige geeignete Ablagerungstechniken wie chemische Gasphasenabscheidung (CVD) und ähnliches aufgebracht. In einigen Ausführungsformen umfasst die erste dielektrische Lage **221** ein dielektrisches Material wie Siliziumoxid. In einigen Ausführungsformen hat die erste dielektrische Lage **221** eine Dicke von etwa 5 µm bis etwa 25 µm. Einige Abschnitte der ersten dielektrischen Lage **221** werden dann entfernt, um mehrere Öffnung **221A** zu bilden (d. h. die erste dielektrische Lage **221** ist strukturiert). Die Öffnungen **221A** sind Durchgangslöcher, die einen Abschnitt des Substrats **21** unter der ersten dielektrischen Lage **221** freilegen. In einigen Ausführungsformen sind die Öffnungen **221A** durch Photolithographie und einen Nass- oder Trockenätzprozess gebildet.

[0038] In Funktion **73** ist eine Membran **24** über der ersten dielektrischen Lage **221** angeordnet, wie in Fig. **8C** dargestellt. Die Membran **24** ist ebenfalls in

die Öffnungen **221A (Fig. 8B)** der ersten dielektrischen Lage **221** gefüllt, um das Substrat **21** zu verbinden. In einigen Ausführungsformen umfasst die Membran **24** leitfähig dotiertes Polysilizium. In einigen Ausführungsformen wird die Membran **24** durch beliebige geeignete Ablagerungstechniken wie CVD und ähnliches aufgebracht. In einigen Ausführungsformen hat die Membran **24** eine Dicke von etwa 0,1 µm bis etwa 5 µm. Einige Abschnitte der Membran **24** werden dann entfernt, um die Entlüftungslöcher **24A** und die oben beschriebenen Entlüftungsventile **24B** zu bilden (d.h. die Membran **24** ist strukturiert). Insbesondere enthält jedes Entlüftungsventil **24B** eine Öffnung **241** und mindestens ein Auslenkteil **242**, das in der Öffnung **241** geformt ist, wie in **Fig. 2** und **Fig. 5A** bis **Fig. 5I** dargestellt. Die Entlüftungslöcher **24A** und Entlüftungsventile **24B** legen einen Abschnitt der ersten dielektrischen Lage **221** unter der Membran **24** frei. In einigen Ausführungsformen sind die Entlüftungslöcher **24A** und Entlüftungsventile **24B** durch Photolithographie und einen Nass- oder Trockenätzprozess gebildet.

[0039] In Funktion **74** ist eine zweite dielektrische Lage **222** über der ersten dielektrischen Lage **221** und Membran **24** angeordnet, wie in **Fig. 8D** dargestellt. In einigen Ausführungsformen wird die zweite dielektrische Lage **222** durch beliebige geeignete Ablagerungstechniken wie CVD und ähnliches aufgebracht. In einigen Ausführungsformen umfasst die zweite dielektrische Lage **222** dieselben oder andere Materialien, wie die erste dielektrische Lage **221**. In einigen Ausführungsformen umfasst die zweite dielektrische Lage **222** dielektrisches Material wie Siliziumoxid. In einigen Ausführungsformen hat die zweite dielektrische Lage **222** eine Dicke von etwa 1 µm bis etwa 5 µm. Einige Abschnitte der zweiten dielektrischen Lage **222** werden dann entfernt, um mehrere Öffnungen **222A** zu bilden (d. h. die zweite dielektrische Lage **222** ist strukturiert). Die Öffnungen **221A** sind Durchgangslöcher, die einen Abschnitt der Membran **24** unter der zweiten dielektrischen Lage **222** freilegen. In einigen Ausführungsformen sind die Öffnungen **222A** durch Photolithographie und einen Nass- oder Trockenätzprozess gebildet.

[0040] In Funktion **75** ist eine Platte oder Materiallage **23** über der zweiten dielektrischen Lage **222** angeordnet, wie in **Fig. 8E** dargestellt. Die Platte **23** ist ebenfalls in die Öffnungen **222A (Fig. 8D)** der zweiten dielektrischen Lage **222** gefüllt, um die Membran **24** zu verbinden. In einigen Ausführungsformen umfasst die Platte **23** konduktiv dotiertes Polysilizium. In einigen Ausführungsformen weist die Platte **23** eine geschichtete Struktur auf, die durch ein Nitrid/Polysilizium/Nitridstapel gebildet wird. In einigen Ausführungsformen wird die Platte **23** durch beliebige geeignete Ablagerungstechniken wie CVD und ähnliches aufgebracht. In einigen Ausführungsformen hat die Platte **23** eine Dicke von etwa 0,5 µm bis etwa 2 µm.

Einige Abschnitte der Platte **23** werden dann entfernt, um die Entlüftungslöcher **23A** zu bilden (d.h. die Platte **23** ist strukturiert). Die Entlüftungslöcher **23A** legen einen Abschnitt der zweiten dielektrischen Lage **222** unter der Platte **23** frei. In einigen Ausführungsformen sind die Ventillöcher **23A** durch Photolithographie und einen Nass- oder Trockenätzprozess gebildet.

[0041] In Funktion **76** ist eine dritte dielektrische Lage **223** über der zweiten dielektrischen Lage **222** und Platte **23** angeordnet, wie in **Fig. 8F** dargestellt. In einigen Ausführungsformen wird die dritte dielektrische Lage **223** durch beliebige geeignete Ablagerungstechniken wie CVD und ähnliches aufgebracht. In einigen Ausführungsformen umfasst die dritte dielektrische Lage **223** dieselben oder andere Materialien, wie die zweite dielektrische Lage **222**. In einigen Ausführungsformen umfasst die dritte dielektrische Lage **223** dielektrisches Material wie Siliziumoxid. In einigen Ausführungsformen hat die dritte dielektrische Lage **223** eine Dicke von etwa 0,3 µm bis etwa 5 µm. Einige Abschnitte der dritten dielektrischen Lage **223** werden entfernt, um mehrere Öffnungen **223A** zu bilden (d. h. die dritte dielektrische Lage **223** ist strukturiert). Die Öffnungen **223A** sind Durchgangslöcher, die einen Abschnitt der Platte **23** unter der dritten dielektrischen Lage **223** freilegen. In einigen Ausführungsformen sind die Öffnungen **223A** durch Photolithographie und einen Nass- oder Trockenätzprozess gebildet. Die erste dielektrische Lage **221**, zweite dielektrische Lage **222** und dritte dielektrische Lage **223** bilden die dielektrische Lage **22** der MEMS-Struktur **20 (Fig. 1)**.

[0042] In Funktion **77** ist eine leitfähige Lage **25** über der dritten dielektrischen Lage **223** angeordnet, wie in **Fig. 8G** dargestellt. Die leitfähige Lage **25** ist ebenfalls in die Öffnungen **223A (Fig. 8F)** der dritten dielektrischen Lage **223** gefüllt, um die Platte **23** zu verbinden. In einigen Ausführungsformen umfasst die leitfähige Lage **25** Kupfer, Silber, Gold, Aluminium oder Legierungen davon. In einigen Ausführungsformen wird die Platte **23** durch beliebige geeignete Ablagerungstechniken wie CVD und ähnliches aufgebracht. In einigen Ausführungsformen hat die leitfähige Lage **25** eine Dicke von etwa 0,5 µm bis etwa 20 µm. Einige Abschnitte der zweiten leitfähigen Lage **25** werden dann entfernt, um mehrere leitende Pads auf der dritten dielektrischen Lage **223** zu bilden. Die leitfähigen Pads sind durch Photolithographie und einen Nass- oder Trockenätzprozess gebildet.

[0043] In Funktion **78** ist die dielektrische Lage **22** teilweise entfernt, um die Öffnung **22A** zu bilden, wie in **Fig. 8H** dargestellt (siehe auch **Fig. 1**), wodurch die Platte **23** und Membran **24** freigegeben werden. In einigen Ausführungsformen wird eine Wet Bench mit Hydrofluorsäure (HF) oder gepufferte Oxidbeize (BOE) verwendet, um die dielektrische Lage **22** se-

lektiv zu ätzen, um die Öffnung **22A** aufzuweisen. Wenn auch nicht dargestellt, kann eine Schutzschicht verwendet werden, um die leitfähige Lage **25** während des Ätzzvorgangs zu schützen. In Funktion **78** ist das Substrat **21** ebenfalls teilweise entfernt, um die Öffnung **21A** zu bilden, wie in **Fig. 8H** dargestellt (siehe auch **Fig. 1**). Die Öffnung **21A** kann an der Öffnung **22A** ausgerichtet sein, damit der Schalldruck durch die MEMS-Struktur **20** dringen kann. In einigen Ausführungsformen ist die Öffnung **21A** durch Photolithographie und Verfahren zum Nass- oder Trocknätzen geformt (z. B. reaktives Ionentiefätzen (RIE)). Aufgrund dessen wird eine integrierte Mikrofonvorrichtung **1** wie in **Fig. 1** dargestellt fertiggestellt.

[0044] In einigen Ausführungsformen ist eine integrierte Mikrofonvorrichtung bereitgestellt. Die integrierte Mikrofonvorrichtung enthält ein Substrat, eine Platte und eine Membran. Das Substrat enthält eine Öffnung, die es Schalldruck erlaubt, hindurchzudringen. Die Platte ist an einer Seite des Substrats angeordnet. Die Membran ist zwischen dem Substrat und der Platte angeordnet und relativ zu der Platte beweglich, wenn der Schalldruck auf die Membran trifft. Die Membran enthält ein Entlüftungsventil, das einen offenen Bereich aufweist, der in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks variabel ist.

[0045] In einigen Ausführungsformen ist eine integrierte Mikrofonvorrichtung bereitgestellt. Die integrierte Mikrofonvorrichtung enthält eine Platte, eine Membran und ein Entlüftungsventil. Die Membran ist gegenüber der Platte angeordnet und relativ zu der Platte beweglich, wenn der Schalldruck auf die Membran trifft. Die Membran weist ein Entlüftungsloch auf, das konfiguriert ist, die Belastung auf der Membran zu entlasten, die durch den Schalldruck verursacht wird. Das Entlüftungsventil ist in der Membran gebildet und weist einen offenen Bereich auf, der in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks variabel ist.

[0046] In einigen Ausführungsformen ist eine integrierte Mikrofonvorrichtung bereitgestellt. Das Verfahren für die integrierte Mikrofonvorrichtung enthält eine Platte, eine Membran und ein Entlüftungsventil. Die Membran ist gegenüber der Platte angeordnet und relativ zu der Platte beweglich, wenn der Schalldruck auf die Membran trifft. Das Entlüftungsventil ist in der Membran gebildet und weist eine Öffnung und ein Auslenkteil auf. Das Auslenkteil deckt einen Abschnitt der Öffnung ab und ist relativ zu dem Hauptkörper der Membran auslenkbar, um einen offenen Bereich der Öffnung abzudecken.

[0047] Auch, wenn Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung und deren Vorteile ausführlich beschrieben wurden, sollte verstanden werden, dass verschiedene Änderungen, Ersetzungen und Abänderungen hierin ohne Abweichen vom Geist und Umfang der Offenbarung erfolgen können, wie durch

die beiliegenden Ansprüche definiert. Beispielsweise versteht es sich für den Fachmann einfach, dass viele der Merkmale, Funktionen, Verfahren und Materialien, die hierin beschrieben sind, variiert werden können, während sie im Umfang der vorliegenden Offenbarung verbleiben. Weiterhin soll der Umfang der vorliegenden Anwendung nicht auf die bestimmten Ausführungsformen des Ablaufs, der Maschine, Herstellung, Zusammensetzung von Materie, Mittel, Verfahren und Schritte beschränkt werden, die in den Vorgaben beschrieben sind. Wie ein gewöhnlicher Fachmann leicht aus der Offenbarung der vorliegenden Offenbarung erkennen wird, können Abläufe, Maschinen, Herstellung, Zusammensetzungen von Materie, Mittel, Verfahren oder Schritte, die aktuell existieren oder später entwickelt werden, die im Wesentlichen dieselbe Funktion ausführen oder im Wesentlichen dasselbe Ergebnis erreichen, wie die jeweiligen Ausführungsformen, die hierin beschrieben sind, der vorliegenden Offenbarung entsprechend verwendet werden. Dementsprechend sollen die anhängenden Ansprüche in ihrem Umfang solche Abläufe, Maschinen, Herstellung, Zusammensetzung von Materie, Mittel, Verfahren oder Schritte mit einschließen. Weiterhin stellt jeder Anspruch eine eigene Ausführungsform dar und die Kombination der verschiedenen Ansprüche und Ausführungsformen fällt in den Umfang der Offenbarung.

Patentansprüche

1. Eine integrierte Mikrofonvorrichtung, umfassend:
Ein Substrat, das eine Öffnung enthält, die es Schalldruck erlaubt, hindurchzudringen;
eine Platte, die an einer Seite des Substrats angeordnet ist; und
eine Membran, die zwischen einem Substrat und der Platte angeordnet ist und relativ zu der Platte beweglich ist, wenn Schalldruck auf die Membran trifft, wobei die Membran ein Entlüftungsventil enthält, das einen offenen Bereich aufweist, der in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks variabel ist.
2. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Entlüftungsventil in Reaktion auf einen ersten Schalldruck einen ersten offenen Bereich und in Reaktion auf einen zweiten Schalldruck einen zweiten offenen Bereich aufweist, wobei der zweite Schalldruck größer ist, als der erste Schalldruck, und der zweite offene Bereich größer ist, als der erste offene Bereich.
3. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein anfänglicher offener Bereich des Entlüftungsventils weniger als 20 Prozent eines Bereichs der Membran ist.
4. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Entlüftungs-

ventil eine Öffnung definiert, die an ein Auslenkteil angrenzt, das mit einem Hauptkörper der Membran verbunden ist, wobei das Auslenkteil relativ zu dem Hauptkörper ausgelenkt werden kann, um einen offenen Bereich der Öffnung zu ändern.

5. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 4, wobei das Auslenkteil einen Abschnitt der Öffnung abdeckt.

6. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Öffnung in Reaktion auf eine erste Auslenkung des Auslenkteils einen ersten offenen Bereich und in Reaktion auf eine zweite Auslenkung des Auslenkteils einen zweiten offenen Bereich definiert, wobei die zweite Auslenkung größer ist, als die erste Auslenkung, und der zweite offene Bereich größer ist, als der erste offene Bereich.

7. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 6, wobei das Auslenkteil ein Balkenelement ist, von dem ein Ende mit dem Hauptkörper der Membran verbunden ist.

8. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 7, wobei ein freier Endabschnitt des Balkenelements eine Breite aufweist, die größer ist, als andere Abschnitte des Balkenelements.

9. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 8, wobei das Auslenkteil ein Balkenelement ist, von dem beide Enden mit dem Hauptkörper der Membran verbunden sind, und ein mittlerer Abschnitt des Balkenelements eine größere Breite aufweist, als andere Abschnitte des Balkenelements.

10. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 9, wobei das Entlüftungsventil ferner mehrere Auslenkteile enthält und die Öffnung um die Auslenkteile angeordnet ist.

11. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Form der Öffnung der Form der Auslenkteile entspricht.

12. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Auslenkteile jeweils eine rechteckige, viereckige, dreieckige, trapezförmige oder scharf kegelförmige Form aufweisen.

13. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 12, wobei die Auslenkteile ein erstes Auslenkteil und ein zweites Auslenkteil umfassen, mit unterschiedlichen Größen und/oder Formen.

14. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Entlüftungsventil in der Membran nicht an einem Entlüftungsloch der Platte ausgerichtet ist.

15. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend eine dielektrische Lage, die um die Platte und die Membran herum angeordnet ist, und eine leitfähige Lage umfasst, die an der Platte angeordnet ist.

16. Eine integrierte Mikrofonvorrichtung, umfassend:
eine Platte;
eine Membran, die gegenüber der Platte angeordnet ist, und relativ zu der Platte beweglich ist, wenn Schalldruck auf die Membran trifft, wobei die Membran ein Entlüftungsloch aufweist, das konfiguriert ist, die durch den Schalldruck verursachten Belastung auf der Membran zu entlasten; und
ein Entlüftungsventil, das in der Membran gebildet ist und einen offenen Bereich aufweist, der in Reaktion auf eine Änderung des Schalldrucks variabel ist.

17. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Form des Entlüftungsventils der Form der Auslenkteile entspricht.

18. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, wobei das Entlüftungsventil sich näher an einer Mitte der Membran befindet, als das Entlüftungsloch.

19. Integrierte Mikrofonvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15 bis 18, wobei die Summe des anfänglichen Öffnungsbereichs des Entlüftungsventils und eines offenen Bereichs des Entlüftungslochs weniger als 20 Prozent eines Bereichs der Membran ist.

20. Eine integrierte Mikrofonvorrichtung, umfassend:
eine Platte;
eine Membran, die gegenüber der Platte angeordnet und relativ zu der Platte beweglich ist, wenn der Schalldruck auf die Membran trifft; und
ein Entlüftungsventil, das in der Membran geformt ist und eine Öffnung und ein Auslenkteil aufweist, wobei das Auslenkteil einen Abschnitt der Öffnung abdeckt und relativ zu dem Hauptkörper der Membran auslenkbar ist, um einen offenen Bereich der Öffnung abzudecken.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

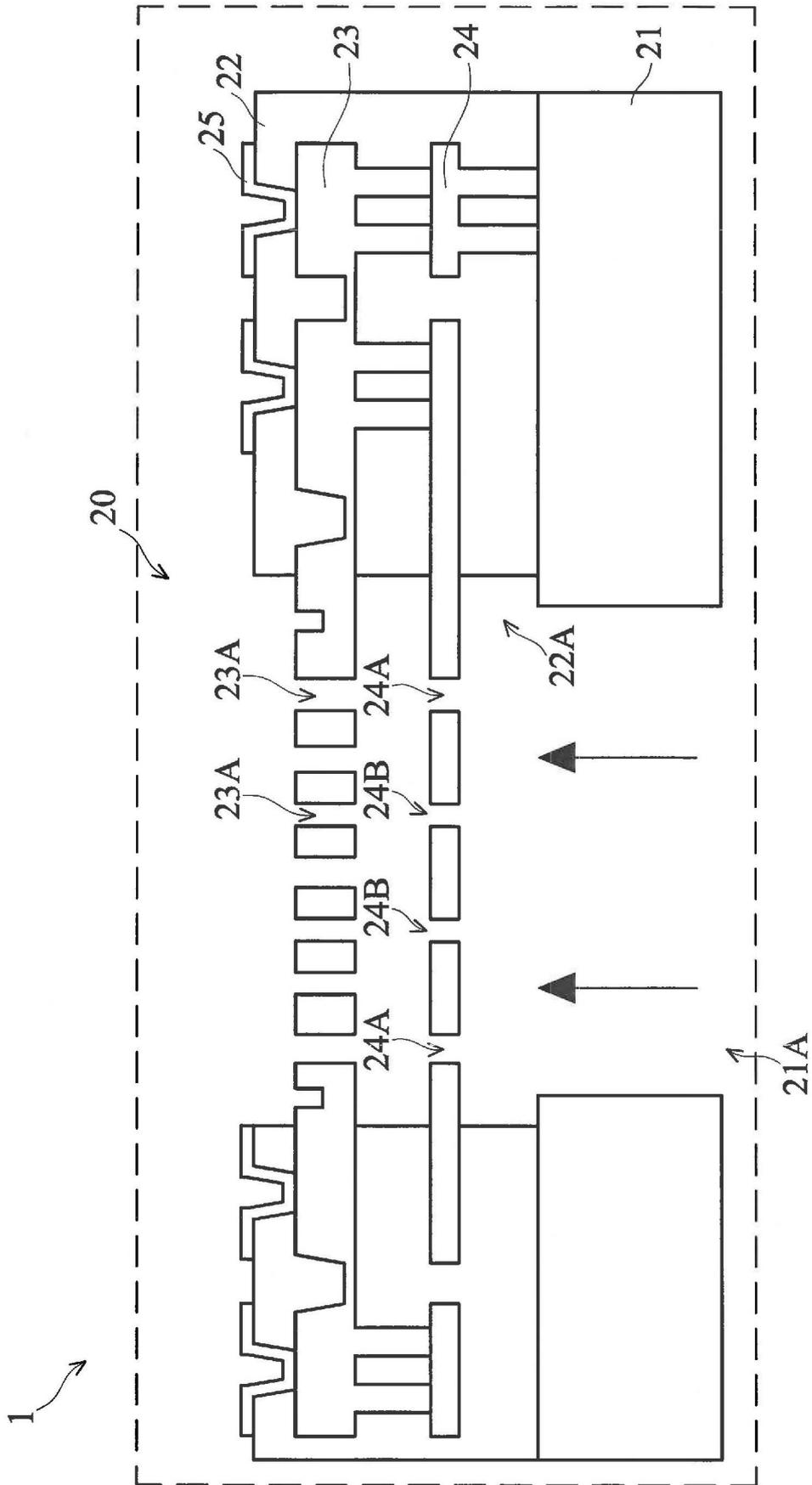


FIG. 1

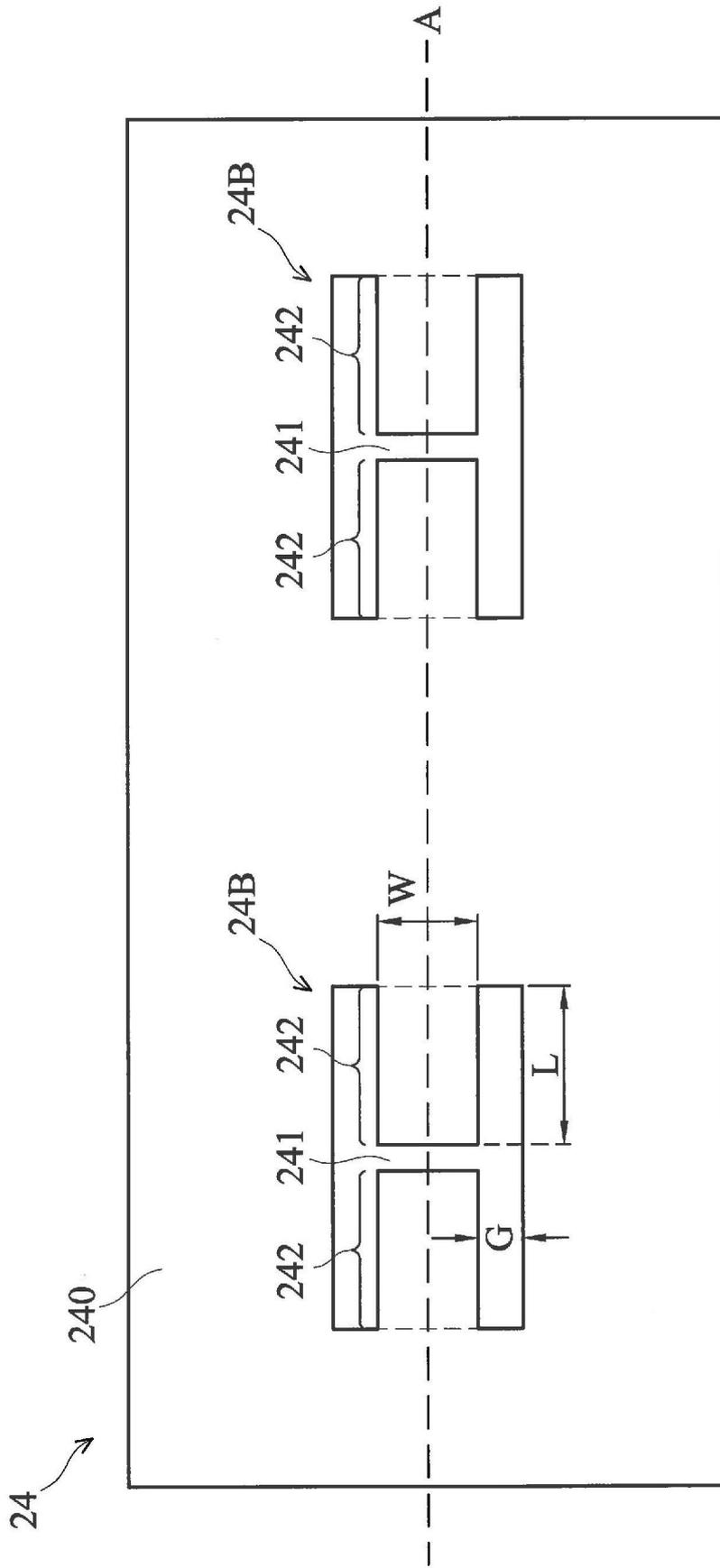


FIG. 2

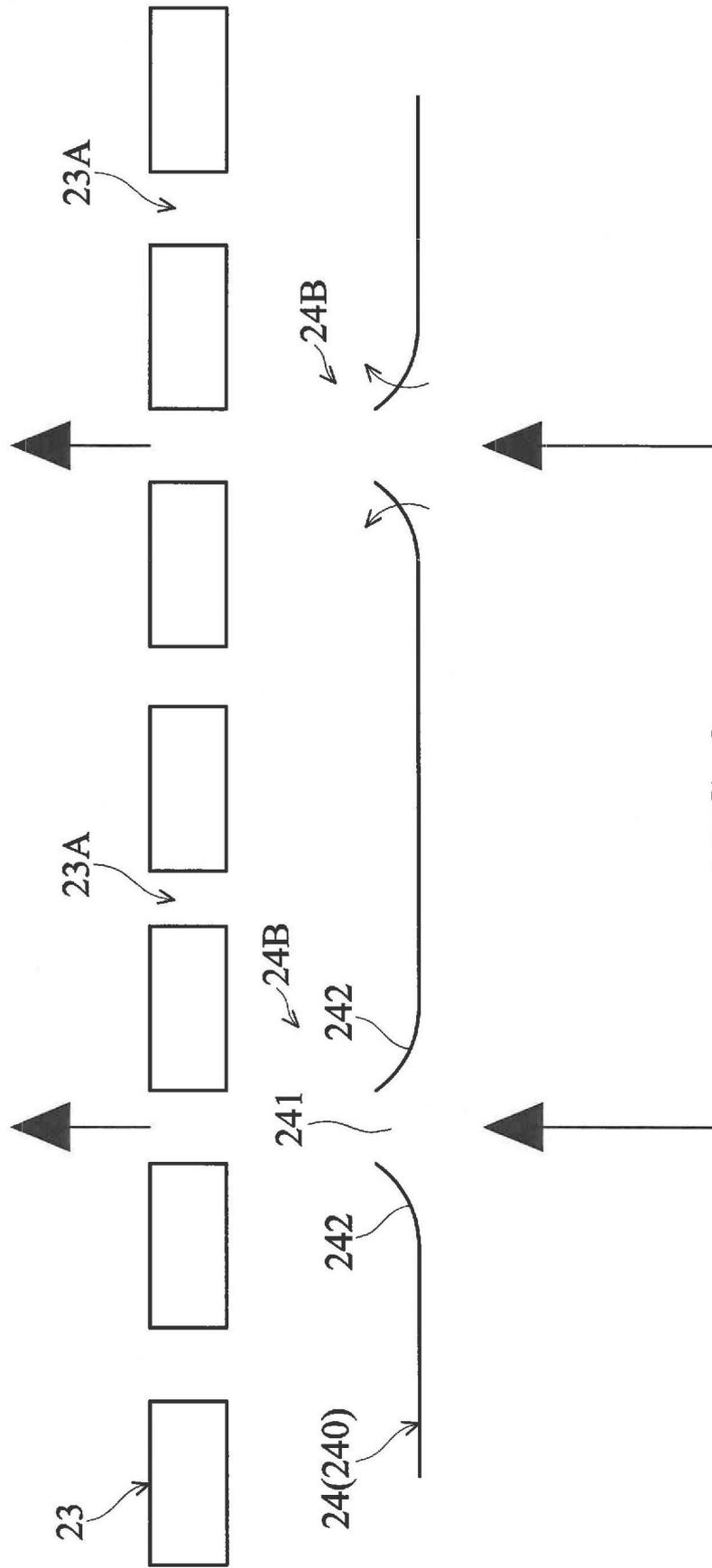


FIG. 3

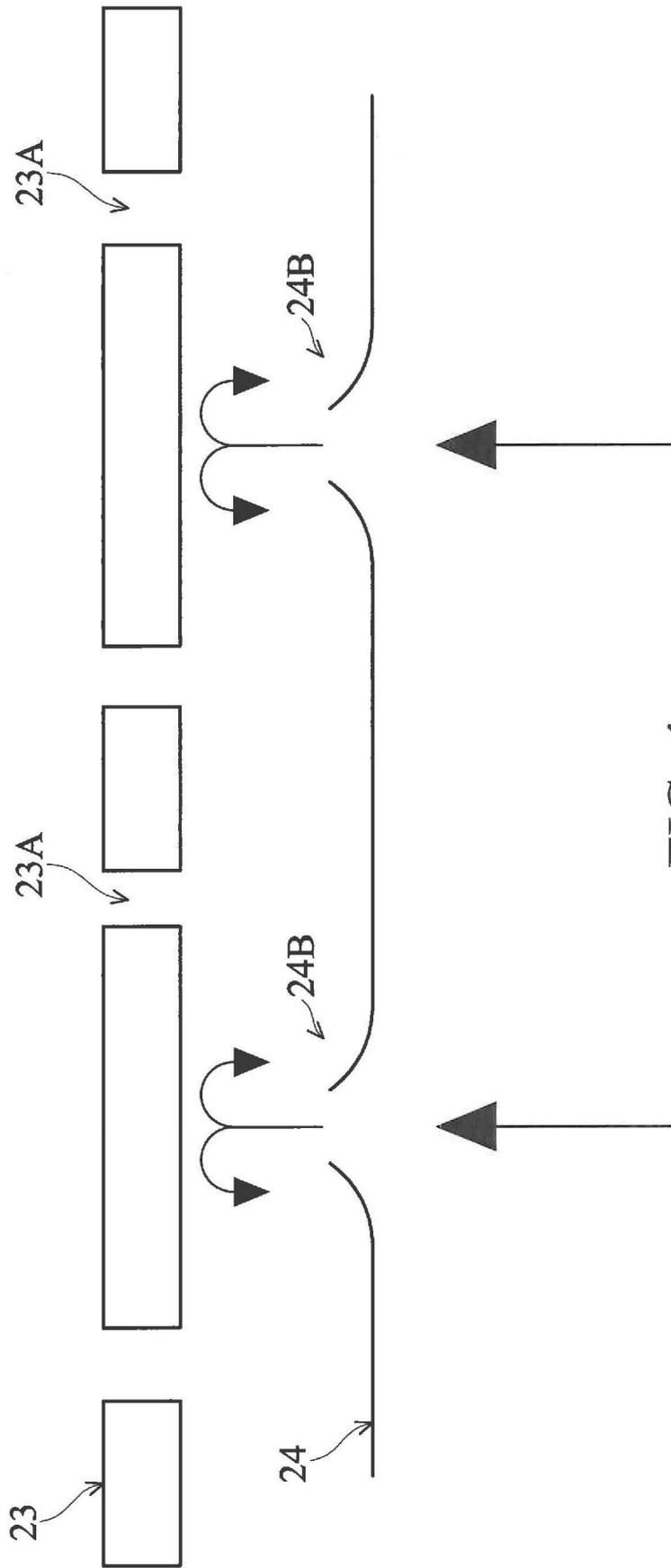


FIG. 4

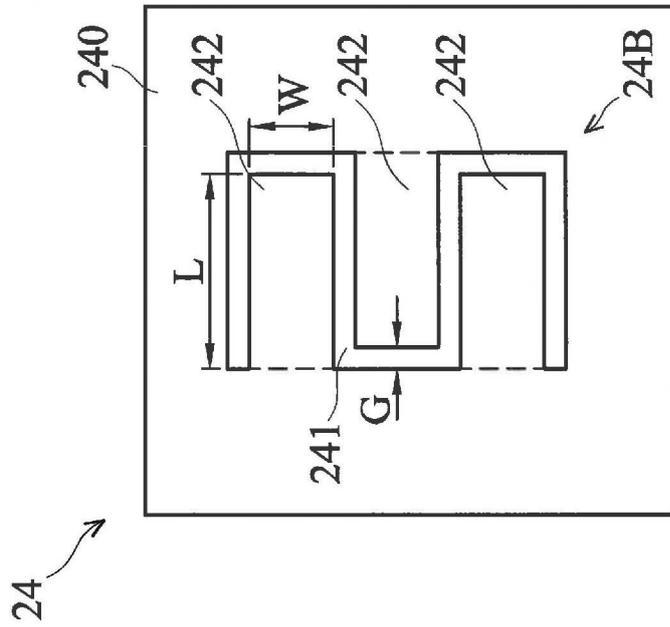


FIG. 5B

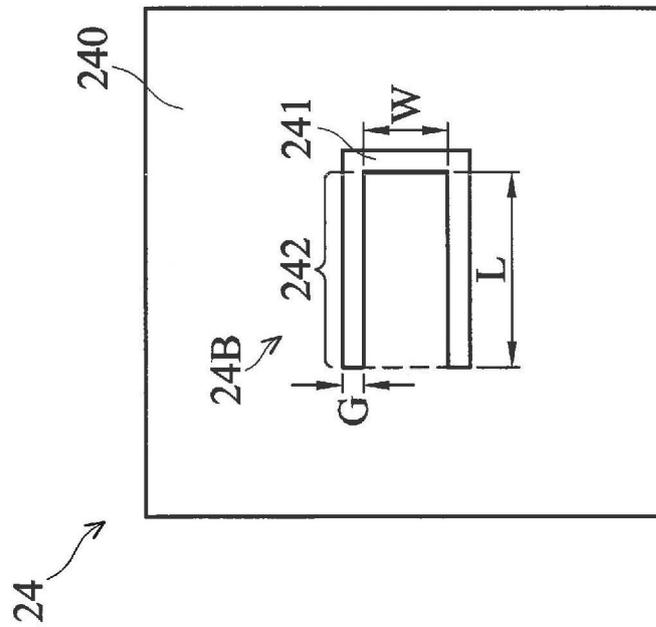


FIG. 5A

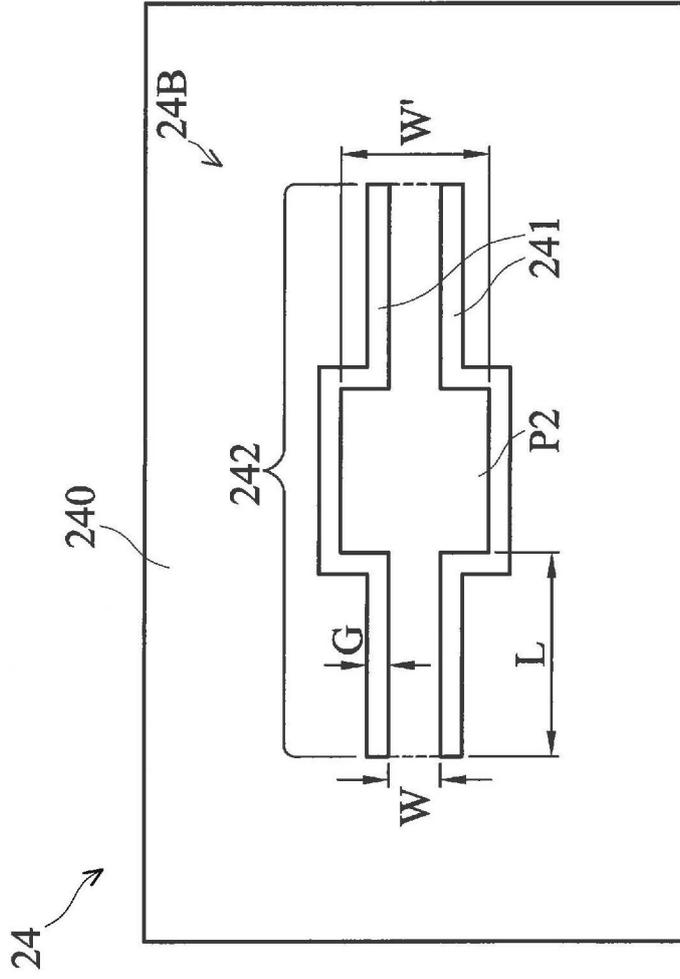


FIG. 5D

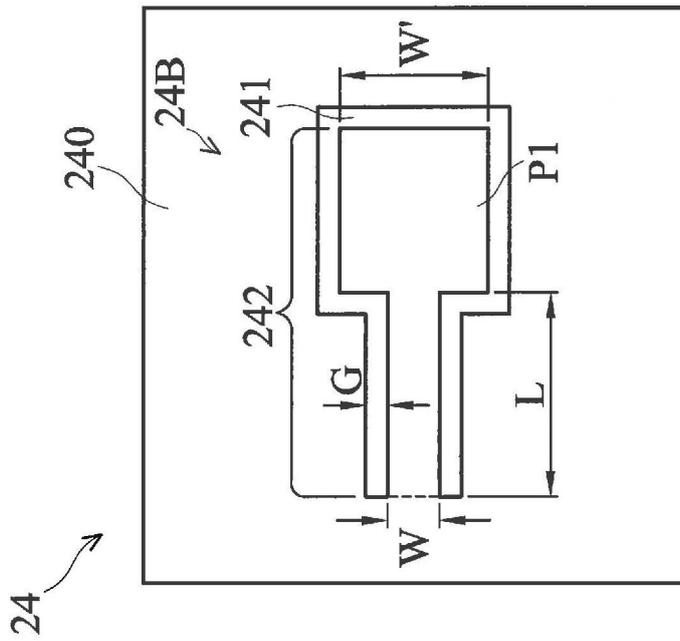


FIG. 5C

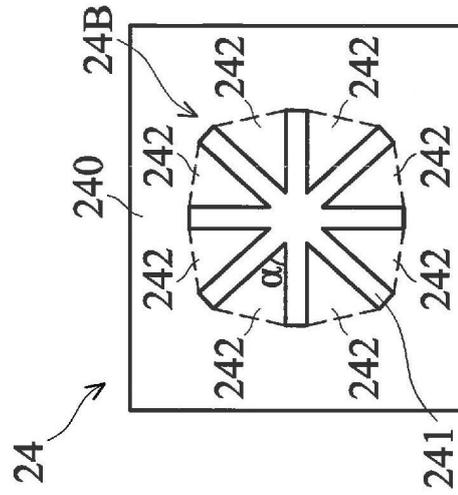


FIG. 5E

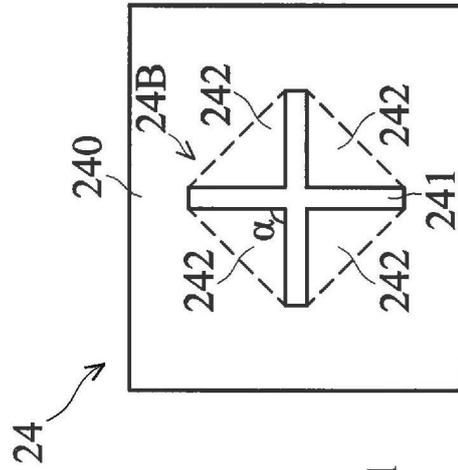


FIG. 5F

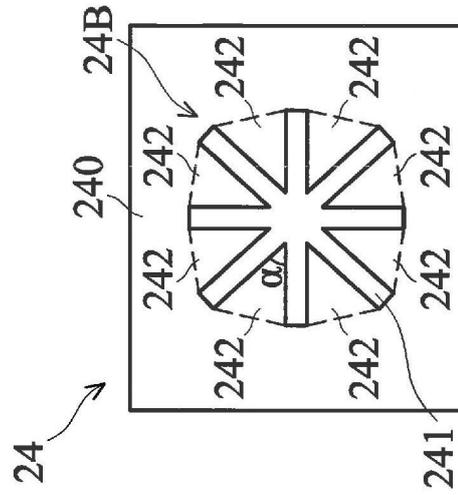


FIG. 5G

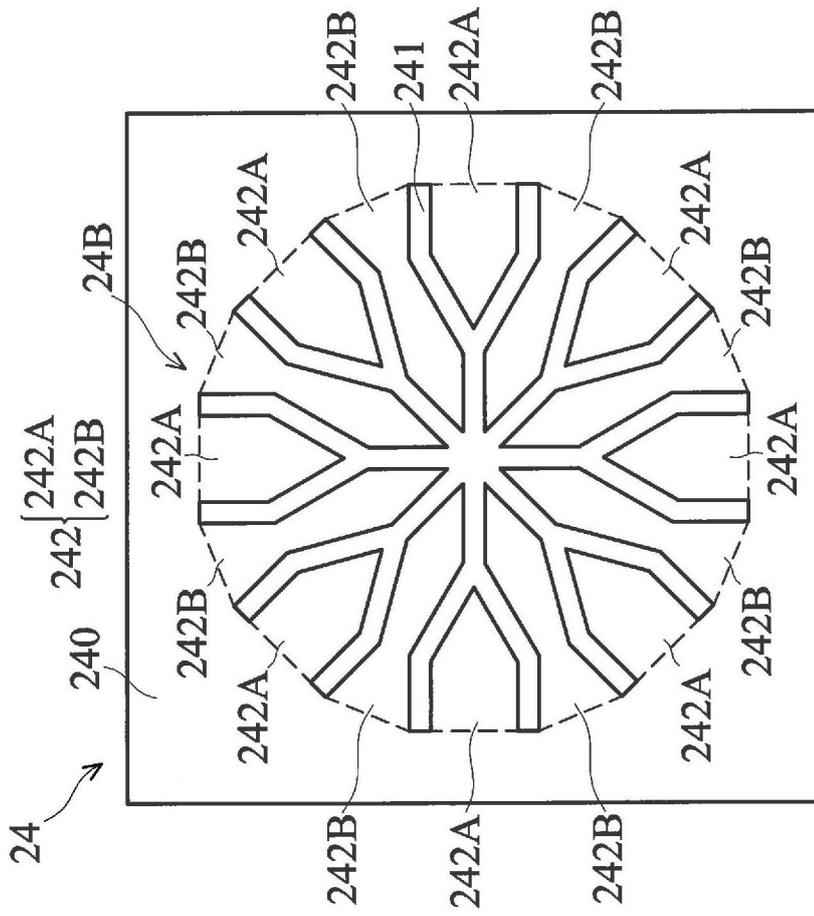


FIG. 5H

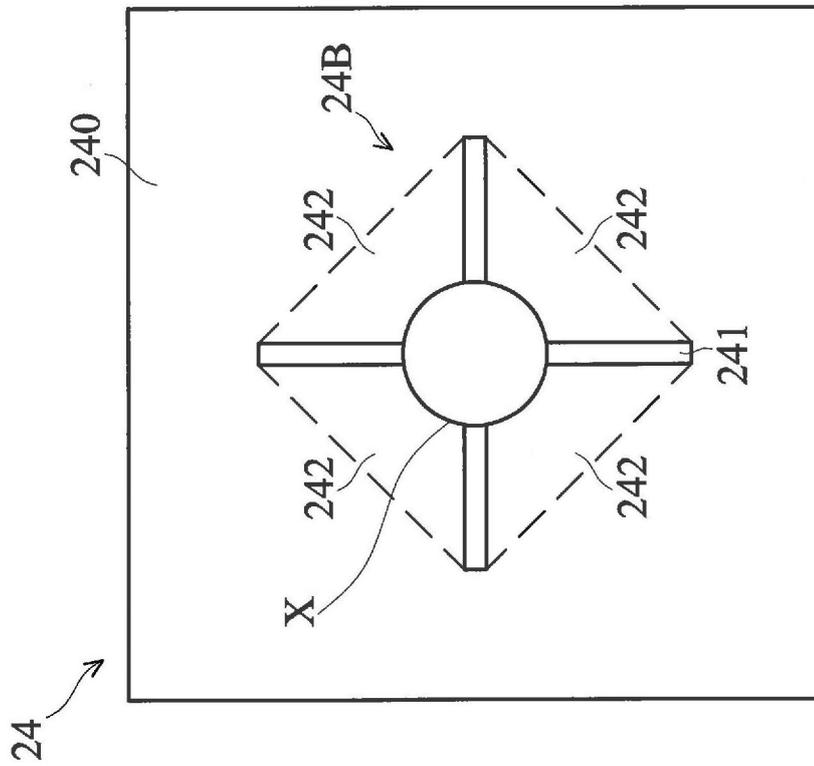


FIG. 5I

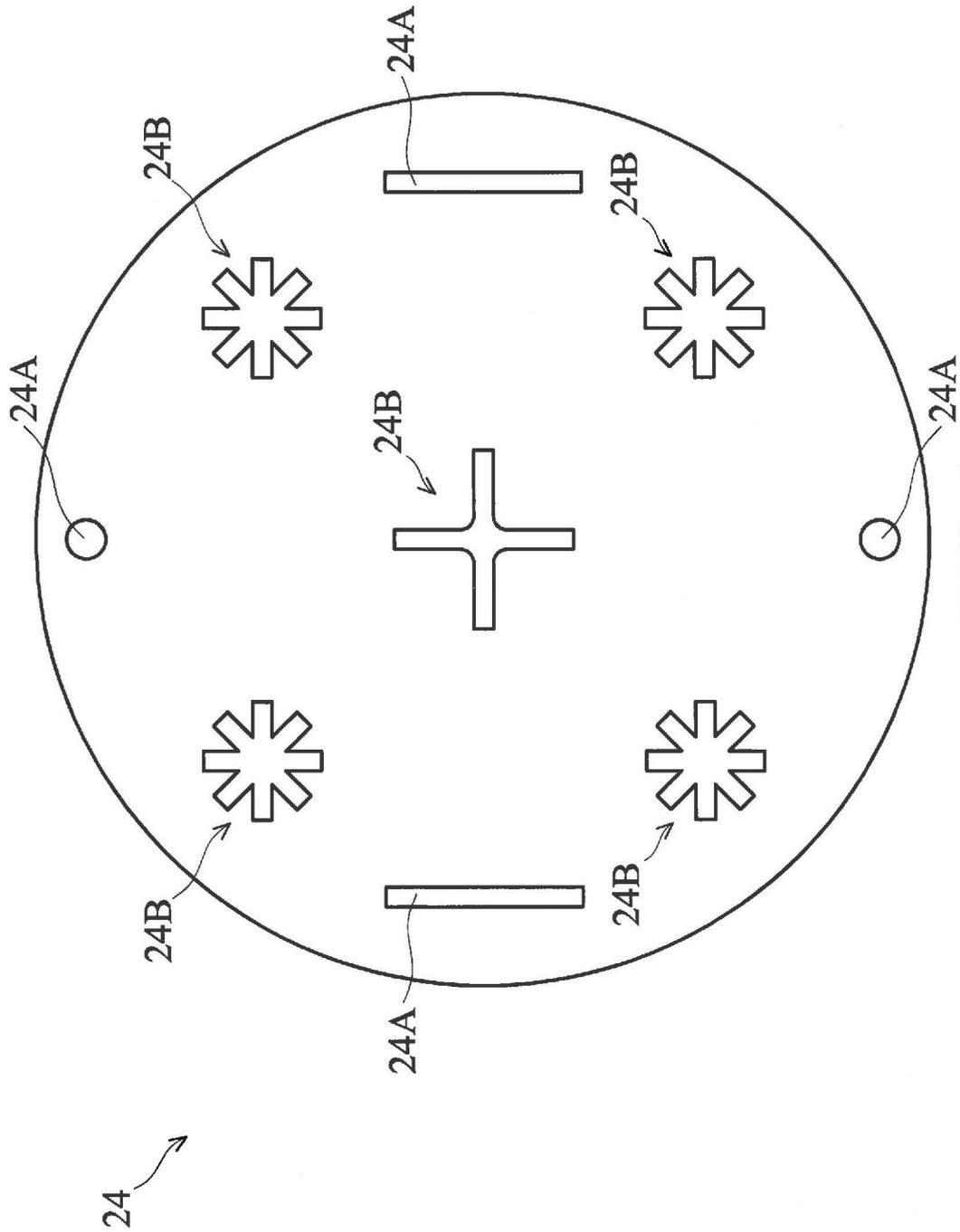


FIG. 6



FIG. 7



FIG. 8A

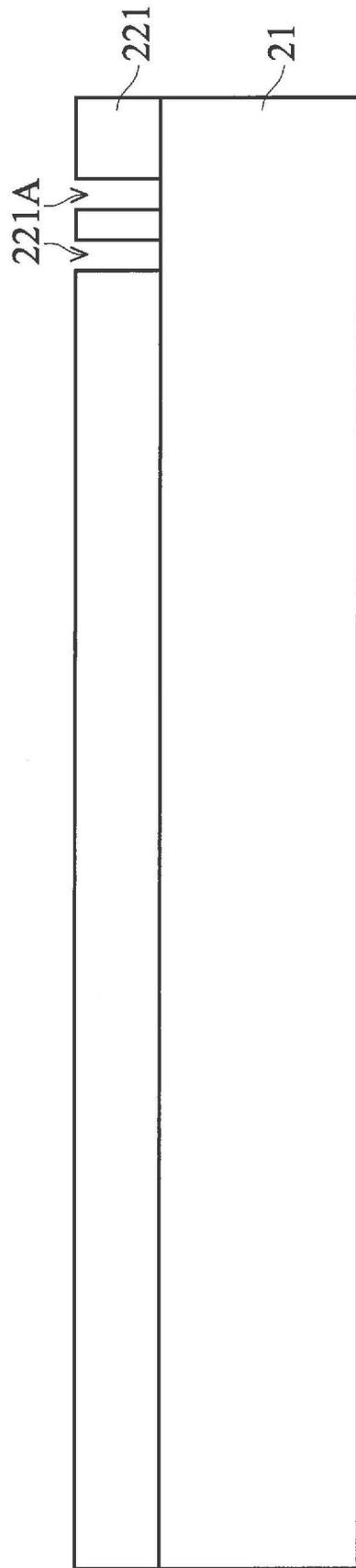


FIG. 8B

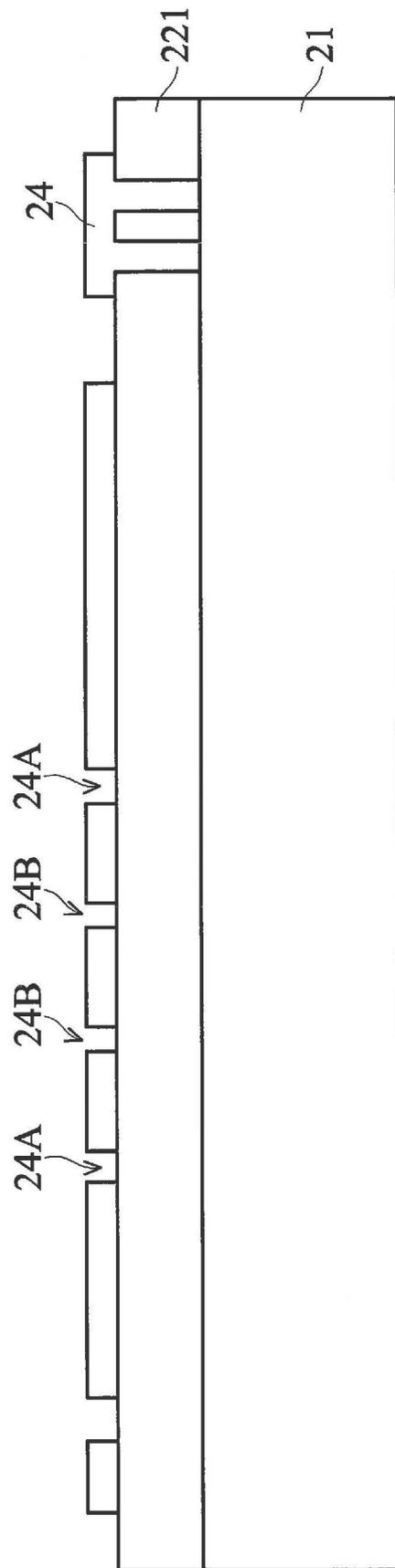


FIG. 8C

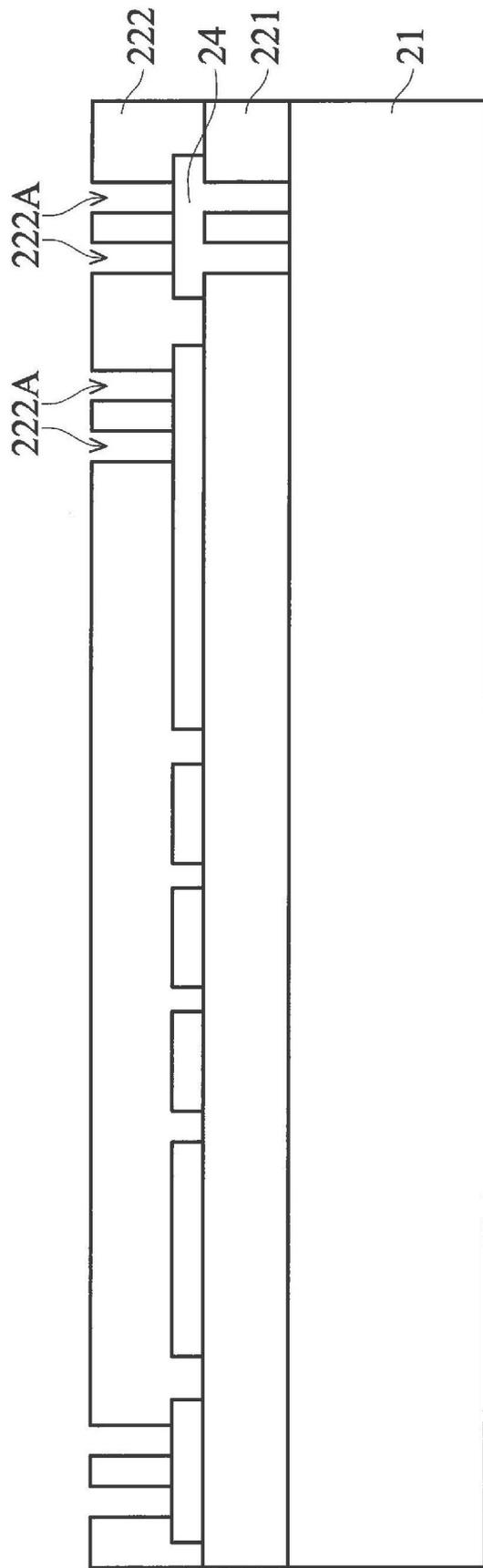


FIG. 8D

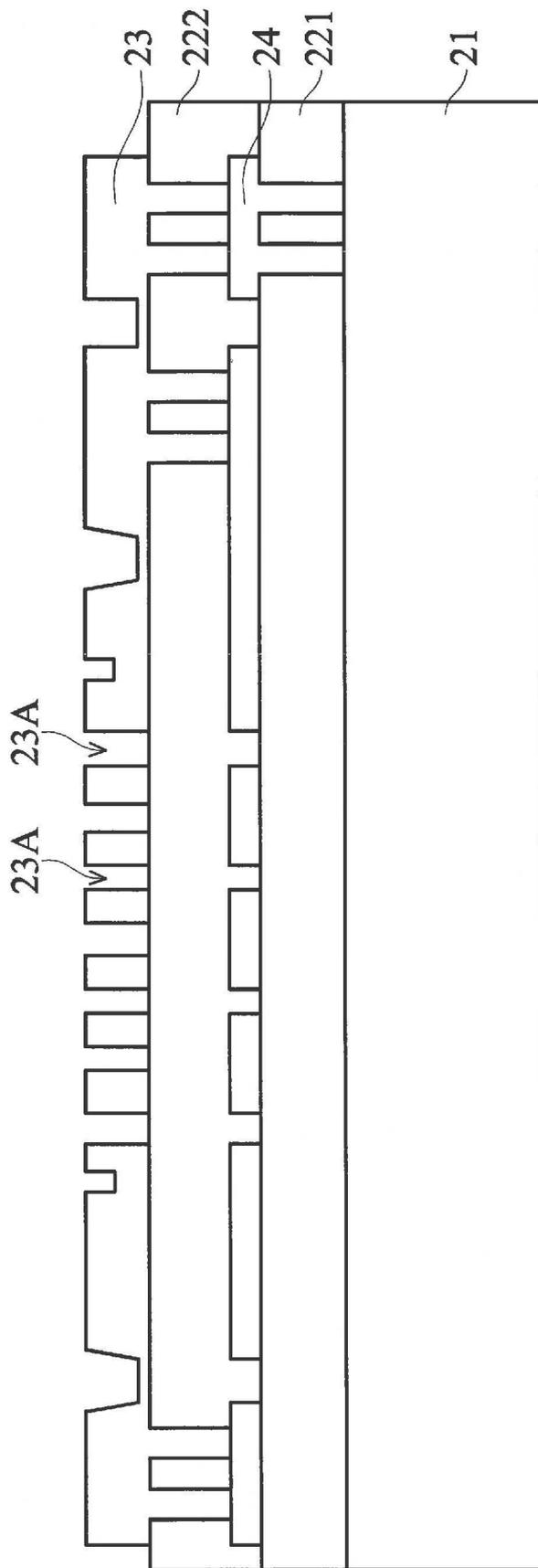


FIG. 8E

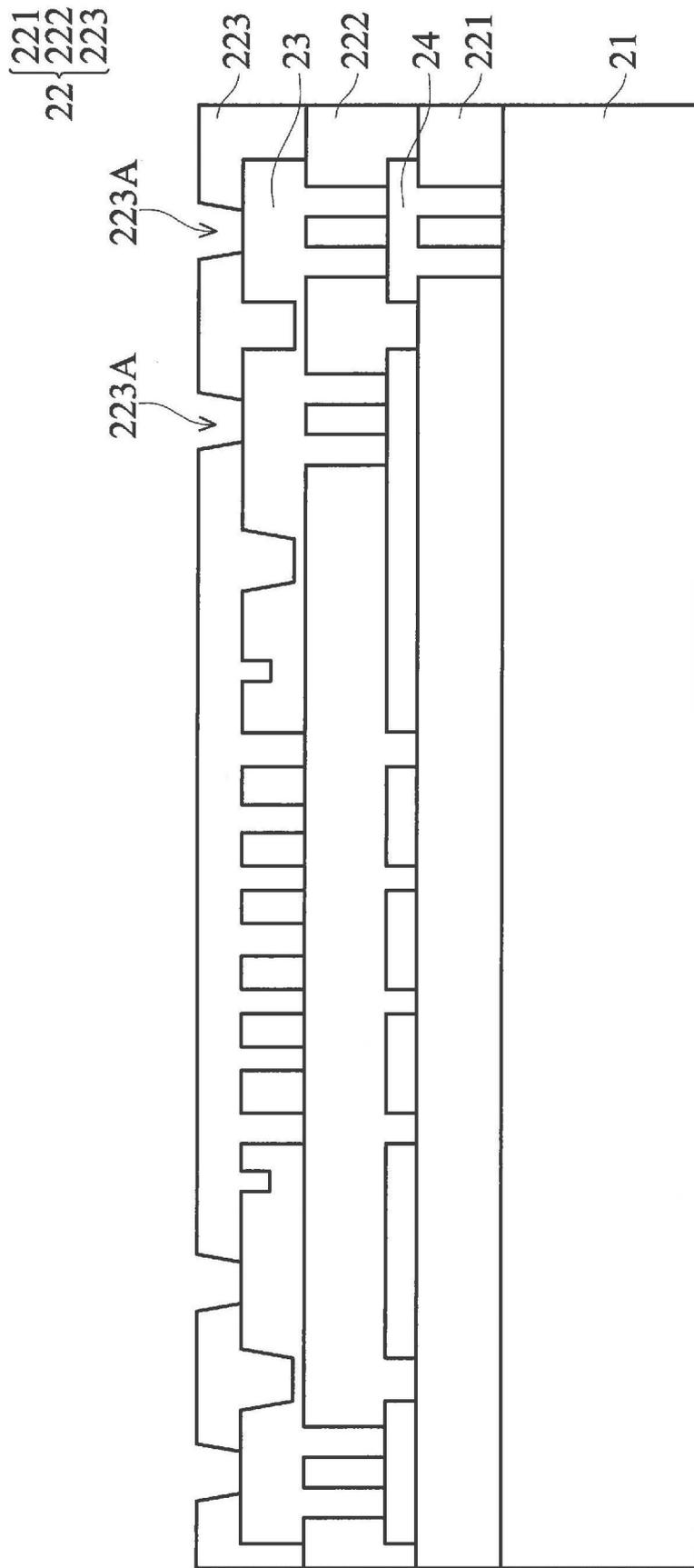


FIG. 8F

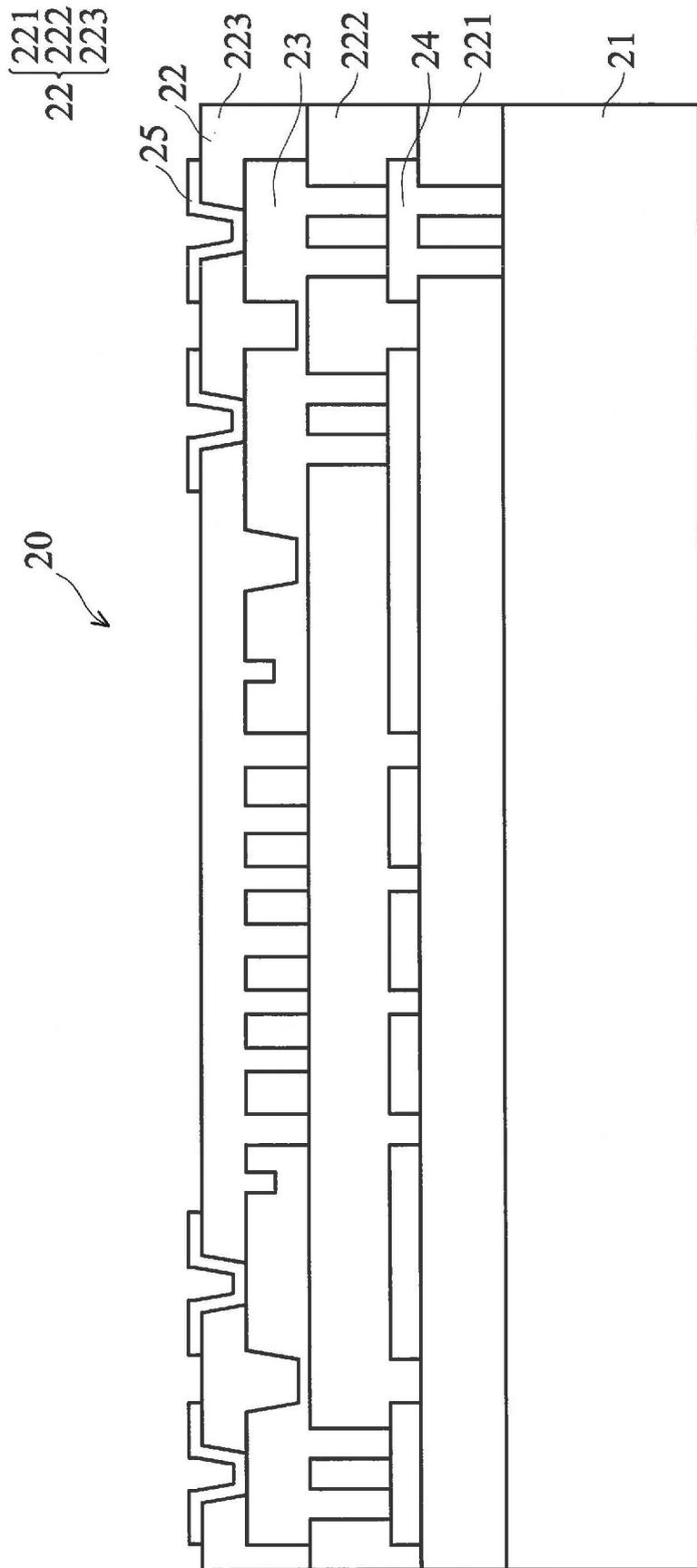


FIG. 8G

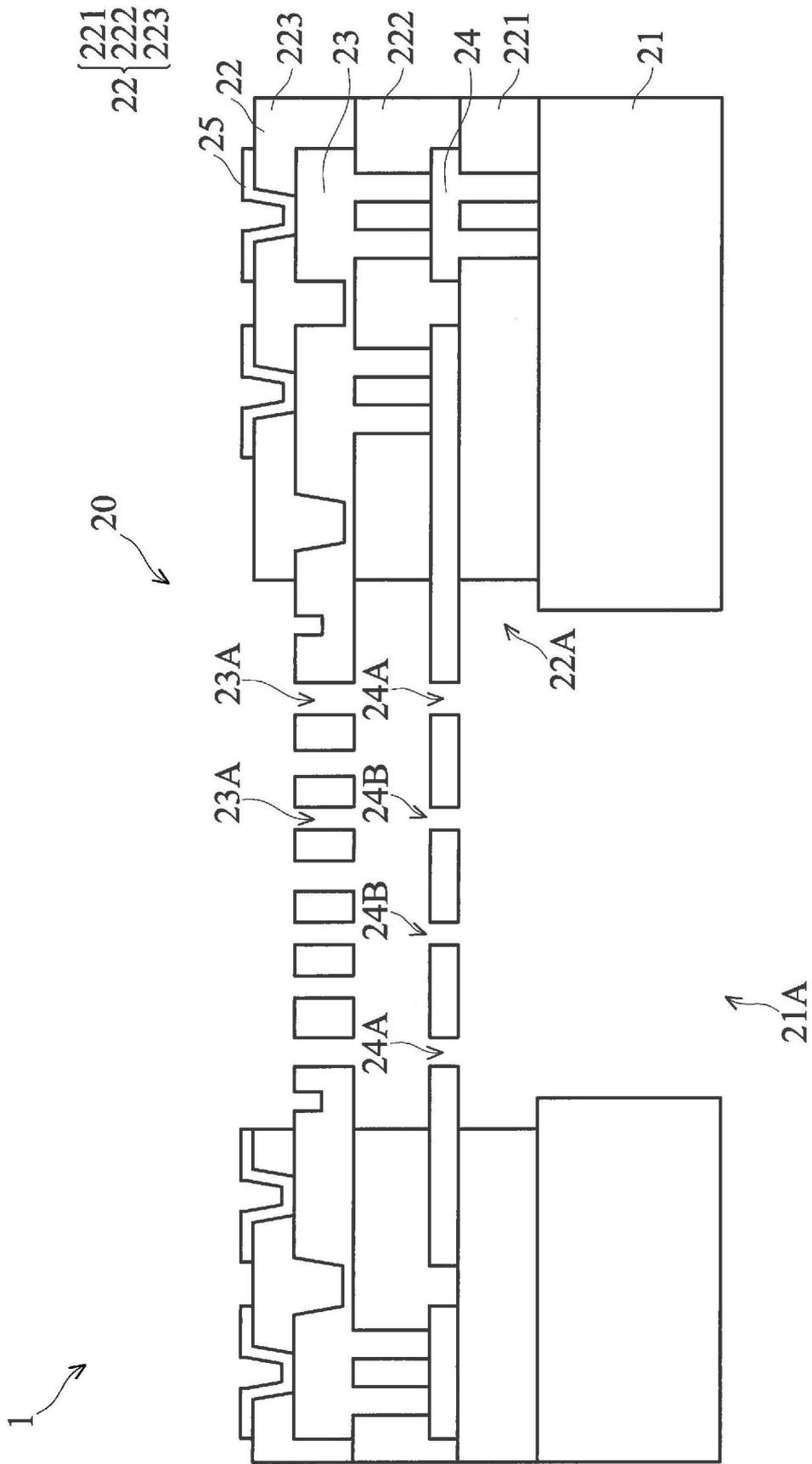


FIG. 8H