

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-113380

(P2008-113380A)

(43) 公開日 平成20年5月15日(2008.5.15)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
H03H	3/02	(2006.01)	H03H	3/02	C	5J108
H03H	9/19	(2006.01)	H03H	9/19	J	
H03H	9/215	(2006.01)	H03H	9/215		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-296599 (P2006-296599)	(71) 出願人	000232483
(22) 出願日	平成18年10月31日 (2006.10.31)		日本電波工業株式会社
			東京都渋谷区笹塚一丁目50番1号 笹塚 NAビル
		(74) 代理人	100091513
			弁理士 井上 俊夫
		(72) 発明者	高橋 岳寛
			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
		Fターム(参考)	5J108 BB02 CC06 CC09 CC11 EE03 EE18 FF14 GG03 GG11 GG16 GG20 KK01 MM11

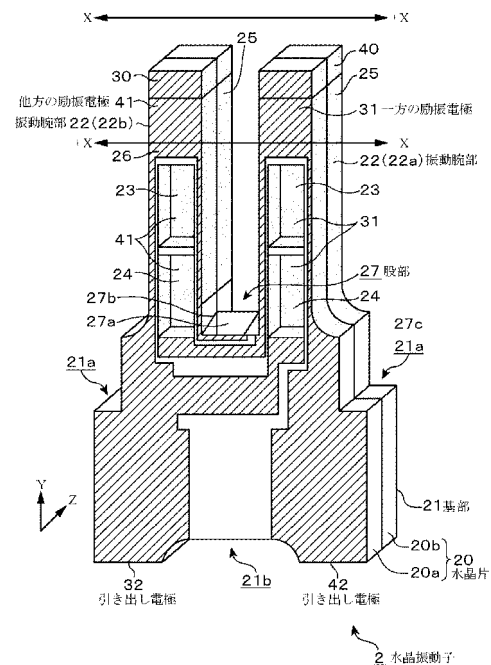
(54) 【発明の名称】 水晶振動子の製造方法、水晶振動子及び電子部品

(57) 【要約】

【課題】水晶振動子表面の金属膜をその表面形成されたレジストパターンに沿ってエッチングして音叉の各腕部に励振電極を形成する際に、音叉の股部へのレジストの貯留を抑えることにより、当該股部への金属膜の残留を抑えて、励振電極間の短絡を抑えること。

【解決手段】水晶からなり、その主面が結晶軸であるZ軸方向に直交する2枚の原板の主面同士を、結晶軸であるX軸の正負の方向が互いに反転する関係になるように接合して前記水晶基板を形成し、前記水晶基板の表面及び裏面に、前記水晶片の外形に沿うと共に当該外形の幅方向が前記X軸と並行するように、水晶基板の表面が露出した外形形成用マスクを形成し、水晶基板をエッチングして、水晶片の外形を形成することにより、水晶片の音叉の股部の形状を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水晶基板をエッチングして、基部から振動腕部が 2 本伸び出して音叉型に形成されている水晶片を形成し、前記水晶片の振動腕部の内側の側面を含む領域に電極を形成する水晶振動子の製造方法において、

水晶からなり、その主面が結晶軸である Z 軸方向に直交する 2 枚の原板の主面同士を、結晶軸である X 軸の正負の方向が互いに反転する関係になるように接合して前記水晶基板を形成する工程と、

前記水晶基板の表面及び裏面に、前記水晶片の外形に沿うと共に当該外形の幅方向が前記 X 軸と並行するように、水晶基板の表面が露出した外形形成用マスクを形成し、水晶基板をエッチングして、水晶片の外形を形成する工程と、

前記外形形成用マスクを除去後、水晶片の各振動腕部の内側の側面及び各振動腕部に挟まれる股部を含む領域に、前記電極を形成するための金属膜を形成する工程と、

前記領域に露光された部分が溶解性となるポジ型レジスト膜により、前記金属膜を被覆する工程と、

前記レジスト膜を電極パターン形成用のマスクを用いて露光し、現像することにより、露光した部分を除去して、前記股部を含む領域の金属膜が露出したレジストパターンを形成する工程と、

次いでこのレジストパターンを用いて前記金属膜をエッチングし、電極を形成する工程と、

を含むことを特徴とする水晶振動子の製造方法。

【請求項 2】

前記水晶基板の表面側及び裏面側において、正立状態で前記水晶片の外形の右側が - X 軸に向かうようにエッチングが行われることを特徴とする請求項 1 記載の水晶振動子の製造方法。

【請求項 3】

前記レジスト膜を形成する工程は、静電スプレー法または浸漬法であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の水晶振動子の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか一に記載の方法により製造されたことを特徴とする水晶振動子。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の水晶振動子を含むことを特徴とする電子部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は音叉型的水晶振動子の製造方法、その製造方法により製造された水晶振動子及びその水晶振動子を含んだ電子部品に関する。

【背景技術】

【0002】

音叉型的水晶振動子は、小型、安価で低消費電力であることから、従来から腕時計の歩度を刻む信号源として採用され、更にその用途が広がろうとしている。

【0003】

図 15 は、音叉型的水晶振動子の一例を示したものであり、この水晶振動子 1 は、基部 11 と、この基部 11 の上端側から各々互いに間隔をおいて平行に伸び出した 2 本の（一对の）振動腕部 12（12a、12b）とにより構成される水晶片（水晶ブランク）10 を備えている。

【0004】

各振動腕部 12a、12b における両主面には、振動効率を高め、電力損失を抑える役割を有する溝部 13、14 が夫々設けられている。これらの溝部 13、14 及び各振動腕

10

20

30

40

50

部 1 2 a , 1 2 b の両主面及び両側面（紙面の左右に向かう面）には、屈曲振動に基づいた音叉振動を励起するための励振電極が形成されている。図中 1 5 は、基部 1 1 において各振動腕部 1 2 a , 1 2 b に挟まれた股部であり、この股部 1 5 は電極が形成されない部位である。励振電極はこの図 1 5 では省略している。

【 0 0 0 5 】

音叉型水晶振動子 1 の従来の製造工程の概略を説明する。先ず水晶により構成される例えば Z カットのウエハにおいて、例えばその表面及び裏面にマスクを形成する。続いて表面及び裏面のマスクに水晶片 1 0 の外形に沿い、且つ互いに重なり合うマスクパターンを多数形成し、これらのマスクパターンにウエハ表面の水晶を露出させる。その後、ウェットエッチングを行い、マスクパターンに沿って露出した水晶が表裏からエッチングされ、多数の水晶片 1 0 の外形が同時に形成される。水晶片 1 0 の外周の一部はエッチングされずに支持部として残り、この支持部により当該水晶片 1 0 は、この時点ではウエハに支持されている。

【 0 0 0 6 】

前記エッチング後、スパッタなどにより各水晶片 1 0 を被覆するように金属膜が形成され、その後、金属膜上に感光性のフォトリソが塗布され、レジスト膜が形成される。レジスト膜は、露光、現像されて、水晶振動子 1 の励振電極のパターンに沿って金属膜が露出するように、レジストパターンが形成される。既述の水晶振動子 1 の構造で説明したように励振電極は水晶片 1 0 の振動腕部 1 2 a , 1 2 b の側壁にも形成されるため、レジストパターンを作成したときには側壁の金属膜をマスクするために水晶片 1 0 の側壁にレジストが残ることが必要であり、水晶片 1 0 の側壁は、その表面に比べて露光されにくいことから、前記レジストとしては、露光された部分が変質して溶解性となり、現像により除去される、ポジ型のものが使用される。

【 0 0 0 7 】

レジストパターン形成後、そのレジストパターンに沿って金属膜がエッチングされて励振電極が形成され、水晶振動子が製造される。しかる後レジスト膜が除去されて、水晶振動子はウエハから切り離される。

【 0 0 0 8 】

ところで水晶により構成されるウエハは、異方性を有しており、特許文献 1 に記載されるようにエッチングを行う際にその結晶軸の軸方向によって異なる速度でエッチングが進行する。従って前記 Z カットのウエハに対して既述のように表裏からエッチングを行い、水晶片の外形を形成すると、エッチングが水晶ウエハの厚さ方向に沿ってまっすぐに進行せず、横方向に広がる結果として股部 1 5 が表裏で鏡面对称になるように形成される。図 1 6 (a)、(b) は、形成された股部 1 5 の表裏の形状の一例を示したものである。股部 1 5 の表面及び裏面には V 字型に突起が形成されており、既述のように表面側の突起と裏面側の突起とは鏡面对称に形成されているため、股部 1 5 全体で見ると複数の突起が連なった複雑な形状に構成されている。

【 0 0 0 9 】

また、音叉型水晶振動子 1 は、近年小型化が進み、それに従い電極を形成する際にレジストの側壁への被覆性（カバレッジ）を向上させることが求められるようになった。そこで、従来レジストの塗布は、ウエハの中央にレジストを供給しながら当該ウエハを鉛直軸周りに回転させ、レジストを遠心力により展伸させるいわゆるスピンコーティングによって主に行われてきたが、そのスピンコーティングに代わり、例えばスプレーノズルからレジストを噴射すると共にそのレジスト及びウエハに電荷を与えて、ウエハにおける水晶片 1 0 へのレジストの吸着性を高める静電スプレー法や、水晶片 1 0 をレジスト液の中に浸漬する浸漬法（ディップ法）などの方法が用いられるようになった。静電スプレー法については本発明を説明する際に詳しく述べる。

【 0 0 1 0 】

しかし既述のように水晶振動子 1 の股部 1 5 は複雑に形成されており、その股部 1 5 の突起間に形成されるくぼみに液体が溜まりやすくなっている場合がある。そのため既述の

静電スプレー法などを用いるにあたり、次のような問題が起こる懸念が生じるようになった。図 17 (a) は、レジストが供給されたときの股部 15 を示しており、図中 16 はレジスト膜、図中 17 は、励振電極を構成するための金属膜を夫々示している。

【 0 0 1 1 】

レジスト供給後、形成されたレジスト膜 16 は、既述のようにレジストパターンに従って露光される。本来電極が形成されない股部 15 も露光されるが、既述のように溜まったレジストにより当該股部 15 にはレジスト膜 16 が厚く形成されている場合があり、当該レジスト膜 16 の下層まで十分に露光されないおそれがある。また、その複雑な形状により、股部 15 において露光ビームが遮られ、露光されない箇所ができるおそれがある。そのような場合には、図 17 (b) に示すように現像後も当該股部 15 においてレジスト膜 16 が残ってしまう場合があり、このようにレジスト膜 16 が残るとその下層の金属膜 17 はエッチングされないため、図 17 (c) に示すように励振電極が形成された後も股部 15 に金属膜 17 が残ってしまうことになる。このように本来金属膜が形成されない領域である股部 15 に金属膜 17 が残ると、その金属膜 17 によって各腕部 12 a , 12 b の励振電極間の短絡が起こってしまい、その結果として水晶振動子 1 の歩留まりが低下するおそれがある。

【 0 0 1 2 】

前記特許文献 1 及び特許文献 2 には角速度センサ素子を作るために 2 枚の水晶板を夫々結晶軸である X 軸の極性が反転するように接合し、この合わせ板から音叉型の振動子を形成して、股部 15 の構造が山型になるよう制御する方法が記載されているが、このように電極形成時におけるレジストの塗布法が変化したことにより起こる問題については記載されていない。また特許文献 3 には水晶をエッチングすることにより音叉の股部の形状が複雑になることが記載されているが、上記のような問題を解決する手段については記載されていない

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 1 8 8 9 2 2 (段落 0 0 0 8 ~ 段落 0 0 1 0)

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 9 8 8 4 1 (段落 0 0 3 3 及び図 1 ~ 図 3)

【特許文献 3】特開 2 0 0 4 - 1 5 5 6 2 (段落 0 0 0 6)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

本発明の課題は、水晶基板から音叉型的水晶振動子を形成するにあたり、水晶振動子表面の金属膜をその表面形成されたレジストパターンに沿ってエッチングして音叉の各腕部に励振電極を形成する際に、音叉の股部へのレジストの貯留を抑えることにより、当該股部への金属膜の残留を抑えて、励振電極間の短絡を抑えることができる水晶振動子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】

【 0 0 1 4 】

本発明の水晶振動子の製造方法は、水晶基板をエッチングして、基部から振動腕部が 2 本伸び出して音叉型に形成されている水晶片を形成し、前記水晶片の振動腕部の内側の側面を含む領域に電極を形成する水晶振動子の製造方法において、

水晶からなり、その主面が結晶軸である Z 軸方向に直交する 2 枚の原板の主面同士を、結晶軸である X 軸の正負の方向が互いに反転する関係になるように接合して前記水晶基板を形成する工程と、

前記水晶基板の表面及び裏面に、前記水晶片の外形に沿うと共に当該外形の幅方向が前記 X 軸と並行するように、水晶基板の表面が露出した外形形成用マスクを形成し、水晶基板をエッチングして、水晶片の外形を形成する工程と、

前記外形形成用マスクを除去後、水晶片の各振動腕部の内側の側面及び各振動腕部に挟まれる股部を含む領域に、前記電極を形成するための金属膜を形成する工程と、

前記領域に露光された部分が溶解性となるポジ型レジスト膜により、前記金属膜を被覆する工程と、

10

20

30

40

50

前記レジスト膜を電極パターン形成用のマスクを用いて露光し、現像することにより、露光した部分を除去して、前記股部を含む領域の金属膜が露出したレジストパターンを形成する工程と、

次いでこのレジストパターンを用いて前記金属膜をエッチングし、電極を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

【0015】

この製造方法においては、例えば水晶基板の表面側及び裏面側において、正立状態で水晶片の外形の右側が - X 軸に向かうように前記エッチングが行われ、また前記レジスト膜を形成する工程は、例えば静電スプレー法または浸漬法である。

【0016】

本発明の水晶振動子は、既述の方法により製造されたことを特徴とする。また、本発明の電子部品は、前記水晶振動子を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、水晶からなり、その主面が結晶軸である Z 軸方向に直交する 2 枚の原板を、結晶軸である X 軸の正負の方向が互いに反転する関係になるように互いに接合して水晶基板を形成した後、水晶基板の表面及び裏面からエッチングを行い、その幅方向が前記 X 軸と並行するように水晶片の外形形成を行っている。上記のように形成された水晶基板の表裏で結晶軸の向きが対称になるため前記エッチングも表裏対称に進行し、また + X 軸方向と - X 軸方向とではエッチング速度における差が小さいため、水晶片の振動腕部間の股部は、概ね表裏対称且つ左右対称な山型に形成され、股部の形状の複雑化が抑えられる。そのため、水晶片の振動腕部の側面を含む領域に励振電極となる金属膜を形成した後、ポジ型のレジストをその金属膜上に供給するにあたり、過剰なレジストは股部の斜面を流れ落ち、当該股部にレジストが溜まることが抑えられる。またその後レジスト膜を露光する際に、形状の複雑化が抑えられているため、股部表面に露光されない箇所ができることが抑えられる。従って露光、現像後に股部にレジスト膜が残ることが抑えられるため、そのレジスト膜の下層の金属膜が除去されずに股部に残り、左右の振動腕部の励振電極が短絡することにより水晶振動子の歩留まりが低下することが抑えられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の実施の形態として圧電振動子である音叉型的水晶振動子の製造方法について説明する。図 1 は、この製造方法により製造される水晶振動子 2 の斜視図であり、図中の X Y Z の各矢印は、この水晶振動子 2 を構成する水晶の結晶軸を夫々示している。この水晶振動子 2 は、その長さ方向、幅方向、厚さ方向の夫々が水晶の Y 軸（機械軸）、X 軸（電気軸）、Z 軸（光軸）に沿って形成されている。

【0019】

水晶振動子 2 は概ね表裏対称且つ左右対称の構造となっている水晶片 20 を備えており、この水晶片 20 は、図に示すように + X 軸及び - X 軸の方向が左右逆である 2 枚の切片 20 a , 20 b が接合された構成となっている。そして水晶振動子 2 の起立状態で表側から見たときに切片 20 a の右側面が - X 軸方向に向かい、また裏側から見たときに切片 20 b の右側面が水晶の - X 軸方向に向かうように構成されている。

【0020】

前記水晶片 20 は、両側部の上部側が矩形に切り欠かれた切り欠き部 21 a 及び下部中央が上部へ向けて切り欠かれた切り欠き部 21 b を備えた概ね角型の基部 21 と、この基部 21 の上端側から各々互いに間隔をおいて Y 軸方向に平行に伸びだした 2 本の（一对の）振動腕部 22（22 a、22 b）とを備えている。各振動腕部 22 a、22 b における両主面には、振動効率を高め、電力損失を抑える役割を有する溝部 23、24 が夫々設けられている。

【0021】

振動腕部 22 のうち振動腕部 22 a に着目すると、振動腕部 22 a の 2 つの溝部 23、

10

20

30

40

50

24の内面全体とこれら溝部23, 24の間とに一方の励振電極31が形成されている。即ち、溝部23, 24の間に相当するいわば橋部に形成された励振電極31により、振動腕部22aの各溝部23, 24内の励振電極31同士が互に接続されている。そしてこの振動腕部22aの両側面25, 25と、主面26, 26(表側及び裏側)における先端側の第2の溝部23よりも上方部位と、には他方の励振電極41が形成されている。

【0022】

更にまた振動腕部22aにおける先端部には、その重量を調整することにより発振周波数を調整するための金属膜である調整用錘40が設けられている。この調整用錘40は励振電極41の一部をなすものであるが、その他の部位の電極とは例えば膜厚や電極材料を変えている。なお、図1において励振電極31, 41は図面を見易くするために斜線と黒の点在領域とを使い分けて表している。従って、図1の斜線は水晶片20の断面を示すものではない。

【0023】

また振動腕部22bに着目すると、振動腕部22bの2つの溝部23, 24の内面全体と、これら溝部23, 24の各々の間と、に他方の励振電極41が形成されている。そしてこの振動腕部22bの両側面21, 21と、主面22, 22(表側及び裏側)における先端側の第2の溝部23よりも上方部位と、には他方の励振電極31が形成されている。

【0024】

なお、振動腕部22aにおける先端部においても、同様にその重量を調整することにより発振周波数を調整するための調整用錘30が設けられている。また振動腕部22a, 22bに設けられた電極の配置は、励振電極31, 41が互に逆の関係であることを除くと互に同一である。そしてこれら一方の励振電極31同士が電氣的に接続されるように基部21の表面に引き出し電極32からなる電極パターンが形成されていると共に、他方の励振電極41同士が接続されるように基部21の表面に引き出し電極42からなる電極パターンが形成されている。

【0025】

図中27は、基部21上において振動腕部22a, 22bに挟まれる股部である。図2(a)、図2(b)は、夫々股部27の斜視図、縦断側面図である。これらの図に示すように股部27は、概ね表裏対称かつ左右対称の山型に形成され、山の斜面は水晶振動子2の幅中心から表裏方向に向かって下るように形成されている。股部27における主たる傾斜面27aは水晶のR面と呼ばれる面で構成され、その左右の傾斜面27b, 27cは水晶のr面で構成される。これはエッチング液に対するエッチング速度が $R > r$ であるために生じる。なお図2(a)、(b)において電極パターンの図示は省略している

【0026】

続いて図3を参照しながら、上記の水晶振動子2を形成するための水晶基板である合板5について説明する。この合板5は、水晶の結晶軸であるZ軸にその主面が直交する、つまりZカットされたZ板である2枚の原板51, 52からなり、図3(a)、(b)に示すようにこれら原板51, 52を互いの+X軸の方向及び-X軸の方向が180度、逆になり、且つY軸の方向が互いに並行するように接合したものである。原板51からは前記水晶片20の表面側を構成する切片20aが、原板52からは水晶片20の裏面側を構成する切片20bが夫々形成される。

【0027】

前記接合を行う工程について説明すると、先ず原板51, 52の接合面を鏡面研磨し、親水化(OH基化)させる。その後、原板51, 52の接合面を対向させて押圧し、仮接合を行った後、この仮接合した原板51, 52を水晶のキューリー温度(転移点温度)である573より低い温度、例えば500~570で加熱する。この加熱によって仮接合した原板51, 52の界面においてH₂Oが気化し、原板51, 52間にシロキサン結合(Si-O-Si)が形成され、高い接合強度をもって原板51と原板52とが接合して合板5が形成される。前記親水化後の一連の工程は、接合面における気泡の発生を防ぐために真空雰囲気中で行われることが好ましい。また熱圧着や超音波圧着により原板51

10

20

30

40

50

、52の貼り合わせを行ってもよい。

【0028】

図3(b)に鎖線で示す領域53、54、55は、前記水晶振動子2が形成される形成領域を示しており、図4はその水晶振動子形成領域53の表面を示している。図に示すように形成領域53において水晶振動子2は、既述のように水晶片20を構成する切片20a、20bの右側面が-X軸方向に向かい且つ振動腕部22a、22bがY軸方向に並行するように、X軸方向に沿って多数形成される。続いて図5～図7を用いて、図4の形成領域53に矢印A-Aで示した、水晶振動子2の振動腕部22が形成される領域における、X軸に沿った合板5の断面が変化する様子を説明することにより、水晶振動子2が合板5から形成される工程について説明する。なお以降の処理は合板5全体に対して行われ、他の形成領域54、55からも形成領域53と同様に多数の水晶振動子2が形成されるものとする。

10

【0029】

先ず、スパッタ法で金属膜61を形成領域53の表裏面に形成する(図5(a))。この金属膜61は例えばクロム(Cr)の下地膜に金(Au)を積層したものが用いられる。続いてこのような金属膜61の上にフォトリソistを例えば静電スプレー法により塗布した後(図5(b))、このフォトリソistを水晶片の形状、即ち音叉形状のパターンとなるように露光及び現像し、音叉形状のレジスト膜62を形成する(図5(c))。静電スプレー法については後述する。

20

【0030】

そしてこの後、前記レジスト膜62をマスクにして合板5をヨウ化カリウム(KI)溶液中に浸漬してウエットエッチングを行って、レジスト膜62に覆われていない金属膜61の部分除去し、その後合板5に残っているレジスト膜を全て剥離する(図5(d))。そして前記金属膜61をマスクにして合板5をエッチング液であるフッ酸中に浸漬してウエットエッチングを行い、水晶片20の外形を形成する(図5(e))。

【0031】

このエッチングが行われる際に股部27は次のように形成されと考えられる。図8は、エッチングにより股部27におけるY軸方向の断面が変化する様子を示したものである。既述のように原板51、52を貼り合わせるにより、合板5においては図8(a)に点線で示すように表面、裏面から夫々合板5の貼り合わせの界面に向けて斜めに、表裏対称な方向性を持って結晶が形成されており、図8(b)に示すようにこの結晶の方向性に沿ってエッチングが進行する。また合板5は、原板51、52は-X軸と+X軸とが互いに反転するように貼り合わせたものであるため、その表裏から厚さ方向(Z方向)に同一の速度でエッチングが進行し、また+X軸方向と-X軸方向とにおいてはエッチング速度の差が小さい。その結果として図8(c)に示すように股部27が概ね表裏対称且つ左右対称な山型に形成される。

30

【0032】

図6に戻って水晶片20の外形形成後の工程を説明する。次に合板5の全面にフォトリソistを例えばスプレー法で塗布し、レジスト膜63を形成する(図6(a))。次いで図1に示す溝部23、24に相当する部分のレジスト膜63を剥離する(図6(b))。また、図6(b)に示す工程において、振動腕部22の溝部23、24に相当する部分のレジスト膜63を剥離すると共に、前工程で形成された水晶片20の外形より内側にレジスト膜63が残るように、それ以外のレジスト膜63を剥離するようにしてもよい。続いて前記レジスト膜63をマスクとして合板5をKI溶液中に浸漬してウエットエッチングを行って、レジスト膜63が剥離した箇所の金属膜61を除去し、その後、合板5に残っているレジスト膜63を全て剥離する(図6(c))。

40

【0033】

しかる後、前記金属膜61をマスクにして合板5をエッチング液であるフッ酸中に浸漬してウエットエッチングを行って、水晶片65の両主面に溝部23、24を形成する(図6(d))。また、前工程で形成された水晶片20の外形より内側にレジスト膜63が残

50

るようにした場合には、水晶片 20 の縁部には例えば 1 段あるいは複数段の段部が形成される。その後、水晶ウエハ W に残っている金属膜 61 を除去する（図 6（e））。以上の工程により、図 9 に示すように電極パターンが形成されていない状態の水晶片 20 の外形が製造される。各水晶片 20 はエッチングされずに残された水晶片 20 の基部 21 と形成領域 53 の縁部とを接続する支持部 28 により、合板 5 に支持されている。

【0034】

次に、電極パターンを作成する工程について説明する。まず、原型 6 の両面にスパッタ法で電極となる金属膜 71 を形成する（図 7（a））。この金属膜 71 は例えばクロム（Cr）の下地膜に金（Au）を積層したものが用いられる。続いてこのような金属膜 71 の上にフォトリソを静電スプレー法で塗布する。

10

【0035】

図 10 は、前記静電スプレー法を行うための装置構成について示したものである。図中 81 は合板 5 を載置するステージであり、このステージ 81 表面には正電荷が印加されるようになっている。図中 82 は合板 5 とステージ 81 とに接続される電極であり、ステージ 81 に正電荷が印加されると、合板 5 の表面にもこの電極 82 を介して正電荷が印加されるようになっている。図中 83 はレジストをスプレーすることにより塗布するスプレーノズルであり、ステージ 81 上を水平方向に移動して、水晶片 20 にレジストを塗布し、ノズル 83 からスプレーされたレジストは図中 84 で示す電極針によって負電荷を印加される。

【0036】

20

水晶振動子 2 の励振電極 31, 41 は水晶片 20 の側壁にも形成されることから、背景技術の欄で説明したように、レジスト塗布後に行われる露光、現像工程を行ったときにその電極をマスクするために水晶片 20 の側壁がレジストで被覆されていることが必要であり、スプレーノズル 83 から供給されるレジストとしては露光された部分が溶解性となり、現像後、除去される、ポジ型のものが使用される。合板 5 の表面及び裏面にノズル 83 によりレジストが塗布されるが、この際に合板 5、レジストに夫々電荷が印加されることにより、レジストの水晶片 20 側面への付着性が高まり、水晶片 20 全体を被覆するようにレジストが供給される。

【0037】

図 11（a）は、上記のようにレジストが塗布されるときに股部 27 の様子を示しており、この図に示すように股部 27 は山型に形成されているため、股部 27 に過剰にレジストが供給されても、そのレジストは当該股部 27 の斜面を流れてステージ 81 に流れ落ちる。

30

【0038】

上記のようにレジストが供給され、金属膜 71 上にレジスト膜 72 が形成された後（図 7（b））、合板 5 は、露光装置に搬送され、電極パターンに沿ってレジスト膜 72 が露光される。図 11（b）は、股部 27 が露光される様子を示したものであり、図中 85、86 は、夫々合板 5 を載置する露光ステージ、鎖線で示すように露光ビームを照射する照射部である。股部 27 には電極が形成されないため、その表面全体が露光されるが、股部 27 の表面側、裏面側は上方に向けて開放されているため、露光ビームは遮られずに股部 27 に供給される。

40

【0039】

露光後、現像処理を行い露光した部分のレジスト膜 72 を剥離し、励振電極 31, 41 及び引き出し電極 32, 42 の形状に対応したレジストパターン 73 を形成し、金属膜 71 を露出させ（図 7（c））、しかる後、レジストパターン 73 に沿って露出した金属膜 71 をエッチングして、電極パターンを形成する（図 7（d））。その後、残っているレジスト膜 72 を全て剥離し（図 7（e））、水晶振動子 2 が製造される。製造された水晶振動子 2 は既述の支持部 28 から折り取られ、合板 5 から切り離される。

【0040】

また図 1 に示すように振動腕部 2a における先端部に設けられた金属膜である調整用錘

50

30, 40を形成する場合には、図6(d)に示す水晶片20の両主面に溝部23, 24を形成する工程の後、合板の表面にフォトリソグラーフを例えば静電スプレー法で塗布し、レジスト膜を形成する。そしてフォトリソグラーフにより図1に示す振動腕部22a, 22bの先端部分のみレジスト膜を残し、その他の部分はレジスト膜を全て剥離する。次に合板5をKI溶液中に浸漬してウェットエッチングを行って、レジスト膜が剥離した箇所の金属膜61を除去し、その後振動腕部22a, 22bの先端部分に残っているレジスト膜を剥離する。

【0041】

しかる後、上述した図7(a)～図7(e)に示す電極パターンを作成する工程が行われる。このように水晶片20の両主面に溝部23, 24を形成するためのマスクとして使用される金属膜61を振動腕部22a, 22bの先端部分にのみ残し、その後、電極膜パターンを形成することで、先端の調整用電極膜が厚くなるので、発振周波数の調整幅が大きくなる。

【0042】

また、合板5から分離された水晶振動子2は、例えば図12に示すように、SMD(Surface Mounted Device)構造のセラミックスからなるパッケージ9に格納され電子部品として構成される。このパッケージ9は、上面が開口している例えばセラミック製のケース体9aと、例えば金属製の蓋体9bとから構成される。前記ケース体9aと蓋体9bとは、例えば溶接材からなるシール材9cを介してシーム溶接され、その内部は真空状態となっている。上述した音叉型の水晶振動子2は、このパッケージ9内の台座91部分に基部21の引き出し電極32, 42が導電性接着剤9dに固定され、振動腕部22a, 22bがパッケージ9内部の空間に伸び出した横向きの姿勢で台座91に固定される。なお水晶振動子2は表裏対称な形状なので、接着面として表側、裏側のいずれを選択してもその接着面の向きにより、製品としての(水晶振動子の)特性に差異が生じることが抑えられる。

【0043】

また前記台座91の表面には、導回路92, 93(93は紙面奥側の導回路である)が配線されており、基部21の引き出し電極32, 42が導電性接着剤9dを介して前記導回路92, 93に接続される。また前記導回路92, 93は、ケース体9aの外部底面の長手方向に対向するように設けられた電極94, 95に夫々接続されており、この結果、電極94, 95、導回路92, 93及び導電性接着剤9dを通して基部21の引き出し電極32, 42に電流が印加されることで、前記水晶振動子2が振動するようになっている。こうして水晶振動子2を含んだパッケージ9が構成され、このパッケージ9は、発振回路の回路部品が搭載されている図示しない配線基板に搭載される。

【0044】

上記実施形態によれば、水晶からなるZ板である2枚の原板52, 53を、結晶軸であるX軸の正負の方向が反転する関係となるように互いに接合して合板5を形成し、当該合板5の表裏に合板5をエッチングするためのマスクとなる金属膜61, 61を形成した後、音叉型の水晶片20の外形に沿い、且つ当該外形の長さ方向が前記X軸と直交するようにこれら金属膜61, 61にマスクパターンを形成して、合板5の表面及び裏面から水晶基板のエッチングを行い、水晶片20の外形形成を行っている。上記のように形成された合板5の表裏で結晶軸の向きが対称になるため前記エッチングも表裏対称に進行し、また+X軸方向と-X軸方向とではエッチング速度における差が小さいため、水晶片20の振動腕部22a, 22b間の股部27は、概ね表裏対称且つ左右対称な山型に形成され、股部27の形状の複雑化が抑えられる。このように股部27が形成されるため、水晶片20に励振電極形成用の金属膜71を形成後、レジストを塗布する際において過剰なレジストは股部27の斜面を流れ落ち、当該股部27に溜まることが抑えられる。また、股部27の形状の複雑化が抑えられているため、レジスト塗布後、股部27を露光する際に当該股部27において十分に露光されない箇所が生じることが抑えられる。従って、現像後において股部27にレジスト膜72が残ることが抑えられる。その結果として、その残留した

レジスト膜 7 2 の下層の金属膜 7 1 により、水晶振動子 2 の左右の振動腕部 2 2 a , 2 2 b の励振電極 3 1 , 4 1 が短絡し、水晶振動子 2 の歩留まりが低下することが抑えられる。

【 0 0 4 5 】

上記実施形態においては、合板 5 に対し、各形成領域 5 3 ~ 5 5 から形成される水晶片 2 0 の切片 2 0 a , 2 0 b の右側面が - X 軸方向に向かうようにウエットエッチングを行っているが、図 1 3 に示すように形成される各切片 2 0 a , 2 0 b の右側面が + X 軸方向に向かうように各形成領域を設定し、既述の実施形態と同様の手順でエッチングを行い、水晶振動子を形成してもよい。

【 0 0 4 6 】

図 1 4 (a) , (b) は、上述のようにエッチングを行い、形成された水晶振動子 1 0 0 の股部 1 0 1 の構成を示したものである。この股部 1 0 1 以外の各部は、既述の水晶振動子 2 と同様の構成を有しており、同一の符号を付して示している。股部 1 0 1 は、水晶の結晶の方向性により、前記エッチングによって図 1 4 (a) に示すように概ね左右対称に山が連なった構造を有するように形成され、図 1 4 (b) に示すように表裏対称に形成される。このような水晶振動子 1 0 0 においても股部 1 0 1 の構造の複雑化が抑えられるため、電極を形成する際のレジスト塗布時に股部 1 0 1 にレジストが溜まることが抑えられ、また露光時に露光ビームが遮られて十分に露光されない箇所ができることが抑えられる結果、既述の実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 4 7 】

また励振電極 3 1 , 4 1 を形成するために振動腕部 2 2 a , 2 2 b にレジスト膜 7 2 を形成するにあたっては、背景技術の欄で述べたように振動腕部 2 2 a , 2 2 b の側面への高い被覆性を得られる手段が用いられ、既述の静電スプレー法に限られず、例えばレジスト液中に水晶振動子 2 を浸漬させ、水晶振動子 2 の表面全体にレジスト膜 7 2 を形成する浸漬法 (ディップ法) などを用いてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 8 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態に係る音叉型水晶振動子を示した斜視図である。

【 図 2 】 前記水晶振動子の股部の構成を示した説明図である。

【 図 3 】 前記水晶振動子を製造するための合板の構成を示した説明図である。

【 図 4 】 前記合板の水晶振動子形成領域を示した上面図である。

【 図 5 】 本発明の実施の形態に係る音叉型水晶振動子の製造方法を示す概略断面図である。

【 図 6 】 本発明の実施の形態に係る音叉型水晶振動子の製造方法を示す概略断面図である。

【 図 7 】 本発明の実施の形態に係る音叉型水晶振動子の製造方法を示す概略断面図である。

【 図 8 】 前記股部がエッチングにより形成される様子を示した説明図である。

【 図 9 】 前記水晶振動子形成領域に形成された水晶片を示した上面図である。

【 図 1 0 】 前記製造方法において静電スプレー法を行うための装置構成を示した構成図である。

【 図 1 1 】 前記股部にレジストが供給される様子及び当該股部が露光される様子を示した説明図である。

【 図 1 2 】 前記水晶振動子を含んだパッケージの構成を示した構成図である。

【 図 1 3 】 他の水晶振動子の製造方法を実施するための水晶振動子形成領域の説明図である。

【 図 1 4 】 前記製造方法により製造された水晶振動子の股部の構成を示した説明図である。

【 図 1 5 】 従来 of 水晶振動子の構成図である。

【 図 1 6 】 従来 of 水晶振動子の股部の一例を示した説明図である。

【図 17】従来の水晶振動子を製造する際に電極が短絡する様子を示した説明図である。

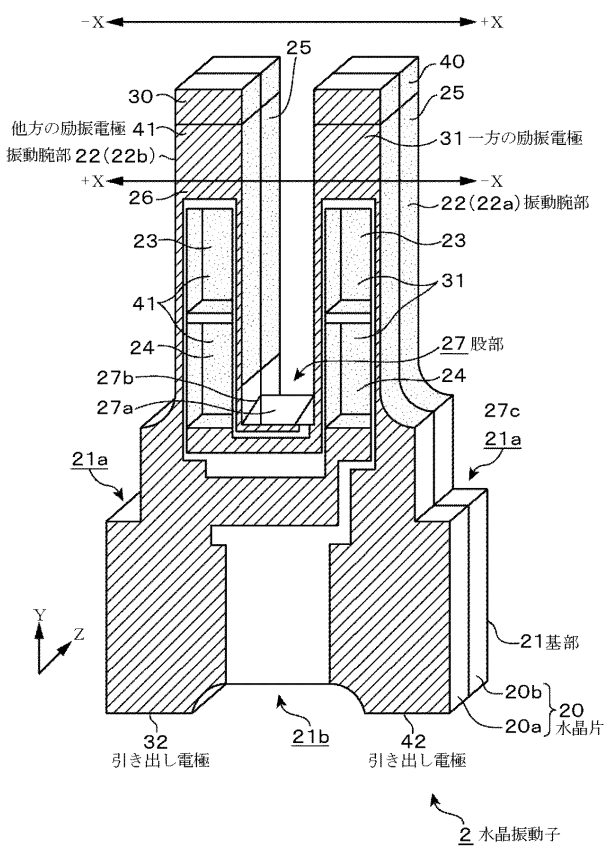
【符号の説明】

【0049】

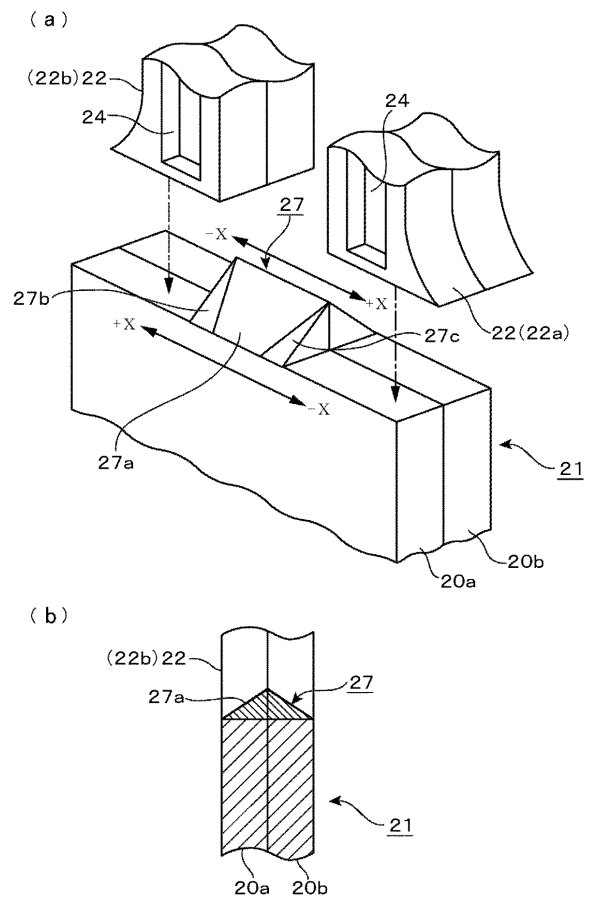
2 水晶振動子
 20 水晶片
 20a, 20b 切片
 21 基部
 22a, 22b 振動腕部
 27 股部
 31, 41 励振電極
 5 合板
 51, 52 原板

10

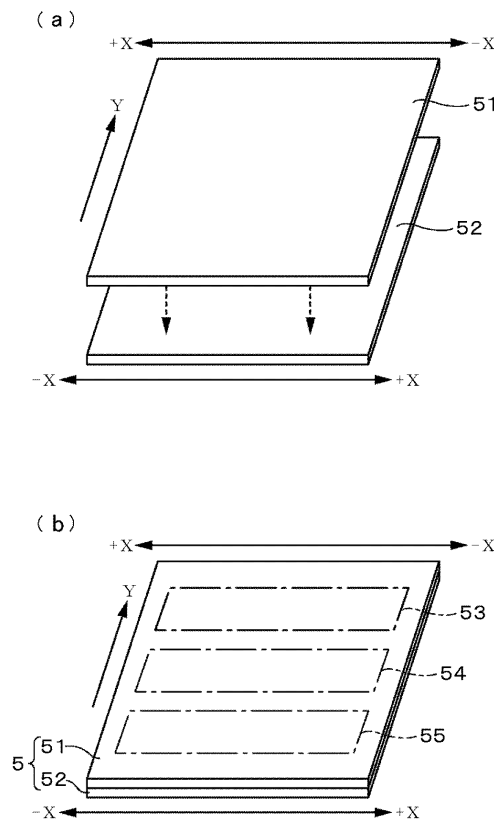
【図 1】



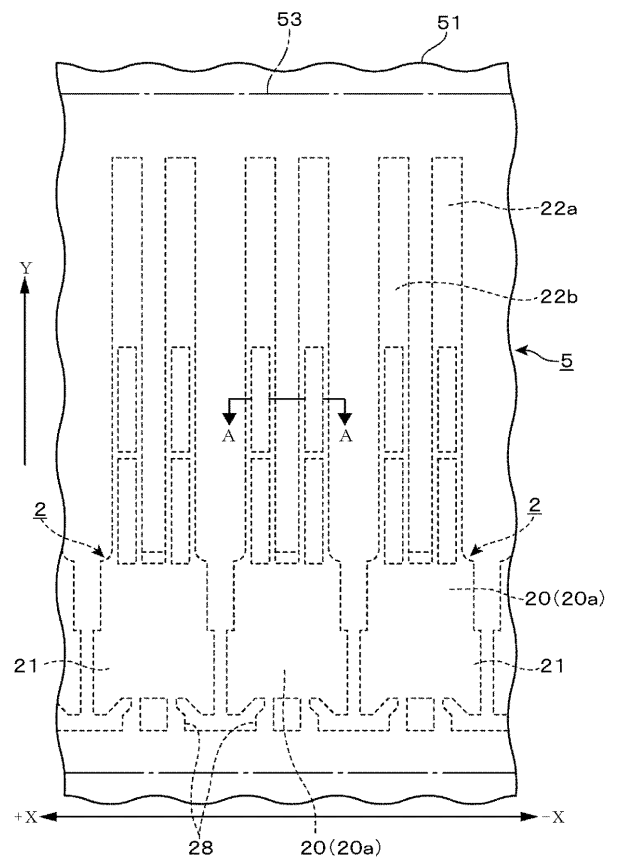
【図 2】



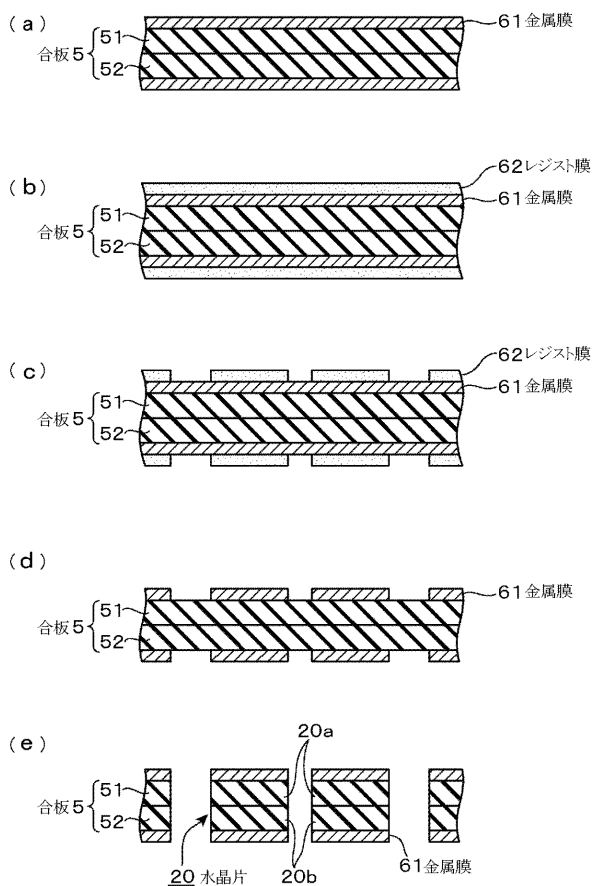
【図 3】



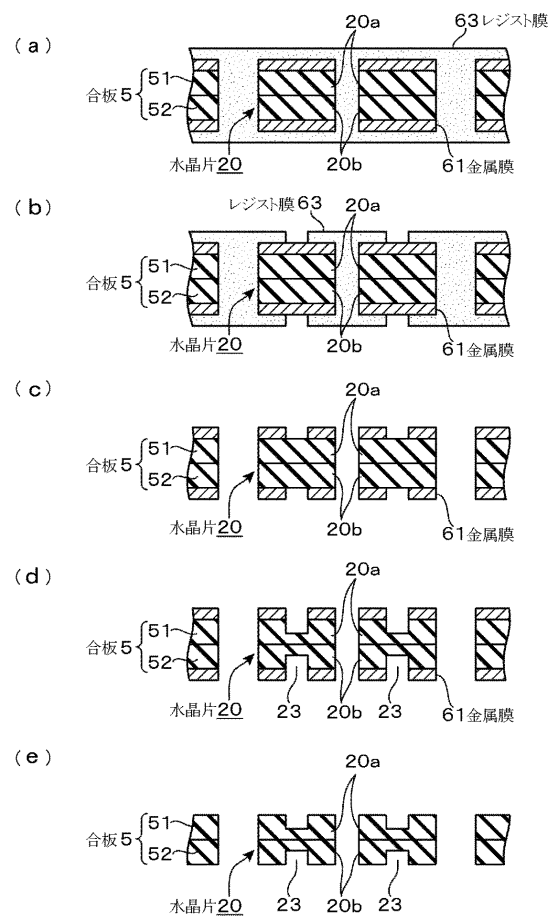
【図 4】



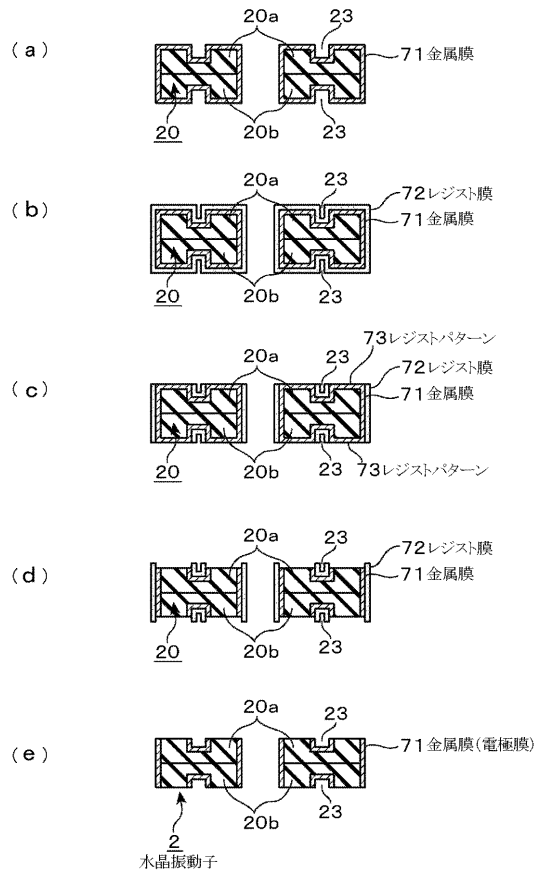
【図 5】



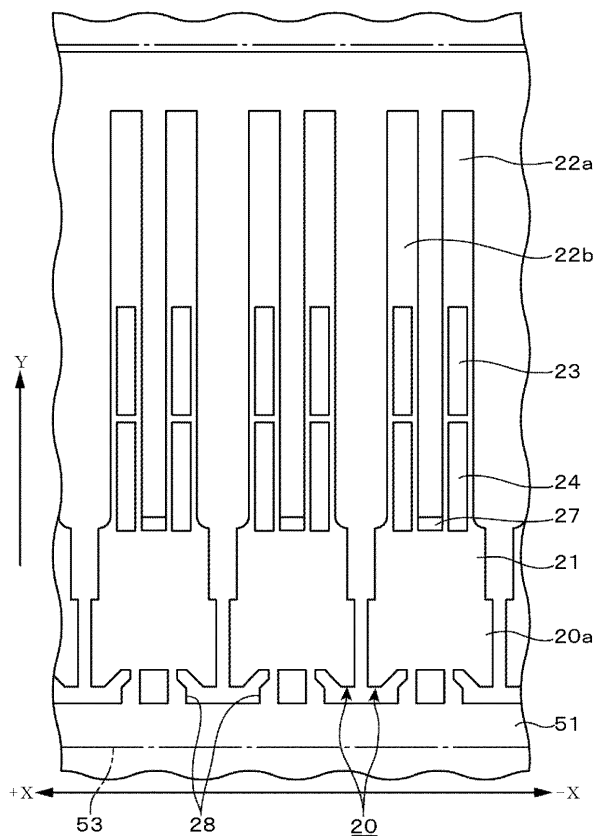
【図 6】



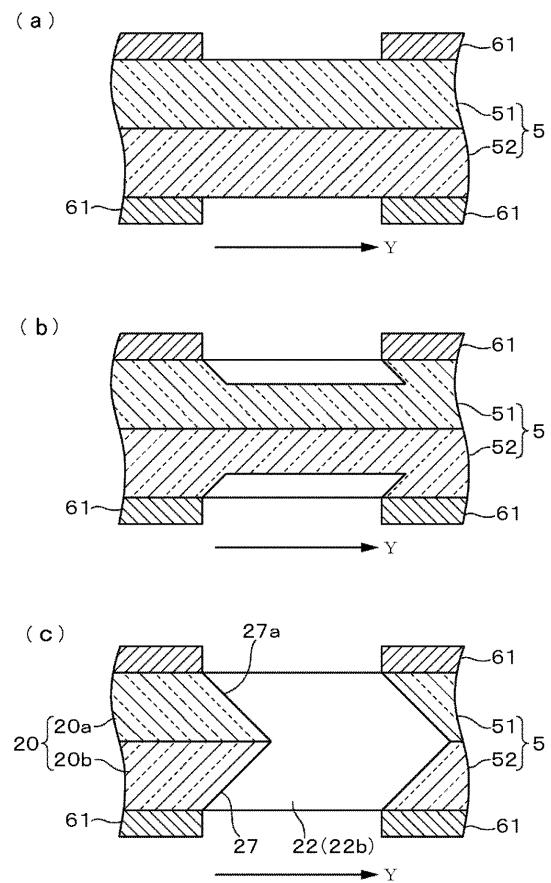
【図 7】



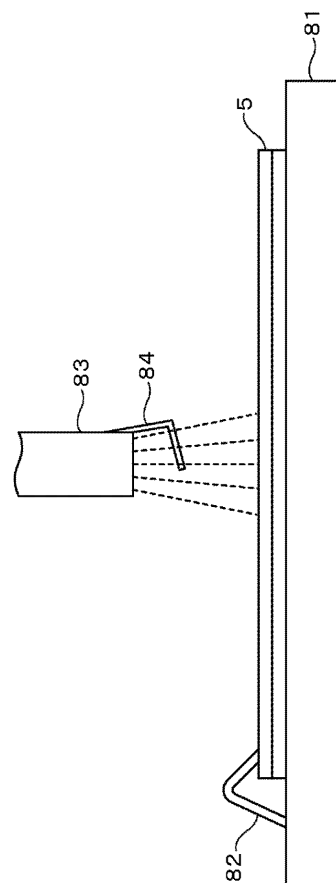
【図 9】



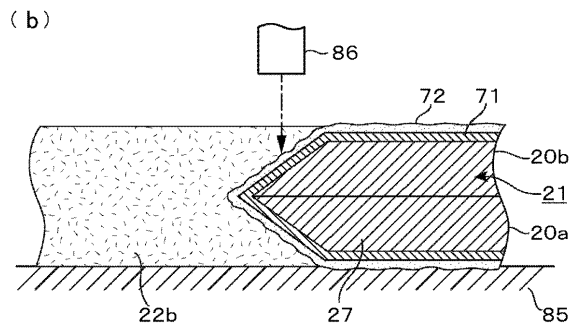
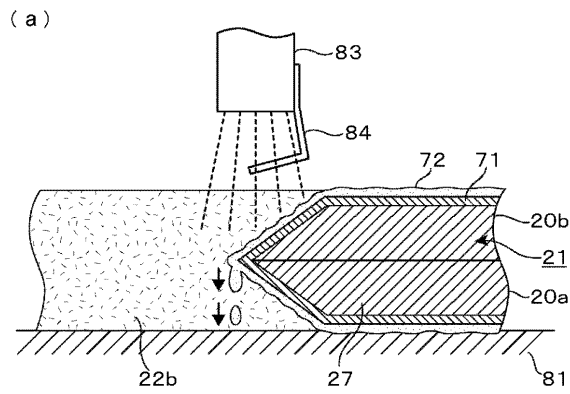
【図 8】



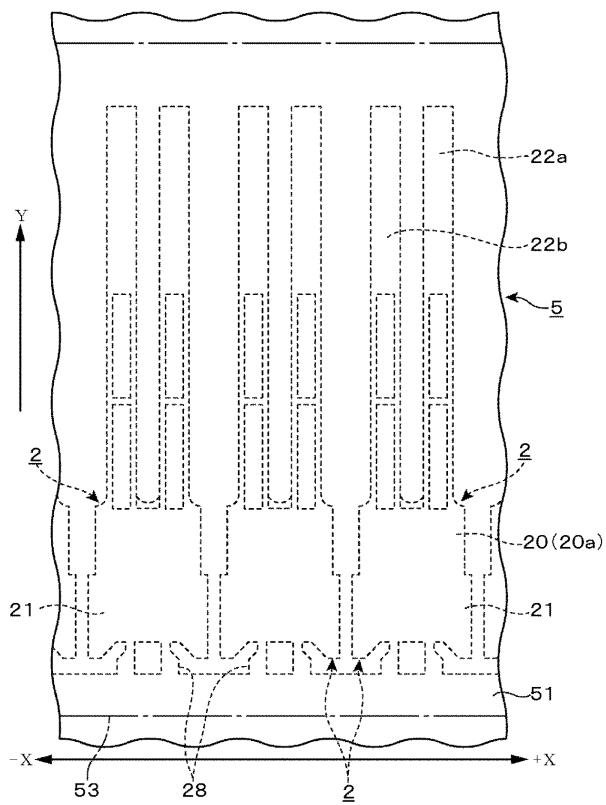
【図 10】



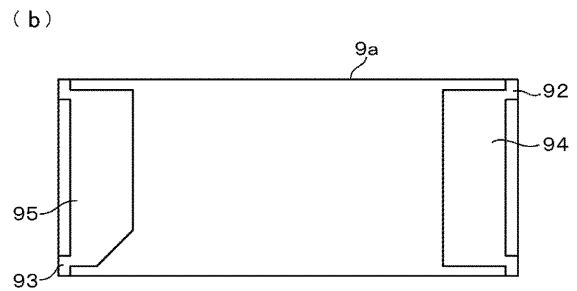
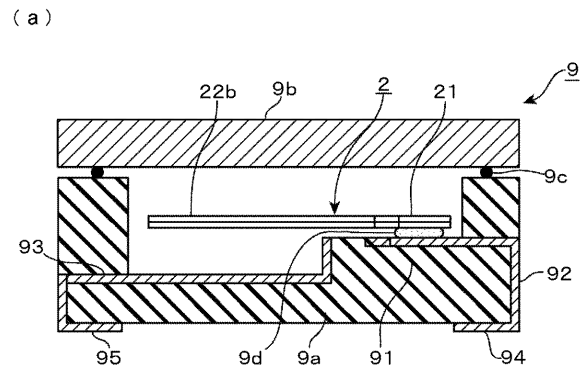
【図 1 1】



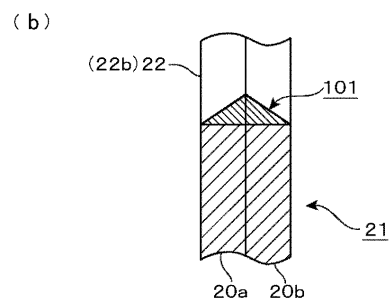
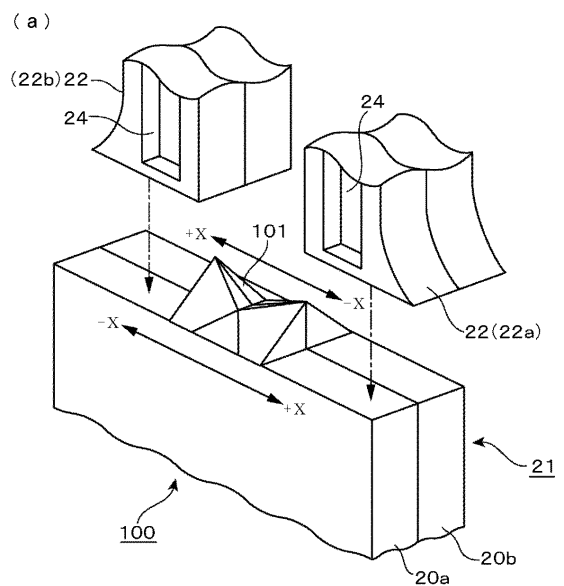
【図 1 3】



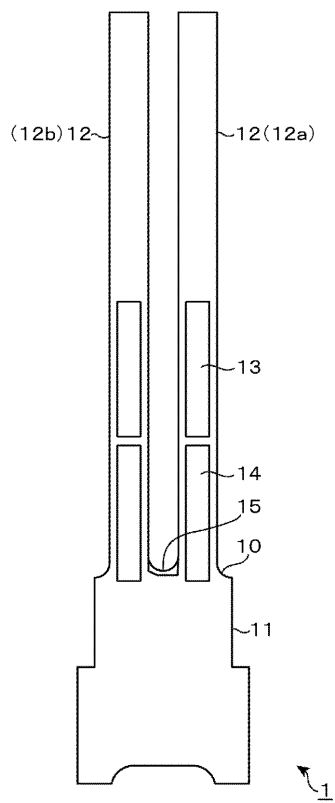
【図 1 2】



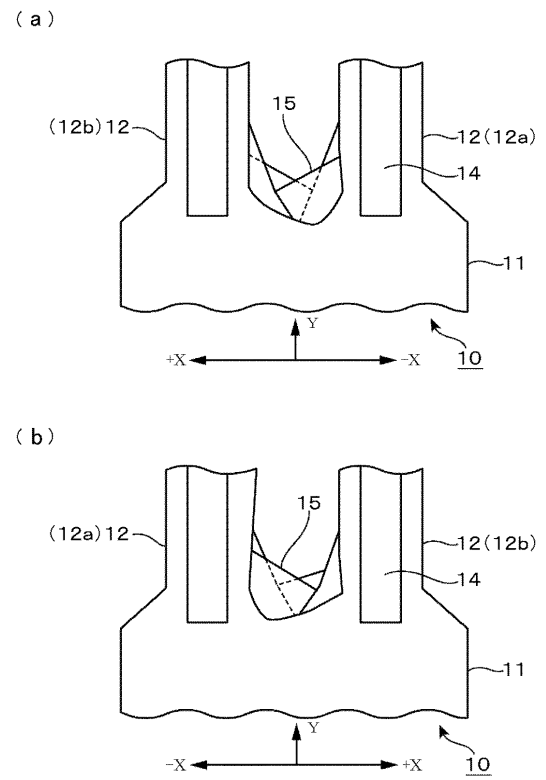
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

