

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5059897号  
(P5059897)

(45) 発行日 平成24年10月31日(2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月10日(2012.8.10)

(51) Int.Cl.	F I		
<b>HO3H 3/02 (2006.01)</b>	HO3H 3/02		B
<b>HO1L 41/22 (2006.01)</b>	HO1L 41/22		Z
<b>HO1L 41/18 (2006.01)</b>	HO1L 41/18	1 O 1 A	
<b>HO1L 41/09 (2006.01)</b>	HO1L 41/09		C
<b>HO3H 9/19 (2006.01)</b>	HO3H 9/19		E

請求項の数 8 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2010-69446 (P2010-69446)	(73) 特許権者	000232483
(22) 出願日	平成22年3月25日 (2010.3.25)		日本電波工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-199817 (P2011-199817A)		東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 NAビル
(43) 公開日	平成23年10月6日 (2011.10.6)	(74) 代理人	100106541
審査請求日	平成23年12月22日 (2011.12.22)		弁理士 伊藤 信和
(31) 優先権主張番号	特願2010-38193 (P2010-38193)	(72) 発明者	佐々木 啓之
(32) 優先日	平成22年2月24日 (2010.2.24)		埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	島尾 憲治
前置審査			埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内
		(72) 発明者	石川 学
			埼玉県狭山市大字上広瀬1275番地の2 日本電波工業株式会社狭山事業所内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電振動片の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電材を基材とする圧電基板と前記圧電基板上に形成された励振電極とを備え、前記圧電基板は外周部に外周側ほど階段状に薄肉になる階段領域を有し、前記階段領域は最外周側より1段内周側の段差である第1メサ段部と、第1メサ段部より内周側の段差である第2メサ段部とにより構成された圧電振動片の製造方法において、

前記圧電基板の主面に金属膜を形成する金属膜形成工程と、

前記金属膜形成工程後に、前記圧電材を基材とする圧電材ウエハに貫通溝を形成して前記圧電基板の外形を形成する貫通溝形成工程と、

前記金属膜の表面にフォトリソ膜を形成するフォトリソ膜形成工程と、

フォトリソ膜を介して前記フォトリソ膜を露光して前記第1メサ段部の平面形状にレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、

前記レジストパターンに被覆されていない前記金属膜をエッチングして金属膜パターンを形成する金属膜パターン形成工程と、

前記金属膜パターンを保護膜として前記圧電基板をエッチングして前記第1メサ段部を形成する第1メサ段部形成工程と、

前記第1メサ段部形成工程後に、前記レジストパターンの裏面に形成されている前記金属膜パターンを前記金属膜パターンの側面よりエッチングする金属膜エッチング工程と、

前記金属膜エッチング工程後に、側面がエッチングされた前記金属膜パターンを保護膜として前記圧電基板をエッチングして第2メサ段部を形成する第2メサ段部形成工程と、

10

20

を備える圧電振動片の製造方法。

【請求項 2】

前記金属膜は、前記圧電基板の表面に形成される第 1 層と前記第 1 層の表面に形成される第 2 層とを有する請求項 1 に記載の圧電振動片の製造方法。

【請求項 3】

前記金属膜エッチング工程は、前記第 1 層のエッチングを行い、前記第 1 層のエッチング後に前記第 2 層をエッチングする請求項 2 に記載の圧電振動片の製造方法。

【請求項 4】

前記金属膜エッチング工程は、前記第 1 層のみをエッチングする請求項 2 に記載の圧電振動片の製造方法。

10

【請求項 5】

前記金属膜エッチング工程と前記第 2 メサ段部形成工程とを複数回繰り返すことにより、複数の第 2 メサ段部を形成する請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の圧電振動片の製造方法。

【請求項 6】

前記レジストパターン形成工程から前記第 2 メサ段部形成工程は、前記圧電基板の一方の主面についてのみ行われる請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の圧電振動片の製造方法。

【請求項 7】

前記第 2 メサ段部形成工程後に、前記圧電基板に前記励振電極を形成する電極形成工程を備え、

20

前記電極形成工程は、前記圧電基板が前記圧電材ウエハに取り付けられた状態で行われる請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の圧電振動片の製造方法。

【請求項 8】

圧電材を基材とする圧電基板上に励振電極が形成された圧電振動片を製造する製造方法において、

前記圧電基板の表面に第 1 層金属膜と前記第 1 層金属膜の表面に第 2 層金属膜を形成する金属膜形成工程と、

前記金属膜形成工程後に、前記圧電材ウエハに貫通溝を形成して前記圧電基板の外形を形成する貫通溝形成工程と、

30

前記貫通溝形成工程後に現れた前記第 1 層金属膜をその側面よりエッチングする第 1 金属膜エッチング工程と、

前記第 1 金属膜エッチング工程後に、前記メサ段部形成工程前に前記第 2 層金属膜をエッチングする第 2 金属膜エッチング工程と、

第 2 金属膜エッチング工程後に、側面がエッチングされた前記第 1 金属膜を保護膜として前記圧電基板をエッチングしてメサ段部を形成するメサ段部形成工程と、  
を備える圧電振動片の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、主面の外周に階段領域を設けた圧電振動片の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

A T カットの水晶振動片などは厚み滑り振動片の代表的なものとして知られている。これらの圧電振動片をパッケージ内に収納した圧電振動子、または圧電振動片および発振回路をパッケージ内に収納し圧電発振器は、各種の電子機器に周波数の基準源として広く採用される。圧電振動子または圧電発振器の周波数帯域は、一般に 2 MHz ~ 100 MHz であり小型化が進んでいる。例えば 5 MHz 以下の周波数帯域の圧電振動片では、圧電振動片の主面の外周に傾斜領域を設けるベベル加工やコンベックス加工等の曲面加工が施され

50

る。

【0003】

ベベル加工やコンベックス加工等の曲面加工は、特許文献1に開示されるように、一般にバレル研磨法と呼ばれる方法で圧電振動片の外周に傾斜領域を形成している。バレル研磨法は、球形の研磨容器、円筒形の研磨容器または太鼓状の研磨容器の中に研磨剤と複数の圧電振動片とが入れられた状態で研磨容器が回転することで、圧電振動片の主面の外周を研磨する。そして、圧電振動片の研磨後に、各圧電振動片に対して励振電極が形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2002-18698号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、適切な傾斜領域を形成するためには、圧電振動片の大きさに合わせて複数の研磨容器を用意しなければならなかった。このため多品種少量生産には不適な場合があった。また、バレル研磨法では圧電振動片を研磨した後に、各圧電振動片に個別に電極を形成しなければならないため、量産性が悪いという問題があった。

【0006】

20

本発明は、以上の課題を解決するためになされたもので、適切な傾斜領域が形成され、量産性を向上させた圧電振動片の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1観点の圧電振動片の製造方法は、圧電材を基材とする圧電基板と圧電基板上に形成された励振電極とを備え、圧電基板は外周部に外周側ほど階段状に薄肉になる階段領域を有し、前記階段領域は最外周側より1段内周側の段差である第1メサ段部と、第1メサ段部より内周側の段差である第2メサ段部とにより構成された圧電振動片の製造方法において、圧電基板の主面に金属膜を形成する金属膜形成工程と、金属膜形成工程後に、圧電材を基材とする圧電材ウエハに貫通溝を形成して圧電基板の外形を形成する貫通溝形成工程と、金属膜の表面にフォトリソ膜を形成するフォトリソ膜形成工程と、フォトリソマスクを介して前記フォトリソ膜を露光して第1メサ段部の平面形状にレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、レジストパターンに被覆されていない金属膜をエッチングして金属膜パターンを形成する金属膜パターン形成工程と、金属膜パターンを保護膜として圧電基板をエッチングして第1メサ段部を形成する第1メサ段部形成工程と、第1メサ段部形成工程後に、前記レジストパターンの裏面に形成されている金属膜パターンを金属膜パターンの側面よりエッチングする金属膜エッチング工程と、金属膜エッチング工程後に、側面がエッチングされた金属膜パターンを保護膜として圧電基板をエッチングして第2メサ段部を形成する第2メサ段部形成工程と、を備える。

30

【0008】

40

第2観点の圧電振動片の製造方法は、第1観点において、金属膜は圧電基板の表面に形成される第1層と第1層の表面に形成される第2層とを有する。

【0009】

第3観点の圧電振動片の製造方法は、第2観点において、金属膜エッチング工程は、第1層のエッチングを行い、第1層のエッチング後に第2層をエッチングする。

【0010】

第4観点の圧電振動片の製造方法は、第2観点において、金属膜エッチング工程は、第1層のみをエッチングする。

【0011】

第5観点の圧電振動片の製造方法は、第1観点から第4観点において、金属膜エッチン

50

グ工程と第 2 メサ段部形成工程とを複数回繰り返すことにより、複数の第 2 メサ段部を形成する。

【 0 0 1 2 】

第 6 観点の圧電振動片の製造方法は、第 1 観点から第 5 観点において、レジストパターン形成工程から第 2 メサ段部形成工程は、圧電基板の一方の主面についてのみ行われる。

【 0 0 1 3 】

第 7 観点の圧電振動片の製造方法は、第 1 観点から第 6 観点において、第 2 メサ段部形成工程後に、圧電基板に励振電極を形成する電極形成工程を備え、電極形成工程は、圧電基板が前記圧電材ウエハに取り付けられた状態で行われる。

【 0 0 1 4 】

第 8 観点の圧電振動片の製造方法は、圧電材を基材とする圧電基板上に励振電極が形成された圧電振動片を製造する製造方法において、圧電基板の表面に第 1 層金属膜と前記第 1 層金属膜の表面に第 2 層金属膜を形成する金属膜形成工程と、金属膜形成工程後に、圧電材ウエハに貫通溝を形成して圧電基板の外形を形成する貫通溝形成工程と、貫通溝形成工程後に現れた前記第 1 層金属膜をその側面よりエッチングする第 1 金属膜エッチング工程と、第 1 金属膜エッチング工程後に、側面がエッチングされた第 1 金属膜を保護膜として圧電基板をエッチングしてメサ段部を形成するメサ段部形成工程と、を備える。

【 0 0 1 5 】

第 9 観点の圧電振動片の製造方法は、第 8 観点において、第 1 金属膜エッチング工程後でメサ段部形成工程前に第 2 層金属膜をエッチングする第 2 金属膜エッチング工程を備える。

【 0 0 1 6 】

第 10 観点の圧電振動片の製造方法は、第 8 観点または第 9 観点において、第 1 金属膜エッチング工程とメサ段部形成工程とを複数回繰り返すことにより、複数のメサ段部を形成する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明は、主面の外周に適切な傾斜領域を形成し、量産性を向上させた圧電振動片の製造方法を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 ( a ) は、圧電振動片 1 0 0 の平面図である。 ( b ) は、図 1 ( a ) の A - A 断面における圧電振動片 1 0 0 の断面図である。

【 図 2 】 ( a ) は、圧電振動子 1 0 0 0 の断面図である。 ( b ) は、図 2 ( a ) の B B 断面における圧電振動子 1 0 0 0 の断面図である。

【 図 3 】 ( a ) は、圧電材ウエハ 1 5 0 の平面図である。 ( b ) は、図 3 ( a ) の点線の枠 1 6 0 を拡大した図である。 ( c ) は、圧電材ウエハ 1 5 0 に繋がれたままで、階段領域 B B、電極 E L 1 及び電極 E L 2 が形成された圧電振動片 1 0 0 の図である。

【 図 4 】 圧電基板外形形成工程を示したフローチャート及びその説明のための図である。

【 図 5 】 階段領域 B B の形成のために、圧電振動片 1 0 0 に金属膜とフォトリソ膜とを形成し、圧電振動片 1 0 0 をエッチングする箇所のフォトリソ膜と金属膜とを除去するまでのフローチャート及びその説明のための図である。

【 図 6 】 メサ加工エッチングの説明のためのフローチャート及びその説明のための図である。

【 図 7 】 図 6 ( m ) に示した圧電基板 A K の点線部 1 7 0 の拡大図を示す。

【 図 8 】 電極の形成についてのフローチャート及びその説明のための図である。

【 図 9 】 ( a ) は、圧電振動片 2 0 0 の平面図である。 ( b ) は、図 9 ( a ) の E E 断面における圧電振動片 2 0 0 の断面図である。

【 図 10 】 ( a ) は、圧電振動片 3 0 0 の平面図である。 ( b ) は、図 10 ( a ) の F - F 断面における圧電振動片 3 0 0 の断面図である。 ( c ) は、圧電振動子 3 0 0 0 の

10

20

30

40

50

断面図である。(d)は、図10(c)のG-G断面における圧電振動子3000の断面図である。

【図11】(a)は、圧電振動片400の平面図である。(b)は、図11(a)のH-H断面における断面図である。(c)は、組立前の圧電振動子4000の断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の公的な実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明の範囲は以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0020】

(第1実施例)

<圧電振動片100の構成>

図1は、圧電振動片100の構成を説明するための図である。図1を参照して、圧電振動片100の構成を説明する。図1(a)は、圧電振動片100の平面図である。図1(b)は、図1(a)のA-A断面における圧電振動片100の断面図である。

【0021】

図1(a)は、圧電振動片100の平面図である。圧電振動片100は、例えば振動周波数が4MHzであり、X軸方向に厚み滑り振動をするATカットの水晶振動片である。ATカットは結晶軸(XYZ)のY軸に直交する水晶片1の主面が、X軸を回転軸としてY軸からZ軸方向に35度15分回転してなる。圧電振動片100は厚みをY軸方向として、平面外形を矩形状(短冊状)とする。本明細書では、圧電振動片100の長さをX軸方向とし、幅をZ'軸方向とする。

【0022】

圧電振動片100の大きさは、例えば、平面外形の長辺LXが約5.25mm、短辺LZが約1.80mm、厚さTY(図1(b)参照)が約0.42mmである。圧電振動片100は、主面が長方形であり、中央部が外周部に比べて厚く形成された圧電基板AKにより構成されるメサ型の圧電振動片である。圧電基板AKは、表面及び裏面の外周部に外周側ほど薄肉になる階段状の領域(以下、階段領域とする。)BBが形成されている。階段領域BBは外周側の段差CGと内周側の段差CNとの2段の段差で構成されている。圧電基板AKの外周側の段差CGの外側の面を基部BA、圧電基板AKの内周側の段差CNの外側の面を第1メサ段部F1、内周側の段差CNの内側の面を第2メサ段部F2とする。

【0023】

第1メサ段部F1の平面外形の大きさは、基部BAの平面外形の各辺をX軸方向に長さDX1、Z'軸方向に長さDZ1だけ内側方向に小さくしている。また、第2メサ段部F2の平面外形の大きさは、第1メサ段部F1の平面外形の各辺をX軸方向に長さDX2、Z'軸方向に長さDZ2だけ内側方向に小さくしている。DX1、DX2、DZ1、DZ2の各大きさは、それぞれ約1~10μmである。

【0024】

図1(b)に示されるように、第1メサ段部F1は基部BAの+Y'軸側及び-Y'軸側に形成され、第2メサ段部F2は第1メサ段部F1の+Y'軸側及び-Y'軸側に形成されている。基部BAから見た第1メサ段部F1の高さはDY1であり、第1メサ段部F1から見た第2メサ段部F2の高さはDY2である。DY1、DY2の高さは、それぞれ約1~10μmである。

【0025】

圧電振動片100は、+Z'軸側の第2メサ段部F2上に励振電極ELR1が形成されており、-Z'軸側の第2メサ段部F2上に励振電極ELR2が形成されている。励振電極ELR1及び励振電極ELR2は、両励振電極に電圧を加えることにより圧電振動片100にX軸方向の厚み滑り振動を起こさせる。また、励振電極ELR1及び励振電極EL

10

20

30

40

50

R 2 は、圧電振動片 1 0 0 が外部の電極と接続するための電極であり圧電振動片 1 0 0 の外周部付近に形成される引出電極 E L H 1 及び引出電極 E L H 2 とそれぞれ接続されている。励振電極 E L R 1 及び引出電極 E L H 1 と、励振電極 E L R 2 及び引出電極 E L H 2 とが、それぞれ電極 E L 1 及び電極 E L 2 を構成する。電極 E L 1 及び電極 E L 2 は圧電振動片 1 0 0 の表裏面で対称になるように形成される。

#### 【 0 0 2 6 】

電極 E L 1 及び電極 E L 2 は、クロム ( C r ) 層と金 ( A u ) 層とにより構成されている。A u 層は圧電基板 A K 上に直接形成することが困難であるため、圧電基板 A K 上に C r 層を形成し、C r 層上に A u 層を形成している。

#### 【 0 0 2 7 】

圧電振動片 1 0 0 は、外周部に階段領域 B B を有することにより圧電基板 A K に形成した振動エネルギーを中央の平坦部に閉じ込めることができ、クリスタルインピーダンス ( C I ) 等を良好にする。さらに、輪郭すべりなどの不要モードを減衰させることができる。

#### 【 0 0 2 8 】

< 圧電振動子 1 0 0 0 の構成 >

圧電振動片 1 0 0 は、パッケージ内に固定されて圧電振動子として使用される。以下に、圧電振動片 1 0 0 を組み込んだ圧電振動子 1 0 0 0 について説明する。

#### 【 0 0 2 9 】

図 2 ( a ) は、圧電振動子 1 0 0 0 の断面図である。圧電振動子 1 0 0 0 は、圧電振動片 1 0 0 と、パッケージ P K と、リッド L D とを備えている。パッケージ P K は凹型の箱であり、側面部 S B とベース B S とにより構成されている。パッケージ P K 及びリッド L D はガラス、セラミックまたは水晶材料等により形成される。リッド L D は封止材 S G によってパッケージ P K に接合され、パッケージ P K 内を密封している。圧電振動片 1 0 0 は、導電性を有する導電性接着材 D S により引出電極 E L H 1 及び引出電極 E L H 2 を通してパッケージ P K の内部の 2 カ所に形成されている接続電極 S D にそれぞれ固定される。電極 E L 1 及び電極 E L 2 と接続電極 S D とはそれぞれ電氣的に接続される。また、接続電極 S D はパッケージ P K 内部を貫通する導通配線 ( 不図示 ) を通して、パッケージ P K の外部の 2 カ所に形成されている外部電極 G D とそれぞれ電氣的に接続されている。そのため、電極 E L 1 及び電極 E L 2 と外部電極 G D とは電氣的に接続されていることにな

#### 【 0 0 3 0 】

図 2 ( b ) は、図 2 ( a ) の B - B 断面における圧電振動子 1 0 0 0 の断面図である。パッケージ P K の内部には 2 カ所に接続電極 S D が形成されており、各接続電極 S D には電極 E L 1 の引出電極 E L H 1 と電極 E L 2 の引出電極 E L H 2 とがそれぞれ導電性接着材 D S を通して接着されている。圧電振動片 1 0 0 を振動させる際は、各接続電極 S D を通して励振電極 E L R 1 と励振電極 E L R 2 とに電圧が印加される。

#### 【 0 0 3 1 】

< 圧電振動片 1 0 0 の作製方法 >

圧電振動片 1 0 0 は、圧電材を基材とする圧電材ウエハ 1 5 0 に圧電振動片 1 0 0 のパターンを形成して作製される。

#### 【 0 0 3 2 】

図 3 ( a ) は、圧電材ウエハ 1 5 0 の平面図である。圧電材ウエハ 1 5 0 の周縁部の一部には結晶方向を特定するためのオリエンテーションフラット 1 5 1 が形成されている。圧電材ウエハ 1 5 0 は、例えば厚さ約 0 . 4 2 mm の人工水晶からなり、直径は 3 インチまたは 4 インチである。圧電材ウエハ 1 5 0 上には複数の圧電振動片 1 0 0 が形成される。図 3 ( a ) には 3 つの圧電振動片 1 0 0 の形成例を示している。点線の枠 1 6 0 内には、一つの圧電振動片 1 0 0 が形成されている。

#### 【 0 0 3 3 】

図 3 ( b ) は、図 3 ( a ) の点線の枠 1 6 0 を拡大した図である。圧電材ウエハ 1 5 0

10

20

30

40

50

を貫通した貫通溝 152 を形成することにより圧電振動片 100 の平面外形を形成する。この時点では、圧電振動片 100 は接続部 153 を通して圧電材ウエハ 150 と繋がっている。圧電振動片 100 は圧電材ウエハ 150 と繋がった状態で階段領域 BB、電極 EL1 及び電極 EL2 を形成することにより、一度に大量の圧電振動片 100 を作製することができる。

【0034】

図3(c)は、圧電材ウエハ 150 に繋がれたままで、階段領域 BB、電極 EL1 及び電極 EL2 が形成された圧電振動片 100 の図である。この後、ダイシングソー（不図示）を用いてダイシングライン 154 に沿って切断することにより、圧電振動片 100 は圧電材ウエハ 150 より切り離される。

10

【0035】

以下に、圧電材ウエハ 150 から図3(c)に示した圧電振動片 100 が形成されるまでを、図4から図7を参照して説明する。

【0036】

図4は、圧電基板外形形成工程を示したフローチャート及びその説明のための図である。圧電基板外形形成工程は、表面に何も形成されていないベアウエハの状態の圧電材ウエハ 150 から図3(b)に示した圧電振動片 100 の外形形成を、貫通溝 152 を形成することにより行う。図4(a)から図4(f)は、図3(b)のC-C断面における圧電振動片 100 の形成過程を示した断面図である。

20

【0037】

ステップS101は、表面に何も形成されていない圧電材ウエハ 150 の両側の主面に金属膜が蒸着又はスパッタリングにより形成する金属膜形成工程である。金属膜は、クロム(Cr)膜と金(Au)膜とにより形成される。最初にCr膜が圧電材ウエハ 150 上に形成され、次にCr膜の上にAu膜が形成される(図4(a)参照)。後述するサイドエッチングにおいてエッチング液が側面から入り込むように、Cr膜及びAu膜は厚めに形成することが好ましい。たとえばCr膜が150 以上、Au膜は1000 以上が好ましい。

【0038】

ステップS102では、Au膜の上にスピコートなどによりフォトレジストが塗布される。さらに、フォトレジストがプリベイクさせられることにより、フォトレジスト膜RMが形成される(図4(b)参照)。

30

【0039】

ステップS103では、貫通溝 152 のパターンが形成されたフォトマスクPM1を通してフォトレジスト膜RMに紫外線UVが照射される。そして、貫通溝 152 を形成する場所のフォトレジスト膜RMが露光される(図4(c)参照)。フォトレジスト膜RMの貫通溝 152 が形成される場所には露光領域RBが形成される。

【0040】

ステップS104では、フォトレジスト膜RMが現像され、露光領域RBのフォトレジスト膜RMが除去される(図4(d)参照)。

【0041】

40

ステップS105では、露光領域RBが除去された箇所のAu膜及びCr膜がエッチングにより除去される(図4(e)参照)。Au膜はたとえばヨウ素とヨウ化カリウムとの水溶液でエッチングされ、Cr膜はたとえば硝酸第2セリウムアンモニウムと酢酸との水溶液でエッチングされる。Au膜及びCr膜が除去された箇所には圧電材ウエハ 150 の表面が表れている。

【0042】

ステップS106では、Au膜及びCr膜が除去された箇所の圧電材ウエハ 150 がフッ酸などでウェットエッチングされ、貫通溝 152 が形成される(図4(f)参照)。貫通溝 152 により囲まれた領域は圧電基板AKとなる。

【0043】

50

次に、圧電振動片 100 の階段領域 BB の形成方法について、図 5 及び図 6 を参照して説明する。また、図 5 ( h ) から図 5 ( l ) 及び図 6 ( m ) から図 6 ( q ) は、図 3 ( c ) の D - D 断面における圧電振動片 100 の形成過程を示している。

【 0044 】

図 5 は、階段領域 BB の形成のために、圧電基板 AK に新たにフォトリソ膜 RM を形成し、圧電基板 AK をエッチングする箇所のフォトリソ膜と金属膜とを除去するまでのフローチャート及びその説明のための図である。

【 0045 】

ステップ S 201 は、図 4 のステップ S 106 からの続きの工程となっている。ステップ S 201 では、圧電基板 AK 上のフォトリソ膜 RM を除去する ( 図 5 ( h ) 参照 )

10

【 0046 】

ステップ S 202 では、Au 膜上にスプレーガンなどを使ってフォトリソ膜が塗布され、プリベイクによりフォトリソ膜が形成される。このフォトリソ膜形成工程は、Au 膜上の全面及び圧電基板 AK の側面にフォトリソ膜 RM が形成される ( 図 5 ( i ) 参照 ) 。

【 0047 】

ステップ S 203 では、圧電基板 AK の外周部にメサ段差部を形成するためのフォトマスク PM2 を用いてフォトリソ膜 RM が表裏面から露光される。このレジストパターン形成工程は、フォトリソ膜 RM にレジストパターン RP を形成する ( 図 5 ( j ) 参照 ) 。図 5 ( j ) では、フォトリソ膜 RM のハッチングがされている領域が露光領域 RB であり、フォトリソ膜 RM の露光領域 RB 以外の領域がレジストパターン RP となる。

20

【 0048 】

ステップ S 204 では、フォトリソ膜 RM の現像を行い、露光領域 RB を除去する ( 図 5 ( k ) 参照 ) 。

【 0049 】

ステップ S 205 は、金属膜パターン形成工程である。ステップ S 205 では、まず Au 膜のエッチングが行われ、その後に Cr 膜のエッチングが行われる ( 図 5 ( l ) 参照 ) 。レジストパターン RP によってエッチングより保護された領域の金属膜 ( Au 膜、Cr 膜 ) が金属膜パターン KP となる。金属膜エッチング後の圧電基板 AK には、± X 軸側の外周部には幅 DX1、± Z' 軸側の外周部には幅 DZ1 ( 図 1 ( a ) 参照 ) の露出部が形成される。

30

【 0050 】

次に、図 6 を参照してメサ加工エッチングの工程について説明する。メサ加工エッチングは、図 5 のステップ S 205 で露出させた領域の圧電基板 AK をエッチングして、圧電振動片 100 の階段領域 BB を形成する。図 6 は、メサ加工エッチングの説明のためのフローチャート及びその説明のための図である。また、図 6 のステップ S 301 は図 5 のステップ S 205 の続きの工程である。

【 0051 】

ステップ S 301 では、フッ酸などで圧電基板 AK のメサ加工エッチングが行われる。メサ加工エッチングにより、圧電基板 AK の表裏面の外周部には、高さ DY1、± X 軸側の幅 DX1、± Z' 軸側の幅 DZ1 の第 1 メサ段部が形成される ( 図 6 ( m ) 参照 ) 。ステップ S 301 は、金属膜パターン KP を保護膜として圧電基板 AK をエッチングして第 1 メサ段部 F1 ( 図 1 ( a ) 参照 ) を形成する第 1 メサ段部形成工程である。

40

【 0052 】

図 7 に、図 6 ( m ) に示した圧電基板 AK の点線部 170 の拡大図を示す。ステップ S 301 のメサ加工エッチングでは、図 7 の圧電基板サイドエッチング領域 SE に示すように、フッ酸などが回り込んで Cr 層下の圧電基板 AK も僅かにエッチングされる。そのため、Cr 層の露出面積は Au 層の露出面積よりも大きくなっている。

50

## 【 0 0 5 3 】

ステップ S 3 0 2 及びステップ S 3 0 3 では、レジストパターン R P が残っている状態で金属膜パターン K P が側面 ( X 軸又は Z ' 軸方向 ) からサイドエッチングされる。

ステップ S 3 0 2 では、硝酸第 2 セリウムアンモニウムと酢酸との水溶液を使って C r 層のサイドエッチングが行われる。C r 層のサイドエッチングは、A u 層が C r 層の上面に形成され、C r 層の側面が露出した状態でエッチングが行われることをいう。C r 層が A u 層で覆われて C r 層の側面が露出した状態で、C r 層のウエットエッチングをした場合、C r 層の側面からその内側方向へエッチングされる。C r 層の側面のエッチング量は ± X 軸方向に幅 D X 2 となる量を目安とする ( 図 6 ( n ) 参照 ) 。

## 【 0 0 5 4 】

ステップ S 3 0 3 では、ヨウ素とヨウ化カリウムとの水溶液で A u 層のサイドエッチングが行われる。A u 層のサイドエッチングは、フォトリジスト膜 R M が A u 層の上面に形成され、A u 層の側面が露出した状態でエッチングが行われることをいう。A u 層は C r 層のサイドエッチングと同じ幅 D X 2 だけエッチングされるように行われる ( 図 6 ( o ) 参照 ) 。

## 【 0 0 5 5 】

ステップ S 3 0 4 では、フッ酸などで圧電基板 A K のメサ加工エッチングが行われる ( 図 6 ( p ) 参照 ) 。このメサ加工エッチングでは圧電基板 A K が Y ' 軸方向に高さ D Y 2 だけエッチングされる。これによって第 2 メサ段部 F 2 ( 図 1 ( a ) 参照 ) が形成される。ステップ S 3 0 4 は、第 2 メサ段部形成工程である。

## 【 0 0 5 6 】

ステップ S 3 0 4 のメサ加工エッチングが終了した時点で、圧電基板 A K の外形は圧電振動片 1 0 0 の外形に形作られる。更に、ここからメサ加工エッチングの工程を繰り返してさらに階段領域 B B のメサ段部を形成することも可能である。その場合は、ルート R 1 に示すようにステップ S 3 0 4 からステップ S 3 0 2 へ戻る。ルート R 1 を繰り返した回数だけ、段部の数を増やすことができる。ステップ S 3 0 4 後に階段領域 B B の形成を終了する場合は、ルート R 2 を進んでステップ S 3 0 5 に向かう。

## 【 0 0 5 7 】

ステップ S 3 0 5 では、圧電基板 A K 上に残っているレジストパターン R P と、A u 膜と、C r 膜との除去が行われる ( 図 6 ( q ) 参照 ) 。圧電基板 A K 上には階段領域 B B が形成されている。

## 【 0 0 5 8 】

図 5 の及び図 6 で示された階段領域 B B の形成工程 ( ステップ S 2 0 1 ~ S 3 0 5 ) では、金属膜としてクロム C r と金 A u とを用いた。しかし、金属膜をクロム C r 層のみとして階段領域 B B を形成することも可能である。たとえばステップ S 2 0 1 で C r 層のみを形成し、ステップ S 2 0 5 では C r 層のエッチングが行われる。さらにステップ S 3 0 2 において、C r 層のサイドエッチングが行われる。この場合、ステップ S 3 0 3 は行われない。

## 【 0 0 5 9 】

またステップ S 2 0 1 で C r 層と A u 層とが形成されたとしても、図 6 のステップ S 3 0 2 に示した C r 層のエッチングの工程のみを行い、ステップ S 3 0 3 の A u 層のエッチングを行わなくても良い。この場合、C r 層のサイドエッチングは、A u 層が C r 層の上面に形成され、フォトリジスト膜 R M が A u 層の上面に形成された図 6 ( n ) 状態で行われる。そして、C r 層の側面のみが露出した状態で、C r 層の側面からその内側方向へエッチングされる。

## 【 0 0 6 0 】

さらに、ステップ S 3 0 2 に示した C r 層のエッチングと、ステップ S 3 0 3 に示した A u 層のエッチングとの順序は逆になっても良い。しかし、ステップ S 3 0 1 では図 7 に

10

20

30

40

50

示したようにCr層の露出面積はAu層の露出面積よりも大きくなっており、Cr層の方がAu層よりもエッチングしやすい。そのため、Cr層のエッチングを先に行い、Au層のエッチングは、Cr層のエッチングを先に行ってAu層の露出面積を大きくした後にいう方が好ましい。また、Au層がCr層まで拡散していた場合など、Au層を先にエッチングするとCr層の一部までもエッチングされることがある。このようなことを防ぐためにもCr層のエッチングを先に行う方が好ましい。

#### 【0061】

上記の実施例では第1メサ段部の形成をステップS301で行ったが、ステップS106の後に行うことも可能である。図4(f)の圧電基板AKにはCr層の下部に図7に示すような圧電基板サイドエッチング領域SE(図4(f)では突出部TSは形成されていない)があり、Cr層の露出面積が大きくなっているため、Cr層のエッチングを行いやすい。そのため、ステップS106の後にCr層のサイドエッチングを行い、Cr層のサイドエッチング後にAu層のサイドエッチングを行って圧電基板AKの表裏面の外周部を露出させ、圧電基板AKをメサ加工エッチングすることでも容易にメサ段部を形成できる。また、Au層のサイドエッチングは行わず、Cr層のサイドエッチングのみを行うことでもメサ段部を形成することができる。

10

#### 【0062】

図8は、圧電振動片100への電極形成工程を説明するためのフローチャート及びその説明のための図である。圧電振動片100への電極形成工程では、階段領域BBが形成された後の圧電基板AKに電極EL1及び電極EL2が形成される。また、図8のステップS401は図6のステップS305から続く工程である。

20

#### 【0063】

ステップS401では、圧電基板AKの全面(圧電基板AKの表裏面、階段領域BBおよび側面)にCr膜が形成され、Cr膜上の全面にAu膜が形成される。さらに、Au膜上には全面にフォトレジスト膜RMが形成される(図8(r)参照)。Cr膜及びAu膜の形成には蒸着又はスパッタリングを用いる。フォトレジスト膜RMの形成では、フォトレジストがスプレーガンなどにより塗布され、フォトレジストの塗布後にはプリベイクが行われる。

30

#### 【0064】

ステップS402では、電極EL1のパターン形状を有するフォトマスク(不図示)を使用してフォトレジスト膜RMの露光及び現像が行われる。これにより、電極EL1の形状と同様なAu膜が現れる。電極EL1と電極EL2とは圧電基板AKの表裏で対称であるため、同じパターンを有するフォトマスクが圧電基板AKの表裏の電極形成に使用される(図8(s)参照)。

#### 【0065】

ステップS403では、Au膜及びCr膜のエッチングが行われる。まず、フォトレジスト膜RMが形成されていない箇所のAu膜のエッチングが行われ、次にAu膜が形成されていない箇所のCr膜のエッチングを行う。その結果、圧電基板AK上には、フォトレジスト膜RMが露光されていない箇所のAu膜とCr膜とが残ることになる(図8(t)参照)。

40

#### 【0066】

ステップS404では、フォトレジスト膜RMを除去する。フォトレジスト膜RMを除去した状態を示した図8(u)は、図3(c)のD-D断面の断面図となる。

#### 【0067】

以上に示したように、圧電振動片100では、露光技術を使用して階段領域BBを形成する。そのため、バレル研磨法を用いた場合に比べ、加工時の形状誤差を小さくすることができ、圧電振動片100の特性値のばらつきを抑えることができる。また、微小化が進む圧電振動片100の形状に合わせて、平面方向に厚さの薄い階段領域BBを形成するこ

50

とができる。このため励振電極 E L R 1 及び励振電極 E L R 2 を形成するための平面の面積を確保することが容易になる。さらに、バレル研磨法では、階段領域 B B を形成した後に、各圧電振動片 1 0 0 の電極を個別に形成していた。しかし、実施例のような階段領域 B B の形成方法では、圧電材ウエハ 1 5 0 から取り外すことなく階段領域 B B を形成するため、一度に大量の圧電振動片 1 0 0 の電極を形成することができる。

#### 【 0 0 6 8 】

さらに、実施例に示した階段領域 B B の形成では、一度の A u 層、C r 層およびフォトレジスト膜 R M を形成すれば、複数のメサ段部を形成することができる。また、ステップ S 3 0 2 及びステップ S 3 0 3 の A u 層及び C r 層のエッチング量、ステップ S 3 0 4 の圧電基板 A K のメサ加工エッチングにおける圧電基板 A K のエッチング量及び回数を調節することにより、階段領域 B B の幅、高さ、メサ段部の段数等を調節することができる。特に第 1 メサ段部 F 1 の平面の形状及び大きさは自由に決めることができる。

#### 【 0 0 6 9 】

##### ( 第 2 実施例 )

第 1 実施例の圧電振動片 1 0 0 は、表裏面で同じ形状の階段領域 B B が形成されていた。しかし、階段領域 B B は表裏面で異なる形状又は片側の面のみに形成されていても良い。図 9 に、片側の面のみに階段領域 B B が形成された圧電振動片 2 0 0 を示す。

#### 【 0 0 7 0 】

##### < 圧電振動片 2 0 0 の構成 >

図 9 ( a ) は、圧電振動片 2 0 0 の + Y ' 軸側の平面図である。圧電振動片 2 0 0 は、例えば X 軸方向に厚み滑り振動をする A T カットの水晶振動片である。圧電振動片 2 0 0 の + Y ' 軸側の面には圧電振動片 1 0 0 と同じ形状の階段領域 B B が形成されている。

#### 【 0 0 7 1 】

図 9 ( b ) は、図 9 ( a ) の E - E 断面における圧電振動片 2 0 0 の断面図である。 - Y ' 軸側の面には階段領域 B B が形成されておらず、平坦な面になっている。 - Y ' 軸側の面に形成された励振電極 E L R 2 は、 + Y ' 軸側の面に形成された励振電極 E L R 1 と同じ形状、大きさを有している。

#### 【 0 0 7 2 】

圧電振動片 2 0 0 は、片面のみにメサ段部が形成されているプラノメサ構造を有している。メサ段部は、片面のみに形成された場合でも表裏両面にメサ段部を有しないストリップ構造と比べると、振動エネルギーを励振電極下に集中させることができるため、C I 値を低下させるのに十分に有効である。

#### 【 0 0 7 3 】

##### < 圧電振動片 2 0 0 の作製方法 >

圧電振動片 2 0 0 の作製方法は、基本的には圧電振動片 1 0 0 と同じである。ただし、圧電振動片 2 0 0 は片側の面のみに階段領域 B B を形成すれば良いため、図 5 及び図 6 で説明した階段領域 B B の形成方法では、圧電基板 A K の片側の面のみの加工を行えばよい。具体的には、図 5 のステップ S 2 0 1 の金属膜の蒸着の工程では、圧電基板 A K の + Y ' 軸側の面のみに金属膜を蒸着すればよい。そのため、ステップ S 2 0 2 では、圧電基板 A K の + Y ' 軸側の面にのみにフォトレジストを塗布すればよい。更に、ステップ S 2 0 3 では + Y ' 軸側の面のみを露光すればよい。

#### 【 0 0 7 4 】

##### ( 第 3 実施例 )

##### < 圧電振動片 3 0 0 の構成 >

図 1 0 ( a ) は、圧電振動片 3 0 0 の平面図である。圧電振動片 3 0 0 は、例えば X 軸方向に厚み滑り振動をする A T カットの水晶振動片である。圧電振動片 3 0 0 の圧電基板 A K の外形は、圧電振動片 1 0 0 の圧電基板 A K の平面外形と同様の形状を有している。圧電振動片 3 0 0 には、2 つの電極 E L 1 と電極 E L 2 とが形成されている。 + Y ' 軸側の面と - Y ' 軸側の面との平面領域にはそれぞれ励振電極 E L R 1 及び励起電極 E L R 2 が形成されており、 + X 軸側の辺の全体に形成された引出電極 E L H 1 及び - X 軸側の辺

10

20

30

40

50

の全体に形成された引出電極 E L H 2 とそれぞれ接続している。また、励起電極 E L R 1 及び励起電極 E L R 2 の四隅には電極が形成されていない領域である切欠部 K K がある。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 ( b ) は、図 1 0 ( a ) の F - F 断面における圧電振動片 3 0 0 の断面図である。圧電振動片 3 0 0 に形成されている電極 E L 1 及び電極 E L 2 は、圧電基板 A K の表裏面で対称に形成される。また、圧電振動片 1 0 0 と同様に、電極は圧電基板 A K の表面に C r 層が形成され、C r 層の表面に A u 層が形成されている。

【 0 0 7 6 】

< 圧電振動片 3 0 0 の作製方法 >

圧電振動片 3 0 0 の圧電基板 A K は圧電振動片 1 0 0 の圧電基板 A K と同様の形状をしているが、圧電基板 A K 上に形成される電極の形状は圧電振動片 3 0 0 と圧電振動片 1 0 0 とでは異なっている。そのため、圧電振動片 3 0 0 の電極の形成は、図 7 のステップ S 4 0 2 において、圧電振動片 3 0 0 用のフォトマスクを使用してフォトレジスト膜 R M を露光し、現像する。

【 0 0 7 7 】

< 圧電振動子 3 0 0 0 の構成 >

図 1 0 ( c ) は、圧電振動子 3 0 0 0 の断面図である。圧電振動子 3 0 0 0 は、リッド L D と、パッケージ P K と、圧電振動片 3 0 0 とにより構成されている。圧電振動片 3 0 0 はパッケージ P K 内の接続電極 S D に導電性接着材 D S を通して固定される。また、接続電極 S D は、パッケージ P K の外部に形成されている外部電極 G D と電気的に接続されている。パッケージ P K 内は、リッド L D が封止材 S G によりパッケージ P K に接着されることにより封止される。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 ( d ) は、図 1 0 ( c ) の G - G 断面における圧電振動子 3 0 0 0 の断面図である。圧電振動片 3 0 0 は、引出電極 E L H 1 及び引出電極 E L H 2 の各引出電極の ± Z ' 軸方向の両端側で導電性接着材 D S により接続電極 S D と接続される。つまり圧電振動片 3 0 0 は、4 カ所でパッケージ P K に固定されている。

【 0 0 7 9 】

圧電振動片 3 0 0 は、励起電極 E L R 1 及び励振電極 E L R 2 の四隅に切欠部 K K を備えることにより、導電性接着材 D S と引出電極 E L H 1 及び引出電極 E L H 2 との接着部と、励起電極 E L R 1 及び励起電極 E L R 2 との距離が大きくなる。そのため、導電性接着材 D S の塗布量が多くなってしまった場合、及び圧電振動片 3 0 0 をパッケージ P K に取り付ける際に圧電振動片 3 0 0 に位置ずれがあった場合等でも、導電性接着材 D S と励振電極 E L R 1 及び励振電極 E L R 2 との接触を防止することができる。また、電極パターンは表裏両面間で対称となっており、圧電振動片 3 0 0 では ± X 軸方向への方向性がなく、圧電振動片 3 0 0 を接続電極 3 0 0 に固着する場合の作業を容易にすることができる。

【 0 0 8 0 】

( 第 4 実施例 )

圧電基材 A K の周囲に枠を有した圧電振動片でも、圧電振動片 1 0 0 と同様の方法でメサ段部を形成することができる。以下に、枠部 W B を有した圧電振動片 4 0 0 について説明する。

【 0 0 8 1 】

< 圧電振動片 4 0 0 の構成 >

図 1 1 ( a ) は、圧電振動片 4 0 0 の平面図である。圧電振動片 4 0 0 は、例えば X 軸方向に厚み滑り振動をする A T カットの水晶振動片である。圧電振動片 4 0 0 は振動部 S H と枠部 W B とにより構成されており、振動部 S H と枠部 W B とは 2 カ所の接続部 1 5 3 において互いに接続されている。振動部 S H は圧電振動片 1 0 0 の圧電基板 A K と同様の形状を有しており、電極も同様に取り付けられている。枠部 W B は振動部 S H を取り囲む

10

20

30

40

50

ように形成されており、圧電振動片400を圧電振動子4000に取り付けた時には、枠部WBは圧電振動子4000の側面部SBとしての働きをする。振動部SHに形成されている引出電極ELH1及び引出電極ELH2は、接続部153を通り、枠部WBの角TE1及び角TE2にまで形成されている。

#### 【0082】

図11(b)は、図11(a)のH-H断面における断面図である。枠部WBと振動部SHとの間には貫通溝152が形成されている。枠部WBの厚さDZWは振動部SHの厚さDZSと同じでも良いし、異なっても良い。

#### 【0083】

図11(c)は、組立前の圧電振動子4000の断面図である。圧電振動子4000は、リッドLDと、ベースBSと、圧電振動片400とにより形成されている。引出電極ELH1及び引出電極ELH2はそれぞれ角TE1及び角TE2において、ベースBSに形成された接続電極SDと導電性接着材DSにより接着される。また、リッドLDとベースBSと圧電振動片400とは、例えば水晶を基材としている。この場合は、リッドLDとベースBSと圧電振動片400との接合はシロキサン結合(Si-O-Si)技術によって行われる。シロキサン結合技術は水晶同士を直接接合する。

#### 【0084】

<圧電振動片400の作製方法>

圧電振動片400の作製方法は、基本的には図4から図7に示した圧電振動片100の作製方法と同じであるが、図4に示した圧電基板外形形成工程において、振動部SHと枠部WBとを分けるための貫通溝152を形成する。また、図5のステップS203において、枠部WBのフォトレジスト膜RMも露光すれば枠部WBの厚さDZWを薄く形成することができ、露光しなければ枠部WBの厚さは圧電材ウエハ150と同じ厚さに形成することができる。

#### 【0085】

第1実施例から第4実施例におけるリッドLD、パッケージPK又はベースBSの基材は、ガラス、セラミックまたは水晶材料等により形成される。しかし、以下の理由により特に水晶材料を使用することが好ましい。

#### 【0086】

工業材料の硬さを表わす指標の一つにヌーブ硬度がある。ヌーブ硬度は数値が高ければ硬く、低ければ柔らかい。リッドLD、パッケージPK又はベースBSに使用される代表的なガラスであるホウケイ酸ガラスは、ヌーブ硬度が $590\text{ kg/mm}^2$ である。また、水晶のヌーブ硬度は $710\sim 790\text{ kg/mm}^2$ である。そのため圧電振動子では、リッドLD、パッケージPK又はベースBSにガラスの代わりに水晶を使用する方が圧電振動子の硬度を高くすることができる。また、圧電振動子を所定の硬度にする場合には、リッドLD、パッケージPK又はベースBSに使われるガラスの厚みを厚くする必要があるが、水晶であれば厚みが薄くてもよい。つまり、同じ硬度の圧電振動子であればリッドLD、パッケージPK又はベースBSに水晶を使用すると、小型化・低背化が可能となる。

#### 【0087】

また、圧電振動子の作製時、または圧電振動子のプリント基板への取り付け時には圧電振動子に熱が加えられる。その時に、リッドLD、パッケージPK又はベースBSに水晶材料とは異なる種類の材料を使用する場合、圧電振動子内には熱膨張係数の差による応力が加わる。熱膨張係数の差が大きいとこの応力も大きくなり、特に第4実施例における圧電振動片400では強度の弱い枠部WBの角等が破損することがある。そのため、リッドLD及びベースBSと圧電振動片400との熱膨張係数の差を小さくすることが望まれる。リッドLD及びベースBSに水晶を使用することは、リッドLD及びベースBSにガラスを使用した場合に比べて圧電振動片400との熱膨張係数の差を小さくし、圧電振動子内の応力を小さくすることができるため好ましい。さらに、上記の通り、ガラスを使用した場合に比べて圧電振動子の小型化・低背化が可能となるため好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 8 】

以上、本発明の最適な実施例について詳細に説明したが、当業者に明らかなように、本発明はその技術的範囲内において実施例に様々な変更・変形を加えて実施することができる。

## 【 0 0 8 9 】

たとえば、本実施形態では圧電基板 A K の圧電材料として、水晶を例に挙げて説明したが、これはあくまでも一例であり、圧電材料としては水晶以外にも例えば、L i T a O 3 (リチウムタンタレート)なども適用可能である。また、金 A u の代わりに銀 A g 等を使用し、クロム C r の代わりにニッケル N i、チタン T i またはタングステン W 等を使用することも可能である。

10

## 【 0 0 9 0 】

また、A T カットの水晶片を代表として説明したが、B T カットの水晶片であってもよい。さらに圧電デバイスとして、圧電振動子以外に、発振回路を含む集積回路 I C を組み込んだ圧電発振器として構成することも可能である。

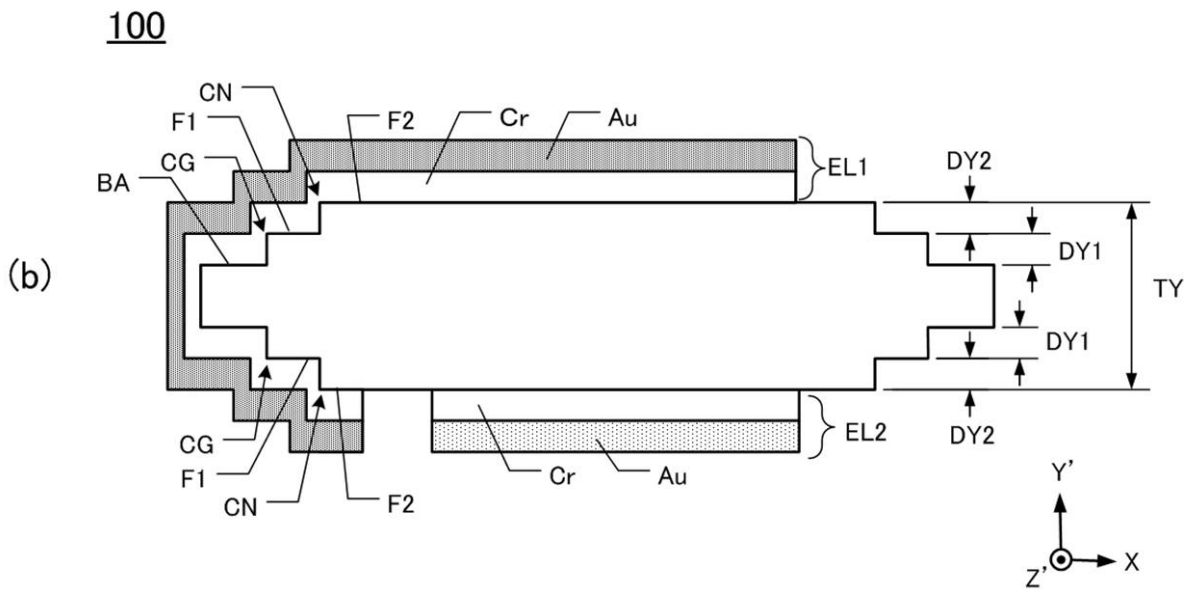
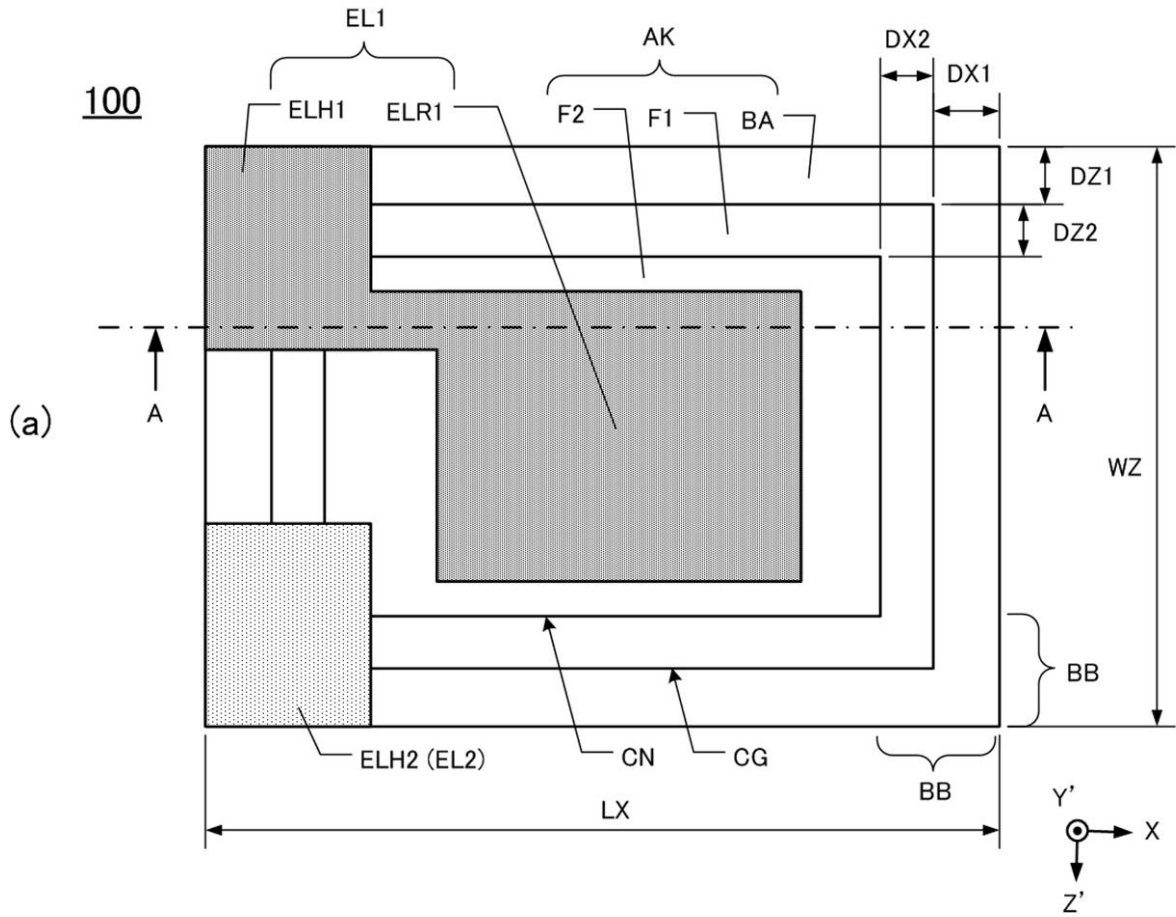
## 【符号の説明】

## 【 0 0 9 1 】

1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0	圧電振動片	
1 5 0	圧電材ウエハ	
1 5 1	オリエンテーションフラット	
1 5 2	貫通溝	20
1 5 3	接続部	
1 5 4	ダイシングライン	
1 6 0	圧電材ウエハ 1 5 0 の拡大部	
1 0 0 0、2 0 0 0、3 0 0 0、4 0 0 0	圧電振動子	
A K	圧電基板	
B A	基部	
B B	階段領域	
B S	ベース	
C N	圧電基板 A K の内周側の段差	
C G	圧電基板 A K の外周側の段差	30
D S	導電性接着材	
D X 1、D X 2、D Y 1、D Y 2、D Z 1、D Z 2	段差	
E L 1、E L 2	電極	
E L R 1、E L R 2	励振電極	
E L H 1、E L H 2	引出電極	
F 1	第 1 メサ段部	
F 2	第 2 メサ段部	
G D	外部電極	
K K	切欠部	
K P	金属膜パターン	40
L D	リッド	
P M 1、P M 2	フォトマスク	
R M	フォトレジスト膜	
R P	レジストパターン	
S B	側面部	
S D	接続電極	
S E	圧電基板サイドエッチング領域	
S G	封止材	
S H	振動部	
T S	突出部	50

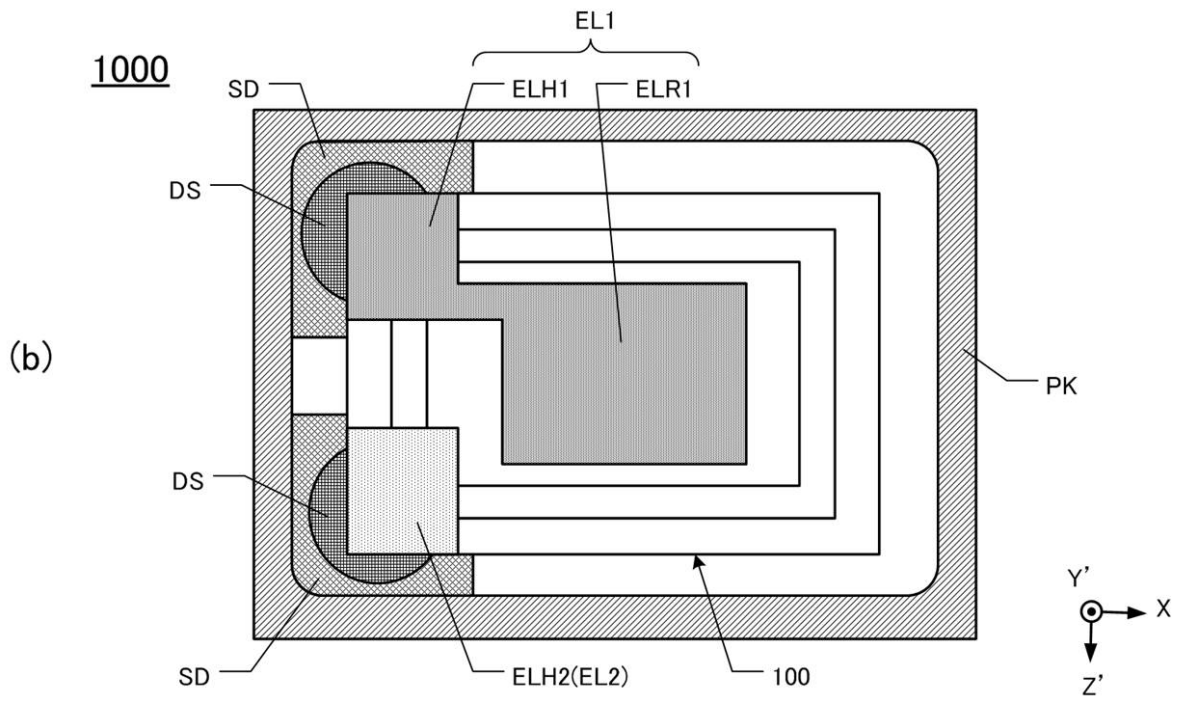
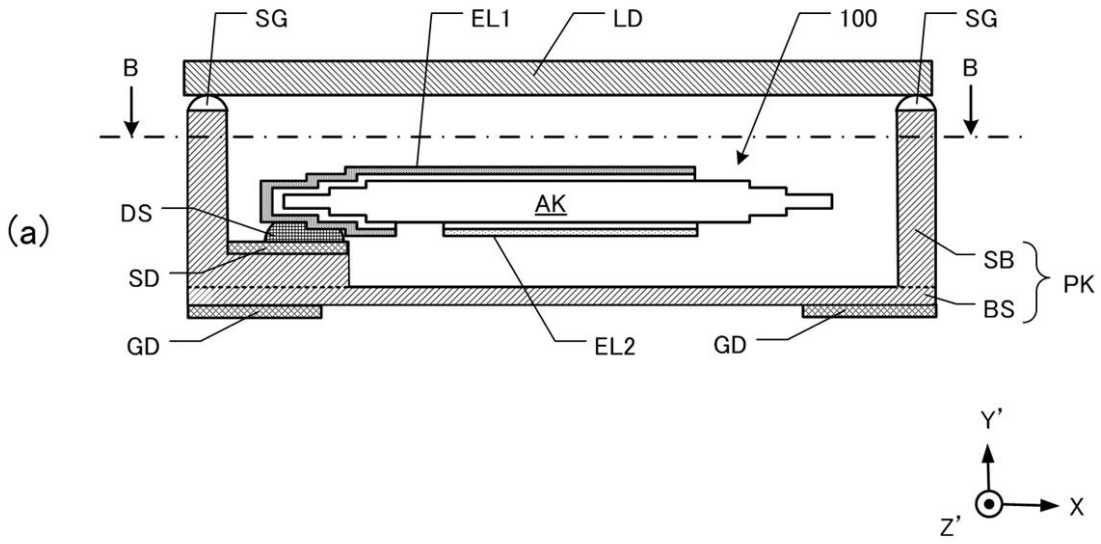
W B 榘部

【図1】



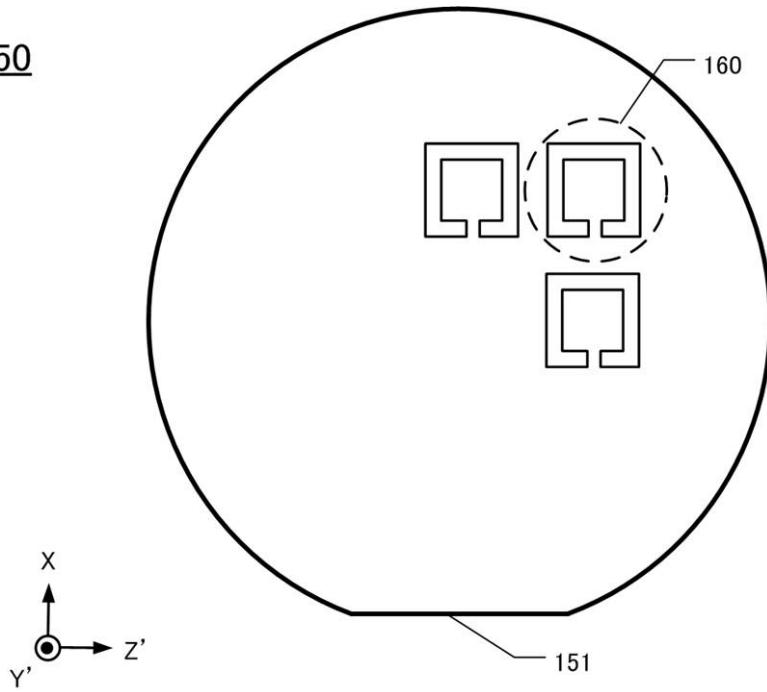
【図2】

1000



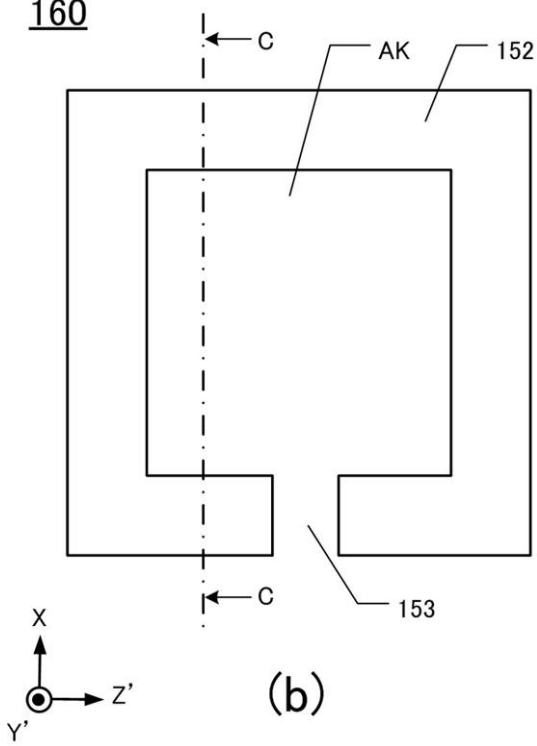
【 図 3 】

150



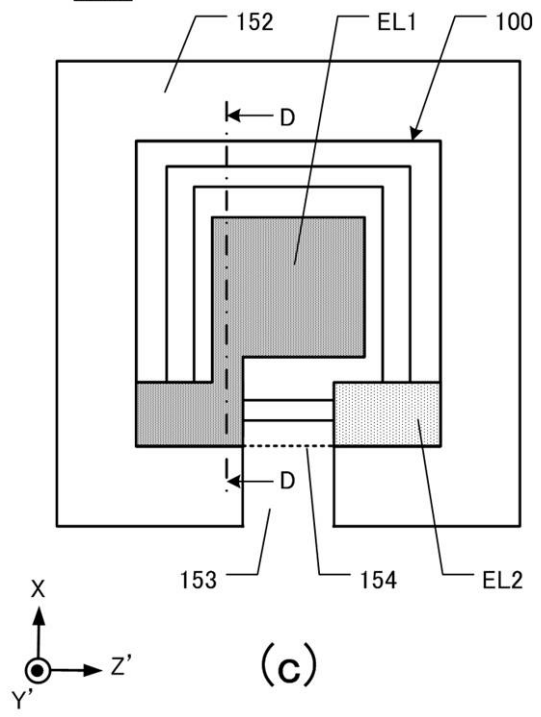
(a)

160



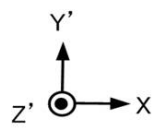
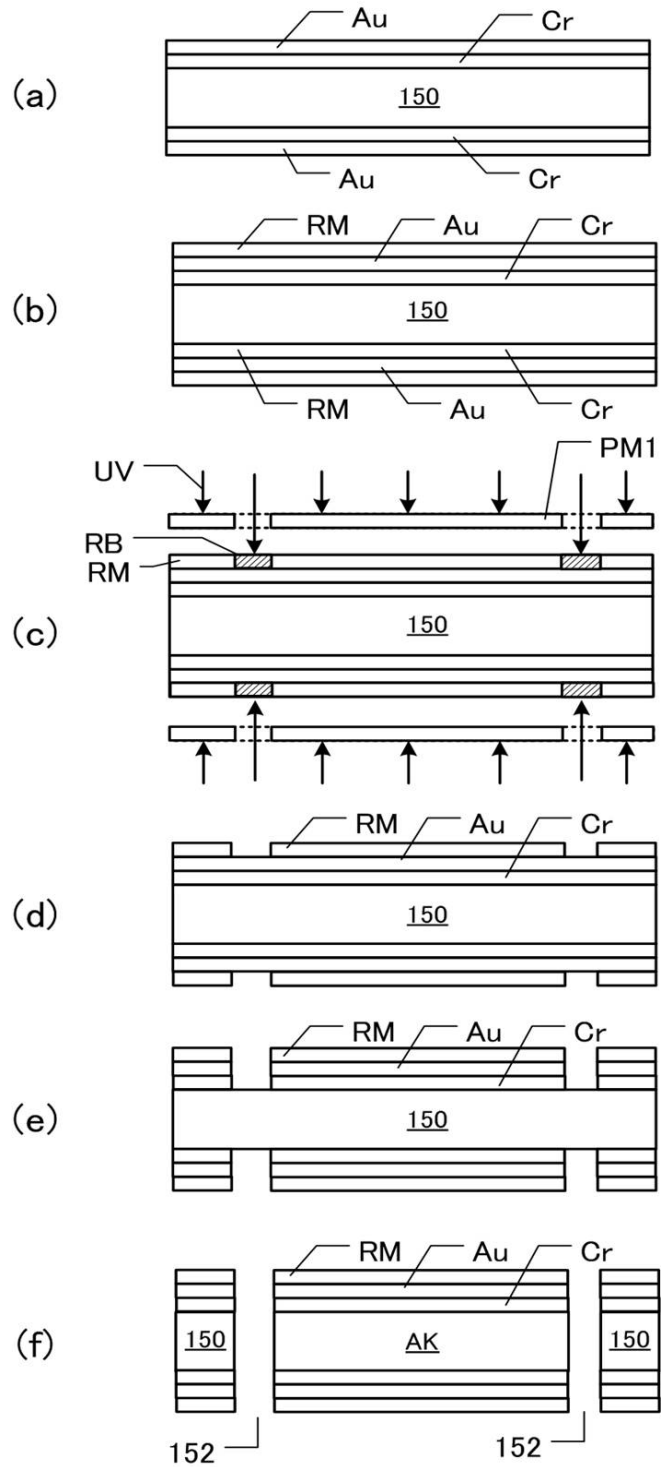
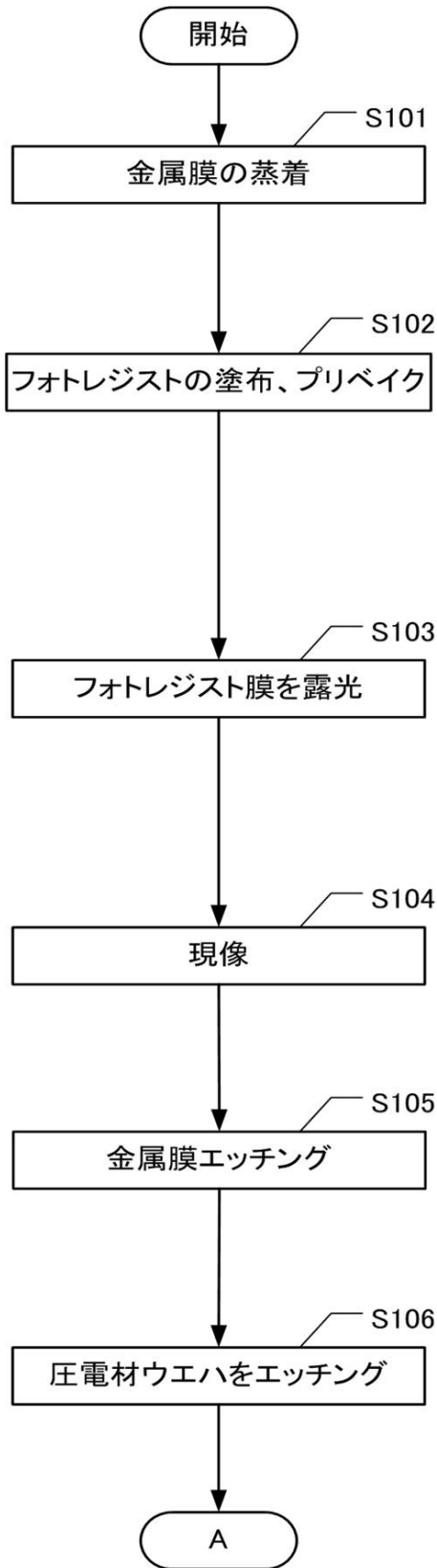
(b)

160

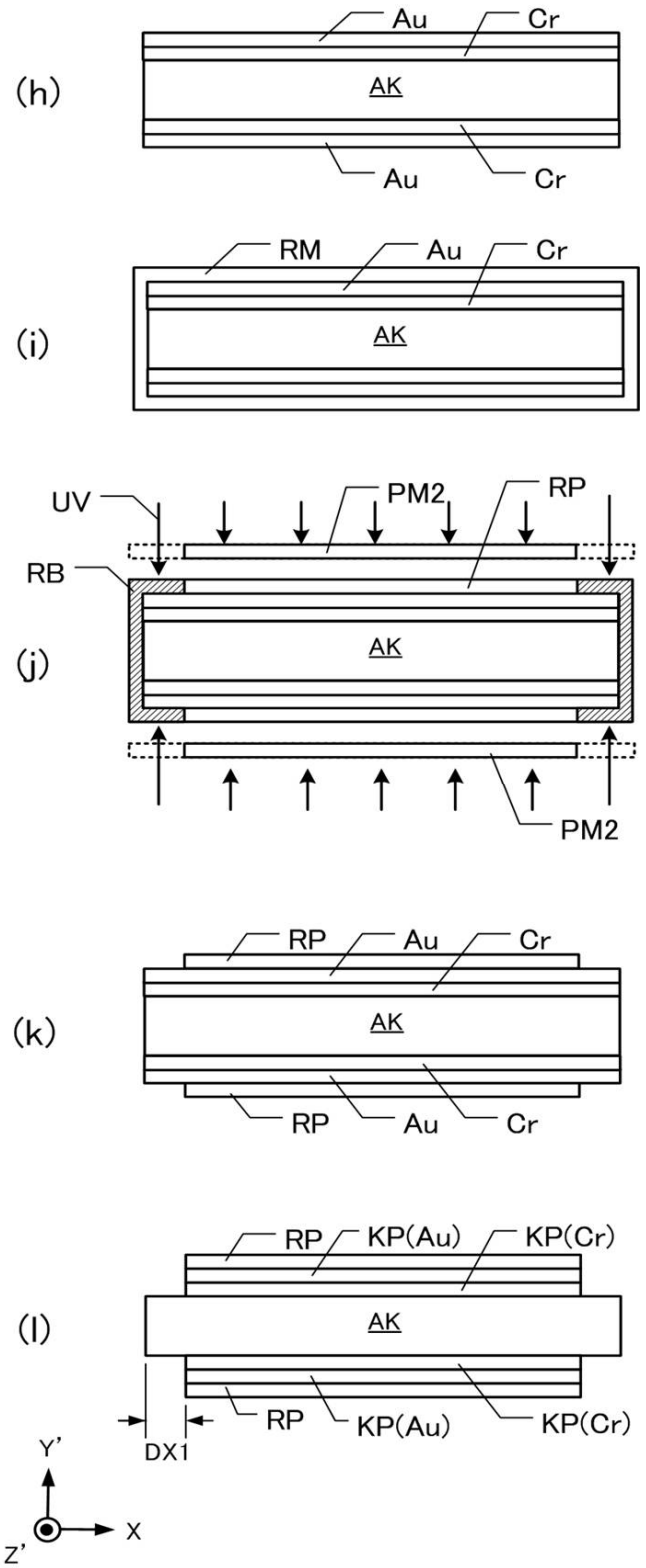
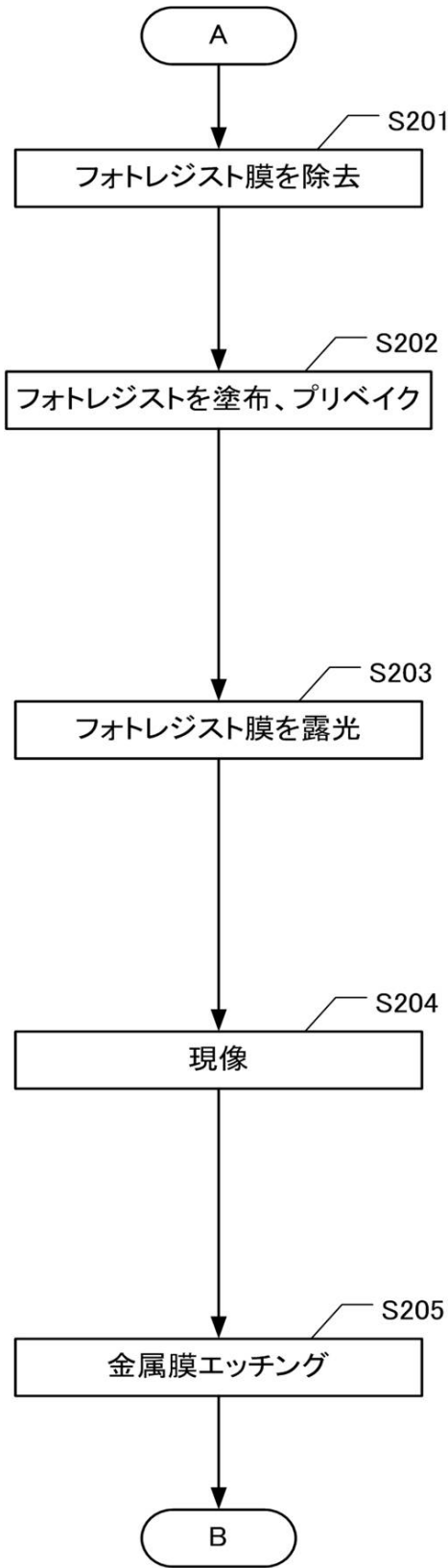


(c)

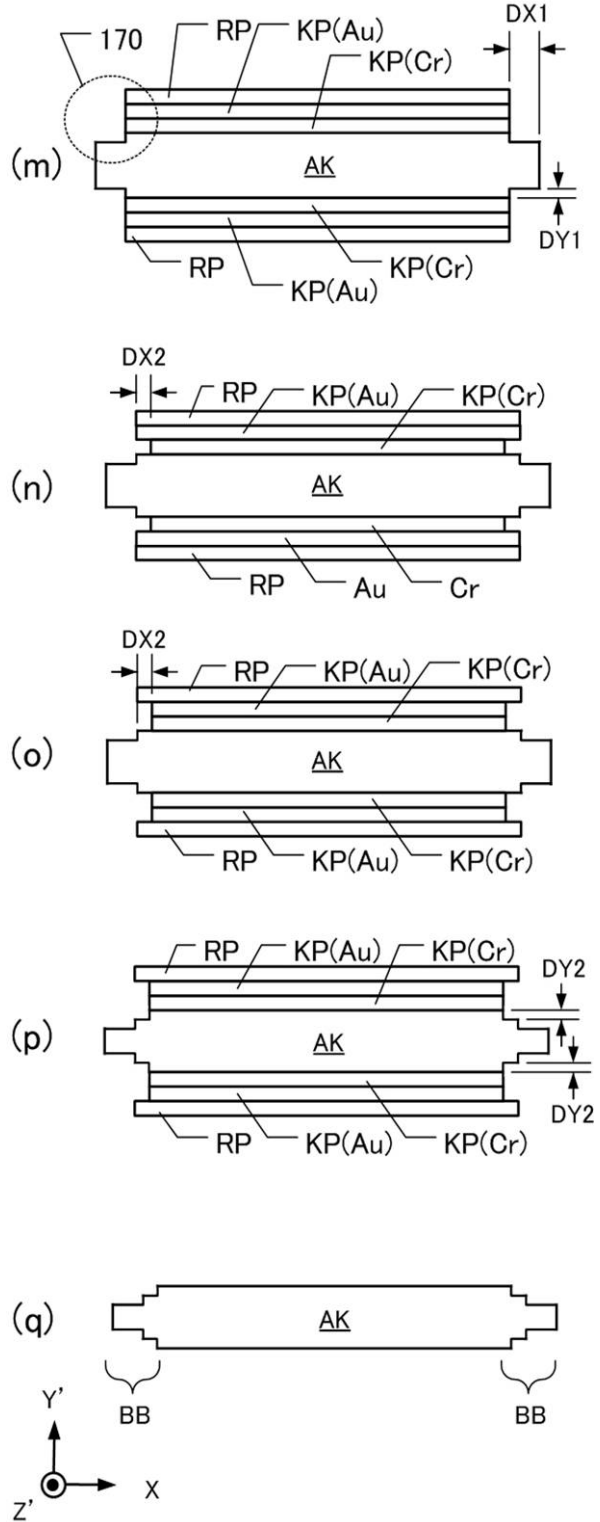
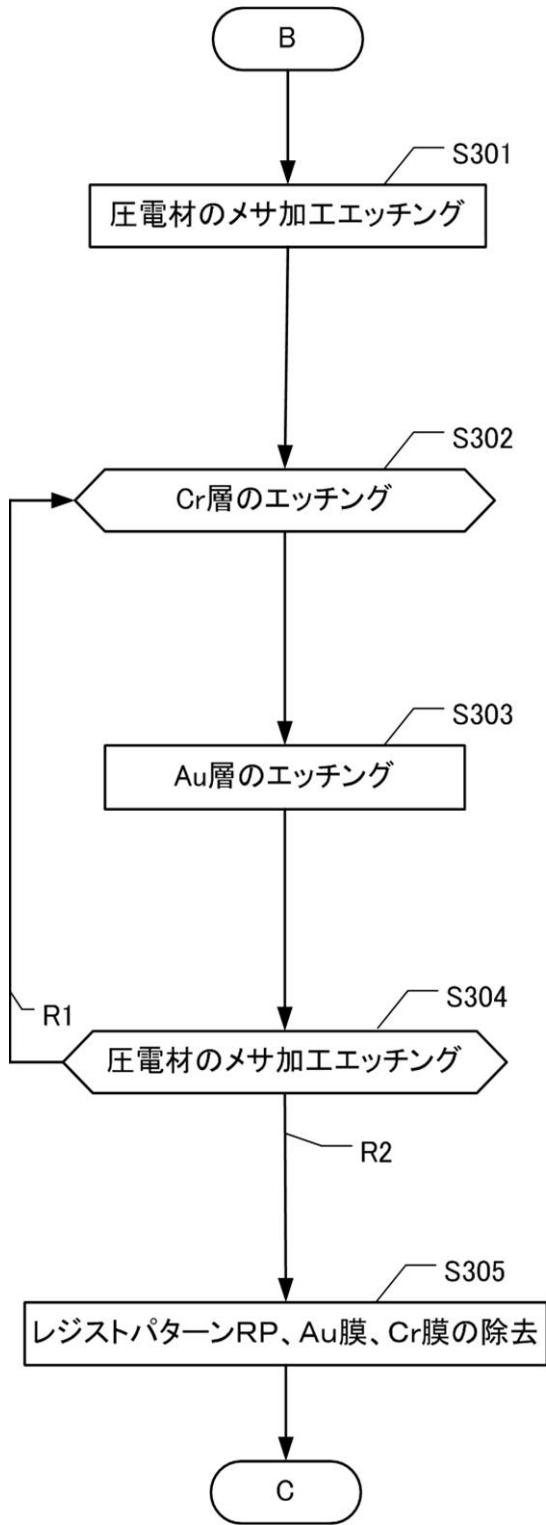
【図4】



【図5】

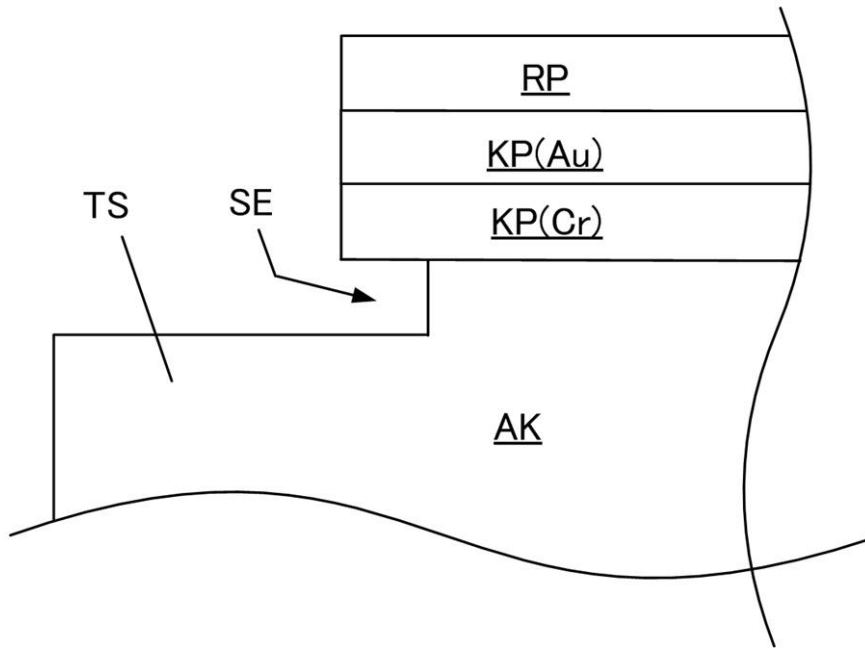


【図6】

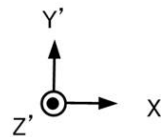
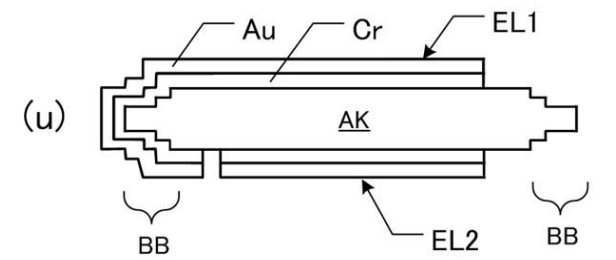
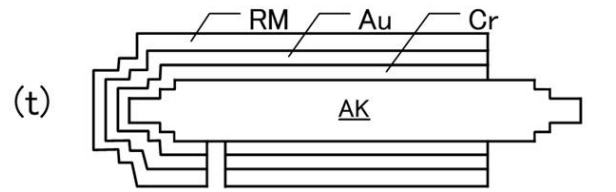
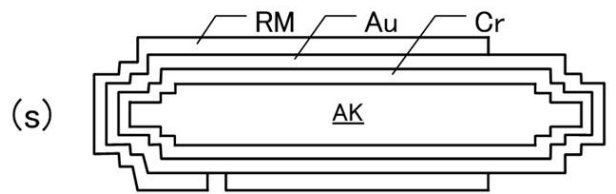
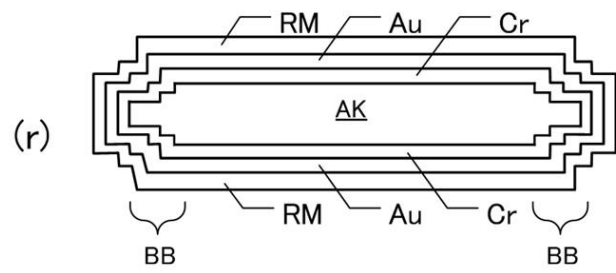
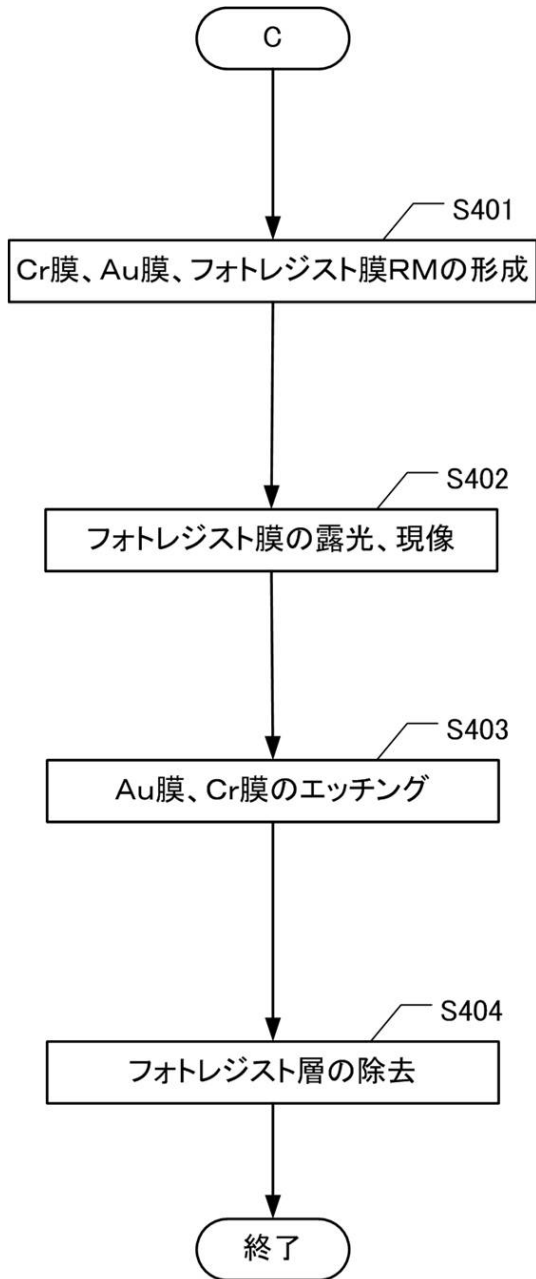


【図7】

170

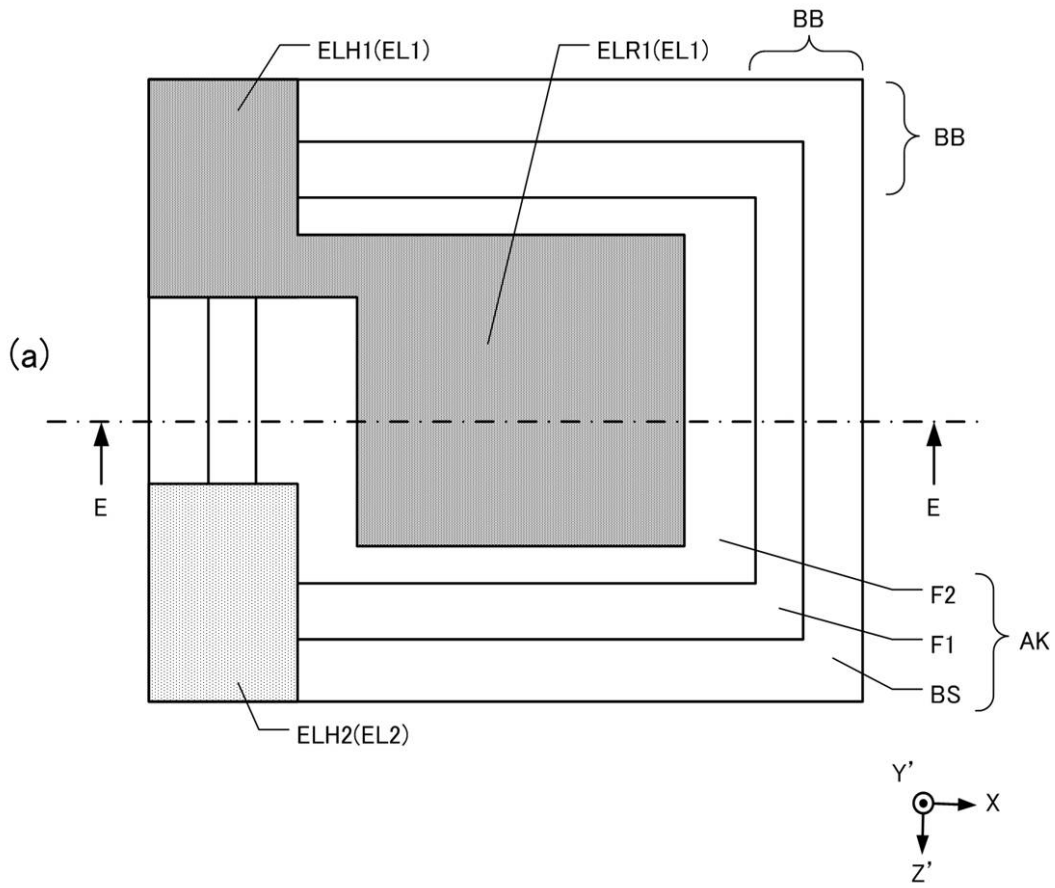


【図8】

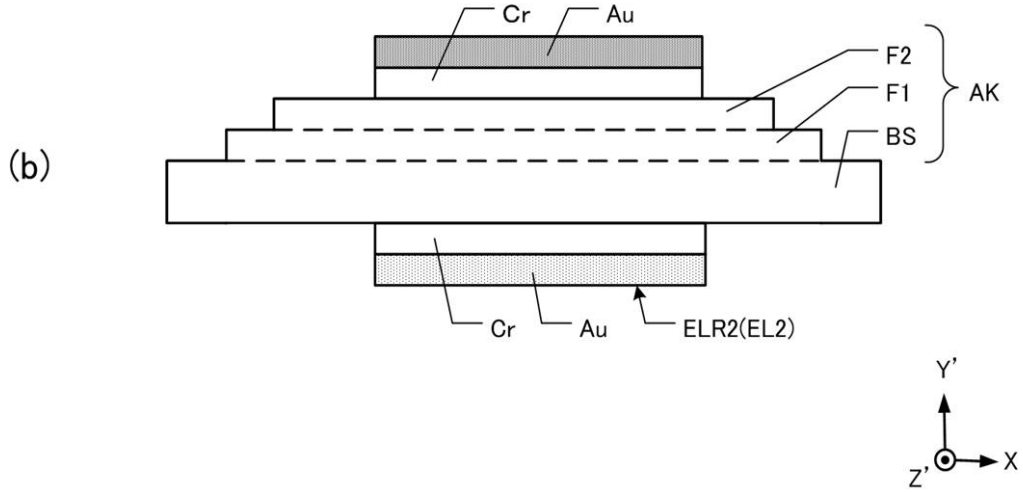


【 図 9 】

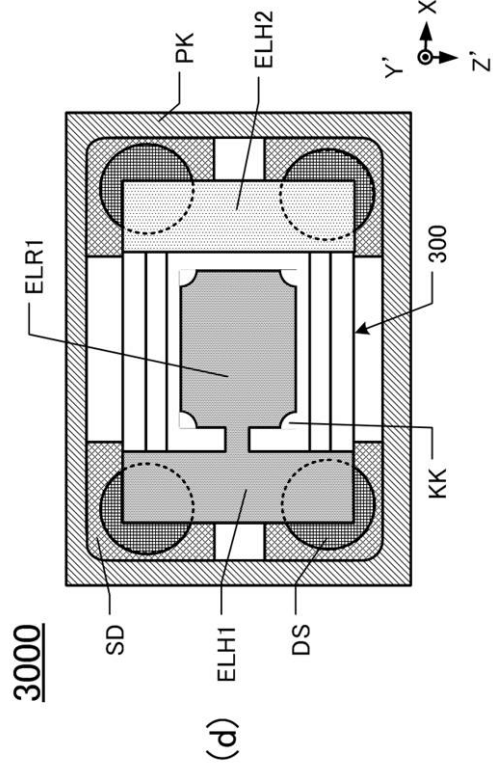
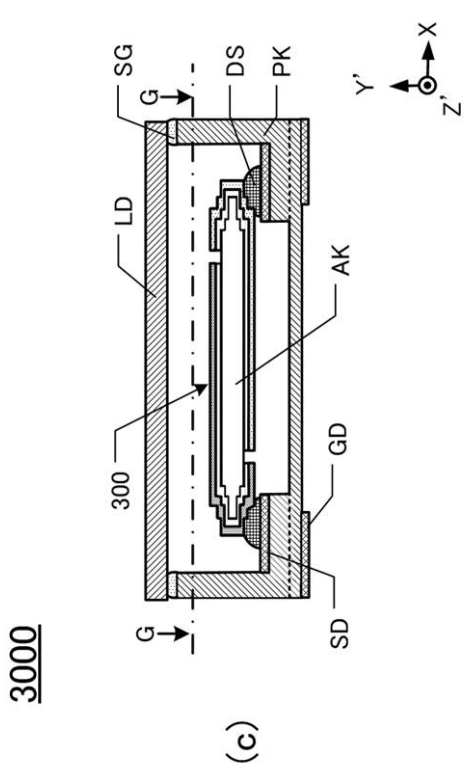
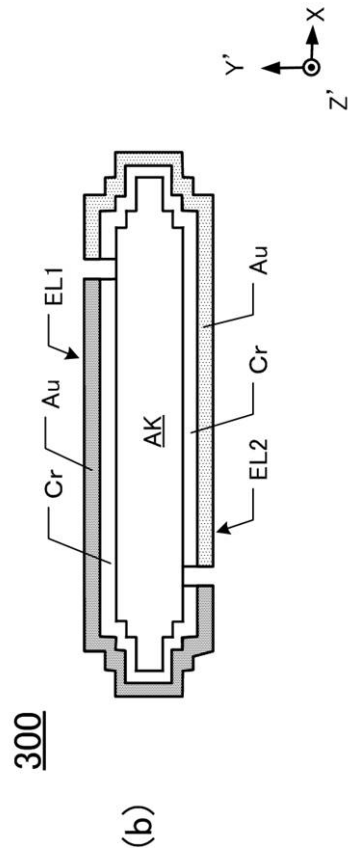
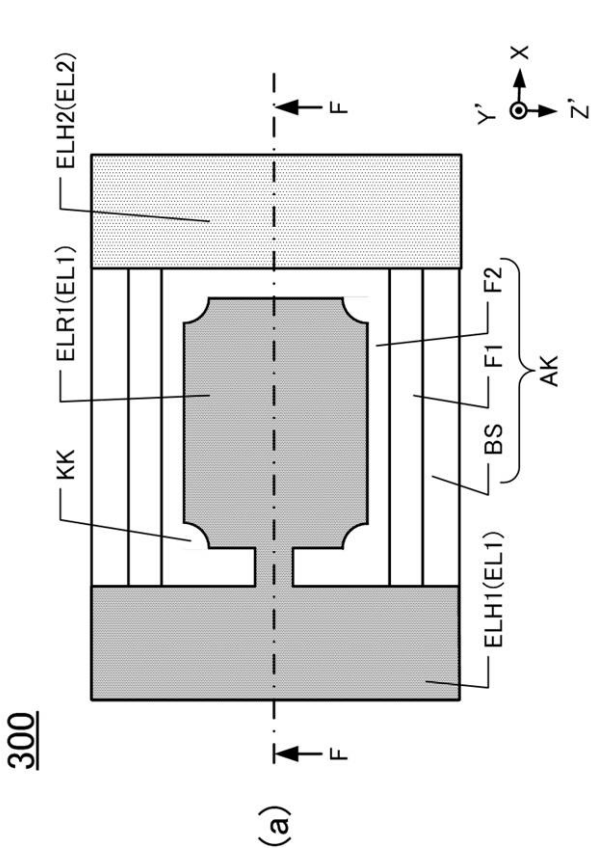
200




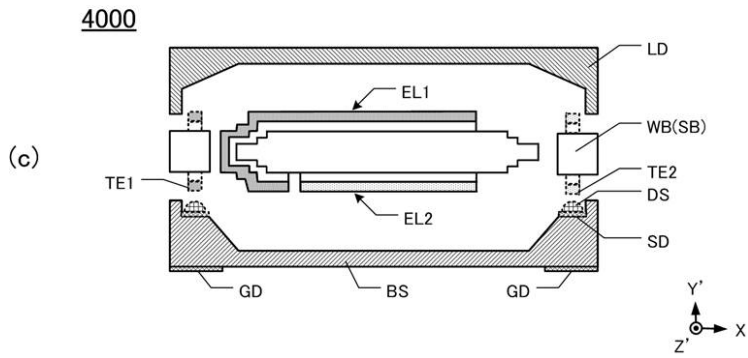
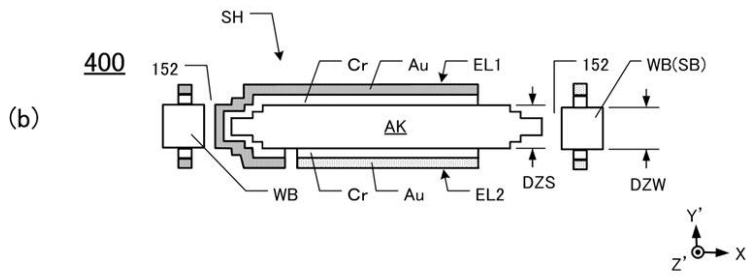
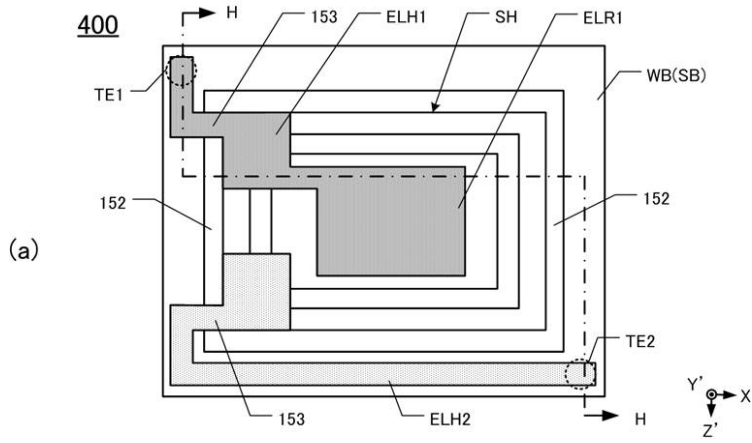
200



【 図 10 】



【 1 1】



---

フロントページの続き

審査官 橋本 和志

(56)参考文献 特開2003-073200(JP,A)  
特開2001-077647(JP,A)  
特開2003-273679(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H03H3/007 - H03H3/10  
H03H9/00 - 9/76  
H01L41/09  
H01L41/18  
H01L41/22