

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4292575号
(P4292575)

(45) 発行日 平成21年7月8日(2009.7.8)

(24) 登録日 平成21年4月17日(2009.4.17)

(51) Int.Cl.	F I		
HO3H 3/02 (2006.01)	HO3H 3/02	C	
HO1L 41/18 (2006.01)	HO1L 41/18	IO1A	
HO1L 41/09 (2006.01)	HO1L 41/08	C	
HO3H 3/04 (2006.01)	HO3H 3/04	B	
HO3H 9/02 (2006.01)	HO3H 9/02	A	
請求項の数 2 (全 15 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2003-388131 (P2003-388131)	(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
(22) 出願日	平成15年11月18日(2003.11.18)	(74) 代理人	100096806 弁理士 岡▲崎▼ 信太郎
(65) 公開番号	特開2005-151336 (P2005-151336A)	(74) 代理人	100098796 弁理士 新井 全
(43) 公開日	平成17年6月9日(2005.6.9)	(72) 発明者	山口 啓一 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
審査請求日	平成17年9月8日(2005.9.8)	審査官	崎間 伸洋
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 圧電デバイスおよび蓋体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも複数個の蓋体を分離できる大きさの金属基板に、少なくとも前記蓋体の数に対応した数の貫通孔を形成する工程と、

前記金属基板に対応して、これとほぼ同じ大きさの1枚のガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程と、

前記ガラス板を溶融することにより、前記各貫通孔内に溶融したガラス材料を充填する工程と、

個々の前記蓋体の大きさとなるように前記金属基板を切断する工程と

を含んでおり、

さらに、前記ガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程において、使用されるガラス板が、溶融ガラスの充填に必要とされる厚みよりも厚い板厚のガラス板が使用され、

前記貫通孔に前記溶融したガラス材料を充填する工程の後で、前記ガラス板の表面を鏡面研磨して、厚みを薄くし、

続いて、前記金属基板の前記貫通孔の周縁部と、該金属基板の下面全体を覆う大きさで、耐蝕膜を形成し、該耐蝕膜から露出したガラス材料をウエットエッチングにより除去することにより、前記貫通孔の周囲に露出するガラスにフランジ部を形成する

ことを特徴とする、蓋体の製造方法。

【請求項2】

パッケージ内に圧電振動片を収容し、蓋体により気密に封止した圧電デバイスの製造方

法であって、

前記パッケージと、前記圧電振動片と、前記蓋体とを別々に形成するための個別の形成工程と、

前記パッケージを構成する絶縁性基体に対して、前記圧電振動片を接合する工程と、

前記パッケージを前記蓋体により気密に封止する蓋封止工程と、

前記パッケージの外部から前記圧電振動片に形成されている金属膜に加熱用光ビームを照射する周波数調整工程と

を備えており、

前記蓋体の形成工程においては、

少なくとも複数個の蓋体を分離できる大きさであって、前記パッケージと熱膨張係数が実用上同じ金属材料でなる金属基板に、少なくとも前記蓋体の数に対応した数の貫通孔を形成する工程と、

前記金属基板に対応して、これとほぼ同じ大きさの1枚のガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程と、

前記ガラス板を溶融することにより、前記各貫通孔内に溶融したガラス材料を充填する工程と、

個々の前記蓋体の大きさとなるように前記金属基板を切断する工程と

を含んでおり、

さらに、前記ガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程において、使用されるガラス板が、溶融ガラスの充填に必要とされる厚みよりも厚い板厚のガラス板が使用され、

前記貫通孔に前記溶融したガラス材料を充填する工程の後で、前記ガラス板の表面を鏡面研磨して、厚みを薄くし、

続いて、前記金属基板の前記貫通孔の周縁部と、該金属基板の下面全体を覆う大きさで、耐蝕膜を形成し、該耐蝕膜から露出したガラス材料をウエットエッチングにより除去することにより、前記貫通孔の周囲に露出するガラスにフランジ部を形成するとともに、

かつ前記周波数調整工程においては、前記蓋体の前記開口に充填した前記ガラス材料を介して、前記パッケージ内の前記圧電振動片の前記金属膜に対して、前記パッケージの外部から加熱用光ビームを照射し、前記金属膜の一部を蒸散させることにより、周波数調整することを特徴とする、圧電デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パッケージ内に圧電振動片を収容した圧電デバイスと蓋体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

HDD（ハード・ディスク・ドライブ）、モバイルコンピュータ、あるいはICカード等の小型の情報機器や、携帯電話、自動車電話、またはページングシステム等の移動体通信機器やジャイロセンサ等において、圧電振動子や圧電発振器等の圧電デバイスが広く使用されている。

従来の圧電デバイスは、例えば、図12の概略断面図に示すように構成されている（特許文献1参照）。

【0003】

図において、圧電デバイス1は、セラミック製の浅い箱状のパッケージ2内に電極部4を形成し、この電極部4に導電性接着剤4aを用いて、圧電振動片3を固定している。このパッケージ2は、ガラス製の透明な蓋体5により気密に封止されている。

そして、蓋体5の封止後に外部からレーザ光を蓋体5を介してパッケージ2内に照射し、圧電振動片3に形成されている電極の一部を蒸散させることにより、周波数調整することができるようになっている。

【0004】

10

20

30

40

50

ところが、このような構造の圧電デバイス 1 においては、蓋体 5 がガラスで形成されており、この比較的脆い材質の蓋体 5 が外部に大きく露出する状態である。このため、ガラス製の蓋体 5 に何かが衝突するなどした場合には、蓋体 5 に割れや欠けが生じて、封止状態に影響し、振動性能を損なう場合がある。

【 0 0 0 5 】

このような弊害に対しては、例えば、図 1 3 に示すような蓋体 6 を使用することも考えられる（特許文献 2 参照）。

図 1 3 (a) は蓋体 6 の概略断面図、図 1 3 (b) は蓋体 6 の概略平面図である。

図において、蓋体 6 は金属などの丈夫な損傷にくい材料により形成されており、窓と成る開口 8 が形成されている。この開口 8 には、ガラス 7 が充填されており、このガラス 7 を利用して、外部からレーザー光を照射することができるようになっている。これにより、蓋体 6 を上述したパッケージ 2 等に接合することで、上述した弊害を防止しようとするものである。

【 0 0 0 6 】

このように、蓋体やパッケージの一部を透明にした構造を得るためには、例えば、半導体レーザーの発生装置などにおいて、次のような構造が紹介されている（特許文献 3 参照）。すなわち、レーザーダイオードチップを封止するパッケージをキャップ状の金属により形成し、このキャップ状のパッケージに光透過窓を形成したものである。

この場合、その製造方法は、キャップ状のパッケージに開口を形成し、ガラスタブレットをこの開口に嵌めて、加熱することにより溶融させて接合するというものである。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 1 7 1 1 5 0

【特許文献 2】実開昭 5 7 - 4 3 6 2 8

【特許文献 3】特開昭 6 3 - 8 1 9 9 5

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

ところが、このような手法によると、製造工程でガラスタブレットをはめ込める開口の孔径には限度があり、0 . 5 mm よりも小さくすることは困難で、圧電デバイスについて大幅に小型化を進める上では、使用できない手法である。また、小径にされた開口に、ガラスタブレットを位置決めしてはめ込むことも困難であり、さらに、ガラスタブレットを溶融した後で硬化した表面を研磨することも、小さすぎて難しい。

【 0 0 0 9 】

本発明は、以上の課題を解決するためになされたもので、金属製の丈夫な蓋体に形成される小さな開口に適切にガラスを充填して、加熱用光ビームを透過させることができる構造を実現して、破損しにくい蓋体を複数個同時に形成することができるようにした蓋体および圧電デバイス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】

【 0 0 1 0 】

上述の目的は、第 1 の発明にあつては、少なくとも複数個の蓋体を分離できる大きさの金属基板に、少なくとも前記蓋体の数に対応した数の貫通孔を形成する工程と、前記金属基板に対応して、これとほぼ同じ大きさの 1 枚のガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程と、前記ガラス板を溶融することにより、前記各貫通孔内に溶融したガラス材料を充填する工程と、個々の前記蓋体の大きさとなるように前記金属基板を切断する工程とを含んでおり、さらに、前記ガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程において、使用されるガラス板が、溶融ガラスの充填に必要とされる厚みよりも厚い板厚のガラス板が使用され、前記貫通孔に前記溶融したガラス材料を充填する工程の後で、前記ガラス板の表面を鏡面研磨して、厚みを薄くし、続いて、前記金属基板の前記貫通孔の周縁部と、該金属基板の下面全体を覆う大きさで、耐蝕膜を形成し、該耐蝕膜から露出したガラス材料をウェットエッチングにより除去することにより、前記貫通孔の周囲に露出するガラスにフ

10

20

30

40

50

ランジ部を形成する蓋体の製造方法により、達成される。

第1の発明の構成によれば、少なくとも複数の蓋体を分離できる金属基板を加工するので、複数枚もしくは多数枚の蓋体を一度に加工することができ、加工効率に優れている。しかも貫通孔に充填する光透過物としてのガラスは、大きなガラス板を前記金属基板に重ねた状態で溶融させることにより、充填するので、従来のように個々の開口にガラスタブレットを位置決めして、嵌め込む必要がなく、蓋体の小型化が進み、前記貫通孔が極めて小さな貫通孔となる開口とされても、ガラス材料を困難なく充填することができる。このようにして形成される蓋体は金属製であり、ガラスよりも構造的に強い材料で形成されているので、外部から何か衝突した場合に、容易に損傷することがなく、封止性能を損なうことが有効に防止される。また蓋体には、貫通孔にガラス材料を充填した調整用窓部が形成されるので、この窓部を透過させて加熱用光ビームを照射することができる。

10

しかも、使用されるガラス板が、溶融ガラスの充填に必要とされる厚みよりも厚い板厚のガラス板が使用され、前記貫通孔に前記溶融したガラス材料を充填する工程の後で、前記ガラス板の表面を鏡面研磨して、厚みを薄くしている。このため、貫通孔へ重点されるガラスの充填量を確実に得ることができる。また、金属基板の前記貫通孔の周縁部と、該金属基板の下面全体を覆う大きさで、耐蝕膜を形成し、該耐蝕膜から露出したガラス材料をウエットエッチングにより除去することにより、前記貫通孔の周囲に露出するガラスにフランジ部を形成するようにしている。このため、ガラスを蓋体に固定するうえでアンカー効果を高めて確実な固定をすることができる。

かくして、金属製の丈夫な蓋体に形成される小さな開口に適切にガラスを充填して、加熱用光ビームを透過させることができる構造を実現して、破損しにくい蓋体を複数個同時に形成することができるようにした蓋体の製造方法を提供することができる。

20

【0011】

また、上記目的は、第2の発明にあっては、パッケージ内に圧電振動片を収容し、蓋体により気密に封止した圧電デバイスの製造方法であって、前記パッケージと、前記圧電振動片と、前記蓋体とを別々に形成するための個別の形成工程と、前記パッケージを構成する絶縁性基体に対して、前記圧電振動片を接合する工程と、前記パッケージを前記蓋体により気密に封止する蓋封止工程と、前記パッケージの外部から前記圧電振動片に形成されている金属膜に加熱用光ビームを照射する周波数調整工程とを備えており、前記蓋体の形成工程においては、少なくとも複数個の蓋体を分離できる大きさであって、前記パッケージと熱膨張係数が実用上同じ金属材料となる金属基板に、前記蓋体の数に対応した数の貫通孔を形成する工程と、前記金属基板に対応して、これとほぼ同じ大きさの1枚のガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程と、前記ガラス板を溶融することにより、前記各貫通孔内に溶融したガラス材料を充填する工程と、個々の前記蓋体の大きさとなるように前記金属基板を切断する工程とを含んでおり、さらに、前記ガラス板を前記金属基板に重ねて配置する工程において、使用されるガラス板が、溶融ガラスの充填に必要とされる厚みよりも厚い板厚のガラス板が使用され、前記貫通孔に前記溶融したガラス材料を充填する工程の後で、前記ガラス板の表面を鏡面研磨して、厚みを薄くし、続いて、前記金属基板の前記貫通孔の周縁部と、該金属基板の下面全体を覆う大きさで、耐蝕膜を形成し、該耐蝕膜から露出したガラス材料をウエットエッチングにより除去することにより、前記貫通孔の周囲に露出するガラスにフランジ部を形成するとともに、かつ前記周波数調整工程においては、前記蓋体の開口に充填した前記ガラス材料を介して、前記パッケージ内の前記圧電振動片の前記金属膜に対して、前記パッケージの外部から加熱用光ビームを照射し、前記金属膜の一部を蒸散させることにより、周波数調整する、圧電デバイスの製造方法により、達成される。

30

40

【0012】

第2の発明の構成によれば、蓋体の形成工程において、金属製の蓋体に周波数調整に用いる開口を設けているので、極めて薄い蓋体でも外部からの衝撃に強く、かつガラスを充填した開口を設けておくことができる。このため、蓋封止後の周波数調整工程では、外部からの加熱用光ビームを光を透過するガラスを介して、パッケージ内の圧電振動片の金属

50

膜に照射することができる。このようにして、蓋封止後に周波数調整されて、精密な周波数合わせを行った圧電デバイスは、蓋体がガラスではないので外部からの衝撃に強く、容易に破損されることがない。

この場合、その蓋体の形成工程では、少なくとも複数の蓋体を分離できる金属基板を加工するので、複数枚もしくは多数枚の蓋体を一度に加工することができ、加工効率に優れている。しかも貫通孔に充填する光透過物としてのガラスは、大きなガラス板を前記金属基板に重ねた状態で溶融させることにより、充填するので、従来のように個々の開口にガラスタブレットを位置決めして、嵌め込む必要がなく、蓋体の小型化が進み、前記貫通孔が極めて小さな貫通孔でなる開口とされても、ガラス材料を困難なく充填することができる。

10

しかも、使用されるガラス板が、溶融ガラスの充填に必要とされる厚みよりも厚い板厚のガラス板が使用され、前記貫通孔に前記溶融したガラス材料を充填する工程の後で、前記ガラス板の表面を鏡面研磨して、厚みを薄くしている。このため、貫通孔へ重点されるガラスの充填量を確実に得ることができる。また、金属基板の前記貫通孔の周縁部と、該金属基板の下面全体を覆う大きさで、耐蝕膜を形成し、該耐蝕膜から露出したガラス材料をウェットエッチングにより除去することにより、前記貫通孔の周囲に露出するガラスにフランジ部を形成するようにしている。このため、ガラスを蓋体に固定する上で、アンカー効果を高めて確実な固定をすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

20

図1及び図2は、本発明の圧電デバイスの実施形態を示しており、図1はその概略平面図、図2は図1のA-A線概略断面図、図3は図1の圧電デバイスのパッケージに収容される圧電振動片の概略斜視図、図4は図3のB-B線切断端面図である。

図において、圧電デバイス30は、圧電振動子を構成した例を示しており、圧電デバイス30は、パッケージ37内に圧電振動片32を収容している。パッケージ37は、例えば、後述するように、絶縁材料として、酸化アルミニウム質のセラミックグリーンシートを成形して形成される複数の基板を積層した後、焼結して形成されている。

【0021】

すなわち、この実施形態では、パッケージ37は、第1の基板55と第2の基板56とを積層して形成されており図2に示す全長L1が例えば約2.0mmときわめて小さいものである。パッケージ37は、図2に示すように、第2の基板56の内側の材料を除去することで、内部空間Sのスペースを形成している。この内部空間Sが圧電振動片32を収容するための収容空間である。そして、第1の基板55が絶縁性基体に相当し、この第1の基板55に圧電振動片32を接合している。

30

【0022】

パッケージ37の内部空間S内の図において左端部付近において、内部空間Sに露出して内側底部を構成する絶縁性基体としての第1の基板55には、例えば、タングステンメタライズ上にニッケルメッキ及び金メッキで形成した電極部31, 31が設けられている。

この電極部31, 31は、それぞれ図2に示す実装端子48, 48と接続されており、外部から印加される駆動電圧を、圧電振動片32に供給するものである。具体的には、この実装端子48, 48と電極部31, 31は、パッケージ37外部をメタライズにより引き回したり、あるいは第1の基板55および第2の基板56の焼成前にタングステンメタライズ等を利用して形成した導電スルーホール等で接続することで形成できる。

40

各電極部31, 31の上には、導電性接着剤47が塗布されて、圧電振動片32の基部51が接合されている。この導電性接着剤47としては、例えば、合成樹脂などを利用したバインダー成分に、銀粒子などの導電粒子を混入したもので、機械的接合と電気的接続とを同時に行うことができるものである。

【0023】

圧電振動片32は、例えば水晶で形成されており、水晶以外にもタンタル酸リチウム、

50

ニオブ酸リチウム等の圧電材料を利用することができる。本実施形態の場合、圧電振動片 32 は、小型に形成して、必要な性能を得るために、特に図 3 に詳しく示す形状とされている。

すなわち、圧電振動片 32 は、パッケージ 37 側と固定される基部 51 と、この基部 51 を基端として、図において斜め右方に向けて、二股に別れて平行に延びる一对の振動腕 35, 36 を備えており、全体が音叉のような形状とされた、所謂、音叉型圧電振動片が利用されている。

【0024】

ここで、各振動腕 35, 36 の主面には、好ましくは、それぞれ長さ方向に延びる長溝 33, 34 を形成し、この長溝内に励振電極 38, 39 を形成している。この長溝は、それぞれ振動腕 35 と、振動腕 36 の主面である表裏面に形成され、図 4 に示すように、長溝 33, 34 内には励振電極 38, 39 がそれぞれ形成されており、各振動腕の長溝内に形成される励振電極は互いに分離された一对の電極とされている。これにより、励振電極に駆動電圧が印加されることによって、駆動時に、各振動腕の内部の電界効率を高めることができるようになっている。

【0025】

また、圧電振動片 32 の基部 51 の端部（図 1 では左端部）の幅方向両端付近には、上述したように、パッケージ 37 の電極部 31, 31 と接続するための電極部として、引出し電極 38a, 39a が形成されている。各引出し電極 38a, 39a は、基部 51 の外縁を回り込んで、圧電振動片 32 の基部 51 の表裏に設けられている。これらの各引出し電極 38a, 39a は上述した各励振電極と接続されており、例えば、水晶表面に、クロム（Cr）および金（Au）を順次メッキして形成することができる。また、振動腕 35, 36 の少なくとも表面の先端領域には、この電極金属と同じ金属を利用して、電極形成の際に同時に周波数調整用の金属膜 53, 54 が形成されている。

【0026】

これにより、引出し電極 38a, 39a から、励振電極 38, 39 に駆動電圧が印加されることにより、各振動腕 35, 36 内で電界が適切に形成され、振動腕 35, 36 の各先端部が互いに接近したり離間したりするように駆動されて、所定の周波数で振動する。

尚、圧電振動片としては、図示のような音叉型の圧電振動片に限らず、圧電材料を矩形にカットした AT カット振動片やコンベックスタイプの振動片等の種々の圧電振動片を使用することができる。

【0027】

パッケージ 37 の開放された上端には、蓋体 40 が接合されることにより、封止されている。

蓋体 40 は、その厚みが極めて薄く形成されており、例えば、厚み 0.1 mm 以下とされている。また蓋体 40 の材料は、ガラス材料よりも割れにくい丈夫な材料で形成されており、後述する金属基板を加工して形成されている。そして、好ましくは、蓋体 40 を形成するための材料として、パッケージ 37 の材料と熱膨張係数が近似したものが選択される。このような条件を満たすものとして、例えば、鉄、ニッケル、コバルトの合金であるコパール合金が適している。

【0028】

この蓋体 40 には、図 1 および図 2 に示すように、周波数調整用窓部（以下、「窓部」という）41 が形成されている。窓部 41 は、図示されているように蓋体 40 を表裏に貫通する貫通孔 42 であり、好ましくは、図示されているように、外側に向かって徐々に縮径するテーパ状とされている。

貫通孔 42 をこのようなテーパ状とすると、そうでない場合と比べて、後述するガラスと貫通孔 42 との接合面積が増大し、接合強度を向上させることができる。また開口の形状は円形に限らず、長円形や楕円、多角形などでもよい。とくに、貫通孔 42 の開口部が小さな曲面の連続となるような形状であると、貫通孔 42 の内面の面積を増大することができて好ましい。

10

20

30

40

50

そして、窓部 4 1 の形成される個所は、蓋体 4 0 がパッケージ 3 7 を封止した状態で、内部に收容されている圧電振動片 3 2 の周波数調整用の金属膜と対向する位置に設けられる。この場合、圧電振動片 3 2 の振動腕 3 6 および / または 3 5 の先端領域と対向する個所である。図 1 に示されているように、好ましくは、貫通孔 4 2 は、各振動腕 3 5 , 3 6 の先端領域の金属膜 (後述) が開口内に入る位置に形成され、開口径もこれら金属膜を露出させる大きさとされる。

貫通孔 4 2 の内周面は粗面 4 2 a とされている。粗面 4 2 a は貫通孔 4 2 の内周面の表面粗さを意図的に粗くしたものであって、平坦な面よりも摩擦が大きくなるようにしたものである。

【 0 0 2 9 】

そして、このような貫通孔 4 2 には、ガラス 4 3 が取付けられている。ガラス 4 3 は、後述する周波数調整に使用される加熱用光ビームとして、レーザ光や、ハロゲンビームなどの加熱用の光ビームを透過させる性質を備えるものであれば、種々のものが使用できるが、加工の容易さや、コストなどを考慮するとともに、特に蓋体 4 0 を構成する材料と、熱膨張係数が近似したものを選択することが好ましい。このような点で、使用されるガラスとしては、硼珪酸ガラスや、コパールガラス等が用いられる。この実施形態では、好ましくは、ガラス 4 3 の貫通孔 4 2 に挿入される挿入部 4 6 の下端には、貫通孔 4 2 に挿入されない部分として、貫通孔 4 2 の内径よりも大きな外径を有するフランジ部 4 4 が設けられている。そして、ガラス 4 3 はその外周とフランジ部 4 4 の上向き段部 4 4 a とで直接蓋体 4 0 に直接接合されている。

【 0 0 3 0 】

蓋体 4 0 が、コパール等の金属材料で形成される場合には、蓋体 4 0 はシーム溶接等の手法により、パッケージ 3 7 に対して固定される。あるいは、例えば、蓋体 4 0 の表面にニッケル及び金メッキを施し、ロウ材 3 7 a として、金スズ合金 (Au - Sn) を用いて接合するようにしてもよい。

【 0 0 3 1 】

本実施形態は以上のように構成されており、圧電デバイス 3 0 のパッケージ 3 7 を封止するための蓋体 4 0 は金属というガラスよりも構造的に強い材料で形成されているので、外部から何かが衝突した場合に、容易に損傷することがなく、パッケージ 3 7 の封止性能を損なうことが有効に防止される。

また蓋体 4 0 には、貫通孔 4 2 にガラス 4 3 を取付けることにより形成した調整用窓部 4 1 を備えているから、この窓部 4 1 を透過させてパッケージ内部の圧電振動片 3 2 に形成した金属膜 5 3 , 5 4 に対して、図 2 に符号 LB で示すようにレーザ光やハロゲンビームなどの加熱用光ビームを照射することができる。この場合、蓋体 4 0 がその厚みを極めて薄くするように形成されていて、貫通孔 4 2 の内側に段部を設けることができない場合であっても、貫通孔 4 2 とガラス 4 3 との接触面が粗面 4 2 a とされているので、この粗面を利用して、ガラス 4 3 を直接その摩擦力で保持し、そのアンカー効果を効果的に高めて保持することができる。

【 0 0 3 2 】

かくして、パッケージ 3 7 を封止するための丈夫な材料で形成したきわめて厚みの薄い蓋体 4 0 で封止したパッケージ 3 7 を備える圧電デバイス 3 0 であって、蓋体 4 0 の外部からパッケージ 3 7 内にレーザ光 LB などを透過させて、質量削減方式による周波数調整をすることができる構造を実現することができる。

さらに、図 2 で説明したように、好ましくは、ガラス 4 3 がフランジ部 4 4 を備えている。

このため、上述の作用効果に加えて、ガラス 4 3 は、貫通孔 4 2 に挿入される挿入部 4 6 の外周とフランジ部 4 4 の貫通孔 4 2 周縁部への当接面である上向き段部 4 4 a の箇所、蓋体 4 0 に対して接合されるので、接合面積が増大することで、より確実に接合強度の高い固定構造とすることができる。

しかもフランジ部 4 4 はガラス 4 3 の下部に設けられているので、蓋体 4 0 の内側にお

10

20

30

40

50

さまり、圧電デバイス 30 の外形を拡大させることがないので、表面実装される圧電デバイス 30 の高さ方向の大きさをコンパクトに納めることができる。

【0033】

図5は上述の第1の実施形態の圧電デバイスの変形例を示す概略断面図である。

図5の圧電デバイス30-1は、ガラス43の形状を除き、第1の実施形態の圧電デバイス30と同じ構造であるから、共通する構成には同一の符号を付して重複する説明は省略し、以下、相違点を中心に説明する。

この圧電デバイス30-1においては、蓋体40の貫通孔42に取付けられるガラス43の上端にフランジ部44-1が形成され、このフランジ部44-1は、蓋体40の外部に突出している。また、貫通孔42は、蓋体40の外方に徐々に拡径するテーパ状に形成されている。したがって、この外方への突出分だけ圧電デバイス30-1の高さ方向の寸法を拡大させることとなるが、その分パッケージ37の内部空間Sは大きくなり、圧電振動片32の振動腕35の先端部が上方に振れた際に、フランジ部と当接する事態を有効に避けることができる。それ以外の作用効果は、第1の実施形態の圧電デバイス30と同じである。

【0034】

(圧電デバイスの製造方法)

次に、圧電デバイス30(30-1)の製造方法の実施形態を図6のフローチャートを参照しながら説明する。

まず、図1ないし図6で説明した圧電振動片32と蓋体40、パッケージ37は、それぞれ別々に形成しておく。

(圧電振動片の形成工程)

圧電振動片32については、例えば、水晶ウエハをエッチングして、既に説明した形状を形成するとともに、必要な励振電極を形成する(ST11)ことで、従来と同様に製造することができるので、詳しい説明は省略する。電極形成後に、駆動電圧を印加して周波数を粗調整する(ST12)。

(パッケージの形成工程)

図1および図2で説明したパッケージ37は、例えば、所定の溶液中にセラミックパウダを分散させ、バインダを添加して生成される混練物をシート状の長いテープ形状に成形し、これを所定の長さにカットして得た、所謂グリーンシートを用意する。

グリーンシートは、上述した第1の基板55と、第2の基板56とを形成するために共通して使用することができる。

【0035】

これら第1の基板55と、第2の基板56は、上述した各構造に適合するように成形され、各電極部や導電パターンを形成する。すなわち、第1の基板55となるグリーンシートには、裏側に実装端子48, 48に対応して、導電ペースト、例えばタングステンメタライズを塗布する。表側には電極部31, 31に対応して、タングステンメタライズを塗布する。さらに必要に応じてスルーホールを穿設し、導電ペーストを塗布することで、導電スルーホールを形成する。第2の基板56となるグリーンシートは、内部空間Sに対応するように、材料を除去する。

成形後に第1および第2の基板を積層し、焼成後、タングステンメタライズ上に、ニッケルおよび金メッキを施す。なお、蓋体側に封止材を設けない場合には、パッケージ37の上端に、封止材として、例えば、金スズ合金(Au-Sn)37aを設けておく。あるいは、蓋体40をシームリングで封止する場合には、シームリング37aを設けておくことになる。

【0036】

(蓋体の形成工程)

蓋体40をコパールの板材を用いて形成する場合について説明する。

図7(a)に示すように、コパール製の金属基板を用意する。この金属基板60は、点線で示す縦横の複数の切断線で、後述するように切断されることで、切り離されるB1の

10

20

30

40

50

部分が、上述した個々の蓋体 4 0 と対応する大きさであり、複数もしくは多数個取りの金属基板である。この金属基板 6 0 は、製品の高さ方向の大きさを抑制しつつ必要な強度を得るために、その板厚が、例えば、0.08ないし0.1mm程度とすることが好ましい。

【0037】

以下の工程では、理解の便宜のため、図7(a)のC-C線切断端面図の箇所だけを拡大して図示することにより説明するが、これらの構成は、金属基板60の全体において、同時に進行し、金属基板60に含まれる全てのB1に関して処理が同時に行われるものである。

図7(b)に示すように、金属基板60の表面および裏面にフォトリソグ61を塗布する。この場合、いずれかの面(図示では表面)に、開口部61aを形成したパターンとする(ST21)。

次に、コパールをエッチングできるエッチング液に浸漬し、開口部61aが形成された側に相当する片面から、ウェットエッチングする(ST22)。エッチング液としては、例えば、鉄合金やニッケル合金のエッチング液が使用でき、塩化第二鉄溶液等を使用することができる。あるいは、この場合、片面からプラズマイオンエッチングなどによるドライエッチングを行ってもよい。

これにより、図7(c)に示すように、厚み方向のエッチングとともに、開口部61aの周縁部に沿ってサイドエッチングが進行するので、深さ方向に沿って徐々に縮径するテーパ状の貫通孔42が形成される。これと同時に、貫通孔42の内面は粗面42aとなって貫通孔42が穿設される。

【0038】

次いで、図7(d)に示すように、レジストを剥離したら(ST23)、図7(e)に示すように、上述したエッチング液にふたたび浸漬し、貫通孔42を形成した金属基板60の露出面全体をエッチング(ST24)する。このエッチングの目的は、金属基板60の露出表面全体の粗面化であるから、貫通孔42の穿設の際のエッチング時間よりも短い時間でよい。

これにより、金属基板60の表裏面が粗面60aとされる。

【0039】

続いて、図8(f)に示すように、金属基板60の上にガラス板62を載せる(ST25)。ここで、ガラス板62は、図7(a)で示した金属基板60とほぼ同じ大きさのものが使用される。以下の工程では、このガラス板62を加熱溶融して、各貫通孔42に同時に溶融ガラスを充填することがねらいであるから、ガラス板62の大きさは、この目的に必要な大きさである。そして、金属基板60とガラス板62の外形寸法を一致させると、作業が容易となる。このガラス板62は、特に蓋体40を構成する材料と、熱膨張係数が近似したものを選択することが好ましく、このような点で、使用されるガラスとしては、珪酸ガラスや、コパールガラス等が適している。

ここで、ガラス板62の厚み寸法t1は、比較的厚いものが使用されており、後述するように、貫通孔42に溶融ガラスとして充填するための材料の必要量を確実にするとともに、後述する研磨工程の研磨しるを得るようにしている。このような点から、厚みt1は、蓋体40となる金属基板60の厚みとの関係で、0.1ないし0.2mm程度が好ましい。

【0040】

次に、図8(f)の状態のものを、適切な加熱手段、例えば、高周波・電気炉などの加熱炉内に収容し、加熱する(ST26)。この加熱は還元炎によるものは使用できず、加熱直前に脱ガス工程を行い、その後、1000ないし1200度(摂氏、以下、温度表記は全て「摂氏」)で、所定時間加熱し、図8(g)に示すように、溶融することで、溶融されたガラス材料がガラス充填部64として、貫通孔42内に充填される。

この状態では、図示のように、ガラス充填部64の下端部65が貫通孔42から露出する場合がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

そこで、図 8 (h) に示すように、溶融ガラスの硬化後において、上記露出した下端 6 5 と、図 8 (g) で示されているガラス板の表面部 6 3 の部分を研磨する (S T 2 7) 。この研磨工程により、ガラス板 6 2 は表面および裏面が鏡面研磨される。

かくして、貫通孔 6 2 に充填されたガラス板 6 2 は、貫通孔 6 2 の内面が粗面 6 2 a とされているので、アンカー効果により強固に接合している。しかも、貫通孔 4 2 は、テーパ状であり、孔の長さ方向に関して孔径が変わらない孔の場合と比べると、接合面積が増大されていることから、この点においてもガラス板 6 2 と貫通孔 4 2 との接合強度は高くなっている。

【 0 0 4 2 】

次いで、図 8 (i) に示すように、金属基板 6 0 の貫通孔 4 2 の周縁部と、図において、下面全体を覆う大きさで、耐蝕膜 7 0 を形成する (S T 2 8) 。ウエットエッチングによる場合は、耐蝕膜として、例えば、有機レジストを用いることができる。そして、この耐蝕膜 7 0 から露出したガラスをウエットエッチングにより除去する (S T 2 9) 。

あるいは、このエッチングはドライエッチングによりするようにしてもよい。この場合、金属基板 6 0 の貫通孔 4 2 の周縁部に耐蝕膜を形成する (図示せず) 。この耐蝕膜は、例えば、下地層をクロム (C r) とし、その上に金 (A u) をスパッタリングにより成膜することにより形成することができる。その後、図の上方より片面のドライエッチングで、金属基板 6 0 の片面を覆うガラス材料を除去する。このドライエッチングは、例えば、ワークを気密のチャンバー内に収容して、真空排気し、 $C F_4$ 等を充填ガスとして、プラズマ放電によりイオンエッチングすることにより、耐蝕膜から露出したガラス板 6 2 を除去することができる。

【 0 0 4 3 】

これにより、図 8 (j) に示すように、貫通孔 4 2 への挿入部 4 6 とフランジ部 4 4 を備えた図 2 で説明したガラス 4 3 が形成され、このフランジ部 4 4 は、金属基板 6 0 の表面の粗面 6 0 a と接合し、そのアンカー効果が高められて、この点においても、強い接合強度が実現される。

次いで、図 9 (k) に示すように、耐蝕膜を除去し (S T 3 0) 、図 9 (l) に示すように、金属基板 6 0 の表面および裏面に、電解メッキによりニッケルで覆う (S T 3 1) 。最後に、図 7 (a) で説明した縦横の点線に沿って、金属基板 6 0 を切断することによりその B 1 を単位とする蓋体 4 0 が完成する。

【 0 0 4 4 】

(圧電振動片の接合工程)

次に、圧電振動片 3 2 をパッケージ 3 7 の電極部 3 1 の上に接合する (S T 4 1) 。すなわち、図 1 および図 2 で説明したように、パッケージ 3 7 の電極部 3 1 上に導電性接着剤 4 7 を塗布して、その上に圧電振動片 3 2 の基部 5 1 の引き出し電極 3 8 a , 3 9 a の個所を載置し、導電性接着剤 4 7 , 4 7 を硬化させることにより、電極部 3 1 と圧電振動片 3 2 とが電氣的、機械的に接合される。このようにして、圧電振動片 3 2 は絶縁性基体である第 1 の基板 5 5 に対して、片持ち式に接合される。

【 0 0 4 5 】

さらに、パッケージ 3 7 と蓋体 4 0 とを真空雰囲気中で、接合することで蓋封止を行う (S T 4 2) 。

図 1 0 は電極ローラなどの治具 J を蓋体 4 0 に接触させて抑え、シームリング 3 7 a をジュール熱で溶融硬化させて、シーム溶接により蓋封止を行う様子を示している。

続いて、図 2 で説明したように、蓋体 4 0 の外部からレーザー光 L B などをガラス 4 3 を透過させて、圧電振動片 3 2 の図 3 で説明した金属膜 5 3 および / または 5 4 に照射し、その一部を蒸散させて、質量削減方式により周波数調整を行う (S T 4 3) 。ここで、貫通孔 4 2 が、図 1 に示すように、両振動腕 3 5 , 3 6 の金属膜を露出させるものであると、各振動腕の金属膜について、その一部を蒸散させることができ、両振動腕 3 5 , 3 6 についての屈曲バランスまでも調整できて好ましい。

10

20

30

40

50

その後必要な検査を経て（ST44）、圧電デバイス30が完成する。

【0046】

このように、この実施形態に係る圧電デバイスの製造方法では、蓋体40の形成工程において、金属製の蓋体40に周波数調整に用いる開口を設けているので、極めて薄い蓋体40でも外部からの衝撃に強く、かつガラス43を充填した開口を設けておくことができる。このため、蓋封止後の周波数調整工程では、外部からの加熱用光ビームLBを光を透過するガラスを介して、パッケージ37内の圧電振動片32の金属膜に照射することができる。このようにして、蓋封止後に周波数調整されて、精密な周波数合わせを行った圧電デバイス30は、蓋体40がガラスではないので外部からの衝撃に強く、容易に破損されることがない。

10

この場合、その蓋体40の形成工程では、少なくとも複数の蓋体を分離できる金属基板60を加工するので、複数枚もしくは多数枚の蓋体を一度に加工することができ、加工効率に優れている。しかも貫通孔42に充填するガラス43は、大きなガラス板62を前記金属基板60に重ねた状態で熔融させることにより、充填するので、従来のように個々の開口にガラスタブレットを位置決めして、嵌め込む必要がなく、蓋体の小型化が進み、前記貫通孔が極めて小さな貫通孔でなる開口とされても、ガラス材料を困難なく充填することができる。

【0047】

図11は、本発明の上述した実施形態に係る圧電デバイスを利用した電子機器の一例としてのデジタル式携帯電話装置の概略構成を示す図である。

20

図において、送信者の音声を受信するマイクロフォン308及び受信内容を音声出力とするためのスピーカ309を備えており、さらに、送受信信号の変調及び復調部に接続された制御部としての集積回路等であるCPU（Central Processing Unit）301を備えている。

CPU301は、送受信信号の変調及び復調の他に画像表示部としてのLCDや情報入力のための操作キー等である情報の入出力部302や、RAM、ROM等である情報記憶手段（メモリ）303の制御を行うようになっている。このため、CPU301には、圧電デバイス30等の本発明の実施形態や変形例の圧電デバイスが取り付けられて、その出力周波数をCPU301に内蔵された所定の分周回路（図示せず）等により、制御内容に適合したクロック信号として利用するようにされている。このCPU301に取付けられる圧電デバイスは、圧電振動子でも圧電発振器でもよい。

30

【0048】

CPU301は、さらに、温度補償水晶発振器（TCXO）305と接続され、温度補償水晶発振器305は、送信部307と受信部306に接続されている。これにより、CPU301からの基本クロックが、環境温度が変化した場合に変動しても、温度補償水晶発振器305により修正されて、送信部307及び受信部306に与えられるようになっている。

【0049】

このように、制御部を備えたデジタル式携帯電話装置300のような電子機器に、上述した実施形態に係る圧電デバイス30を利用することができる。この場合、外部から衝撃を受けても、蓋体が損傷を受けることがないので、製品の信頼性が向上する。

40

【0050】

本発明は上述の実施形態に限定されない。各実施形態の各構成はこれらを適宜組み合わせたり、省略し、図示しない他の構成と組み合わせることができる。

また、この発明は、パッケージや箱状の蓋体に被われるようにして、内部に圧電振動片を収容するものであれば、圧電振動子、圧電発振器等の名称にかかわらず、全ての圧電デバイスに適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の圧電デバイスの実施形態を示す概略平面図。

50

【図2】図1のA-A線概略断面図。

【図3】図1の圧電デバイスに使用される圧電振動片の概略斜視図。

【図4】図3のB-B線切断端面図。

【図5】図1の圧電デバイスの変形例を示す概略断面図。

【図6】図1の圧電デバイスの製造方法の実施形態を示すフローチャート。

【図7】図1の圧電デバイスに使用する蓋体の製造工程を順次示す図。

【図8】図1の圧電デバイスに使用する蓋体の製造工程を順次示す図。

【図9】図1の圧電デバイスに使用する蓋体の製造工程を順次示す図。

【図10】図1の圧電デバイスの蓋封止の一例を示す説明図。

【図11】本発明の実施形態に係る圧電デバイスを利用した電子機器の一例としてのデジタル式携帯電話装置の概略構成を示す図。 10

【図12】従来の圧電デバイスの一例を示す概略断面図。

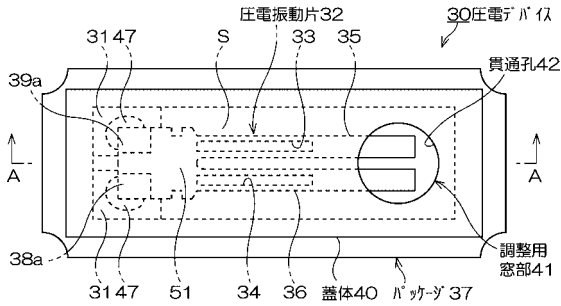
【図13】従来の圧電デバイスの蓋体の構成を示す図。

【符号の説明】

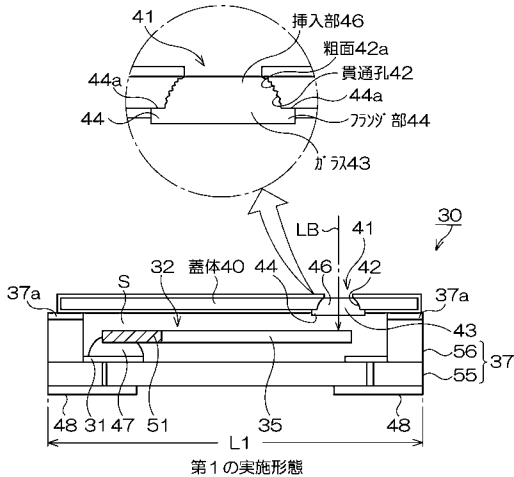
【0052】

30、30-1・・・圧電デバイス、32・・・圧電振動片、35、36・・・振動腕、31・・・電極部、40・・・蓋体、41・・・調整用窓部、43・・・ガラス、47・・・導電性接着剤、55・・・第1の基板（絶縁性基体）、56・・・第2の基板。

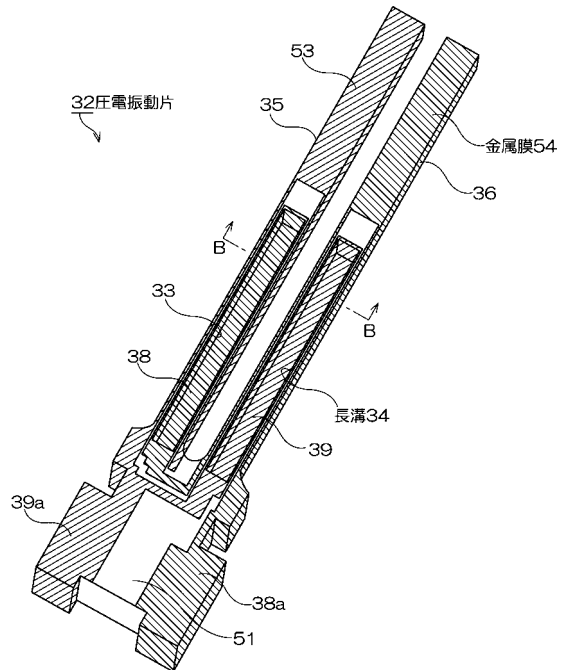
【図1】

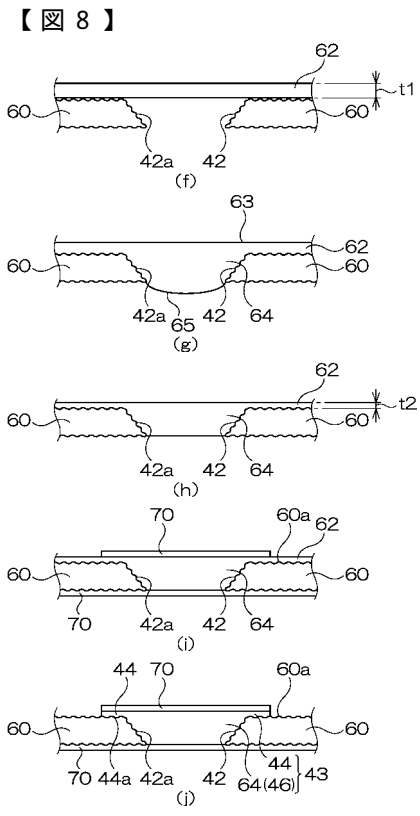
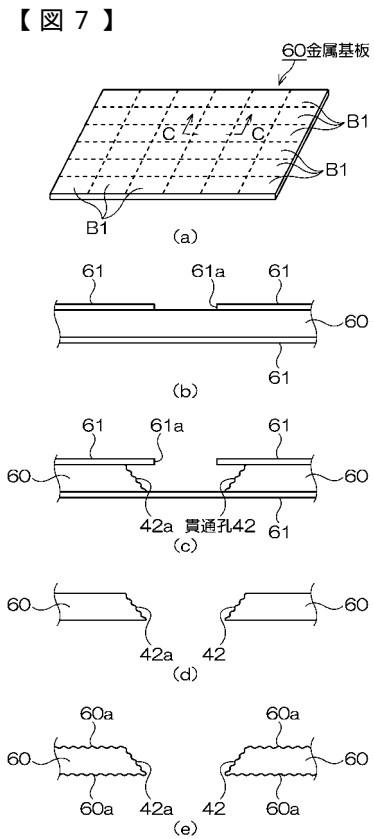
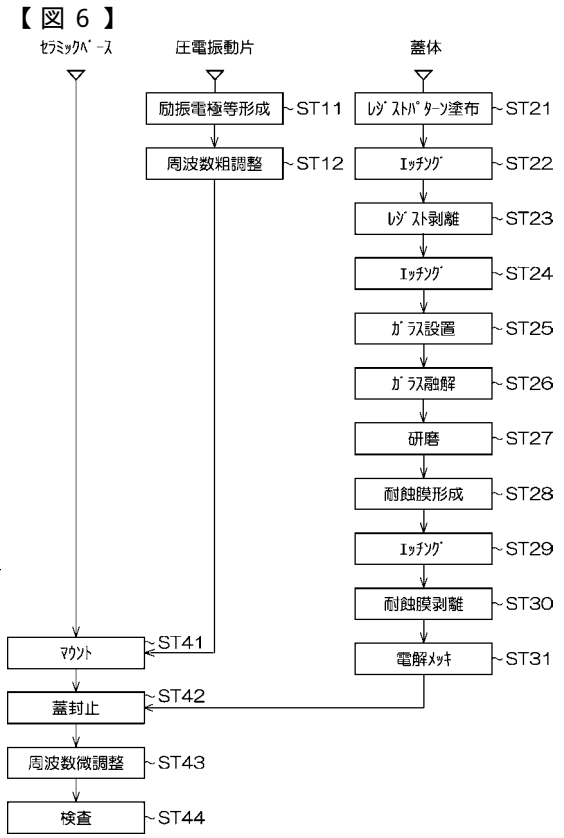
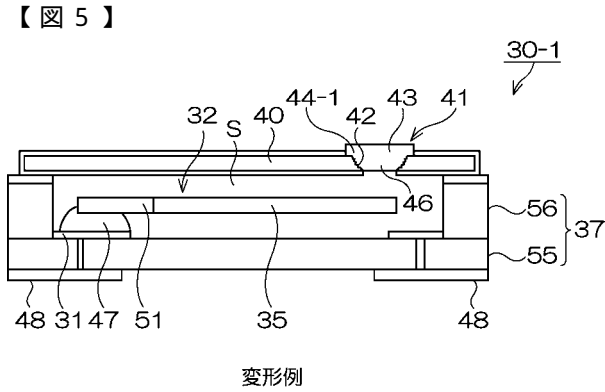
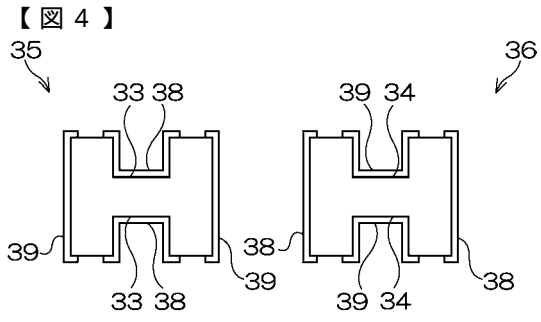


【図2】

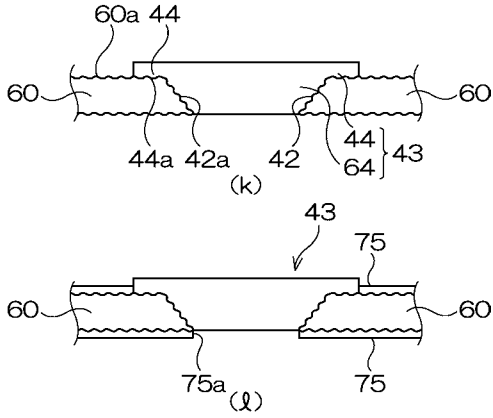


【図3】

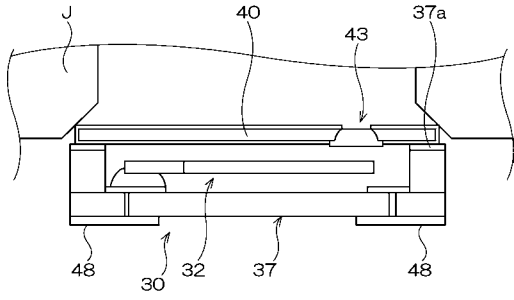




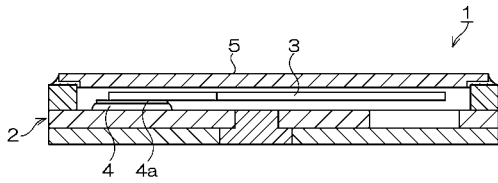
【図9】



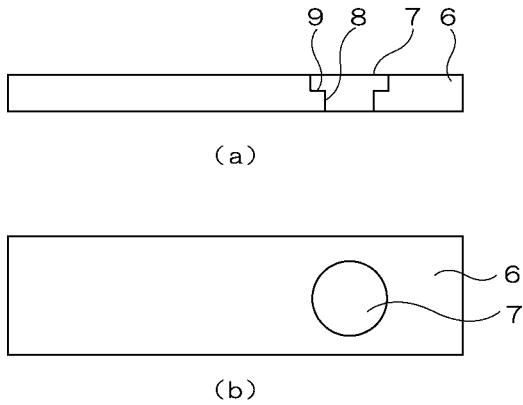
【図10】



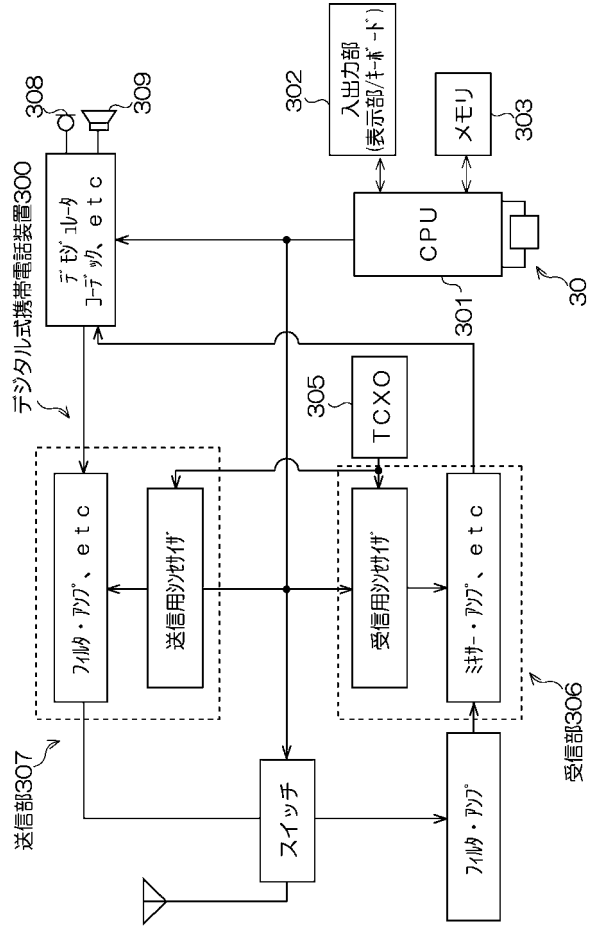
【図12】



【図13】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 41/22 (2006.01) H 0 3 H 9/02 N
H 0 1 L 41/22 Z

(56)参考文献 特開昭53-096691(JP,A)
特開平03-220752(JP,A)
特開2000-151330(JP,A)
特開昭63-081995(JP,A)
特開2002-009578(JP,A)
特開2001-226142(JP,A)
特開昭63-269611(JP,A)
特開2003-282754(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、H01L21/02