

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4351107号
(P4351107)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 3 K 35/26	(2006.01)	B 2 3 K 35/26 3 1 0 C
C 2 2 C 12/00	(2006.01)	C 2 2 C 12/00
H 0 5 K 3/34	(2006.01)	H 0 5 K 3/34 5 1 2 C

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-110860 (P2004-110860)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成16年4月5日(2004.4.5)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2005-288529 (P2005-288529A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成17年10月20日(2005.10.20)	(74) 代理人	100072431
審査請求日	平成19年2月8日(2007.2.8)		弁理士 石井 和郎
		(74) 代理人	100117972
			弁理士 河崎 真一
		(72) 発明者	古澤 彰男
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	猪狩 貴史
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 はんだ材料およびはんだ付け物品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

図2のAg、SnおよびBiの三元組成図において、点A(5.5wt%Ag、29.5wt%Sn、65wt%Bi)、点B(3.0wt%Ag、7.0wt%Sn、90wt%Bi)、点C(2.0wt%Ag、8.0wt%Sn、90wt%Bi)および点D(3.0wt%Ag、32wt%Sn、65wt%Bi)の4点を結ぶ直線で囲まれた領域にある組成の合金からなることを特徴とするはんだ材料。

【請求項2】

Biの含有量が80wt%以下である請求項1記載のはんだ材料。

【請求項3】

表面に導体を有する基板、および端子部が請求項1または2記載のはんだ材料により前記基板の導体に接合された電子部品を具備するはんだ付け物品。

【請求項4】

図2のAg、SnおよびBiの三元組成図において、点A(5.5wt%Ag、29.5wt%Sn、65wt%Bi)、点B(3.0wt%Ag、7.0wt%Sn、90wt%Bi)、点E(5.5wt%Ag、4.5wt%Sn、90wt%Bi)、および点F(12wt%Ag、23wt%Sn、65wt%Bi)の4点を結ぶ直線で囲まれた領域にある組成の合金からなることを特徴とするはんだ材料。

【請求項5】

Biの含有量が80wt%以下である請求項4記載のはんだ材料。

10

20

【請求項 6】

表面に導体を有する基板、および端子部が請求項 4 または 5 記載のはんだ材料により前記基板の導体に接合された電子部品を具備するはんだ付け物品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人体に対して有害である鉛 (Pb) を含まない高温はんだ材料、およびそのはんだ材料を用いたはんだ付け物品に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電子部品の実装等に用いられる従来のはんだは、錫 (Sn) と Pb とによる共晶はんだで、その共晶点が 183 であり、多くの熱硬化性樹脂がガス化を始める温度よりも低い。このため、Sn - Pb 共晶はんだは、部品のプリント基板等への接合に用いられた時に、プリント基板等を熱によって損傷しないという特徴を有している。したがって、Sn - Pb 共晶はんだは、電子機器の製造における部品の接合、組立てにおいて重要な材料である。

【0003】

一方で携帯電話で用いられるパワーアンプモジュール等の高周波を扱う実装部品では、図 5 に示すように、モジュール部品の内部において、モジュール基板 10 の導体と電子部品 12 の端子部との接合にはんだ材料 13 が用いられている。このようにして作製されたモジュール部品は、図 6 のように、マザー基板 14 に実装される。このモジュール部品をマザー基板 14 に実装する際に、モジュール部品の内部のはんだ材料 13 が溶融して形状が変化すると、高周波特性が変化する。このため、モジュール部品をマザー基板へ実装する時に溶融しないように、モジュール部品では、溶融温度 250 ~ 300 の高温はんだ材料、例えば Pb - 40 wt % Sn 等、が使用されている。

【0004】

また、パワートランジスタ等の高電圧、高電流が負荷され、大きな発熱を伴う半導体実装部品では、図 7 および図 8 に示すような部品の内部において、フラットリード 21 とシリコンチップ 22 との接合に、溶融温度 300 ~ 350 の高温はんだ 23、例えば Pb - 5 wt % Sn 等、が使用されている。これによって、接合の耐熱性が確保されている。

【0005】

近年、地球環境保護の観点から廃棄物による環境問題への関心が高まり、はんだ材料においても、廃棄された電子機器等から Pb が土壌に溶出することが懸念されている。これを解決するために、Pb を含まないはんだ材料が必要とされている。そのなかで、溶融温度 200 ~ 250 の Sn - Pb はんだ材料に代わる材料としては、Sn - Ag 系、および Sn - Cu 系のはんだなど、Pb を含まないはんだ材料の実用化が進んでいる。

【0006】

一方で、高い耐熱性が求められる高温はんだ材料については、代替材料が見当たらず、実用化には程遠いのが現状である。溶融温度 250 ~ 300 を実現する高温はんだ材料としては、ビスマス (Bi) を 90 wt % 以上含有するものが提案されている。例えば、Bi からなる 90 wt % 以上の第 1 の金属元素と、90 重量部以上の第 1 金属元素と 9 . 9 重量部以下で二元共晶し得る第 2 金属元素と、さらに合計 0 . 1 ~ 3 . 0 wt % の第 3 金属元素とを含有するはんだである (特許文献 1 参照)。

【特許文献 1】特開 2001 - 353590 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、従来の高温はんだ材料は、ガラスのような脆い基板上に形成された導体にはんだ付けするためのものであり、凝固時の応力緩和を目的として、多量の Bi を含有している。Bi は耐衝撃性に劣るため、これを多量に含有していると接合の信頼性が十分ではな

10

20

30

40

50

い。

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、250～350の高温域ではんだ付けが可能で、しかも信頼性に優れた接合部を与える、無鉛の高温はんだ材料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】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明の高温はんだ材料は、図2のAg、SnおよびBiの三元組成図において、点A(5.5wt% Ag、29.5wt% Sn、65wt% Bi)、点B(3.0wt% Ag、7.0wt% Sn、90wt% Bi)、点C(2.0wt% Ag、8.0wt% Sn、90wt% Bi)および点D(3.0wt% Ag、32wt% Sn、65wt% Bi)の4点を結ぶ直線で囲まれた領域にある組成の合金からなることを特徴とする。

10

【0009】

本発明は、また、図2のAg、SnおよびBiの三元組成図において、点A(5.5wt% Ag、29.5wt% Sn、65wt% Bi)、点B(3.0wt% Ag、7.0wt% Sn、90wt% Bi)、点E(5.5wt% Ag、4.5wt% Sn、90wt% Bi)、および点F(12wt% Ag、23wt% Sn、65wt% Bi)の4点を結ぶ直線で囲まれた領域にある組成の合金からなることを特徴とするはんだ材料を提供する。

【0010】

さらに、本発明は、表面に導体を有する基板、および端子部が前記のはんだ材料により前記基板の導体に接合された電子部品を具備するはんだ付け物品を提供する。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、Bi、AgおよびSnを基本組成とし、融点250～350の高温はんだ材料を提供することが可能となる。本発明のはんだ材料を各種の電気・電子機器に適用すると、従来のマザー基板上のみならず、モジュール部品、さらには電子部品の内部まで無鉛化することが可能となるので、電気・電子機器の完全な無鉛化を実現することができる。そのため、世界的な広がりを見せている鉛を対象とした法規制の制約を受けることなく、地球環境に対する負荷の小さい電気・電子機器を生産することが可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明のはんだ材料について説明する。

はんだ材料の合金を設計する際に留意しなければならない項目の1つに、使用する金属の価格の問題がある。家庭用の電気・電子機器は安価に生産することが求められるため、はんだ材料についても価格を考慮する必要がある。2元系状態図を調べることにより、熔融温度250～350を実現する合金組成を見つけることはできる。しかし、その多くは高価な金属を構成元素としている。安価な金属による合金としては、Sn-Ag、Sn-Cu、Bi-Ag等を挙げることができる。

【0013】

40

一方で、はんだ材料は、被接合材を接合するという本来の目的から、被接合材との間で金属間化合物を形成し、さらに十分な接合信頼性を保つ必要がある。回路基板における被接合材は主にCuであり、はんだ材料にSnを含有していれば、Sn/Cuの金属間化合物を形成させることが可能である。また、はんだ付けする際の被接合材に対する、ぬれ拡がり性を向上させて十分な接合信頼性を得るために、Ag、Bi、In等の元素を含有させることも効果的である。

【0014】

このような観点から、本発明のはんだ材料はBi-Agの二元系はんだにSnを添加した三元系としている。このBi-Ag-Snの三元系はんだについて、主として融点および接合の信頼性に関する評価に基づいて、上記の組成範囲を規定した。信頼性に関して説

50

明すると、Bi含量が90wt%を超えると、接合強度が低くなり、実用に供するには不適當である。また、Bi含量が65wt%より少なくなると、ぬれ拡がり性が悪化し接合作業に支障を来す。

以下、具体的な実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

【0015】

実施の形態1

図2は、本発明のはんだの組成範囲を示す図であり、本実施の形態におけるはんだ材料は、図2中点A(5.5wt%Ag、29.5wt%Sn、65wt%Bi)、点B(3.0wt%Ag、7.0wt%Sn、90wt%Bi)、点C(2.0wt%Ag、8.0wt%Sn、90wt%Bi)および点D(3.0wt%Ag、32wt%Sn、65wt%Bi)の4点を結ぶ直線で囲まれた領域にある組成の合金からなる。

【0016】

上記のはんだの組成範囲は、Bi-Ag-Snの三元状態図に基づいて決定している。図1は、各種組成のはんだ材料を試作して液相線温度を測定したデータに基づいて作成した3元状態図であり、図2は図1の右下の部分の拡大図である。図2において、点AとBを結ぶ直線は、300の液相線の上にほぼ載るように設定しており、液相線温度300を示している。また、点CとDを結ぶ直線は、250の液相線の上にほぼ載るように設定しており、液相線温度250を示している。

【0017】

次に、本発明の実施例および比較例のはんだについて、各種の特性を測定した結果を説明する。ここに用いたのはんだの組成を表1に示す。また、図2の組成図に実施例のはんだの位置を白丸および番号にて示している。実施例1のはんだは、点Bに位置する。比較例のはんだは黒丸および番号にて示している。特性については、表2に示す。

【0018】

【表1】

		組成 (wt%)		
		Ag	Sn	Bi
実施例	1	3.0	7.0	90.0
	2	3.5	16.5	80.0
	3	3.0	27.0	70.0
比較例	1	2.0	27.0	71.0
	2	2.0	2.0	96.0
	3	5.0	35.0	60.0

【0019】

【表 2】

		融点 (℃)	熱衝撃 試験 (N)	高温保存 試験 (N)	耐衝 撃性	ぬれ拡 がり性
実 施 例	1	3 0 0	5 . 2	5 . 5	良	良
	2	2 9 4	5 . 8	6 . 6	良	良
	3	2 6 1	5 . 9	7 . 0	良	良
比 較 例	1	2 0 1	5 . 3	5 . 2	良	良
	2	2 6 1	3 . 9	2 . 6	不可	良
	3	2 7 3	6 . 1	6 . 6	良	不可

10

【 0 0 2 0 】

これらのはんだについて、示差走査熱量計によって液相線温度を測定した。その結果、実施例 1 ～ 3 のはんだは、融点が 2 5 0 ～ 3 0 0 の範囲に入っていることが確認された。比較例 1 および 2 のはんだは、融点が 2 5 0 ～ 3 0 0 の範囲に入っていない。

20

【 0 0 2 1 】

次に、はんだによる接合の信頼性の評価を実施した結果について述べる。ここでは代表的な信頼性試験方法として、熱衝撃（ヒートショック）試験と高温保存試験を実施した。ヒートショック試験は、被試験物を高温と低温の試験環境に交互にさらして、膨張と収縮の熱ストレスを加えることにより、接合の信頼性を評価するものである。高温保存試験は、被試験物を高温にさらして、金属組織の変化を加速することにより、信頼性を評価するものである。両試験とも接合強度が 4 N を超えることが試験の合格基準である。

【 0 0 2 2 】

ヒートショック試験は、液相式で低温（ - 4 0 ）で 5 分間保持し、次いで高温（ 1 2 0 ）で 5 分間保持する操作を 1 サイクルとして、計 3 0 0 サイクル繰り返した後に接合強度を測定するものである。被試験物には、厚さ 1 . 2 m m のセラミック製基板にそれぞれのはんだにより 1 0 0 5 サイズのチップコンデンサを接合したものを用いた。はんだ材料による接合に際しては、基板にあらかじめクリームはんだを 1 2 0 μ m の厚さに印刷し、そこにチップコンデンサを搭載し、それぞれリフローピーク温度をはんだ材料の融点より約 1 0 高い温度に設定されたリフロー装置によって加熱し、はんだ付けした。前記のヒートサイクルを繰り返した後のチップコンデンサの側面に、幅 1 m m のプローブを 5 0 m m / 分の速度で押し付け、チップコンデンサが剥離する際の最大応力を測定した。

30

【 0 0 2 3 】

図 3 は、実施例のはんだ 3 種類と、比較例 3 のはんだについて、接合強度とはんだの B i 含量との関係を示したものである。この結果から B i 含量が 9 0 w t % を超えると、接合強度が 4 N 程度に低下して信頼性が低くなることがわかる。

40

【 0 0 2 4 】

高温保存試験では、前記と同様の被試験物を 1 5 0 で 5 0 0 時間保持した後に、ヒートショック試験と同様にしてチップコンデンサの接合強度を測定した。図 4 は、実施例のはんだ 3 種類と、比較例 3 のはんだについて、接合強度とはんだの B i 含量との関係を示した。B i 含量が 9 0 w t % を超えると、ヒートショック試験と同様に接合強度が低下して信頼性が低くなることがわかる。

【 0 0 2 5 】

耐衝撃性は、1 0 0 5 サイズのチップコンデンサを接合したセラミック製基板を 1 2 0 c m の高さからラワン材の上に落下させる試験を 1 2 回繰り返し、はんだ接合部が破壊し

50

たか否かで判定した。

はんだのぬれ拡がり性は、J I S Z 3 2 8 4 の付属書 1 0 の「濡れ性およびディウエッティング試験」に基づく試験で、はんだ材料の融点より 1 0 高い温度におけるぬれ拡がり性が 8 5 % を超えたものを良、8 5 % に至らないものを不可とした。

【 0 0 2 6 】

以上のように、本実施の形態によれば、B i と A g と S n とを基本組成とするはんだ材料により、有害な鉛を含むことなく、融点 2 5 0 ~ 3 0 0 の高温はんだ材料の作製が可能となる。上記においては、B i の含量を 9 0 重量 % 以下としたが、信頼性をさらに向上させるには、B i の含量を 8 0 重量 % 以下とするのがよい。

【 0 0 2 7 】

図 5 は、本実施の形態によるはんだを用いた接合構造体の例として、モジュール部品を示す。電子部品 1 2 は、その端子部が、本発明の高温はんだ材料 1 3 によってモジュール基板 1 0 の導体部分に電気的および機械的に接合されている。このようにして作製されたモジュール部品は、別工程で端子部 1 1 がマザー基板 1 4 の導体部分に接続することにより実装され、電気・電子機器となる。その際に、モジュール部品内部のはんだ材料 1 3 が溶融して形状が変化すると高周波特性が変化する。本実施の形態による高温はんだは、融点 2 5 0 ~ 3 0 0 であるから、前記のモジュール基板をマザー基板へ実装する際の温度で溶融しない。

【 0 0 2 8 】

実施の形態 2

本実施の形態におけるはんだ材料は、図 2 中点 A (5 . 5 w t % A g 、 2 9 . 5 w t % S n 、 6 5 w t % B i) 、点 B (3 . 0 w t % A g 、 7 . 0 w t % S n 、 9 0 w t % B i) 、点 E (5 . 5 w t % A g 、 4 . 5 w t % S n 、 9 0 w t % B i) 、および点 F (1 2 w t % A g 、 2 3 w t % S n 、 6 5 w t % B i) の 4 点を結ぶ直線で囲まれた領域にある組成の合金からなる。

図 2 において、点 E と F を結ぶ線は、3 5 0 の液相線の上にほぼ載るように設定しており、液相線温度 3 5 0 を示している。

【 0 0 2 9 】

実施例および比較例のはんだについて、各種の特性を測定した結果を説明する。ここに用いたはんだの組成を表 3 に示す。また、図 2 の組成図に実施例のはんだの位置を白丸および番号にて示している。比較例のはんだは黒丸および番号にて示している。特性については、表 4 に示す。

【 0 0 3 0 】

【表 3】

		組成 (wt%)		
		Ag	Sn	Bi
実施例	4	5.0	7.0	88.0
	5	4.5	15.5	80.0
	6	10.0	25.0	65.0
比較例	4	12.5	20.0	67.5
	5	4.0	2.0	94.0
	6	10.0	29.0	61.0

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

【表 4】

		融点 (℃)	熱衝撃 試験 (N)	高温保存 試験 (N)	耐衝 撃性	ぬれ拡 がり性
実施 例	4	3 3 7	5. 4	5. 6	良	良
	5	3 1 6	6. 1	6. 7	良	良
	6	3 4 0	5. 7	6. 8	良	良
比 較 例	4	3 6 4	5. 9	6. 1	良	良
	5	3 3 0	4. 5	3. 4	不可	良
	6	3 2 7	6. 3	6. 4	良	不可

10

【 0 0 3 2 】

これらのはんだについて、示差走査熱量計によって液相線温度を測定した。その結果、実施例 4 ～ 6 ののはんだは、融点が 3 0 0 ～ 3 5 0 の範囲に入っていることが確認された。比較例 4 ののはんだは、融点が 3 0 0 ～ 3 5 0 の範囲に入っていない。

20

【 0 0 3 3 】

次に、実施の形態 1 と同様に、ヒートショック試験と高温保存試験を実施した。その結果、比較例 5 のように Bi 含量が 9 0 w t % を超えると、接合強度が 4 N 程度以下に低下して信頼性が低くなることがわかった。また、比較例 6 のように Bi 含量が 6 5 w t % より少なくなると、はんだのぬれ拡がり性において所望の特性が得られない。

耐衝撃性およびはんだのぬれ拡がり性についての試験は、実施の形態 1 と同様の条件で実施した。

【 0 0 3 4 】

なお、本実施の形態において、Bi の含量を 9 0 w t % 以下としたが、接合の信頼性をさらに向上させるためには、Bi の含量を 8 0 w t % 以下とするのがよい。

30

【 0 0 3 5 】

図 7 は、本実施の形態によるはんだを用いた接合構造体の例として、パワートランジスタ等の高電圧、高電流が負荷され大きな発熱を伴う半導体実装部品を示す。ただし、図 7 では、樹脂パッケージを省略して示している。この半導体実装部品は、その内部において、パワートランジスタ 2 0 のフラットリード 2 1 が、本発明の高温はんだ材料 2 3 によってシリコンチップ 2 2 と接合された構造体となっている。これに樹脂パッケージ 2 4 が施されたパワートランジスタ 2 0 は、図 8 に示すように、別工程でフラットリード 2 1 がマザー基板 2 5 の導体部分に接合されて実装され、電気・電子機器となる。本実施の形態による高温はんだを用いると、このパワートランジスタをマザー基板に実装する際の温度では、内部のはんだ材料 2 3 は溶融しない。従って、パワートランジスタの実装に際して内部のはんだの溶融による電氣的接合の破断を生じることがない。

40

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 6 】

本発明は、Bi と Ag と Sn とを基本組成とし、不可避不純物を除いて有害な Pb を含むことなく、融点 2 5 0 ～ 3 5 0 の高温はんだ材料を提供する。このはんだ材料を各種の電気・電子機器に適用すると、従来のマザー基板上のみならず、モジュール部品、さらには電子部品の内部まで無鉛化することになり、電気・電子機器の完全な無鉛化を実現することができる。そのため、世界的な広がりを見せている鉛を対象とした法規制の制約を受けることなく、地球環境に対する負荷の小さい電気・電子機器を生産することが可能となる。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】 Ag、Sn および Bi の三元合金の状態図を示す。

【図 2】 本発明によるはんだ材料の組成を示す図である。

【図 3】 本発明の実施例におけるはんだにより接合した部品の熱衝撃試験後の接合強度とはんだの Bi 含量との関係を示す図である。

【図 4】 本発明の実施例におけるはんだにより接合した部品の高温保存試験後の接合強度とはんだの Bi 含量との関係を示す図である。

【図 5】 本発明のはんだの適用されるモジュール部品の斜視図である。

【図 6】 モジュール部品を実装したマザー基板を示す斜視図である。

10

【図 7】 本発明のはんだの適用されるパワートランジスタの斜視図である。

【図 8】 パワートランジスタを実装したマザー基板を示す斜視図である。

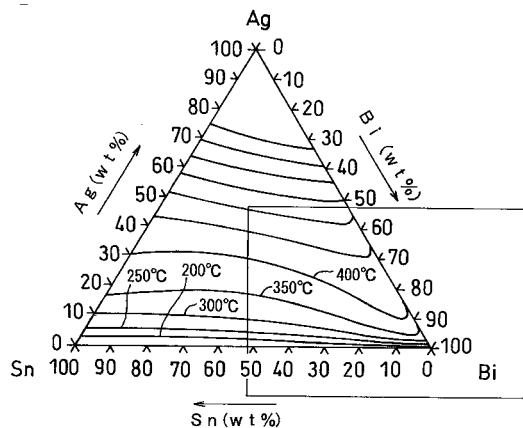
【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

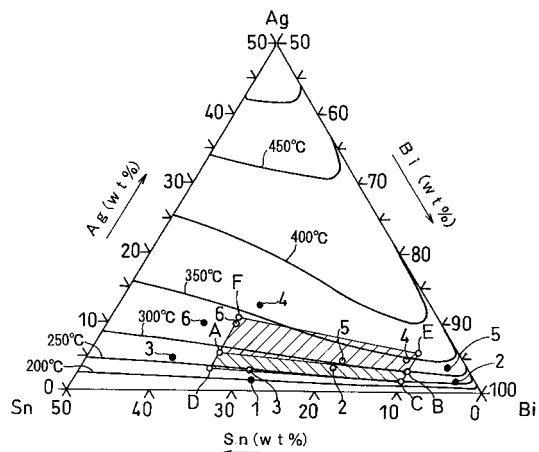
- 10 モジュール基板
- 11 接続端子
- 12 電子部品
- 13 はんだ材料
- 14、25 マザー基板
- 20 パワートランジスタ
- 21 フラットリード
- 22 シリコンチップ
- 23 はんだ材料
- 24 樹脂パッケージ

20

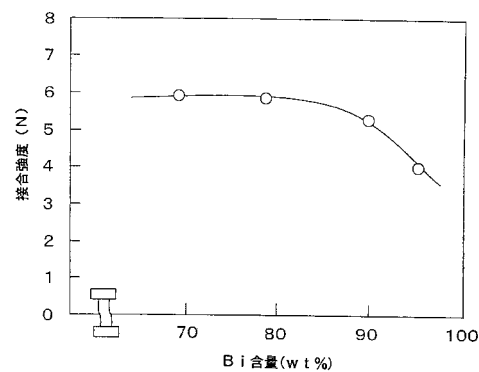
【図 1】



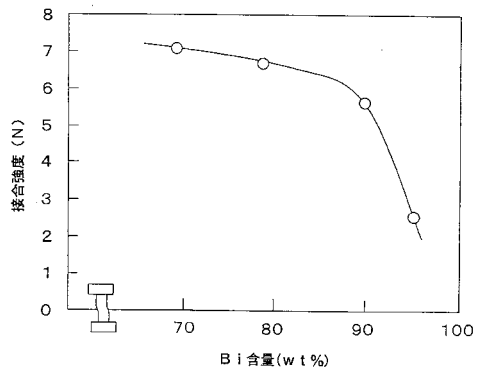
【図 2】



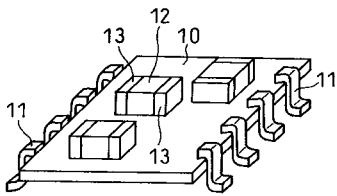
【図 3】



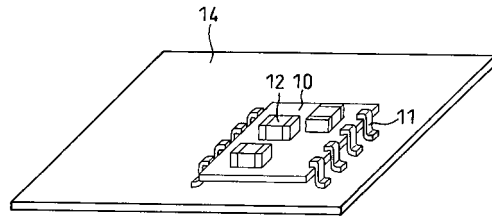
【図 4】



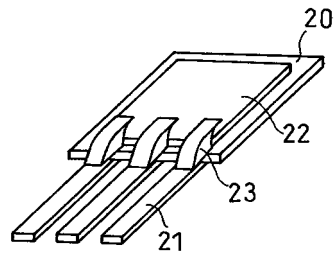
【図 5】



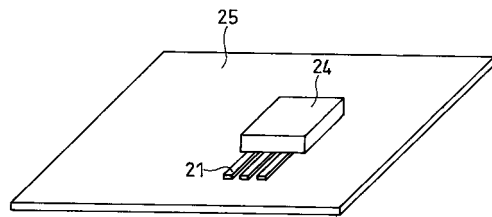
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 末次 憲一郎
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 高野 宏明
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 蛭田 敦

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 2 5 2 6 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 5 3 5 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 3 4 1 3 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 2 3 K | 3 5 / 2 6 |
| C 2 2 C | 1 2 / 0 0 |
| H 0 5 K | 3 / 3 4 |