

(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2009-77341

(P2009-77341A)

(43) 公開日 平成21年4月9日(2009.4.9)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
<b>H03B</b>	<b>5/32</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03B</b>	<b>5/32</b>	<b>H</b>	<b>5J079</b>
<b>H03H</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b>	<b>9/02</b>	<b>A</b>	<b>5J108</b>
<b>H01L</b>	<b>23/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b>	<b>9/02</b>	<b>K</b>	
			<b>H01L</b>	<b>23/04</b>	<b>E</b>	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-246666 (P2007-246666)	(71) 出願人	000003104
(22) 出願日	平成19年9月25日 (2007. 9. 25)		エプソントヨコム株式会社
			東京都日野市日野421-8
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	松澤 寿一郎
			東京都日野市日野421-8 エプソント
			ヨコム株式会社内
		(72) 発明者	白田 俊也
			東京都日野市日野421-8 エプソント
			ヨコム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電デバイスおよび圧電振動子

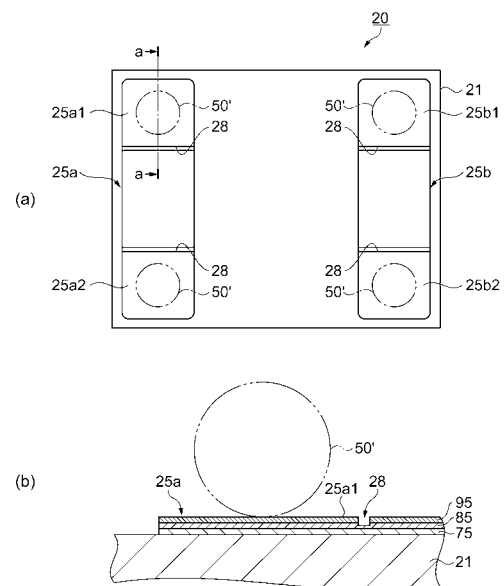
## (57) 【要約】

【課題】汎用性を有し接続信頼性の高い圧電デバイスおよび圧電振動子を提供する。

【解決手段】水晶振動子20の外底面(下面)の対向する二辺側には、半田ぬれ性の悪い

金属からなる第1の下地金属層75および第2の下地金属層85、そして半田ぬれ性の良好な金属からなる上地金属層95がこの順に積層されて形成された外部端子25a、25bがそれぞれ形成されている。外部端子25aの長手方向両端側には、外部端子25a上面を横断する方向に所定の幅にて上地金属層95が除去されて且つ第2の下地金属層85が露出するようにように形成された2本の溝28により、外部端子25aの一端側および他端側それぞれの三辺の端面とで球状導体配置位置50'を囲む略矩形状の接合領域25a1、25a2がそれぞれ画定されて形成されている。同様に、外部端子25bの長手方向両端側には、2本の溝28により画定された接合領域25b1、25b2が形成されている。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

パッケージの外底部に複数の外部端子を有し内部に圧電振動片が気密に封止された圧電振動子と、

一方の面に接続端子が形成され、他方の面に複数の実装用端子が形成され、さらに前記一方の面に回路素子が実装された回路基板と、を有し、

前記接続端子と前記外部端子とを接合部材を介して半田接合することにより、前記回路基板上に前記圧電振動子が接続された圧電デバイスであって、

前記外部端子は、最表層となる半田ぬれ性の良好な金属からなる上地金属層と、該上地金属層より半田ぬれ性の悪い金属からなる少なくとも一層の下地金属層と、が積層されて構成され、前記下地金属層が露出するように前記上地金属層の一部が除去されて且つ前記外部端子上において前記接合部材が配置される領域を画定する溝が形成されていることを特徴とする圧電デバイス。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、

前記外部端子上において、前記溝が、前記接合部材の平面視の外形と同じ領域を画定するように形成されていることを特徴とする圧電デバイス。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の圧電デバイスであって、

前記外部端子上に、前記接合部材よりも小さな領域が画定されて配列されるように、前記溝が格子状に形成されていることを特徴とする圧電デバイス。

20

**【請求項 4】**

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の圧電デバイスであって、

前記上地金属層が、金からなる層、錫からなる層、または半田からなる層であり、前記下地金属層に用いられる金属がタングステン、またはモリブデンであることを特徴とする圧電デバイス。

**【請求項 5】**

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の圧電デバイスであって、

前記接合部材が球状であることを特徴とする圧電デバイス。

**【請求項 6】**

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の圧電デバイスであって、

前記複数の実装用端子を外部に露出させた状態で少なくとも前記圧電振動子と前記回路基板との接合部分が封止樹脂により樹脂封止されていることを特徴とする圧電デバイス。

30

**【請求項 7】**

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の圧電デバイスであって、

前記回路素子が発振回路を含むことを特徴とする圧電デバイス。

**【請求項 8】**

パッケージ内部に圧電振動片が気密に封止され、前記パッケージの外底部に複数の外部端子を有する圧電振動子であって、

前記外部端子は、最表層となる半田ぬれ性の良好な金属からなる上地金属層と、該上地金属層より半田ぬれ性の悪い金属からなる少なくとも一層の下地金属層と、が積層されて構成され、前記上地金属層の一部が除去されて前記下地金属層が露出する溝が形成されていることを特徴とする圧電振動子。

40

**【請求項 9】**

請求項 8 に記載の圧電振動子であって、

前記外部端子上において、前記溝が、相手側基板の接合部の平面視の外形と同じ領域を画定するように形成されていることを特徴とする圧電振動子。

**【請求項 10】**

請求項 8 に記載の圧電振動子であって、

前記外部端子上に、相手側基板の接合部よりも小さな領域が画定されて配列されるよう

50

に、前記溝が格子状に形成されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 11】

請求項 8 または 9 に記載の圧電振動子であって、

前記上地金属層が、金からなる層、錫からなる層、または半田からなる層であり、前記下地金属層に用いられる金属がタングステン、またはモリブデンであることを特徴とする圧電振動子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電デバイスおよび圧電振動子に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来より、情報通信機器やコンピュータ等の OA 機器、民生機器等の様々な電子機器に、電子回路のクロック源として圧電振動片と発振回路を有する半導体集積回路 (IC) などの回路素子とを同一パッケージ内に封止した圧電デバイスとしての圧電発振器が広く使用されている。特に最近では、携帯電話等の移動体通信機器の普及による小型化・薄型化の急激な進展に伴い、圧電発振器の小型化・薄型化がより一層要求されるとともに、外部実装基板への薄型実装に適した表面実装型の圧電発振器が多く採用されている。

【0003】

また、上記のような圧電発振器には、小型化・薄型化とともに、さらなる高機能化の要求もますます高まっている。これに対応するために、配線基板上に発振回路や温度補償回路を構成する回路素子あるいは発振回路の発振周波数や温度補償回路の補償量などを微調整するための調整用回路素子が実装された回路基板上に、パッケージタイプの圧電振動子を接合・接続した圧電発振器が提案されている。例えば特許文献 1 に、回路基板上の接続端子と、対応する圧電振動子の外部端子とが、球状導体からなる接合部材を介して接合・接続された表面実装型の圧電発振器が紹介されている。

20

【0004】

特許文献 1 に記載の圧電発振器 (表面実装型水晶発振器) は、パッケージの外底部に複数の外部端子を有し内部に圧電振動片 (水晶振動素子) が気密に封止された圧電振動子 (水晶振動子) と、ガラスエポキシ樹脂からなる配線基板上に発振回路および温度補償回路などを構成する回路素子が実装された回路基板とを備えている。回路基板の配線基板上には圧電振動子の複数の外部端子と対応する接続端子 (マウントパッド) が配設されていて、その接続端子と対応する前記外部端子とが、半田コートされた樹脂球体または銅などの金属球体である接合部材 (球状導体) を介して半田接合されることにより接続されている。接合部材は、配線基板上に回路素子が実装された回路基板の上方に圧電振動子が接合された構造において、配線基板上の最も高い回路素子の上面と圧電振動子の下面とが接触することのない間隙を確保するために必要な大きさを有している。そして、圧電発振器の外底部となる配線基板の下面側には、外部実装基板 (相手側基板) と実装するための複数の実装用端子が備えられている。

30

【0005】

40

【特許文献 1】特開 2004 - 296455 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に記載の圧電発振器では、圧電振動子の外部端子の位置を、相手側基板である配線基板の接続端子の位置に合わせて形成する必要がある。このとき、外部端子の形状が、対応する接続端子との接続において介在させる接合部材の外形よりも極端に大きくなると、半田接合する際に溶融した半田が外部端子上にぬれ広がり、接合部分の半田が減少して接合強度の低下を招いて接続不良を引き起こす虞がある。また、圧電振動子の外部端子の位置および形状を、対応する配線基板の接続端子位置および接合部材

50

の形状に合わせて形成するようにした場合には、配線基板が設計変更されるごとに圧電振動子のパッケージの設計変更も必要となり、時間と費用を要するという課題があった。

【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、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0008】

〔適用例1〕本適用例にかかる圧電デバイスは、パッケージの外底部に複数の外部端子を有し内部に圧電振動片が気密に封止された圧電振動子と、一方の面に接続端子が形成され、他方の面に複数の実装用端子が形成され、さらに前記一方の面に回路素子が実装された回路基板と、を有し、前記接続端子と前記外部端子とを接合部材を介して半田接合することにより、前記回路基板上に前記圧電振動子が接続された圧電デバイスであって、前記外部端子は、最表層となる半田ぬれ性の良好な金属からなる上地金属層と、該上地金属層より半田ぬれ性の悪い金属からなる少なくとも一層の下地金属層と、が積層されて構成され、前記下地金属層が露出するように前記上地金属層の一部が除去されて且つ前記外部端子上において前記接合部材が配置される領域を画定する溝が形成されていることを特徴とする。

【0009】

この構成によれば、半田ぬれ性の悪い下地金属層を露出させて形成されている溝により、半田接合時において外部端子表面の溶融半田のぬれ広がりが止まる。また、外部端子の溝は、回路基板の接続端子と接合部材を介して接合される際に接合部材が配置される領域を画定するように形成されているので、溝によってぬれ広がりが止まることにより半田接合に必要な半田の流出が抑えられ、半田接合部に十分な半田を確保することができる。さらに、例えば外部端子を可能な範囲で大きめに形成した汎用の圧電振動子を用いて、回路基板の接続端子の位置および形状に合わせて外部端子に溝を形成することにより、回路基板の仕様に合わせて良好な半田接合をすることが可能となる。したがって、優れた接続信頼性を有し、また、汎用の水晶振動子を使用することにより低コスト化が可能な圧電デバイスを提供することができる。

【0010】

〔適用例2〕上記適用例にかかる圧電デバイスにおいて、前記外部端子上において、前記溝が、前記接合部材の平面視の外形と同じ領域を画定するように形成されていることを特徴とする。

【0011】

この構成によれば、圧電振動子の外部端子と回路基板の接続端子との接合部材を介した接合部分に良好な半田フィレットを形成することができるので、より接続信頼性の高い接合が可能になるとともに、半田供給量が必要最小限に抑えられ低コスト化を図ることができる。

【0012】

〔適用例3〕上記適用例にかかる圧電デバイスにおいて、前記外部端子上に、前記接合部材よりも小さな領域が画定されて配列されるように、前記溝が格子状に形成されていることを特徴とする。

【0013】

この構成によれば、回路基板の接続端子の位置や形状が変更された場合であっても、この接続端子に配置される接合部材に対して、外部端子上に格子状に形成された溝のうち接合部材の外形を囲む溝の格子により半田接合時の半田のぬれ広がりが止められる。したがって、例えば、外部端子を可能な限り大きめに形成し、その外部端子に格子状の溝を予め形成することによって、回路基板の設計変更に対応可能な汎用の圧電振動子とすることができるので、より汎用性の高い圧電デバイスを提供することができる。

【0014】

〔適用例4〕上記適用例にかかる圧電デバイスにおいて、前記上地金属層が、金から

10

20

30

40

50

なる層、錫からなる層、または半田からなる層であり、前記下地金属層に用いられる金属がタングステン、またはモリブデンであることを特徴とする。

【0015】

この構成によれば、半田ぬれ性に優れた上地金属層と、半田ぬれ性の悪い下地金属層が露出するように設けられた溝により、半田のぬれ広がりが抑止され接続信頼性の高い半田接合が可能となるので、高信頼性を有する圧電デバイスを提供することができる。

【0016】

〔適用例5〕上記適用例にかかる圧電デバイスにおいて、前記接合部材が球状であることを特徴とする。

【0017】

この構成によれば、接合部材が球状であるので、この接合部材を介して回路基板に圧電振動子を半田接合した際に、外部端子および接続端子と接合部材との接触面積が小さいので各端子部に半田が十分に行き渡り、良好な半田フィレットを形成して接合強度が向上する。また、半田接合時のセルフアライメント作用が働きやすいので、配線基板への圧電振動子の良好な半田接合を位置精度よく行うことができる。したがって、接続信頼性が高くなり、高信頼性を有する圧電デバイスを提供することができる。

【0018】

〔適用例6〕上記適用例にかかる圧電デバイスにおいて、前記複数の実装用端子を外部に露出させた状態で少なくとも前記圧電振動子と前記回路基板との接合部分が封止樹脂により樹脂封止されていることを特徴とする。

【0019】

この構成によれば、配線基板上の回路素子を実装された回路基板、および圧電振動子との接合部が封止樹脂により封止されて保護されるので、高信頼性を有する圧電デバイスを提供することができる。

【0020】

〔適用例7〕上記適用例にかかる圧電デバイスにおいて、前記回路素子が発振回路を含むことを特徴とする。

【0021】

この構成によれば、小型で精緻な周波数制御が可能で高信頼性を有する圧電デバイスとしての圧電発振器を提供することができる。

【0022】

〔適用例8〕本適用例にかかる圧電振動子は、パッケージ内部に圧電振動片が気密に封止され、前記パッケージの外底部に複数の外部端子を有する圧電振動子であって、前記外部端子は、最表層となる半田ぬれ性の良好な金属からなる上地金属層と、該上地金属層より半田ぬれ性の悪い金属からなる少なくとも一層の下地金属層と、が積層されて構成され、前記上地金属層の一部が除去されて前記下地金属層が露出する溝が形成されていることを特徴とする。

【0023】

この構成によれば、半田ぬれ性の悪い下地金属層を露出させて形成されている溝により、半田接合時において外部端子表面の溶融半田のぬれ広がりが止まるので、半田接合に必要な半田の流出が抑えられ、半田接合部に十分な半田を確保することができる。さらに、例えば外部端子を可能な範囲で大きめに形成し、回路基板の接続端子の位置および形状に合わせて外部端子に溝を形成することにより、回路基板の仕様に合わせて良好な半田接合をすることが可能となる。したがって、優れた接続信頼性を有し、汎用の高い圧電振動子を提供することができる。

【0024】

〔適用例9〕上記適用例にかかる圧電振動子において、前記外部端子上において、前記溝が、相手側基板の接合部の平面視の外形と同じ領域を画定するように形成されていることを特徴とする。

【0025】

10

20

30

40

50

この構成によれば、圧電振動子の外部端子と接合された相手側基板の接合部を、例えば外部端子と相手側基板の接続端子との間に介材させる接合部材として、この接合部材を介して半田接合する場合に、接合部材を介した接合部分に良好な半田フィレットを形成することができる。これにより、接続信頼性の高い接合が可能になるとともに、半田供給量が必要最小限に抑えられるので圧電デバイスの低コスト化に効果を奏する。

【 0 0 2 6 】

〔適用例 1 0〕上記適用例にかかる圧電振動子において、前記外部端子上に、相手側基板の接合部よりも小さな領域が画定されて配列されるように、前記溝が格子状に形成されていることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

この構成によれば、相手側基板の接続端子の位置が変更された場合であっても、この接続端子に配置される接合部材に対して、外部端子上に格子状に形成された溝のうち接合部材の外形を内側に含む溝の格子により半田接合時の半田のぬれ広がりが止められる。したがって、外部端子を可能な限り大きめに形成しておき、格子状の溝を予め形成しておくことによって、より汎用性の高い圧電振動子を提供することができる。

【 0 0 2 8 】

〔適用例 1 1〕上記適用例にかかる圧電振動子において、前記上地金属層が、金からなる層、錫からなる層、または半田からなる層であり、前記下地金属層に用いられる金属がタングステン、またはモリブデンであることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

この構成によれば、半田ぬれ性に優れた上地金属層と、半田ぬれ性の悪い下地金属層が露出するように設けられた溝により、半田のぬれ広がりが抑止され接続信頼性の高い半田接合が可能となるので、接続信頼性の高い圧電振動子を提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 0 】

以下、図面を参照しながら圧電デバイスとしての圧電発振器の一実施形態である水晶発振器について図面を参照して説明する。

図 1 ( a ) は、本実施形態にかかる水晶発振器 1 を説明する模式平面図であり、同図 ( b ) は、図 1 ( a ) の A - A 線断面図であり、同図 ( c ) は、底面側からみた水晶発振器 1 の平面図である。なお、図 1 ( a ) では、圧電振動子としての水晶振動子 2 0 の内部の構造を説明する便宜上、水晶発振器 1 の外側を覆う封止樹脂 1 9 の一部を切り欠き、また、水晶振動子 2 0 の上部に接合されるリッド 2 9 の図示を省略し、リッド接合位置 2 9 ' として二点鎖線にて図示している。

また、図 2 は、水晶発振回路に内蔵される圧電振動子としての水晶振動子を説明するものであり、図 2 ( a ) は底面側からみた水晶振動子の平面図、同図 ( b ) は外部端子表面の構成を拡大して説明する図 2 ( a ) の a - a 線断面図である。

【 0 0 3 1 】

図 1 ( a ) ~ ( c ) において、水晶発振器 1 は、配線基板 1 1 上に接続された回路素子としての IC 3 0 を有する回路基板 1 0 と、パッケージ 2 1 内に圧電振動片としての水晶振動片 4 0 が接合されて気密に封止された水晶振動子 2 0 とを有している。水晶振動子 2 0 は、回路基板 1 0 の上方に接合部材としての球状導体 5 0 を介して半田 5 9 により接合され、接合された回路基板 1 0 および水晶振動子 2 0 が封止樹脂 1 9 により樹脂封止されている。

【 0 0 3 2 】

〔水晶振動子〕

水晶振動子 2 0 は、セラミックス絶縁材料などからなるパッケージ 2 1 であって、略中央に凹部 2 2 が形成され、外底部に複数の外部端子 2 5 a , 2 5 b が設けられたパッケージ 2 1 を備えている。パッケージ 2 1 の凹部 2 2 の凹底部分には、水晶振動片 4 0 が接合される複数のマウント端子 2 7 a , 2 7 b が形成されている。マウント端子 2 7 a , 2 7 b と対応する外部端子 2 5 a , 2 5 b とは、図示しないスルーホールなどの内部配線ある

10

20

30

40

50

いは引き回し配線などにより接続されている。なお、外部端子 25a, 25b の詳細な構成については後述する。

#### 【0033】

平板状にカットされた水晶からなる水晶振動片 40 の両主面には励振電極 41 が形成されている（図 1（a）において、水晶振動片 40 の下面側の励振電極は、上面側の励振電極 41 に隠れており図示されず）。水晶振動片 40 の両主面それぞれの励振電極 41 は、水晶振動片 40 の長手方向の一端側に引き出され接続電極 45 に接続されている。

水晶振動片 40 は、パッケージ 21 の凹部 22 の凹底部分に設けられたマウント端子 27a, 27b にそれぞれ対応する接続電極 45 が位置合わせされている。そして、各マウント端子 27a, 27b と対応する接続電極 45 とのそれぞれに接触させて且つ覆うように塗布された導電性接着剤 49 が固化されることにより、電氣的に接続されるとともに片持ち支持された状態で接合されている。

#### 【0034】

パッケージ 21 の上側には、例えば金属製のリッド 29 が、鉄 - ニッケル（Fe - Ni）合金等をフレーム状に型抜きして形成された図示しないシールリングを介してシーム溶接され、パッケージ 21 内部に接合された水晶振動片 40 が気密に封止されている。

別のリッド 29 接合方法として、リッド 29 を半田等の金属ろう材接合し、または、ガラス製のリッドを用いて、低融点ガラス等でパッケージ 21 上面に接合することもできる。

#### 【0035】

次に、水晶振動子 20 の電極端子および配線パターンの構成について、特に外部端子 25a, 25b の端子構造について図面に沿って詳細に説明する。

水晶振動子 20 のパッケージ 21 に形成されたマウント端子 27a, 27b や外部端子 25a, 25b などの電極端子、あるいはこれらの接続を図る配線パターンは、一般に、金属配線材料をスクリーン印刷して焼成することにより形成された下地金属層と、この下地金属層上に接触抵抗が低い金属材料をめっきなどにより積層させて形成される上地金属層とからなる。このような積層構造の電極端子のうち、外部端子 25a, 25b の構成について以下説明する。

#### 【0036】

図 2（a）に示すように、平面視で略形状の水晶振動子 20 の外底面（下面）の対向する二辺側に外部端子 25a, 25b がそれぞれ形成されている。なお、外部端子 25a, 25b それぞれの長手方向の両端側に想像線（二点鎖線）で図示した四つの球状導体配置位置 50' は、水晶振動子 20 と回路基板 10 とが球状導体と介して接合される際の球状導体の配置される位置を示している。

外部端子 25a の長手方向両端側には、外部端子 25a 上面を横断する 2 本の溝 28 が形成されている。これらの溝 28 は、外部端子 25a 上に、外部端子 25a の一端側および他端側それぞれの三辺の端面と溝 28 とにより球状導体配置位置 50' を囲む略矩形状の接合領域 25a1, 25a2 が画定されて形成されるよう形成されている。

同様に、外部端子 25b の長手方向両端側には 2 本の溝 28 が形成されていて、これらの溝 28 と外部端子 25b の一端側および他端側それぞれの三辺の端面とにより、球状導体配置位置 50' を囲む略矩形状の接合領域 25b1, 25b2 が画定されて形成されている。

なお、外部端子 25a, 25b 上に、それぞれ溝 28 によって画定されて形成された接合領域 25a1, 25a2, 25b1, 25b2 のそれぞれは、図 1（c）に示す回路基板 10 の球状導体配置位置 50' を含む接続端子 15a, 15b, 15c, 15d と対応している。

#### 【0037】

図 2（b）に示すように、外部端子 25a は、セラミックス絶縁材料からなるパッケージ 21 の外底面（紙面上側）上に、半田ぬれ性の悪い金属からなる第 1 の下地金属層 75 および第 2 の下地金属層 85、そして半田ぬれ性の良好な金属からなる上地金属層 95 が

10

20

30

40

50

この順に積層されて形成されている。本実施形態では、上地金属層 95 には半田ぬれ性がよくて且つ接触抵抗の小さい金 (Au) が用いられ、この金よりも半田ぬれ性の悪い金属であるタングステン (W) またはモリブデン (Mo) が第 1 の下地金属層 75 に、ニッケル (Ni) が第 2 の下地金属層 85 に、それぞれ用いられている。

ここで、第 1 の下地金属層 75 は、上地金属層 95 である金に比して半田ぬれ性の劣る金属であるタングステンまたはモリブデンを含むペースト状の金属膜材料をスクリーン印刷してから焼成する方法などにより形成される。また、第 2 の下地金属層 85 に用いたニッケルは、上地金属層 95 の金に比して半田ぬれ性が悪いとともに、半田接合時に溶融される上地金属層 95 や半田が第 1 の下地金属層 75 の厚み方向に拡散されるのを抑制するバリア層の機能を有している。これら第 2 の下地金属層 85、上地金属層 95 は、ニッケルめっきまたは金めっきする方法などにより形成することができる。

なお、上地金属層 95 の金属材料は金に限らず、錫 (Sn) や半田めっき層など、他の半田ぬれ性のよい金属を用いることも可能である。

#### 【0038】

そして、外部端子 25a 上に、球状導体配置位置 50' の外形を囲む領域である接合領域 25a1 を画定するように設けられる溝 28 は、この溝 28 の幅にて上地金属層 95 が除去されて且つ下地金属層が露出するように形成されている。本実施形態の溝 28 は、第 2 の下地金属層 85 の一部が除去される深さにて形成された状態を図示しているが、溝の深さは第 1 の下地金属層 75 に至っていてもよい。

溝 28 はレーザ加工により精度よく形成することが可能であり、この場合、金属に対する吸収性が高い YAG (Yttrium Aluminum Garnet) レーザを用いることが好ましい。YAG レーザのレーザ光のスポット径や出力強度などを調整することにより、上地金属層 95 を除去し、さらに下地金属層を露出させる深さに調整された溝 28 を形成することができる。この他の溝 28 の形成方法として、カッタ・ブレード等を用いた機械的な加工や、フォトリソグラフィを用いてエッチングする方法などを適用することも可能である。

#### 【0039】

##### 〔回路基板〕

次に、回路基板 10 について図面に沿って詳細に説明する。

図 1 (b) (c) に示すように、回路基板 10 は、ガラスエポキシ樹脂などの絶縁材料からなる基材の下面側に複数の実装用端子 12a ~ 12d が配設され上面側に複数の接続端子 15a ~ 15d が配設された配線基板 11 を有している。本実施形態では、平面視で略方形の配線基板 11 の下面側コーナー部近傍に四つの実装用端子 12a ~ 12d が配設され、配線基板 11 の上面側コーナー部近傍に四つの接続端子 15a ~ 15d が配設されている。

#### 【0040】

また、配線基板 11 の上面側には、回路素子としての IC 30 が、図示しないダイアタッチ剤もしくはダイアタッチフィルムなどの接着剤により接着・固定されている。IC 30 は、発振回路や温度補償回路あるいは発振回路の周波数や温度補償回路の補償値などを補正する補正回路等が集積されて形成された半導体集積回路素子であって、その主面 (能動面) には複数の電極パッド (図示せず) が配設されている。そして、IC 30 の複数の電極パッドと、配線基板 11 上に配設された対応する IC 接続端子 (図示せず) とがボンディングワイヤ 39 によりそれぞれ接続されている。

#### 【0041】

本実施形態の配線基板 11 においては、上記した水晶振動子 20 の外部端子 25a, 25b に接続される接続端子 15a ~ 15d と、対応する上記 IC 接続端子とのそれぞれが図示しない端子間配線を介して接続されている。また、接続端子 15a ~ 15d および IC 接続端子のうち、外部の実装基板との接続に供する接続端子 15a ~ 15d は、配線基板 11 の下面側に設けられた対応する実装用端子 12a ~ 12d のいずれかと、図示しないスルーホールなどの内部配線あるいは引き回し配線などにより接続されている。

#### 【0042】

10

20

30

40

50



なお、図 1 ( c ) において、各接続端子 1 5 a ~ 1 5 d の略中央に図示された円形の二点鎖線である球状導体配置位置 5 0 ' は、水晶振動子 2 0 の外部端子 2 5 a の接合領域 2 5 a 1 , 2 5 a 2 、外部端子 2 5 b の接合領域 2 5 b 1 , 2 5 b 2 とそれぞれ対応する回路基板 1 0 の配線基板 1 1 の各接続端子 1 5 a ~ 1 5 d とを球状導体 5 0 ( 図 1 ( b ) を参照 ) を介して接合する際の球状導体 5 0 の配置位置を示している。

#### 【 0 0 4 3 】

〔水晶発振器〕

次に、図 1 ( a ) ~ ( c ) に戻り、回路基板 1 0 上に水晶振動子 2 0 が接合されて形成される水晶発振器 1 の構造について詳細に説明する。

図 1 ( b ) において、配線基板 1 1 上に IC 3 0 がボンディングワイヤ 3 9 により接続された回路基板 1 0 の上方には、水晶振動子 2 0 が接合されている。詳述すると、回路基板 1 0 の配線基板 1 1 上に形成された接続端子 1 5 a , 1 5 b と、水晶振動子 2 0 の対応する外部端子 2 5 a の接合領域 2 5 a 1 および外部端子 2 5 b の接合領域 2 5 b 1 とが、接合部材としての球状導体 5 0 を介して半田 5 9 によりそれぞれ接合されている。

#### 【 0 0 4 4 】

球状導体 5 0 は、回路基板 1 0 の配線基板 1 1 上の回路素子の実装構造において最も高い部分、すなわち、本実施形態では IC 3 0 を配線基板 1 1 と接続するボンディングワイヤ 3 9 のループの頂部よりも厚い厚みを有している。これにより、回路基板 1 0 と水晶振動子 2 0 とを、配線基板 1 1 と IC 3 0 ( 回路素子 ) とのボンディングワイヤ 3 9 による接続部にストレスを与えることなく接合することを可能にしている。また、回路基板 1 0 と水晶振動子 2 0 とを接合する接合部材として、略球形状を有する球状導体 5 0 を用いることにより、半田接合した際に良好な半田フィレットを形成して接合強度が向上するとともに、半田接合時のセルフアライメント作用が働きやすいので、回路基板 1 0 と水晶振動子 2 0 との良好な半田接合を位置精度よく行うことができる。

#### 【 0 0 4 5 】

同様に、図 1 ( c ) に示す配線基板 1 1 の接続端子 1 5 c , 1 5 d と、水晶振動子 2 0 の対応する外部端子 2 5 a の接合領域 2 5 a 2 および外部端子 2 5 b の接合領域 2 5 b 2 ( 図 2 ( a ) を参照 ) とが、球状導体配置位置 5 0 ' に配置される球状導体を介してそれぞれ半田接合されている。これにより、水晶振動子 2 0 のマウント端子 2 7 a , 2 7 b と接続された外部端子 2 5 a , 2 5 b と、回路基板 1 0 の接続端子 1 5 a ~ 1 5 d とが、球状導体配置位置 5 0 ' に配置される球状導体 5 0 を介して半田接合することにより電氣的に接続される。

また、水晶振動子 2 0 の外部端子 2 5 a の接合領域 2 5 a 1 , 2 5 a 2 および外部端子 2 5 b の接合領域 2 5 b 1 , 2 5 b 2 と、回路基板 1 0 の対応する接続端子 1 5 a ~ 1 5 d との球状導体を介した接合により、回路基板 1 0 の上方に接合される水晶振動子 2 0 を、球状導体による四点支持によって姿勢を安定させてバランスよく支持している。これにより、水晶振動子 2 0 と回路基板 1 0 との球状導体 5 0 を介した均一な接合が可能になるので、回路基板 1 0 と水晶振動子 2 0 との接続信頼性が良好な、高信頼性を有する水晶発振器 1 の提供に効果を奏する。

#### 【 0 0 4 6 】

次に、上記の水晶振動子 2 0 と回路基板 1 0 との接続部分について、図面にしたがって詳細に説明する。図 3 は、図 1 ( b ) に示す水晶発振器 1 のうち、回路基板 1 0 の接続端子 1 5 a と水晶振動子 2 0 の外部端子 2 5 a とが球状導体 5 0 を介して接続された部分を拡大して図示した部分断面図である。

#### 【 0 0 4 7 】

図 3 において、水晶振動子 2 0 の外部端子 2 5 a と、回路基板 1 0 の配線基板 1 1 上に配設された接続端子 1 5 a とは、球状導体 5 0 を介して半田接合されている。球状導体 5 0 は、コアとなる銅 ( Cu ) などの球状金属 5 1 の表面に、半田や錫 ( Sn ) などの半田ぬれ性の良好な金属からなる金属膜 5 2 がコーティングあるいはめっきすることにより形成されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 8 】

回路基板 1 0 上に水晶振動子 2 0 を接合する工程において、球状導体 5 0 は、まず、接続端子 1 5 a または外部端子 2 5 a のいずれかに位置決めして仮固定される。球状導体 5 0 の仮固定方法としては、接続端子 1 5 a または外部端子 2 5 a にフラックスを塗布し、球状導体 5 0 を所定の位置に載置してから、金属膜 5 2 の熔融温度以上の温度でリフロースする方法などが適用可能である。そして、球状導体 5 0 が仮固定された接続端子 1 5 a または外部端子 2 5 a のいずれかに適量の半田ペーストを塗布し、回路基板 1 0 と水晶振動子 2 0 とを位置合わせしてからリフロースすることにより、接続端子 1 5 a と外部端子 2 5 a とが、球状導体 5 0 を介して半田接合される。

## 【 0 0 4 9 】

ここで、外部端子 2 5 a 表面において、半田接合される際に熔融された半田は、外部端子 2 5 a 表面をぬれ広がる。図中、外部端子 2 5 a の溝 2 8 で画定された接合領域 2 5 a 1 上にぬれ広がった半田は、外部端子 2 5 a の端面でぬれ広がりが止まり、外部端子 2 5 a の中央側への半田のぬれ広がりは、半田ぬれ性の悪い下地金属層でありニッケルからなる第 2 の下地金属層 8 5 を露出させて形成された溝 2 8 で止まる。これにより、外部端子 2 5 a の一端部側の端面と溝 2 8 とにより画定された接合領域 2 5 a 1 内で球状導体 5 0 を介した半田接合が行われる。すなわち、外部端子 2 5 a の接合領域 2 5 a 1 外への半田のぬれ広がりが抑止されるので、外部端子 2 5 a と接続端子 1 5 a との球状導体 5 0 を介した接合部分に十分な半田量が確保され、接続信頼性の高い接合がなされる。

## 【 0 0 5 0 】

また、球状導体 5 0 の金属膜 5 2 は、リフロース時に熔融する半田ペーストの半田との親和性がよいことから球状金属 5 1 への熔融半田のぬれ性を向上させる効果を奏する。そして、半田リフロースの進行に伴って金属膜 5 2 は熔融された半田ペーストの半田と融合され、半田ペーストの半田中の錫とともに球状導体 5 0 の球状金属 5 1 に拡散されて強固な半田接合がなされる。このことから、半田接合後の状態を示す図 3 においては、金属膜 5 2 は仮想線（二点鎖線）で図示している。

## 【 0 0 5 1 】

以上説明した接続端子 1 5 a と外部端子 2 5 a の接合領域 2 5 a 1 との球状導体 5 0 を介した半田接合同様の態様で、図 3 に示す外部端子 2 5 a の溝 2 8 で画定された接合領域 2 5 a 2、および外部端子 2 5 b の接合領域 2 5 b 1、2 5 b 2 と、回路基板 1 0 の対応する接続端子 1 5 b、1 5 c、1 5 d とのそれぞれが、球状導体 5 0 を介して半田接合される。

## 【 0 0 5 2 】

そして、球状導体 5 0 を介して接合された回路基板 1 0 と水晶振動子 2 0 とを、回路基板 1 0 の外底部に形成された複数の実装用端子 1 2 a ~ 1 2 d を外部に露出させた状態で封止樹脂 1 9 によって樹脂封止することにより水晶発振器 1 が形成されている。これにより、配線基板 1 1 上に IC 3 0 が実装された回路基板 1 0、および回路基板 1 0 と水晶振動子 2 0 との球状導体 5 0 を介した半田接合部が封止樹脂 1 9 により封止されて保護されるので、高信頼性を有する水晶発振器 1 を提供することができる。

## 【 0 0 5 3 】

## 〔実施形態の効果〕

上記実施形態の水晶発振器 1 によれば、半田ぬれ性の悪い第 2 の下地金属層 8 5 を露出させて形成されている溝 2 8 により、半田接合時において外部端子 2 5 a、2 5 b 表面の熔融半田のぬれ広がりが止まる。また、この外部端子 2 5 a、2 5 b の溝 2 8 は、相手側基板である回路基板 1 0 の各接続端子 1 5 a ~ 1 5 d と球状導体 5 0 を介して接合される接合領域 2 5 a 1、2 5 a 2、2 5 b 1、2 5 b 2 をそれぞれ画定するように形成されている。これにより、半田ぬれ性のよい上地金属層 9 5 表面にぬれ広がる半田 5 9 が接合領域 2 5 a 1、2 5 a 2、2 5 b 1、2 5 b 2 内に抑止され、球状導体 5 0 を介した半田接合部に十分な半田 5 9 が確保され良好な半田フィレットが形成されるので、接続信頼性の高い半田接合が実現でき、高信頼性を有する水晶発振器 1 を提供することができる。

また、回路基板 10 の接続端子の位置および形状が変更された場合でも、それに合わせて水晶振動子 20 の外部端子 25 a , 25 b に溝 28 を形成することにより良好な半田接合を行うことが可能になるので、汎用性の高い水晶振動子 20 を提供できるとともに、水晶発振器 1 の低コスト化にも効果を奏する。

#### 【0054】

以上、説明した上記実施形態の水晶発振器 1 では、水晶振動子 20 の外部端子 25 a , 25 b に、回路基板 10 の対応する接続端子 15 a ~ 15 d と球状導体 50 を介して接合される接合領域 25 a 1 , 25 a 2 , 25 b 1 , 25 b 2 を画定するように溝 28 を形成した。これに限らず、外部端子をマトリクス状に画定する格子状の溝を形成することにより、回路基板の接続端子の配置の変更に対応することも可能である。

10

#### 【0055】

##### (変形例)

図 4 は、上記実施形態の水晶発振器 1 における水晶振動子の変形例を説明するものであり、外部端子に、接合部材よりも小さな領域がマトリクス状に画定されるように格子状の溝が形成された水晶振動子を底面側からみた平面図である。なお、本変形例では、水晶振動子の外部端子の構成以外は上記実施形態の水晶発振器 1 と同一であるため、図示および説明を省略する。

#### 【0056】

図 4 に示す水晶振動子 60 において、パッケージ 61 の外底部には、回路基板の接続端子に対応して球状導体配置位置 50' に配置される球状導体（接合部材）の外形サイズよりも大きめに形成された一対の外部端子 65 a , 65 b を有している。外部端子 65 a , 65 b のそれぞれには、球状導体配置位置 50' に配置される球状導体よりも小さな領域がマトリクス状に画定されるように、縦横に格子状に形成された溝 68 が形成されている。なお、溝 68 は、上記実施形態の溝 28（図 3 を参照）と同様に、外部端子 65 a , 65 b の最表面の半田ぬれ性のよい上地金属層を除去して且つ半田ぬれ性の悪い下地金属層が露出する深さにて形成されている。

20

#### 【0057】

本変形例の一対の外部端子 65 a , 65 b のそれぞれには、平面視で長辺方向に 7 列、短辺方向に 3 列の溝 68 が等間隔にて格子状に形成されている。これにより、各外部端子 65 a , 65 b には、格子状に形成された溝 68 で画定された正方形の領域が長辺方向に 8 列、短辺方向に 4 列、それぞれ形成されている。そして、回路基板と接合される際の球状導体配置位置 50' が、外部端子 65 a 上に画定された正方形の領域のうち、縦横 2 個ずつの隣接する正方形の領域である二箇所の接合領域 65 a 1 , 65 a 2 内には、回路基板と接合される際の球状導体配置位置 50' がそれぞれ含まれている。

30

#### 【0058】

上記したように、溝 68 は、半田ぬれ性の悪い下地金属層が露出するように形成されているので、回路基板の複数の接続端子と、外部端子 65 a の接合領域 65 a 1 , 65 a 2 および外部端子 65 b の接合領域 65 b 1 , 65 b 2 のそれぞれとが、球状導体を介して半田接合される際に、外部端子 65 a , 65 b 上においてぬれ広がる半田は、各接合領域 65 a 1 , 65 a 2 , 65 b 1 , 65 b 2 をそれぞれ囲む溝 68 で止まり、それより外側への半田のぬれ広がりが抑止される。これにより、球状導体（接合部材）よりも小さな領域をマトリクス状に画定するように格子状に形成された溝 68 により、回路基板の接続端子の位置が変更された場合でも、その接続端子に対応する球状導体配置位置において球状導体の外形を囲む最寄りの溝 68 で形成される接合領域により、ぬれ広がる半田を最小限に抑止することが可能となる。

40

#### 【0059】

この構成によれば、外部端子 65 a , 65 b を可能な限り大きめに形成しておき、球状導体よりも小さい領域をマトリクス状に画定するように格子状の溝 68 を予め形成しておくことによって、回路基板の接続端子位置の設計変更に対応が可能な汎用性の高い水晶振動子 60 を提供することができる。また、回路基板の設計変更に対して、水晶振動子 60

50

の設計を変更する必要がなくなるため、水晶発振器の低コスト化にも効果を奏する。

【0060】

以上、発明者によってなされた本発明の実施の形態およびその変形例について具体的に説明したが、本発明は上記した実施の形態およびその変形例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。

【0061】

例えば、上記実施形態では、下地金属層と上地金属層とからなる外部端子25a, 25bのうち、下地金属層を、第1の下地金属層75と第2の下地金属層85との二層構造とした。すなわち、スクリーン印刷によりパッケージ21上に配線パターンを形成することが可能なタングステンまたはモリブデンからなる第1の下地金属層75と、拡散防止層としての機能も有するニッケルからなる第2の下地金属層85とをこの順に積層させて二層構造の下地金属層を構成した。これに限らず、例えば、第2の下地金属層85を省いて第1の下地金属層75上に上地金属層95を積層させて外部端子25a, 25bを構成してもよい。また、第1の下地金属層75は、タングステンまたはモリブデンに限らず、上地金属層95よりも半田ぬれ性が悪く、且つ、パッケージ21上に配線パターンを形成可能な他の金属を用いて形成してもよい。

【0062】

また、上記実施形態では、回路基板10の上方に接合される水晶振動子20を、平面視で略矩形状の回路基板10および水晶振動子20の各コーナー部近傍に配置される四つの球状導体50による四点支持により、姿勢を安定させてバランスよく支持する構成とした。これに限らず、三つ以上の球状導体により、球状導体を結んで形成される多角形が水晶振動子20の重心を含むように配置することによって、回路基板10上に水晶振動子20をバランスよく支持することが可能である。

また、二つの球状導体50により、回路基板10上に水晶振動子20を接合することも可能である。この場合、回路基板10上に水晶振動子20を球状導体50を介して接合する際に、球状導体と同じ高さを有するスペーサ治具等を用いて、水晶振動子20の姿勢を安定させた状態で回路基板10上に水晶振動子20を位置決めし、半田接合を行えばよい。

【0063】

また、上記実施形態では、圧電振動片として水晶振動片40を用いたが、これに限らない。水晶材料以外でも、タンタル酸リチウム( $\text{LiTaO}_3$ )や、ニオブ酸リチウム( $\text{LiNbO}_3$ )などの単結晶材、あるいは、チタン酸バリウム( $\text{BaTiO}_3$ )等の多結晶材(圧電セラミックス材)などの、厚みすべり振動モードを呈する他の圧電材料からなる圧電振動片を用いることも可能である。

【0064】

また、上記実施形態および変形例では、水晶振動子20と回路基板10とを接続する接合部材として、球状金属からなる球状導体50を用いた。これに限らず、回路基板10に接合されるIC30などの回路素子のうち実装高さの最も高い部分が水晶振動子20に接触しないように、回路基板10と水晶振動子20との間に空隙を形成できて、且つ、半田接合ができる導体を少なくとも表面に有すれば、多角柱状あるいは円筒状等、球状以外の形状の接合部材を用いることも可能である。

【0065】

また、上記実施形態および変形例では、圧電振動片として水晶振動片40を用いた圧電振動子としての水晶振動子20と、発振回路を有する回路素子としてのIC30を備えた回路基板10とにより、圧電発振器としての水晶発振器1について詳細に説明した。これに限らず、本発明は、圧電振動子としてのSAW素子と回路基板とを接続して構成されるSAWデバイス、ジャイロ振動片を備えたジャイロ素子と回路基板とを接続して形成されるジャイロセンサなど、他の圧電デバイスに適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

10

20

30

40

50

【図 1】(a) は、本実施形態にかかる水晶発振器を説明する模式平面図、(b) は、(a) の A - A 線断面図、(c) は、底面側からみた水晶発振器の平面図。

【図 2】(a) は、本実施形態にかかる水晶振動子を底面側からみた平面図、(b) は、外部端子の構成を拡大して説明する同図(a)の a - a 線断面図。

【図 3】回路基板と水晶振動子との接合部分を拡大して図示した部分断面図。

【図 4】実施形態にかかる水晶振動子の変形例を説明する図。

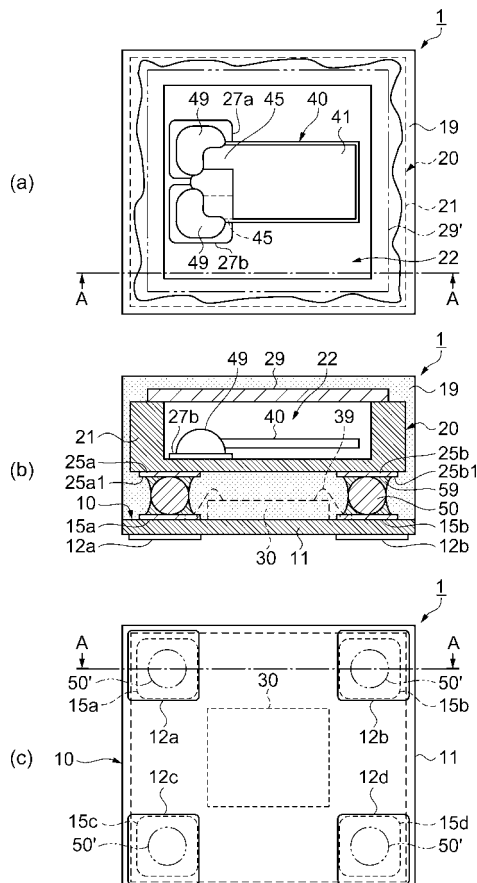
【符号の説明】

【0067】

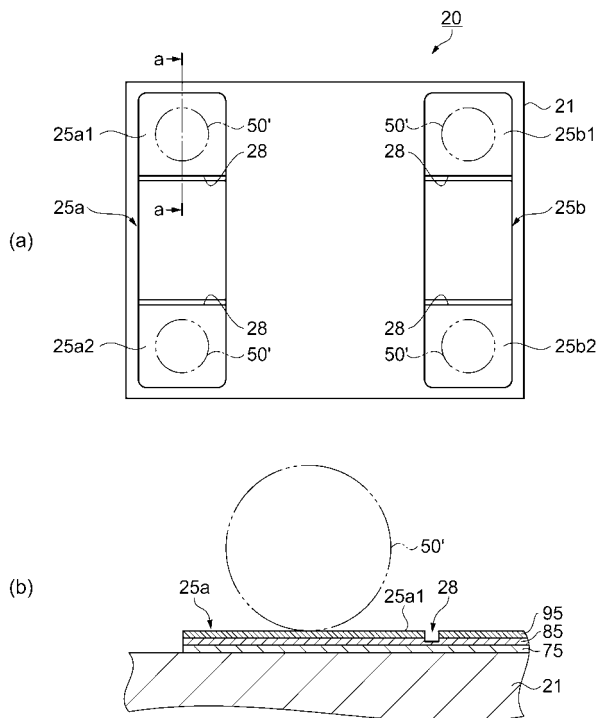
1 ... 圧電発振器としての水晶発振器、10 ... 回路基板、11 ... 配線基板、12a ~ 12d ... 実装用端子、15a ~ 15d ... 接続端子、19 ... 封止樹脂、20 ... 圧電振動子としての水晶振動子、21 ... パッケージ、25a, 25b, 65a, 65b ... 外部端子、25a1, 25a2, 25b1, 25b2, 65a1, 65a2, 65b1, 65b2 ... 外部端子上に溝により画定される接合領域、27a, 27b ... マウント端子、29 ... リッド、29' ... リッド接合位置、30 ... 回路素子としての IC、40 ... 圧電振動片としての水晶振動片、50 ... 接合部材としての球状導体、50' ... 球状導体配置位置、59 ... 半田、75 ... 第 1 の下地金属層、85 ... 第 2 の下地金属層、95 ... 上地金属層。

10

【図 1】



【図 2】





---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5J079 AA04 BA43 HA03 HA07 HA25 HA28 HA29 KA05  
5J108 BB02 CC04 EE03 EE07 EE18 FF11 FF12 FF13 GG03 GG15  
JJ04 KK02 KK04