

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6388411号  
(P6388411)

(45) 発行日 平成30年9月12日(2018.9.12)

(24) 登録日 平成30年8月24日(2018.8.24)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO3H</b>	<b>9/17</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3H	9/17	F
<b>HO3H</b>	<b>3/02</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3H	3/02	B

請求項の数 16 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-188028 (P2016-188028)	(73) 特許権者	594023722
(22) 出願日	平成28年9月27日 (2016.9.27)		サムソン エレクトロメカニクス カンパニーリミテッド.
(65) 公開番号	特開2017-147719 (P2017-147719A)		大韓民国、キョンギード、スウォンシ、
(43) 公開日	平成29年8月24日 (2017.8.24)		ヨントング、(マエタンードン) マエヨ
審査請求日	平成28年9月27日 (2016.9.27)		ンロー 150
(31) 優先権主張番号	10-2016-0018322	(74) 代理人	110000877
(32) 優先日	平成28年2月17日 (2016.2.17)		龍華国際特許業務法人
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(72) 発明者	ハン、ウォン
			大韓民国、キョンギード、スウォンシ、
			ヨントング、(マエタンードン) マエヨ
			ンロー 150 サムソン エレクトロメカニクス カンパニーリミテッド. 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響共振器及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

音響波を発生させる共振部と、  
前記音響波を反射するフレーム部と、  
連結電極と、  
を含み、

前記共振部は、基板との間に中空部を形成するように前記基板に提供される第1の電極と、一面が前記第1の電極に接するように提供される圧電体と、前記圧電体の他面に接するように提供され、前記フレーム部が提供される前記共振部の電極である第2の電極とを含み、

前記連結電極は、前記フレーム部が形成された前記第2の電極と外部電極とを連結するように提供され、前記第2の電極より厚さが薄く提供され、

前記連結電極が連結される側に配置される前記フレーム部の外側境界は、前記第1の電極の先端から前記連結電極側に離間して配置される、音響共振器。

【請求項2】

前記フレーム部は、前記第2の電極と密度及び弾性係数のうちいずれかが互いに異なる素材で形成され、前記中空部に対応する領域の周り方向に提供される、請求項1に記載の音響共振器。

【請求項3】

前記フレーム部は、前記第2の電極と互いに同じ素材で形成され、密度及び弾性係数の

うちいずれか一つが互いに異なるように改質されて提供され、前記中空部に対応する領域の周り方向に提供される、請求項 1 に記載の音響共振器。

【請求項 4】

基板との間に中空部を形成し、音響波を発生させる共振部と、  
前記共振部の少なくとも一つの電極に提供され、前記音響波を反射するフレーム部と、  
前記フレーム部が提供される前記共振部の電極と外部電極とを連結するように提供され、  
前記フレーム部が形成された前記共振部の電極より厚さが薄く提供される連結電極と、  
を含み、  
前記フレーム部は、前記フレーム部が提供される前記共振部の電極と互いに同じ素材で  
形成され、密度及び弾性係数のうちいずれか一つが互いに異なるように改質されて提供され、  
前記中空部に対応する領域の周り方向に提供される、音響共振器。

10

【請求項 5】

前記共振部は、  
前記基板との間に前記中空部を形成するように前記基板に提供される第 1 の電極と、  
一面が前記第 1 の電極に接するように提供される圧電体と、  
前記圧電体の他面に接するように提供され、前記フレーム部が提供される第 2 の電極と  
を含み、請求項 4 に記載の音響共振器。

【請求項 6】

前記連結電極の厚さは、少なくとも前記フレーム部が提供される前記共振部の電極厚さ  
の半分より小さく提供される、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の音響共振器。

20

【請求項 7】

前記連結電極の厚さは、少なくとも 1 , 0 0 0 より厚く提供される、請求項 1 から 6  
のいずれか一項に記載の音響共振器。

【請求項 8】

前記フレーム部は、前記中空部に対応する領域に対称的な形状で前記共振部の電極に提  
供される、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の音響共振器。

【請求項 9】

前記フレーム部は、前記中空部に対応する領域の周り方向に連続するように連結して提  
供される、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の音響共振器。

30

【請求項 10】

前記フレーム部は、突き出した形状で、前記中空部に対応する領域の周り方向に提供さ  
れる、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の音響共振器。

【請求項 11】

基板に共振部を形成し、前記基板と前記共振部との間に犠牲層を形成する共振部  
の形成段階と、  
前記共振部の少なくとも一つの電極にフレーム部を形成するフレーム部の形成段階と、  
前記フレーム部が形成される前記共振部の電極と外部電極とを連結する連結電極を形成  
し、前記フレーム部が形成される前記共振部の電極より厚さを薄く形成する連結電極の形  
成段階と、  
前記基板と前記共振部との間に形成された犠牲層を除去して中空部を形成する中空部の  
形成段階と、

40

を含み、

前記共振部は、前記基板との間に前記中空部を形成するように前記基板に提供される第  
1 の電極と、一面が前記第 1 の電極に接するように提供される圧電体と、前記圧電体の他  
面に接するように提供され、前記フレーム部が提供される電極である第 2 の電極とを含み

前記連結電極が連結される側に配置される前記フレーム部の外側境界は、前記第 1 の電  
極の先端から前記連結電極側に離隔して配置されるようにする、音響共振器の製造方法。

【請求項 12】

50

前記連結電極の形成段階は、

前記フレーム部が形成され、前記中空部に対応する領域に形成される前記共振部の前記第2の電極に連結して蒸着し、前記フレーム部が形成される前記共振部の前記第2の電極と異なる素材で形成される、請求項11に記載の音響共振器の製造方法。

【請求項13】

基板に共振部を形成し、前記基板と前記共振部との間の一部に犠牲層を形成する共振部の形成段階と、

前記共振部の少なくとも一つの電極にフレーム部を形成するフレーム部の形成段階と、前記フレーム部が形成される前記共振部の電極と外部電極とを連結する連結電極を形成し、前記フレーム部が形成される前記共振部の電極より厚さを薄く形成する連結電極の形成段階と、

前記基板と前記共振部との間に形成された犠牲層を除去して中空部を形成する中空部の形成段階と、

を含み、

前記連結電極の形成段階は、

前記フレーム部が形成され、前記中空部に対応する領域に形成される前記共振部の電極に連結して蒸着し、前記フレーム部が形成される前記共振部の電極と異なる素材で形成される、音響共振器の製造方法。

【請求項14】

前記連結電極の形成段階は、

前記フレーム部が形成される前記共振部の電極の形成と同時に蒸着して連結層を形成し、前記連結層を前記フレーム部が形成される前記共振部の電極と連結して形成する連結層形成段階と、

前記連結層を前記フレーム部が形成される前記共振部の電極の厚さより薄くエッチングする厚さエッチング段階と、

を含む、請求項11から13のいずれか一項に記載の音響共振器の製造方法。

【請求項15】

前記連結電極の形成段階は、

前記フレーム部が形成され、前記中空部に対応する領域に形成される前記共振部の電極を覆うように蒸着し、前記外部電極と連結する領域まで一定の厚さで蒸着する、請求項11から14のいずれか一項に記載の音響共振器の製造方法。

【請求項16】

前記フレーム部の形成段階は、

前記フレーム部を対称的な形状で前記共振部の電極に形成する、請求項11から15のいずれか一項に記載の音響共振器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響共振器及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近来、通信技術が急速に発展するにつれて、それに相応する信号処理技術と高周波（RF）部品技術の発展が要求されている。

【0003】

特に、無線通信機器の小型化の傾向により、高周波部品技術の小型化が積極的に要求されている。一例として、半導体薄膜ウェーハ製造技術を利用するバルク音響共振器（Bulk Acoustic Wave：BAW）形態のフィルターが挙げられる。

【0004】

上記バルク音響共振器（BAW）は、高周波（RF）信号のうち所望の周波数帯域は通過させ、所望でない周波数帯域は遮断する核心素子であり、半導体基板であるシリコンウ

10

20

30

40

50

エー八上に圧電誘電体物質を蒸着して、その圧電特性を利用して共振を誘発させる薄膜形態の素子である。

【0005】

利用分野としては、移動通信機器、化学及びバイオ機器などの小型軽量フィルター、オシレーター、共振素子、音響共振質量センサーなどがある。

【0006】

そして、現在までこのような薄膜バルク音響共振器(BAW)の特性と性能を高めるための様々な構造的形状及び機能に対する研究が行われており、特に、共振エネルギーの損失を防止するための研究が必要となった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】韓国公開特許第2006-0107323号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は、バルク音響共振器などの音響共振器で共振エネルギーが損失する問題を防止することができる音響共振器及びその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一実施例に係る音響共振器は、基板との間に中空部を形成し、音響波を発生させる共振部と、上記共振部の少なくとも一つの電極に提供され、上記音響波を反射するフレーム部と、上記フレーム部が提供される上記共振部の電極と外部電極とを連結するように提供される連結電極とを含むことができる。

【0010】

特に、上記連結電極は、上記フレーム部が形成された上記共振部の電極より厚さが薄く提供されることで、上記フレーム部の対称性の低下への影響を減少させることができる。

【0011】

また、本発明の他の実施例に係る音響共振器の製造方法は、基板に共振部を形成し、上記基板と上記共振部との間の一部に犠牲層を形成する共振部の形成段階と、上記共振部の少なくとも一つの電極にフレーム部を形成するフレーム部の形成段階と、上記フレーム部が形成される上記共振部の電極と外部電極とを連結する連結電極を形成する連結電極の形成段階と、上記基板と上記共振部との間に形成された犠牲層を除去して中空部を形成する中空部の形成段階とを含むことができる。

【0012】

ここで、上記連結電極の形成段階は、上記連結電極を上記フレーム部が形成される上記共振部の電極より厚さを薄く形成することで、上記フレーム部の対称性の低下への影響を減少させることができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明の一実施例である共振器パッケージは、フレーム部の対称性の低下への影響を減少させることができる。

【0014】

これにより、上記フレーム部が反射する共振音響波の損失が減少可能な効果を有することができる。従って、共振器パッケージの性能を向上させることができる。

【0015】

そして、本発明の他の実施例である共振器パッケージの製造方法は、上記フレーム部の対称性の低下への影響を減少させる本発明の一実施例である共振器パッケージの製造を容易にすることができる利点を有する。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【0016】

【図1】本発明の音響共振器を示す断面図である。

【図2】本発明の音響共振器を示す平面図である。

【図3】本発明の音響共振器でフレーム部の実施例を示す断面図である。

【図4】本発明の音響共振器の製造方法を示す断面図である。

【図5】本発明の音響共振器の製造方法を示す断面図である。

【図6】本発明の音響共振器の製造方法を示す断面図である。

【図7】本発明の音響共振器の製造方法を示す断面図である。

【図8】本発明の音響共振器の製造方法で連結電極の形成段階の実施例を示す断面図である。

10

【図9】本発明の音響共振器の製造方法で連結電極の形成段階の実施例を示す断面図である。

【図10】本発明の音響共振器と従来の音響共振器の電圧通過特性を示すグラフである。

【図11】本発明の音響共振器と従来の音響共振器の電圧通過特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

## 【0017】

以下では、添付の図面を参照して本発明の好ましい実施形態について説明する。しかし、本発明の実施形態は様々な他の形態に変形されることができ、本発明の範囲は以下で説明する実施形態に限定されない。また、本発明の実施形態は、当該技術分野で平均的な知識を有する者に本発明をより完全に説明するために提供されるものである。したがって、図面における要素の形状及び大きさなどはより明確な説明のために誇張されることがある。

20

## 【0018】

また、各実施例の図面に示す同一思想の範囲内の機能が同一の構成要素は、同一の参照符号を使用して説明する。

## 【0019】

本発明は、音響共振器1及びその製造方法に関し、連結電極30をフレーム部20が形成された共振部10の電極より厚さを薄く提供することで、上記フレーム部20の対称性の低下への影響を減少させる技術である。

## 【0020】

これにより、上記フレーム部20が反射する共振音響波の損失を減少させることができ、共振器パッケージの性能を向上させることができる。

30

## 【0021】

このように、上記連結電極30の厚さ $t_a$ を薄く形成する理由は、上記共振部10で発生させる共振エネルギーの損失を防止するためである。

## 【0022】

さらに具体的には、バルク音響共振器1 (Bulk Acoustic Wave: BAW) などの音響共振器1を利用したフィルターは、音響共振器1の品質性能 (Quality Factor: QF) が良くなれば、所望の周波数帯域のみが選択できる特性が良くなり、挿入損失 (Insertion Loss) 及び減衰 (Attenuation) 性能を改善させることができる。

40

## 【0023】

そして、上記音響共振器1の品質性能を良くするためには、共振エネルギーを共振器の振動領域 (Active Area) に閉じ込めるように上記フレーム部20を設計する必要がある。

## 【0024】

一例として、音響共振器1の周りにフレーム部20が形成されて、共振エネルギーの損失を防止し、音響共振器1の品質性能の低下を防止することができる。

## 【0025】

さらに好ましくは、上記フレーム部20は対称的な形状で具備することで、共振エネル

50

ギーの損失を防止する効果を高めることができる。

【0026】

一方、上記共振部10に提供される電極は、外部電極との連結のために連結電極30が形成されるが、このような連結電極30は、上記フレーム部20の対称性を損傷させる要因であり、結果として、音響共振器の品質性能を低下させる原因となる問題が発生する。

【0027】

そこで、本発明では、上記連結電極30の厚さ $t_a$ を上記共振部10の電極の厚さ $t_b$ より薄く形成することで、上記フレーム部20の対称性の低下を防止するように構成した。

【0028】

図面を参照して説明すると、図1は、本発明の音響共振器1を示す断面図であり、本発明の一実施例に係る音響共振器1は、基板2との間に中空部3を形成し、音響波を発生させる共振部10、上記共振部10の少なくとも一つの電極に提供され、上記音響波を反射するフレーム部20、及び上記フレーム部20が提供される上記共振部10の電極と外部電極とを連結するように提供される連結電極30を含むことができる。

【0029】

特に、上記連結電極30は、上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極より厚さが薄く提供されることで、フレーム部20の対称性の低下への影響を減少させることができる。

【0030】

上記共振部10は、振動による音響波（または、振動エネルギー）を発生させる役割をする。このため、上記共振部10は、第1の電極11、圧電体12、第2の電極13などを含むことができる。

【0031】

ここで、上記共振部10が提供される基板2は、シリコン基板2またはSOI（Silicon On Insulator）タイプの基板2で形成することができる。

【0032】

このような基板2と上記第1の電極11の間には、中空部3が形成されることができる。そして、上記中空部3が具備されることで、上記第1の電極11と上記基板2は、少なくとも一部が離隔して配置されることができる。

【0033】

一方、上記基板2と対面する上記第1の電極11の一面には、メンブレイン層4が形成されることができる。ここで、上記メンブレイン層4は、上記圧電体12で発生する音響波（Acoustic Wave）が上記基板2の影響を受けないようにするために提供される。

【0034】

勿論、上記基板2を保護するために、上記基板2上にもエッチングストッパとして機能する阻止層5が形成されることができる。このような阻止層5には、酸化シリコン（ $SiO_x$ ）または窒化シリコン（ $SiN_x$ ）などが含まれることができる。

【0035】

また、上記共振部10と上記基板2との間に上記中空部3を提供することで、上記共振部10で発生する音響波の反射特性を向上させることができる。

【0036】

換言すると、上記中空部3は、空いている空間であり、インピーダンスが無限大に近いため、上記中空部3により、音響波は損失することなく上記共振部10内に残存することができる。

【0037】

従って、上記中空部3を通じて上記共振部10の縦方向の音響波損失を最小化させることができ、そのため、上記共振部10の品質性能QFを向上させることができる。

【0038】

10

20

30

40

50

そして、上記共振部 10 に含まれている第 1 の電極 11 と第 2 電極 13 及び圧電体 12 は、第 1 の電極 11 と圧電体 12 及び第 2 の電極 13 が順に上記基板 2 上に積層して形成されることができる。これにより、上記第 1 の電極 11 と上記第 2 の電極 13 との間に圧電体 12 が配置されることができる。

【0039】

換言すると、本発明の一実施例に係る音響共振器 1 の上記共振部 10 は、上記基板 2 との間に上記中空部 3 を形成するように上記基板 2 に提供される第 1 の電極 11、一面が上記第 1 の電極 11 に接するように提供される圧電体 12、及び上記圧電体 12 の他面に接するように提供され、上記フレーム部 20 が提供される第 2 の電極 13 を含むことができる。

10

【0040】

このような上記共振部 10 は、上記第 1 の電極 11 と上記第 2 の電極 13 とに印加される電気信号によって圧電体 12 を共振させて、共振周波数及び反共振周波数を発生させることができる。

【0041】

上記第 1 の電極 11 及び上記第 2 の電極 13 は、金、モリブデン、ルテニウム、アルミニウム、白金、チタン、タングステン、パラジウム、クロム、ニッケル、イリジウムなどのような金属で形成することができる。

【0042】

そして、上記共振部 10 は、上記圧電体 12 の音響波を利用するが、例えば、上記第 1 の電極 11 と上記第 2 の電極 13 とに信号が印加されると、上記圧電体 12 は、縦方向（または、厚さ方向）に機械的振動を発生させて音響波を発生させる。

20

【0043】

ここで、上記圧電体 12 は、酸化亜鉛（ZnO）、窒化アルミニウム（AlN）、二酸化シリコン（SiO<sub>2</sub>）、ドーピングされた酸化亜鉛（例えば、W-ZnO）、ドーピングされた窒化アルミニウム（例えば、Sc-AlN、MgZr-AlN、Cr-AlN、Er-AlN、Y-AlN）などのような材質で形成することができる。

【0044】

このような圧電体 12 の共振現象は、印加された信号波長の 1/2 が圧電体 12 の厚さと一致する時に発生する。

30

【0045】

そして、共振現象が発生する時、電氣的インピーダンスが急激に変わるので、本発明の音響共振器 1 は、周波数が選択可能なフィルターとして使用することができる。

【0046】

共振周波数は、圧電体 12 の厚さ、そして圧電体 12 を囲んでいる第 1 の電極 11 と第 2 の電極 13 及び圧電体 12 の固有弾性波速度等によって決められる。一例として、上記圧電体 12 の厚さが薄ければ薄いほど、共振周波数は大きくなる。

【0047】

一方、上記圧電体 12 は、共振部 10 内のみに配置するように構成すれば、上記圧電体 12 によって形成された音響波が上記共振部 10 の外部に漏れることを最小化することができる。

40

【0048】

そして、上記共振部 10 は、保護層をさらに含むことができるが、このような保護層は、第 2 の電極 13 を覆い第 2 の電極 13 が外部環境に露出することを防止する役割をすることができる。

【0049】

そして、上記第 1 の電極 11 と第 2 の電極 13 は、上記圧電体 12 の外側に延長するように形成される連結電極 30 と連結して形成され、接続部、外部電極と連結して構成することができる。

【0050】

50

ここで、上記接続部は、音響共振器 1 とフィルターの特性を確認し、必要な周波数トリミングを行うための役割をすることができる。

【 0 0 5 1 】

そして、上記外部電極は、上記共振部 1 0 が電圧を印加する役割をする。

【 0 0 5 2 】

上記フレーム部 2 0 は、上記共振部 1 0 で発生させる音響波が損失することを防止する役割をする。

【 0 0 5 3 】

さらに具体的には、上記共振部 1 0 で発生させた音響波の横方向（または、厚さ方向に垂直した長さ方向）の損失を防止する役割をするために、上記フレーム部 2 0 は、上記音響波を反射する役割をする。

10

【 0 0 5 4 】

上記フレーム部 2 0 は、上記共振部 1 0 の内部で発生した音響波が伝達されれば、これを再び共振部 1 0 の内部に反射させることで、上記音響波の外部離脱による損失を防止する。

【 0 0 5 5 】

このため、上記フレーム部 2 0 は、上記共振部 1 0 の電極の少なくともいずれか一つの電極に提供される。さらに好ましくは、上記第 2 の電極 1 3 に具備されることができる。

【 0 0 5 6 】

そして、上記フレーム部 2 0 は、上記共振部 1 0 で発生した音響波を反射することができるように具備するために、突き出した形状で上記共振部 1 0 の電極に提供することができる。

20

【 0 0 5 7 】

換言すると、本発明の一実施例に係る音響共振器 1 の上記フレーム部 2 0 は、突き出した形状で、上記中空部 3 に対応する領域の周り方向に提供されることを特徴とすることができる。

【 0 0 5 8 】

このように、上記フレーム部 2 0 が上記共振部 1 0 の電極に突き出した形状で形成されることで上記音響波が反射可能なことは、上記共振部 1 0 の電極とは異なり、上記フレーム部 2 0 の厚さが厚くなる部分で弾性波である上記音響波の伝達環境が変更されるためである。

30

【 0 0 5 9 】

一方、上記フレーム部 2 0 は、上記共振部 1 0 の電極上に対称的な形状で提供されることで、上記音響波の損失を防止する効果を高めることができる。

【 0 0 6 0 】

換言すると、本発明の一実施例に係る音響共振器 1 の上記フレーム部 2 0 は、上記中空部 3 に対応する領域に対称的な形状で上記共振部 1 0 の電極に提供されることを特徴とすることができる。

【 0 0 6 1 】

このように、上記フレーム部 2 0 が対称的な形状で提供されることで、上記音響波の損失を防止する効果が高くなることは、以下のような理由による。

40

【 0 0 6 2 】

一側のフレーム部 2 0 で反射させる音響波は、一側の上記フレーム部 2 0 で反射しながら特性が変化する。このように変化した特性の音響波が他側のフレーム部 2 0 で再び反射する時、他側のフレーム部 2 0 が一側のフレーム部 2 0 と対称的な形状で提供されれば、一側で反射した音響波は、同一の音響波の伝達条件に露出するため、他側のフレーム部 2 0 で反射する時は、損失をほぼ発生させなくなる。

【 0 0 6 3 】

そして、上記フレーム部 2 0 は、上記中空部 3 に対応する領域の周り方向に連続して形成されることで、上記共振部 1 0 で発生した音響波の損失を防止することができるが、こ

50

れに対する詳しい説明は、図2を参照して後述する。

【0064】

一方、上記フレーム部20は、上記共振部10の電極と異なる性質の素材で形成されるか、他の性質に改質して提供されることで、上記音響波を反射するように構成することができる。これに対する詳しい説明は、図3を参照して後述する。

【0065】

上記連結電極30は、上記共振部10の電極と外部電極とを連結する役割をする。

【0066】

特に、上記共振部10の電極のうち上記フレーム部20が形成された電極に連結する連結電極30は、上記フレーム部20が形成された共振部10の電極より厚さを薄く形成して提供することができる。これは、上記フレーム部20の対称性のロスを最大限減少させるためである。

10

【0067】

つまり、上記連結電極30は、上記音響波の伝達特性と関連した上記共振部10の電極及びフレーム部20の対称性を維持することができるように、上記共振部10の電極より厚さを薄く形成することが好ましい。

【0068】

このように上記連結電極30の厚さ $t_a$ を上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極より薄く形成することで、音響波漏れの防止効果があることは、図10及び図11を参照すれば容易に分かる。

20

【0069】

図10及び図11では、上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極の厚さ $t_b$ を基準として、上記連結電極30の厚さ $t_a$ を上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極の厚さ $t_b$ に比べて2.667倍に形成した場合と、上記連結電極30の厚さ $t_a$ を上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極の厚さ $t_b$ と同一にした場合と、上記連結電極30の厚さ $t_a$ を上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極の厚さ $t_b$ に比べて0.556倍に形成した場合とを比べて示した。

【0070】

図10及び図11のグラフから分かるように、上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極より上記連結電極30の厚さ $t_a$ を薄く形成した場合は、減衰(Attenuation)性能が向上することが分かる。

30

【0071】

つまり、本発明の一実施例に係る音響共振器1において、上記連結電極30の厚さ $t_a$ は、少なくとも上記フレーム部20が提供される上記共振部10の電極厚さ $t_b$ の半分より小さく提供されることを特徴とすることができる。

【0072】

一方、上記連結電極30を最大限薄く形成することが上記減衰性能の向上には良いが、連結電極30の抵抗の増加による挿入損失(Insertion Loss)を増加させるという問題が発生する。従って、上記連結電極30を上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極より薄く形成し、挿入損失を増加させない厚さで形成することが好ましい。

40

【0073】

つまり、本発明の一実施例に係る音響共振器1において、上記連結電極30の厚さ $t_a$ は、少なくとも1,000より厚く提供されることを特徴とすることができる。

【0074】

図2は、本発明の音響共振器1を示す平面図であり、これを参照すると、上記フレーム部20は、上記中空部3に対応する領域の周り方向に連続して形成されることで、上記共振部10で発生した音響波の損失を防止することができる。

【0075】

つまり、本発明の一実施例に係る音響共振器1の上記フレーム部20は、上記中空部3

50

に対応する領域の周り方向に連続するように連結して提供されることを特徴とすることができる。

【0076】

このように、上記フレーム部20を連続した形状で形成させることで、また、上記共振部10の電極を密閉する形状で形成することで、上記音響波の損失を減少させることができる理由は、上記共振部10の電極面上の全ての方向で上記音響波が離脱する経路を遮断するからである。

【0077】

図3は、本発明の音響共振器1において、フレーム部20の実施例を示す断面図であり、これを参照すると、上記フレーム部20は、上記共振部10の電極と異なる性質の素材で形成されるか、他の性質に改質して提供されることで、上記音響波を反射するように構成することができる。

10

【0078】

つまり、本発明の一実施例に係る音響共振器1の上記フレーム部20は、上記フレーム部20が提供される上記共振部10の電極と異なる性質の素材で形成され、上記中空部3に対応する領域の周り方向に提供されることを特徴とすることができる。

【0079】

また、本発明の一実施例に係る音響共振器1の上記フレーム部20は、上記フレーム部20が提供される上記共振部10の電極と同じ素材で形成し、他の性質に改質して提供され、上記中空部3に対応する領域の周り方向に提供されることを特徴とすることができる。

20

【0080】

このように、上記フレーム部20が上記共振部10の電極とは異なる素材または他の性質に改質して提供されることで、上記フレーム部20が上記音響波を反射できるのは、上記共振部10の電極とは上記音響波の伝達環境が変更されるからである。

【0081】

つまり、上記フレーム部20は、上記共振部10の電極とは異なる素材または他の性質に改質されることで、音響波伝達と関連した密度、弾性係数などの性質が上記共振部10の電極と変わるからである。これにより、上記フレーム部20では、上記音響波を反射させることができる。

30

【0082】

以下では、本発明の他の実施例である音響共振器1の製造方法を説明する。

【0083】

先ず、図4～図7は、本発明の音響共振器1の製造方法を示す断面図であるが、これを参照すると、本発明の他の実施例に係る音響共振器1の製造方法は、基板2に共振部10を形成し、上記基板2と上記共振部10との間の一部に犠牲層3aを形成する共振部10の形成段階、上記共振部10の少なくとも一つの電極にフレーム部20を形成するフレーム部20の形成段階、上記フレーム部20が形成される上記共振部10の電極と外部電極とを連結する連結電極30を形成し、上記フレーム部20が形成される上記共振部10の電極より厚さを薄く形成する連結電極30の形成段階、及び上記基板2と上記共振部10との間に形成された犠牲層3aを除去して中空部3を形成する中空部3の形成段階を含むことができることが分かる。

40

【0084】

上記共振部10の形成段階は、上記基板2上に上記共振部10の第1の電極11、圧電体12、第2の電極13等を積層する段階である。これは、図4に示している。

【0085】

但し、上記基板2と上記共振部10の第1の電極11との間に中空部3を形成するために、上記基板2と上記第1の電極11との一部には、犠牲層3aが形成されることができる。

【0086】

50

つまり、上記基板 2 の上部に犠牲層 3 a を形成するが、この犠牲層 3 a の材質としては、二酸化シリコン、ポリシリコンまたはポリマーなどを使用することができる。

【0087】

このような犠牲層 3 a は、以後、中空部 3 の形成段階でエッチング工程を通じて除去されて中空部 3 を形成する。

【0088】

次いで、上記基板 2 または上記犠牲層 3 a の上部に、第 1 の電極 1 1 と圧電体 1 2、第 2 の電極 1 3 を順次に形成する。

【0089】

この時、上記第 1 の電極 1 1 を形成する前に、阻止層 5、メンブレイン層 4などを形成することもできる。

【0090】

上記第 1 の電極 1 1 は、上記犠牲層 3 a を含む上記基板 2 の上部に導電層を蒸着することで形成することができる。同様に、上記圧電体 1 2 は、上記第 1 の電極 1 1 上に圧電物質を蒸着することで形成することができる。

【0091】

そして、上記第 1 の電極 1 1 は、モリブデン (Mo)、金、ルテニウム、アルミニウム、白金、チタン、タングステン、パラジウム、クロム、ニッケル、イリジウム等の多様な金属で形成することができる。

【0092】

上記圧電体 1 2 は、窒化アルミニウム (AlN)、酸化亜鉛 (ZnO) や二酸化シリコン (SiO<sub>2</sub>)、ドーピングされた酸化亜鉛 (例えば、W-ZnO)、ドーピングされた窒化アルミニウム (例えば、Sc-AlN、MgZr-AlN、Cr-AlN、Er-AlN、Y-AlN) 等の多様な圧電材質を利用して形成することができる。

【0093】

ここで、上記第 1 の電極 1 1 と圧電体 1 2 は、フォトリソグラフィ工程を通じてパターンニングを行った後、パターンニングされたフォトレジストをマスクとして不要な部分を除去することで、必要なパターンで形成することができる。

【0094】

これを通じて、上記圧電体 1 2 は、第 1 の電極 1 1 の上部のみに残り、そこで、第 1 の電極 1 1 は、圧電体 1 2 の周辺にさらに突き出す形態で形成することができる。

【0095】

上記第 2 の電極 1 3 は、上記圧電体 1 2 と上記第 1 の電極 1 1 上に導電層を形成した後、導電層上でフォトリソグラフィ工程を通じてパターンニングされた後、フォトレジストをマスクとして必要なパターンで形成することができる。

【0096】

このような上記第 2 の電極 1 3 は、ルテニウム (Ru)、金、モリブデン、アルミニウム、白金、チタン、タングステン、パラジウム、クロム、ニッケル、イリジウムなどの多様な金属によって形成することができる。

【0097】

一方、上記第 2 の電極 1 3 と圧電体 1 2 の上部に保護層を形成することもできる。上記保護層は、絶縁物質で形成することができるが、ここで絶縁物質としては、シリコンオキサイド系列、シリコンナイトライド系列及びアルミニウムナイトライド系列の物質が含まれることができる。

【0098】

上記フレーム部 2 0 の形成段階は、上記共振部 1 0 の電極の少なくともいずれか一つの電極にフレーム部 2 0 を形成する段階である。これは、図 5 に示している。

【0099】

つまり、上記フレーム部 2 0 の形成段階は、上記共振部 1 0 の電極にフレーム部 2 0 を形成する素材を蒸着することで形成することができる。

10

20

30

40

50

## 【0100】

このように、上記フレーム部20は、上記第1の電極11または第2の電極13に形成されることで突き出した形状で形成することができ、上記第1の電極11または第2の電極13と同じ素材で形成して提供することができる。

## 【0101】

特に、上記フレーム部20は、上記共振部10の電極に対称的な形状で形成することで、上記共振部10で発生させる音響波の損失を防止することができる。

## 【0102】

つまり、本発明の他の実施例に係る音響共振器1の製造方法の上記フレーム部20の形成段階は、上記フレーム部20を対称的な形状で上記共振部10の電極に形成することを特徴とすることができる。

10

## 【0103】

一方、上記フレーム部20の形成段階は、上記フレーム部20を形成する素材を上記共振部10の電極上に蒸着した後、フォトリソグラフィ工程を通じて必要なパターンで形成することができる。フレーム部20を形成する素材を蒸着する過程は、図5の(a)に示されており、上記フレーム部20の必要なパターンのみを残すように形成したことは、図5の(b)に示している。

## 【0104】

上記連結電極30の形成段階は、上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極と外部電極とを連結するように連結電極30を形成する段階である。これは、図6に示している。

20

## 【0105】

特に、上記連結電極30の形成段階は、上記フレーム部20が形成された上記共振部10の電極の厚さ $t_b$ より上記連結電極30の厚さ $t_a$ を薄く形成することで、上記フレーム部20の対称特性の低下を防止する。

## 【0106】

さらに具体的には、本発明の他の実施例に係る音響共振器1の製造方法の上記連結電極30の形成段階は、上記フレーム部20が形成される上記共振部10の電極の形成と同時に蒸着して連結層30aを形成し、上記連結層30aを上記フレーム部20が形成される上記共振部10の電極と連結して形成する連結層30aの形成段階、及び上記連結層30aを上記フレーム部20が形成される上記共振部10の電極の厚さ $t_b$ より薄くエッチングする厚さエッチング段階を含むことができる。

30

## 【0107】

つまり、上記連結電極30を形成する実施例であり、目標の厚さより厚く上記連結層30aを形成した後、エッチングによって目標の厚さ $t_a$ で上記連結電極30を形成する。

## 【0108】

但し、上記連結電極30の形成段階は、前述した実施例に限定されるものではなく、前述した実施例以外の実施例は、図8及び図9を参照して後述する。

## 【0109】

そして、上記連結電極30を形成した後、さらに周波数トリミングに利用可能な接続部が形成されることができる。

40

## 【0110】

このような接続部は、エッチングを通じて保護層を部分的に除去して孔を形成することで、第1の電極11または第2の電極13と連結された連結電極30を外部に露出させた後、金(Au)または銅(Cu)などを第1の電極11上に蒸着して形成することができる。

## 【0111】

上記中空部3の形成段階は、上記犠牲層3aを除去して中空部3を形成する段階である。これは、図7に示している。

## 【0112】

50

このため、具体的に上記犠牲層 3 a は、乾式エッチングを通じて除去されることができ  
るが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【 0 1 1 3 】

例えば、犠牲層 3 a をポリシリコンで形成する場合、この犠牲層 3 a は、ニフッ化キセ  
ノン (  $X e F_2$  ) などのような乾式エッチング用ガスを通じて除去されることができ  
る。

【 0 1 1 4 】

図 8 及び図 9 は、本発明の音響共振器 1 の製造方法において、連結電極 3 0 の形成段階  
の実施例を示す断面図である。

【 0 1 1 5 】

先ず、図 8 を参照すると、本発明の他の実施例に係る音響共振器 1 の製造方法の上記連  
結電極 3 0 の形成段階は、上記フレーム部 2 0 が形成され、上記中空部 3 に対応する領域  
に形成される上記共振部 1 0 の電極を覆うように蒸着し、上記外部電極と連結する領域ま  
で一定の厚さ  $t a$  で蒸着することを特徴とすることができる。

10

【 0 1 1 6 】

つまり、図 8 の ( a ) に示すように、上記フレーム部 2 0 が形成された共振部 1 0 の電  
極が提供されると、図 8 の ( b ) に示すように、連結電極 3 0 を形成する素材は、上記共  
振部 1 0 の電極を覆いながらも外部電極と連結する領域まで同一の厚さ  $t a$  で蒸着して、  
連結電極 3 0 を形成する。

【 0 1 1 7 】

このように上記連結電極 3 0 を形成する時、上記連結電極 3 0 を形成する素材は、上記  
共振部 1 0 の電極と同じ素材で形成される。即ち、上記共振部 1 0 の電極上に蒸着する部  
分は、最終的には電極の一部となる。これにより、上記共振部 1 0 の電極の厚さ  $t b$  も、  
最終的には上記連結電極 3 0 よりは厚くなる。

20

【 0 1 1 8 】

ここで、さらに蒸着した連結電極 3 0 は、共振部 1 0 上で追加パターンニングをして、図  
1 のような形状を作ることができる。

【 0 1 1 9 】

図 9 を参照すると、本発明の他の実施例に係る音響共振器 1 の製造方法の上記連結電極  
3 0 の形成段階は、上記フレーム部 2 0 が形成され、上記中空部 3 に対応する領域に形成  
される上記共振部 1 0 の電極に連結して蒸着し、上記フレーム部 2 0 が形成される上記共  
振部 1 0 の電極と異なる素材で形成されることを特徴とすることができる。

30

【 0 1 2 0 】

つまり、図 9 の ( a ) に示すように、上記フレーム部 2 0 が形成された共振部 1 0 の電  
極が提供されると、図 9 の ( b ) に示すように、連結電極 3 0 を形成する素材は、上記共  
振部 1 0 の電極の端部と外部電極を連結する領域のみ蒸着して形成され、上記共振部 1 0  
の電極上の他の部分には蒸着しない。

【 0 1 2 1 】

特に、この時、上記連結電極 3 0 を形成する素材は、上記共振部 1 0 の電極とは異なる  
素材で形成することで、上記共振部 1 0 電極に形成されたフレーム部 2 0 の対称性を損な  
わないように構成することができる。

40

【 符号の説明 】

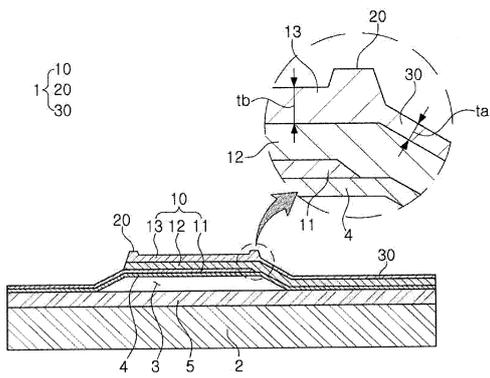
【 0 1 2 2 】

- 1 音響共振器
- 2 基板
- 3 中空部
- 4 メンブレイン層
- 5 阻止層
- 1 0 共振部
- 1 1 第 1 の電極
- 1 2 圧電体

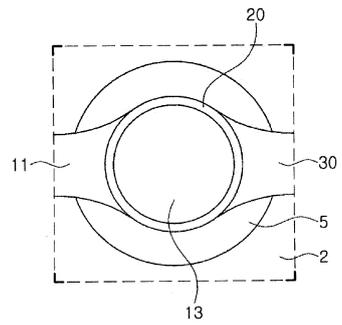
50

- 1 3 第 2 の電極
- 2 0 フレーム部
- 3 0 連結電極

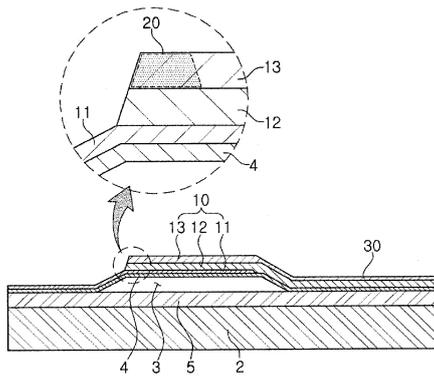
【 図 1 】



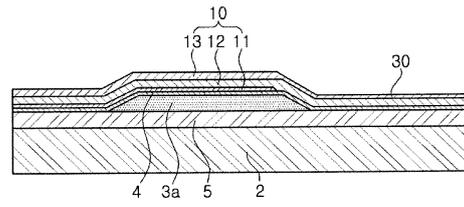
【 図 2 】



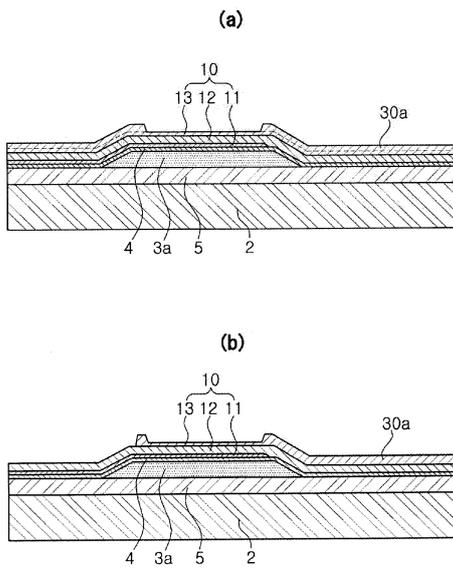
【図3】



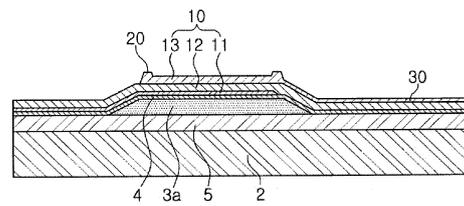
【図4】



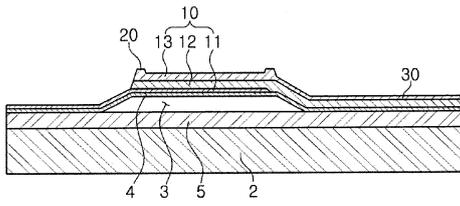
【図5】



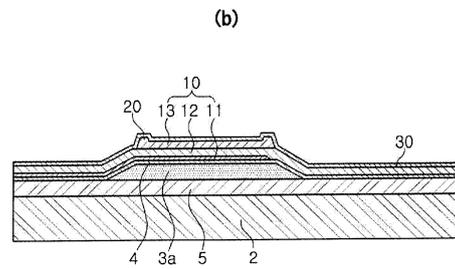
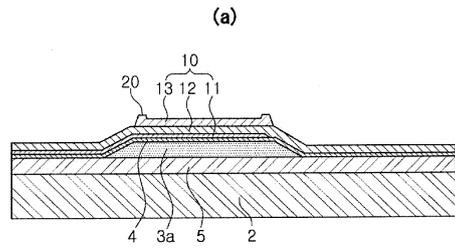
【図6】



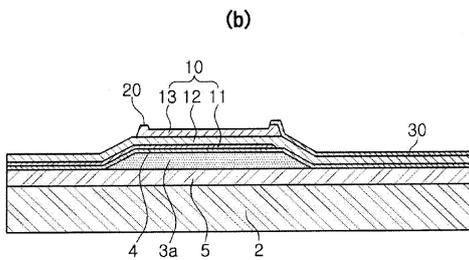
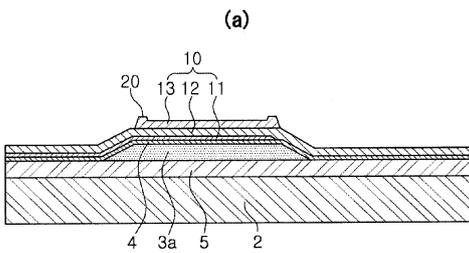
【図 7】



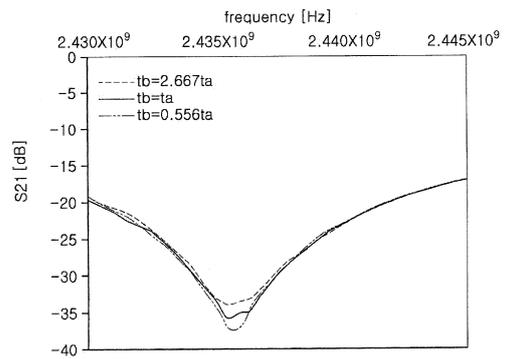
【図 8】



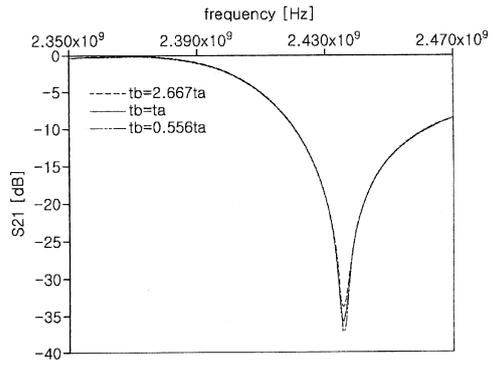
【図 9】



【図 10】



【 1 1 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 リー、ムーン チュル  
大韓民国、キョンギ - ド、スウォン - シ、ヨントン - グ、(マエタン - ドン)マエヨン - ロ 15  
0 サムソン エレクトロ - メカニックス カンパニーリミテッド . 内
- (72)発明者 リー、ジェ チャン  
大韓民国、キョンギ - ド、スウォン - シ、ヨントン - グ、(マエタン - ドン)マエヨン - ロ 15  
0 サムソン エレクトロ - メカニックス カンパニーリミテッド . 内
- (72)発明者 ソン、サン ウク  
大韓民国、キョンギ - ド、スウォン - シ、ヨントン - グ、(マエタン - ドン)マエヨン - ロ 15  
0 サムソン エレクトロ - メカニックス カンパニーリミテッド . 内
- (72)発明者 リー、テ フン  
大韓民国、キョンギ - ド、スウォン - シ、ヨントン - グ、(マエタン - ドン)マエヨン - ロ 15  
0 サムソン エレクトロ - メカニックス カンパニーリミテッド . 内

審査官 橋本 和志

- (56)参考文献 国際公開第2010/095640(WO, A1)  
特開2008-109414(JP, A)  
特開2009-200714(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H03H 9/17  
H03H 3/02