

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4830069号  
(P4830069)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int.Cl.	F 1
HO3H 3/02 (2006.01)	HO3H 3/02 C
HO3H 9/19 (2006.01)	HO3H 9/19 D
HO1L 41/09 (2006.01)	HO1L 41/08 C
HO1L 41/18 (2006.01)	HO1L 41/18 101A

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-329795 (P2005-329795)  
 (22) 出願日 平成17年11月15日 (2005.11.15)  
 (65) 公開番号 特開2007-142526 (P2007-142526A)  
 (43) 公開日 平成19年6月7日 (2007.6.7)  
 審査請求日 平成20年9月5日 (2008.9.5)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (72) 発明者 村上 賢郎  
 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目484番地  
 エプソントヨコム株式会社内  
 (72) 発明者 小峰 賢二  
 神奈川県川崎市幸区塚越三丁目484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】圧電ウエハ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

エッティングで残された圧電ウエハ本体と、該圧電ウエハ本体から折り取り可能な複数の圧電基板と、前記圧電ウエハ本体と前記圧電基板とを連結する一対の支持部とを有する圧電ウエハであって、

前記圧電ウエハ本体と前記圧電基板は、

水晶の結晶軸である、電気軸としてのX軸と、機械軸としてのY軸と、光学軸としてのZ軸と、からなる直交座標系の前記X軸を中心として、前記Z軸を前記Y軸の- Y方向へ傾けた軸をZZ'軸とし、前記Y軸を前記Z軸の+ Z方向へ傾けた軸をYY'軸とし、前記X軸と前記ZZ'軸に平行な面で構成され、前記YY'軸に平行な方向を厚みとする水晶基板であり、

前記圧電基板の第一の一対の辺が、前記X軸に沿い、

前記圧電基板の第二の辺が、前記ZZ'軸と沿い、

前記残された圧電ウエハ本体から並列に延びる前記一対の支持部が、前記第二の辺と一体に接続され、

前記一対の支持部の互いに対向する側面とは反対側の各々の側面は、前記第一の一対の辺と夫々同一面上にあり、

前記一対の支持部の互いに対向する側面の前記圧電基板との接続部側に、前記YY'軸に沿って前記支持部の厚みの全長に亘って第1の溝が設けられていることを特徴とする圧電ウエハ。

10

20

**【請求項 2】**

前記一対の支持部の互いに対向する側面とは反対側の各々の側面の前記圧電基板との接続部側に、前記YY'軸に沿って前記支持部の厚みの全長に亘って第2の溝が設けられている

ことを特徴とする請求項1に記載の圧電ウエハ。

**【請求項 3】**

前記第2の溝の前記ZZ'軸に沿った方向の長さは、

前記第1の溝の前記ZZ'軸に沿った方向の長さよりも短い  
ことを特徴とする請求項2に記載の圧電ウエハ。

**【請求項 4】**

10

前記圧電基板に電極パターンが設けられている

ことを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか一項に記載の圧電ウエハ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、圧電ウエハおよび圧電デバイスに係り、特に圧電ウエハ本体から圧電基板を折り取るのが良好な圧電ウエハに関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、圧電基板は、次のようにして得られる。図5は従来技術に係る圧電ウエハの一部を拡大した説明図である。ここで図5の上図は圧電ウエハに形成された1枚の圧電基板を拡大した平面図である。また図5の下側において円内に示される図は、平面図において円内に示された部分を拡大した斜視図である。

20

**【0003】**

1枚の圧電ウエハ101には、複数の圧電基板102がエッチングによって形成されている。すなわち圧電ウエハ101の上面および下面に圧電基板102等の形状に応じた保護膜を形成し、これをエッチング液に浸漬して圧電基板102等が形成される部分以外を除去し、複数の圧電基板102を形成している。そして各圧電基板102は、基端103側に設けられた面(基端面)104の両端部に接続した支持部111によって圧電ウエハ本体112と接続されている。この支持部111には、圧電基板102と接続している箇所に、圧電基板102の基端面104に沿った溝105が形成されている。この溝105は圧電ウエハ101の上面から下面まで貫通してなく、厚さ方向の中央部付近で支持部111と圧電基板102が接続している。この溝105は、圧電基板102を圧電ウエハ本体112から折り取るときの切っ掛けになっている。なお溝105を設けなければ、圧電ウエハ本体112から圧電基板102を綺麗に折り取ることができない。すなわち支持部111と圧電ウエハ本体112が接続している箇所から折れてしまったり、圧電基板102の内側に入った箇所で折れてしまったりする。

30

**【0004】**

そして特許文献1には、フォトリソグラフィーにより作られる水晶片をエッチングして個別に分離する方法が開示されている。この特許文献1に開示された発明は、水晶片のブレークアウト・エッジ近傍に、水晶ウエハの少なくとも一部分を力学的に弱化するための溝を設けたものである。この溝を設けることにより、曲げ力が水晶片に加えられたときにクリーンに切り離すことができる。

40

**【特許文献1】特表平11-509052号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

図6はエッチング後の入り込みの説明図である。ここで図6(A)は圧電ウエハに形成された圧電基板の平面図、図6(B)は同図(A)のA-A線における断面図である。図5に示される圧電基板102を形成するために圧電ウエハ101をエッチングすると、図

50

6に示される圧電基板102の基端103の角部106から-X方向に沿って側面107がエッチングされてしまう。すなわち圧電基板102の内部に向けて、エッチングによる入り込み108が生じてしまう。なお図6(A)では、斜線で示した部分が入り込み108を示している。そして圧電基板102にATカットされた水晶を用いた場合、圧電基板102の+ZZ'方向に設けられた側面107aに生じる入り込み108は、圧電基板102の下面110により大きく発生する。また-ZZ'方向に設けられた側面107bに生じる入り込み108は、圧電基板102の上面109により大きく発生する。このような入り込み108は、圧電基板102の結晶軸に起因した異方性エッチングのために発生する。このような入り込み108が生じた圧電基板102で圧電振動片を形成すると、圧電振動片の振動領域が最大限に確保できなくなるので、振動特性が劣化してしまう問題がある。  
10

また近年は圧電振動片が小型化されているので、これに伴って圧電基板102の平面形状が小さくなると、圧電基板102の上面109および下面110が入り込み108で殆ど埋まってしまう問題がある。

#### 【0006】

また圧電振動片の振動特性等は圧電基板102の形状に依存している。すなわち圧電振動片の側面107を上面109(下面110)に対して垂直に形成すると、圧電振動片の振動特性等が良好になる。このような形状の圧電振動片を得るためにには、圧電基板102を形成するときのエッチング時間を長くすればよいことが知られている。ところが入り込み108はエッチングによって発生するので、エッチング時間を長くすればする程、入り込み108の量が大きくなってしまう問題がある。  
20

本発明は、圧電ウエハをエッチングして圧電基板を形成しても、圧電基板の形状を維持し、且つ、圧電ウエハ本体から圧電基板を折り取り易い圧電ウエハ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】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の適用例又は形態として実現することが可能である。

#### [適用例1]

エッチングで残された圧電ウエハ本体と、該圧電ウエハ本体から折り取り可能な複数の圧電基板と、前記圧電ウエハ本体と前記圧電基板とを連結する一対の支持部とを有する圧電ウエハであって、前記圧電ウエハ本体と前記圧電基板は、水晶の結晶軸である、電気軸としてのX軸と、機械軸としてのY軸と、光学軸としてのZ軸と、からなる直交座標系の前記X軸を中心として、前記Z軸を前記Y軸の-Y方向へ傾けた軸をZZ'軸とし、前記Y軸を前記Z軸の+Z方向へ傾けた軸をYY'軸とし、前記X軸と前記ZZ'軸に平行な面で構成され、前記YY'軸に平行な方向を厚みとする水晶基板であり、前記圧電基板の第一の一対の辺が、前記X軸に沿い、前記圧電基板の第二の辺が、前記ZZ'軸と沿い、前記残された圧電ウエハ本体から並列に延びる前記一対の支持部が、前記第二の辺と一体に接続され、前記一対の支持部の互いに対向する側面とは反対側の各々の側面は、前記第一の一対の辺と夫々同一面上にあり、前記一対の支持部の互いに対向する側面の前記圧電基板との接続部側に、前記YY'軸に沿って前記支持部の厚みの全長に亘って第1の溝が設けられていることを特徴とする圧電ウエハ。  
30  
40

#### [適用例2]

前記一対の支持部の互いに対向する側面とは反対側の各々の側面の前記圧電基板との接続部側に、前記YY'軸に沿って前記支持部の厚みの全長に亘って第2の溝が設けられていることを特徴とする適用例1に記載の圧電ウエハ。

#### [適用例3]

前記第2の溝の前記ZZ'軸に沿った方向の長さは、前記第1の溝の前記ZZ'軸に沿った方向の長さよりも短いことを特徴とする適用例2に記載の圧電ウエハ。

#### [適用例4]

前記圧電基板に電極パターンが設けられていることを特徴とする適用例 1 乃至 3 のうちいずれか一例に記載の圧電ウエハ。

また、本発明に係る圧電ウエハは、圧電基板の基端側に設けられた面の両端部に圧電ウエハ本体と接続する支持部を設けたことを特徴としている。そして前記支持部の外側面は、前記圧電基板の側面に沿って連続して設けられたことを特徴としている。また前記支持部の内側面には、前記圧電基板の前記基端側に設けられた前記面に沿う第 1 の溝が設けられたことを特徴としている。なお前記圧電基板の前記側面は、前記圧電基板の前記基端側に設けられた前記面と交差している。

#### 【0008】

支持部の外側面は、X 軸に沿って圧電基板の長辺と連続しているので、エッチングによって圧電基板に入り込みが生じる切っ掛けが無い。したがって圧電ウエハをエッチング液に浸漬しても圧電基板に入り込みが発生することは無く、圧電基板の形状を所望の通りに得ることができる。またエッチング時間を長くした場合であっても、圧電基板の形状を小型化した場合であっても、圧電基板に入り込みが発生することはなく、エッチング形成しても圧電基板の形状を維持することができる。さらに支持部には第 1 の溝が設けられているので、この第 1 の溝が圧電基板を支持部から分離するときの基点となり、圧電ウエハ本体から圧電基板を容易に分離することができる。

#### 【0009】

また本発明に係る圧電ウエハは、前記支持部の前記外側面に、前記圧電基板の前記基端側に設けられた前記面 Z Z' 軸に沿った第 2 の溝を設けたことを特徴としている。この場合、前記第 2 の溝の長さは、前記第 1 の溝の長さよりも短いことが好ましい。

#### 【0010】

圧電基板の側面と、支持部における外側の側面の間に、第 1 の溝よりも長さの短い第 2 の溝が設けられているので、エッチングによって圧電基板に発生する入り込みの量を極めて僅かにすることができます。このため圧電基板の形状を整えるためにエッチング時間を増やしても、圧電基板に生じる入り込みが僅かであるため形状が悪化することなく、圧電基板の形状を維持することができる。またエッチング時間を長くした場合であっても圧電基板に入り込みが発生することなく、エッチング形成しても圧電基板の形状を維持することができる。さらに支持部には第 1 の溝および第 2 の溝が設けられているので、この第 1 の溝および第 2 の溝が圧電基板を支持部から分離するときの基点となり、圧電ウエハ本体から圧電基板を容易に分離することができる。

また前記圧電基板は、AT カット水晶であることを特徴としている。これにより圧電基板の X 軸に沿う側面に入り込みが発生することがなく、所望の形状の圧電基板を得ることができます。

#### 【0011】

本発明に係る圧電デバイスは、前述した特徴を有する圧電ウエハに設けられた前記圧電基板に電極パターンを設け、前記圧電基板を前記支持部から分離してなることを特徴としている。圧電基板の内部に側面が入り込まないので、この圧電基板を用いて圧電デバイスを形成すれば振動領域を最大限に確保できる。このような圧電デバイスでは、振動特性等の諸特性を向上させることができ、また安定化を図ることができる。

#### 【0012】

また本発明に係る圧電デバイスは、前記支持部から分離された前記圧電基板をパッケージに搭載したことを特徴としている。これにより圧電デバイスは、振動特性等の諸特性を向上させることができ、また安定化を図ることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

以下に、本発明に係る圧電ウエハおよび圧電デバイスの最良の実施形態について説明する。まず第 1 の実施形態について説明する。図 1 は第 1 の実施形態に係る圧電ウエハの一部分を拡大した平面図である。この図 1 は 1 枚の圧電基板を拡大したものである。

圧電ウエハ 10 には、複数の圧電基板 20 がエッチングによって形成されている。各圧

10

20

30

40

50

電基板 20 は、支持部 40 を介して圧電ウエハ本体 12 と接続されている。なお圧電基板 20 は、その基端 26 側に設けられた面（基端面）22 の両端部において支持部 40 と接続されている。そして圧電ウエハ 10 として AT カットされた水晶を用いた場合は、図 1 に示されるように、圧電基板 20 の側面 24 が X 軸に沿って形成されており、この側面 24 に交差している面が ZZ' 軸に沿って形成されている。なお図 1 では、圧電基板 20 の基端 26 から自由端 28 へ向かう方向が -X 方向になり、図面の下側から上側へ向かう方向が +ZZ' 方向になっている。

#### 【0014】

各支持部 40 には、支持部 40 同士が向い合っている面（内側面）42 に第 1 の溝 44 が設けられている。この第 1 の溝 44 は、圧電基板 20 の基端面 22 に沿って設けられており、圧電ウエハ 10 の上面から下面まで貫通している。また支持部 40 における外側の面（外側面）46 は、圧電基板 20 の側面 24 に連続して設けられている。10

#### 【0015】

次に、圧電基板 20 の分離方法および圧電振動片（圧電デバイス）の製造方法について説明する。まず圧電ウエハ 10 の上面および下面にエッティング液に対する保護膜（不図示）を形成する。この保護膜は、圧電基板 20 や支持部 40 、圧電ウエハ本体 12 の形状に応じて、これらが設けられる部分に形成されている。保護膜が形成された圧電ウエハ 10 をエッティング液に浸漬すると、この保護膜に覆われていない部分がエッティングされて、圧電ウエハ 10 の上面と下面が貫通する。これにより支持部 40 の内側面 42 に第 1 の溝 44 が形成される。また支持部 40 の外側面 46 は圧電基板 20 の側面 24 と連続して形成される。このため圧電基板 20 には、エッティングによって入り込みが生じる切っ掛けがないので、基端 26 の角部から入り込みが生じない。20

#### 【0016】

そして圧電ウエハ 10 の不要な部分を除去して圧電ウエハ 10 の上面と下面を貫通させるため時間が経過した後、圧電ウエハ 10 をエッティング液から出す。エッティング時間は、エッティング液の濃度や温度等のエッティング環境に応じて適宜設定される。圧電ウエハ 10 は、エッティング液から出されると上面および下面に形成された保護膜が除去される。これにより圧電ウエハ 10 には、支持部 40 を介して圧電ウエハ本体 12 と接続した圧電基板 20 が形成される。

#### 【0017】

このあと圧電ウエハ 10 に形成された圧電基板 20 の上面および下面に電極パターンを形成する。図 2 は電極パターンを形成した圧電基板の平面図である。なお図 2 では、圧電基板 20 に接続している支持部 40 の記載を省略している。各電極パターン 30 は、励振電極 32 、接続電極 34 および引き出し電極 36 から構成されている。この電極パターン 30 は、例えば電極パターン 30 の形状に応じた開口部を有する治具で圧電ウエハ 10 を覆い、この開口部に露出している圧電基板 20 上に金属膜を成膜することにより形成されればよい。また電極パターン 30 は、フォトリソグラフィー技術を利用して形成することもできる。なお励振電極 32 は、圧電基板 20 の中央部に設けられている。また接続電極 34 は、圧電基板 20 におけるある 1 辺の両端に設けられている。そして引き出し電極 36 は、励振電極 32 と接続電極 34 を 1 対 1 に接続している。30

#### 【0018】

この後、圧電ウエハ 10 から圧電基板 20 が分離される。この分離方法の具体的な一例としては、まず固定治具に圧電ウエハ 10 を装着して、この固定治具によって圧電ウエハ本体 12 を保持する。そして圧電基板 20 の上方から圧電基板 20 にピンを押付けて、圧電基板 20 を折り取る。このとき支持部 40 に設けられた第 1 の溝 44 が折り取りの切っ掛けになり、第 1 の溝 44 が設けられた部分から圧電基板 20 が折り取られる。また圧電基板 20 の基端面 22 に沿って支持部 40 に第 1 の溝 44 が設けられているので、圧電基板 20 が折り取られたときも、この折り取られた切断面は圧電基板 20 の基端面 22 に沿う。これにより圧電基板 20 が形成されると同時に、圧電振動片 38 が形成される。なお圧電基板 20 を圧電ウエハ 10 から折り取った後に、圧電基板 20 の上面および下面に電40

極パターン30を形成してもよい。

**【0019】**

このような圧電ウエハ10および圧電振動片38によれば、圧電基板20のX軸に沿う側面24と支持部40の外側面46は連続しているので、エッティングによって発生する入り込みの切っ掛けとなる部分が無い。このため圧電基板20の形状を整えるためにエッティング時間を増やしても圧電基板20に入り込みが生じることはなく、圧電基板20の形状が悪化することがない。よって圧電基板20の側面形状を、圧電基板20の外周において均一に仕上げることができる。

**【0020】**

そして圧電基板20の内部に側面が入り込まないので、この圧電基板20で圧電振動片38を形成したときに振動領域を最大限に確保できる。このような圧電振動片38では、振動特性等の諸特性を向上させることができ、また安定化を図ることができる。

10

**【0021】**

また圧電基板20と圧電ウエハ本体12を接続している支持部40には第1の溝44が設けられているので、圧電基板20を圧電ウエハ本体12から容易に折り取ることができます。また第1の溝44は必ずしも貫通していなくてもよい。なお圧電ウエハ10は、ATカットされた水晶ばかりでなく、他のカット角で切り出されたものであってもよい。

**【0022】**

次に、第2の実施形態について説明する。なお第2の実施形態では、第1の実施形態で説明した圧電ウエハおよび圧電デバイスと同様の構成部分に同番号を付し、その説明を簡略または省略する。図3は第2の実施形態に係り圧電ウエハの一部分を拡大した説明図である。ここで図3(A)は1枚の圧電基板を拡大した平面図、図3(B)は同図(A)において円で囲んだ部分を拡大した平面図である。

20

**【0023】**

圧電ウエハ10には、複数の圧電基板20がエッティングによって形成されており、圧電基板20における基端面22の両端部と圧電ウエハ本体12が支持部40によって接続されている。この圧電ウエハ10としてATカットされた水晶を用いた場合は、図3に示されるように、圧電基板20の側面24がX軸に沿って形成されており、この側面24に交差する面がZZ'軸に沿って形成されている。

**【0024】**

30

各支持部40には、第1の溝44が内側面42に設けられている。この第1の溝44は、圧電基板20の基端面22に沿って設けられており、圧電ウエハ10の上面から下面まで貫通している。また各支持部40には、第2の溝48が外側面46に設けられている。この第2の溝48は、圧電基板20の基端面22に沿って設けられており、圧電ウエハ10の上面から下面まで貫通している。そして第1の溝44の長さaと第2の溝48の長さbは、 $0 < b < a$ の関係を満たしている。

そして圧電基板20の分離方法およびこの圧電基板20から得られる圧電振動片(圧電デバイス)の製造方法は、第1の実施形態で説明した方法と同様なものであればよい。

**【0025】**

このような圧電ウエハ10および圧電振動片によれば、圧電基板20のX軸に沿う側面24と支持部40の外側面46の間に、第1の溝44よりも長さの短い第2の溝48が設けられているので、エッティングによって発生する入り込みの量を極めて僅かにすることができます。このため圧電基板20の形状を整えるためにエッティング時間を増やしても、圧電基板20に生じる入り込みが僅かであるため形状が悪化することがない。そして、この圧電基板20で圧電振動片を形成すれば振動領域を最大限に確保できる。また圧電基板20を用いた圧電振動片は、振動特性等の諸特性を向上させることができ、さらに安定化を図ることができる。

40

また圧電基板20と圧電ウエハ本体12を接続している支持部40には第1の溝44および第2の溝48が設けられているので、圧電基板20を圧電ウエハ本体12からより容易に折り取ることができる。

50

**【0026】**

なお第2の溝48の平面形状は、図3では矩形であるがこの形状に限定されることはなく、三角形や半円形等の任意の形状にすることができる。また第1の溝44および第2の溝48は必ずしも貫通していなくてもよい。また圧電ウエハ10は、ATカットされた水晶ばかりでなく、他のカット角で切り出されたものであってもよい。

**【0027】**

次に、第3の実施形態について説明する。この第3の実施形態では、圧電振動子について説明する。なお第3の実施形態では、第1，2の実施形態で説明した部分と同構成の部分に同番号を付す。図4は圧電振動子の断面図である。

圧電振動子50（圧電デバイス）は、第1，2の実施形態で説明した圧電振動片38をパッケージ52に搭載した構成である。パッケージ52は、パッケージベース54と蓋体56を備えている。このパッケージベース54の裏面に外部端子58が設けられている。またパッケージベース54は、上側に開口した凹陥部60を備えている。この凹陥部60の底面にマウント電極62が設けられている。このマウント電極62は、外部端子58と導通している。そしてマウント電極62上には、導電性接合材64を介して圧電振動片38が搭載されている。これにより、導電性接合材64を介してマウント電極62と圧電振動片38の接続電極34が導通する。そして圧電振動片38が搭載されたパッケージベース54上に蓋体56が接合されて、凹陥部60を気密封止している。

**【0028】**

このような圧電振動子50では、入り込みの生じていない圧電基板20を用いているので、振動特性等の諸特性が劣化するのを防止することができる。また小型化された圧電振動片38を用いて、平面サイズを小型化した圧電振動子50を形成した場合であっても、圧電基板20に入り込みが生じないので振動領域を確保することができ、振動特性等の諸特性が劣化するのを防止することができる。

**【0029】**

なおパッケージ52には、圧電振動片38を発振させる回路を搭載することもできる。またパッケージ52には、圧電振動片38を発振させる回路とともに、圧電振動片38の温度に対する周波数の安定度を高める温度補償回路や、圧電振動片38の出力周波数を設定電圧に応じて制御する回路を搭載することもできる。

**【図面の簡単な説明】****【0030】**

【図1】第1の実施形態に係る圧電ウエハの一部分を拡大した平面図である。

【図2】電極パターンを形成した圧電基板の平面図である。

【図3】第2の実施形態に係り圧電ウエハの一部分を拡大した説明図である。

【図4】圧電振動子の断面図である。

【図5】従来技術に係る圧電ウエハの一部を拡大した説明図である。

【図6】エッチング後の入り込みの説明図である。

**【符号の説明】****【0031】**

10 ..... 圧電ウエハ、 12 ..... 圧電ウエハ本体、 20 ..... 圧電基板、 22 ..... 基端面、 26 ..... 基端、 30 ..... 電極パターン、 38 ..... 圧電振動片、 40 ..... 支持部、 42 ..... 内側面、 44 ..... 第1の溝、 46 ..... 外側面、 48 ..... 第2の溝、 50 ..... 圧電振動子。

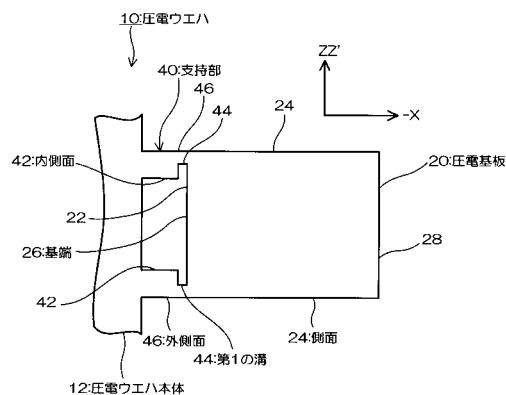
10

20

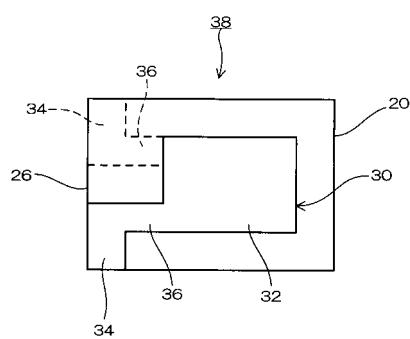
30

40

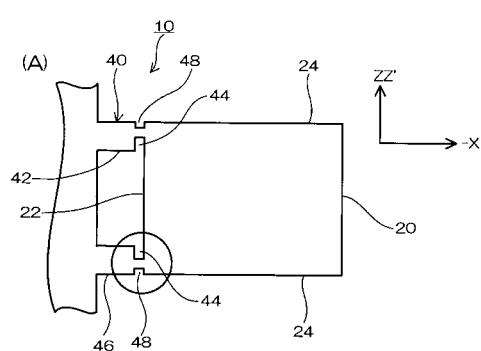
【図1】



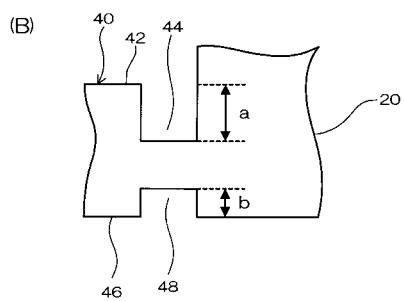
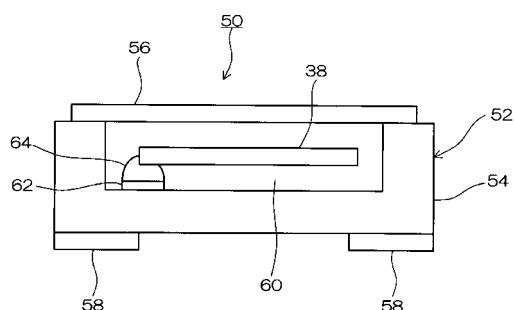
【図2】



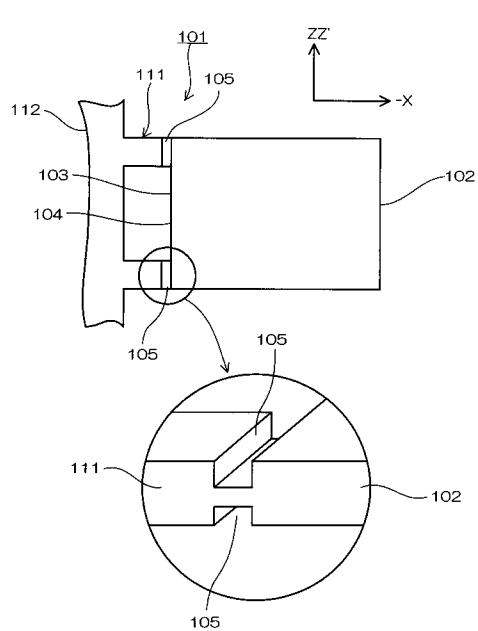
【図3】



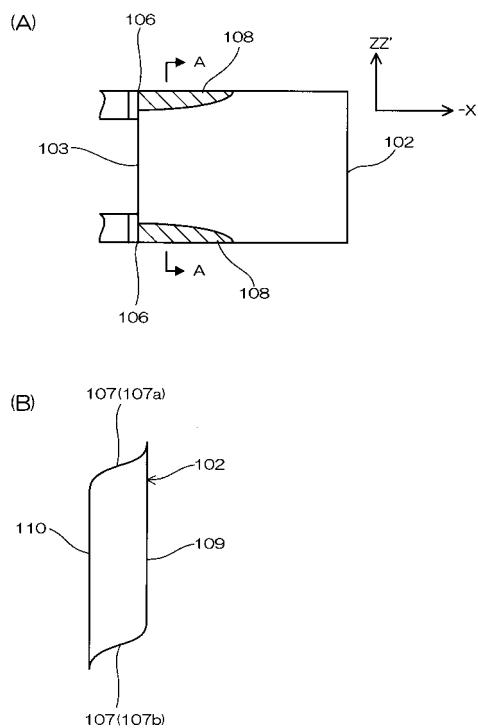
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05-183374(JP,A)  
特開2002-033631(JP,A)  
特開昭58-157211(JP,A)  
特開2003-298385(JP,A)  
特開平04-294622(JP,A)  
実開昭58-008221(JP,U)  
特開昭58-179013(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