

(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
13. Februar 2003 (13.02.2003)

PCT

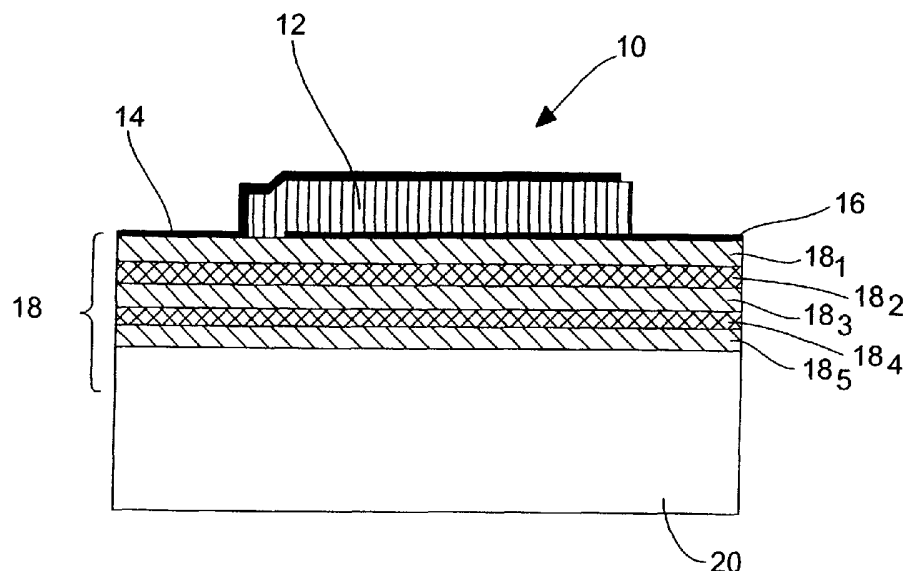
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/012988 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H03H 9/17**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/06144
- (22) Internationales Anmeldedatum:
4. Juni 2002 (04.06.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 37 129.2 30. Juli 2001 (30.07.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **AIGNER, Norbert** [AT/DE]; Einsteinstrasse 104/8-13, 81675 München (DE). **ELBRECHT, Lueder** [DE/DE]; Theodor-Dombart-Strasse 1, 80805 München (DE). **MARKSTEINER, Stephan** [AT/DE]; Cramer-Klett-Str. 33, 85579 Neubiberg (DE). **TIMME, Hans-Joerg** [DE/DE]; Putzbrunner Str. 90, 85521 Ottobrunn (DE).
- (74) Anwälte: **SCHOPPE, Fritz** usw.; Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, Postfach 71 08 67, 81458 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZOELECTRIC RESONATOR DEVICE COMPRISING AN ACOUSTIC REFLECTOR

(54) Bezeichnung: PIEZOELEKTRISCHE RESONATORVORRICHTUNG MIT AKUSTISCHEM REFLEKTOR



(57) Abstract: The invention relates to a resonator device comprising a piezoelectric resonator (10) and an acoustic reflector (18), consisting of a layer (18₂, 18₄) with a high acoustic impedance and a layer (18₁, 18₃, 18₅) with a low acoustic impedance. The thickness of one layer is set, as a result of technological limitations in the production of said layer, so that it deviates from a quarter of the wavelength in said layer at the operating frequency and the thickness of the other layer is set depending on the aforementioned layer, in such a way that a predetermined minimum quality is achieved for the acoustic reflector.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/012988 A2



Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Piezoelektrische Resonatorvorrichtung mit akustischem Reflektor Eine Resonatorvorrichtung umfasst einen piezoelektrischen Resonator (10) sowie einen akustischen Reflektor (18), der eine Schicht (182, 184) mit hoher akustischer Impedanz und eine Schicht (181, 183, 185) mit niedriger akustischer Impedanz umfasst. Die Dicke einer Schicht ist aufgrund technologischer Beschränkungen in der Herstellung dieser Schicht abweichend von einem Viertel der Wellenlänge in dieser Schicht bei der Betriebsfrequenz eingestellt, und die Dicke der anderen Schicht ist in Abhängigkeit von der einen Schicht derart eingestellt, dass eine vorbestimmte Mindestgüte des akustischen Reflektors erreicht wird.

Beschreibung

Piezoelektrische Resonatorvorrichtung mit akustischem Reflektor

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Resonatorvorrichtung, insbesondere auf eine Resonatorvorrichtung mit einem piezoelektrischen Resonator und einem zugeordneten akustischen Reflektor.

10

In Fig. 1 ist beispielhaft eine Resonatorvorrichtung gezeigt, welche einen piezoelektrischen Resonator 10 umfasst. Der piezoelektrische Resonator 10 umfasst eine piezoelektrische Schicht 12 sowie eine erste Elektrode 14 und eine zweite Elektrode 16. Benachbart zu dem piezoelektrischen Resonator 10 ist ein akustischer Bragg-Reflektor 18 angeordnet, der eine Mehrzahl von Schichten 18₁ bis 18₇ umfasst. Ferner ist ein Substrat 20 vorgesehen. Der Reflektor 18 ist zwischen dem Substrat 20 und dem piezoelektrischen Resonator 10 angeordnet. Die Schichten 18₁, 18₃, 18₅ und 18₇ des akustischen Reflektors sind Schichten mit niedriger akustischer Impedanz, und die Schichten 18₂, 18₄, und 18₆ sind Schichten mit hoher akustischer Impedanz.

25

Bei piezoelektrischen Dünnschichtresonatoren (TFBAR = Thin Film Bulk Acoustic Wave Resonator = akustischer Volumenwellen-Dünnschicht-Resonatoren, oder FBAR = Film Bulk Acoustic Wave Resonator = akustischer Volumenwellen-Film-Resonator, BAW = Bulk Acoustic Wave = akustische Volumenwelle) muss zur Gewährleistung der Funktionalität die in der piezoelektrischen Schicht (Piezoschicht - siehe Bezugszeichen 12 in Fig. 1) angeregte Schallwelle vom Substrat 20 - über dem das Bauelement aufgebaut ist - akustisch isoliert werden.

35

Im Stand der Technik sind für die Isolierung folgende zwei Verfahren bekannt. Das erste Verfahren besteht darin, dass das Substrat 20 bzw. eine geeignete Opferschicht unter dem

Bauelement entfernt wird. In diesem Fall bildet der Resonator eine dünne, freitragende Struktur (Membran oder Brücke). Der Nachteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass die sich ergebende Struktur sehr empfindlich und schwierig weiterzu-
5 verarbeiten ist, insbesondere was die Gehäusung einer solchen Struktur (Packaging) betrifft.

Das zweite Verfahren zur akustischen Isolierung des Bauelements von dem Substrat 20 ist in Fig. 1 gezeigt, bei dem das
10 Bauelement auf dem akustischen Bragg-Reflektor 18 aufgebaut ist. Wie erwähnt, besteht dieser aus einer Abfolge von Schichten 18₁ bis 18₇ mit wechselweise hoher und niedriger akustischer Impedanz. Hinsichtlich der in Fig. 1 gezeigten Struktur wird auf das US-Patent 4,166,967 sowie auf den Arti-
15 kel von K. Lakin in Appl. Phys. Lett. 38, 1981, S. 125-127 verwiesen. Ferner wird auf den Artikel von G.D. Mansfeld und S.G. Alekseev, in Ultrasonics Symp. Proc., Band 2, 1997, S. 891-894 verwiesen.

20 Bei piezoelektrischen Resonatoreinrichtungen, wie sie beispielsweise anhand der Fig. 1 beschrieben sind, liegt die optimale Schichtdicke der einzelnen Schichten für eine vorgegebenen Betriebsfrequenz f_0 bei einem Viertel der akustischen Wellenlänge λ_{ac} im Material bzw. in der Schicht, die optimale
25 Schichtdicke ergibt sich gemäß der nachfolgenden Bedingung (1) zu:

$$d_{opt} = \frac{\lambda_{ac}}{4} = \frac{v_{ac}}{4 \cdot f_0} = \frac{Z_{ac}}{\rho \cdot 4 \cdot f_0} \quad (1)$$

30 mit:

v_{ac} = Schallgeschwindigkeit in der betrachteten Schicht,
 Z_{ac} = akustische Impedanz der betrachteten Schicht, und
 ρ = Dichte des Materials der betrachteten Schicht.

35

Der Vorteil der Verwendung des akustischen Bragg-Reflektors besteht darin, dass die unter Verwendung dieses Reflektors hergestellten Resonatoren eine hohe mechanische Stabilität aufweisen. Die vorliegende Erfindung bezieht sich ebenfalls auf diese Art der akustischen Entkopplung.

Typische Materialien mit hoher akustischer Impedanz sind Metalle wie z. B. Wolfram (W), Platin (Pt), Molybdän (Mo) oder Gold (Au). Materialien mit niedriger akustischer Impedanz sind beispielsweise Siliziumdioxid (SiO_2) oder Aluminium (Al).

Bei der Realisierung der in Fig. 1 gezeigten Bragg-Reflektoren 18 kann es in mehrfacher Hinsicht zu den nachfolgend dargelegten Problemen kommen.

Zum einen kann die Realisierung der oben erwähnten Schichtdicken d_{opt} aus technologischen Gründen problematisch sein. Ein Beispiel hierfür ist die Begrenzung der realisierbaren Schichtdicken aufgrund von Schichtspannungen, die bei der Abscheidung bzw. der Erzeugung dieser Schichten entstehen, so dass die Schichtdicke eine maximale Dicke nicht überschreiten darf. Bei Metallen, wie z. B. Wolfram, Platin oder Molybdän tritt dieses Problem auf. Für einen 900 MHz-Dünnschichtresonator (Betriebsfrequenz = 900 MHz) liegt die optimale Dicke für Wolfram bei $d_{\text{w}} = 1,4 \mu\text{m}$, bei Platin bei $d_{\text{pt}} = 0,85 \mu\text{m}$ und bei Molybdän bei $d_{\text{mo}} = 1,6 \mu\text{m}$. Solche dicken Metallschichten sind technologisch nur schwer zu realisieren.

Ein weiteres Problem stellen die parasitären Kapazitäten in dem Bauelement zum Substrat hin dar. Für dielektrische Schichten im Bragg-Reflektor, wie beispielsweise SiO_2 ist daher aus elektrischen Gründen (Minimierung der parasitären Kapazitäten zum Substrat hin) eine Maximierung der Schichtdicke wünschenswert. Entsprechend dicke dielektrische Schichten stehen jedoch im Widerspruch zu der obigen Bedingung (1), da

die Schichtdicke in diesem Fall über die optimale Schichtdicke hinausgeht.

Ein weiteres Problem stellen die unterschiedlichen Temperaturkoeffizienten der Schichten 18_1 bis 18_7 dar. Die Temperaturkoeffizienten der verwendeten Schichten haben einen Einfluss auf das Temperaturverhalten des Dünnschicht-Resonators. Für den Fall, dass die Materialien für die Schichten mit hoher akustischer Impedanz und für die Schichten mit niedriger akustischer Impedanz Temperaturkoeffizienten mit unterschiedlichen Vorzeichen haben, lässt sich im allgemeinen eine Schichtdickenkombination mit minimalem Temperaturkoeffizienten des Dünnschicht-Resonators finden, jedoch haben die Schichten dann Dicken die nicht der optimalen Schichtdicke entsprechen, so dass eine solche Schichtdickenkombination im allgemeinen im Widerspruch zu der obigen Bedingung (1) steht.

Im Stand der Technik sind zwar Realisierungen von Dünnschichtresonatoren, wie sie in Fig. 1 gezeigt sind, bekannt, bei denen der akustische Reflektor mittels Schichten aufgebaut ist, die der obigen Bedingung (1) hinsichtlich der Schichtdicke genügen. Dies führt jedoch zu einer unerwünschten Einschränkung der Auswahl der verwendbaren Materialien und der erreichbaren Frequenzbereiche. Verwendet man beispielsweise Aluminiumnitrid (AlN) als Material mit hoher akustischer Impedanz und SiO_2 als Material mit niedriger akustischer Impedanz, wie dies von R. S. Naik u.a. in IEEE Trans. Ultrasonics, Ferroelectrics, und Freq. Control, 47(1), 2000, S. 292-296 beschrieben wird, so lässt sich das obige Problem im Zusammenhang mit den parasitären Kapazitäten vermeiden. Da es sich bei den beiden genannten Materialien um Dielektrika handelt, tritt dieses Problem nicht auf. Allerdings ist bei dieser Materialkombination der Unterschied zwischen den akustischen Impedanzen vergleichsweise klein, worunter die Güte des Bragg-Reflektors leidet, und bei gleicher Anzahl von Schichten deutlich niedriger ist als bei Bragg-Reflektoren,

die eine der oben genannten Metallschichten als Material mit hoher akustischer Impedanz verwenden.

5 Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Resonator-
vorrichtung zu schaffen, bei der die oben genannten Probleme in Zusammenhang mit der Herstellung von dicken Schichten, im Zusammenhang mit parasitären Kapazitäten und mit unterschiedlichen Temperaturkoeffizienten minimiert oder vermieden werden können.
10

Diese Aufgabe wird durch eine Resonatorvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

15 Die vorliegende Erfindung schafft eine Resonatorvorrichtung, mit

einem piezoelektrischen Resonator; und

20 einem akustischen Reflektor bestehend aus einer Folge von übereinander angeordneten Schichten von abwechselnd niedriger und hoher akustischer Impedanz;

wobei die Dicke einer Schicht aufgrund technologischer Beschränkungen bei der Herstellung dieser Schicht abweichend
25 von einem Viertel der akustischen Wellenlänge in dieser Schicht bei der Betriebsfrequenz eingestellt ist, und

wobei die Dicke der anderen Schicht in Abhängigkeit von der
30 einen Schicht derart eingestellt ist, dass eine vorbestimmte Mindestgüte des akustischen Reflektors erreicht wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich auch Bragg-Reflektoren realisieren lassen, die
35 nicht der obigen Bedingung hinsichtlich der optimalen Schichtdicke genügen, und trotzdem eine hohe Reflektivität aufweisen. Wählt man für ein Schichtmaterial die Schichtdicke

d ungleich d_{opt} , so lässt sich für das andere Schichtmaterial eine Schichtdicke finden, bei der die Reflektivität des Bragg-Reflektors, d. h., dessen Güte, maximal wird.

5 Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung lassen sich hierdurch insbesondere Bragg-
Reflektoren herstellen, die aus Metallschichten mit einer Dicke von $d < d_{\text{opt}}$ und aus SiO_2 -Schichten mit einer Dicke von $d > d_{\text{opt}}$ bestehen. Hierdurch lassen sich gleichzeitig die bei
10 der Herstellung von Schichten und die aufgrund der parasitären Kapazitäten auftretenden Probleme reduzieren oder eliminieren. Ferner ist es möglich, die Reflektoren so zu realisieren, dass minimale Temperaturkoeffizienten des Gesamtresonators erreicht werden, und insbesondere lassen sich Resonatoren realisieren, bei denen dieses Kriterium besser erfüllt ist als bei Resonatoren, welche Schichten verwenden, die eine
15 Dicke entsprechend der optimalen Schichtdicke aufweisen.

Gegenüber den im Stand der Technik bekannten Verfahren lehrt
20 die vorliegende Erfindung also die absichtliche Verletzung der Bedingung hinsichtlich der optimalen Schichtdicke, so dass bei gleichzeitiger Anpassung der Schichtdicke des einen Materials, bei gegebener Schichtdicke des anderen Materials, die Reflektivität des Bragg-Reflektors maximal wird. Der Vorteil der erfindungsgemäßen Vorgehensweise besteht darin, dass
25 die so erhaltenen Schichtstapel des Reflektors technologisch einfach zu realisieren sind und somit weitere Vorteile im Zusammenhang mit der Prozeßstabilität und den Prozesskosten haben. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sich gleichzeitig durch entsprechende Schichtdickenanpassungen besondere
30 elektrische Eigenschaften, z. B. die Verminderung von parasitären Kapazitäten, sowie ein stabiles Temperaturverhalten des Dünnschichtresonators erreichen lassen.

35 Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Dicke der einen Schicht gegenüber dem optimalen Wert erniedrigt, und die Dicke der anderen Schicht wird gegenüber dem optima-

len Wert erhöht. Diesbezüglich wird darauf hingewiesen, dass gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel die eine Schicht entweder die Schicht mit niedriger oder mit akustisch hoher Impedanz ist, wobei die andere Schicht dann die Schicht mit hoher bzw. niedriger Impedanz ist.

Vorzugsweise bestehen die Schichten mit hoher akustischer Impedanz aus dem gleichen Material und ebenso bestehen die Schichten mit niedriger akustischer Impedanz aus dem gleichen Material, so dass die Bragg-Reflektoren in diesem Fall aus zwei verschiedenen Materialien hergestellt sind. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausgestaltung beschränkt, statt dessen können auch mehr als zwei Materialien in einem Bragg-Reflektor verwendet werden, so dass beispielsweise die Schichten mit hoher akustischer Impedanz und/oder die Schichten mit niedriger akustischer Impedanz aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind.

Anhand der beiliegenden Zeichnungen werden nachfolgend bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine im Stand der Technik bekannte Resonatorvorrichtung mit einem akustischen Reflektor mit Schichten, die eine optimale Dicke aufweisen;

Fig. 2 eine Resonatorvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 3 eine Darstellung der Isokontur-Linien der Güte des in Fig. 2 gezeigten Resonators als Funktion der Dicke der Schicht mit hoher akustischer Impedanz und der Dicke der Schicht mit niedriger akustischer Impedanz.

Anhand der Fig. 2 wird nachfolgend ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Die Darstellung der Resonatorvorrichtung in Fig. 2 ist ähnlich zu

der in Fig. 1, jedoch umfasst der Reflektor 18 gemäß dem Ausführungsbeispiel nur fünf Schichten 18₁ bis 18₅, die ferner von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch abweichen, dass deren Dicken von den optimalen Dicken der Schichten, wie sie entsprechend der obigen Bedingung (1) für diese optimale Schichtdicken bestimmt werden, abweichen.

In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem der Bragg-Reflektor 18 eine Schichtfolge umfasst, die aus einer SiO₂-Schicht 18₁, einer Mo-Schicht 18₂, einer SiO₂-Schicht 18₃, einer Mo-Schicht 18₄ und einer SiO₂-Schicht 18₅ besteht. Die Resonanzfrequenz der Resonatoreinrichtung beträgt 900 MHz. Für die weitere Betrachtung sei, ohne Beschränkung der Allgemeinheit, als Substratmaterial Silizium und als piezoelektrisches Material 12 ZnO angenommen.

Würde man die obige Bedingung hinsichtlich der optimalen Schichtdicke zugrunde legen, so ergäbe sich für den Bragg-Reflektor 18 eine optimale Schichtdicke der SiO₂-Schichten, die etwa gleich der optimalen Dichte der Mo-Schichten ist und etwa 1600 nm betragen würde ($d_{\text{opt}}^{\text{SiO}_2} \cong d_{\text{opt}}^{\text{Mo}} \cong 1600 \text{ nm}$). Mit Hilfe eines Mason-Modells, welches beispielsweise von K.M. Lakin, G.R. Kline, und K.T. McCarron, IEEE Trans. Microwave Theory Techniques, Band 41, Nr. 12, 1993 oder von V.M. Ristic, "Principles of acoustic devices", Wiley (1983) beschrieben wird, wurde das elektrische Verhalten für verschiedene Oxid- bzw. Molybdändicken im Reflektor berechnet. Hierbei wurde keine Materialdämpfung verwendet, und die Substratunterseite wurde als perfekt absorbierend modelliert. Dadurch kann ein Energieverlust nur durch den Bragg-Reflektor ins Substrat stattfinden. Es kann somit die Resonatorgüte als ein direktes Maß für die Güte des Bragg-Reflektors verwendet werden. Die Güte des Resonators wiederum lässt sich sehr einfach aus der Impedanzkennlinie über die Steigung der Phasenkurve berechnen (siehe K.M. Lakin, G.R. Kline, und K.T. McCarron, IEEE Trans. Microwave Theory Techniques, Band 41, Nr. 12, 1993).

In Fig. 3 ist die Isokonturlinie der Güte eines BAW-Resonators auf einem Bragg-Reflektor dargestellt, wobei der Bragg-Reflektor aus zwei Schichten Molybdän und drei Schichten SiO₂ besteht. Die Güte ist als Funktion der Oxid- bzw. Molybdändicke dargestellt. Die in Fig. 2 gezeigte gestrichelte Linie stellt die optimale Schichtdickenkombination bei Vorgabe der Dicke einer Schicht, z. B. der Dicke des Molybdäns, dar.

10 Wie aus Fig. 2 zu erkennen ist, ergibt die maximale Güte von etwa 6200 bei den oben genannten $\lambda/4$ -Schichtdicken von 1600 nm. Für gängige Filteranwendungen im Telekommunikationsbereich ist in der Regel eine Güte von 1000 bis 2000 ausreichend. Ferner können höhere Güten in der Realität im Regelfall nicht umgesetzt werden, da die Güte der Gesamtanordnung dann durch andere Verlustkanäle, wie z. B. elektrischer Verlust im Resonator, akustische Verluste durch nicht vertikale Schwingungsmoden sowie elektrische Verluste durch elektrische Parasitäten, dominiert wird.

20

Wie ein Blick auf die Isokonturlinie bei $Q = 2000$ in Fig. 2 zeigt, kann diese Güte bereits mit einer Molybdändicke von 800 nm und einer Oxiddicke von 1800 nm erreicht werden. Somit ist nur halb so viel Molybdän erforderlich, was hinsichtlich der technologischen Realisierbarkeit eine wesentliche Erleichterung darstellt. Gleichzeitig ist die SiO₂-Schichtdicke im Vergleich zu $\lambda/4$ -Schichtdicke um mehr als 10% erhöht, was mit einer Verminderung der parasitären Kapazität zum Substrat hin verbunden ist. Eine weitere Möglichkeit, die vorliegende Erfindung umzusetzen, besteht darin, bei vorgegebener Reflektor-Güte nicht nur die Dicke der Schichten in Bezug auf prozesstechnische Randbedingungen zu optimieren, sondern auch die Anzahl der Spiegelschichten selbst zu bestimmen. Eine Berechnung analog zu der oben beschriebenen, jedoch mit drei Mo-Schichten, ergibt z. B., dass eine Reflektor-Güte von 5000 mit drei Mo-Schichten von jeweils 550 nm Dicke erreicht werden kann. Im Fall von zwei Schichten (siehe Fig. 3) wäre zum

Erreichen der selben Güte die Schichtdicke der Molybdän-
schichten jeweils etwa 1300 nm. Im ersten Fall muss somit le-
diglich Molybdän mit einer Dicke von 1600 nm abgeschieden
werden, während im zweiten Fall eine Abscheidung mit einer
5 Dicke von 2600 nm notwendig ist, um einen Reflektor mit glei-
cher Güte zu realisieren.

Vorzugsweise wird gemäß der vorliegenden Erfindung versucht,
die Dicke der Metallschichten, welche die Schichten mit hoher
10 akustischer Impedanz darstellen zu reduzieren, wohingegen
dielektrische Schichten eine erhöhte Dicke aufweisen, um so
die Probleme im Zusammenhang mit der technischen Realisierung
der Metallschichten und gleichzeitig die Probleme im Zusam-
menhang mit parasitären Kapazitäten zu reduzieren.

15

Bezugszeichenliste:

	10	Resonator
	12	piezoelektrische Schicht
5	14	erste Elektrode
	16	zweite Elektrode
	18	Bragg-Reflektor
	18 ₁	Schicht mit niedriger akustischer Impedanz
	18 ₂	Schicht mit hoher akustischer Impedanz
10	18 ₃	Schicht mit niedriger akustischer Impedanz
	18 ₄	Schicht mit hoher akustischer Impedanz
	18 ₅	Schicht mit niedriger akustischer Impedanz
	18 ₆	Schicht mit hoher akustischer Impedanz
	18 ₇	Schicht mit niedriger akustischer Impedanz
15	20	Substrat

Patentansprüche

1. Resonatorvorrichtung, mit
5 einem piezoelektrischen Resonator (10); und
einem akustischen Reflektor (18) bestehend aus einer Folge von übereinander angeordneten Schichten (18₁ - 18₅) von abwechselnd niedriger und hoher akustischer Impedanz;
10 wobei die Dicke einer Schicht aufgrund technologischer Beschränkungen in der Herstellung dieser Schicht abweichend von einem Viertel der akustischen Wellenlänge in dieser Schicht bei der Betriebsfrequenz eingestellt ist, und
15 wobei die Dicke der anderen Schicht in Abhängigkeit von der einen Schicht derart eingestellt ist, dass eine vorbestimmte Mindestgüte des akustischen Reflektors erreicht wird.
- 20 2. Resonatorvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Dicke der einen Schicht gegenüber dem Viertel der Wellenlänge erniedrigt ist, und bei der die Dicke der anderen Schicht gegenüber dem Viertel der Wellenlänge erhöht ist.
- 25 3. Resonatorvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die eine Schicht die Schicht (18₂, 18₄) mit hoher akustischer Impedanz ist und bei der die andere Schicht die Schicht (18₁, 18₃, 18₅) mit niedriger akustischer Impedanz ist.
- 30 4. Resonatorvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die eine Schicht die Schicht mit niedriger akustischer Impedanz ist, und bei der die andere Schicht die Schicht mit hoher akustischer Impedanz ist.
- 35 5. Resonatorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der akustische Reflektor (18) eine Mehrzahl von Schichten (18₂, 18₄) mit hoher akustischer Impedanz ist und eine Mehr-

zahl von Schichten (18₁, 18₃, 18₅) mit niedriger akustischer Impedanz umfasst.

- 5 6. Resonatorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Schicht (18₂, 18₄) mit hoher akustischer Impedanz aus Wolfram, Platin, Molybdän oder Gold hergestellt ist und bei der die Schicht (18₁, 18₃, 18₅) mit niedriger akustischer Impedanz aus Siliziumdioxid oder Aluminium hergestellt ist.
- 10 7. Resonatorvorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Dicke der Schicht (18₂, 18₄) mit hoher akustischer Impedanz aus etwa ein Achtel der Wellenlänge in dieser Schicht bei der Betriebsfrequenz ist, und bei der die Dicke der Schicht (18₁, 18₃, 18₅) mit niedriger akustischer Impedanz gegenüber dem
15 Viertel der Wellenlänge um etwa 10% erhöht ist.
8. Resonatorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einem Substrat 20, wobei der akustische Reflektor (18) zwischen dem Substrat (20) und dem piezoelektrischen Resonator
20 (10) angeordnet ist.
9. Resonatorvorrichtung nach Anspruch 8, bei der der piezoelektrische Resonator (10) aus ZnO oder AlN hergestellt ist, und bei der das Substrat (20) aus Silizium hergestellt ist.
25
10. Resonatorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der piezoelektrische Resonator ein BAW-Resonator ist.

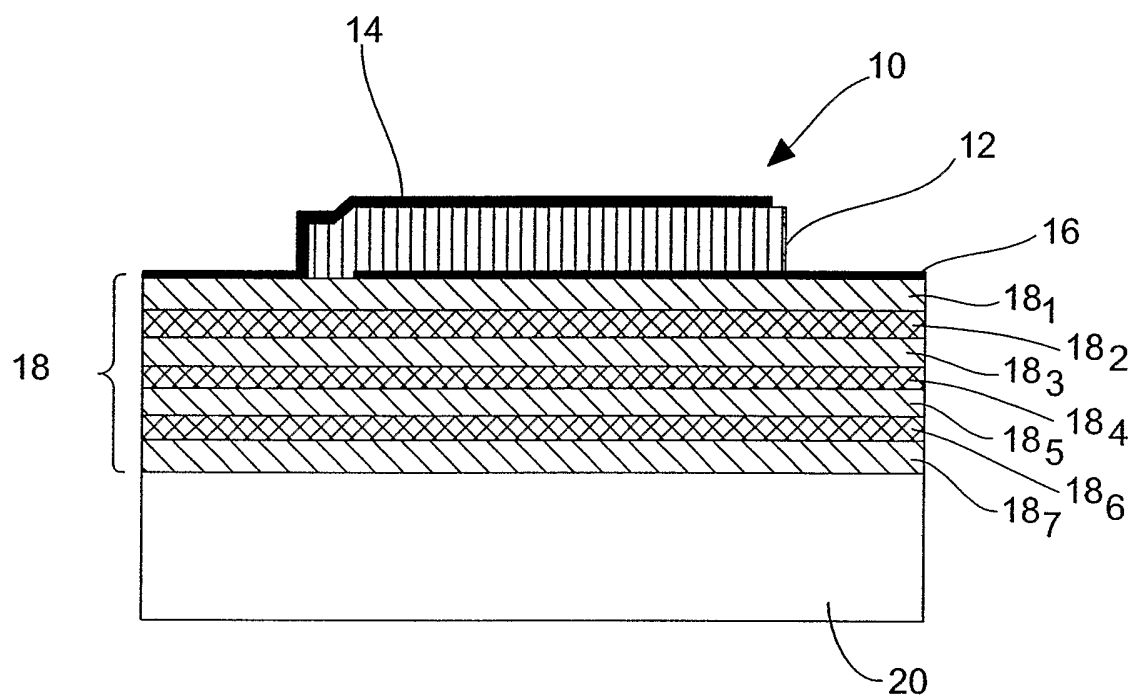


FIG 1

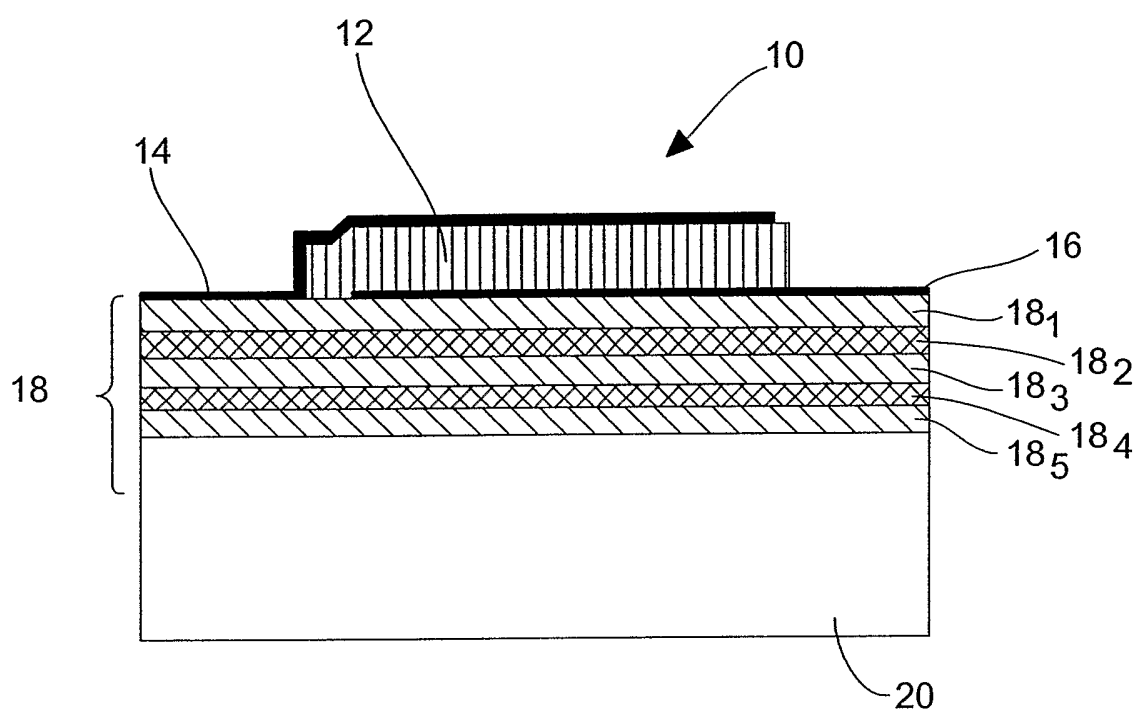


FIG 2

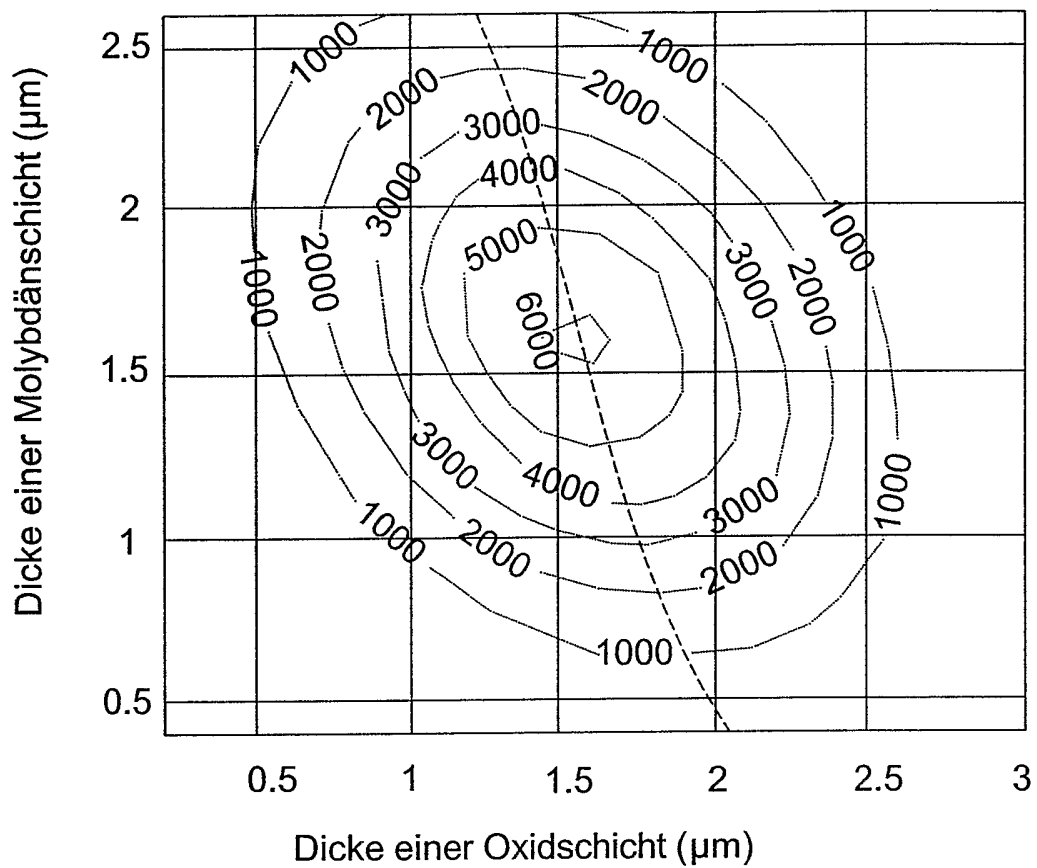


FIG 3