

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4525623号
(P4525623)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int.Cl.

F I

H03H 3/02 (2006.01)

H03H 3/02

D

H03H 3/02

B

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-80404 (P2006-80404)
 (22) 出願日 平成18年3月23日(2006.3.23)
 (65) 公開番号 特開2007-259036 (P2007-259036A)
 (43) 公開日 平成19年10月4日(2007.10.4)
 審査請求日 平成19年5月1日(2007.5.1)

(73) 特許権者 000003104
 エプソントヨコム株式会社
 東京都日野市日野4 2 1-8
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (72) 発明者 伯耆原 秋
 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目4 8 4 番地
 エプソントヨコム株式会社内
 (72) 発明者 石井 佐知
 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目4 8 4 番地
 エプソントヨコム株式会社内

審査官 橋本 和志

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】

圧電材料からなる基板から振動部を備えた圧電振動片を形成する圧電振動片の製造方法であって、

前記基板にドライエッチングマスクを形成するマスク形成工程と、

前記マスク形成工程後に、ドライエッチングによって、前記基板のエッチング加工部の一部を残してエッチングするドライエッチング工程と、

前記ドライエッチング工程の後に、前記ドライエッチングマスクを除去するマスク除去工程と、

前記マスク除去工程後に、ウェットエッチングによって、前記エッチング加工部の一部を除去し前記圧電振動片を前記基板から形成するとともに、前記ドライエッチング工程で前記振動部に形成された変質層の少なくとも一部を除去するウェットエッチング工程を含む

ことを特徴とする圧電振動片の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の圧電振動片の製造方法において、

前記基板の両面それぞれについて、

前記マスク形成工程と、

前記ドライエッチング工程と、

前記マスク除去工程とを行った後に、

10

20

前記ウェットエッチング工程を行う
ことを特徴とする圧電振動片の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の圧電振動片の製造方法において、
前記ウェットエッチング工程は、前記ドライエッチングマスクが形成された基板の表面
をウェットエッチングする
ことを特徴とする圧電振動片の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 請求項 3 のいずれか一項に記載の圧電振動片の製造方法において、
前記圧電振動片は、音叉型圧電振動片であり、
前記振動部は、前記音叉型圧電振動片の振動腕である
ことを特徴とする圧電振動片の製造方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 ～ 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において、
前記基板は水晶からなる
ことを特徴とする圧電振動片の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電振動片の製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

圧電材料である水晶基板を加工して圧電振動片を形成する方法として以下の方法が知られている。

ドライエッチングであるリアクティブイオンエッチングによって、圧電振動片としての水晶振動子を加工する方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。ドライエッチングでは、水晶基板の異方性の影響を受けにくい加工が可能である。

【0003】

【特許文献 1】特開平 8 - 242134 号公報（第 3 頁、段落番号 [0020] ～ [0022]）

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ドライエッチングによる加工では、イオンの衝突による基板表面の温度の上昇、ミキシング等によって表面に変質層が生じる。この変質層は基板と同じ圧電特性をもたないので、圧電振動片として有効に作動する部分が減少する。また、変質層の圧電特性の予測が困難であるため、変質層を含めた振動特性を設計することが難しい。

本発明の目的は、表面の変質層が少なく、設計された振動特性との差が少ない振動特性を備えた圧電振動片の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0005】

本発明の圧電振動片の製造方法は、圧電材料からなる基板から振動部を備えた圧電振動片を形成する圧電振動片の製造方法であって、前記基板にドライエッチングマスクを形成するマスク形成工程と、前記マスク形成工程後に、ドライエッチングによって、前記基板のエッチング加工部の一部を残してエッチングするドライエッチング工程と、前記ドライエッチング工程の後に、前記ドライエッチングマスクを除去するマスク除去工程と、前記マスク除去工程後に、ウェットエッチングによって、前記エッチング加工部の一部を除去し前記圧電振動片を前記基板から形成するとともに、前記ドライエッチング工程で前記振動部に形成された変質層の少なくとも一部を除去するウェットエッチング工程とを含むことを特徴とする。

50

【 0 0 0 6 】

この発明によれば、ドライエッチングマスクを除去した後に、ウェットエッチングを行い圧電振動片を形成するので、ドライエッチングによって生じた変質層が露出し、ウェットエッチングによって変質層が除去またはその大部分が除去される。したがって、表面の変質層が少なく、設計された振動特性との差が少ない振動特性を備えた圧電振動片の製造方法が得られる。

【 0 0 0 7 】

本発明では、前記基板の両面それぞれについて、前記マスク形成工程と、前記ドライエッチング工程と、前記マスク除去工程とを行った後に、前記ウェットエッチング工程を行うのが好ましい。

10

この発明では、前述の効果に加え、基板の両面についてドライエッチングによる加工を行うので、圧電振動片の両面に対して、ドライエッチングによる基板の異方性の影響を受けにくい加工が可能である。

【 0 0 0 8 】

本発明では、前記ウェットエッチング工程は、前記ドライエッチングマスクが形成された基板の表面をウェットエッチングするのが好ましい。

この発明では、ウェットエッチングによって、マスクが形成された基板の表面に形成された変質層が除去される。

【 0 0 0 9 】

本発明では、前記圧電振動片は、音叉型圧電振動片であり、前記振動部は、前記音叉型圧電振動片の振動腕であるのが好ましい。

20

また本発明では、前記基板は水晶からなるのが好ましい。

この発明では、音叉型水晶振動片の振動腕は振動幅が大きく、変質層の影響を受けやすいため、より前述の効果の大きい圧電振動片の製造方法が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明にかかる実施形態について図面に基づいて説明する。各実施形態において、同じ構成要素には、同じ符号を付して説明する。

図 1 ～ 図 3 には第 1 実施形態が示され、図 4 および図 5 には第 2 実施形態が示されている。

30

【 0 0 1 1 】

(第 1 実施形態)

図 1 には、圧電振動片としての音叉型水晶振動片 1 0 が連結された、本実施形態における水晶振動片連結体 1 0 0 が示されている。図 2 には、音叉型水晶振動片 1 0 の製造方法を表すフロー図が示されている。図 3 には、音叉型水晶振動片 1 0 の製造方法を表す概略部分断面図が示されている。

【 0 0 1 2 】

図 1 (a) には、水晶振動片連結体 1 0 0 の平面図、同図 (b) は (a) における A - A 断面図が示されている。

音叉型水晶振動片 1 0 は、水晶振動片連結体 1 0 0 の支持部 1 によって連結され、並んで配置されている。図 1 では、3 個の音叉型水晶振動片 1 0 が連結されているが、実際には図示しないそれ以上の音叉型水晶振動片 1 0 が連結されている。

40

音叉型水晶振動片 1 0 は、基部 2 に 2 本の振動腕 3 を備えている。振動腕 3 は断面が略 H 型形状で、基部 2 から同じ方向に向けて形成されている。そして、基部 2 が支持部 1 と連結している。

2 本の振動腕 3 の主面および他方の主面の 4 ヲ所には、溝 4 が形成されている。溝 4 の形状は 4 ヲ所とも略同形状で、その断面形状は略コの字型である。正確には、溝 4 の底面 4 1 の形状は平面とはなっていない。

【 0 0 1 3 】

以下に、音叉型水晶振動片 1 0 の製造方法を図に基づいて説明する。

50

図 2 において、音叉型水晶振動片 10 の製造方法は、マスク形成工程であるメタルマスク形成工程としてのステップ 1 (S1) およびステップ 4 (S4) と、ドライエッチング工程としてのステップ 2 (S2) およびステップ 5 (S5) と、マスク除去工程であるメタルマスク除去工程としてのステップ 3 (S3) およびステップ 6 (S6) と、ウェットエッチング工程としてのステップ 7 (S7) とを含む。ここで、ドライエッチングマスクとしてメタルマスクを使用している。

本実施形態では、メタルマスク形成工程と、ドライエッチング工程と、メタルマスク除去工程とを 2 回行った後にウェットエッチング工程を行う。

【0014】

図 3 において、(a) は S1、(b) は S2、(c) は S3、(d) は S4、(e) は S5、(f) は S6、(g) は S7 のそれぞれの工程を示した概略部分断面図である。

10

図 3 (a) において、圧電材料からなる基板としての水晶基板 20 の主面 26 にメタルマスク 30 を形成する。水晶基板 20 は、表裏両面を均一になるように研磨しておく。メタルマスク 30 は、図 1 (a) に示した水晶振動片連結体 100 の主面から見た形状と略同じ外形状に形成する。そして、溝 4 の部分には、開口部 31 を形成する。

メタルマスク 30 は、よく知られたフォトリソ法とスパッタ法とによって選択的に形成できる。また、メタルマスク 30 の材料は、ニッケル等を用いることができる。メタルマスク 30 の形成されていない水晶基板 20 の厚み方向の領域が、エッチング加工部 25 となる。

【0015】

20

図 3 (b) において、ドライエッチングを行う。エッチングにより、エッチング加工部 25 と、メタルマスク 30 の開口部 31 とに相当する水晶基板 20 がエッチングされている。振動腕 3 には、溝 4 が穿設される。ドライエッチングは、エッチング加工部 25 の一部を残すように行う。

ドライエッチングは、一般に採用されている酸化膜ドライエッチャーである RIE (リアクティブイオンエッチング) 装置にて、反応ガス、例えば CHF_3 を用いて行う。ここで、水晶基板 20 の温度上昇を防ぐためにエッチングされる主面 26 の他方の主面 27 は冷却シート等と接触させておく。

【0016】

ドライエッチングの際、イオンの衝突により水晶基板 20 の表面温度が上昇し、変質層 23 が形成される。図 3 では、変質層 23 はメタルマスク 30 の部分しか図示されていないが、表面温度が上昇した表面には、変質層 23 が形成されている。変質層 23 は、イオンのさらされる表面の場所等によりその厚さ、質が異なる。

30

メタルマスク 30 が形成された水晶基板 20 の表面であっても、メタルマスク 30 の温度上昇によって変質層 23 が形成されている。

【0017】

この際、狭い溝 4 におけるドライエッチングレートとその他の広い領域のドライエッチングレートとは、ドライエッチングの特性であるマイクロローディング効果によって異なる。したがって、同じエッチング条件であっても、溝 4 はその他の部分より浅くエッチングされている。

40

また、溝 4 および音叉型水晶振動片 10 の側面に該当する部分は、ドライエッチングで形成されるため、水晶の結晶の異方性から生ずるエッチング異方性がなく、水晶基板 20 の表面に対して略垂直に形成されている。

S2 の工程で、水晶基板 20 の主面 26 がドライエッチングされた水晶基板 21 が得られる。

【0018】

図 3 (c) において、メタルマスク 30 を除去する。メタルマスク 30 の除去は、塩酸等の酸の水溶液等に浸漬することで行う。

【0019】

図 3 (d) において、水晶基板 21 の他方の主面 27 に S1 と同様にメタルマスク 30

50

を形成する。

【0020】

図3(e)において、S2と同様にドライエッチングを行う。このドライエッチングも、エッチング加工部25の一部が残るように行う。したがって、このS5の工程で、主面26と他の主面27側からエッチングされた水晶基板22が得られる。

【0021】

図3(f)において、S3と同様にメタルマスク30を除去する。

【0022】

図3(g)において、ウェットエッチングを行う。ウェットエッチングを行うことにより変質層23を除去するとともに、エッチング加工部25の一部を除去する。つまり、ウェットエッチングによって、メタルマスク30が形成された水晶基板20の表面をウェットエッチングすることになる。したがって、メタルマスク30が形成された水晶基板20の表面に形成された変質層23を除去することができる。また、水晶の結晶の異方性から溝4の底面41は平面にエッチングされていない。ウェットエッチングは、フッ化水素酸等を用いて行う。

ここで、音叉型水晶振動片10は、水晶振動片連結体100とともに水晶基板20から分離形成される。

【0023】

最後に、水晶振動片連結体100から音叉型水晶振動片10を個々に切り離すことによって、音叉型水晶振動片10が得られる。

このような本実施形態によれば、以下の効果がある。

【0024】

(1)メタルマスク30を除去した後に、ウェットエッチングを行い音叉型水晶振動片10を分離形成するので、ドライエッチングによって生じた変質層23を露出でき、ウェットエッチングによって変質層23を除去できる。つまり、ウェットエッチングによって、メタルマスク30が形成された水晶基板20の表面に形成された変質層23を除去できる。したがって、設計された振動特性との差が少ない振動特性を備えた音叉型水晶振動片10の製造方法を得ることができる。

【0025】

(2)前述の効果に加え、水晶基板20の両面についてドライエッチングによる加工を行うので、音叉型水晶振動片10の両面の溝4の加工に対して、ドライエッチングによる水晶基板20の異方性の影響を受けにくい加工ができる。

【0026】

(第2実施形態)

図4には、圧電振動片としての音叉型水晶振動片50が連結された、本実施形態における水晶振動片連結体200が示されている。また、図5には、音叉型水晶振動片50の製造方法を表す概略部分断面図が示されている。

【0027】

図4(a)には、水晶振動片連結体200の平面図、同図(b)は(a)におけるB-B断面図が示されている。

音叉型水晶振動片50には、第1実施形態における溝4が形成されていない点以外は、第1実施形態と同様の構成となっている。

【0028】

以下に、音叉型水晶振動片50の製造方法を図に基づいて説明する。

本実施形態においても、図2に示した工程およびステップを含む。

図5において、(a)はS1、(b)はS2、(c)はS3、(d)はS4、(e)はS5、(f)はS6、(g)はS7のそれぞれの工程を示した概略部分断面図である。

図5(a)および(d)はメタルマスク形成工程であるS1およびS4を示しているが、第1実施形態とは開口部31が設けられていない点が異なる。その他は第1実施形態と同様である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

第 1 実施形態と同様に、S 1 ~ S 7 の工程を行なった後、水晶振動片連結体 2 0 0 から音叉型水晶振動片 5 0 を個々に切り離すことによって、音叉型水晶振動片 5 0 が得られる。

このような本実施形態によれば、溝 4 のない音叉型水晶振動片 5 0 においても第 1 実施形態と同様の効果がある。

【 0 0 3 0 】

(第 3 実施形態)

図 6 には、本発明の第 3 実施形態にかかる音叉型水晶振動片 1 0 の製造方法を表す概略部分断面図が示されている。水晶振動片連結体 1 0 0 は第 1 実施形態を表した図 1 に示したものと同様である。

【 0 0 3 1 】

図 6 において、(a) は S 1、(b) は S 2、(c) は S 3、(d) は S 4、(e) は S 5、(f) は S 6、(g) は S 7 のそれぞれの工程を示した概略部分断面図である。

図 6 (a) において、水晶基板 2 0 の主面 2 7 にメタルマスク 3 0 を形成する。メタルマスク 3 0 は、溝 4 の部分にのみ開口部 3 1 を設けて全面に形成されている。

図 6 (b) においてドライエッチングを行う。メタルマスク 3 0 の開口部 3 1 に相当する水晶基板 2 0 がドライエッチングされ、主面 2 7 に溝 4 のみが形成される。ドライエッチングを行っている間、他方の主面 2 6 を冷却シート等によって冷却し、水晶基板 2 0 の温度上昇を防ぐ。

【 0 0 3 2 】

図 6 (c) において、メタルマスク 3 0 を除去する。メタルマスク 3 0 の除去は、第 1 実施形態と同様に行う。

図 6 (d) において、水晶基板 2 1 の他方の主面 2 6 に、第 1 実施形態の S 1 で用いたものと同様のメタルマスク 3 0 を形成する。

【 0 0 3 3 】

図 6 (e) において、ドライエッチングを行う。このエッチングは、主面 2 7 付近までエッチングを行う。このとき、主面 2 7 には、冷却シート等を接触させ水晶基板 2 1 の温度上昇を防ぐ。また、エッチング加工部 2 5 の一部が残るように行う。

この S 5 の工程で、主面 2 6 と他方の主面 2 7 側からエッチングされた水晶基板 2 2 が得られる。

【 0 0 3 4 】

図 6 (f) において、メタルマスク 3 0 を除去する。

【 0 0 3 5 】

図 6 (g) において、ウェットエッチングを行い水晶基板 2 2 のエッチング加工部 2 5 の一部を除去する。

このような実施形態によれば、第 1 実施形態の効果に加え以下の効果がある。

【 0 0 3 6 】

(3) 水晶基板 2 1 を主面 2 6 からドライエッチングするときに、主面 2 7 には溝 4 のみが形成されているだけなので、接触させる冷却シートの接触面積を十分にとることができる。温度上昇による水晶基板 2 1 の歪みを押さえることができる。

【 0 0 3 7 】

なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、A T カット振動子、ジャイロ素子にも応用が可能である。

音叉型水晶振動片 1 0 は、振動腕 3 の表裏両面 (側面も含む) および溝 4 の内部に励振電極や検出電極がそれぞれ基部 2 にまで延在されて形成され、パッケージ内に実装されて水晶振動子を構成し、外部回路に接続されて使用される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

【図 1】(a) は、本発明にかかる第 1 実施形態の水晶振動片連結体の平面図、(b) は、(a) における A - A 断面図。

【図 2】音叉型水晶振動片の製造方法を表すフロー図。

【図 3】音叉型水晶振動片の製造方法を表す概略部分断面図。

【図 4】(a) は、本発明にかかる第 2 実施形態の水晶振動片連結体の平面図、(b) は、(a) における B - B 断面図。

【図 5】音叉型水晶振動片の製造方法を表す概略部分断面図。

【図 6】本発明の第 3 実施形態にかかる音叉型水晶振動片の製造方法を表す概略部分断面図。

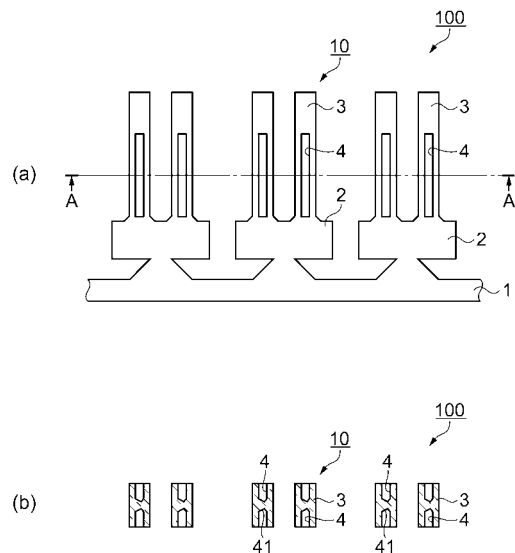
【符号の説明】

10

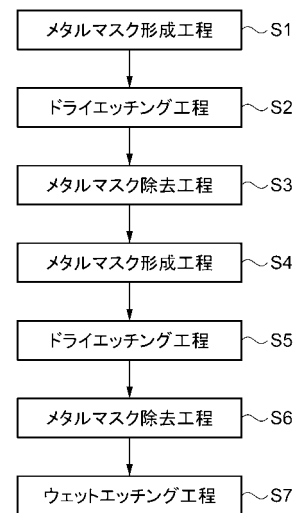
【 0 0 3 9 】

1 0 ... 圧電振動片としての水晶振動片、 2 0 ... 圧電材料からなる基板としての水晶基板、 2 5 ... エッチング加工部、 3 0 ... ドライエッチングマスクとしてのメタルマスク。

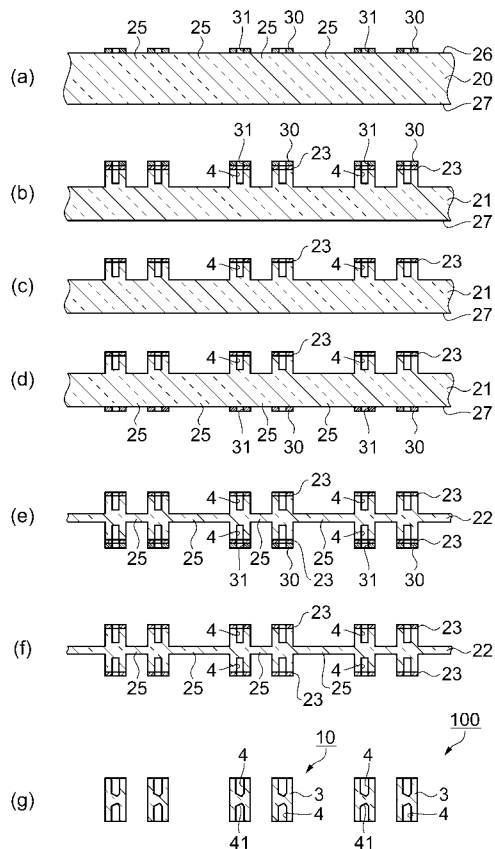
【図 1】



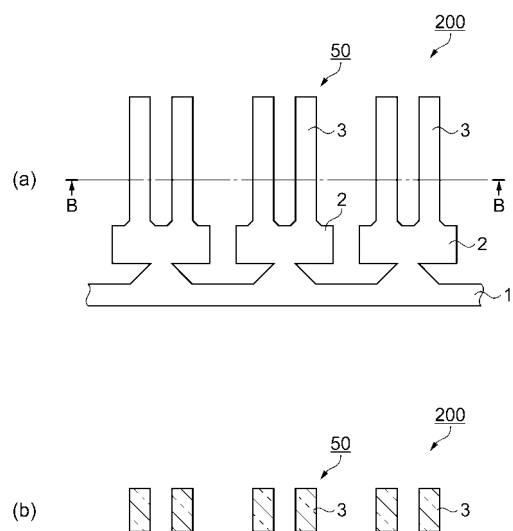
【図 2】



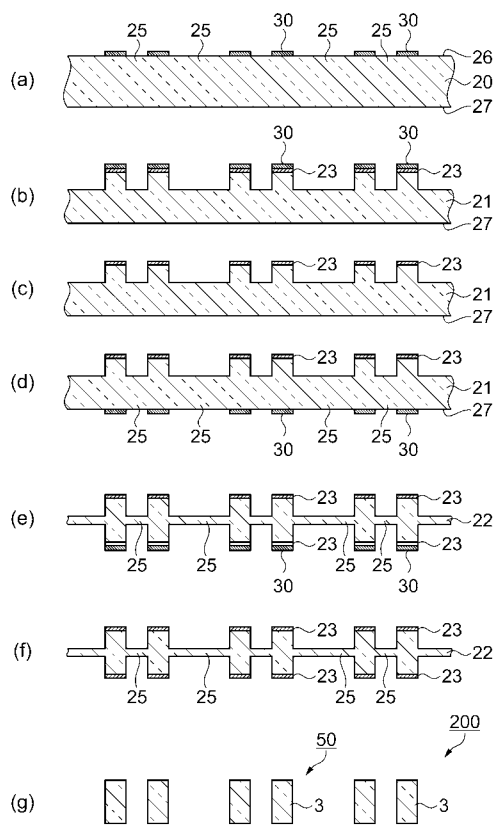
【図 3】



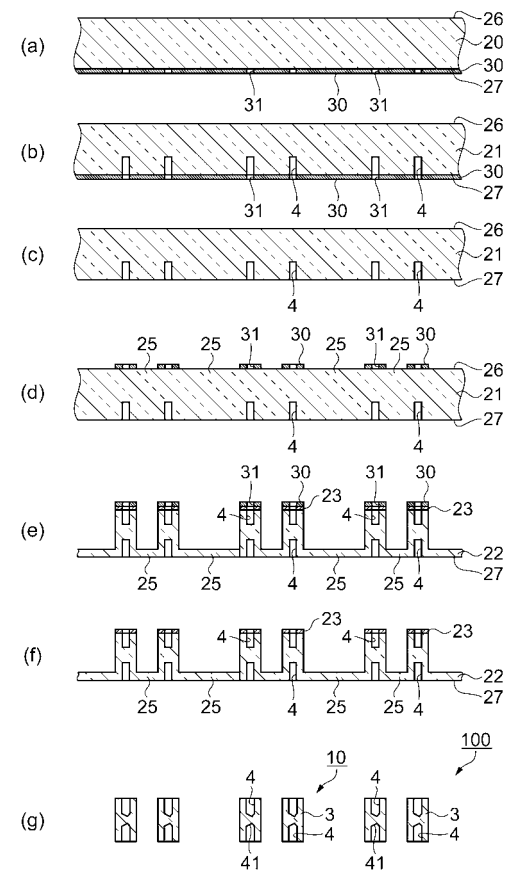
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-289217(JP,A)
特開2004-173218(JP,A)
特開2002-261557(JP,A)
特開2003-198303(JP,A)
特開平09-083281(JP,A)
特開2005-130218(JP,A)
特開平08-111623(JP,A)
特開2002-374146(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-3/06, 9/00-9/135, 9/15-9/24, 9/30-9/
40, 9/46-9/62, 9/66, 9/70, 9/74