



(10) **DE 10 2014 100 722 B4** 2017.08.03

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 100 722.0**
(22) Anmeldetag: **23.01.2014**
(43) Offenlegungstag: **31.07.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **03.08.2017**

(51) Int Cl.: **B81B 1/00** (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01)
B81B 7/02 (2006.01)
B81C 1/00 (2006.01)
H04R 19/04 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
13/750,941 **25.01.2013** **US**

(73) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 85579 Neubiberg, DE

(74) Vertreter:
**2SPL Patentanwälte PartG mbB Schuler Schacht
Platzer Lehmann, 81373 München, DE**

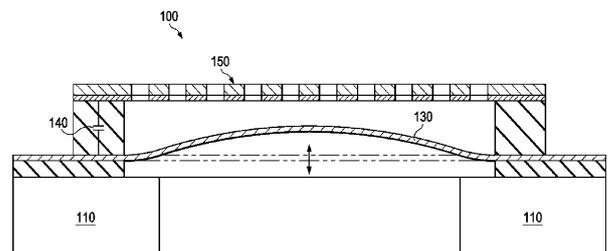
(72) Erfinder:
Dehe, Alfons, 72770 Reutlingen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	197 18 370	A1
US	2008 / 0 104 825	A1
US	2009 / 0 202 089	A1
US	2010 / 0 158 280	A1
US	2010 / 0 176 821	A1
US	5 987 989	A
WO	2008/ 103 672	A2
WO	2010/ 116 324	A1
JP	2006- 121 465	A

(54) Bezeichnung: **MEMS-Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung einer MEMS-Vorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung (100, 300, 400, 500, 600) umfassend:
ein Substrat (140); und
eine von dem Substrat (140) getragene Rückplatte (150), wobei die Rückplatte (150) längliche Vorsprünge (236); eine Mittelregion; und
mit dem Substrat (140) verbundene Ankerbrücken (238) umfasst,
wobei die länglichen Vorsprünge (236) auf den Ankerbrücken (238) angeordnet sind.



Beschreibung

FACHGEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen ein System und ein Verfahren zur Herstellung eines mikroelektromechanischen System-(MEMS)Gehäuses und in besonderen Ausführungsformen ein Verfahren zur Herstellung eines MEMS-Mikrofongehäuses.

HINTERGRUND

[0002] Im Laufe der letzten Jahre führte der Wunsch nach kleineren elektronischen Formfaktoren und geringerem Energieverbrauch gemeinsam mit erhöhter Leistung zu einer Integration von Vorrichtungskomponenten. Ein Bereich, in welchem eine Integration stattfand, ist der Bereich der MEMS-Vorrichtungen. Insbesondere sind Mikrofone in elektronischen Vorrichtungen wie etwa, z.B. Mobiltelefonen, Laptops und Tablets vorrangig MEMS-Mikrofone.

[0003] Ein MEMS-(mikroelektrisches mechanisches System)Mikrofon umfasst eine auf einem Silikonchip angeordnete, druckempfindliche Membran. Das MEMS-Mikrofon wird manchmal mit einem Vorverstärker auf einen einzigen Chip integriert. MEMS-Mikrofone können ebenfalls einen Analog-Digital-Wandler (ADW)-Schaltkreis aufweisen, was es zu einem digitalen MEMS-Mikrofon macht.

[0004] Druckschrift US 2009/0202089 A1 schlägt ein MEMS Mikrofon vor.

[0005] In Druckschrift WO 2010/116324 A1 wird eine Rückplatte für ein Mikrofon vorgeschlagen.

[0006] Druckschrift US 5 987 989 A schlägt einen Halbleitersensor für eine physikalische Größe vor.

[0007] In Druckschrift US 2010/0176821 wird ein akustischer Sensor vorgeschlagen.

[0008] Druckschrift WO 2008/103672 A2 schlägt mikrofabriziertes Mikrofon vor.

[0009] In Druckschrift US 2008/0104825 A1 werden eine Schallwandlerstruktur sowie ein Verfahren zu deren Herstellung vorgeschlagen. Druckschrift US 2010/0158280 A1 schlägt einen Akustikwandler sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung vor.

[0010] In Druckschrift JP 2006-121465 A wird ein Mikrofon vorgeschlagen. Dokument DE 197 18 370 A1 schlägt ein Verfahren zum Herstellen einer Membran eines akustischen Wandlers sowie einen akustischen Wandler oder Drucksensor vor.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0011] Es besteht der Bedarf nach der Bereitstellung einer verbesserten MEMS-Struktur.

[0012] Ein solcher Bedarf kann mittels einer Vorrichtung nach Anspruch 1, einer MEMS-Struktur nach Anspruch 7 oder einem Verfahren nach Anspruch 12 gedeckt werden.

[0013] Einige Ausführungsformen betreffen eine ein Substrat und eine von dem Substrat getragene Rückplatte umfassende Vorrichtung, wobei die Rückplatte längliche Vorsprünge umfasst. Die Rückplatte umfasst eine Mittelregion und mit dem Substrat verbundene Ankerbrücken, wobei die länglichen Vorsprünge auf den Ankerbrücken angeordnet sind

[0014] Optional dazu umfasst jede Ankerbrücke einen radialen, länglichen Vorsprung.

[0015] Weiterhin optional dazu umfassen zwei benachbarte Ankerbrücken einen durchgehenden länglichen Vorsprung.

[0016] Gemäß einem Aspekt kann jede Ankerbrücke einen kurzen länglichen Vorsprung, der nur auf der Ankerbrücke angeordnet ist, und einen langen länglichen Vorsprung, der mit einer benachbarten Ankerbrücke verbunden ist, umfassen.

[0017] In manchen Ausführungsformen sind die länglichen Vorsprünge auf Bereichen der Rückplatte mit maximaler Spannungskonzentration angeordnet.

[0018] Optional dazu umfasst das Substrat einen Rand und die länglichen Vorsprünge überlagern einen Teil des Randes.

[0019] Gemäß einem Aspekt kann die Rückplatte zudem Anti-Haft-Erhöhen umfassen.

[0020] In manchen Ausführungsformen ist die Vorrichtung ein Mikrofon.

[0021] Manche Ausführungsformen betreffen eine MEMS-Struktur, die eine von einem Substrat getragene bewegliche Elektrode und eine von dem Substrat getragene Gegenelektrode umfasst, wobei die Gegenelektrode längliche Vorsprünge umfasst. Weiterhin umfasst die Gegenelektrode eine Vielzahl von Ankerbrücken, wobei die Ankerbrücken die Gegenelektrode mit dem Substrat verbinden und die länglichen Vorsprünge auf den Ankerbrücken angeordnet sind.

[0022] Optional dazu umfasst die Gegenelektrode zudem Anti-Haft-Erhöhen.

[0023] Optional dazu verbindet jeder längliche Vorsprung benachbarte Ankerbrücken.

[0024] In manchen Ausführungsformen verbindet zumindest eine der länglichen Vorsprünge eine gegenüberliegende Ankerbrücke.

[0025] Optional dazu sind die länglichen Vorsprünge auf einem Mittelteil der Gegenelektrode angeordnet.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform kann die bewegliche Elektrode eine Membran eines Silikonmikrofons sein und die Gegenelektrode ist eine Rückplatte des Silikonmikrofons.

[0027] Optional dazu ist die MEMS-Struktur ein Mikrofon.

[0028] Einige Ausführungsformen betreffen ein Verfahren zur Herstellung einer MEMS-Struktur, wobei das Verfahren das Ausbilden einer Opferschicht auf einem Substrat und das Ausbilden von Vertiefung in der Opferschicht umfasst, wobei die Vertiefung eine erste Art von Vertiefung und eine zweite Art von Vertiefung umfassen, wobei die erste Art von Vertiefung sich von der zweiten Art von Vertiefung unterscheidet und wobei die erste Art von Vertiefung Löcher umfasst und die zweite Art von Vertiefung Gräben umfasst. Zudem umfasst das Verfahren das Ausbilden einer Rückplatte aus einem leitfähigen Material auf der Opferschicht, wobei ein Teil des Substrats unterhalb des leitfähigen Materials entfernt wird und die Opferschicht entfernt wird.

[0029] Weiter optional dazu umfasst das Ausbilden der Vertiefung eine dritte Art von Vertiefung, wobei sich die dritte Art von Vertiefung von der ersten Art von Vertiefung und der zweiten Art von Vertiefung unterscheidet.

[0030] In manchen Ausführungsformen umfasst das Verfahren zudem das Entfernen der Opferschicht, wobei eine Membran freigestellt wird.

[0031] Optional dazu umfasst das Verfahren zudem das Perforieren des leitfähigen Materials und das Entfernen der Opferschicht durch Perforationslöcher hindurch.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0032] Für ein vollständigeres Verständnis der vorliegenden Erfindung und ihrer Vorteile wird nun auf die folgenden Beschreibungen verwiesen, welche in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen gemacht wurden, in welchen:

[0033] Fig. 1a und Fig. 1b zeigen eine Mikrofonvorrichtung, die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung aufweisen kann;

[0034] Fig. 2a zeigt eine Draufsicht einer Ausführungsform einer Rückplatte einer MEMS-Struktur, die längliche Vorsprünge umfasst;

[0035] Fig. 2b und Fig. 2c zeigen Querschnitte einer Ausführungsform einer Rückplatte und einer Membran, die längliche Vorsprünge umfasst;

[0036] Fig. 3a–Fig. 3c zeigen Draufsichten einer Ausführungsform einer Rückplatte mit länglichen Vorsprüngen;

[0037] Fig. 4a–Fig. 4c zeigen Draufsichten einer Ausführungsform einer Rückplatte mit länglichen Vorsprüngen;

[0038] Fig. 5a und Fig. 5b zeigen Draufsichten einer Ausführungsform einer Rückplatte mit länglichen Vorsprüngen;

[0039] Fig. 6a–Fig. 6d zeigen Draufsichten einer Ausführungsform einer Rückplatte mit länglichen Vorsprüngen; und

[0040] Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung einer MEMS-Struktur.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEISPIELHAFTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0041] Die Herstellung und Verwendung der derzeit bevorzugten Ausführungsformen werden unten im Detail besprochen. Es sollte sich jedoch verstehen, dass die vorliegende Erfindung viele geeignete erfinderische Konzepte bereitstellt, die in einer großen Vielzahl spezifischer Kontexte ausgeführt werden können. Die besprochenen spezifischen Ausführungsformen bieten lediglich ein Beispiel für bestimmte Wege die Erfindung herzustellen und zu verwenden und schränken das Ausmaß der Erfindung nicht ein.

[0042] Die vorliegende Erfindung wird mit Bezug auf Ausführungsformen in einem spezifischen Kontext, nämlich Sensoren oder Mikrofonen, beschrieben. Die Erfindung kann jedoch auch auf andere MEMS-Strukturen oder Wandler, wie etwa Drucksensoren, Hochfrequenz-MEMS, Beschleunigungsmesser und Aktuatoren, angewandt werden.

[0043] Fig. 1a zeigt eine Querschnittsansicht einer Mikrofonvorrichtung **100**. Die Membran **130** und die Rückplatte **150** bilden eine statische oder parasitäre Kapazität entlang der tragenden Struktur **140** (gezeigt mit einem Kondensatorzeichen in Fig. 1a). Um die statische Kapazität zu senken, können die Membran **130** und die Rückplatte **150**, wie in Fig. 1b gezeigt, nur partiell überlappen. Die Rückplatte **150** der Mikrofonvorrichtung **100** ist üblicherweise steif.

In herkömmlichen Vorrichtungen kann die Steifigkeit der Rückplatte **150** durch das Erhöhen der Dicke der Rückplatte **150** und damit einer Vergrößerung der Biegesteifigkeit erhöht werden. Jedoch ist ein Problem mit der Erhöhung der Rückplattensteifigkeit **150**, dass eine dickere Rückplatte den Widerstand der Perforationslöcher, da sie nun dicker sind, erhöht und somit das Rauschen der Mikrofonvorrichtung **100**.

[0044] Alternativ dazu kann die Steifigkeit der Rückplatte **150** durch eine Erhöhung der Zugspannung einer Eigenspannungsschicht in der Rückplatte **150** erhöht werden. Jedoch ist ein Problem bei der Erhöhung der Zugspannung, dass sie die Membranfederkonstante beeinflusst. Darüber hinaus ist die Belastung in beiden Fällen in der Ankerregion konzentriert, wo die Rückplatte mit dem Substrat **110** verbunden ist. Die Ankerregion ist üblicherweise der Bereich, in dem im Fall von übermäßiger Drucküberlastung ein Bruch beginnt.

[0045] Ausführungsformen der Erfindung erhöhen die Steifigkeit der Rückplatte **150** indem beispielsweise längliche Vorsprünge umfasst werden. Somit kann eine MEMS-Struktur mit einer steifen Rückplatte und einer langen zuverlässigen Lebenserwartung erreicht werden. Diese Ausführungsformen können in Kombination mit den oben beschriebenen Verfahren verwendet werden.

[0046] Eine Ausführungsform der Erfindung stellt längliche Vorsprünge in der Rückplatte bereit, zum Beispiel der in **Fig. 1a** und **Fig. 1b** gezeigten MEMS-Vorrichtung. In verschiedenen Ausführungsformen sind die länglichen Vertiefungen in oder an den Ankerregionen oder um diese herum angeordnet. Die länglichen Vorsprünge können in Bereichen mit maximaler Spannungskonzentration platziert sein. Die länglichen Vorsprünge können auf der Rückplatte in Richtung der Membran oder in der von der Membran abgewandten Richtung angeordnet sein.

[0047] Ein Vorteil ist, dass die länglichen Vorsprünge im selben Prozess wie die Anti-Haft-Erhöhen hergestellt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass ein selektiver Anstieg der Rückplattendicke die Biegesteifigkeit der Rückplatte in dritter Potenz erhöht (z.B. zweifache Rückplattendicke führt zu achtfacher der Biegesteifigkeit). Aus diesem Grund muss die Dicke der Rückplatte nicht über die gesamte Rückplattenoberfläche, sondern nur an strategisch wichtigen Stellen, wie etwa den Ankerregionen erhöht werden.

[0048] **Fig. 2a** zeigt eine Draufsicht einer Ausführungsform einer MEMS-Struktur **200**. Die MEMS-Struktur **200** umfasst ein Substrat **210**, eine Membran **220** und eine Rückplatte **230**. Das Substrat **210** umfasst einen Rand **215** und die Rückplatte **230** ist verankert oder mittels einer Brücke mit dem Rand **215**

des Substrats **210** in Ankerregionen **240** verbunden. Eine Öffnung (oder ein rückseitiger Lautstärken- oder Schallanschluss) befindet sich im Substrat **210** unterhalb der Membran **220** und der Rückplatte **230** (nicht gezeigt).

[0049] Die Membran **220** und die Rückplatte **230** sind mechanisch entlang ihrem Umfang mit einem Substrat **210** verbunden. Die Membran **220** und die Rückplatte **230** können rund oder quadratisch sein. Alternativ dazu können die Membran **230** und die Rückplatte **260** jede beliebige geometrisch geeignete Form aufweisen.

[0050] Das Substrat **210** kann ein mono-kristallines Volums-Siliciumsubstrat (oder eine darauf gewachsene oder anderweitig darauf gebildete Schicht), ein {110} Silicium, ein {100} Silicium, ein Silicium auf Isolator (SOI) oder ein Germanium auf Isolator (GeOI) umfassen. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Substrat **210** Deckschicht-Epitaxial-Schichten umfassen. Das Substrat **210** kann ein Verbindungs-Halbleiter-Substrat wie Indiumantimonid, Indiumarsenid, Indiumphosphid, Galliumnitrid, Galliumarsenid, Galliumantimonid, Bleitellurid, Siliciumgermanium, Siliciumcarbid oder Kombinationen davon oder Glas umfassen.

[0051] Die bewegliche Elektrode oder Membran **220** kann ein leitfähiges Material wie etwa Polysilicium, dotiertes Polysilicium, ein Metall oder Kombinationen davon umfassen. Alternativ dazu kann die Membran **220** zumindest eine oder mehrere zusätzliche dielektrische Schichten umfassen.

[0052] Die Rückplatte oder Gegenelektrode **230** können ein leitfähiges Material wie etwa Polysilicium, dotiertes Polysilicium, ein Metall oder Kombinationen davon umfassen. Alternativ dazu kann die Rückplatte **230** eine oder mehrere zusätzliche Schichten umfassen. Die zusätzlichen Schichten können eine dielektrische Schicht, wie etwa eine Siliciumnitridschicht, eine Siliciumoxynitridschicht, eine Oxidschicht oder eine Polymerschicht umfassen. Die dielektrische Schicht kann dazu konfiguriert sein, Zugbelastung bereitzustellen. Die Rückplatte **230** ist perforiert **232**, um dämpfende Effekte zu reduzieren. Die Membran **220** kann unterhalb oder oberhalb der Rückplatte **230** angebracht sein.

[0053] Die Rückplatte **230** umfasst Anti-Haft-Erhöhen **234**. Die Anti-Haft-Erhöhen **234** können runde, rechteckige oder quadratische Bereiche mit vorspringenden Abschnitten sein. Der vorstehende Abschnitt kann eine zentrale Spitze oder ein zentraler Punkt sein.

[0054] Die Rückplatte **230** umfasst zudem längliche Vorsprünge wie Versteifungsrippen, Versteifungslinien, Versteifungsstrecken, Versteifungsbahnen und/

oder Wellenlinien **236**. Die länglichen Vorsprünge **236** sind länger und/oder breiter als die Anti-Haft-Erhöhungen **234**. Die länglichen Vorsprünge **236** sind auf den Ankerfingern, Ankerbrücken, Verbindungsbereichen, Ankerstäben oder Ankerspeichen **238** der Rückplatte **230** angeordnet. Alternativ dazu befinden sich die länglichen Vorsprünge ausschließlich oder ebenfalls in der Mittelregion **239** der Rückplatte **230**. Die Ankerfinger, Ankerbrücken oder Verbindungsbereiche **238** können 10 % bis 40 % eines Radius der Rückplatte **230** umfassen und die Mittelregion **239** kann 60 % bis 90 % umfassen. In einer besonderen Ausführungsform umfassen die Ankerfinger **238** 30 % des Radius der Rückplatte **230** und die Mittelregion **239** umfasst 70 % des Radius.

[0055] Die Ankerfinger **238** können sich in gleichem Abstand voneinander befinden und können dieselbe Breite w_A und dieselbe Länge l_A aufweisen. Alternativ dazu können die Ankerfinger **238** unterschiedliche Breiten w_A und unterschiedliche Längen l_A aufweisen und können in unterschiedlichen Abständen voneinander angeordnet sein.

[0056] In einer Ausführungsform befinden sich die länglichen Vorsprünge **236** auf der Rückplatte **230** in einer radialen Richtung. Die länglichen Vorsprünge **236** können auf der Rückplatte **230** nahe eines Umfangs der Rückplatte **230** angeordnet sein und können eine Randregion **215** und die Ankerbrücke **238** überlagern. In einer Ausführungsform überlagern die länglichen Vorsprünge **236** einen Mittelpunkt der Rückplatte **230** und gehen durch diesen hindurch.

[0057] Fig. 2a zeigt einen einzelnen länglichen Vorsprung **236** pro Ankerbrücke **238**. Die länglichen Vorsprünge **236** können die halbe Breite der Ankerbrücke **238** umfassen. Alternativ dazu können die länglichen Vorsprünge **236** andere Breitendimensionen aufweisen. Die länglichen Vorsprünge **236** können durch Randregionen der Mittelregion **239** miteinander verbunden sein.

[0058] Fig. 2b zeigt eine Ausführungsform eines Querschnitts eines Teils einer Rückplatte **230** und der Membran **220**. Die Rückplatte **230** umfasst eine Anti-Haft-Erhöhung **234** und einen länglichen Vorsprung **236** (z.B. Versteifungsrippen, Versteifungslinien, Versteifungsstrecken oder Versteifungsbahnen). Die Rückplatte **230** umfasst eine dielektrische Schicht **231**. Die dielektrische Schicht **231** kann ein dielektrisches Material wie etwa Siliciumnitrid, Siliciumoxinitrid, Siliciumoxid oder ein Polymer umfassen. Die dielektrische Schicht **231** kann zugbelastet sein. Die Rückplatte **230** ist perforiert, um dämpfende Effekte zu reduzieren (nicht gezeigt).

[0059] Die Rückplatte **230** umfasst zudem eine Leitungsschicht **233**. Die Leitungsschicht **233** kann eine Polysiliciumschicht, die dotiert oder undotiert ist,

umfassen. Die Leitungsschicht **233** kann eine weitere dotierte oder undotierte Halbleiterschicht umfassen.

[0060] In manchen Ausführungsformen kann die Leitungsschicht **233** eine metallische Schicht umfassen. Die metallische Schicht kann ein metallisches Material, wie etwa reines Metall, eine Legierung und/oder eine Verbindung umfassen. Es versteht sich, dass jedes reine Metall Spurenverunreinigungen aufweisen wird. Das metallische Material kann eines oder mehrere der Periodensystemelemente, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Al (Aluminium), Cu (Kupfer) und Au (Gold), aufweisen. Beispiele für mögliche metallische Materialien, die verwendet werden können, umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, reines Aluminium, Aluminiumlegierung, Aluminiumverbindung, reines Kupfer, Kupferlegierung, Kupferverbindung, reines Gold, Goldlegierung und Goldverbindung.

[0061] Alternativ dazu kann die Leitungsschicht **233** ein anderes leitendes Material umfassen.

[0062] Die Leitungsschicht **233** kann auf der dielektrischen Schicht **231** angeordnet sein. Alternativ dazu kann die dielektrische Schicht **231** auf der Leitungsschicht **233** angeordnet sein.

[0063] In einer Ausführungsform umfasst die Rückplatte **230** eine Sandwich-Struktur, z.B. einen Stapel aus einer dielektrischen Schicht **231**, einer Leitungsschicht **233** und einer dielektrischen Schicht **231** oder einen Stapel aus einer Leitungsschicht **233**, einer dielektrischen Schicht **231** und einer Leitungsschicht **233**. Alternativ dazu umfasst die Rückplatte **230** einen Stapel, der eine Vielzahl von Leitungsschichten **233** und eine Vielzahl von dielektrischen Schichten **231** umfasst.

[0064] In manchen Ausführungsformen hat die Leitungsschicht **233** der Rückplatte eine Dicke d_C von etwa 1000 nm bis etwa 2000 nm und eine dielektrische Schicht **231** hat eine Dicke d_D von etwa 100 nm bis etwa 200 nm. Die Dicke d_C der Leitungsschicht **233** ist etwa zehnmal so groß wie die Dicke d_D der dielektrischen Schicht **231**. In einer besonderen Ausführungsform beträgt die Dicke d_C der Leitungsschicht **233** etwa 1500 nm und die Dicke d_D der dielektrischen Schicht **231** beträgt etwa 140 nm. Die Oberfläche **230a** der Rückplatte **230** ist mit Ausnahme der Anti-Haft-Erhöhung **234** und dem länglichen Vorsprung **236** im Wesentlichen eben.

[0065] Beispielsweise kann der längliche Vorsprung **236** eine T-Form umfassen. Die Breite w_R des länglichen Vorsprungs **236** kann so gewählt werden, dass die Oberfläche **230a** der Rückplatte **230** im Wesentlichen eben ist.

[0066] Die Breite w_R des länglichen Vorsprungs **236** kann so gewählt werden, dass die Breite w_R kleiner oder gleich zweimal der Dicke der Rückplatte **230** ist. Die Dicke der Rückplatte **230** kann die kombinierte Dicke der Leitungsschicht **233** (z.B. Dicke d_C) und dielektrischen Schicht **231** (z.B. Dicke d_D) sein. Der längliche Vorsprung **236** kann eine Rippe, wie etwa eine Versteifungsrippe, sein.

[0067] Die Höhe h_R des länglichen Vorsprungs **236** kann dieselbe wie die kombinierte Dicke der Leitungsschicht **233** und der dielektrischen Schicht **231** d_C und d_D sein. Die Höhe h_R kann etwa $0,5\ \mu\text{m}$ bis etwa $1,5\ \mu\text{m}$ betragen und hängt von der in der darunterliegenden Opferschicht definierten Vorformstruktur ab. Der längliche Vorsprung **236** und die Anti-Haft-Erhöhung **234** befinden sich auf der Seite der Rückplatte **230**, die der Membran **220** gegenüberliegt.

[0068] In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Rückseite **231a** der Rückplatte **230** bei dem länglichen Vorsprung **236**, wie in **Fig. 2b** gezeigt, im Wesentlichen flach sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann es sein, dass sich in der Rückseite **231a** der Rückplatte **230** bei dem länglichen Vorsprung **236** im Wesentlichen keine Vertiefungen befinden.

[0069] In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Rückseite **231a** der Rückplatte **230** bei der Anti-Haft-Erhöhung **234** im Wesentlichen flach sein. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann es sein, dass sich in der Rückseite **231a** der Rückplatte **230** bei der Anti-Haft-Erhöhung **234** im Wesentlichen keine Vertiefungen befinden. In der gezeigten Ausführungsform kann der längliche Vorsprung **236** eine T-Form umfassen.

[0070] **Fig. 2c** zeigt eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform eines Teils einer Rückplatte **230** und einer Membran **220**. **Fig. 2c** zeigt eine jener in **Fig. 2b** ähnliche Rückplatte **230**, aber mit einem zusätzlichen länglichen Vorsprung **235**. Der längliche Vorsprung **235** kann eine Wellenlinie sein. In der gezeigten Ausführungsform ist der längliche Vorsprung **235** breiter als der längliche Vorsprung **236** und die Anti-Haft-Erhöhung **234**. In der gezeigten Ausführungsform umfasst der längliche Vorsprung **235** eine Vertiefung RES in der Rückseitenoberfläche **230a** der Rückplatte **230**. Die Vertiefung RES in der Rückseite der Oberfläche **230a** kann eine U-Form umfassen. Ähnlich dazu kann der längliche Vorsprung **235** eine U-Form umfassen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Breite w_{Co} des länglichen Vorsprungs **235** größer als zweimal die Dicke der Rückplatte (z.B. die kombinierte Dicke der Leitungsschicht **233** und der dielektrischen Schicht **231** d_C und d_D) sein.

[0071] Die länglichen Vorsprünge **235**, **236** können erhöhte Steifigkeit der Rückplatte **230** in einer Richtung entlang (z.B. parallel zu) der Richtung der Längsausdehnung bereitstellen. Daher machen sie die Rückplatte **230** in einer Richtung parallel zu der Richtung der Längsausdehnung steifer. In der in **Fig. 2c** gezeigten Ausführungsform ist die Richtung der Längsausdehnung für jeden des länglichen Vorsprungs **235** und des länglichen Vorsprungs **236** senkrecht zur Darstellungsebene. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Richtung der Längsausdehnung in eine Richtung verlaufen, die auf der Rückplatte **230** radial ist. Dies wird beispielsweise in **Fig. 2a** gezeigt, in der der längliche Vorsprung **236** auf der Ankerbrücke **238** in eine Richtung verläuft (das heißt, die Längsausdehnung ist in einer Richtung), die auf der Rückplatte radial ist.

[0072] Der längliche Vorsprung **235** kann die Rückplatte **230** in einer Richtung, die zu der Richtung der Längsausdehnung normal steht, flexibler machen. In einer oder mehreren Ausführungsformen kann die Richtung der Längsausdehnung parallel zum Umfang der Rückplatte **230** verlaufen (z.B. welcher eine Kreis-, Quadrat- oder Sternkonfiguration umfasst). Der längliche Vorsprung **236** kann so konfiguriert sein, die Rückplatte **230** vom Substrat und von Substrat/Gehäuserauschen/Schwingung zu entkoppeln.

[0073] **Fig. 3a** zeigt eine Draufsicht einer Ausführungsform einer MEMS-Struktur **300**. Die Rückplatte **330** und die Membran (nicht gezeigt) sind mechanisch entlang ihrem Umfang mit einem Substrat **310** verbunden. Die Membran und die Rückplatte **330** können eine kreisähnliche, quadratische oder sternähnliche Form umfassen. Alternativ dazu können die Membran und die Rückplatte **330** jede beliebige geometrisch geeignete Form umfassen.

[0074] Die Membran und die Rückplatte **330** können über eine Ankerregion mit dem Substrat **310** verbunden sein. Das Substrat **310** kann zudem aktive Bauelemente wie etwa Transistoren, Dioden, Kondensatoren, Verstärker, Filter oder andere elektrische Vorrichtungen aufweisen. Das Substrat **310** kann einen integrierten Schaltkreis (IC) aufweisen. Die MEMS-Struktur **300** kann eine eigenständige Vorrichtung sein oder kann mit einem IC auf einem einzigen Chip integriert werden.

[0075] Die Membran und die Rückplatte **330** umfassen ein leitfähiges Material. Das leitfähige Material kann ein Polysiliciummaterial wie etwa ein dotiertes (oder undotiertes) Polysilicium umfassen. Das leitfähige Material kann ein metallisches Material umfassen. Die Membran und Rückplatte können eine Kombination von Materialien umfassen. Die Membran und Rückplatte können eine Kombination von Leitungsschichten mit dielektrischen Schichten wie etwa Siliciumnitrid-, Siliciumoxynitrid-, Oxid-(z.B. Siliciumoxid)

oder Polymerschichten umfassen. Die dielektrische Schicht kann eine Zugspannungsschicht sein. Die Rückplatte **330** kann perforiert sein, um dämpfende Effekte während des Betriebs zu reduzieren.

[0076] Die Rückplatte **330** umfasst Ausnehmungen **320** entlang dem Umfang **336** der Rückplatte **330**. Die Ausnehmungen **320** bilden die Rückplatte **330** mit dem Substrat **310** verbindende Ankerbrücken **340**. Die Ausnehmungen **320** alternieren mit den Ankerbrücken **340**. Die Ausnehmungen **320** können eine Parabel- oder eine parabelähnliche Form annehmen. Alternativ dazu können die Ausnehmungen **320** eine ovale, eine ovalähnliche, eine kreisförmige oder eine kreisähnliche Form annehmen.

[0077] Fig. 3b zeigt eine Detailansicht der Ankerbrücken **340**. Längliche Vorsprünge **352** sind nur auf den Ankerbrücken **340** angeordnet. Es gibt vier längliche Vorsprünge **352** pro Ankerbrücke **340**. Alternativ dazu gibt es andere Anzahlen länglicher Vorsprünge **352** pro Ankerbrücke **340**. Darüber hinaus umfassen die länglichen Vorsprünge **352** eine Länge IR mit weniger als der halben Länge IA der Ankerbrücke **340**. Alternativ dazu kann die Länge IR der länglichen Vorsprünge **352** so lang sein wie die Länge IA der Ankerbrücken **340** oder sogar länger. In anderen Ausführungsformen überlagern die länglichen Vorsprünge **352** die Randregion **315** und die Öffnung unter der Membran und der Rückplatte **330**. Die länglichen Vorsprünge **352** können Versteifungsrippen, Versteifungslinien, Versteifungsstrecken, Versteifungsbahnen oder Wellenlinien sein.

[0078] Fig. 3c zeigt auf den Ankerbrücken **340** angeordnete längliche Vorsprünge **352** und eine Randregion **337** einer Mittelregion **335** der Rückplatte **330**. Es gibt vier längliche Vorsprünge **352** pro Ankerbrücke **340** und zwei längliche Vorsprünge **353** verbinden eine Ankerbrücke **340** mit den zwei benachbarten Ankerbrücken **340**. Alternativ dazu gibt es andere Anzahlen länglicher Vorsprünge **352**, **353** pro Ankerbrücke **340**. Darüber hinaus umfassen die länglichen Vorsprünge **352** eine Länge IR mit weniger als der halben Länge IA der Ankerbrücke **340**. Alternativ dazu kann die Länge IR der länglichen Vorsprünge **352** so groß wie die Länge IA der Ankerbrücken **340** oder sogar länger sein. In anderen Ausführungsformen überlagern die länglichen Vorsprünge **352** die Randregion **315** und die Öffnung unter der Membran und der Rückplatte **330**. Die länglichen Vorsprünge **352** sind entlang dem Umfang der benachbarte Ankerbrücken **340** verbindenden Ausnehmung **320** angeordnet.

[0079] Die Rückplatte **330** umfasst zudem Anti-Haft-Erhöhungen **339** und Anti-Dämpfungsöffnungen **338**. Die Anti-Haft-Erhöhungen **339** können zudem einen runden, einen rechteckigen oder einen quadratischen Bereich mit einem vorspringenden Abschnitt umfas-

sen. Der vorspringende Abschnitt kann eine zentrale Spitze oder ein zentraler Punkt sein. Die länglichen Vorsprünge **352** können eine Versteifungsrippe, eine Versteifungslinie, eine Versteifungsstrecke, eine Versteifungsbahn oder eine Wellenlinie sein. Der längliche Vorsprung **352** und die Anti-Haft-Erhöhungen **339** können auf der Rückseite eben sein. Die Anti-Haft-Erhöhungen **239** können längliche Vorsprünge sein.

[0080] Fig. 4a zeigt eine Draufsicht einer Ausführungsform einer MEMS-Struktur **400**. Die Rückplatte **430** und die Membran (nicht gezeigt) sind mechanisch entlang ihrem Umfang **436** mit einem Substrat **410** verbunden. Die Membran und die Rückplatte **430** können eine runde oder quadratische Form umfassen. Alternativ dazu können die Membran und die Rückplatte **430** jede beliebige geometrisch geeignete Form umfassen.

[0081] Die Membran und die Rückplatte **430** können über eine Ankerregion mit dem Substrat **410** verbunden sein. Das Substrat **410** kann zudem aktive Bauelemente wie etwa Transistoren, Dioden, Kondensatoren, Verstärker, Filter oder andere elektrische Vorrichtungen aufweisen. Das Substrat **410** kann einen integrierten Schaltkreis (IC) aufweisen. Die MEMS-Struktur **400** kann eine eigenständige Vorrichtung sein oder kann mit einem IC auf einem einzigen Chip integriert werden.

[0082] Die Membran und/oder die Rückplatte **430** können die Schicht aus leitfähigem Material und die dielektrische Schicht, wie mit Bezug auf Fig. 3a beschrieben, umfassen.

[0083] Die Rückplatte **430** umfasst große Ausnehmungen **420** und kleine Ausnehmungen **425** entlang dem Umfang **436** der Rückplatte **430**. Die Ausnehmungen **420**, **425** bilden die Rückplatte **430** mit dem Substrat **410** verbindende Ankerbrücken **440** aus (die Ankerbrücken **440** sind Teil der Rückplatte **440**). Die Ausnehmungen **420**, **425** alternieren mit den Ankerbrücken **440**. Die Ausnehmungen **420**, **425** können eine Parabel- oder eine parabelähnliche Form annehmen. Alternativ dazu können die Ausnehmungen **420**, **425** eine ovale, eine ovalähnliche, eine kreisförmige oder eine kreisähnliche Form annehmen. Die Ankerbrücken **440** sind in Gruppen zu vier gruppiert. Alternativ dazu können die Ankerbrücken **440** in Gruppen zu anderen natürlichen Zahlen gruppiert sein. Die Ausnehmungen **425** trennen die einzelnen Ankerbrücken innerhalb der Gruppe voneinander und die Ausnehmungen **420** trennen jede Gruppe von der nächsten.

[0084] Fig. 4b zeigt einen auf einer einzelnen Ankerbrücke **440** angeordneten einzelnen länglichen Vorsprung **452**. Der längliche Vorsprung **452** umfasst eine Länge IR, welche ungefähr derselben Länge IA

der Ankerbrücke **440** entspricht. Alternativ dazu beträgt die Länge IR des länglichen Vorsprungs **452** zwischen der halben und der vollen Länge der Länge IA der Ankerbrücken **440**. In einer Ausführungsform überlagert der längliche Vorsprung **452** die Randregion **415** und die Öffnung unter der Membran und der Rückplatte **430**.

[0085] Fig. 4c zeigt zwei längliche Vorsprünge **452** pro Ankerbrücke **440**. Jeder längliche Vorsprung **452** überlagert Ankerbrücken **440** und eine Randregion **437** einer Mittelregion **435** der Rückplatte **430**. In einer Ausführungsform sind die länglichen Vorsprünge **452** über die gesamte Länge IA der Ankerbrücke **440** angeordnet. In anderen Ausführungsformen überlagern die länglichen Vorsprünge **452** die Randregion **415** und die Öffnung unter der Membran und der Rückplatte **430**. Die länglichen Vorsprünge **452** sind entlang dem Umfang der benachbarte Ankerbrücken **440** verbindenden Ausnehmung **425** angeordnet. Die länglichen Vorsprünge **452** auf der Ankerbrücke **440** am Ende einer Vierergruppe können oder können nicht auf die nächste Ankerbrücke **440** der nächsten Vierergruppe ausgedehnt sein.

[0086] Die Rückplatte **430** umfasst zudem Anti-Haft-Erhöhen **439** und Anti-Dämpfungsöffnungen **438**. Die Anti-Haft-Erhöhen **439** können einen runden, einen rechteckigen oder eine quadratischen Bereich mit einem vorspringenden Abschnitt umfassen. Der vorspringende Abschnitt kann eine zentrale Spitze oder ein zentraler Punkt sein. Der längliche Vorsprung **452** kann eine Versteifungsrippe, eine Versteifungsstrecke, eine Versteifungsbahn oder eine Wellenlinie sein. Der längliche Vorsprung **452** und die Anti-Haft-Erhöhen **439** können auf der Rückseite der Rückplatte **430** eben sein.

[0087] In einer Ausführungsform sind die Ankerbrücken **440** etwa 5 µm bis etwa 10 µm breit und etwa 100 µm lang. Die Ausnehmungen **425** können etwa 10 µm bis etwa 20 µm breit sein, die Rückplatte **430** kann etwa 1 µm bis etwa 2 µm dick (z.B. etwa 1,64 µm dick) sein, die Breite des länglichen Vorsprungs **452** kann 2x die Dicke der Rückplatte **430** (z.B. etwa 1 µm bis etwa 3 µm) betragen und die Höhe des länglichen Vorsprungs kann etwa 1 µm bis etwa 2 µm betragen.

[0088] Fig. 5a zeigt eine Draufsicht einer Ausführungsform einer MEMS-Struktur **500**. Die Rückplatte **530** und die Membran (nicht gezeigt) sind mechanisch entlang ihrem Umfang **536** mit einem Substrat **510** verbunden. Die Membran und/oder die Rückplatte **530** können eine kreisähnliche, quadratische oder sternähnliche Form umfassen. Alternativ dazu können die Membran und die Rückplatte **530** jede beliebige geometrisch geeignete Form aufweisen.

[0089] Die Membran und die Rückplatte **530** können über eine Ankerregion mit dem Substrat **510** ver-

bunden sein. Das Substrat **510** kann zudem aktive Bauelemente wie etwa Transistoren, Dioden, Kondensatoren, Verstärker, Filter und andere elektrische Vorrichtungen aufweisen. Das Substrat **510** kann einen integrierten Schaltkreis (IC) aufweisen. Die MEMS-Struktur **500** kann eine eigenständige Vorrichtung sein oder kann mit einem IC auf einem einzigen Chip integriert werden.

[0090] Die Membran und/oder die Rückplatte **530** können eine Schicht aus leitfähigem Material und die dielektrische Schicht, wie mit Bezug auf Fig. 3a beschrieben, umfassen.

[0091] Die Rückplatte **530** umfasst große Ausnehmungen **520** und kleine Ausnehmungen **525** entlang dem Umfang **536** der Rückplatte **530**. Die Ausnehmungen **520**, **525** bilden die Rückplatte **530** mit dem Substrat **510** verbindende Ankerbrücken **540** aus (die Ankerbrücken **540** sind Teil der Rückplatte **530**). Die Ausnehmungen **520**, **525** alternieren mit den Ankerbrücken **540**. Die kleinen Ausnehmungen **525** können eine Parabel- oder eine parabelähnliche Form annehmen. Alternativ dazu können die kleinen Ausnehmungen **525** eine ovale, eine ovalähnliche, eine kreisförmige oder eine kreisähnliche Form annehmen. Die großen Ausnehmungen **520** können eine rechteckige oder rechteckähnliche Form annehmen. Alternativ dazu können die großen Ausnehmungen **520** eine Parabel-, eine parabelähnliche, ovale, eine ovalähnliche, eine kreisförmige oder eine kreisähnliche Form annehmen.

[0092] Die Ankerbrücken **540** sind in Gruppen zu zwei (2) und einzelnen Ankerbrücken **540** gruppiert. Alternativ dazu können die Gruppen jede andere natürliche Zahl an Ankerbrücken **540** umfassen und die einzelnen Ankerbrücken **540** können eine Vielzahl von Ankerbrücken **540** umfassen. Die Ausnehmungen **525** trennen die einzelnen Ankerbrücken innerhalb der Gruppe voneinander und die Ausnehmungen **520** trennen die Gruppen von den einzelnen Brücken **540**.

[0093] Fig. 5b zeigt zwei längliche Vorsprünge **552** pro Ankerbrücke **540**. Jeder längliche Vorsprung **552** überlagert die Ankerbrücken **540**, eine Randregion **537** einer Mittelregion der Rückplatte **530**. In einer Ausführungsform sind die länglichen Vorsprünge **552** über die gesamte Länge IA der Ankerbrücke **540** angeordnet. In anderen Ausführungsformen überlagern die länglichen Vorsprünge **552** die Randregion **515** und die Öffnung unter der Membran und der Rückplatte **530**. Die länglichen Vorsprünge **552** sind entlang dem Umfang der benachbarte Ankerbrücken **540** verbindenden Ausnehmungen **520**, **525** angeordnet.

[0094] Die Rückplatte **530** umfasst zudem Anti-Haft-Erhöhen **539** und Anti-Dämpfungsöffnungen **538**.

Die Anti-Haft-Erhöhen **539** können einen runden, einen rechteckigen oder einen quadratischen Bereich mit einem vorspringenden Abschnitt umfassen. Der vorspringende Abschnitt kann eine zentrale Spitze oder ein zentraler Punkt sein. Die länglichen Vorsprünge **552** können eine Versteifungsrippe, eine Versteifungslinie, eine Versteifungsstrecke, eine Versteifungsbahn oder eine Wellenlinie sein. Die länglichen Vorsprünge **552** und die Anti-Haft-Erhöhen **539** können auf der Rückseite der Rückplatte **530** eben sein. Die Größe der länglichen Vorsprünge, Ausnehmungen und der Ankerbrücken kann dieselbe Größe wie zuvor umfassen, mit Ausnahme der großen Ausnehmung, welche zwischen etwa 20 µm und etwa 60 µm breit ist.

[0095] Fig. 6a zeigt eine Draufsicht einer Ausführungsform einer MEMS-Struktur **600**. Die Rückplatte **630** und die Membran (nicht gezeigt) sind mechanisch entlang ihrem Umfang **636** mit einem Substrat **610** verbunden. Die Membran und/oder Rückplatte **630** können eine kreisähnliche, quadratische oder sternähnliche Form umfassen. Alternativ dazu können die Membran und die Rückplatte **630** jede beliebige geometrisch geeignete Form aufweisen.

[0096] Die Membran und die Rückplatte **630** können über eine Ankerregion mit dem Substrat **610** verbunden sein. Das Substrat **610** kann zudem aktive Bauelemente wie etwa Transistoren, Dioden, Kondensatoren, Verstärker, Filter und andere elektrische Vorrichtungen umfassen. Das Substrat **610** kann einen integrierten Schaltkreis (IC) umfassen. Die MEMS-Struktur **600** kann eine eigenständige Vorrichtung sein oder kann mit einem IC auf einen einzigen Chip integriert werden.

[0097] Die Rückplatte **630** und/oder die Membran können die Schicht aus leitfähigem Material und die dielektrische Schicht, wie mit Bezug auf Fig. 3a beschrieben, umfassen.

[0098] Die Rückplatte **630** umfasst große Ausnehmungen **620** und kleine Ausnehmungen **425** entlang dem Umfang **636** der Rückplatte **630**. Die Ausnehmungen **620**, **625** bilden die Rückplatte **630** mit dem Substrat **610** verbindende Ankerbrücken **640** aus (die Ankerbrücken **640** sind Teil der Rückplatte **640**). Die Ausnehmungen **620**, **625** alternieren mit den Ankerbrücken **640**. Die Ausnehmungen **620**, **625** können eine rechteckige oder rechteckähnliche und/oder Parabel- oder parabelähnliche Form annehmen. Alternativ dazu können die Ausnehmungen **620**, **625** eine ovale, eine ovalähnliche, eine kreisförmige oder eine kreisähnliche Form annehmen. Die Ankerbrücken **640** sind in Gruppen zu vier (4) gruppiert. Alternativ dazu können die Ankerbrücken **640** in Gruppen zu anderen natürlichen Zahlen gruppiert sein. Die Ausnehmungen **625** trennen die einzelnen Ankerbrücken innerhalb der Gruppe voneinander und die Ausneh-

mungen **620** trennen die einzelnen Gruppen von der nächsten. In verschiedenen Ausführungsformen können die Ausnehmungen **620**, **625** dieselbe Größe umfassen.

[0099] Fig. 6b zeigt zwei längliche Vorsprünge **652** pro Ankerbrücke **640**. Jeder längliche Vorsprung **652** überlagert Ankerbrücken **640**, eine Randregion **637** einer Mittelregion der Rückplatte **630**. In einer Ausführungsform sind die länglichen Vorsprünge **652** entlang der gesamten Länge IA der Ankerbrücke **640** angeordnet. In anderen Ausführungsformen überlagern die länglichen Vorsprünge **652** einen Teil der Ankerbrücke **640**, wie etwa die Randregion **615** und einen Teil der Öffnung unter der Membran und der Rückplatte **630**. Die länglichen Vorsprünge **652** sind entlang dem Umfang der benachbarte Ankerbrücken **640** verbindenden Ausnehmung **625** angeordnet. Die länglichen Vorsprünge **652** in der Ankerbrücke **640** am Ende einer Vierergruppe können oder können nicht auf die nächste Ankerbrücke **640** der nächsten Vierergruppe ausgedehnt sein.

[0100] Fig. 6c zeigt zwei längliche Vorsprünge **652** pro Ankerbrücke **640**. Jeder längliche Vorsprung **652** überlagert Ankerbrücken **640**, eine Randregion **637** einer Mittelregion der Rückplatte **630**. In einer Ausführungsform sind die länglichen Vorsprünge **652** über die gesamte Länge IA der Ankerbrücke **640** angeordnet. In anderen Ausführungsformen überlagern die länglichen Vorsprünge **652** nur einen Teil der Ankerbrücke **640**, wie etwa die Randregion **615** und einen Teil der Öffnung unter der Membran und der Rückplatte **630**. Die länglichen Vorsprünge **652** sind entlang dem Umfang der benachbarte Ankerbrücken **640** verbindenden Ausnehmung **620** angeordnet.

[0101] Fig. 6b–Fig. 6d zeigen die in Richtung der Mitte der Rückplatte **630** ausgedehnten, länglichen Vorsprünge **653–655**. Beispielsweise erstrecken sich die länglichen Vorsprünge **654**, **655** aus Fig. 6c von der Ankerbrücke **640** bis zur Mitte **660** der Rückplatte **630**, wie in Fig. 6d gezeigt, und die länglichen Vorsprünge **653** aus Fig. 6b erstrecken sich von der Mitte der Ausnehmung **620** hin zur Mitte **660** der Rückplatte **630**. In einer Ausführungsform kreuzen nur wie in Fig. 6c gezeigte doppelte längliche Vorsprünge **654**, **655** die Mitte **660** der Rückplatte **630**. In einer alternativen Ausführungsform kreuzen nur wie in Fig. 6d gezeigte einzelne längliche Vorsprünge **653** die Mitte **660** der Rückplatte **630**.

[0102] In verschiedenen Ausführungsformen erstrecken sich die länglichen Vorsprünge auf der Ankerbrücke **652**, die benachbarte Ankerbrücken **640** nicht verbinden, in Richtung der Mitte der Rückplatte. In anderen Ausführungsformen können verschiedene Konfigurationen länglicher Vorsprünge **652–655** die Mitte **660** der Rückplatte **630** kreuzen.

[0103] Die Rückplatte **630** umfasst zudem Anti-Haft-Erhöhungen **639** und Anti-Dämpfungsöffnungen **638**, wie in **Fig. 6d** beispielsweise gezeigt. Die Anti-Haft-Erhöhungen **639** können einen runden, einen rechteckigen oder einen quadratischen Bereich mit einem vorspringenden Abschnitt umfassen. Der vorspringende Abschnitt kann eine zentrale Spitze oder ein zentraler Punkt sein. Die länglichen Vorsprünge **652–655** können Versteifungsrippen, Versteifungslinien, Versteifungsstrecken, Versteifungsbahnen oder Wellenlinien umfassen. Die länglichen Vorsprünge **652–655** und die Anti-Haft-Erhöhungen **639** können auf der Rückseite der Rückplatte **630** eben sein. Die Größe der länglichen Vorsprünge, Ausnehmungen und der Ankerbrücken kann dieselbe Größe wie zuvor umfassen, mit Ausnahme der großen Ausnehmung, welche zwischen etwa 20 µm und etwa 60 µm breit ist.

[0104] **Fig. 7** zeigt eine Ausführungsform eines Verfahrens **700** zur Herstellung einer MEMS-Struktur. In Schritt **710** wird eine Opferschicht auf einem Substrat gebildet. Das Substrat kann mono-kristallines Volums-Siliciumsubstrat (oder eine darauf gewachsene oder anderweitig darauf gebildete Schicht), eine Schicht {110} Silicium, eine Schicht {100} Silicium, einen Silicium auf Isolator (SOI) oder einen Germanium auf Isolator (GeOI) umfassen. In verschiedenen Ausführungsformen kann das Substrat eine Deckschicht-Epitaxial-Schicht aufweisen. Das Substrat kann ein Verbindungs-Halbleiter-Substrat wie Indiumantimonid, Indiumarsenid, Indiumphosphid, Galliumnitrid, Galliumarsenid, Galliumantimonid, Bleitellurid, Siliciumgermanium, Siliciumcarbid oder Kombinationen davon oder Glas umfassen.

[0105] Die Opferschicht umfasst ein dielektrisches Material. Beispielsweise kann die Opferschicht ein Oxid, wie etwa ein Siliciumoxid, ein Nitrid, wie etwa ein Siliciumnitrid, ein anderes Isolationsmaterial oder Kombinationen davon sein. In einem besonderen Beispiel ist die Opferschicht Tetraethylorthosilicat (TEOS).

[0106] In Schritt **720** werden Öffnungen/Vertiefungen in der Opferschicht gebildet. Die Vertiefungen können eine erste Art von Vertiefung (z.B. kleine Vertiefungen wie die Anti-Haft-Erhöhungen) und eine zweite Art von Vertiefung (z.B. größere Vertiefungen wie Versteifungsrippen) umfassen. In einer optionalen Ausführungsform können die Vertiefungen zudem eine dritte Art von Vertiefung (z.B. die größten Vertiefungen wie Wellenlinien) umfassen. Die Vertiefungen können dieselbe Tiefe umfassen. Beispielsweise kann die Tiefe der Vertiefungen 300 nm bis 3000 nm betragen. Alternativ dazu können sich die Tiefen der Vertiefungen für jede Art von Öffnung unterscheiden. Die erste Art von Vertiefung können runde, ovale oder rechteckige Löcher sein. Die zweite Art von Vertiefung kann Grabenlinien umfassen. Die erste Art

von Vertiefung umfasst eine Breite von etwa 300 nm bis etwa 1500 nm und die zweite Art von Vertiefung umfasst eine Breite von etwa 1500 nm bis etwa 3000 nm. Die Breite der zweiten Art von Vertiefung kann so gewählt werden, dass die obere Oberfläche der Rückplatte im Wesentlichen eben ist.

[0107] Die Vertiefungen werden mit einer gerichteten Ätzung in der Opferschicht ausgebildet. Ein Trockenätzprozess oder ein Nassätzprozess wird angewandt. In einer besonderen Ausführungsform werden die Öffnungen mit einem RIE-Vorgang geätzt. Die Vertiefung kann mit einer weiteren Opferschicht aus gleichmäßigem Überzug ausgekleidet sein, um runde Ecken an der oberen Kante der Öffnung zu erzeugen.

[0108] In dem optionalen Schritt **730** werden die Vertiefungen mit einer dielektrischen Schicht ausgekleidet. Die dielektrische Schicht kann dielektrisches Material wie etwa Siliciumnitrid, Siliciumoxynitrid, Siliciumoxid oder ein Polymer umfassen. Die dielektrische Schicht kann dazu konfiguriert sein, Zugspannung bereitzustellen. Die dielektrische Schicht kann die Bodenflächen und die Seitenwände der Vertiefungen und die obere Oberfläche der Opferschicht gleichmäßig überlagern. Die dielektrische Schicht füllt die Vertiefungen nicht vollständig auf.

[0109] In Schritt **740** wird eine Leitungsschicht auf der dielektrischen Schicht (sonst über der Opferschicht) ausgebildet. Die Leitungsschicht kann eine Siliciumschicht, wie etwa Polysilicium, in-situ-dotiertes Polysilicium oder eine anderweitig dotierte oder undotierte Halbleiterschicht sein. Alternativ dazu kann die Leitungsschicht eine Metallschicht sein. Die Leitungsschicht kann eine Vielzahl von Schichten umfassen. Die Leitungsschicht und die optionale dielektrische Schicht bilden eine Rückplatte. In einer Ausführungsform wird die Ausbildung der dielektrischen Schicht und der Leitungsschicht wiederholt, um einen Schichtstapel zu bilden.

[0110] Die Leitungsschicht füllt die Öffnung und überlagert die dielektrische Schicht. Die Leitungsschicht kann im Wesentlichen eben sein über die kleinen Öffnungen und die mittelgroßen Öffnungen. Die Leitungsschicht kann eine Vertiefung über der Rückseite der großen Öffnungen ausbilden.

[0111] In einer Ausführungsform umfasst die Leitungsschicht eine Dicke von etwa 1000 nm bis etwa 2000 nm und die dielektrische Schicht umfasst eine Dicke von etwa 100 nm bis etwa 200 nm. Die Dicke der Leitungsschicht ist etwa zehnmal größer als die Dicke der dielektrischen Schicht. In einer besonderen Ausführungsform beträgt die Dicke der Leitungsschicht etwa 1600 nm und die Dicke der dielektrischen Schicht etwa 140 nm. Die obere Oberfläche der Rückplatte ist bis auf die erste und zweite Art von Vertiefung im Wesentlichen eben. Die Höhe der zwei-

ten Art von Vertiefung hängt von der in Schritt **720** in die Opferschicht geätzten Tiefe ab und beträgt etwa 0,5 µm bis etwa 2 µm.

[0112] In Schritt **750** wird das Substrat unterhalb der Rückplatte entfernt. Das Substrat kann mittels eines BoschTM-Ätzvorganges entfernt werden. Der BoschTM-Ätzvorgang kann das Wiederholen der folgenden Schritte umfassen: 1) isotropisches Ätzen wie ein Trockenätzen des Substrats (Wafer), 2) Aufbringen eines Polymerfilms auf das Substrat (Wafer) und die Bodenfläche und die Seitenwände des durch den ersten Ätzschritt geformten Grabens und 3) Öffnen des Polymerfilms auf dem Substrat (Wafer) und der Bodenfläche des Grabens, aber nicht entlang der Seitenwände, sodass Schritt 1) erneut angewendet werden kann.

[0113] In Schritt **760** wird die Rückplatte (Leitungsschicht und die optionale dielektrische Schicht) mit einer zielgerichteten Ätzung perforiert. Die Opferschicht ist die die Ätzstoppschicht.

[0114] In Schritt **770** wird die Opferschicht unterhalb der Rückplatte entfernt. Anti-Haft-Erhöhungen können aus der ersten Art von Vertiefung gebildet werden und die länglichen Vorsprünge können aus der zweiten Art von Vertiefung gebildet werden. Ein isotropischer Ätzvorgang kann angewandt werden, um die Opferschicht durch die Perforierung in der Rückplatte zu entfernen. Die Membran wird durch das Entfernen der Opferschicht freigestellt. Die Ankerregionen können durch die Kontrolle des Zeitablaufs des isotropischen Ätzens oder durch das Bereitstellen einer Abdeckung, wie etwa einem Fotolack oder einem Passivierungsnitrid über die Ankerregion, um das Unterätzen an dieser Stelle zu vermeiden, ausgebildet werden.

[0115] Obwohl die vorliegende Erfindung und ihre Vorteile im Detail beschrieben wurden, versteht sich, dass verschiedene Veränderungen, Substitutionen und Anpassungen hierin vorgenommen werden können, ohne von dem Geist und Schutzzumfang der Erfindung, wie durch die angehängten Patentansprüche definiert, abzuweichen.

[0116] Darüber hinaus soll der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung nicht auf die in der Beschreibung ausgeführten speziellen Ausführungsformen des Prozesses, der Bearbeitung, Herstellung, Zusammensetzung des Materials, Mittel, Verfahrens und Schritte beschränkt sein. Wie für einen Fachmann auf dem Gebiet der Erfindung aus der Offenbarung der vorliegenden Erfindung einfach ersichtlich, erfüllen die derzeit verfügbaren oder noch zu entwickelnden Prozesse, Bearbeitung, Herstellung, Zusammensetzung von Material, Mittel, Verfahren oder Schritte im Wesentlichen dieselbe Funktion oder erreichen im Wesentlichen dasselbe Ergebnis wie die

hierin beschriebenen entsprechenden Ausführungsformen und können gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Demgemäß sollen die angehängten Ansprüche solche Prozesse, Bearbeitung, Herstellung, Zusammensetzung von Materialien, Mittel, Verfahren oder Schritte innerhalb ihres Schutzzumfanges aufweisen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**100, 300, 400, 500, 600**) umfassend: ein Substrat (**140**); und eine von dem Substrat (**140**) getragene Rückplatte (**150**), wobei die Rückplatte (**150**) längliche Vorsprünge (**236**); eine Mittelregion; und mit dem Substrat (**140**) verbundene Ankerbrücken (**238**) umfasst, wobei die länglichen Vorsprünge (**236**) auf den Ankerbrücken (**238**) angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei jede Ankerbrücke (**238**) einen radialen länglichen Vorsprung umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei zwei benachbarte Ankerbrücken (**238**) einen durchgehenden länglichen Vorsprung umfassen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, wobei jede Ankerbrücke (**238**) einen kurzen länglichen Vorsprung, der nur auf der Ankerbrücke angeordnet ist, und einen langen länglichen Vorsprung, der mit einer benachbarten Ankerbrücke verbunden ist, umfasst.
5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die länglichen Vorsprünge (**236**) auf Bereichen der Rückplatte (**150**) mit maximaler Spannungskonzentration angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, wobei die Vorrichtung ein Mikrofon ist.
7. MEMS-Struktur (**100, 300, 400, 500, 600**) umfassend: eine von einem Substrat (**140**) getragene bewegliche Elektrode (**220**); und eine von dem Substrat (**140**) getragene Gegenelektrode (**230**), wobei die Gegenelektrode (**230**) längliche Vorsprünge (**236**); und eine Vielzahl von Ankerbrücken (**238**) umfasst, wobei die Ankerbrücken (**238**) die Gegenelektrode mit dem Substrat (**140**) verbinden und die länglichen Vorsprünge (**236**) auf den Ankerbrücken (**238**) angeordnet sind.
8. MEMS-Struktur nach Anspruch 7, wobei die Gegenelektrode zudem Anti-Haft-Erhöhungen (**234**) umfasst.

9. MEMS-Struktur nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei jeder längliche Vorsprung benachbarte Ankerbrücken (**238**) verbindet.

10. MEMS-Struktur nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei zumindest einer der länglichen Vorsprünge (**236**) eine gegenüberliegende Ankerbrücke verbindet

11. MEMS-Struktur nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei die MEMS-Struktur ein Mikrofon ist.

12. Verfahren (**700**) zur Herstellung einer MEMS-Struktur, wobei das Verfahren umfasst:

Ausbilden (**710**) einer Opferschicht auf einem Substrat;

Ausbilden (**720**) von Vertiefungen in der Opferschicht, wobei die Vertiefungen eine erste Art von Vertiefung und eine zweite Art von Vertiefung umfassen, wobei die erste Art von Vertiefung sich von der zweiten Art von Vertiefung unterscheidet, und wobei die erste Art von Vertiefung Löcher umfasst und die zweite Art von Vertiefung Gräben umfasst;

Ausbilden (**740**) einer Rückplatte aus einem leitfähigen Material auf der Opferschicht;

Entfernen (**750**) eines Teils des Substrats unterhalb der Rückplatte; und

Entfernen (**770**) der Opferschicht.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Ausbilden der Vertiefungen zudem das Ausbilden einer dritten Art von Vertiefung umfasst, wobei die dritte Art von Vertiefung sich von der ersten Art von Vertiefung und der zweiten Art von Vertiefung unterscheidet.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei das Entfernen der Opferschicht zudem das Freistellen einer Membran umfasst.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

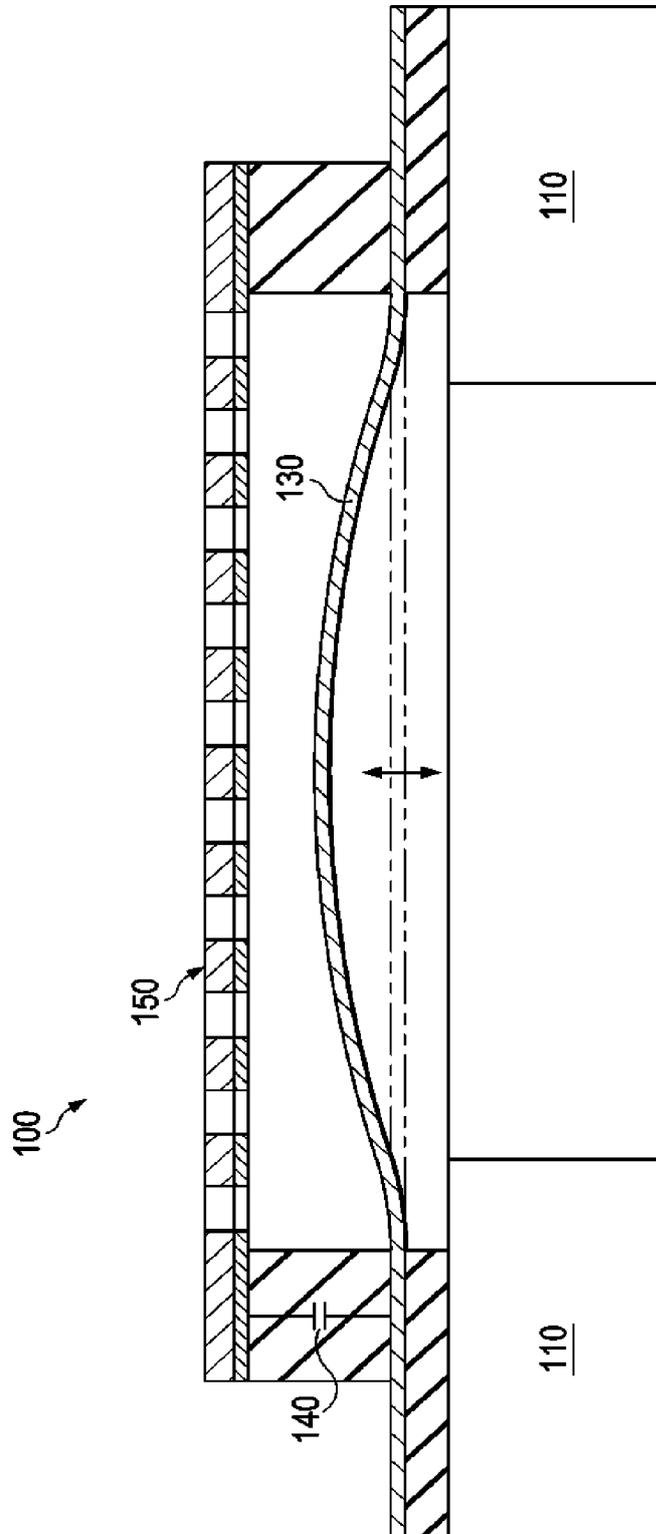


FIG. 1a

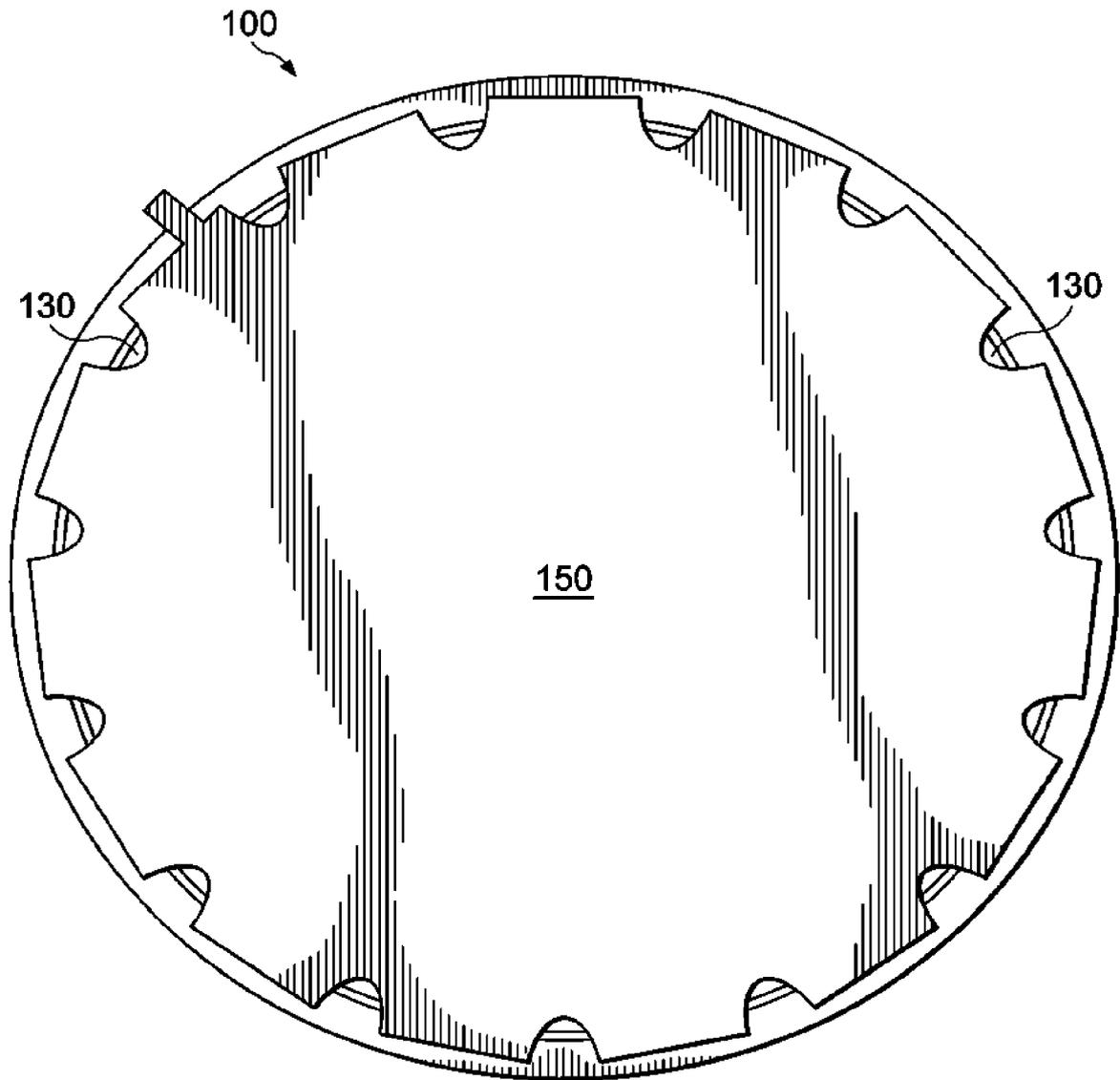
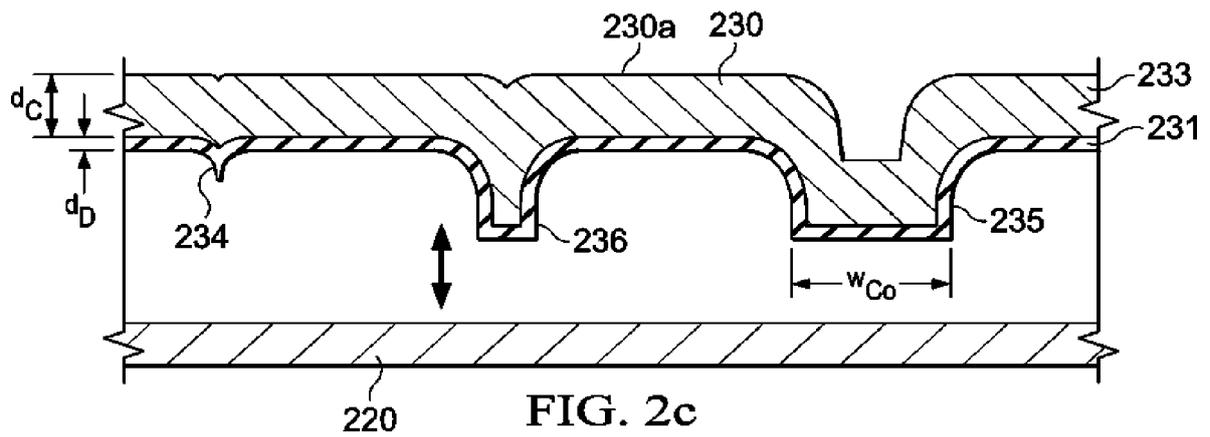
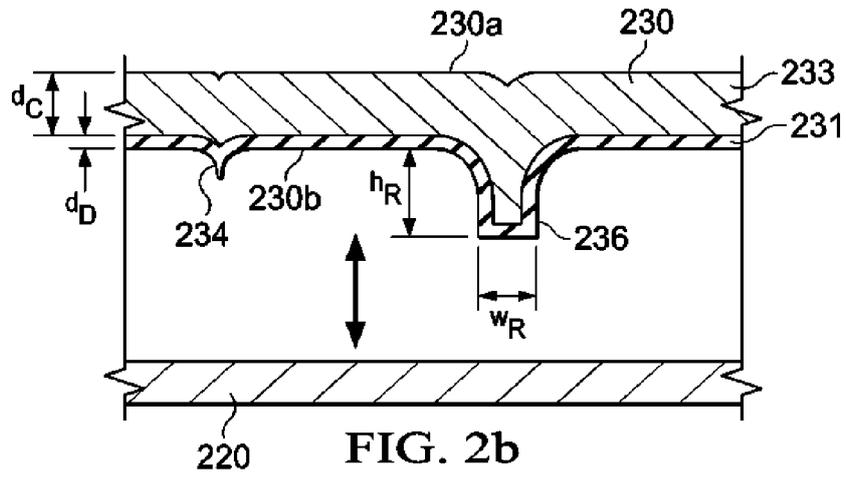


FIG. 1b



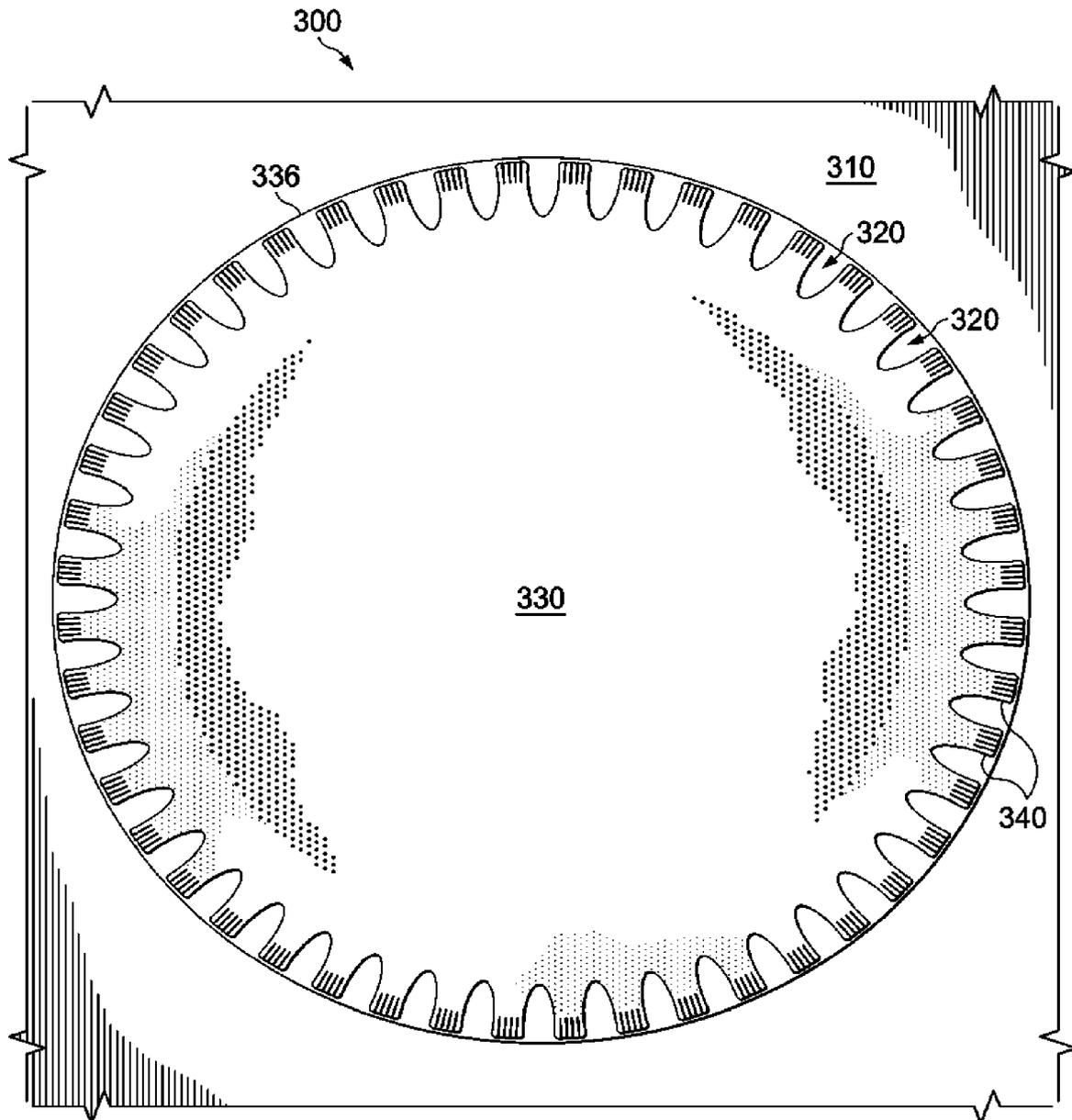


FIG. 3a

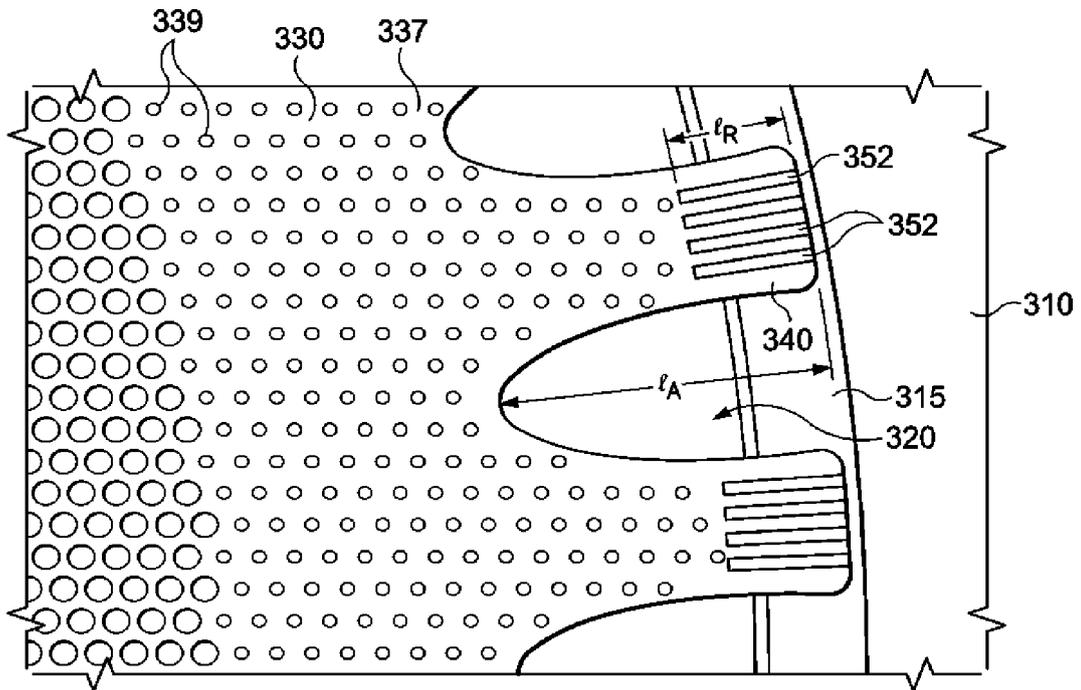


FIG. 3b

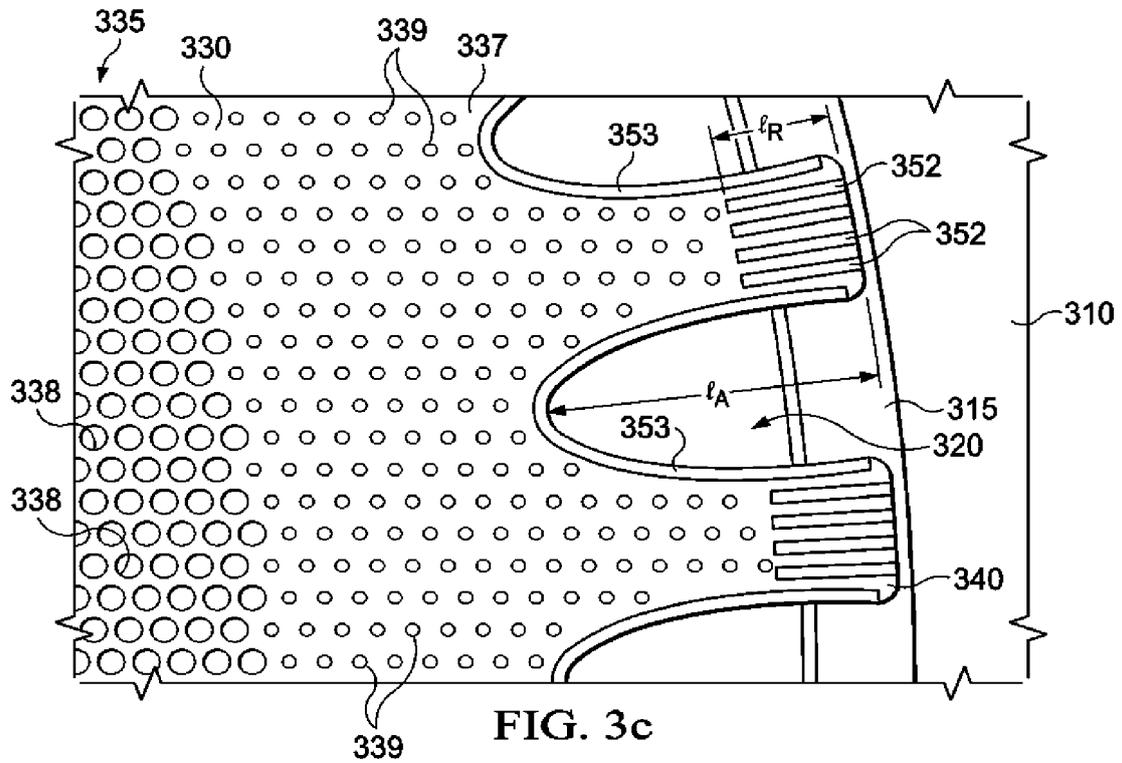


FIG. 3c

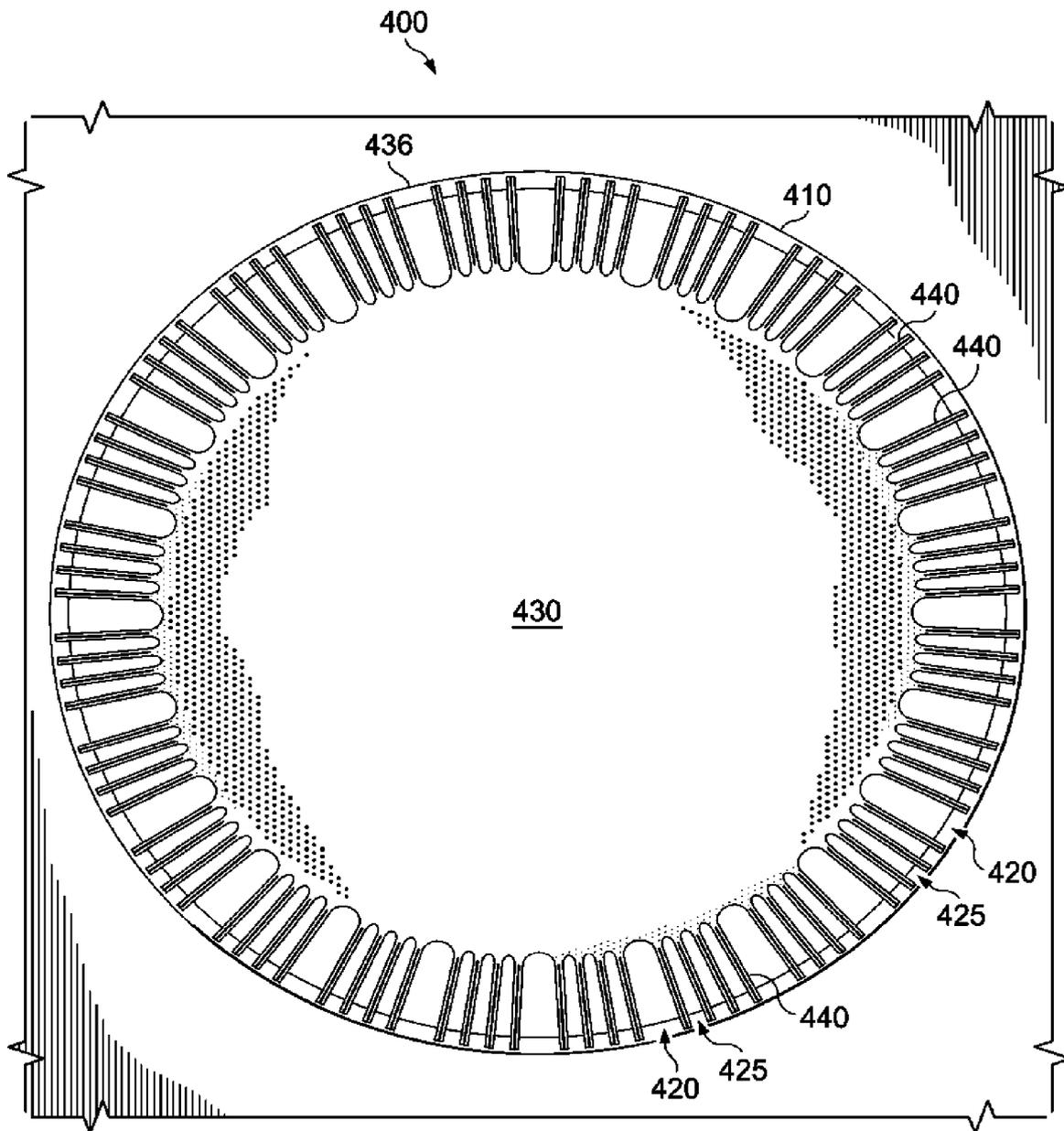


FIG. 4a

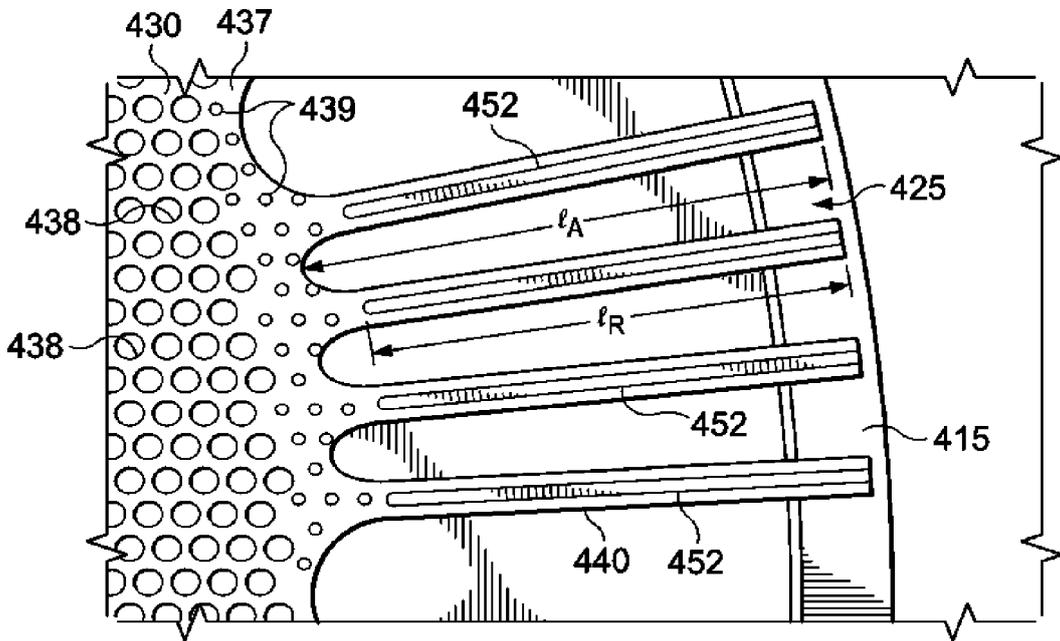


FIG. 4b

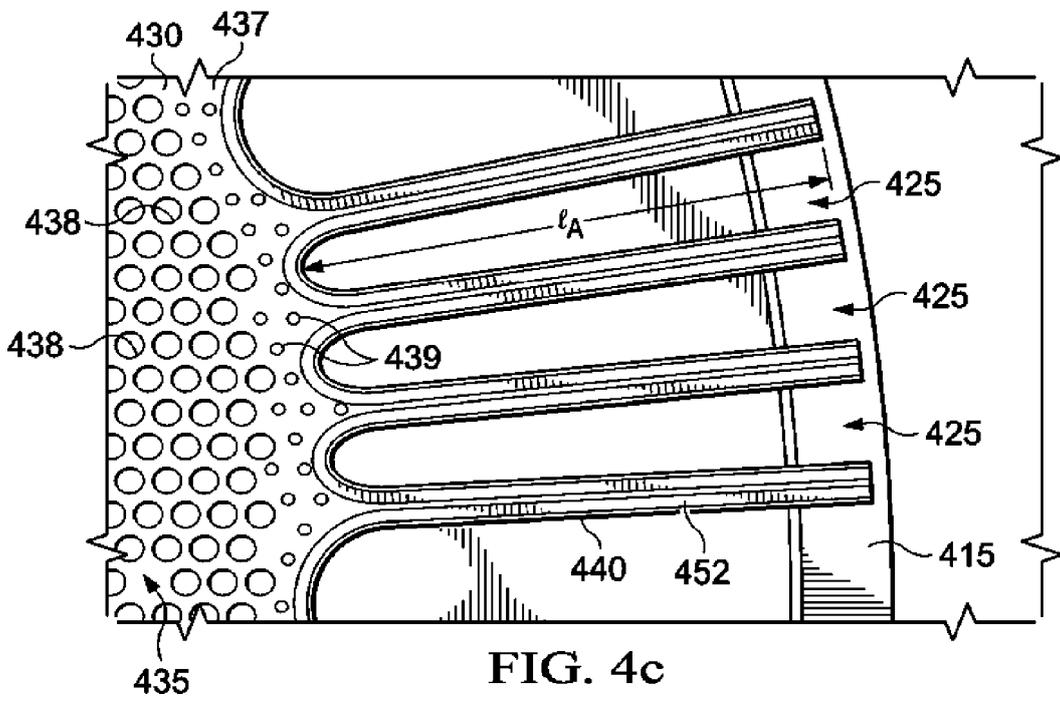


FIG. 4c

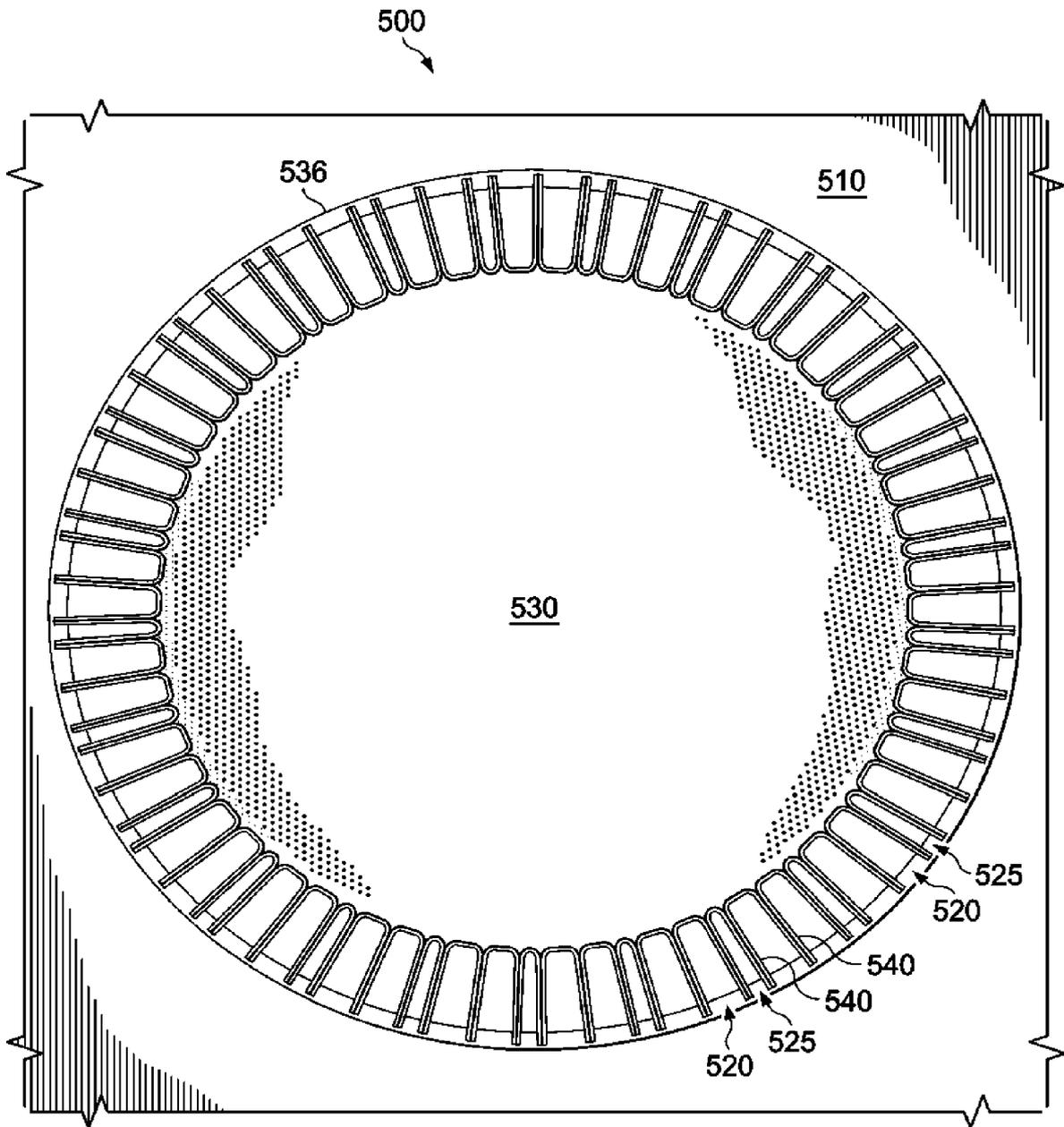


FIG. 5a

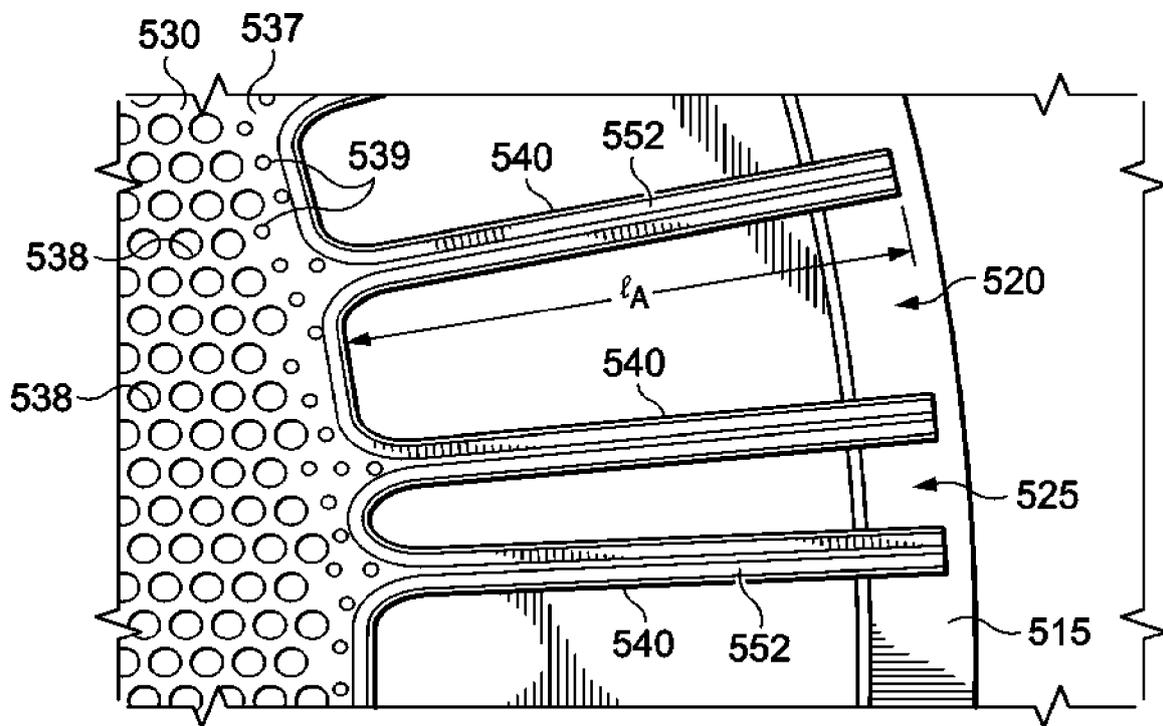


FIG. 5b

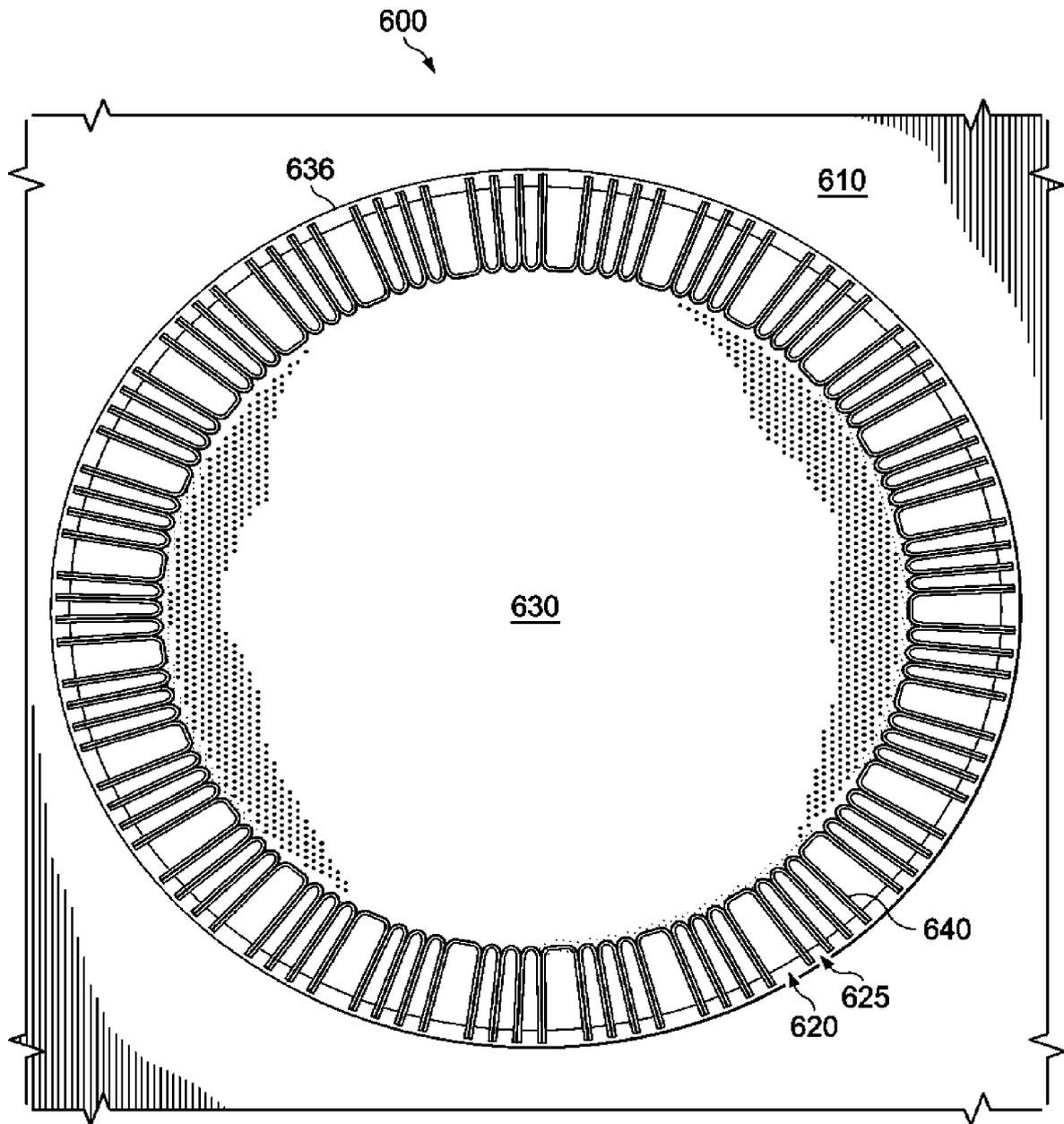


FIG. 6a

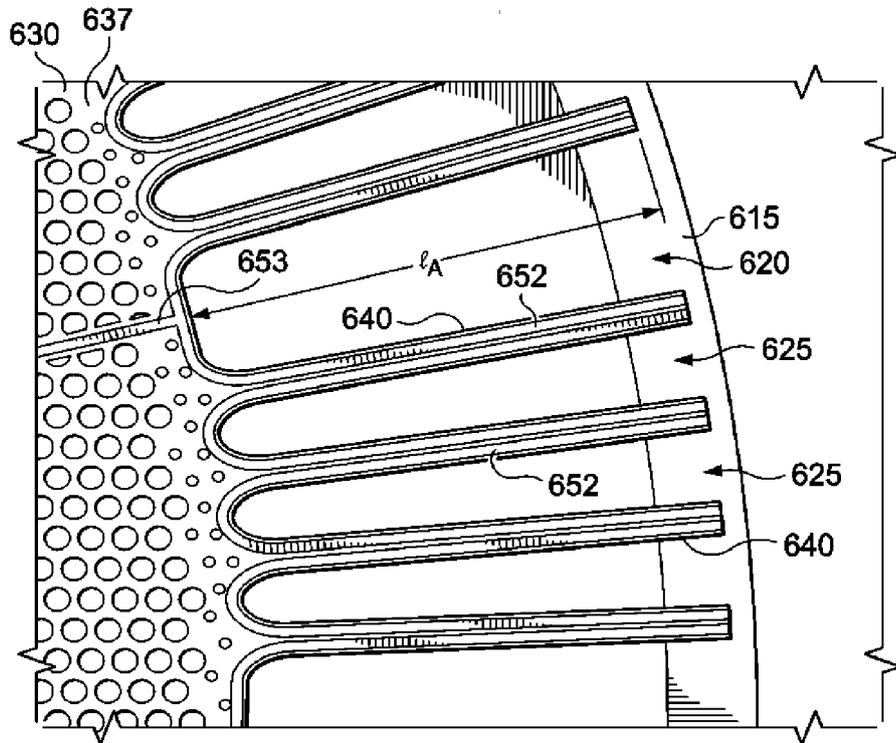


FIG. 6b

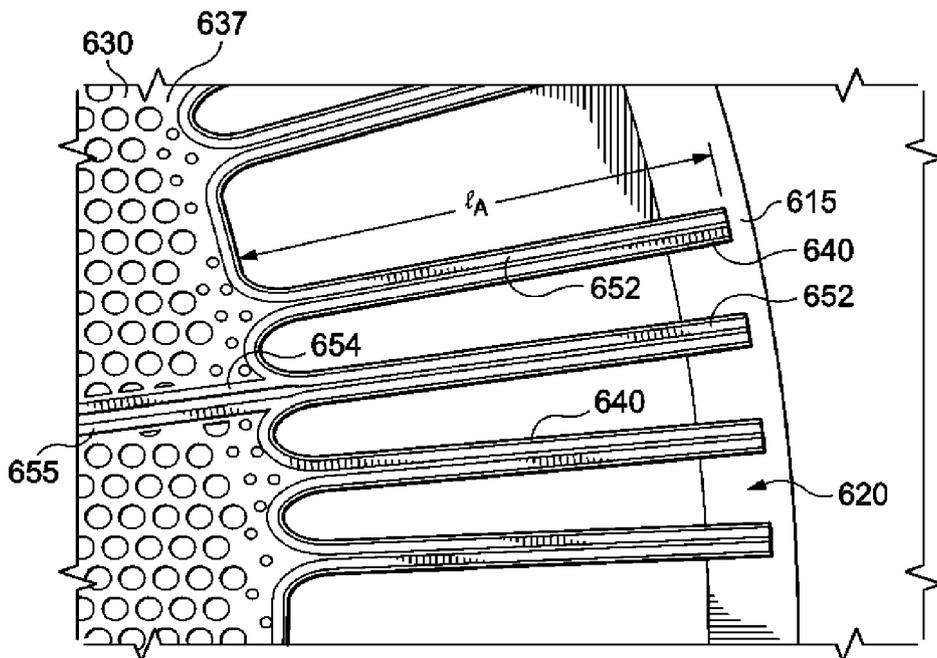


FIG. 6c

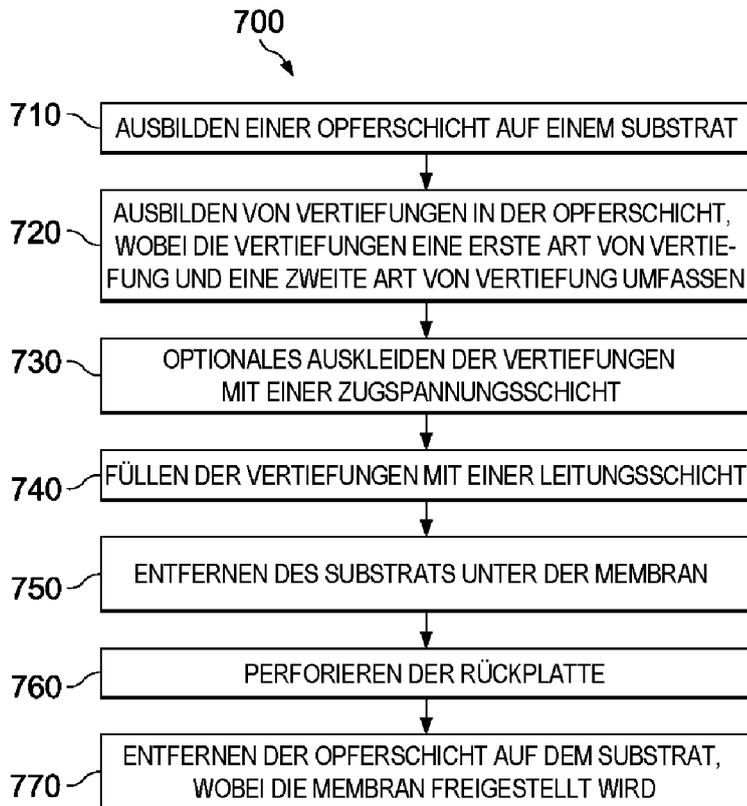
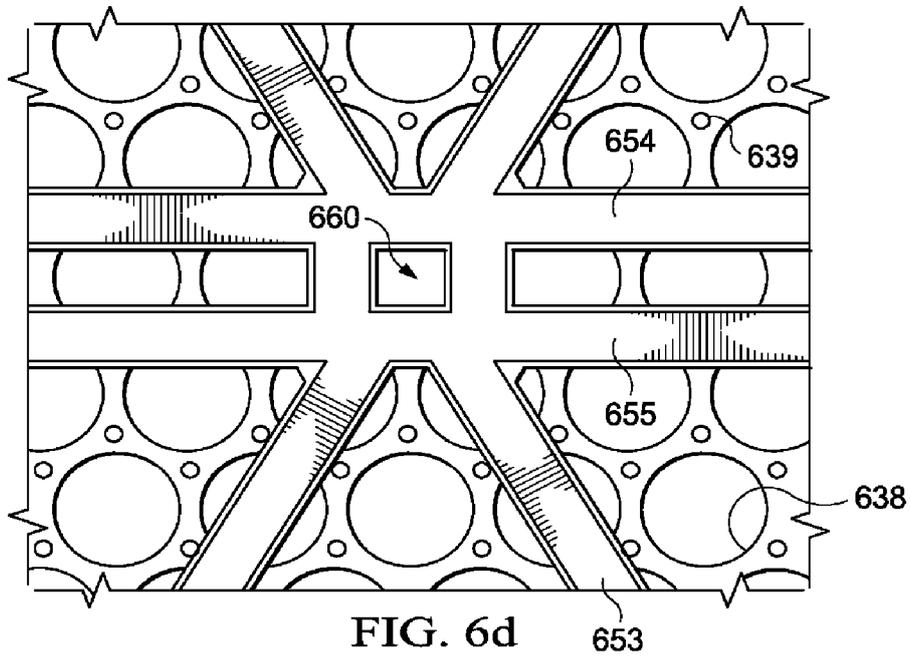


FIG. 7