

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
4. Mai 2017 (04.05.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/071902 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H03H 9/13 (2006.01) *H03H 9/17* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/073137
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. September 2016 (28.09.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 118 437.0
28. Oktober 2015 (28.10.2015) DE
- (71) Anmelder: SnapTrack, Inc. [US/US]; 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121 (US).
- (72) Erfinder: SCHIEK, Maximilian; Schublinweg 8, 81249 München (DE). BADER, Bernhard; Pappelstr. 29, 85579 Neubiberg (DE).
- (74) Anwalt: BARDEHLE PAGENBERG PARTNERSCHAFT MBB; Postfach 86 06 20, 81633 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

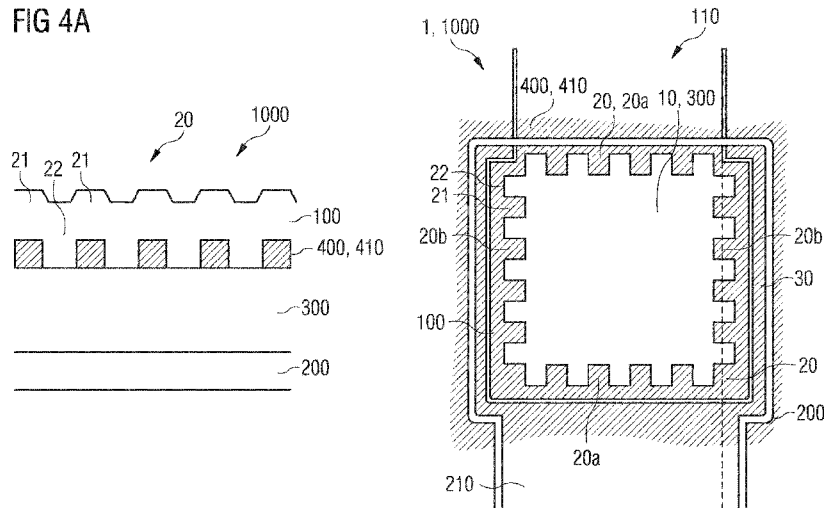
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: LAYER ASSEMBLY FOR A BULK WAVE COMPONENT

(54) Bezeichnung : SCHICHTANORDNUNG FÜR EIN VOLUMENWELLENBAUELEMENT

FIG 4A



(57) Abstract: The invention relates to a layer assembly (1000) for a bulk wave component, comprising an active inner region (10) having a first and second electrode layer (100, 200) and a piezoelectric layer (300), as well as comprising a transition region (20) arranged completely around the inner region (10). The transition region (20) has a first zone (20a) facing a first and second voltage supply line (110, 210) to the first and second electrode layer (100, 200), and a second zone (20b) located next to the first zone (20a). The first and/or second zone (20a, 20b) of the transition region (20) each have at least one first section (21) and at least one second section (22), wherein the width of the transition region (20) differs in the at least one first section (21) and the at least one second section (22) of the first and/or second zones (20a, 20b) of the transition region. In this way, unwanted disruptive modes can be substantially suppressed.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Eine Schichtanordnung (1000) für ein Volumenwellenbauelement umfasst einen aktiven Innenbereich (10), der eine erste und zweite Elektrodenschicht (100, 200) und eine piezoelektrische Schicht (300) aufweist, sowie einen vollständig um den Innenbereich (10) angeordneten Übergangsbereich (20). Der Übergangsbereich (20) weist eine erste Zone (20a), die einer ersten und zweiten Spannungszuführungsleitung (110, 210) zu der ersten und zweiten Elektrodenschicht (100, 200) zugewandt ist, und eine zweite Zone (20b), die neben der ersten Zone (20a) liegt, auf. Die erste und/oder die zweite Zone (20a, 20b) des Übergangsbereichs (20) weisen jeweils mindestens einen ersten Abschnitt (21) und mindestens einen zweiten Abschnitt (22) auf, wobei sich die Breite des Übergangsbereichs (20) in dem mindestens einen ersten Abschnitt (21) und dem mindestens einen zweiten Abschnitt (22) der ersten und/oder zweiten Zone (20a, 20b) des Übergangsbereichs unterscheidet. Dadurch können unerwünschte störende Moden weitgehend unterdrückt werden.

Beschreibung

Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement

- 5 Die Erfindung betrifft eine Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Resonanzen.

Ein Volumenwellenbauelement, beispielsweise ein BAW-Resonatorbauelement, weist eine piezoelektrische Schicht auf,
10 auf deren Ober- und Unterseite zur Anregung von mechanischen Schwingungen Elektrodenschichten zumindest teilweise überlappend angeordnet sind. Betrachtet man den BAW-Resonator in einer Draufsicht, so können drei unterschiedliche Gebiete definiert werden. Die aktive Resonatorfläche ist der innere Flächenbereich, bei dem sich die piezoelektrische Schicht zwi-
15 schen der unteren und oberen Elektrodenschicht befindet. Die Kanten der Elektrodenschichten schließen den Innenbereich ab und definieren den Randbereich oder Übergangsbereich. Daran schließt sich der nichtaktive Außenbereich an.

20

Im Idealfall zeigt ein BAW-Resonatorbauelement eine einzige Resonanz, die durch die konkrete Schichtabfolge der BAW-Lagen definiert ist, sodass lediglich ein einziger mechanischer Mo-
25 dadurch aus, dass der gesamte Innenbereich des Resonatorbauelements mit konstanter Amplitude und gleich starker vertikaler Richtung schwingt, der Außenbereich jedoch schwingungsfrei ist. In realen Bauteilen kann dieser Zustand jedoch nicht vollständig erreicht werden. So führen beispielsweise
30 Leiterbahnen zum elektrischen Anschluss der unteren und oberen Elektrodenschichten von dem Außen- in den Innenbereich. Auch ist es mit bekannten Fertigungsverfahren sehr aufwändig,

den Innenbereich scharfkantig von dem Außenbereich zu trennen.

Wenn man die Schwingungsmoden (Resonanzen) eines realen BAW-Resonators, bei dem der Innenbereich durch den Übergangsbe-
reich mit dem Außenbereich verbunden ist, untersucht, so findet man neben der gewünschten Hauptresonanz diverse uner-
wünschte Nebenresonanzen. Diese Nebenresonanzen (Spurious Mo-
des) entsprechen horizontal laufenden Moden, die im Randbe-
reich mit dem Hauptmodus koppeln.

Zur Reduzierung der Anregung dieser Nebenresonanzen kann im Übergangsbereich des BAW-Resonators eine Zusatzschicht, beispielsweise eine Passivierungsschicht, als zusätzliche Lage an Material aufgebracht werden. Die Zusatzschicht besteht typischerweise aus einem gleichmäßig breiten Streifen, der den gesamten Innenbereich des Resonators umgibt. Für die vertikal laufende akustische Welle (Piston-Modus) der gewünschten Resonanz entsteht durch diesen zusätzlichen Materialstreifen
(Overlap) eine modifizierte Randbedingung, die zu einer deutlichen Reduzierung der Anregung von unerwünschten horizontal laufenden Wellenkomponenten führt.

Die Dimensionierung des Übergangsbereichs mit der Zusatzschicht erfordert einen Kompromiss aus Resonatorgüte und Wirksamkeit der Störmodenunterdrückung. Die Erfahrung zeigt, dass eine Dimensionierung der Zusatzschicht im Übergangsbereich mit optimal niedrigem Anteil von störenden Nebenmoden nicht einer Dimensionierung mit optimal hoher Resonatorgüte entspricht. Überdies entstehen im Übergangsbereich selbst wiederum unerwünschte vertikale Moden (Overlap-Moden). Besonders bei erhöhter Breite der Zusatzschicht im Übergangsbereich treten diese Overlap-Moden störend in Erscheinung.

Ein Anliegen der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement anzugeben, bei der der Übergangsbereich der Schichtanordnung derart ausgebildet ist, dass störende Moden, die zusätzlich zu einem erwünschten Hauptmodus auftreten können, weitgehend reduziert sind.

Eine Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden ist im Patentanspruch 1 angegeben.

Die Schichtanordnung umfasst eine erste Elektrodenschicht und eine zweite Elektrodenschicht und eine piezoelektrische Schicht. Die Schichtanordnung umfasst des Weiteren eine erste Spannungszuführungsleitung, die zur Zuführung einer Spannung an die erste Elektrodenschicht angeschlossen ist, und eine zweite Spannungszuführungsleitung, die zur Zuführung einer Spannung an die zweite Elektrodenschicht angeschlossen ist. Die Schichtanordnung hat einen aktiven Innenbereich, der die erste und zweite Elektrodenschicht und die piezoelektrische Schicht aufweist und in dem eine Volumenwelle anregbar ist, einen vollständig um den Innenbereich angeordneten Übergangsbereich, in dem die Anregung der Volumenwelle im Vergleich zu dem aktiven Innenbereich abgeschwächt ist, und einen um den Übergangsbereich angeordneten passiven Außenbereich, der die piezoelektrische Schicht und eine der ersten und zweiten Elektrodenschicht aufweist und in dem keine Volumenwelle anregbar ist. Der Übergangsbereich weist eine erste Zone, die der ersten und zweiten Spannungszuführungsleitung zugewandt ist, und eine zweite Zone, die neben der ersten Zone liegt und somit der ersten und zweiten Spannungszuführungsleitung abgewandt ist, auf. Die erste und zweite Zone des Übergangsbereichs weist jeweils mindestens einen ersten Abschnitt und

mindestens einen zweiten Abschnitt auf, wobei sich die Struktur von Schichten des Übergangsbereichs in dem mindestens einen ersten Abschnitt und dem mindestens einen zweiten Abschnitt der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs unterscheidet.

Mit der angegebenen Schichtanordnung gelingt eine reduzierte oder sogar vollständig unterdrückte Kopplung vom erwünschten Hauptmodus (Piston-Modus) in unerwünschte Nebenmoden. Die Modenkopplung findet üblicherweise insbesondere an den gleichmäßig geformten Strukturkanten des Übergangsbereichs zum Innenbereich des Resonatorbauelements statt. Gemäß der angegebenen Schichtanordnung wird diese gleichmäßige Form nun gewissermaßen durch eine Änderung der Struktur der Schichten des Übergangsbereichs in den ersten und zweiten Abschnitten der ersten Zone und/oder der zweiten Zone des Übergangsbereichs erzielt. Beispielsweise kann sich die Breite des Übergangsbereichs oder die Schichtdicke der Schichten des Übergangsbereichs in dem mindestens einen ersten Abschnitt und dem mindestens einen zweiten Abschnitt der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs unterscheiden.

Gemäß einer möglichen Ausführungsform kann die Schichtanordnung eine Zusatzschicht aufweisen. Der Übergangsbereich kann die erste und zweite Elektrodenschicht, die piezoelektrische Schicht und die Zusatzschicht aufweisen. Die Zusatzschicht kann eine erste Teilschicht und/oder eine zweite Teilschicht aufweisen, wobei die erste Teilschicht im Übergangsbereich über der piezoelektrischen Schicht und der ersten Elektrodenschicht angeordnet ist und die zweite Teilschicht im Übergangsbereich unter der piezoelektrischen Schicht angeordnet ist. Die Zusatzschicht kann eine erste Teilschicht und/oder eine zweite Teilschicht aufweisen, wobei die erste Teil-

schicht im Übergangsbereich über der piezoelektrischen Schicht und der ersten Elektrodenschicht angeordnet ist und die zweite Teilschicht im Übergangsbereich unter der piezoelektrischen Schicht angeordnet ist. Die Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht der Zusatzschicht unterscheidet sich in dem mindestens einen ersten Abschnitt von der Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht der Zusatzschicht in dem mindestens einen zweiten Abschnitt. Die Zusatzschicht kann beispielsweise als eine Passivierungsschicht ausgebildet sein.

Gemäß dieser Ausführungsform der Schichtanordnung wird eine gleichmäßige Form beziehungsweise Breite des Übergangsbereichs nun gewissermaßen durch eine Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht im Übergangsbereich der Schichtanordnung des Resonators verändert. Die Modulation der Struktur der Zusatzschicht kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass am Rand des Übergangsbereichs versetzt positionierte Kanten des Innenbereichs, an denen eine Ankopplung der Nebenmoden erfolgt, entstehen. Somit findet eine Überlagerung der versetzt angeregten Nebenmoden (Interferenz) statt. Durch geeignete Dimensionierung der Modulation der Struktur der Zusatzschicht im Übergangsbereich, zum Beispiel durch entsprechende Anpassung der Stufengröße und der Form der Zusatzschicht im Übergangsbereich, insbesondere am Rand zwischen dem Übergangs- und dem Innenbereich der Zusatzschicht, kann ein Anregungsmuster geformt werden, das zu einer teilweisen bis vollständigen Auslöschung der unerwünschten Nebenmoden führt.

Bei einer herkömmlichen Ausgestaltung des Übergangsbereichs, bei dem der Übergangsbereich innerhalb der ersten Zone und/oder innerhalb der zweiten Zone eine gleichmäßige Breite

aufweist beziehungsweise die Zusatzschicht innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs mit gleicher Breite und Schichtdicke angeordnet ist beziehungsweise mit gleicher Breite und Schichtdicke innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs zwischen der ersten Elektroden-
5 schicht und der piezoelektrischen Schicht und/oder zwischen der zweiten Elektroden-
schicht und der piezoelektrischen Schicht angeordnet ist, entsteht im Übergangsbereich ein vertikal schwingender Modus.

10

Die Stärke dieses sogenannten Overlap-Modus hängt stark von der Fläche der Zusatzschicht im Übergangsbereich ab. Ein breiter Streifen der Zusatzschicht bildet beispielsweise einen stärkeren Overlap-Modus aus als ein schmaler Streifen.

15

Mittels der Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht in der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs der Schichtanordnung des Resonatorbauelements wird die Gesamtfläche der Zusatzschicht innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs nun verkleinert. Entsprechend reduziert sich die Stärke des unerwünschten Overlap-Modus.

20

Die modulierte Strukturierung innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs 20 kann bei einem Volumenwellenbauelement, das als ein BAW-Resonator ausgebildet ist, zur Unterdrückung von störenden Moden eingesetzt werden. Eine modulierte Strukturierung der Zusatzschicht kann nicht nur bei den sogenannten Solidly-Mounted-Resonatoren (SMR, mit Bragg-Reflektor-Schichten), sondern genauso auch bei Membrane-Type-Resonatoren mit freischwingendem Innenbereich erfolgen.

30

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren, die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zeigen, näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Figur 1 eine Querschnittsansicht und eine Draufsicht auf
 eine Ausführungsform einer Schichtanordnung eines
 Volumenwellenbauelements,
- 10 Figur 2 der Verlauf von charakteristischen Parametern eines
 Volumenwellenbauelements in Abhängigkeit von einer
 Breite des Übergangsbereichs des Volumenwellenbau-
 elements,
- 15 Figur 3 eine Admittanzkurve eines Einzelresonators und eine
 Transmissionskurve eines Filterbauelements mit ide-
 alem und fehldimensioniertem Übergangsbereich,
- 20 Figur 4A eine Querschnittsansicht und eine Draufsicht auf
 eine Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein
 Volumenwellenbauelement zur Unterdrückung von stö-
 renden Moden,
- 25 Figur 4B eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausfüh-
 rungsform einer Schichtanordnung für ein Volumen-
 wellenbauelement mit Unterdrückung von störenden
 Moden,
- 30 Figur 4C eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung
 für ein Volumenwellenbauelement mit Modulation der
 Breite des Übergangsbereichs in einer Zone des
 Übergangsbereichs,

Figur 4D eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Modulation der Breite des Übergangsbereichs in einer andern Zone des Übergangsbereichs,

5

Figur 5 verschiedene Formen der Strukturierung des Übergangsbereichs am Rand zum Innenbereich eines Volumenwellenbauelements,

10 Figur 6 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

Figur 7 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

15

Figur 8A eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

20

Figur 8B eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

25

Figur 9A eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

30

Figur 9B eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

5

Figur 10 eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

10

Figur 11 eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

15

Figur 12A eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden durch einen Materialauftrag im Übergangsbereich,

20

Figur 12B eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden,

25

Figur 13 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden durch einen Materialabtrag im Übergangsbereich

30

Figur 14 eine Querschnittsansicht auf eine weitere Ausführungsform einer Schichtanordnung für ein Volumen-

wellenbauelement mit Unterdrückung von störenden Moden.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt und eine Draufsicht auf eine Schichtanordnung 1000 für ein Volumenwellenbauelement 1, beispielsweise ein Resonatorbauelement, insbesondere einen BAW-Resonator. Die Schichtanordnung umfasst eine erste Elektrodenschicht 100 und eine zweite Elektrodenschicht 200. Die erste Elektrodenschicht 100 ist auf einer Oberseite O300 beziehungsweise über einer piezoelektrischen Schicht 300 der Schichtanordnung angeordnet. Die zweite Elektrodenschicht 200 ist auf einer Unterseite U300 beziehungsweise unter der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet. Unterhalb der zweiten Elektrodenschicht 200 ist eine Schichtenfolge, durch den ein Bragg-Spiegel 600 ausgebildet wird, angeordnet. Der Bragg-Spiegel 600 kann Schichten 610, 620, beispielsweise Lambda-Viertel-Schichten unterschiedlicher akustischer Impedanz umfassen.

Wird eine Spannung zwischen die erste und zweite Elektrodenschicht angelegt, so treten in einem aktiven Bereich 40 des Volumenwellenbauelements neben einer gewünschten Hauptresonanz diverse unerwünschte Nebenresonanzen auf. Der aktive Bereich 40 ist derjenige Bereich des Volumenwellenbauelements, in dem auf der Ober- und Unterseite der piezoelektrischen Schicht 300 die erste und zweite Elektrodenschichten 100, 200 überlappend angeordnet sind. Im aktiven Bereich 40 des Volumenwellenbauelements werden in der piezoelektrischen Schicht 300 Moden angeregt, wenn an die erste und zweite Elektrodenschicht eine Spannung angelegt wird.

Zur Reduzierung der Anregung von Nebenresonanzen umfasst die Schichtanordnung 1000 eine Zusatzschicht 400. Die Zusatz-

schicht kann, wie in Figur 1 gezeigt ist, beispielsweise teilweise auf der Oberseite O300 der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet sein. Sie kann auch unter einem Abschnitt der piezoelektrischen Schicht, beispielsweise zwischen der piezoelektrischen Schicht 300 und der zweiten Elektrodenschicht 200 oder in dem unter der zweiten Elektrodenschicht angeordneten Schichtstapel 600 enthalten sein.

Die in Figur 1 gezeigte Schichtanordnung 1000 umfasst einen Innenbereich 10, der die erste und zweite Elektrodenschicht 100, 200 sowie die piezoelektrische Schicht 300 aufweist. Die erste und zweite Elektrodenschicht 100, 200 ist im Innenbereich unmittelbar auf der Oberseite O300 beziehungsweise unmittelbar auf der Unterseite U300 der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet. Die Zusatzschicht 400 ist somit im Innenbereich 10 nicht vorhanden. An den Innenbereich 10 schließt sich ein Rand- oder Übergangsbereich 20 an, der vollständig um den Innenbereich 10 herum angeordnet ist. Der Übergangsbereich 20 umfasst neben der ersten und zweiten Elektrodenschicht 100, 200 und der piezoelektrischen Schicht 300 auch die Zusatzschicht 400. Die Zusatzschicht 400 kann im Übergangsbereich 20 beispielsweise zwischen der ersten Elektrodenschicht 100 und der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet sein. Sie kann zusätzlich oder alternativ dazu auch zwischen der piezoelektrischen Schicht 300 und der zweiten Elektrodenschicht angeordnet sein oder im Schichtstapel 600 unter der zweiten Elektrodenschicht 200 enthalten sein.

An den Übergangsbereich 20 schließt sich ein Außenbereich 30 an, der im linken Bereich der Schichtanordnung 1000 lediglich die zweite Elektrodenschicht 200, die piezoelektrische Schicht 300 sowie die Zusatzschicht 400 umfasst. Auf der linken Seite des Außenbereichs 30 ist die erste Elektroden-

schicht 100 nicht vorhanden. Auf der rechten Seite umfasst der Außenbereich 30 die erste Elektrodenschicht 100, die piezoelektrische Schicht 300 sowie die Zusatzschicht 400. Die zweite Elektrodenschicht 200 ist auf der rechten Seite des Außenbereichs 30 nicht vorgesehen. Somit werden im Außenbereich 30 beim Anlegen einer Spannung zwischen die erste und zweite Elektrodenschichten 100 und 200 keine Schwingungen im piezoelektrischen Material 300 angeregt.

Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform der Schichtanordnung 1000 des Volumenwellenbauelements ist der Übergangsbereich 20 um den Innenbereich 10 herum als ein gleichmäßig breiter Streifen ausgebildet, der den gesamten Innenbereich 10 des Resonators umgibt. Die im Übergangsbereich 20 vorhandene Zusatzschicht 400 weist eine einheitliche Schichtdicke und Breite auf, mit der sie sich von dem Außenbereich 30 bis zum Rand des Übergangsbereichs 20, an dem der Übergangsbereich an den Innenbereich 10 angrenzt, erstreckt. Durch die im Übergangsbereich zusätzlich angeordnete Zusatzschicht entsteht eine modifizierte Randbedingung, die zu einer Reduzierung der Anregung von unerwünschten horizontal laufenden Wellenkomponenten führt. Andererseits entstehen im Übergangsbereich selbst wiederum unerwünschte vertikale Moden (Overlap-Moden).

Figur 2 zeigt den Kopplungsfaktor k^2 , die Güte Q sowie eine Abweichung R , die angibt, wie die Impedanz/Admittanz des Resonators im Smith-Diagramm von einer Kreisform abweicht, jeweils aufgetragen über der Breite w des Übergangsbereichs 20.

Bei einer geringen Breite w des Übergangsbereichs ist die Kopplung am größten (Stelle a im linken Diagramm), jedoch die Güte des Resonators sehr gering. Mit zunehmender Breite des Übergangsbereichs nimmt die Güte zwar zu (maximale Güte an

Stelle c im rechten Diagramm), wobei jedoch die Kopplung wiederum abnimmt. Die ideale Kreisform der Impedanz/Admittanz eines Resonators wird bei einer mittleren Breite des Übergangsbereichs erzielt (Stelle b im mittleren Diagramm). Eine geeignete Dimensionierung des Übergangsbereichs erfordert daher einen Kompromiss der verschiedenen in Figur 2 gezeigten charakteristischen Parameter eines Resonators.

Figur 3 zeigt im linken Diagramm eine Admittanzkurve eines Einzelresonators mit einem störenden Overlap-Mode unterhalb der fundamentalen Resonanzfrequenz. Im rechten Diagramm der Figur 3 ist der Filterdurchlassbereich (Transmission) eines Ladder-Type-Filters gezeigt. Im Falle eines ideal ausgebildeten Übergangsbereichs weist das Passband keinen Einbruch auf, wie anhand der gestrichelten Linie zu erkennen ist. Bei fehl-dimensioniertem Übergangsbereich sind aufgrund der zunächst höheren Resonatorgüte die Flanken zwar steiler und die Einfügedämpfung unter Umständen geringer. Es treten jedoch Einbrüche im Passband auf, wie dies an der durchgezogenen und gepunkteten Linie im rechten Diagramm zu erkennen ist.

Mittels der nun folgenden Figuren 4A bis 14 werden verschiedene Formen der Ausgestaltung des Übergangsbereichs einer Schichtanordnung 1000 eines Volumenwellenbauelements 1, insbesondere eines BAW-Resonators, gezeigt, mit denen es ermöglicht ist, störende Nebenmoden beziehungsweise Overlap-Moden, die bei einer Ausgestaltung des Übergangsbereichs mit gleichmäßiger Breite um den Innenbereich des Resonators herum auftreten würden, weitestgehend zu unterdrücken.

Die in den Figuren 4A bis 14 gezeigten Schichtanordnungen umfassen eine erste Elektrodenschicht 100 und eine zweite Elektrodenschicht 200 sowie eine erste Spannungszuführungs-

leitung 110, die zur Zuführung einer Spannung an die erste Elektrodenschicht 100 angeschlossen ist, und eine zweite Spannungszuführungsleitung 210, die zur Zuführung einer Spannung an die zweite Elektrodenschicht 200 angeschlossen ist.

5 Des Weiteren umfassen die dargestellten Schichtanordnungen eine piezoelektrische Schicht 300.

Die Schichtanordnungen des Volumenwellenbauelements der Figuren 4A bis 14 umfassen einen aktiven Innenbereich 10, der die
10 erste und zweite Elektrodenschicht 100, 200 und die piezoelektrische Schicht 300 aufweist und in dem eine Volumenwelle anregbar ist. Die Schichtanordnungen umfassen weiterhin einen vollständig um den Innenbereich 10 angeordneten Übergangsbe-
reich 20, in dem die Anregung der Volumenwelle im Vergleich
15 zu dem aktiven Innenbereich abgeschwächt ist. Um den Übergangsbereich 20 herum ist ein passiver Außenbereich 30 angeordnet, in dem keine Volumenwelle anregbar ist und der die piezoelektrische Schicht 300 und eine der ersten und zweiten Elektrodenschicht 100, 200 aufweist.

20

Der Übergangsbereich 20 weist eine erste Zone 20a, die der ersten und zweiten Spannungszuführungsleitung 110, 210 zugewandt ist, und eine zweite Zone 20b, die neben der ersten Zone 20a liegt und somit von der ersten und zweiten Spannungszuführungsleitung 110, 210 abgewandt ist, auf. Die erste
25 und/oder die zweite Zone des Übergangsbereichs weist jeweils mindestens einen ersten Abschnitt 21 und mindestens einen zweiten Abschnitt 22. Die Struktur der Schichten des Übergangsbereichs 20 unterscheidet sich in dem mindestens einen
30 ersten Abschnitt 21 und dem mindestens einen zweiten Abschnitt 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs. Beispielsweise kann sich die Breite des Übergangsbereichs oder die Schichtdicke der Schichten des

Übergangsbereichs in dem mindestens einen ersten Abschnitt 21 und dem mindestens einen zweiten Abschnitt 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 voneinander unterscheiden.

5

Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen von Schichtanordnungen für ein Volumenwellenbauelement wird die gleichförmige Geometrie des Übergangsbereichs durch eine Gewichtung innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs modifiziert. Aufgrund der Modulation der Geometrie, beispielsweise der Breite oder der Schichtdicken von Schichten, des Übergangsbereichs innerhalb der ersten Zone 21 und/oder der zweiten Zone 22 des Übergangsbereichs können sowohl die Resonatorgüte als auch die Störmodenunterdrückung ohne Kompromisse optimiert werden. Schwingungen im Randbereich (Overlap-Moden) werden ebenfalls weitgehend unterdrückt.

Bei den in den Figuren 4A bis 14 gezeigten Ausführungsformen einer Schichtanordnung 1000 eines Volumenwellenbauelements, insbesondere eines Resonatorbauelements, umfasst die Schichtanordnung 1000 eine Zusatzschicht 400. Die Zusatzschicht dient der Modenunterdrückung und stellt somit gewissermaßen eine Modenunterdrückungsschicht dar. Die Zusatzschicht kann beispielsweise als eine Passivierungsschicht ausgebildet sein.

In den gezeigten Ausführungsbeispielen weist der Übergangsbereich 20 die erste und zweite Elektrodenschicht 100, 200, die piezoelektrische Schicht 300 und die Zusatzschicht 400 auf. Die Zusatzschicht 400 weist eine erste Teilschicht 410 und/oder eine zweite Teilschicht 420 auf, wobei die erste Teilschicht 410 im Übergangsbereich 20 über der piezoelektri-

schen Schicht 300 angeordnet ist und die zweite Teilschicht 420 im Übergangsbereich unter der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet ist. Die Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht unterscheidet sich in dem mindestens einen ersten Abschnitt 21 von der Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht in dem mindestens einen zweiten Abschnitt 22.

Die Gewichtung betrifft insbesondere die im Übergangsbereich angeordnete Zusatzschicht. Mit Hilfe einer Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht im Übergangsbereich können sowohl die Resonatorgüte als auch die Störmodenunterdrückung optimiert werden. Schwingungen im Randbereich (Overlap-Moden) werden weitestgehend unterdrückt.

Die erste Teilschicht 410 kann im Übergangsbereich insbesondere zwischen der Oberseite 0300 der piezoelektrischen Schicht 300 und der ersten Elektrodenschicht 100 angeordnet sein. Die zweite Teilschicht 420 der Zusatzschicht 400 kann im Übergangsbereich insbesondere zwischen der piezoelektrischen Schicht 300 und der zweiten Elektrodenschicht 200, angeordnet sein.

Die Strukturierung der Zusatzschicht 400 im Übergangsbereich erfolgt bei den in den Figuren 4A bis 14 gezeigten Ausführungsformen der Schichtanordnung 1000 derart, dass die Zusatzschicht 400 in der Zone 20a und/oder der Zone 20b des Übergangsbereich 20 nicht gleichmäßig ausgebildet wird. Die Anordnung der ersten Teilschicht 410 und/oder der zweiten Teilschicht 420 der Zusatzschicht unterscheidet sich somit in dem mindestens einen ersten Abschnitt 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 von der Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht 410, 420 der Zu-

satzzschicht in dem mindestens einem zweiten Abschnitt 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20.

- 5 Der Übergangsbereich 20 kann beispielsweise derart ausgebildet sein, dass sich die Größe der Fläche beziehungsweise die Breite der Zusatzschicht 400 zwischen den Abschnitten 21, 22 in der Zone 20a und/oder der Zone 20b des Übergangsbereichs 20 unterscheidet. Aufgrund der modulierten Struktur der Zusatzschicht 400 ändert sich die Breite des Übergangsbereichs 10 20 innerhalb der Zone 20a des Übergangsbereichs und/oder innerhalb der Zone 20b des Übergangsbereichs zwischen den Abschnitten 21 und 22.
- 15 Insbesondere kann die Tiefe/Breite, mit der sich die Zusatzschicht 400 ausgehend von dem Randbereich 30 in den Übergangsbereich 20 erstreckt, im Abschnitt 21 und im Abschnitt 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs unterschiedlich sein. Des Weiteren kann die Schichtdicke 20 der ersten und/oder zweiten Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht 400 in dem mindestens einen ersten Abschnitt 21 und dem mindestens einen zweiten Abschnitt 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 unterschiedlich sein.
- 25
- Figur 4A zeigt eine Schichtanordnung 1000 eines Volumenwellenbauelements 1, beispielsweise eines Resonatorbauelements, in einer Querschnittsansicht und einer Draufsicht. Die Querschnittsdarstellung zeigt einen Schnitt durch den Übergangsbereich 20 entlang der in der Draufsicht strichliert eingezeichneten Linie. Im Übergangsbereich 20 ist auf einer Oberseite O300 der piezoelektrischen Schicht 300 die erste Elektroden-schicht 100 und unter einer Unterseite U300 der piezoe-
- 30

lektrischen Schicht 300 die zweite Elektrodenschicht 200 angeordnet. In der in Figur 4a dargestellten Ausführungsform der Schichtanordnung 1000 weist die Zusatzschicht 400 lediglich die Teilschicht 410, die zwischen der ersten Elektroden-
5 schicht 100 und der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet ist, auf.

Der Übergangsbereich 20 umfasst mehrere erste und zweite Abschnitte 21, 22. Einer der zweiten Abschnitte 22 ist jeweils
10 zwischen zwei der ersten Abschnitte 21 angeordnet. Somit sind die Abschnitte 21 und 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 abwechselnd nebeneinander angeordnet. Die erste Teilschicht 410 ist gemäß der in Figur 4A gezeigten Ausführungsform derart strukturiert, dass sich
15 die Anordnung der ersten Teilschicht 410 in den ersten Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 von der Anordnung der ersten Teilschicht 410 der Zusatzschicht in den zweiten Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20
20 unterscheidet.

Die Zusatzschicht 400 weist in den Abschnitten 21 eine größere Breite als in den Abschnitten 22 auf und erstreckt sich somit in den Abschnitten 21 ausgehend von dem Randbereich 30
25 weiter im Übergangsbereich 20 in Richtung auf den Innenbereich 10 als in den Abschnitten 22 des Übergangsbereichs. Die Teilschicht 410 überlappt in den Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 weiter als in den Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 mit der piezoelektrischen Schicht 300. In den Abschnitten 21 der ersten und/oder
30 zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 ist die erste Elektrodenschicht 100 durch die erste Teilschicht 410 der Zu-

satzzschicht von der piezoelektrischen Schicht 300 getrennt. In den zweiten Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs berührt die erste Elektrodenschicht 100 die piezoelektrische Schicht 300 zumindest
5 noch teilweise. In den Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 ist lediglich ein schmaler Streifen der Teilschicht 410 der Zusatzschicht vorhanden. Dadurch weisen die erste und/oder zweite Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 in den Abschnitten 21 eine größere
10 Breite als in den Abschnitten 22 auf.

Figur 4B zeigt eine weitere Ausführungsform der Schichtanordnung 1000 im Übergangsbereich 20. Im Unterschied zu der in Figur 4A dargestellten Ausführungsform weist die Zusatz-
15 schicht 400 hier anstelle der ersten Teilschicht 410 eine zweite Teilschicht 420 auf. Die zweite Teilschicht 420 der Zusatzschicht ist im Übergangsbereich unter der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet. Insbesondere ist die Teilschicht 420 der Zusatzschicht zwischen der piezoelektrischen
20 Schicht 300 und der zweiten Elektrodenschicht 200 angeordnet.

Auch bei der in Figur 4B gezeigten Ausführungsform unterscheidet sich die Anordnung der zweiten Teilschicht 420 der Zusatzschicht 400 in den ersten Abschnitten 21 der ersten
25 und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 von der Anordnung der zweiten Teilschicht 420 der Zusatzschicht 400 in den zweiten Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs. In den Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 erstreckt sich die Teilschicht 420 mit einer größeren
30 Breite/Tiefe ausgehend von dem Randbereich 30 in den Übergangsbereich als in den Abschnitten 22. Die Fläche der Zusatzschicht 400 ist in den Abschnitten 21 der ersten

und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 größer als in den Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20.

5 Dadurch weist die erste und/oder zweite Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 in den Abschnitten 21 eine größere Breite als in den Abschnitten 22 auf. Die Teilschicht 420 überlappt in den Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 weiter als in den Abschnitten 10 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 mit der piezoelektrischen Schicht 300. Bei der in Figur 4B gezeigten Ausführungsform der Strukturierung der Zusatzschicht ist die zweite Elektrodenschicht 200 in den ersten Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 15 20b des Übergangsbereichs durch die zweite Teilschicht 420 der Zusatzschicht von der piezoelektrischen Schicht 300 getrennt, während die zweite Elektrodenschicht 200 die piezoelektrische Schicht 300 in den zweiten Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 20 zumindest noch teilweise berührt. Die Teilschicht 420 weist somit in den Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs nur einen schmalen Streifen auf.

25 Die in Figur 4A und 4B gezeigten Strukturierungen der Zusatzschicht 400 können auch miteinander kombiniert werden, indem die Schichtanordnung sowohl die erste strukturierte Teilschicht 410 der Zusatzschicht 400 als auch die zweite strukturierte Teilschicht 420 der Zusatzschicht 400 enthält. Die 30 Teilschicht 420 der Zusatzschicht kann zwischen tieferen oder höheren Lagen der Schichtanordnung des Volumenwellenbauelements eingebracht werden. Dabei muss beachtet werden, dass

ihre Wirkung umso höher ist, je stärker die mechanischen Felder (Stress, Auslenkung) im Übergangsbereich 20 sind.

Bei der in Figur 4A in der Draufsicht gezeigten Ausführungsform der Schichtanordnung 1000 erfolgt eine Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht 400 sowohl in den ersten Zonen 20a als auch in den zweiten Zonen 20b. Jede Zone 20a als auch 20b weist mindestens einen ersten Abschnitt 21 und mindestens einen zweiten Abschnitt 22 auf, in denen sich die Anordnung der ersten Teilschicht 410 voneinander unterscheidet.

Figur 4C zeigt eine Draufsicht auf eine Ausführungsform einer Schichtanordnung 1000 eines Volumenwellenbauelements, bei der eine Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht 400 nur in der zweiten Zone 20b des Übergangsbereichs 20 erfolgt. Die zweite Zone 20b weist mehrere erste und zweite Abschnitte 21, 22 auf, in denen sich die Struktur der Teilschicht 410 beziehungsweise 420 voneinander unterscheidet. Die erste Zone 20a, die der ersten und zweiten Spannungszuführung 110 beziehungsweise 210 zugewandt ist, weist keine Strukturierung der Zusatzschicht 400 im Übergangsbereich 20 auf.

Figur 4D zeigt eine Draufsicht auf eine Ausführungsform einer Schichtanordnung 1000 eines Volumenwellenbauelements, bei der eine Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht 400 nur in der ersten Zone 20a des Übergangsbereichs 20 erfolgt. Die erste Zone 20a weist mehrere erste und zweite Abschnitte 21, 22 auf, in denen sich die Struktur der Teilschicht 410 beziehungsweise 420 voneinander unterscheidet. Die zweite Zone 20b des Übergangsbereichs 20, die neben der ersten Zone 20a liegt beziehungsweise der ersten und zweiten Spannungszuführung 110 abgewandt ist, weist keine Strukturierung der Zusatzschicht 400 im Übergangsbereich 20 auf.

Durch die in den Figuren 4A und 4B gezeigten Strukturierungen der Zusatzschicht 400 im Übergangsbereich 20 wird die Breite des Übergangsbereichs 20 längs des Innenbereichs 10 des Resonatorbauelements mit einem sich regelmäßig wiederholenden Muster geändert. Als sich regelmäßig wiederholendes Strukturierungsmuster können unterschiedliche Formen verwendet werden. Mögliche Ausführungsbeispiele von Strukturierungsmustern an der Grenze zwischen dem Innenbereich 10 und dem Übergangsbereich 20 sind in Figur 5 dargestellt.

Neben den in Figuren 4A und 4B gezeigten rechteckförmigen Kanten der Zusatzschicht kann die Zusatzschicht 400 über/unter der piezoelektrischen Schicht 300 an ihrem Rand beispielsweise sinusförmige Rundungen, dreieckförmige Kanten beziehungsweise Dreiecksfunktionen oder auch andere Muster aufweisen. Die effektive Breite des Übergangsbereichs 20 und der Breitenskalierfaktor sind weitere Designparameter, die an die lateralen Wellenlängen der störenden Nebenmoden anzupassen sind.

Die Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 kann periodisch, wie in den Figuren 4A, 4B und 5 gezeigt ist, sein oder aber aperiodisch erfolgen. Ebenso ist es möglich, den Rand der ersten Teilschicht 410 und/oder der zweiten Teilschicht 420 der Zusatzschicht 400 kontinuierlich oder nicht-kontinuierlich beziehungsweise regelmäßig oder unregelmäßig zu strukturieren. Auch eine Kombination aus kontinuierlicher/nicht-kontinuierlicher, periodischer/aperiodischer beziehungsweise regelmäßiger/unregelmäßiger Strukturierung des Randes der Zusatzschicht 400 beziehungsweise des Randes der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Über-

gangsbereichs 20 zum Innenbereich 10 des Volumenwellenbauelements ist möglich.

Die Zusatzschicht 400 stellt eine zusätzliche Massenschicht dar, die, wie in der Draufsicht in Figur 4A gezeigt ist, von dem Außenbereich 30 in den Übergangsbereich 20 hineingeführt werden kann oder als dedizierte Lage ausschließlich im Übergangsbereich 20 vorhanden ist. In diesem Fall ist die Zusatzschicht 400 ringförmig zwischen dem Innenbereich 10 und dem Außenbereich 30 der Schichtanordnung des Volumenwellenbauelements angeordnet. Eine Modulation dieser Lage kann auch zu einer vollständigen Durchtrennung der ringförmigen Struktur führen.

Bei Verwendung eines periodischen Strukturierungsmusters für den Rand der Zusatzschicht 400 zwischen dem Übergangsbereich 20 und dem Innenbereich 10 ist ein weiterer Designparameter die Länge der sich regelmäßig wiederholenden Strukturierungsmuster (Periodenlänge der Modulation). Dieses Maß muss geeignet gewählt werden, um eine optimale Wirkung der Modulation im Übergangsbereich 20 zur Unterdrückung von störenden Moden zu erhalten.

Bei rechteckförmiger Kantenführung der Zusatzschicht 400 über/unter der piezoelektrischen Schicht 300 und damit rechteckförmigem Innenbereich 10 kann die Periodenlänge des Strukturierungsmusters der Zusatzschicht 400 kleiner als ein Drittel der Kantenlänge des Innenbereichs 10 sein. Die Periodenlänge liegt typischerweise zwischen einem Drittel der Kantenlänge des Innenbereichs 10 des Resonators und einem Zehntel der Breite eines herkömmlichen Übergangsbereichs 20, das heißt eines Übergangsbereichs 20 mit konstanter Breite. Vorzugsweise liegt die Periodenlänge des Strukturierungsmusters

des Randes der Zusatzschicht 400 bei der halben horizontalen Wellenlänge der stärksten störenden Nebenmode. Existieren mehrere starke Nebenmoden, so kann es sinnvoll sein, verschiedene Strukturierungen beziehungsweise Modulationen der Randstrukturierung der Zusatzschicht 400 im Übergangsbereich 20 zu kombinieren oder eine mittlere Periodenlänge zu wählen.

Bei einem quadratischen Volumenwellenbauelement, das heißt einem Volumenwellenbauelement mit quadratischem Innenbereich 10, wie er in Figur 4A gezeigt ist, mit beispielsweise einer Seitenlänge von 120 μm , und einem um den Innenbereich 10 herum gleichmäßig geformten Übergangsbereich 20 mit konstanter Breite von 3 μm kann die Randstrukturierung des Übergangsbereichs 20 mit einer Modulations-Periodenlänge im Bereich von 0,3 μm bis 20 μm erfolgen. Wenn weitere Untersuchungen Nebenmoden mit lateralen Wellenlängen von 4 μm , 6 μm und 8 μm zeigen, liegt die Periodenlänge des Strukturierungsmusters des Randes der Zusatzschicht im Bereich von zirka 2 μm bis 4 μm .

Zum Ermitteln des optimalen Wertes können weitere Parameter, wie zum Beispiel die Dicke der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 und die Dichte des Materials der Zusatzschicht 400 sowie die Dispersionseigenschaften der akustischen Wellen im BAW-Schichtstapel oder auch der relevante Frequenzbereich des Bauteils berücksichtigt werden. Wird die Strukturierung beziehungsweise Modulation der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 durch eine Schichtdicken-Variation erzielt, sind die Gesamthöhe der Schichtanordnung und die Stufenhöhe der Zusatzschicht innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs ebenfalls Designparameter.

Figur 6 zeigt eine Ausführungsform einer Schichtanordnung 1000 eines Volumenwellenbauelements 1, beispielsweise eines Resonatorbauelements, das in einer Draufsicht auf die Schichtanordnung einen rechteckförmig ausgebildeten Innenbereich 10 aufweist. Der Übergangsbereich 20 der Schichtanordnung ist umfänglich um den rechteckförmigen Innenbereich 10 der Schichtanordnung angeordnet. Bei der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform ist der Rand der ersten und/oder zweiten Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht 400 über/unter der piezoelektrischen Schicht 300 im Übergangsbereich 20 im Bereich um die Ecken des rechteckförmigen Innenbereichs 10 der Schichtanordnung anders als entlang der Seiten des rechteckförmigen Innenbereichs 10 strukturiert. In den Ecken der Resonatorfläche, das heißt an den Stoßstellen der Resonatorkanten, kann vorzugsweise eine Variation der Modulationsperiodenlänge des Strukturierungsmusters des Randes der Zusatzschicht vorgenommen werden. Gegebenenfalls muss das Strukturierungsmuster, wie in Figur 6 gezeigt ist, an den Stoßstellen der Resonatorkanten geändert werden, um eine optimale Unterdrückung von störenden Moden zu erzielen.

Figur 7 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform einer Schichtanordnung 1000 eines Volumenwellenbauelements 1, beispielsweise eines Resonatorbauelements, mit einer Modulation der Breite des Übergangsbereichs 20 innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone des Übergangsbereichs. Bei der in Figur 7 gezeigten Ausführungsform ist die Zusatzschicht 400 im Übergangsbereich 20 derart strukturiert, dass sich die Breite der Zusatzschicht 400 und somit die Breite des Übergangsbereichs 20 sowohl in horizontaler X- als auch in vertikaler Y-Richtung ändert. Die Zusatzschicht 400 überlappt im Übergangsbereich 20 abhängig von der X- und Y- Richtung unterschiedlich weit mit der piezoelektrischen Schicht 300, wobei

die Überlappung in X- und Y- Richtung kontinuierlich zu oder abnehmen kann. Als Folge werden die Kanten des Innenbereichs 10 der Schichtanordnung verrundet.

- 5 Die Figuren 8A und 8B zeigen eine Ausführungsform einer Schichtanordnung 1000 des Volumenwellenbauelements 1, beispielsweise eines Resonatorbauelements, bei der die Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereich 20 die erste Teilschicht 410 zwischen der
10 oberen ersten Elektrodenschicht 100 und der piezoelektrischen Schicht 300 sowie die zweite Teilschicht 420 zwischen der unteren zweiten Elektrodenschicht 200 und der piezoelektrischen Schicht 300 aufweist.
- 15 Bei der in Figur 8A gezeigten Ausführungsform ist die Strukturierung der ersten Teilschicht 410 der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 in den Abschnitten 21, 22 versetzt zu der Strukturierung der zweiten Teilschicht 420 der Zusatzschicht in den
20 Abschnitten 21, 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 angeordnet. Umgekehrt ist bei der in Figur 8B gezeigten Ausführungsform die Strukturierung der ersten und zweiten Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 in den Abschnitten 21, 22 deckungsgleich ausgebil-
25 det.

Anstelle oder zusätzlich zu einer in lateraler/horizontaler Richtung unterschiedlichen Strukturierung der Zusatzschicht
30 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20, wie sie beispielsweise in den Figuren 4A und 4B gezeigt ist, kann eine Modulation der Struktur der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b

des Übergangsbereichs 20 auch mittels einer in vertikaler Richtung unterschiedlichen Strukturierung erreicht werden. Die erste und/oder zweite Teilschicht der Zusatzschicht 400 kann bei einem Querschnitt durch die Schichtanordnung in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 somit entlang der vertikalen und/oder entlang der horizontalen Richtung des Querschnitts moduliert beziehungsweise unterschiedlich strukturiert sein.

Die Figuren 9A und 9B zeigen konkrete Ausgestaltungen einer Kombination von in horizontaler und vertikaler Richtung unterschiedlichen Strukturierungen der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 der Schichtanordnung 1000 des Volumenwellenbauelements.

Bei der in Figur 9A gezeigten Ausführungsform ist die Teilschicht 410 der Zusatzschicht 400 zwischen der ersten Elektroden-schicht 100 und der piezoelektrischen Schicht 300 bei einem Querschnitt durch die Schichtanordnung sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung des Querschnitts in den ersten Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 anders als in den zweiten Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 der Schichtanordnung strukturiert.

Figur 9B zeigt einen Querschnitt durch den Übergangsbereich 20 der Schichtanordnung 1000 des Volumenwellenbauelements, bei der die Teilschicht 420 zwischen der zweiten Elektroden-schicht 200 und der piezoelektrischen Schicht 300 in vertikaler und zugleich horizontaler Richtung in den ersten Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs anders als in den Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20

strukturiert ist. Die horizontale und vertikale Richtung sind durch die Pfeile angedeutet.

Gemäß einer möglichen Ausführungsform kann die Teilschicht
5 410 beziehungsweise 420 dazu zwei übereinander angeordnete
Materiallagen 401, 402 aufweisen. Die beiden Materiallagen
401 und 402 einer Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht 400
sind so strukturiert, dass sie in Kombination miteinander ei-
ne vertikale Modulation der Strukturierung der Zusatzschicht
10 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbe-
reichs 20 erzeugen.

Wie in Figur 9A gezeigt ist, kann die erste Teilschicht 410
der Zusatzschicht 400 beispielsweise eine erste Lage 401 und
15 eine zweite Lage 402 der Zusatzschicht umfassen. Die zweite
Lage 402 der ersten Teilschicht 410 der Zusatzschicht kann
auf der ersten Lage 401 der ersten Teilschicht 410 der Zu-
satzschicht angeordnet sein. Die erste Lage 401 der ersten
Teilschicht 410 der Zusatzschicht weist in den ersten und
20 zweiten Abschnitten 21, 22 der ersten und/oder zweiten Zone
20a, 20b des Übergangsbereichs 20 der Schichtanordnung eine
einheitliche Schichtdicke auf. Die zweite Lage 402 der ersten
Teilschicht 410 der Zusatzschicht weist hingegen in den ers-
ten Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b
25 eine andere Schichtdicke als in den zweiten Abschnitten 22
der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbe-
reichs 20 auf. Bei der in Figur 9B dargestellten Schichtan-
ordnung 1000 ist anstelle der ersten Teilschicht 410 die
zweite Teilschicht 420 der Zusatzschicht aufgrund der Materi-
30 allagen 401 und 402 entsprechend wie anhand von Figur 9A be-
schrieben unterschiedlich strukturiert ausgebildet.

Als weitere Variante kann eine Teilschicht 410, 420 anstelle der zusätzlichen Lage 402 nur eine einzige Lage aufweisen, die jedoch in den Abschnitten 21, 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 unterschied-
5 lich tief ausgebildet ist. Dies kann beispielsweise durch teilweises oder vollständiges Abätzen durch eine Maskenlage, die der zusätzlichen Materiallage entspricht, erfolgen.

Die unterschiedliche Strukturierung des Randes der ersten
10 und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 zum Innenbereich 10 eines Volumenwellenbauelements kann gemäß einer weiteren Ausführungsform durch eine Schichtdickenvariation der Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 erfolgen. Die Schichtdicke
15 der ersten und/oder zweiten Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht kann sich beispielsweise stufenförmig oder kontinuierlich in dem Übergangsbereich 20 der Schichtanordnung ausgehend von dem Innenbereich 10 der Schichtanordnung bis hin zu dem Außenbereich 30 der Schichtanordnung verjüngen oder
20 verdicken.

Bei der in Figur 10 dargestellten Ausführungsform der Schichtanordnung 1000 weist die Zusatzschicht 400 in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20
25 sowohl die erste Teilschicht 410 als auch die zweite Teilschicht 420 auf. Die erste und die zweite Teilschicht verdicken sich ausgehend von dem Innenbereich 10 der Schichtanordnung hin zu dem Außenbereich 30 der Schichtanordnung. Eine im Randbereich 20 in Richtung zum Außenbereich 30 sich verjüng-
30 ende beziehungsweise verdickende Zusatzschicht 400 kann eine Unterdrückung der Nebenmodenanregung bewirken. Kombinationen dieser Technik mit mehreren Lagen sind möglich.

In der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangs-
bereichs 20 kann die Zusatzschicht 400 positiv, das heißt durch
Hinzufügen von Material der Zusatzschicht, strukturiert wer-
den, wenn der gewünschte BAW-Hauptmodus normale Dispersion
5 aufweist. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, eine Un-
terdrückung von unerwünschten Resonanzen durch eine negative
Strukturierung, das heißt durch Entfernen von Material aus
der Zusatzschicht, zu erreichen. Eine negative Strukturierung
durch Wegätzen von Material zum Einbringen eines Grabens in
10 die Zusatzschicht 400 mit einheitlicher Schichtdicke kann
vorzugsweise bei anormaler Dispersion eingesetzt werden. Die
Dispersionseigenschaften des BAW-Hauptmodus sind vom konkre-
ten Schichtaufbau (Elektrodenschichten, piezoelektrische
Schicht, Bragg-Reflektor) abhängig.

15 Figur 11 zeigt einen Querschnitt durch eine Schichtanordnung
1000 eines Resonatorbauelements 1 mit einem Übergangsbereich
20 und einem Außenbereich 30. In die erste und/oder zweite
Teilschicht 410, 420 der Passivierungsschicht kann in der ers-
20 ten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20
der Schichtanordnung durch negative Strukturierung ein Graben
403 eingebracht sein. Der Graben kann in die Teilschicht 410,
420 der Zusatzschicht 400 eingebracht werden, indem ein Teil
der Zusatzschicht 400, die zunächst im Übergangsbereich 20
25 mit einheitlicher Breite und Schichtdicke aufgetragen worden
ist, durch geeignete Fertigungsverfahren wegstrukturiert und
somit entfernt wird.

Dabei entsteht ein in der Breite oder gegebenenfalls auch
30 Tiefe modulierter Graben. Der Verlauf des Grabens 403 kann
sich zwischen einem ersten Abschnitt 21 der ersten und/oder
zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 und einem an-
grenzenden zweiten Abschnitt 22 der ersten und/oder zweiten

Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs unterscheiden. Durch Einbringen eines Grabens 403 in die Zusatzschicht 400 im Übergangsbereich 20 kann eine Unterdrückung von Nebenmoden und Overlap-Moden erreicht werden. Die durch das Wegstrukturieren geringere Masse in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 führt zu einer höheren Grenzfrequenz, wie in Figur 11 im unteren Diagramm dargestellt ist.

Die Figuren 12A und 12B zeigen eine weitere Ausführungsform einer unterschiedlichen Strukturierung der Zusatzschicht 400 in den Abschnitten 21 und 22 der ersten und zweiten Zonen 20a und 20b des Übergangsbereichs 20 der Schichtanordnung 1000 des Volumenwellenbauelements 1. Auf die erste und/oder zweite Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht kann in den ersten Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 der Schichtanordnung eine zusätzliche Massenlage 500 aufgebracht sein. In den zweiten Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 der Schichtanordnung ist auf die erste und/oder zweite Teilschicht 410, 420 keine zusätzliche Massenlage aufgebracht. Die Fläche der Massenlage 500 kann in einer Draufsicht auf die Schichtanordnung 1000 kleiner als die Fläche der darunterliegenden ersten und/oder zweiten Teilschicht 410, 420 der Zusatzschicht sein.

Bei der konkreten in Figur 12B im Querschnitt gezeigten Ausführungsform der Schichtanordnung 1000 weist die Zusatzschicht 400 die Teilschicht 420 auf, die zwischen der zweiten Elektrodenschicht 200 und der piezoelektrischen Schicht 300 angeordnet ist. Die Teilschicht 420 der Zusatzschicht 400 ist zunächst ähnlich wie in Figur 4A gezeigt strukturiert. Die Teilschicht 420 überlappt in den Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 wei-

ter als in den Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 mit der piezoelektrischen Schicht 300. In den Abschnitten 21 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs ist zusätzlich
5 auf die Teilschicht 420 der Zusatzschicht die Massenlage 500 punktuell aufgebracht.

Anstelle eines Aufbringens von Material kann auch Material abgetragen werden, sodass Löcher in die Zusatzschicht 400
10 eingebracht werden. Eine derartige Ausführungsform der Schichtanordnung 1000 für ein Volumenwellenbauelement ist in Figur 13 gezeigt. Gemäß der in Figur 13 gezeigten Ausführungsform sind in dem Übergangsbereich umfänglich um den Innenbereich 10 herum Löcher 600 in Abständen verteilt in der
15 Zusatzschicht 400 vorgesehen, so dass der Übergangsbereich in den ersten Abschnitten 21 und den zweiten Abschnitten 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs eine andere Struktur aufweist.

20 Die Aufdickung beziehungsweise der Materialabtrag kann eine von der in den Figuren 12A und 12B gezeigten Kreisform abweichende Form haben. Neben der in Figur 12A gezeigten Ausführungsform der Zusatzschicht 400 mit abwechselnd breiteren und schmälere Abschnitten im Übergangsbereich kann die Massenlage 500 auch in festgelegten konstanten oder nicht konstanten
25 Abständen auf eine Zusatzschicht 400 mit konstanter Breite aufgebracht beziehungsweise der Materialabtrag in die Zusatzschicht 400 mit konstanter Breite eingebracht werden.

30 Figur 14 zeigt eine weitere Ausgestaltungsform des Übergangsbereichs 20 der Schichtanordnung 1000, in dem die Zusatzschicht 400 sowohl die Teilschicht 410 als auch die Teilschicht 420 aufweist. Im Unterschied zu einem Übergangsbe-

reich 20 mit lediglich einer der Teilschichten 410 beziehungsweise 420 kann die erste und/oder zweite Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 bei der in Figur 14 gezeigten Ausführungsform nur halb so breit ausgelegt werden, als wenn lediglich nur eine der Teilschichten 410 beziehungsweise 420 in dem Übergangsbereich 20 vorhanden wäre.

Die in den Figuren 4A bis 14 gezeigten Ausführungsformen der Strukturierung der Zusatzschicht 400 innerhalb der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs 20 können beliebig miteinander kombiniert werden. Beispielsweise kann die Zusatzschicht eine Teilschicht 410 zwischen der ersten Elektroden-schicht 100 und der piezoelektrischen Schicht 300 aufweisen, die eine einheitliche Breite beziehungsweise Schichtdicke hat, während die Teilschicht 420 der Zusatzschicht zwischen der zweiten Elektroden-schicht 200 und der piezoelektrischen Schicht 300 durch Variation ihrer Breite beziehungsweise Schichtdicke in den Abschnitten 21 und 22 der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs moduliert beziehungsweise unterschiedlich strukturiert ist.

Weitere Maßnahmen zur Vermeidung von Störmoden sind anschließend an die piezoelektrische Schicht 300 und/oder in anderen Lagen des Stapels, gegebenenfalls im Bragg-Spiegel oder in den Elektroden-schichten, möglich. Die akustischen Eigenschaften des Übergangsbereichs 20 können nicht nur durch Modulation von Schichtdicken und lateraler beziehungsweise vertikaler Strukturierung verändert werden, sondern auch durch Beeinflussung der Kristallstruktur im Übergangsbereich, insbesondere zum Beispiel durch Beeinflussung der Kristallstruktur der Piezolage 300. Dazu kann zum Beispiel eine besondere Materialschicht im Übergangsbereich 20 des Volumenwellenbauelements unterhalb der piezoelektrischen Schicht 300 aufgebracht

werden, die das Kristallwachstum bei der Abscheidung der piezoelektrischen Schicht 300 beeinflusst. Dadurch kann die piezoelektrische Kopplung des Materials der piezoelektrischen Schicht 300 im Übergangsbereich 20 verändert werden und so
5 die Anregung der Nebenmoden reduziert werden.

Bezugszeichenliste

	1	Resonatorbauelement
	10	Innenbereich
5	20	Übergangsbereich/Randbereich
	30	Außenbereich
	100	erste Elektrodenschicht
	200	zweite Elektrodenschicht
	300	piezoelektrische Schicht
10	400	Zusatzschicht
	410, 420	Teilschichten der Zusatzschicht
	500	Massenlage
	600	Schichten des Bragg-Spiegels
	1000	Schichtanordnung
15		

Patentansprüche

1. Schichtanordnung für ein Volumenwellenbauelement, umfassend:

- 5 - eine erste Elektrodenschicht (100) und eine zweite Elektrodenschicht (200),
- eine erste Spannungszuführungsleitung (110), die zur Zuführung einer Spannung an die erste Elektrodenschicht (100) angeschlossen ist,
- 10 - eine zweite Spannungszuführungsleitung (210), die zur Zuführung einer Spannung an die zweite Elektrodenschicht (200) angeschlossen ist,
- eine piezoelektrische Schicht (300),
- einen aktiven Innenbereich (10), der die erste und zweite
- 15 Elektrodenschicht (100, 200) und die piezoelektrische Schicht (300) aufweist und in dem eine Volumenwelle anregbar ist,
- einen vollständig um den Innenbereich (10) angeordneten Übergangsbereich (20), in dem die Anregung der Volumenwelle im Vergleich zu dem aktiven Innenbereich abgeschwächt ist,
- 20 - einen um den Übergangsbereich (20) angeordneten passiven Außenbereich (30), in dem keine Volumenwelle anregbar ist und der die piezoelektrische Schicht (300) und eine der ersten und zweiten Elektrodenschicht (100, 200) aufweist,
- wobei der Übergangsbereich (20) eine erste Zone (20a), die
- 25 der ersten und zweiten Spannungszuführungsleitung (110, 210) zugewandt ist, und eine zweite Zone (20b), die neben der ersten Zone (20a) liegt, aufweist,
- wobei die erste und/oder die zweite Zone (20a, 20b) des Übergangsbereichs (20) jeweils mindestens einen ersten Ab-
- 30 schnitt (21) und mindestens einen zweiten Abschnitt (22) aufweist, wobei sich die Breite des Übergangsbereichs (20) in dem mindestens einen ersten Abschnitt (21) und dem mindestens

einen zweiten Abschnitt (22) der ersten und/oder zweiten Zone (20a, 20b) des Übergangsbereichs unterscheidet.

2. Schichtanordnung nach Anspruch 1, umfassend:

- 5 - eine Zusatzschicht (400),
 - wobei der Übergangsbereich (20) die erste und zweite Elektrodenschicht (100, 200), die piezoelektrische Schicht (300) und die Zusatzschicht (400) aufweist,
 - wobei die Zusatzschicht (400) eine erste Teilschicht (410)
 - 10 und/oder eine zweite Teilschicht (420) aufweist, wobei die erste Teilschicht (410) im Übergangsbereich (20) über der piezoelektrischen Schicht (300) angeordnet ist und die zweite Teilschicht (420) im Übergangsbereich unter der piezoelektrischen Schicht (300) angeordnet ist,
 - 15 - wobei sich die Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in dem mindestens einen ersten Abschnitt (21) von der Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in dem mindestens einen zweiten Abschnitt (22) unterscheidet.

20

3. Schichtanordnung nach Anspruch 2,

- wobei die erste Teilschicht (410) der Zusatzschicht zwischen der piezoelektrischen Schicht (300) und der ersten Elektrodenschicht (100) angeordnet ist,
- 25 - wobei die zweite Teilschicht (420) der Zusatzschicht zwischen der piezoelektrischen Schicht (300) und der zweiten Elektrodenschicht (200) angeordnet ist.

4. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3,

- 30 wobei sich die Breite und/oder die Schichtdicke der ersten und/oder zweiten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht (400) in dem mindestens einen ersten und zweiten Abschnitt

(21, 22) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtanordnung unterscheidet.

5. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

- 5 - wobei die erste und/oder zweite Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) mehrere erste und zweite Abschnitte (21, 22) aufweist, wobei jeweils einer der zweiten Abschnitte (22) zwischen zwei der ersten Abschnitte (21) angeordnet ist,
- wobei sich die Anordnung der ersten und/oder zweiten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in den ersten Abschnitten (21) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs von der Anordnung der ersten und zweiten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in den zweiten Abschnitten (22) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs unterscheidet.

6. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

- wobei in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtanordnung die erste und die zweite Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht angeordnet sind,
- wobei die Strukturierung der ersten Teilschicht (410) der Zusatzschicht in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) versetzt oder deckungsgleich zu der Strukturierung der zweiten Teilschicht (420) der Zusatzschicht in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) ausgebildet ist.

7. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6,

- 30 - wobei die erste und/oder zweite Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtanordnung ein periodisches Strukturierungsmuster aufweist,

- wobei die Periodenlänge des Strukturierungsmusters kleiner als ein Drittel einer Kantenlänge des Innenbereichs (10) der Schichtanordnung ist.

5 8. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
wobei bei einem Querschnitt durch die Schichtanordnung die
erste und/oder zweite Teilschicht (410, 420) der Zusatz-
schicht in der ersten und/oder zweiten Zone (20a, 20b) des
Übergangsbereichs (20) entlang der vertikalen und/oder ent-
10 lang der horizontalen Richtung des Querschnitts in dem min-
destens einen ersten Abschnitt (21) der ersten und/oder zwei-
ten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtan-
ordnung anders als in dem mindestens einen zweiten Abschnitt
(22) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangs-
15 bereichs (20) der Schichtanordnung strukturiert ist.

9. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
- wobei die erste und/oder zweite Teilschicht (410, 420) der
Zusatzschicht (400) eine erste Lage (401) der Zusatzschicht
20 und eine zweite Lage (402) der Zusatzschicht umfasst,
- wobei die zweite Lage (402) der ersten und/oder zweiten
Teilschicht der Zusatzschicht (400) auf der ersten Lage (401)
der ersten und/oder zweiten Teilschicht (410, 420) der Zu-
satzschicht angeordnet ist,
25 - wobei die erste Lage (401) der ersten und/oder zweiten
Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in dem mindestens
einen ersten und dem mindestens einen zweiten Abschnitten
(21, 22) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Über-
gangsbereichs (20) der Schichtanordnung eine einheitliche
30 Schichtdicke aufweist,
- wobei die zweite Lage (402) der ersten und/oder zweiten
Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in dem mindestens
einen ersten Abschnitt (21) der ersten und/oder zweiten Zone

20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtanordnung eine andere Schichtdicke als in dem mindestens einen zweiten Abschnitt (22) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtanordnung aufweist.

5

10. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei sich die Schichtdicke der ersten und/oder zweiten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtanordnung ausgehend von dem Innenbereich (10) der Schichtanordnung hin zu dem Außenbereich (30) der Schichtanordnung verjüngt oder verdickt.

11. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
- wobei der Übergangsbereich (20) der Schichtanordnung umfänglich um den Innenbereich (10) der Schichtanordnung angeordnet ist,
- wobei die erste und/oder zweite Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht im Bereich um Ecken des Innenbereichs (10) der Schichtanordnung anders als entlang von Seiten des Innenbereichs (10) der Schichtanordnung strukturiert ist.

12. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
- wobei in die erste und/oder zweite Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs (20) der Schichtanordnung ein Graben (403) eingebracht ist,
- wobei sich der Verlauf des Grabens (403) zwischen dem mindestens einen ersten Abschnitt (21) und einem angrenzenden des mindestens einen zweiten Abschnitts (22) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangsbereichs unterscheidet.

13. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei auf die erste und/oder zweite Teilschicht (410, 420)
der Zusatzschicht in dem mindestens einen ersten Abschnitt
(21) der ersten und/oder zweiten Zone 20a, 20b des Übergangs-
bereichs (20) der Schichtanordnung eine Massenschicht (500) auf-
gebracht ist und in dem mindestens einen zweiten Abschnitt
(22) der ersten und/oder zweiten Zone (20a, 20b) des Über-
gangsbereichs (20) der Schichtanordnung auf die erste
und/oder zweite Teilschicht (410, 420) keine Massenschicht auf-
gebracht ist,
- wobei die Fläche der Massenschicht (500) in einer Draufsicht
auf die Schichtanordnung kleiner als die Fläche der ersten
und/oder zweiten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in
dem mindestens einen ersten Abschnitt (21) der ersten
und/oder zweiten Zone (20a, 20b) des Übergangsbereichs (20)
ist.

14. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
- wobei die Strukturierung einer der ersten und zweiten Teil-
schicht (410, 420) der Zusatzschicht in dem mindestens einen
ersten Abschnitt (21) und dem mindestens einen zweiten Ab-
schnitt (22) der ersten und/oder zweiten Zone (20a, 20b) des
Übergangsbereichs der Schichtanordnung verschieden ist,
- wobei die Strukturierung einer anderen der ersten und zwei-
ten Teilschicht (410, 420) der Zusatzschicht in den mindes-
tens einen ersten und dem mindestens einen zweiten Abschnitt
(21, 22) der ersten und/oder zweiten Zone (20a, 20b) des
Übergangsbereichs der Schichtanordnung gleich ist.

15. Schichtanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
- wobei die Schichtanordnung als ein BAW-Resonator ausgebil-
det ist,

- wobei die Zusatzschicht (400) als eine Passivierungsschicht ausgebildet ist.

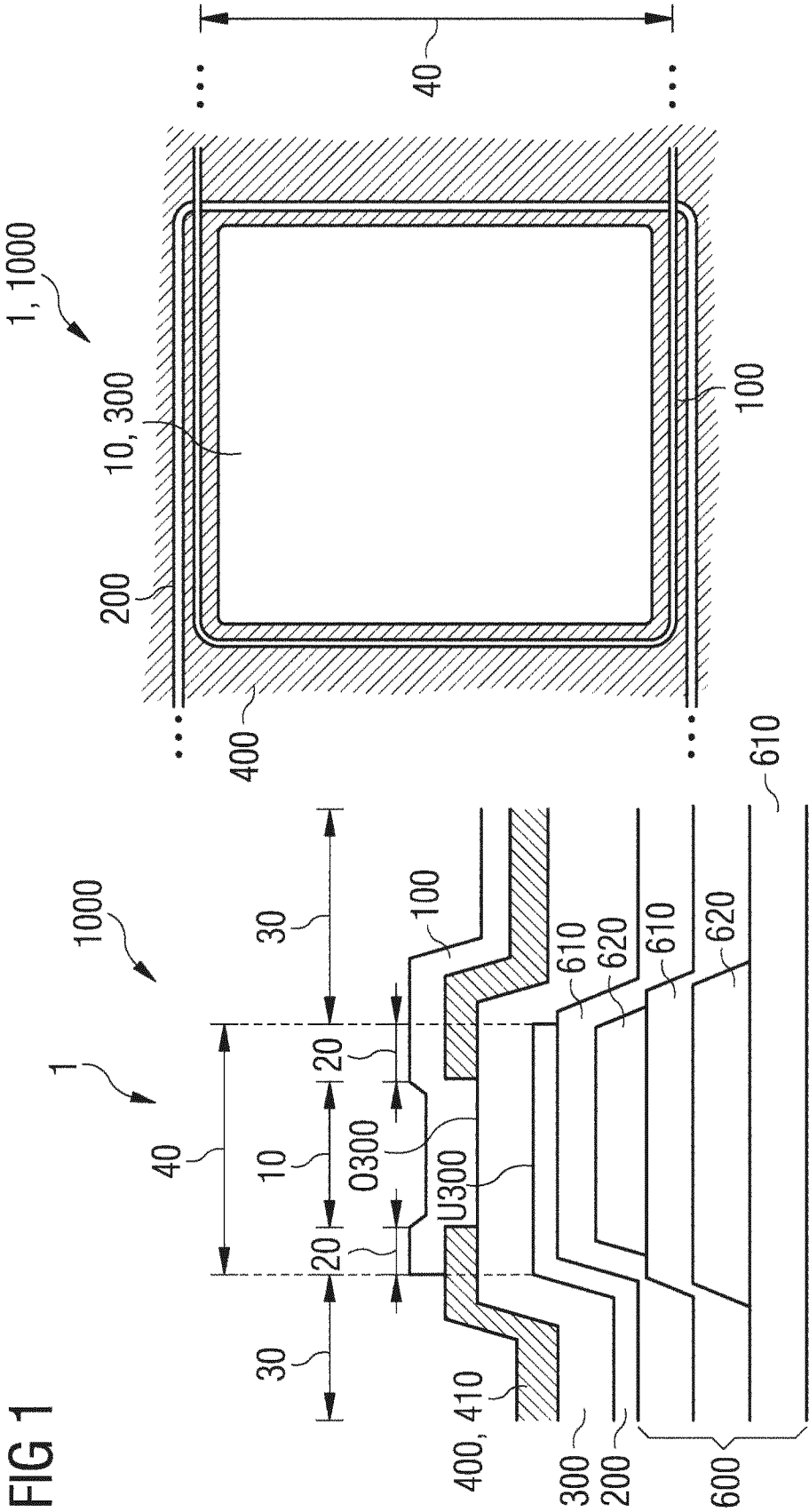


FIG 2

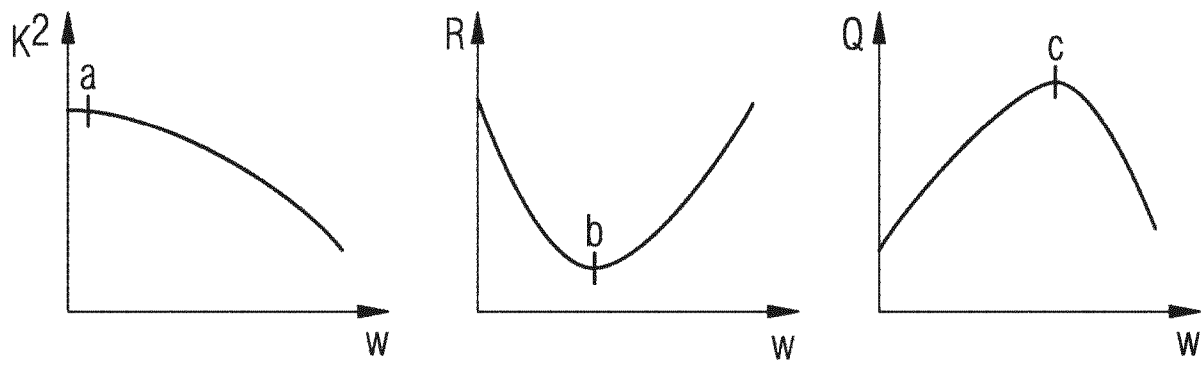
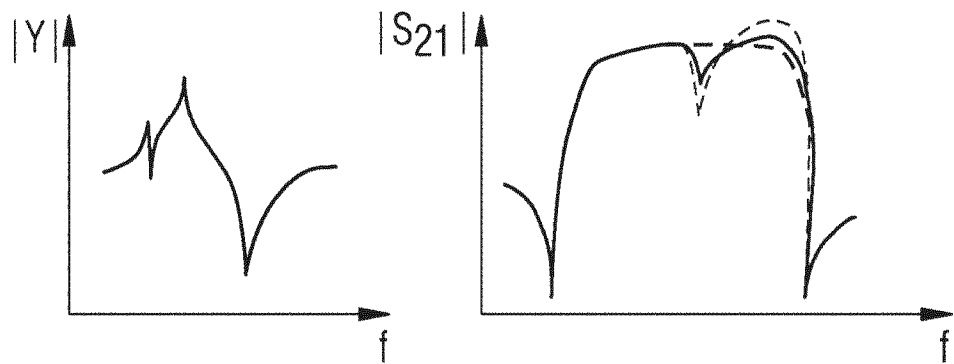
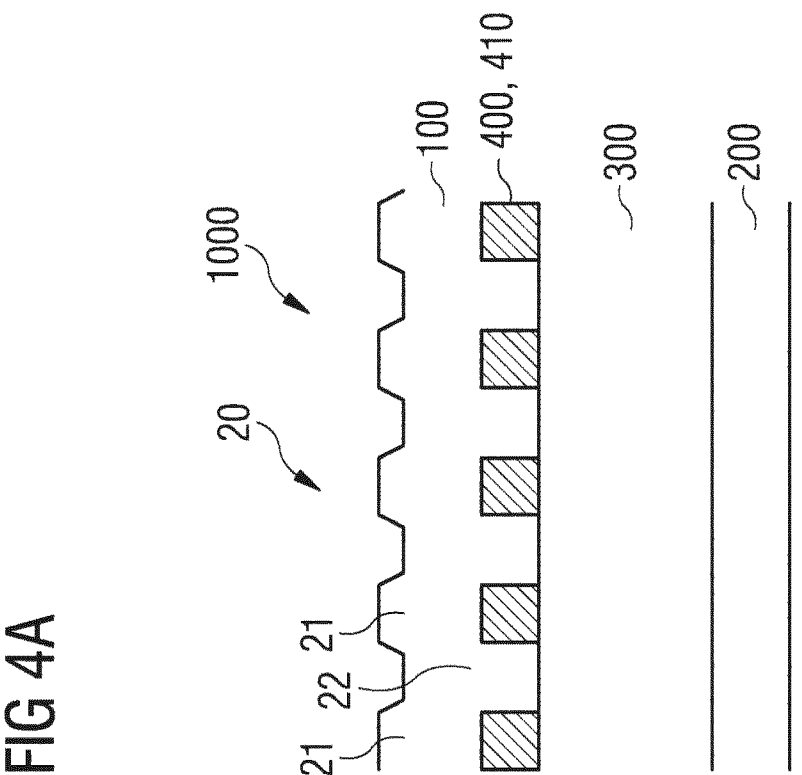
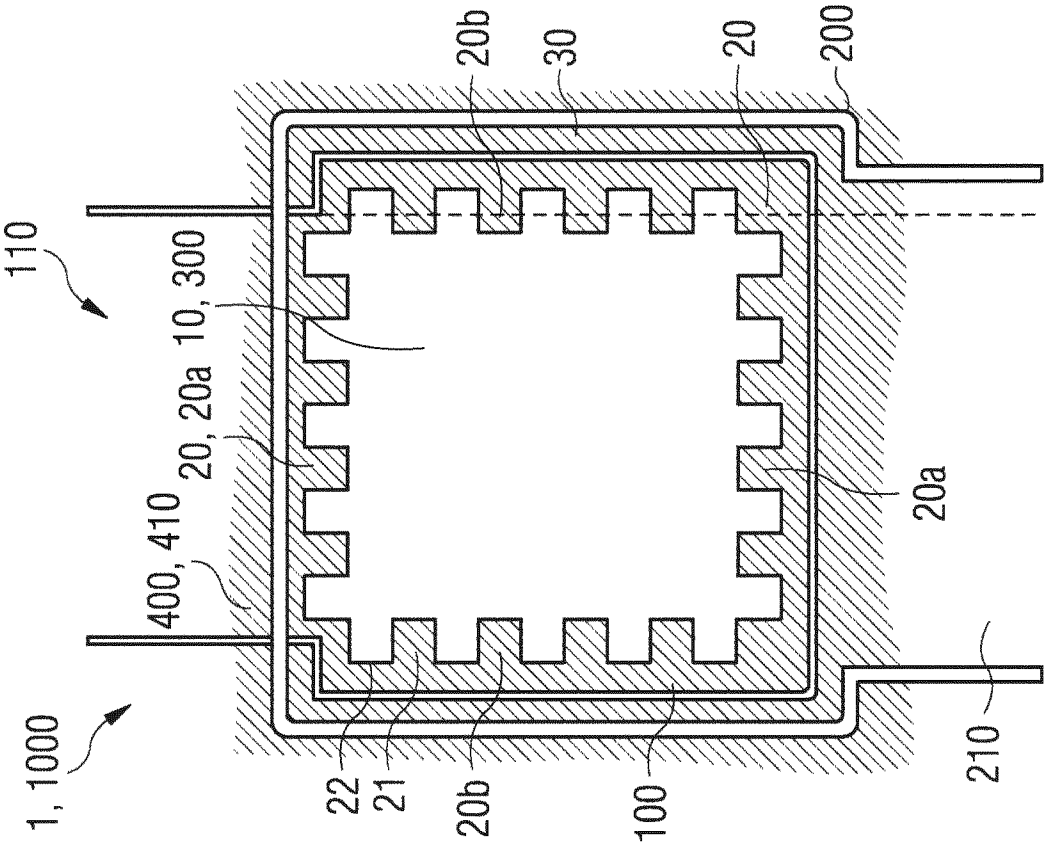


FIG 3





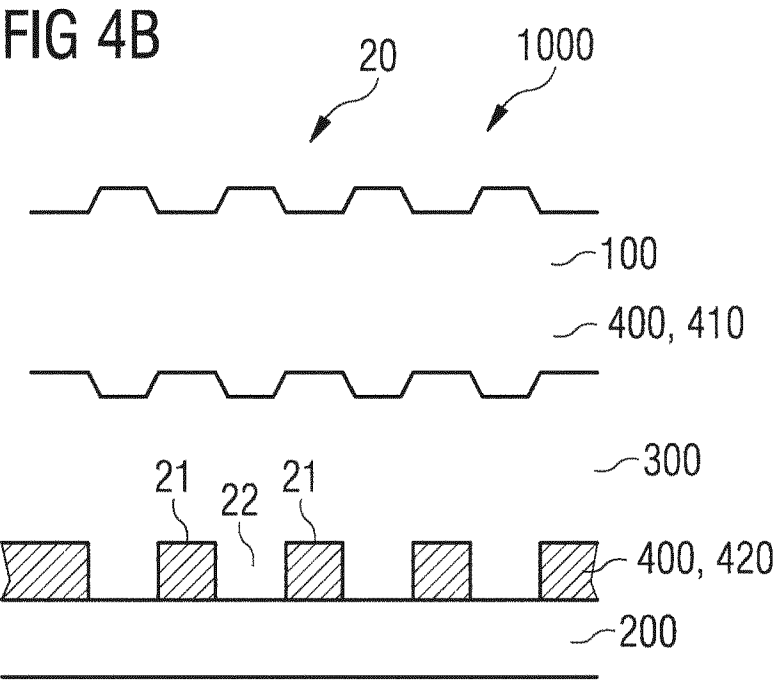


FIG 4C

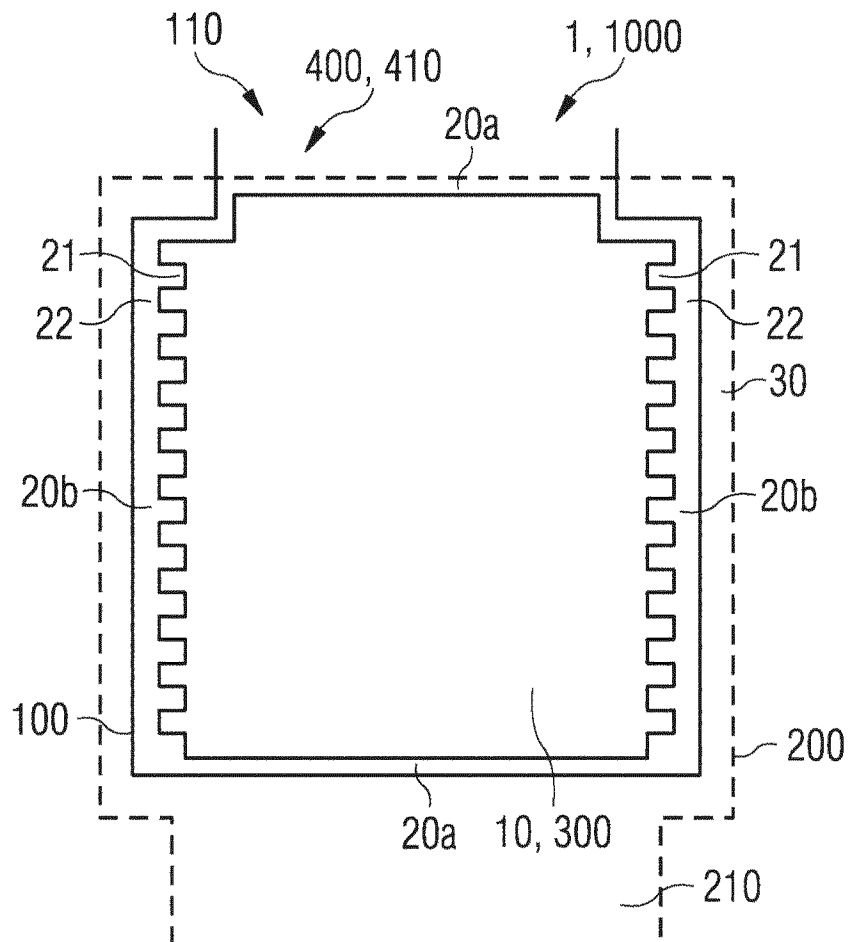


FIG 4D

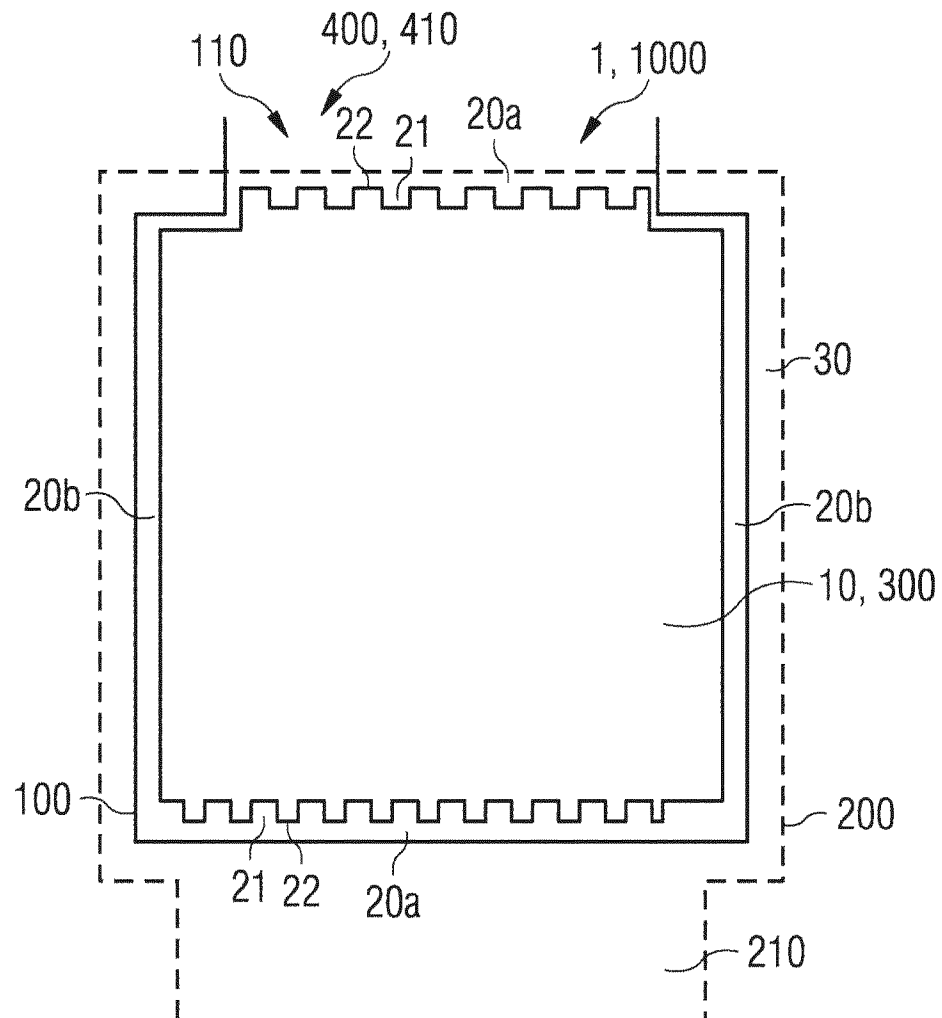


FIG 5

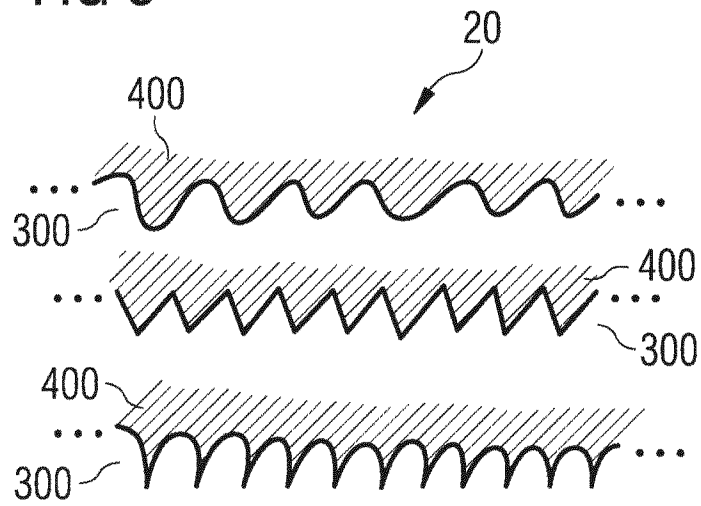


FIG 6

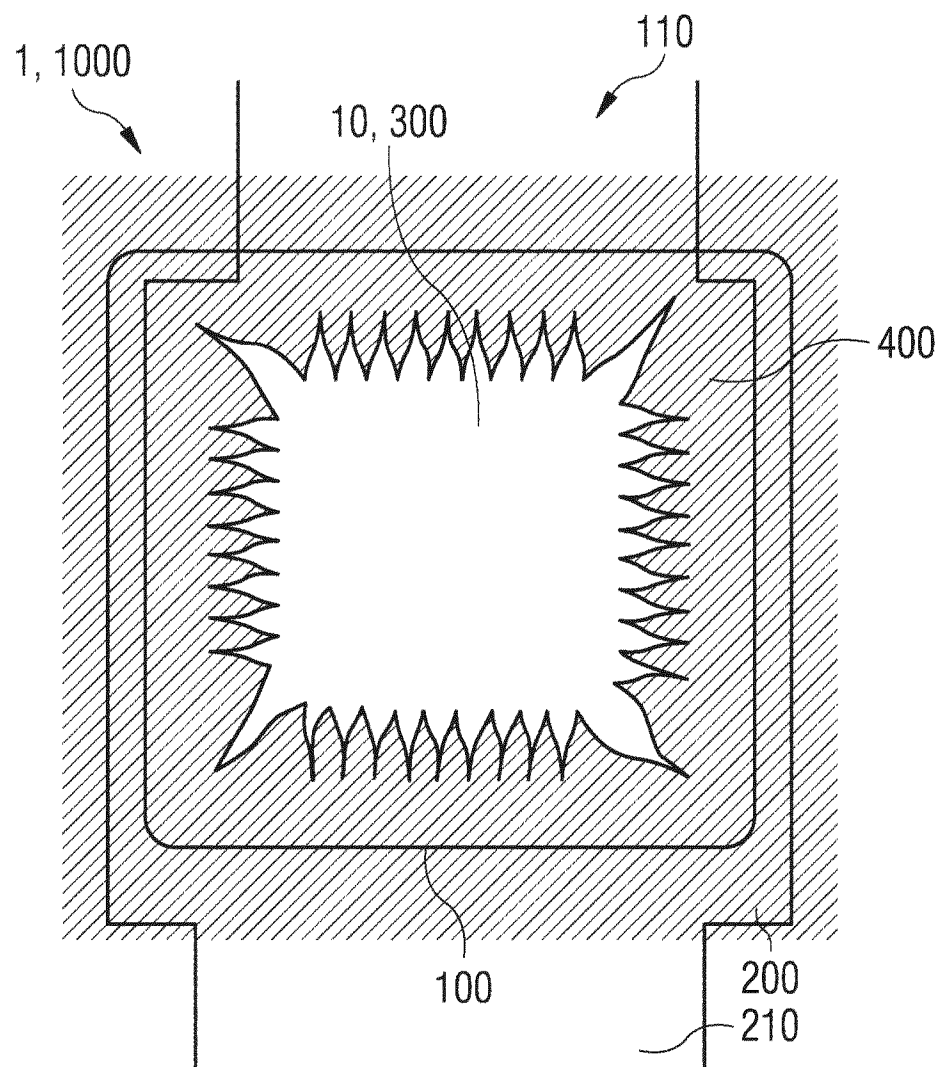


FIG 7

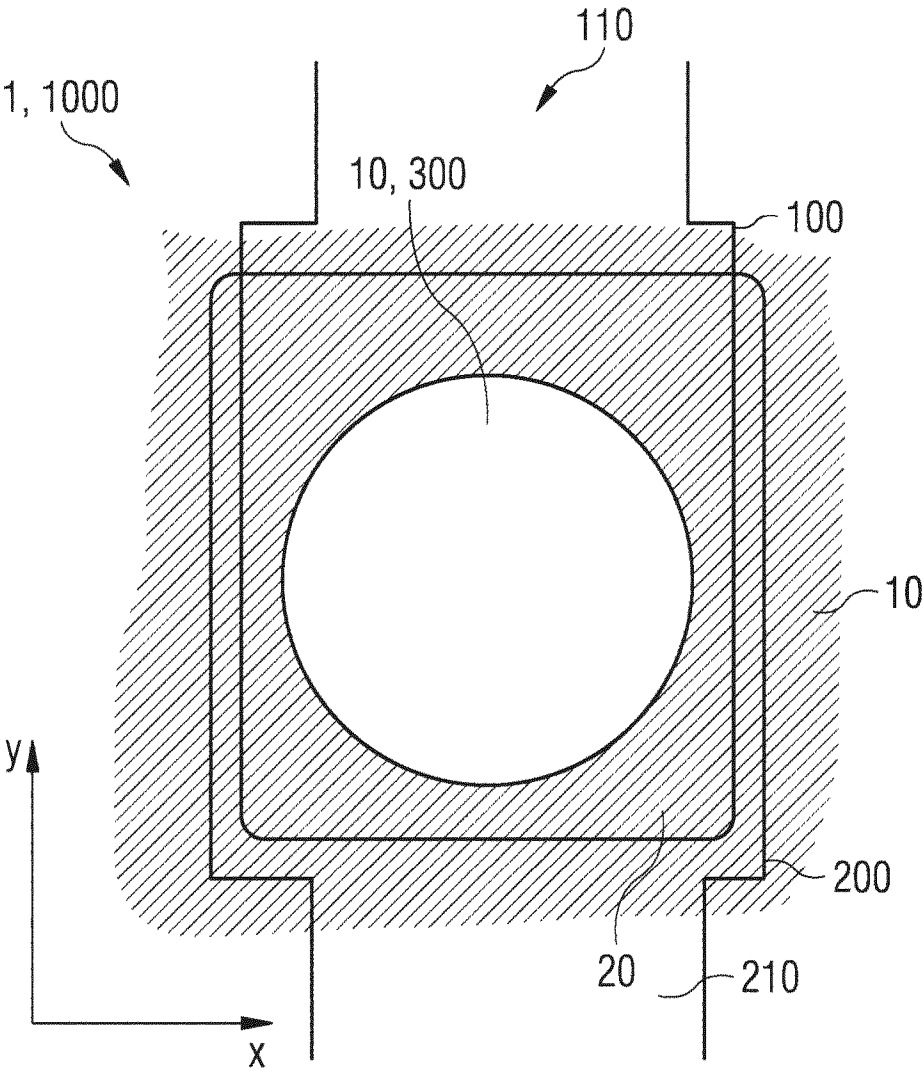


FIG 8A

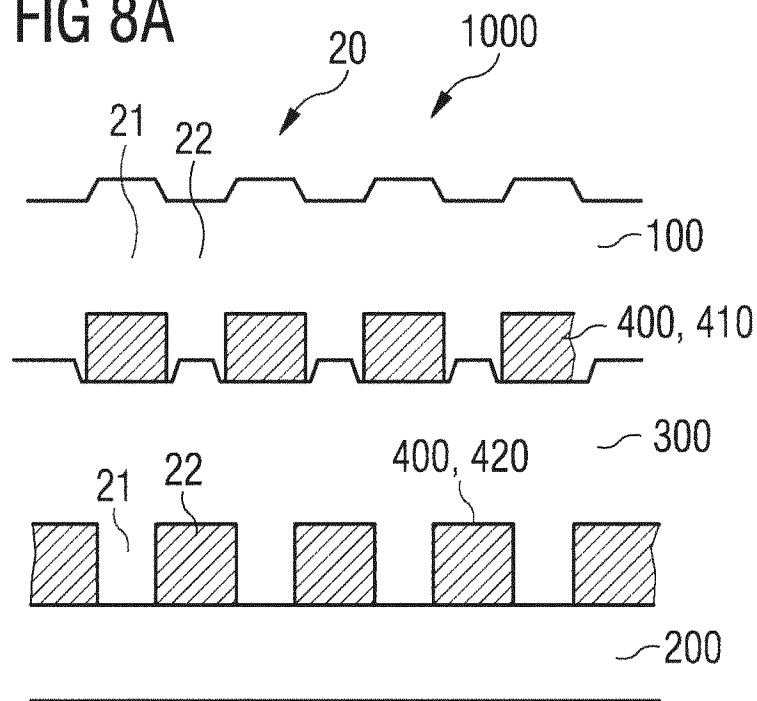


FIG 8B

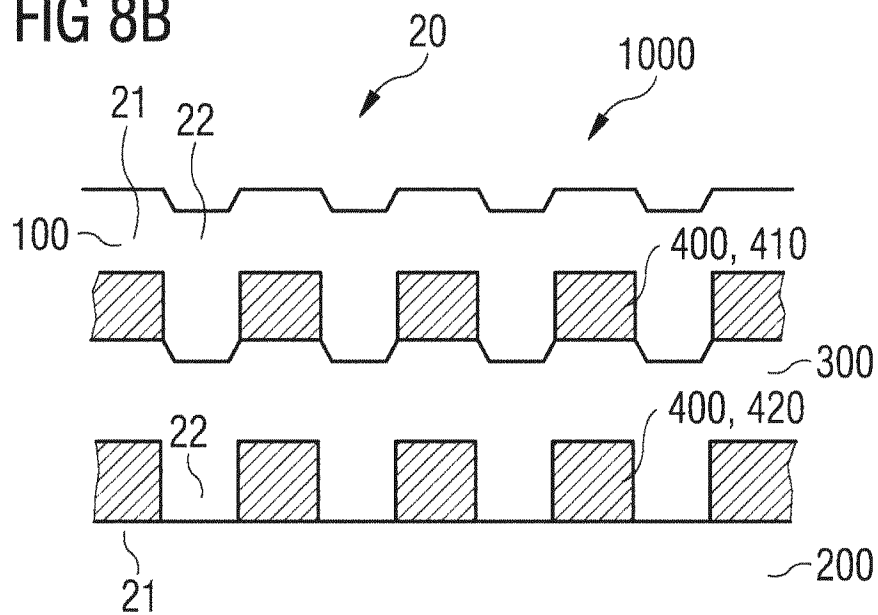


FIG 9A

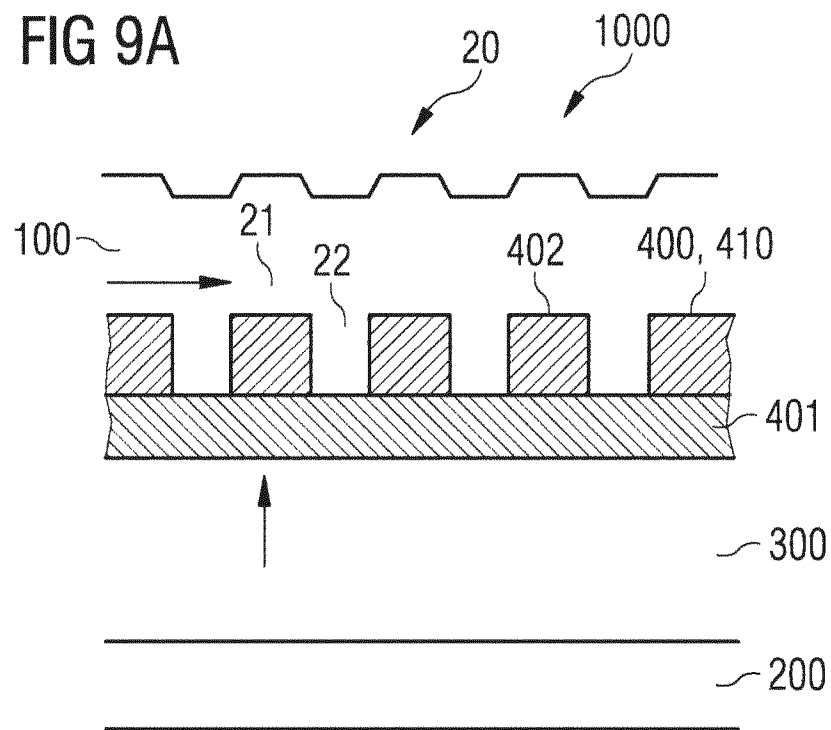


FIG 9B

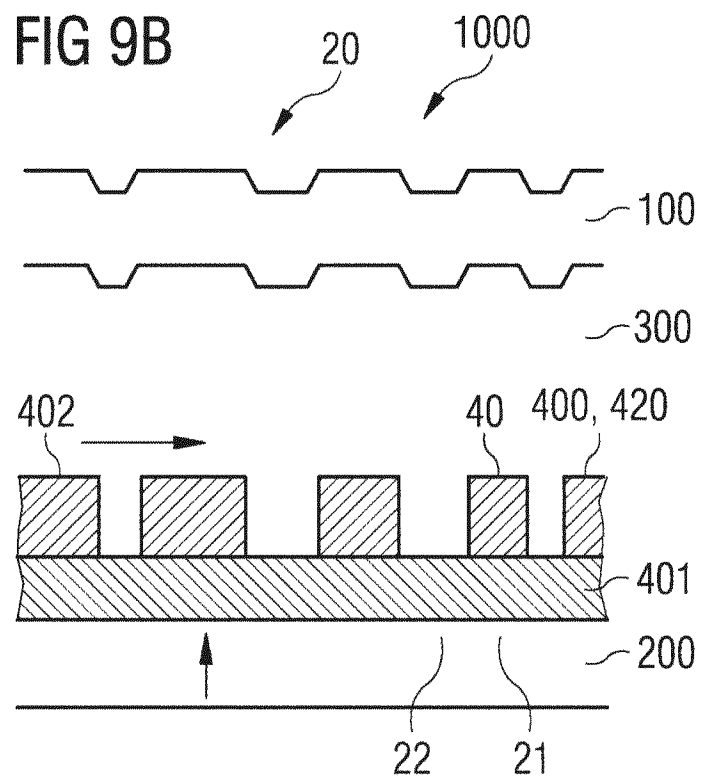


FIG 10

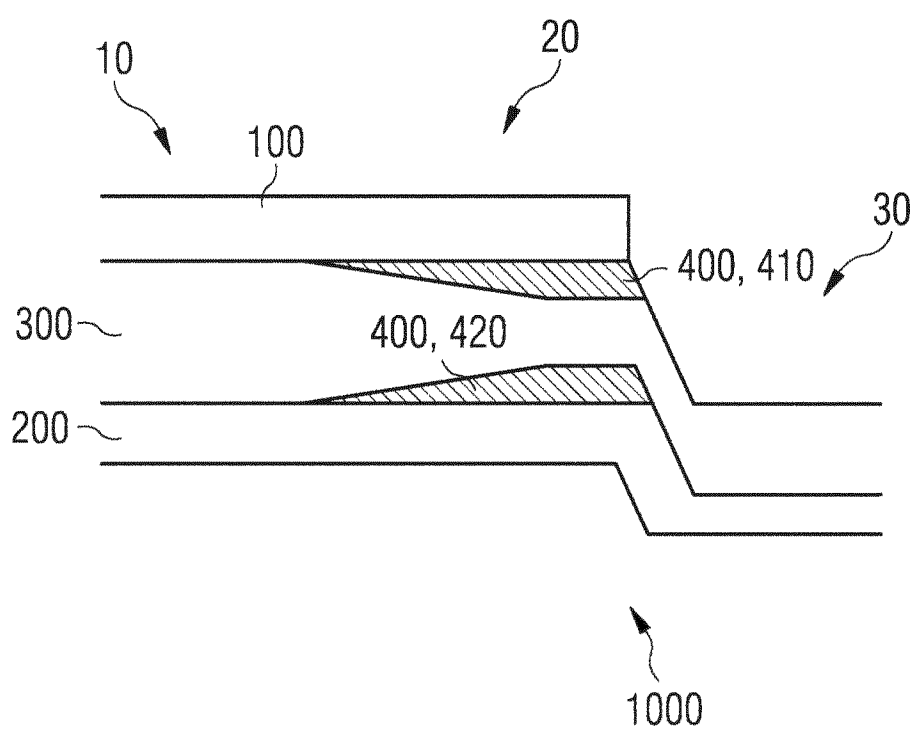


FIG 11

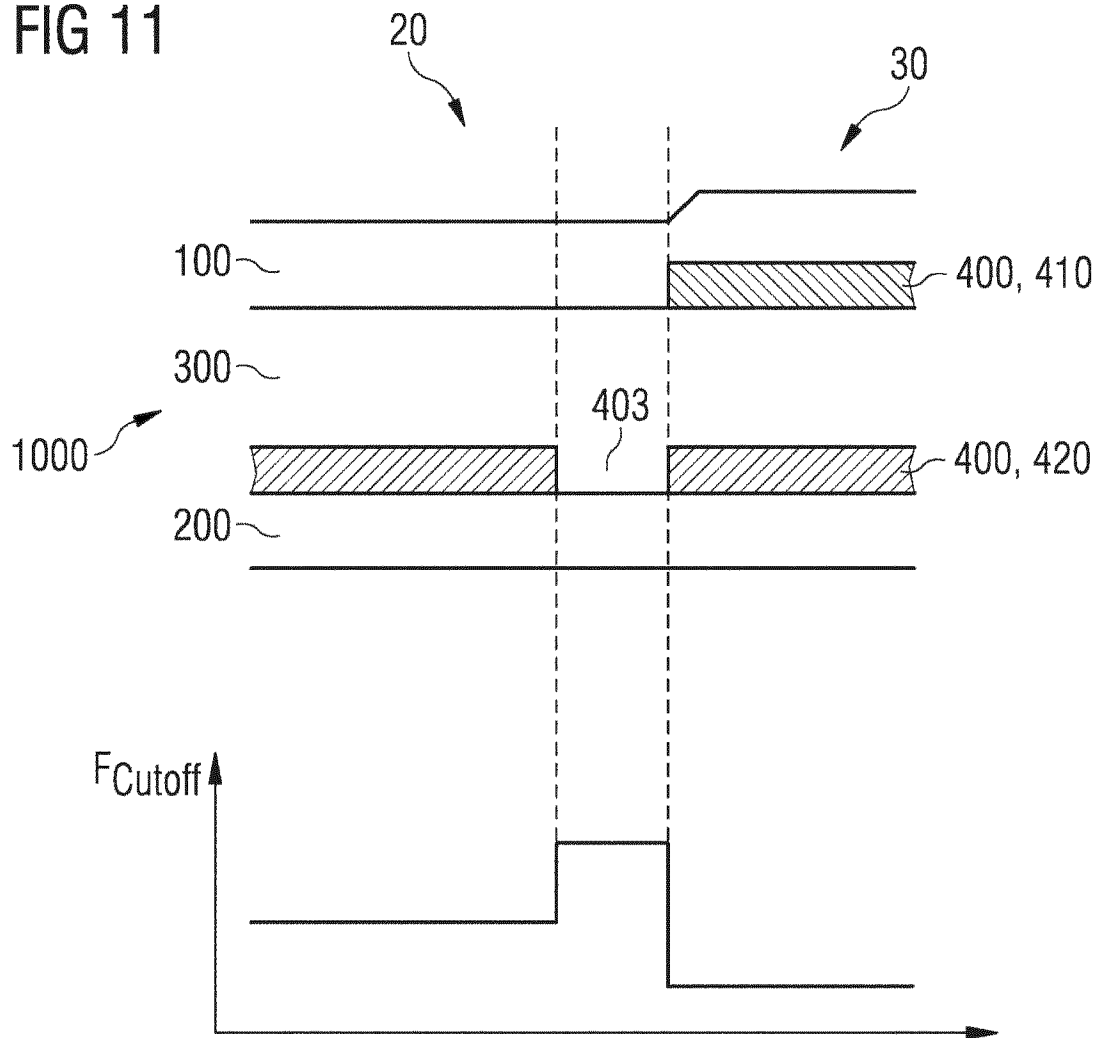


FIG 12A

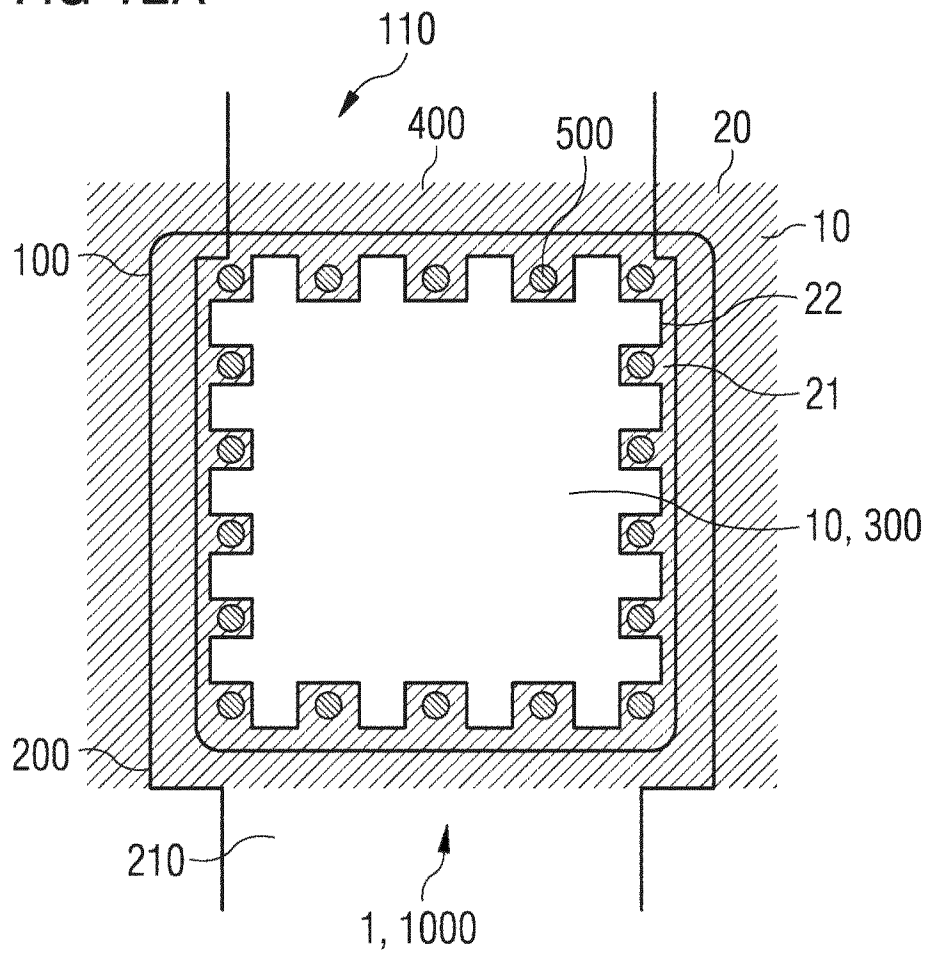


FIG 12B

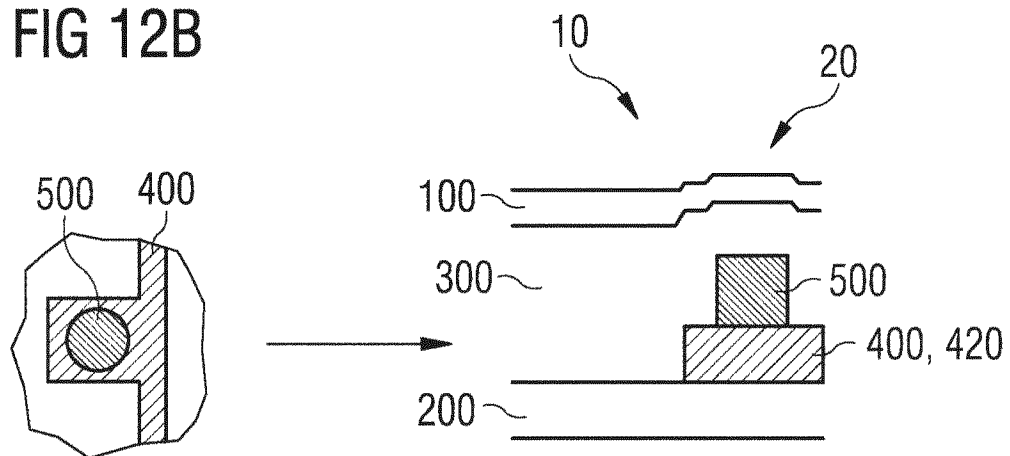


FIG 13

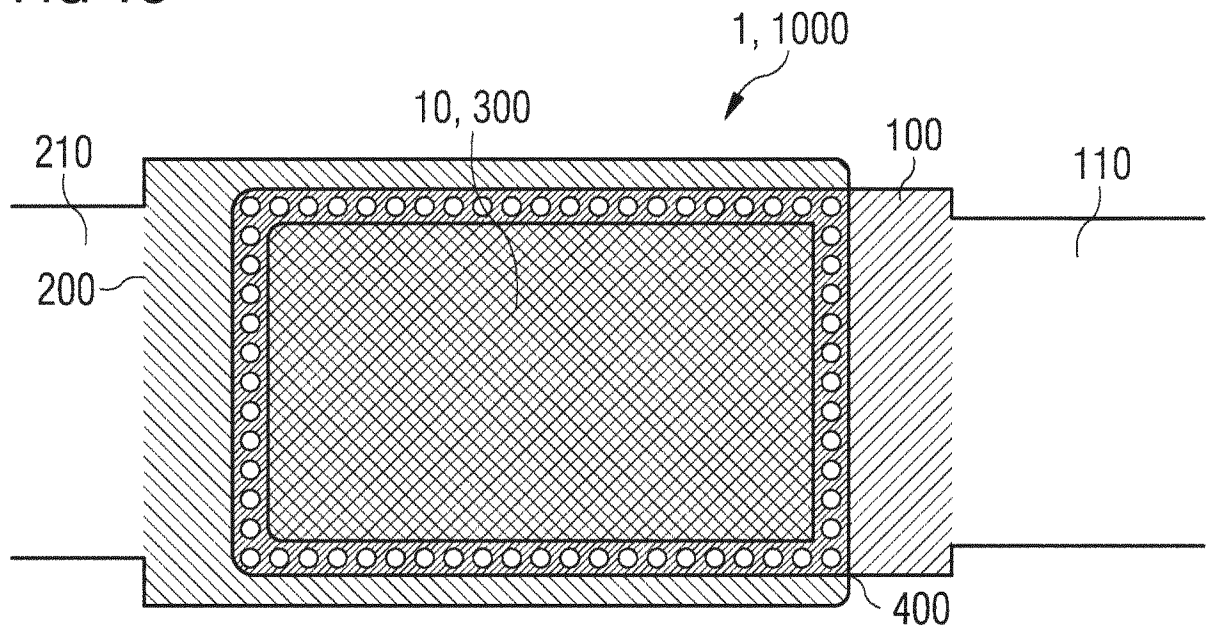
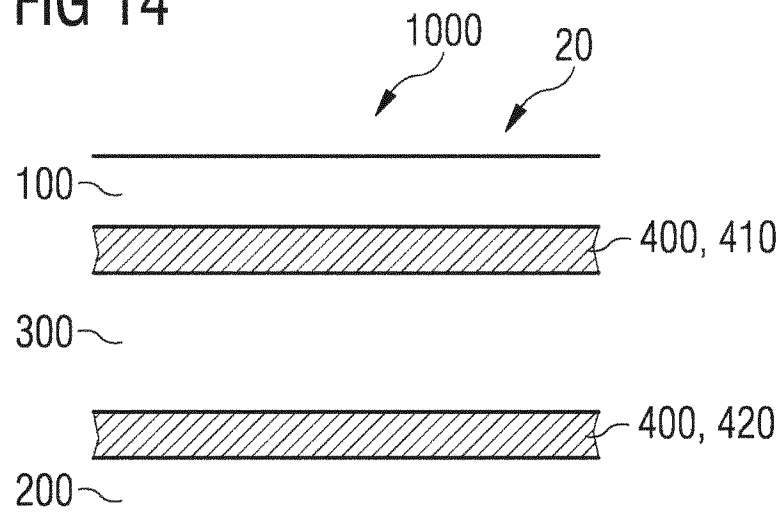


FIG 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/073137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H03H9/13 H03H9/17
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/174389 A1 (MORI YUKA [JP] ET AL) 24 July 2008 (2008-07-24)	1
A	figure 9	2-15
X	US 2006/255883 A1 (EBUCHI YASUO [JP]) 16 November 2006 (2006-11-16)	1-9, 11, 13-15
A	figures 1-10	10, 12
A	US 6 215 375 B1 (LARSON III JOHN D [US] ET AL) 10 April 2001 (2001-04-10)	1-15
	figures 4-6	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 2016

Date of mailing of the international search report

22/12/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Radomirescu, B-M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/073137

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008174389	A1	24-07-2008	EP 1887688 A1 13-02-2008
			JP 4508241 B2 21-07-2010
			US 2008174389 A1 24-07-2008
			WO 2006129532 A1 07-12-2006
US 2006255883	A1	16-11-2006	CN 1862956 A 15-11-2006
			JP 2006319796 A 24-11-2006
			US 2006255883 A1 16-11-2006
US 6215375	B1	10-04-2001	DE 60032535 T2 04-10-2007
			EP 1041717 A2 04-10-2000
			JP 4653868 B2 16-03-2011
			JP 2000332568 A 30-11-2000
			US 6215375 B1 10-04-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H03H9/13 H03H9/17
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H03H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/174389 A1 (MORI YUKA [JP] ET AL) 24. Juli 2008 (2008-07-24)	1
A	Abbildung 9	2-15
X	US 2006/255883 A1 (EBUCHI YASUO [JP]) 16. November 2006 (2006-11-16)	1-9, 11, 13-15
A	Abbildungen 1-10	10, 12
A	US 6 215 375 B1 (LARSON III JOHN D [US] ET AL) 10. April 2001 (2001-04-10)	1-15
	Abbildungen 4-6	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Dezember 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/12/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Radomirescu, B-M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/073137

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008174389	A1	24-07-2008	EP	1887688 A1		13-02-2008
			JP	4508241 B2		21-07-2010
			US	2008174389 A1		24-07-2008
			WO	2006129532 A1		07-12-2006

US 2006255883	A1	16-11-2006	CN	1862956 A		15-11-2006
			JP	2006319796 A		24-11-2006
			US	2006255883 A1		16-11-2006

US 6215375	B1	10-04-2001	DE	60032535 T2		04-10-2007
			EP	1041717 A2		04-10-2000
			JP	4653868 B2		16-03-2011
			JP	2000332568 A		30-11-2000
			US	6215375 B1		10-04-2001
