

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Offenbarung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Mikrofon und ein Herstellungsverfahren dafür und insbesondere ein MEMS-Mikrofon, welches eine elektrostatische Kapazität aufrechterhält und eine Beschädigung der Membran verhindert.

Stand der Technik

[0002] Im Allgemeinen ist ein mikroelektromechanisches Systemmikrofon (MEMS) eine Einrichtung, welche ein Audiosignal in ein elektrisches Signal umwandelt und wird unter Verwendung eines Halbleiterbatchverfahrens hergestellt. Im Vergleich mit einem Elektretkondensatormikrofon (ECM), welches bei vielen Fahrzeugen angewendet wird, weist das MEMS-Mikrofon ein verbessertes Ansprechverhalten und reduziert Leistungsschwankungen auf, weist eine mikrominiaturisierte Größe auf, und weist eine verbesserte Widerstandsfähigkeit im Hinblick auf Umwelteinflüsse (Wärme, Feuchtigkeit und dergleichen) auf. Demgemäß wurden Schritte in Richtung des Ersatzes des ECM mit dem MEMS-Mikrofon unternommen.

[0003] Typischerweise werden MEMS-Mikrofone unterteilt in ein kapazitives MEMS-Mikrofon und ein piezoelektrisches MEMS-Mikrofon. Das kapazitive MEMS-Mikrofon wird mit einer festen Membran und einem Diaphragma (Membran, Blende, engl.: diaphragma) ausgebildet. Wenn ein Schalldruck von außen an die Membran angelegt wird, verändert sich ein Spalt zwischen der festen Membran und dem Diaphragma und folglich wird ein Kapazitätswert verändert. Der Schalldruck wird in ein elektrisches Signal zu diesem Zeitpunkt umgewandelt. In dem kapazitiven MEMS-Mikrofon wird eine Veränderung der Kapazität zwischen der Membran und der festen Membran gemessen und als ein Spannungssignal ausgegeben und wird als Empfindlichkeit bezeichnet, welches ein Hauptleistungskennwert ist.

[0004] Bei frühen MEMS-Mikrofonen war die isolierende Schicht nicht zwischen dem Diaphragma und der festen Membran angeordnet. Jedoch umfassen seit kurzem MEMS-Mikrofone Strukturen mit einer isolierenden Schicht, die zwischen dem Diaphragma und der festen Membran ausgebildet ist. In dem Fall des kapazitiven MEMS-Mikrofons kann eine Elektrode aufgrund einer elektrostatischen Kraft beschädigt werden, die erzeugt wird, wenn das Mikrofon betrieben wird. Um eine Beschädigung aufgrund der elektrostatischen Kraft zu verhindern, wurde eine isolierende Schicht zwischen zwei Elektroden angeordnet. Jedoch reduziert die isolierende Schicht die elek-

trostatische Kapazität und erzeugt ein Charge-Trap-Phänomen.

[0005] Insbesondere weist das Weglassen der isolierenden Schicht zwischen dem Diaphragma und der festen Membran den Vorteil des Vereinfachens von Herstellungskosten und Herstellungsabläufen auf. Jedoch kann ein Spalt zwischen dem Diaphragma und der festen Membran aufgrund eines Abnehmens der Diaphragmadicke reduziert werden, um die Empfindlichkeit zu verbessern, um die Membransteifigkeit zu verringern oder um die Größe des Mikrofons zu reduzieren. Demgemäß, wenn eine größere Vorspannung als eine Anzugsspannung (Pull-In-Spannung) an das Mikrofon angelegt wird oder eine andere elektrostatische Kraft als die Vorspannung erzeugt wird, wird das Diaphragma zerstört oder beschädigt. Daher wird eine Struktur, die die elektrostatische Kapazitätsreduzierung, das Charge-Trap-Phänomen und die Diaphragmabeschädigung löst, benötigt.

[0006] Die obige Information, die in diesem Abschnitt offenbart wurde, dient nur zur Verbesserung des Verständnisses des Hintergrundes der Erfindung und kann daher Informationen aufweisen, die nicht zum Stand der Technik gehören, der einem Fachmann in diesem Land bereits bekannt ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die vorliegende Offenbarung stellt ein Mikrofon und ein Herstellungsverfahren dafür zur Verfügung, welches eine Beschädigung eines Diaphragmas aufgrund einer Vorspannung verhindern kann, welche größer ist als eine Anzugsspannung oder eine elektrostatische Kraft in einer Struktur eines Mikrofons unter Abwesenheit einer isolierenden Schicht zwischen einem Diaphragma und einer festen Membran, um eine Empfindlichkeit zu verbessern.

[0008] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann ein Mikrofon ein Substrat mit einer Kavität umfassen, die in einem zentralen Abschnitt davon ausgebildet ist, ein Diaphragma, das an dem Substrat angeordnet ist, um die Kavität abzudecken und das eine erste undotierte Fläche aufweist, die in vorgegebenen (beispielsweise konstant beabstandeten) Abständen ausgebildet ist, eine feste Membran, die von dem Diaphragma mit einer dazwischen angeordneten Luftschicht beabstandet ist und die eine zweite undotierte Fläche aufweist, die sich nach oben (beispielsweise in einer Aufwärtsrichtung) erstreckt, um direkten Kontakt mit dem Diaphragma zu verhindern und eine Abstützschicht, die die feste Membran und das darauf angeordnete Diaphragma abstützt.

[0009] In einigen beispielhaften Ausführungsformen kann die zweite undotierte Schicht an einer Position ausgebildet sein, die der ersten undotierten Schicht

entspricht. Die erste undotierte Schicht und die zweite undotierte Schicht können in einer Untergruppe einer gesamten Fläche des Diaphragmas ausgebildet sei. In einigen beispielhaften Ausführungsformen können die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche Widerstände sein. Die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche können durch eine größere Vorspannung als eine Anzugs- spannung oder eine elektrostatische Kraft, um es einer Ladung zwischen den beiden Kontaktflächen zu ermöglichen in Richtung der festen Membran zu fließen, aneinander anliegen (beispielsweise in Kontakt miteinander stehen). Die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche können in vorgegebenen Abständen durch ringartige, undotierte Polysiliziumstrukturen mit unterschiedlichen Durchmesser oder in einer spiralförmigen Form mit den Polysiliziumstrukturen angeordnet sein.

[0010] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform kann das Mikrofon einen Pad-Abschnitt umfassen, der elektrisch die feste Membran oder das Diaphragma mit einem Halbleiterchip verbindet und kann ausgebildet sein, um eine Kapazität zu messen, die einer Veränderung eines Abstandes zwischen der festen Membran und dem Diaphragma entspricht. Das Diaphragma kann eine Vibrationselektrode umfassen, die ausgebildet ist, um aufgrund eines Geräuscheingangs durch die Kavität zu vibrieren, wobei die erste undotierte Fläche in vorgegebenen Abständen in der Vibrationselektrode ausgebildet ist; und einen Schlitz, der um ein Zentrum der Vibrationselektrode ausgebildet ist, und einen Abschnitt eines leitenden Leitungsabschnitts der Vibrationselektrode durchdringt.

[0011] Zusätzlich kann die feste Membran eine feste Elektrode umfassen, die ausgebildet ist, um einen Vibrationsversatz des Diaphragmas zu erfassen, wobei die zweite undotierte Fläche ausgebildet ist, um von einem oberen Abschnitt der festen Elektrode vorzustehen (beispielsweise zu erstrecken) und Geräuschöffnungen, die eine Vielzahl Öffnungen aufweisen, die an einer vorderen Oberfläche der festen Elektrode ausgebildet sind und die ausgebildet sind, um das Geräusch durch die Ausnehmung in der Luftschicht zur Verfügung zu stellen. Das Diaphragma kann an einer Außenseite des Substrats ausgebildet sein und die feste Membran kann unterhalb des Diaphragmas ausgebildet sein. Die feste Membran kann an einer Außenseite des Substrats ausgebildet sein und das Diaphragma kann unterhalb der festen Membran ausgebildet sein.

[0012] In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann das Verfahren zur Herstellung des Mikrofons das Anordnen einer festen Membran an einem oberen Abschnitt eines Substrats und das Ausbilden einer zweiten undotierten Schicht und einer Vielzahl Geräuschöffnungen

umfassen. Die zweite undotierte Schicht kann sich in vorgegebenen Abständen an der festen Membran erstrecken. Das Verfahren kann das Ausbilden einer Opferschicht und eines Diaphragmas an einem oberen Abschnitt der festen Membran und das Ausbilden einer ersten undotierten Schicht in dem Diaphragma in vorgegebenen Abständen, das Ausbilden einer Vielzahl Schlitze durch Versehen eines Abschnittes einer Kante des Diaphragmas in Bezug auf einen zentralen Abschnitt des Diaphragmas mit einem Muster, das Ätzen eines zentralen Abschnitts der zweiten Oberfläche des Substrats, um eine Kavität für einen Geräuscheingang auszubilden, und das Entfernen eines zentralen Abschnitts der Opferschicht durch die Schlitze, um eine Luftschicht und eine Abstützschicht auszubilden, umfassen.

[0013] In einigen beispielhaften Ausführungsformen kann das Ausbilden einer Opferschicht und eines Diaphragmas das Ausbilden der ersten undotierten Schicht an einer Position, die der zweiten undotierten Fläche entspricht, umfassen. Das Diaphragma und die feste Membran können aus zumindest einem leitenden Material, das aus einer Gruppe ausgewählt wurde umfassend Polysilizium, Metall und Siliziumnitrid, ausgebildet werden. In anderen beispielhaften Ausführungsformen kann das Ausbilden der Vielzahl Schlitze das Ausbilden einer fotosensitiven Schicht auf dem Diaphragma und das Exponieren und Entwickeln der fotosensitiven Schicht, um ein fotosensitives Muster zum Ausbilden einer Flächenkavität auszubilden und das Ausbilden der Schlitze durch Verwendung des Musters der fotosensitiven Schicht als eine Maske zum Ätzen eines Abschnittes des Diaphragmas umfassen. Die Tätigkeit des Ausbildens der Vielzahl Schlitze kann das Ätzen des Diaphragmas und eines Abschnittes der Opferschicht umfassen, um eine Durchgangsöffnung auszubilden, um einen leitenden Leitungsabschnitt der festen Membran zu öffnen und um ein erstes Pad an der festen Membran durch die Durchgangsöffnung mit einem Muster zu versehen und um ein zweites Pad mit einem Muster an dem Diaphragma zu versehen.

[0014] Gemäß einem zweiten Aspekt kann das Mikrofon ein Substrat mit einer Ausnehmung, die in einem zentralen Abschnitt davon ausgebildet ist, ein Diaphragma, das die Kavität abdeckt und eine erste undotierte Fläche aufweist, die sich in vorgegebenen Abständen erstreckt, eine feste Membran, die von dem Diaphragma beabstandet ist, wobei eine Luftschicht dazwischen angeordnet ist und die eine zweite undotierte Fläche aufweist, die einen vorgegebenen Abstand aufweist, um einen direkten Kontakt mit dem Diaphragma zu vermeiden und eine Abstützschicht, die die feste Membran und das darauf angeordnete Diaphragma abstützt.

[0015] In einigen beispielhaften Ausführungsformen können die erste undotierte Fläche und die zweite

undotierte Fläche in Ringstrukturen ausgebildet sein und eine Grübchenstruktur kann zwischen den Ringstrukturen ausgebildet werden. Die erste undotierte Fläche kann als eine sich erstreckende Ringstruktur ausgebildet sein, die durch Ionenimplantation nach dem Vorgang des Ausbildens eines Faltenmusters in dem Diaphragma ausgebildet wurde. Die undotierten Flächen können zwischen dem Diaphragma und der festen Membran des Mikrofons ausgebildet sein, das die Empfindlichkeit verbessert, indem die isolierende Schicht weggelassen wird und das eine Haftung zwischen den Elektroden verhindert. Demgemäß kann eine Beschädigung oder Zerstörung des Diaphragmas verhindert werden. Ferner, wenn die undotierte Fläche des Diaphragmas an der undotierten Fläche der festen Membran anliegt (beispielsweise in Kontakt damit steht), kann die Ladung daran gehindert werden zwischen den beiden Kontaktflächen eingeschlossen zu werden und kann erneut zu der festen Membran bewegt werden, wodurch die Elektroden daran gehindert werden aufgrund der elektrostatischen Kraft beschädigt zu werden.

Figurenliste

[0016] Die obige und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden besser aus der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ersichtlich.

Fig. 1 ist eine beispielhafte Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 2A ist eine beispielhafte, vergrößerte Querschnittsansicht, die einen Normalabstandsaufrechterhaltungszustand zwischen einem Diaphragma und einer festen Membran gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 2B ist eine beispielhafte, vergrößerte Querschnittsansicht, die einen Haftungszustand zwischen einem Diaphragma und einer festen Membran gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 3 zeigt ein beispielhaftes Energiebanddiagramm des Diaphragmas und der festen Membran, die aneinander gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung anliegen;

Fig. 4 bis Fig. 10 stellen eine beispielhafte Sequenz eines Verfahrens zur Herstellung eines Mikrofons gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung dar;

Fig. 11 ist eine Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer ersten modifizierten beispielhaften Ausführungs-

form der vorliegenden Offenbarung darstellt;

Fig. 12 ist eine beispielhafte Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer zweiten modifizierten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt; und

Fig. 13 ist eine beispielhafte Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer dritten modifizierten, beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0017] Im Folgenden werden beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Während die Erfindung in Verbindung mit den beispielhaften Ausführungsformen beschrieben wird, muss verstanden werden, dass die vorliegende Beschreibung nicht dazu gedacht ist, um die Erfindung auf diese beispielhaften Ausführungsformen einzuschränken. Im Gegenteil ist die Erfindung dazu gedacht nicht nur die beispielhaften Ausführungsformen abzudecken, sondern auch verschiedene Alternativen, Modifikationen, Äquivalente und andere beispielhafte Ausführungsformen, welche in dem Schutzzumfang der Erfindung, sowie er durch die beigefügten Ansprüche festgelegt wird, umfasst sind.

[0018] In der folgenden detaillierten Beschreibung wurden nur beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ausschließlich zum Zwecke der Darstellung gezeigt und beschrieben. Der Fachmann erkennt, dass die beschriebenen Ausführungsformen auf verschiedene unterschiedliche Arten modifiziert werden können, ohne von dem Geiste oder dem Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen. Demgemäß ist es angedacht, dass die Zeichnungen und die Beschreibung beispielhaft sind und nicht einschränkend. Ähnliche Bezugszeichen bezeichnen ähnliche Elemente über die Beschreibung hinweg.

[0019] Die hier verwendete Terminologie ist zum Zwecke des Beschreibens spezieller Ausführungsformen ausschließlich und ist nicht dazu gedacht die Offenbarung einzuschränken. Sowie sie hier verwendet werden, sind die Singularformen „ein“, „eine“ und „der“, „die“, „das“ dazu gedacht auch die Pluralformen einzuschließen außer der Zusammenhang zeigt dies klar anderweitig auf. Es muss ferner verstanden werden, dass die Begriffe „umfassen“ und/oder „umfassend“ wenn sie in dieser Beschreibung verwendet werden, das Vorhandensein der genannten Merkmale, Zahlen, Schritte, Betriebe, Elemente und/oder Bauteile spezifizieren, jedoch nicht das Vorhandensein oder das Hinzufügen von einem oder

mehrerer Merkmale, Zahlen, Schritte, Betriebe, Elemente, Bauteile, und/oder Gruppen davon ausschließen. Sowie er hier verwendet wird, kann der Begriff „und/oder“ irgendeine oder alle Kombinationen von einem oder mehrerer der assoziierten, genannten Merkmale umfassen. Beispielsweise werden, um die Beschreibung der vorliegenden Erfindung klar zu stellen, nichtverwandte Teile nicht gezeigt und die Dicken der Schichten und Bereiche werden zum Zwecke der Klarheit übertrieben dargestellt.

[0020] Ferner kann, wenn angeführt wird, dass eine Schicht sich „auf“ einer weiteren Schicht oder einem weiteren Substrat befindet, die Schicht direkt auf der andere Schicht oder dem anderen Substrat sein oder eine dritte Schicht kann dazwischen angeordnet sein.

[0021] Zusätzlich bedeuten die Begriffe „-er“, „-or“, und „Modul“, die in der Beschreibung beschrieben werden, Einheiten zum Verarbeiten von zumindest einer Funktion oder einer Ausführung und können durch Hardwarekomponenten oder Softwarekomponenten und Kombinationen davon implementiert werden.

[0022] Außer es ist anderweitig angeführt oder offensichtlich aus dem Zusammenhang, so wird der Begriff, sowie er hier verwendet wird, „ungefähr“ aufgefasst als innerhalb eines Bereichs einer normalen Abweichung auf diesem Gebiet, beispielsweise innerhalb von 2 Standardabweichungen des Mittelwertes. „Ungefähr“ kann verstanden werden als innerhalb von 10%, 9%, 8%, 7%, 6%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0,5%, 0,1%, 0,05%, oder 0,01% von dem genannten Wert. Außer anderweitig klar aus dem Zusammenhang werden alle hier zur Verfügung gestellten numerischen Werte mit dem Begriff „ungefähr“ versehen.

[0023] Obwohl eine beispielhafte Ausführungsform als verwendend eine Vielzahl von Einheiten beschrieben wird, um den beispielhaften Vorgang durchzuführen, muss verstanden werden, dass die beispielhaften Prozesse auch durch eines oder eine Vielzahl Module durchgeführt werden können. Zusätzlich muss verstanden werden, dass der Begriff Steuerggerät/Steuereinheit eine Hardwareeinrichtung bezeichnet, welche einen Speicher und einen Prozessor umfasst. Der Speicher ist ausgebildet, um die Module zu speichern und der Prozessor ist speziell konfiguriert, um die Module auszuführen, um einen oder mehrere Prozesse auszuführen, welche im Folgenden beschrieben werden.

[0024] Es muss verstanden werden, dass der Begriff „Fahrzeug“ oder „Wagen“ oder ein ähnlicher Begriff, sowie er hier verwendet wird, Motorfahrzeuge im Allgemeinen umfasst, wie beispielsweise Passagierfahrzeuge, umfassend Sportgerätefahrzeuge (SUV), Busse, LKW, verschiedene kommer-

zielle Fahrzeuge, Wasserfahrzeuge umfassend eine Vielzahl Boote, Schiffe, Flugzeuge und dergleichen und der Begriff umfasst Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge, Verbrennungsfahrzeuge, Plug-In-Hybridelektrofahrzeuge, mit Wasserstoff angetriebene Fahrzeuge und andere mit alternativen Kraftstoffen angetriebene Fahrzeuge (beispielsweise Kraftstoffe, die aus anderen Rohstoffen als Erdöl gewonnen werden), umfasst.

[0025] In der Beschreibung weist ein Geräuschquelleingang in ein Mikrofon die gleiche Bedeutung auf wie die eines Geräuschs oder eines Geräuschdrucks, welcher ein Diaphragma zum Schwingen anregt. Im Folgenden werden ein Mikrofon und ein Mikrofonherstellungsverfahren gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0026] Fig. 1 ist eine beispielhafte Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt. Bezugnehmend auf Fig. 1 kann das Mikrofon 100 ein Substrat 110, ein Diaphragma (beispielsweise eine Vibrationsmembran) 120, eine feste Membran 130, eine Abstützschicht 140 und einen Padabschnitt 150 umfassen. Das Substrat 110 kann aus Silizium ausgebildet sein und eine Kavität 111 kann in einem zentralen Abschnitt davon ausgebildet sein, um es dem Geräusch (beispielsweise dem Geräuschdruck) zu gestatten, dorthinein eingebracht zu werden. Das Diaphragma 120 kann an einer Außenseite (beispielsweise der äußersten Außenseite) des Substrats 110 angeordnet sein, um die Kavität 111 abzudecken. Demgemäß kann das Diaphragma 120 teilweise durch die Kavität 111, die in dem Substrat 110 ausgebildet ist, exponiert sein und der exponierte Abschnitt kann ausgebildet sein, um aufgrund eines Geräuschs zu vibrieren, das von außen übertragen wird. Das Diaphragma 120 kann aus einem Polysilizium oder einem Siliziumnitrid ausgebildet sein, jedoch kann, ohne darauf beschränkt zu sein, irgendein Material verwendet werden, vorausgesetzt, dass das Material leitend ist.

[0027] Insbesondere kann in einer beispielhaften Ausführungsform eine isolierende Schicht zwischen dem Diaphragma 120 und der festen Membran 130 weggelassen werden, um die Empfindlichkeit zu verbessern. Das Diaphragma kann eine Struktur aufweisen, um das Diaphragma daran zu hindern, durch eine Vorspannung beschädigt zu werden, die größer oder gleich einer Anzugsspannung oder einer elektrostatischen Kraft ist. Das Diaphragma 120 kann eine Vibrationselektrode 121, eine erste undotierte Fläche 122 und einen Schlitz 123 umfassen. Ein zentraler Abschnitt der Vibrationselektrode 121 kann ausgebildet sein, um aufgrund des Geräuscheingangs durch die Ausnehmung 111 zu vibrieren. Die

Vibrationselektrode **121** kann mit einem zweiten Pad **152** gekoppelt sein, welches elektrisch den leitenden Leitungsabschnitt (beispielsweise einen leitenden Kabelabschnitt), der außerhalb der Kavität **111** ausgebildet ist, mit einer externen Einrichtung (beispielsweise einem Halbleiterchip) verbindet.

[0028] Die erste undotierte Fläche **122** kann in vorgegebenen (beispielsweise gleichmäßig beabstandeten oder konsistent beabstandeten) Abständen in dem Diaphragma **120** ausgebildet sein und kann in einem kreisförmigen Muster (beispielsweise in Draufsicht) angeordnet sein. Beispielsweise kann die erste undotierte Fläche **122** in vorgegebenen Abständen durch ringartige undotierte Polysiliziumstrukturen mit unterschiedlichen Durchmessern oder in einer Spiralenform (beispielsweise in der Form einer Hörschnecke/Cochlea) der Polysiliziumstruktur angeordnet sein.

[0029] Der Schlitz **123** kann eine verlängerte Lüftungsöffnung sein, die in einem Abschnitt eines leitenden Leitungsabschnittes der Vibrationselektrode **121** ausgebildet ist. Beispielsweise kann während eines Herstellungsvorgangs ein Abschnitt einer Opferschicht **140'** entfernt werden, um die Abstützschicht **140** auszubilden. Die Schlitze **123** können in einer Vielzahl um ein Zentrum der Vibrationselektrode **121** ausgebildet sein, um den Luftdämpfungseinfluss aufgrund von Vibrationen des Diaphragmas **120** aufgrund des Eingangs des externen Geräusches zu reduzieren und die Empfindlichkeit des Mikrofons kann verbessert werden.

[0030] Die Luftdämpfung kann eine Absorption der Vibration des Diaphragmas **120** durch die Luft und das Unterdrücken von Druck und den Vibrationsversatz umfassen. Insbesondere kann der Luftdämpfungseffekt eine Empfindlichkeitsverschlechterung aufgrund der Unterdrückung des Vibrationsversatzes umfassen. Die Schlitze **123** können eine Vibration des Diaphragmas **120** durch die Luft dämpfen und können die Vibration des Diaphragmas aufgrund des Geräusches aufnehmen, um die Empfindlichkeit des Mikrofons zu verbessern.

[0031] Die feste Membran **130** kann in der Luftschicht **145** angeordnet sein, die von einem unteren Abschnitt des Diaphragmas **120** beabstandet ist, um die Kavität **111** abzudecken. Die feste Membran **130** kann eine feste Elektrode **131**, eine zweite undotierte Fläche, **132** und eine Geräuschöffnung **133** umfassen. Die feste Elektrode **131** kann ausgebildet sein, um einen Vibrationsversatz des Diaphragmas **120** zu erkennen und kann einen leitenden Leitungsabschnitt umfassen, der mit einem ersten Pad **151** gekoppelt ist, das elektrisch mit der externen Einrichtung verbunden ist (beispielsweise ein Halbleiterchip).

[0032] Ein leitender Leitungsabschnitt eines Rands der festen Elektrode **131** kann durch die Abstützschicht **140** umfassend ein Oxid abgestützt und befestigt werden. Die Abstützschicht **140** kann an dem leitenden Leitungsabschnitt der festen Elektrode **131** angeordnet sein und kann durch Ätzen eines Abschnittes der Opferschicht **140'** bei dem Herstellungsverfahren des Mikrofons **100** ausgebildet werden. Die Luftschicht **145** kann eine Kavität sein, die durch Ätzen der Opferschicht **140'** ausgebildet wird. Eine Oxidschicht **115** kann zwischen dem Substrat **110** und der festen Elektrode **131** angeordnet werden und ein zentraler Abschnitt der Oxidschicht **115** kann geöffnet oder geätzt werden, um die Kavität **111** nach innen zu erstrecken.

[0033] Die zweite undotierte Fläche **132** kann ausgebildet sein, um sich von einem oberen Abschnitt der ersten Elektrode **131** zu erstrecken (beispielsweise vorzustehen) und kann die feste Elektrode **131** daran hindern, direkt in Kontakt mit der Vibrationselektrode **121** zu stehen. Die zweite undotierte Fläche **132** kann an einer Position ausgebildet sein, die der ersten undotierten Fläche **122** entspricht. Die Geräuschöffnungen **133** können eine Vielzahl Öffnungen sein, die an einer vorderen Oberfläche der festen Elektrode **131** ausgebildet sind und können ausgebildet sein, um das Geräusch durch die Kavität **111** der Luftschicht **145** zur Verfügung zu stellen.

[0034] Der Padabschnitt **150** kann als ein Metallpad ausgebildet sein, das elektrisch jede Elektrode mit dem Halbleiterchip verbindet und kann ausgebildet sein, um eine Kapazität zu messen, die einer Veränderung eines Abstandes zwischen der festen Membran **130** und dem Diaphragma **120** entspricht. Der Padabschnitt **150** kann das erste Pad **151**, das auf einen leitenden Leitungsabschnitt der festen Elektrode **131** über einer Öffnung **H** ausgebildet ist, und das zweite Pad **152**, das auf einem leitenden Leitungsabschnitt der Vibrationselektrode **121** ausgebildet ist, umfassen.

[0035] Das Mikrophon **100** kann eine Struktur aufweisen, bei der eine isolierende Schicht zwischen dem Diaphragma **120** und der festen Membran **130** weggelassen ist, aufweisen, um die Empfindlichkeit zu verbessern. Jedoch kann bei der Struktur durch das Weggelassen isolierenden Schicht ein Spalt zwischen dem Diaphragma **120** und der festen Membran **130** aufgrund der reduzierten Größe des Mikrofons reduziert werden. Zusätzlich kann ein Anhaften auftreten, wenn eine Vorspannung größer als oder gleich einer Anzugsspannung an das Mikrophon angelegt wird oder eine Elektrodenbeschädigung aufgrund einer anderen elektrostatischen Kraft als der Vorspannung kann auftreten. Demgemäß kann, um die oben erwähnten Bedenken aufzuheben, das Mikrophon **100** undotierte Flächen **122** und **132** umfassen, die ausgebildet sind, um einen direkten Kontakt

zwischen der Elektrode des Diaphragmas und der Elektrode der festen Membran **130** zu verhindern.

[0036] Fig. 2 A ist eine beispielhafte vergrößerte Querschnittsansicht, die einen Normalabstandsaufrechterhaltungszustand zwischen dem Diaphragma und der festen Membran gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt. Fig. 2B ist eine beispielhafte, vergrößerte Querschnittsansicht, die einen Haftungszustand zwischen dem Diaphragma und der festen Membran gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt. Fig. 3 zeigt ein beispielhaftes Energiebanddiagramm des Diaphragmas der festen Membran in Kontakt miteinander gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Bezugnehmend auf Fig. 2A, Fig. 2B und Fig. 3 kann das Mikrofon **100** die erste undotierte Fläche **122**, die in vorgegebenen Abständen in der Vibrationselektrode **120** des Diaphragmas ausgebildet ist, umfassen. Ferner kann das Mikrofon **100** die zweite undotierte Fläche **132**, die an der festen Elektrode **131** der festen Membran **130** ausgebildet ist, die auf das Diaphragma **120** zeigt.

[0037] Bezugnehmend auf Fig. 2A, wenn das Diaphragma **120** und die feste Membran **130** einen normalen Abstand aufrechterhalten und das Geräusch eingebracht wird, kann das Diaphragma **120** ausgebildet sein, um zu vibrieren und kann in einer vertikalen Ausrichtung versetzt werden (beispielsweise sich aufwärts und abwärts bewegen). Bei einer herkömmlichen Mikrofonstruktur, wenn die an das Mikrofon angelegte Vorspannung größer oder gleich der Anzugsspannung ist, tritt das Anhaften auf, wenn die Elektrode des Diaphragmas und die Elektrode der festen Membran direkt in Kontakt miteinander stehen. Wenn die Situation aufrechterhalten wird, wird eine Vibration des Diaphragmas aufgrund des Geräuschs nicht ermittelt.

[0038] Das Mikrofon **100** kann die sich erstreckende, zweite undotierte Fläche **132** dazu verwenden, um die Vibrationselektrode **121** und die feste Elektrode **131** daran zu hindern in direkten Kontakt miteinander zu treten, wenn die an das Mikrofon angelegte Vorspannung größer oder gleich der Anzugsspannung ist. Die erste undotierte Fläche **122** und die zweite undotierte Fläche **132** können an Positionen ausgebildet werden, die einander entsprechen und können in einer Untergruppe einer gesamten Fläche (beispielsweise einer kleinen Fläche) in Bezug auf die gesamte Fläche des Diaphragmas **120** innerhalb eines Bereichs von ungefähr 1 bis 5 μm (dia) ausgebildet werden.

[0039] Zusätzlich können die undotierten Flächen **122** und **132** Widerstände sein, die einen vorgegebenen Widerstandswert (beispielsweise 1 M Ω) aufweisen. Wie in Fig. 2B gezeigt, wenn die Vorspan-

nung, welche größer ist als die Anzugsspannung, an das Mikrofon **100** angelegt wird, können die erste undotierte Fläche **122** und die zweite undotierte Fläche **132** in direktem Kontakt miteinander stehen. Jedoch können die Elektronen an die feste Membran **130** übertragen werden, ohne zwischen den zwei Kontaktflächen gefangen zu werden. Insbesondere können die erste undotierte Fläche **122** und die zweite undotierte Fläche **132** aufgrund der Vorspannung, die größer oder gleich der Anzugsspannung ist, oder aufgrund der elektrostatischen Kraft aneinander anliegen (beispielsweise in Kontakt miteinander stehen), um es einer Ladung zwischen den beiden Kontaktflächen zu gestatten in Richtung der festen Membran **130** zu fließen. Wenn die Vorspannung geringer als die Anzugsspannung wird, kann das Diaphragma **120** zu einer ursprünglichen Position zurückkehren.

[0040] Das Verfahren zur Herstellung des Mikrofons gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen basierend auf der Struktur des Mikrofons **100**, das im Folgenden beschrieben wird, beschrieben. Jedoch können in der folgenden Beschreibung die feste Elektrode **131** und die Vibrationselektrode **121** verwendet werden, um die feste Membran **130** und das Diaphragma **120** zu bezeichnen.

[0041] Fig. 4 bis Fig. 10 stellen eine beispielhafte sequentielle Darstellung dar, die das Verfahren zur Herstellung des Mikrofons gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen. Zunächst kann Bezugnehmend auf Fig. 4 die Oxidschicht **115** auf dem Substrat **110** ausgebildet werden, nachdem das Substrat **110** vorbereitet wurde. Das Substrat **110** kann aus Silizium ausgebildet sein und die Oxidschicht **115** kann ausgebildet werden, indem Siliziumoxid abgelagert wird.

[0042] Zunächst wird ein Vorgang zum Ausbilden der festen Membran **130** umfassend die feste Elektrode **131**, die zweite undotierte Fläche **132** und die Geräuschöffnung **133** an der Oxidschicht **115** beschrieben. Die feste Elektrode **131** kann an der Oxidschicht **115** abgelagert werden und die zweite undotierte Fläche **132** kann durch Mustern/Ausbilden eines undotierten Polysiliziums an der festen Elektrode **131** in vorgegebenen Abständen ausgebildet werden. Die feste Elektrode **131** kann aus Polysilizium, einem Metall oder Siliziumnitrid (SiNx) ausgebildet werden, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die feste Elektrode **131** kann aus einem leitenden Material ausgebildet werden, welches als eine Elektrode verwendet wird.

[0043] Bezugnehmend auf Fig. 5 kann die feste Elektrode **131** geätzt werden, um die Vielzahl Geräuschöffnungen **133** auszubilden, die die fes-

te Elektrode mit einem ähnlichen (beispielsweise dem gleichen) Muster durchdringen. Die Vielzahl Geräuschöffnungen **133** kann ausgebildet werden, indem ein Trockenätzen oder Nassätzen durchgeführt wird und das Trockenätzen oder das Nassätzen kann durchgeführt werden, bis die Oxidschicht **115** exponiert ist.

[0044] Bezugnehmend auf **Fig. 6** kann die Opferschicht **140'** auf der festen Membran **130** ausgebildet werden. Ferner wird ein Vorgang zum Ausbilden des Diaphragmas **120** umfassend die Vibrationselektrode **121**, die erste undotierte Fläche **122** und den Schlitz **123** an der Opferschicht **140'**, beschrieben. Die Vibrationselektrode **121** kann auf der Opferschicht **140'** angeordnet werden und die erste undotierte Fläche **122** kann in den Vibrationselektroden **121** in vorgegebenen (beispielsweise gleichmäßig beabstandeten) Abständen ausgebildet werden. Die erste undotierte Fläche **122** kann an einer Position ausgebildet werden, die der zweiten undotierten Fläche **132** entspricht. Die Vibrationselektrode **121** kann aus einem Polysilizium, einem Metall oder einer Silikonitridschicht auf die gleiche Weise wie die feste Elektrode **131** ausgebildet werden, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die Vibrationselektrode **121** kann aus einem leitenden Material ausgebildet werden, das als eine Elektrode verwendbar ist.

[0045] Bezugnehmend auf **Fig. 7** kann die Vielzahl Schlitze **123** durch Ausbilden (mit einem Muster versehen) eines Abschnittes eines Randes der Vibrationselektrode **121** in Bezug auf die zentrale Achse der Vibrationselektrode ausgebildet werden. Der Schlitz **123** kann ausgebildet werden, indem eine fotosensitive Schicht auf der Vibrationselektrode **121** angeordnet wird, die fotosensitive Schicht exponiert und entwickelt wird, um ein fotosensitives Schichtmuster zum Ausbilden einer Kavität auszubilden und durch Verwenden des fotosensitiven Schichtmusters als eine Maske zum Ätzen eines Abschnittes der Vibrationselektrode **121**.

[0046] Bezugnehmend auf **Fig. 8** können nachdem das Diaphragma **120** ausgebildet wurde, wie oben beschrieben, die Vibrationselektrode **121** und ein Abschnitt der Opferschicht **140'** geätzt werden, um die Durchgangsöffnung H aufweisend eine geöffnete Oberseite auszubilden. Die Durchgangsöffnung H kann durch Ätzen der Vibrationselektrode **121** und der Opferschicht **140'** bis der leitende Leitungsabschnitt der festen Elektrode **131** exponiert ist, ausgebildet werden.

[0047] Bezugnehmend auf **Fig. 9** kann das erste Pad **151** an der festen Membran **130** über die Öffnung H ausgebildet werden und das zweite Pad **152** kann an dem Diaphragma **120** ausgebildet werden. Die feste Elektrode **131** und die Vibrationselektrode **121** können elektrisch mit einer externen Signalver-

arbeitungskomponente durch das erste Pad **151** bzw. das zweite Pad **152** verbunden werden.

[0048] Bezugnehmend auf **Fig. 10** kann ein zentraler Abschnitt einer zweiten Oberfläche (beispielsweise Rückseite) des Substrats **110** geätzt werden, um die Kavität **111** für den Geräuscheingang auszubilden. Die Oxidschicht **115** in einem Bereich der Kavität **111** des Substrats **110** kann entfernt werden und ein zentraler Abschnitt der Opferschicht **140** kann entfernt werden, um das Mikrofon **100** auszubilden.

[0049] Bezugnehmend auf **Fig. 1** kann der entfernte Bereich der Opferschicht **140'** die Luftschicht **145** ausbilden und ein unentfernter Randabschnitt der Opferschicht **140'** kann die Abstützschicht **140** ausbilden, die einen Rand des Diaphragmas abstützt. Die Luftschicht **145** kann ausgebildet werden, indem die Opferschicht **140'** mit einem Nassverfahren unter Verwendung einer Ätzlösung durch den Schlitz **123** des Diaphragmas **120** entfernt wird. In einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann die Opferschicht **140'** mit einem trockenen Verfahren entfernt werden, wenn ein Abtragen unter Verwendung von O₂-Plasma durch den Schlitz **123** durchgeführt wird.

[0050] Wie oben beschrieben wurde, können gemäß der beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung die undotierten Flächen zwischen dem Diaphragma und der festen Membran des Mikrofons ausgebildet werden, um die isolierende Schicht wegzulassen, um die Empfindlichkeit zu verbessern, wodurch das Auftreten des Anhaftens zwischen den beiden Elektroden verhindert wird. Folglich kann eine Zerstörung oder Beschädigung des Diaphragmas verhindert werden. Zusätzlich, wenn die undotierte Fläche des Diaphragmas an der undotierten Fläche der festen Membran anliegt (beispielsweise in Kontakt damit steht), kann die Ladung an die feste Membran übertragen werden (beispielsweise nicht zwischen den beiden Kontaktflächen eingeschlossen werden und kann verloren gehen), wodurch die Elektrode daran gehindert wird durch die elektrostatische Kraft beschädigt zu werden.

[0051] Während die vorliegende Offenbarung unter Bezugnahme auf die beispielhafte Ausführungsform beschrieben wurde, muss verstanden werden, dass die Offenbarung nicht auf die offenbarte, beispielhafte Ausführungsform beschränkt ist und verschiedene andere Modifikationen der Offenbarung möglich sind. Die anderen Modifikationen der Offenbarung werden unter Bezugnahme auf **Fig. 11** bis **Fig. 13** beschrieben.

[0052] **Fig. 11** ist eine beispielhafte Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer ersten modifizierten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung

zeigt. Bezugnehmend auf **Fig. 11** kann das Mikrofon **100'** gemäß der ersten modifizierten beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ähnlich zu der Konfiguration von **Fig. 1** sein. Folglich werden überlappende Beschreibungen weggelassen und eine modifizierte, undotierte Fläche wird vorwiegend beschrieben.

[0053] Ein Diaphragma **120'** kann eine erste undotierte Fläche **122'** umfassen, die aus einem vorstehenden, undotierten Polysilizium in vorgegebenen Abständen ausgebildet ist, das unter einer Vibrationselektrode **121'** angeordnet wird. Die erste undotierte Fläche **122'** kann vorstehende Ringe mit unterschiedlichen Durchmessern umfassen.

[0054] Wie in einer beispielhaften Draufsicht von **Fig. 11** gezeigt, kann eine feste Membran **130'** eine zweite undotierte Fläche **132'**, die in einer festen Elektrode **131'** mit einem vorgegebenen Abstand eines undotierten Polysiliziummusters ausgebildet ist, ausbilden. Die erste undotierte Fläche **122'** und zweite undotierte Fläche **132'** können an Positionen ausgebildet sein, die einander entsprechen, um direkten Kontakt zwischen aufeinander zeigenden Elektroden zu verhindern. Demgemäß kann ein Anhaften verhindert werden, wenn die Vorspannung, die größer oder gleich der Anzugsspannung ist, angelegt wird. Eine zusätzliche Vertiefungsstruktur (Grübenstruktur) kann zwischen Ringstrukturen der ersten undotierten Fläche **122'** und der zweiten undotierten Fläche **132'** ausgebildet werden, was das Anhaften verhindern kann und den Kontakteinfluss reduzieren kann.

[0055] **Fig. 12** ist eine beispielhafte Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer zweiten modifizierten, beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt. Bezugnehmend auf **Fig. 12** kann ein Diaphragma **120''** des Mikrofons **100''** gemäß der zweiten, modifizierten, beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung eine Vibrationselektrode **121''** und eine erste, undotierte Fläche **122''** mit einer Ringform, die durch eine Ionenimplantation nach dem Ausbilden eines Faltenmusters in der Vibrationselektrode erzeugt wurde, umfassen. Eine feste Membran **130''** kann eine zweite undotierte Fläche **132''** ausbilden, die in einer festen Elektrode **131''** mit einem vorgegebenen Abstand eines undotierten Polysiliziummusters ausgebildet ist.

[0056] Wenn die erste undotierte Fläche **122''** eine Struktur aufweist, die einen Abschnitt der ersten undotierten Fläche aufweist, der sich nach unten in einem Faltenmuster erstreckt, kann die Anhaftung zwischen den beiden Elektroden verhindert werden, wenn die erste undotierte Fläche in Kontakt mit der zweiten undotierten Fläche **132''** steht. Wenn die erste undotierte Fläche **122''** in der Faltenform ausgebil-

det wird, kann eine Belastung des Diaphragmas **120''** reduziert werden. Folglich kann die Empfindlichkeit des Mikrofons verbessert werden, indem ein Vibrationsversatz erhöht wird.

[0057] **Fig. 13** ist eine beispielhafte Querschnittsansicht, die schematisch eine Konfiguration eines Mikrofons gemäß einer dritten modifizierten, beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt. Bezugnehmend auf **Fig. 13** kann das Mikrofon **100** gemäß der dritten modifizierten, beispielhaften Ausführungsform sich von dem Mikrofon von **Fig. 1** unterscheiden, indem es Positionen des Diaphragmas **120** und der festen Membran **130** umfasst, die sich voneinander unterscheiden. Wie in **Fig. 1** gezeigt kann die beispielhafte Ausführungsform das Diaphragma **120** an einer Außenseite (beispielsweise der äußersten Seite) aufweisen und kann die feste Membran **130** ausbilden, die unterhalb des Diaphragmas angeordnet ist, jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht darauf beschränkt. In anderen Worten, wie in **Fig. 13** gezeigt, kann das Mikrofon **100** die feste Membran **130** an einer Außenseite ausbilden und kann das Diaphragma **120** ausbilden, das unterhalb der festen Membran angeordnet ist.

[0058] Während diese Offenbarung in Verbindung mit dem beschrieben wurde das derzeit als die beispielhaften Ausführungsformen angesehen wird, muss verstanden werden, dass die Offenbarung nicht auf die offenbarten, beispielhaften Ausführungsformen beschränkt ist, jedoch im Gegenteil dazu gedacht ist die verschiedenen Modifikationen und äquivalenten Anordnungen abzudecken, die in dem Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche umfasst sind.

Bezugszeichenliste

100:	Mikrofon
110:	Substrat
111:	Ausnehmung
120:	Diaphragma
121:	Vibrationselektrode
122:	erste undotierte Fläche
123:	Schlitz
130:	feste Membran
131:	feste Elektrode
132:	zweite undotierte Fläche
133:	Geräuschöffnung
140:	Abstützschicht

- 140':** Opferschicht
145: Luftschicht
150: Padabschnitt

Patentansprüche

1. Mikrofon, umfassend:
ein Substrat mit einer Kavität, die in einem zentralen Abschnitt davon ausgebildet ist;
ein Diaphragma, das an dem Substrat angeordnet ist, um die Kavität abzudecken, und aufweisend eine erste undotierte Fläche, die in vorgegebenen Abständen ausgebildet ist;
eine feste Membran, die von dem Diaphragma beabstandet ist, wobei eine Luftschicht dazwischen angeordnet ist, und die eine zweite undotierte Fläche aufweist, die sich nach oben erstreckt, um die erste feste Membran und das Diaphragma zu trennen; und
eine Abstützschicht, die die feste Membran und das Diaphragma abstützt.
2. Mikrofon nach Anspruch 1, bei dem die zweite undotierte Fläche an einer Position ausgebildet ist, die der ersten undotierten Fläche entspricht.
3. Mikrofon nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche in einer Teilfläche in Bezug auf eine gesamte Fläche des Diaphragmas ausgebildet sind.
4. Mikrofon nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche Widerstände sind.
5. Mikrofon nach Anspruch 4, bei dem die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche aneinander mit einer Vorspannung anliegen, welche größer oder gleich einer Anzugsspannung oder einer elektrostatischen Kraft der zwei Kontaktflächen aufweisend eine Ladung dazwischen, die in Richtung der festen Membran fließt, ist.
6. Mikrofon nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche in vorgegebenen Abständen mit ringartigen, undotierten Polysiliziumstrukturen mit unterschiedlichen Durchmesser oder in einer spiralförmigen Form der Polysiliziumstrukturen angeordnet sind.
7. Mikrofon nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner umfassend:
einen Padabschnitt, der elektrisch die feste Membran oder das Diaphragma mit einem Halbleiterchip verbindet, um einen Widerstand zu messen, der einer Veränderung im Abstand zwischen der festen Membran und dem Diaphragma entspricht.
8. Mikrofon nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Diaphragma umfasst:
eine Vibrationselektrode, die ausgebildet ist, um aufgrund eines Geräuscheingangs durch die Kavität zu vibrieren,
wobei die erste undotierte Fläche in vorgegebenen Abständen in der Vibrationselektrode ausgebildet ist, und
wobei ein Schlitz um ein Zentrum der Vibrationselektrode ausgebildet ist und einen Abschnitt eines leitenden Leitungsabschnitts der Vibrationselektrode durchdringt.
9. Mikrofon nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die feste Membran umfasst:
eine feste Elektrode, die ausgebildet ist, um einen Vibrationsversatz des Diaphragmas zu erkennen,
wobei die zweite undotierte Fläche sich von einem oberen Abschnitt der festen Elektrode erstreckt, und
wobei Geräuschöffnungen sich an einer vorderen Oberfläche der festen Elektrode befinden und das Geräusch durch die Kavität in die Luftschicht bereitstellen.
10. Mikrofon nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Diaphragma an einer äußeren Seite des Substrats ausgebildet ist und die feste Membran unterhalb des Diaphragmas ausgebildet ist.
11. Mikrofon nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die feste Membran an einer Außenseite des Substrats ausgebildet ist und das Diaphragma unterhalb der festen Membran ausgebildet ist.
12. Verfahren zur Herstellung eines Mikrofons, umfassend:
Anordnen einer festen Membran an einem oberen Abschnitt eines Substrats und Ausbilden einer zweiten undotierten Fläche und einer Vielzahl Geräuschöffnungen, wobei die zweite undotierte Fläche sich in vorgegebenen Abständen an der festen Membran erstreckt;
Ausbilden einer Opferschicht und eines Diaphragmas an einem oberen Abschnitt der festen Membran und Ausbilden einer ersten undotierten Fläche in dem Diaphragma in vorgegebenen Abständen;
Ausbilden der Vielzahl Schlitze durch Versehen eines Abschnittes eines Randes des Diaphragmas in Bezug auf einen zentralen Abschnitt des Diaphragmas mit einem Muster;
Ätzen eines zentralen Abschnittes einer zweiten Oberfläche des Substrats, um eine Kavität für einen Geräuscheingang auszubilden; und
Entfernen eines zentralen Abschnitts der Opferschicht durch die Schlitze, um eine Luftschicht und eine Abstützschicht auszubilden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem das Ausbilden einer Opferschicht und eines Diaphragmas das Ausbilden der ersten undotierten Fläche an einer

Position umfasst, die der zweiten undotierten Fläche entspricht.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, bei dem das Diaphragma und die feste Membran aus zumindest einem leitenden Material ausgebildet sind, das aus einer Gruppe umfassend Polysilizium, Metall und/oder Siliziumnitrid ausgewählt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei dem das Ausbilden der Vielzahl Schlitze umfasst: Ausbilden einer fotosensitiven Schicht auf dem Diaphragma und Exponieren und Entwickeln der fotosensitiven Schicht, um ein fotosensitives Schichtmuster zum Ausbilden einer Durchgangsfläche auszubilden; und Ausbilden der Schlitze unter Verwendung des fotosensitiven Schichtmusters als eine Maske, um einen Abschnitt des Diaphragmas zu Ätzen.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, bei dem das Ausbilden der Vielzahl Schlitze umfasst: Ätzen des Diaphragmas und eines Abschnittes der Opferschicht, um eine Durchgangsöffnung auszubilden, die einen leitenden Leitungsabschnitt der festen Membran öffnet; und Ausbilden eines ersten Pads auf der ersten Membran über die Öffnung und Ausbilden eines zweiten Pads auf dem Diaphragma.

17. Mikrofon, umfassend:
ein Substrat mit einer Ausnehmung, die in einem zentralen Abschnitt davon ausgebildet ist;
ein Diaphragma, das die Kavität abdeckt und das eine erste undotierte Fläche umfasst, die sich in vorgegebenen Abständen erstreckt;
eine feste Membran, die von dem Diaphragma beabstandet ist, wobei eine Luftschicht dazwischen angeordnet ist und aufweisend eine zweite undotierte Fläche mit einem vorgegebenen Abstand, um direkten Kontakt mit dem Diaphragma zu verhindern; und
eine Abstützschicht, die die feste Membran und das Diaphragma, das darauf angeordnet ist, abstützt.

18. Mikrofon nach Anspruch 17, bei dem die erste undotierte Fläche und die zweite undotierte Fläche in Ringstrukturen ausgebildet sind und bei dem eine Vertiefungsstruktur zwischen den Ringstrukturen ausgebildet ist.

19. Mikrofon nach Anspruch 17 oder 18, bei dem die erste undotierte Fläche eine sich erstreckende Ringstruktur ist, die durch Ionenimplantation nach dem Ausbilden eines Faltenmusters in dem Diaphragma ausgebildet wird.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

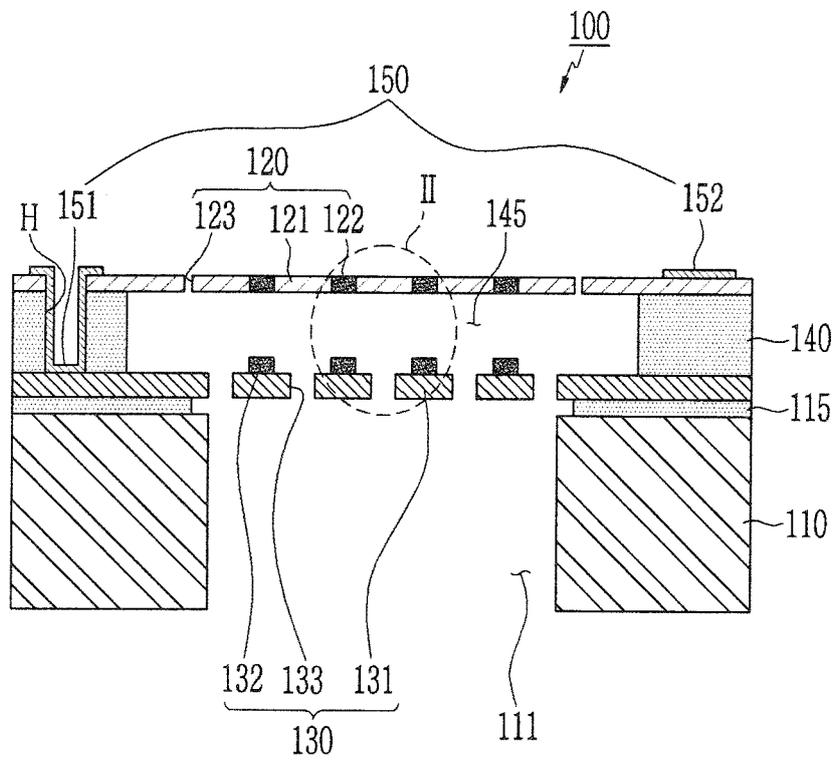


FIG 2A

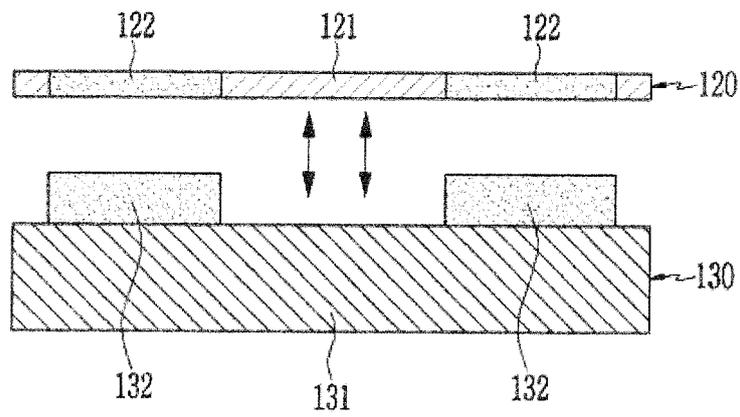


FIG 2B

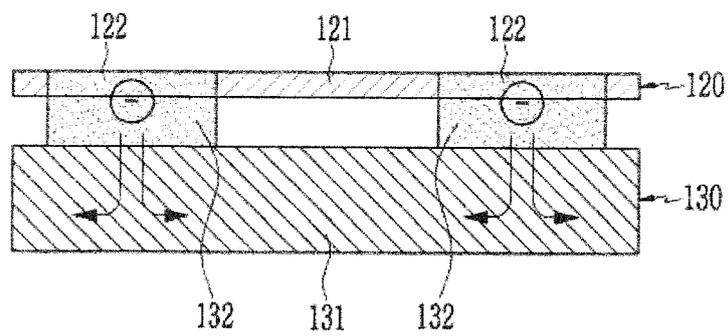


FIG. 3

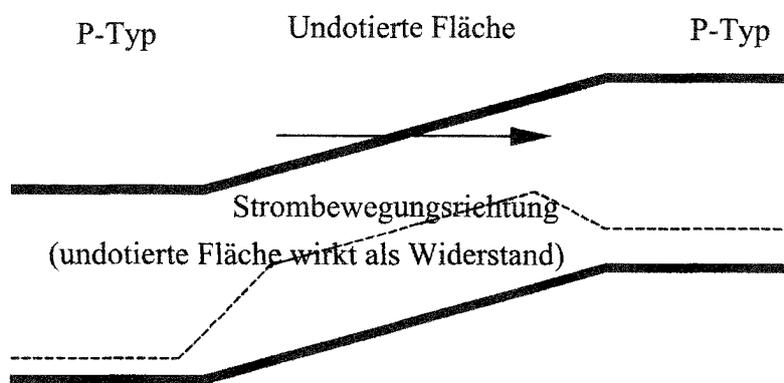


FIG. 4

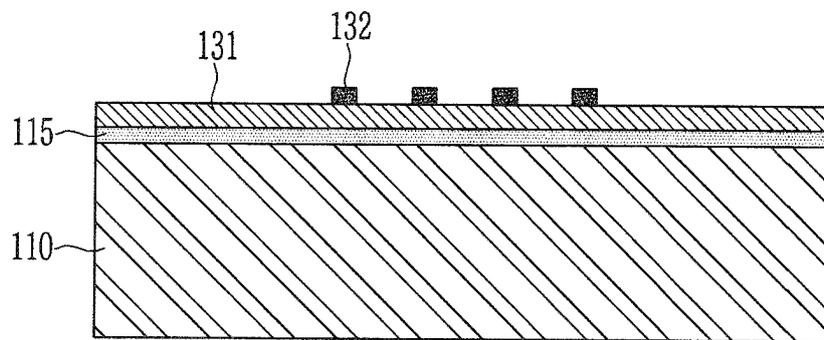


FIG. 5

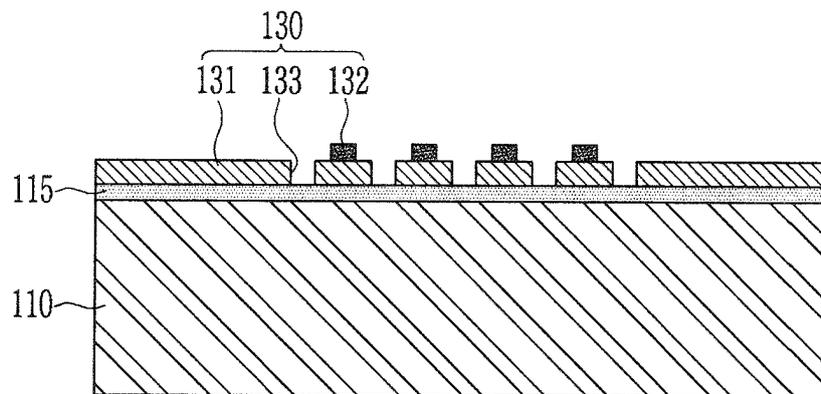


FIG. 6

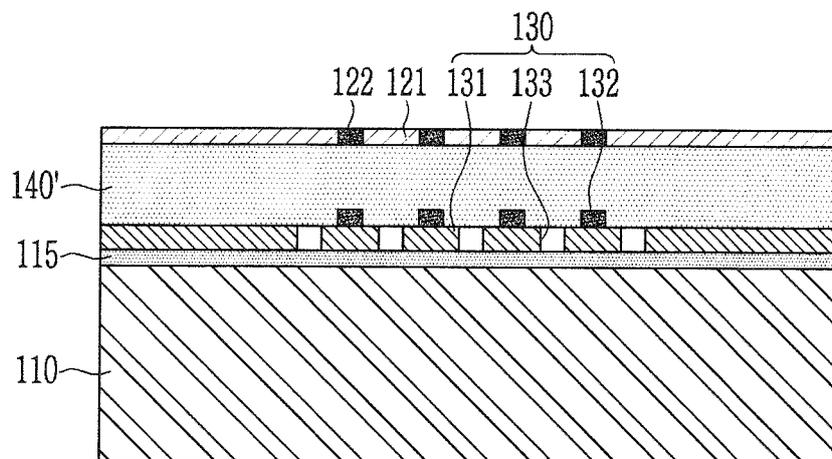


FIG. 7

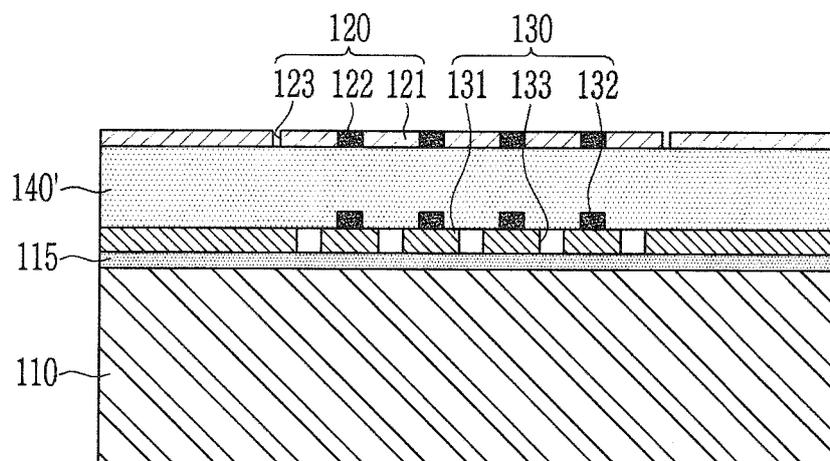


FIG. 8

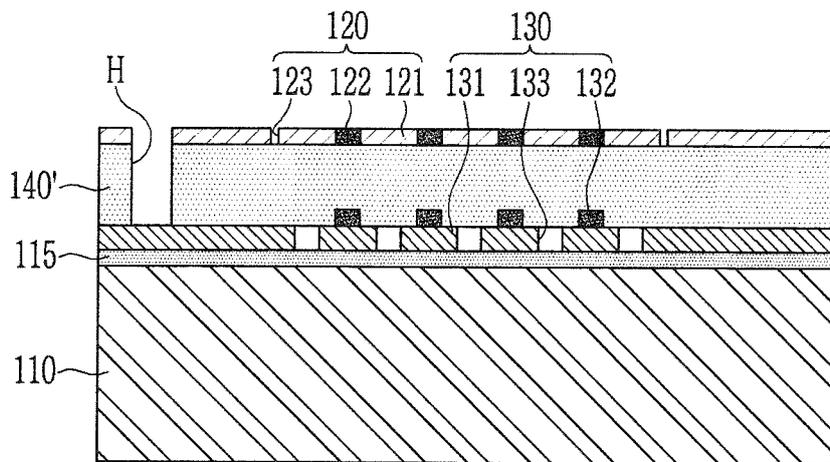


FIG. 9

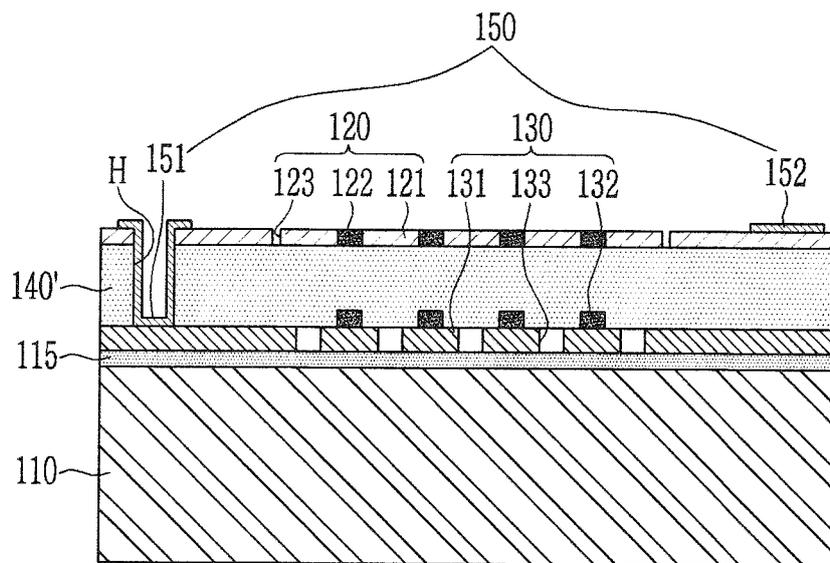


FIG. 10

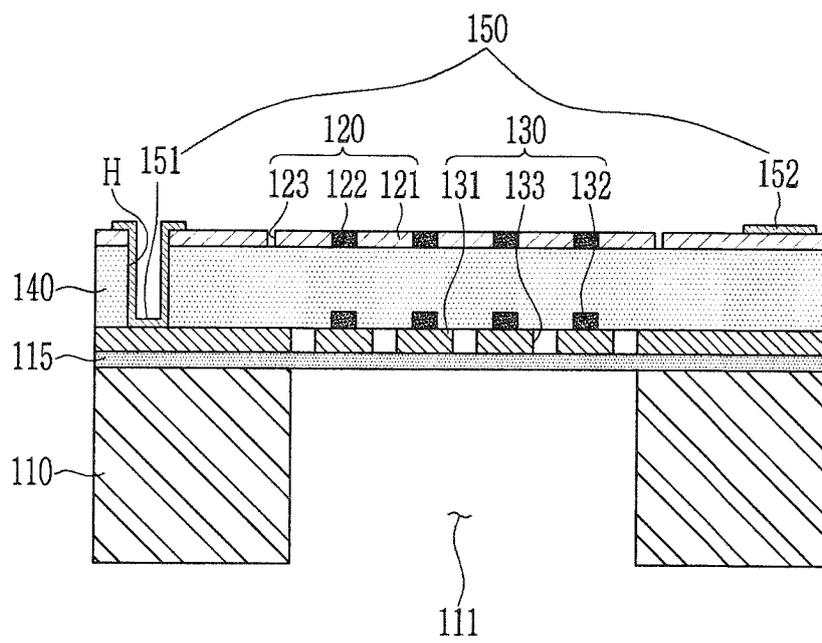


FIG. 11

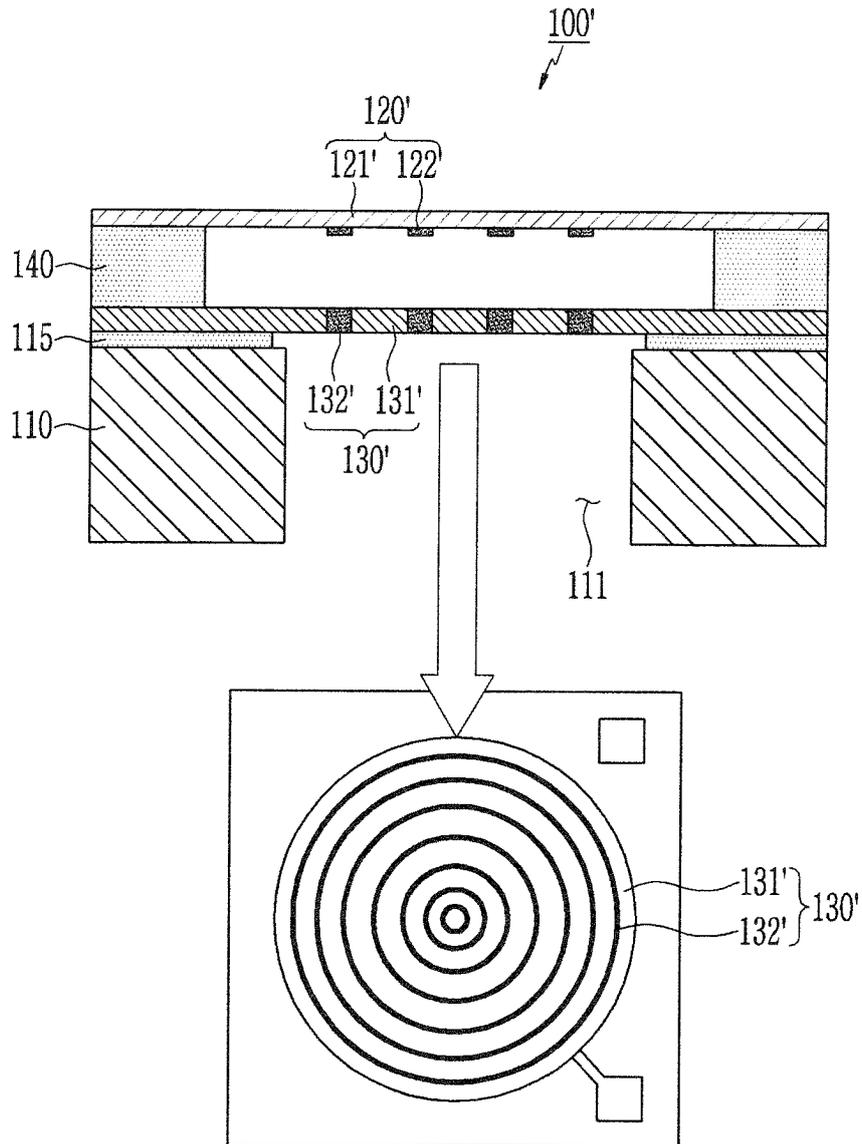


FIG. 12

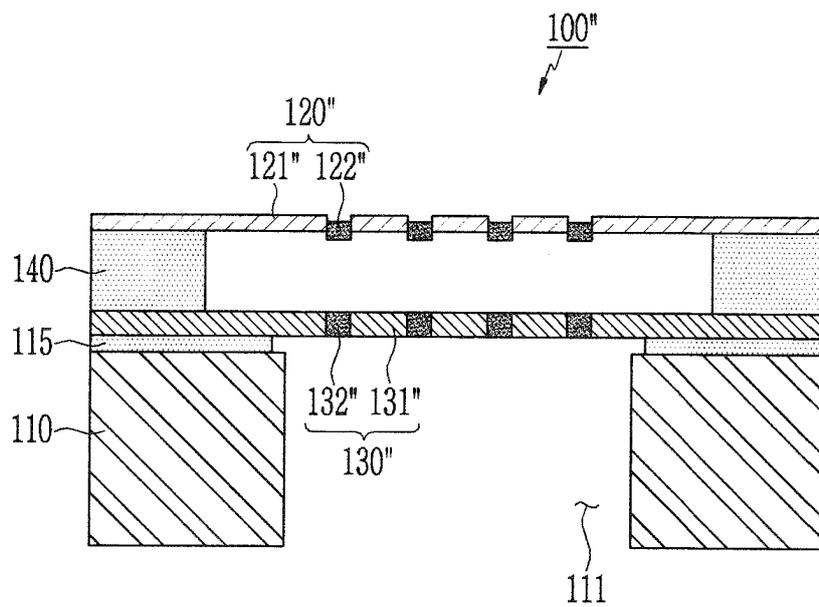


FIG. 13

