(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2013-258355
(P2013-258355A)
(43)公開日　平成25年12月26日(2013.12.26)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 21/52	***(2006.01)***	H01L 21/52	C	5F047

審査請求 未請求　請求項の数 3　ＯＬ　（全 8 頁）

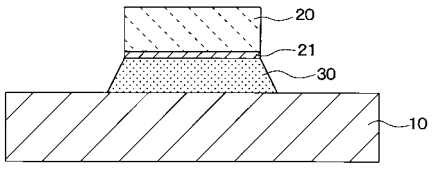
(21)出願番号　特願2012-134577 (P2012-134577)
(22)出願日　平成24年6月14日 (2012.6.14)

(71)出願人　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　110001128
特許業務法人ゆうあい特許事務所
(72)発明者　林　英二
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　照井　賢一郎
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

Ｆターム(参考)　5F047 AA11　BA12　BA19

(54)【発明の名称】電子装置

(57)【要約】
【課題】Ｃｕよりなるリードフレーム上に電子部品を搭載して、電子部品とリードフレームとをはんだ接合してなる電子装置において、はんだ融点の過上昇を防止しつつ、高温環境下で使用した場合でも、より接合信頼性に優れる電子装置を実現する。
【解決手段】Ｃｕよりなるリードフレーム１０と、リードフレーム１０上に搭載された電子部品２０と、リードフレーム１０と電子部品２０との間に介在し、リードフレーム１０と電子部品２０とを接合するはんだ３０と、を備え、リードフレーム１０は、当該リードフレーム１０の総重量に対してＮｉが０．０９重量%以上０．４０重量%以下含有されたものであり、はんだ３０は、当該はんだ３０の総重量に対してＮｉが０．０３重量%以上０．１９重量%以下含有されたものである。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
Ｃｕよりなるリードフレーム（１０）と、
前記リードフレーム上に搭載された電子部品（２０）と、
前記リードフレームと前記電子部品との間に介在し、前記リードフレームと前記電子部品とを接合するはんだ（３０）と、を備え、
前記リードフレームは、当該リードフレームの総重量に対してＮｉが０．０９重量％以上０．４０重量％以下含有されたものであり、
前記はんだは、当該はんだの総重量に対してＮｉが０．０３重量％以上０．１９重量％以下含有されたものであることを特徴とする電子装置。
【請求項２】
前記はんだは、当該はんだの総重量に対してＮｉが０．０８重量％以上０．１９重量％以下含有されたものであることを特徴とする請求項１に記載の電子装置。
【請求項３】
前記はんだは、Ｓｎを含むものであることを特徴とする請求項１または２に記載の電子装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、Ｃｕよりなるリードフレーム上に電子部品を搭載して、電子部品とリードフレームとをはんだ接合してなる電子装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、この種の電子装置としては、Ｃｕよりなるリードフレームと、リードフレーム上に搭載された電子部品と、リードフレームと電子部品との間に介在し、リードフレームと電子部品とを接合するはんだと、を備えたものが提案されている。
【０００３】
このような構成の場合、高温環境下において、リードフレーム中のＣｕがはんだ中に拡散することにより、リードフレームとはんだとの界面にて、たとえばＳｎ－Ｃｕ等の合金層が形成されたり、カーケンダルボイド（以下、単にボイドという）が発生したりして、接合信頼性の低下を招く可能性がある。
【０００４】
ここで、特許文献１には、ボイドの発生を防止する目的で、ＰｂフリーはんだにＮｉを添加した技術が提案されている。この特許文献１では、はんだ中のＮｉ含有量は、具体的には０．０１～０．２重量％とされている。０．０１重量％未満ではボイドの発生数が多く、０．２重量％超では、はんだとリードフレームとの界面にＮｉの偏析が顕著となり、接合信頼性が低下するとされている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】国際公開第２００９／０９０７７６号パンフレット
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
本発明者は、Ｃｕよりなるリードフレーム上に電子部品を搭載して、はんだ接合する場合に、上記特許文献１の構成を採用し、鋭意検討を行った。その結果、車両用電子装置等の厳しい高温環境下にさらされるものに対しては、上記特許文献１の構成では、接合信頼性等が不十分であることがわかった。
【０００７】
具体的には、上記特許文献１のように、はんだ中のＮｉ含有量を０．０１～０．２重量

％の範囲とした場合において、高温環境下にて、ボイドの発生防止が不十分であることにより接合強度が低下した。また、０．２重量％を超えると、Ｎｉ含有量が多すぎて、はんだの融点上昇を招き、はんだ接合が行いにくくなる等の不具合が生じた。

【０００８】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、Ｃｕよりなるリードフレーム上に電子部品を搭載して、電子部品とリードフレームとをはんだ接合してなる電子装置において、はんだ融点の過上昇を防止しつつ、高温環境下で使用した場合でも、より接合信頼性に優れる電子装置を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

上記目的を達成するため、はんだだけでなく、リードフレーム側にもＮｉを添加することに着目し、鋭意検討を行った。請求項１に記載の発明は、この検討結果に基づいて実験的に創出されたものである。

【００１０】

すなわち、請求項１に記載の発明では、Ｃｕよりなるリードフレーム（１０）と、リードフレーム上に搭載された電子部品（２０）と、リードフレームと電子部品との間に介在し、リードフレームと電子部品とを接合するはんだ（３０）と、を備え、リードフレームは、当該リードフレームの総重量に対してＮｉが０．０９重量％以上０．４重量％以下含有されたものであり、はんだは、当該はんだの総重量に対してＮｉが０．０３重量％以上０．１９重量％以下含有されたものであることを特徴とする。

【００１１】

ここで、リードフレームのＮｉ含有量については、０．０９重量％以上にてボイド発生率の低減効果が顕著となり、０．４重量％以下にて、リードフレーム本来の熱伝導および導電特性が確保される。また、はんだのＮｉ含有量については、０．０３重量％以上にてボイド発生率の低減効果が顕著となり、その低減効果は０．０３重量％以上ではほぼ一定である。また、はんだのＮｉ含有量が０．１９重量％以下ならば、はんだの高融点化が実用上、適切に抑制される。

【００１２】

そして、これら、リードフレームおよびはんだの両者のボイド発生率の低減効果により、ボイド発生を大幅に抑制できる。よって、本発明によれば、はんだ融点の過上昇を防止しつつ、高温環境下で使用した場合でも、接合信頼性に優れる電子装置を実現することができる。

【００１３】

なお、特許請求の範囲およびこの欄で記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の実施形態にかかる電子装置を示す概略断面図である。

【図２】上記実施形態にかかる電子装置におけるはんだのＮｉ含有量とボイド発生率との関係を示すグラフである。

【図３】上記実施形態にかかる電子装置におけるリードフレームのＮｉ含有量とボイド発生率との関係を示すグラフである。

【図４】上記実施形態におけるボイド発生率の低減効果を示すグラフである。

【図５Ａ】従来構成におけるボイド発生の推定メカニズムを示す図である。

【図５Ｂ】従来構成におけるボイド発生の推定メカニズムを示す図である。

【図６Ａ】上記実施形態におけるボイド抑制の推定メカニズムを示す図である。

【図６Ｂ】上記実施形態におけるボイド抑制の推定メカニズムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各図相互におい

て、互いに同一もしくは均等である部分には、説明の簡略化を図るべく、図中、同一符号を付してある。

【００１６】

本実施形態にかかる電子装置は、Ｃｕよりなるリードフレーム１０と、このリードフレーム１０上に搭載された電子部品２０と、リードフレーム１０と電子部品２０との間に介在し、リードフレーム１０と電子部品２０とを接合するはんだ３０と、を備えたものである。このような電子装置は、たとえば自動車に搭載されるＥＣＵ（電子制御ユニット）の構成要素として適用される。

【００１７】

電子部品２０としては、Ｓｉ半導体等よりなる半導体チップ、チップコンデンサ等の表面実装部品が挙げられる。この電子部品２０は、はんだ接合部に電極２１を有する。この電極２１は、はんだ３０との相性に優れたものであり、たとえばＴｉ／Ｎｉ／ＡｕやＣｕ等よりなる。

【００１８】

はんだ３０は、Ｓｎ（すず）を含有するもの、たとえばＳｎ－Ｃｕ、Ｓｎ－Ａｇ、Ｓｎ－Ａｇ－Ｃｕ等を主成分とし、これにＮｉが添加されたものである。ここで、当該電子装置におけるはんだ３０のＮｉ含有量については、はんだ３０の総重量に対してＮｉが０．０３ｗｔ％以上０．１９ｗｔ％以下含有されたものである。

【００１９】

リードフレーム１０は、Ｃｕよりなるが、さらにＮｉが添加されたＣｕ－Ｎｉ合金よりなる。ここで、リードフレーム１０のＮｉ含有量については、リードフレーム１０の総重量に対してＮｉが０．０９ｗｔ％以上０．４０ｗｔ％以下含有されたものである。

【００２０】

次に、図２を参照して、上記はんだ３０のＮｉ含有量範囲の根拠について述べる。図２に示されるグラフは、リードフレーム１０はＮｉを含まないＣｕとし、はんだ３０はＳｎ－Ｃｕを主成分としてＮｉ含有量を変えていったものとしたときの、はんだ３０中のボイド発生率を求めた結果を示す例である。

【００２１】

ここでは、電子部品２０を搭載せずにリードフレーム１０上にはんだ３０のみを接合し、その後２００℃、３００時間放置して、顕微鏡等によりボイド発生率を求めた。

【００２２】

図２に示されるように、はんだ３０のＮｉ含有量が０である場合に比べて、はんだ３０にＮｉを含有させれば、確かにボイド発生率が低減する。具体的には、はんだ３０のＮｉ含有量が０．０３ｗｔ％以上であれば、ボイド発生率の低減が確認された。

【００２３】

ここで、はんだ３０のＮｉ含有量が０．０３ｗｔ％から増加しても、ボイド発生率の低減度合は飽和しており、おおおよそ一定である。図２では、はんだ３０のＮｉ含有量が０．１５ｗｔ％まで示してあるが、このことから、０．１９ｗｔ％の場合もボイド発生率の低減度合は、同程度であるものと推定される。

【００２４】

また、はんだ３０の融点は、Ｎｉ含有量が０の場合には、２３０℃であるが、はんだ３０のＮｉ含有量が０．１９ｗｔ％では融点が３５０℃程度となる。典型的な電子部品２０の耐熱性を考慮した場合、はんだ３０の融点は３５０℃程度以下が好ましい。

【００２５】

これらのことから、はんだ３０のＮｉ含有量は０．０３ｗｔ％以上０．１９ｗｔ％以下とする。しかし、図２のグラフに示されるように、はんだ３０のＮｉ含有量を上記範囲としただけでは、ボイド発生率の低減度合は、十分であるとはいえない。

【００２６】

次に、図３を参照して、上記リードフレーム１０のＮｉ含有量範囲の根拠について述べる。図３に示されるグラフは、はんだ３０はＮｉを含まないＳｎ－Ｃｕとし、リードフレ

ーム１０はＣｕに対するＮｉ含有量を変えていったものとしたときの、はんだ３０中のボイド発生率を求めた結果を示す例である。

【００２７】

ここでは、電子部品２０を搭載せずにリードフレーム１０上にはんだ３０のみを接合し、その後１５０℃、１０００時間放置して、顕微鏡等によりボイド発生率を求めた。

【００２８】

図３に示されるように、リードフレーム１０のＮｉ含有量が０である場合に比べて、リードフレーム１０にＮｉを含有させれば、ボイド発生率が低減する。具体的には、リードフレーム１０のＮｉ含有量が０．０９ｗｔ％以上であれば、ボイド発生率の大幅な低減が確認された。このリードフレーム１０の場合では、リードフレーム１０のＮｉ含有量の増加に伴い、ボイド発生率の低減度合が大きくなり、０．４０ｗｔ％でボイド発生率はおおおよそ０となった。

【００２９】

そこで、このＮｉ含有量が０．４０ｗｔ％以上であるリードフレーム１０を採用したいのであるが、Ｎｉ含有量が０．４０ｗｔ％のとき、リードフレーム１０に求められる熱伝導率特性や導電率特性が、Ｃｕのみのリードフレーム１０に比べて、実用上の限界レベルまで低下してしまう。

【００３０】

たとえばＣｕのみの場合、リードフレーム１０の熱伝導率は約４００ｗ／（ｍ・ｋ）であるが、Ｎｉ含有量が０．４０ｗｔ％のときは約２９５ｗ／（ｍ・ｋ）程度まで低下してしまう。また、Ｃｕのみの場合のリードフレーム１０の導電率を１００としたとき、Ｎｉ含有量が０．４０ｗｔ％の場合のリードフレーム１０の導電率は約７４まで低下するとの、計算結果がある。

【００３１】

このことから、本実施形態では、リードフレーム１０のＮｉ含有量の上限は０．４ｗｔ％とした。そして、リードフレーム１０として、ボイド発生率の低減効果が顕著となる０．０９以上０．４０ｗｔ％以下の範囲もＮｉ含有量のものを用いることとした。

【００３２】

そして、はんだ３０へのＮｉ添加によるボイド発生率の低減作用と、リードフレーム１０へのＮｉ添加によるボイド発生率の低減作用とを組み合わせてやれば、当該両作用が相乗的に効果を発揮し、いっそうボイド発生率が低減すると考え、本実施形態の構成とするに至った。

【００３３】

このはんだ３０とリードフレーム１０との両作用の相乗効果について、図４を参照して述べる。図４に示されるグラフＧ２（黒四角プロット）の例では、上記図１に示されるリードフレーム１０にはんだ３０を介して電子部品２０までを接合した構成において、ボイド発生率を調査したものである。

【００３４】

具体的には、リードフレーム１０については、上記図３と同様、Ｎｉ含有量を変えたものとし、さらに、はんだ３０は、電子部品２０のはんだ接合後の状態においてＳｎ－Ｃｕを主成分とし、Ｎｉ含有量が１．０ｗｔ％であるものとした。ここで、ボイド発生率については、当該はんだ接合後に、１５０℃、１０００時間放置した後、測定した。また、図４には、比較のために上記図３のリードフレーム１０のグラフＧ１（黒丸プロット）を併記した。

【００３５】

図４に示されるように、はんだ３０およびリードフレーム１０の両者にＮｉを添加した構成とすることで、はんだ３０のみ、あるいは、リードフレーム１０のみにＮｉを添加した構成に比べて、ボイド発生率を大幅に低減できることが確認できた。

【００３６】

また、この図４に示される効果は、はんだ３０のＮｉ含有量が０．０３ｗｔ％以上０．

１９ｗｔ％以下の範囲で、同様に発揮される。このことは、上記図２に示されるように、はんだ３０のＮｉ含有量が０．０３ｗｔ％以上０．１９ｗｔ％以下の範囲で、はんだ３０によるボイド発生率の低減効果がおおよそ一定であることからも言える。

【００３７】

なお、電子部品２０の電極２１がＮｉを含まないものである場合には、はんだ３０としてＮｉ含有量が０．０３ｗｔ％以上０．１９ｗｔ％以下のものを用いて、電子部品２０をはんだ接合しても、当該はんだ接合後におけるはんだ３０のＮｉ含有量範囲は実質変化しない。

【００３８】

一方、本発明者の検討によれば、電子部品２０の電極２１がＮｉを含むものである場合、はんだ接合後では当該電極２１中のＮｉがはんだ３０に溶出する。そのため、はんだ３０のＮｉ含有量が０．０３ｗｔ％のものを用いても、当該はんだ接合後は、はんだ３０のＮｉ含有量は０．０８ｗｔ％となる。

【００３９】

さらに、上述のように、はんだ３０の融点上昇を考慮すると、はんだ３０のＮｉ含有量の上限は０．１９ｗｔ％以下が望ましい。そのため、当該電極２１のＮｉの溶出を考慮すると、はんだ接合前におけるはんだ３０のＮｉ含有量の上限については０．１５ｗｔ％程度とすることで、はんだ接合後におけるはんだ３０のＮｉ含有量の上限を０．１９ｗｔ％とする。

【００４０】

つまり、当該はんだ接合前の電極２１がＮｉを含む構成の場合、本実施形態の電子装置におけるはんだ３０のＮｉ含有量は、０．０８重量％以上０．１９重量％以下となる。そして、このＮｉ含有量の範囲にて、上記図４に示されるボイド発生率の低減効果が発揮されるのである。

【００４１】

次に、本実施形態によるボイド発生率の低減作用の推定メカニズムについて、述べておく。ここで、比較例である従来構成として、図５Ａ、図５Ｂに示されるように、Ｓｎ－Ｃｕよりなるはんだ３０をＣｕよりなるリードフレーム１０にはんだ接合したものを示す。

【００４２】

また、本実施形態の構成として、図６Ａ、図６Ｂに示されるように、Ｓｎ－ＣｕにＮｉを上記範囲で添加してなるはんだ３０を、ＣｕにＮｉを上記範囲で添加した合金よりなるリードフレーム１０にはんだ接合したものを示す。

【００４３】

これら両構成のものを、２８０℃程度でリフローによるはんだ付けを行った後、たとえば１５０℃で１０００時間の高温放置を行った。そして、はんだ３０とリードフレーム１０との接合界面近傍をＳＥＭで観察し、また、当該界面近傍の各部の組成についてＥＰＭＡにより組成同定を行った。

【００４４】

比較例である従来構成では、高温放置の初期は、図５Ａに示されるように、はんだ３０とリードフレーム１０との接合界面にＣｕ－Ｓｎよりなる合金層４０が形成され、この合金層４０とリードフレーム１０との界面にボイド４１がごくわずかに発生している。そして、高温放置終了後には、図５Ｂに示されるように、合金層４０の成長に伴い、ボイド４１も成長して大きくなっている。

【００４５】

一方、本実施形態では、高温放置の初期は、図６Ａに示されるように、はんだ３０とリードフレーム１０との接合界面にＣｕ－Ｓｎよりなる合金層４０が形成されている。そして、高温放置終了後には、合金層４０とリードフレーム１０との接合界面にＮｉリッチな層４２が発生していた。

【００４６】

詳細メカニズムは不明であるが、はんだ３０中のＮｉとリードフレーム１０中のＮｉと

により、Ｎｉリッチな層４２が形成され、これによりＣｕとＳｎとの相互拡散が抑制されることで、合金層４０の成長が抑えられ、ボイド発生が低減されるものと推定される。

【００４７】

以上述べてきたように、本実施形態によれば、リードフレーム１０のＮｉ含有量を０．０９ｗｔ％以上０．４０ｗｔ％以下とし、はんだ３０のＮｉ含有量を０．０３ｗｔ％以上０．１９ｗｔ％以下とすることにより、はんだ３０融点の過上昇を防止しつつ、高温環境下で使用した場合でも、接合信頼性に優れる電子装置を実現することができる。

【００４８】

（他の実施形態）

なお、はんだ３０としては、上記Ｎｉ含有量の範囲であれば、可能ならばＳｎを含まないはんだでもよい。

【００４９】

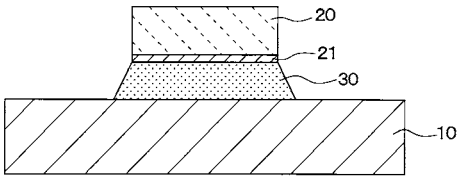
また、リードフレーム１０の表面には、Ｎｉめっき層が形成され、はんだ３０とリードフレーム１０との間には当該Ｎｉめっき層が介在する構成であってもよい。このようなＮｉめっきを施したリードフレームはワイヤボンディングにも対応できるものであるが、このような場合でも、上記構成を採用できる。

【符号の説明】

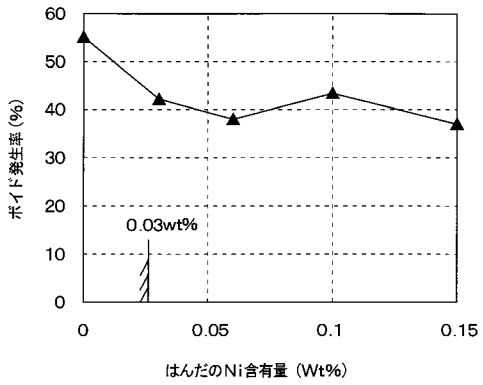
【００５０】

１０　リードフレーム
２０　電子部品
３０　はんだ

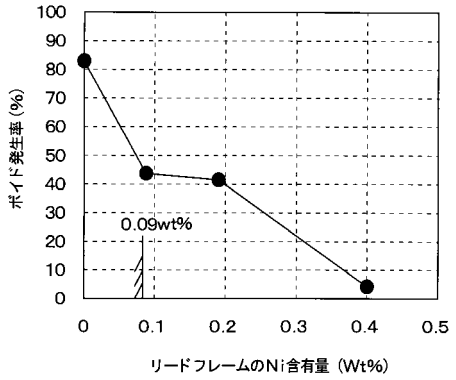
【図１】



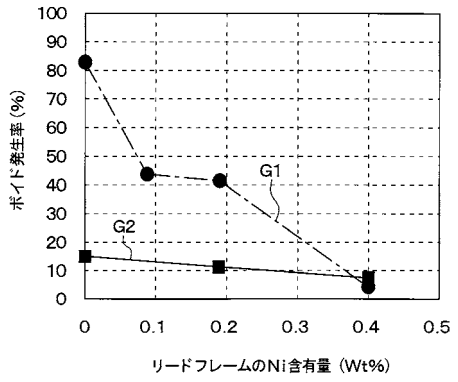
【図２】



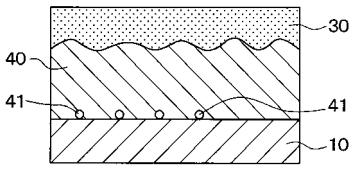
【図３】



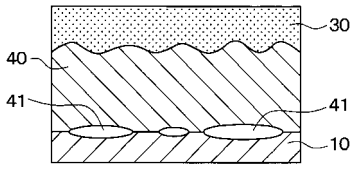
【図４】



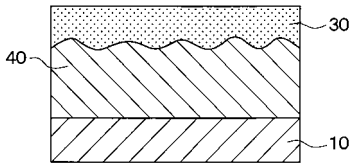
【図５Ａ】



【図５Ｂ】



【図６Ａ】



【図６Ｂ】

