(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2018-18992
(P2018-18992A)
(43)公開日　平成30年2月1日(2018.2.1)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 23/13	(2006.01)	H01L	23/12	C	5E338
H01L 25/07	(2006.01)	H01L	25/04	C	
H01L 25/18	(2006.01)	H01L	23/12	D	
H01L 23/12	(2006.01)	H05K	1/02	E	
H05K 1/02	(2006.01)				

審査請求 未請求　請求項の数 17　ＯＬ　（全 11 頁）

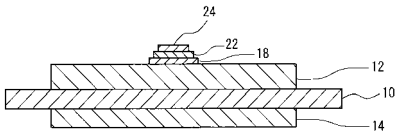
(21)出願番号　特願2016-149102 (P2016-149102)
(22)出願日　平成28年7月29日 (2016.7.29)

(71)出願人　506365131
ＤＯＷＡメタルテック株式会社
東京都千代田区外神田四丁目１４番１号
(74)代理人　100107548
弁理士　大川　浩一
(72)発明者　島津　昌弘
東京都千代田区外神田４丁目１４番１号
ＤＯＷＡメタルテック株式会社内

Ｆターム(参考)　5E338 AA18　BB75　EE28

(54)【発明の名称】金属－セラミックス回路基板およびその製造方法

(57)【要約】
【課題】従来よりも厳しい条件のヒートサイクルが繰り返し加えられても半田クラックの発生やチップの破損を防止することができる、金属－セラミックス回路基板およびその製造方法を提供する。
【解決手段】セラミックス基板１０の一方の面に金属回路板１２の一方の面が直接接合するとともに、他方の面に金属ベース板１４が直接接合し、金属回路板１２の他方の面に厚さ１７μm以上（好ましくは１７～１００μm、さらに好ましくは２０～６０μm）のニッケルめっき皮膜１８が形成され、このニッケルめっき皮膜１８上に、半田層２２介してチップ部品２４が半田付けされている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
セラミックス基板の一方の面に金属回路板の一方の面が直接接合し、金属回路板の他方の面に厚さ１７μｍ以上のニッケルめっき皮膜が形成されていることを特徴とする、金属－セラミックス回路基板。
【請求項２】
前記ニッケルめっき皮膜の厚さが１７～１００μｍであることを特徴とする、請求項１に記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項３】
前記ニッケルめっき皮膜の厚さが２０～６０μｍであることを特徴とする、請求項１に記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項４】
前記ニッケルめっき皮膜が純度９９質量％以上のニッケルからなることを特徴とする、請求項１乃至３のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項５】
前記金属回路板が純度９９質量％以上のアルミニウムからなることを特徴とする、請求項１乃至４のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項６】
前記セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面が直接接合していることを特徴とする、請求項１乃至５のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項７】
前記金属ベース板が純度９９質量％以上のアルミニウムからなることを特徴とする、請求項６に記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項８】
前記ニッケルめっき皮膜上に半田層が形成されていることを特徴とする、請求項１乃至７のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項９】
前記ニッケルめっき皮膜上に前記半田層を介してチップ部品が取り付けられていることを特徴とする、請求項８に記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項１０】
前記金属回路板の他方の面の算術平均粗さＲａが０．５～２μｍであることを特徴とする、請求項１乃至９のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板。
【請求項１１】
セラミックス基板の一方の面に回路用金属板の一方の面を直接接合する工程と、セラミックス基板の一方の面に直接接合した回路用金属板の表面の略全面を覆うように第１の電着レジストを形成する工程と、第１の電着レジストの一部を除去して回路用金属板の一部を露出させ、この回路用金属板の露出部分に厚さ１７μｍ以上のニッケルめっき皮膜を形成する工程と、このニッケルめっき皮膜を覆うように第２の電着レジストを形成する工程と、第１および第２の電着レジストの不要部分を除去して回路用金属板の不要部分を露出させ、この回路用金属板の不要部分をエッチングにより除去して金属回路板を形成する工程と、第１および第２の電着レジストを除去する工程とを備えたことを特徴とする、金属－セラミックス回路基板の製造方法。
【請求項１２】
前記セラミックス基板の一方の面に回路用金属板の一方の面を直接接合する際に、前記セラミックス基板の他方の面にベース用金属板を直接接合し、前記回路用金属板の表面の略全面を覆うように第１のレジストを形成する際に、ベース用金属板の表面の略全面を覆うように前記第１のレジストを形成し、前記第１および第２の電着レジストの不要部分を除去して回路用金属板の不要部分を露出させる際に、ベース用金属板の不要部分を露出させ、前記回路用金属板の不要部分をエッチングにより除去して金属回路板を形成する際に、ベース用金属板の不要部分をエッチングにより除去して金属ベース板を形成することを特

徴とする、請求項１１に記載の金属－セラミックス回路基板の製造方法。
【請求項１３】
前記セラミックス基板と前記回路用金属板および前記ベース用金属板との直接接合は、前記セラミックス基板を収容した鋳型内に金属溶湯を注湯した後、鋳型を冷却して溶湯を凝固させることによって行われることを特徴とする、請求項１２に記載の金属－セラミックス回路基板の製造方法。
【請求項１４】
前記ニッケルめっき皮膜が純度９９質量％以上のニッケルからなることを特徴とする、請求項１１乃至１３のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板の製造方法。
【請求項１５】
前記金属回路板が純度９９質量％以上のアルミニウムからなることを特徴とする、請求項１１乃至１４のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板の製造方法。
【請求項１６】
前記第１および第２の先着レジストを除去した後に、前記Ｎｉめっき皮膜上にチップ部品を半田付けすることを特徴とする、請求項１１乃至１５のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板の製造方法。
【請求項１７】
前記セラミックス基板の一方の面に前記回路用金属板の一方の面を直接接合する工程の後、前記第１の電着レジストを形成する工程の前に、前記回路用金属板の他方の面の算術平均粗さＲａを０．５～２μｍに調整する工程を備えたことを特徴とする、請求項１１乃至１６のいずれかに記載の金属－セラミックス回路基板の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、セラミックス基板の一方の面に金属回路板が接合した金属－セラミックス回路基板およびその製造方法に関し、特に、パワーモジュール用などの大電力素子搭載用の金属－セラミックス回路基板およびその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、電気自動車、電車、工作機械などの大電力を制御するために、パワーモジュールが使用されている。このようなパワーモジュール用の絶縁基板として、セラミックス基板の一方の面に接合された金属回路板上のチップ部品や端子の半田付けが必要な部分などにめっきが施された金属－セラミックス回路基板が使用されている。
【０００３】
このようなパワーモジュール用の金属－セラミックス回路基板に使用する金属－セラミックス接合部材として、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる金属部材の全面または一部の面に１．０μｍより厚く且つ１５．０μｍ以下の厚さの電気ニッケルめっきが施され、ヒートサイクルが繰り返し加えられても半田クラックの発生やチップの破損を防止することができる、金属－セラミックス接合部材が提案されている（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００５－２８８７１６号公報（段落番号０００８）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
近年のパワーモジュール用の金属－セラミックス回路基板板では、基板上に搭載する半導体チップなどの電子部品の高出力化や高密度実装化により発熱量が増大しており、従来よりも厳しい条件のヒートサイクルが繰り返し加えられても半田クラックの発生やチップ

の破損を防止できるようにすることが望まれている。
【０００６】
しかし、特許文献１の金属－セラミックス接合部材などの従来の金属－セラミックス接合部材をパワーモジュール用の金属－セラミックス回路基板に使用して、厚さ１００μｍ以下の小型で高性能な薄型チップを基板に半田付けした場合、従来よりも厳しい条件のヒートサイクルが繰り返されると、半田クラックが発生したり、チップが破損するおそれがある。
【０００７】
したがって、本発明は、このような従来の問題点に鑑み、従来よりも厳しい条件のヒートサイクルが繰り返し加えられても半田クラックの発生やチップの破損を防止することができる、金属－セラミックス回路基板およびそ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】
【０００８】
本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、セラミックス基板の一方の面に金属回路板の一方の面を直接接合し、金属回路板の他方の面に厚さ１７μｍ以上のニッケルめっき皮膜を形成することにより、従来よりも厳しい条件のヒートサイクルが繰り返し加えられても半田クラックの発生やチップの破損を防止することができる、金属－セラミックス回路基板を製造することができることを見出し、本発明を完成するに至った。
【０００９】
すなわち、本発明による金属－セラミックス回路基板は、セラミックス基板の一方の面に金属回路板の一方の面が直接接合し、金属回路板の他方の面に厚さ１７μｍ以上のニッケルめっき皮膜が形成されていることを特徴とする。
【００１０】
この金属－セラミックス回路基板において、ニッケルめっき皮膜の厚さが、１７～１００μｍであるのが好ましく、２０～６０μｍであるのがさらに好ましい。また、ニッケルめっき皮膜が純度９９質量％以上のニッケルからなるのが好ましく、金属回路板が純度９９質量％以上のアルミニウムからなるのが好ましい。また、セラミックス基板の他方の面に金属ベース板の一方の面を直接接合してもよい。この場合、金属ベース板が純度９９質量％以上のアルミニウムからなるのが好ましい。また、ニッケルめっき皮膜上に半田層を形成してもよい。この場合、ニッケルめっき皮膜上に半田層を介してチップ部品を取り付けてもよい。また、金属回路板の他方の面の算術平均粗さＲａが０．５～２μｍであるのが好ましい。
【００１１】
本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法は、セラミックス基板の一方の面に回路用金属板の一方の面を直接接合する工程と、セラミックス基板の一方の面に直接接合した回路用金属板の表面の略全面を覆うように第１の電着レジストを形成する工程と、第１の電着レジストの一部を除去して回路用金属板の一部を露出させ、この回路用金属板の露出部分に厚さ１７μｍ以上のニッケルめっき皮膜を形成する工程と、このニッケルめっき皮膜を覆うように第２の電着レジストを形成する工程と、第１および第２の電着レジストの不要部分を除去して回路用金属板の不要部分を露出させ、この回路用金属板の不要部分をエッチングにより除去して金属回路板を形成する工程と、第１および第２の電着レジストを除去する工程とを備えたことを特徴とする。
【００１２】
この金属－セラミックス回路基板の製造方法において、セラミックス基板の一方の面に回路用金属板の一方の面を直接接合する際に、セラミックス基板の他方の面にベース用金属板を直接接合し、回路用金属板の表面の略全面を覆うように第１のレジストを形成する際に、ベース用金属板の表面の略全面を覆うように第１のレジストを形成し、第１および第２の電着レジストの不要部分を除去して回路用金属板の不要部分を露出させる際に、ベース用金属板の不要部分を露出させ、回路用金属板の不要部分をエッチングにより除去し

て金属回路板を形成する際に、ベース用金属板の不要部分をエッチングにより除去して金属ベース板を形成してもよい。この場合、セラミックス基板と回路用金属板およびベース用金属板との直接接合は、セラミックス基板を収容した鋳型内に金属溶湯を注湯した後、鋳型を冷却して溶湯を凝固させることによって行われるのが好ましい。ニッケルめっき皮膜が純度９９質量％以上のニッケルからなるのが好ましく、金属回路板が純度９９質量％以上のアルミニウムからなるのが好ましい。また、第１および第２の先着レジストを除去した後に、Ｎｉめっき皮膜上にチップ部品を半田付けするのが好ましい。また、セラミックス基板の一方の面に回路用金属板の一方の面を直接接合した後、第１の電着レジストを形成する前に、回路用金属板の他方の面の算術平均粗さＲａを０．５～２μｍに調整するのが好ましい。

【発明の効果】

【００１３】

本発明よれば、従来よりも厳しい条件のヒートサイクルが繰り返し加えられても半田クラックの発生やチップの破損を防止することができる、金属－セラミックス回路基板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明による金属－セラミックス回路基板の実施の形態を示す断面図である。

【図２Ａ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、セラミックス基板に回路用金属板およびベース用金属板を接合する工程を示す断面図である。

【図２Ｂ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、回路用金属板とベース用金属板の表面に第１の電着レジストを形成する工程を示す断面図である。

【図２Ｃ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、第１の電着レジストの一部を除去して回路用金属板の一部を露出させる工程を示す断面図である。

【図２Ｄ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、回路用金属板の露出部分にＮｉめっき皮膜を形成する工程を示す断面図である。

【図２Ｅ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、Ｎｉめっき皮膜を覆うように第２の電着レジストを形成する工程を示す断面図である。

【図２Ｆ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、第１および第２の電着レジストの不要部分を除去する工程を示す断面図である。

【図２Ｇ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、エッチング処理により、回路用金属板とベース用金属板の不要部分を除去して、金属回路板と金属ベース板を形成する工程を示す断面図である。

【図２Ｈ】本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態において、第１および第２の電着レジストを剥離する工程を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

以下、添付図面を参照して、本発明による金属－セラミックス回路基板およびその製造方法の実施の形態について詳細に説明する。

【００１６】

図１に示すように、本実施の形態の金属－セラミックス回路基板では、セラミックス基板１０の一方の面に金属回路板１２の一方の面が直接接合し、金属回路板１２の他方の面に厚さ１７μｍ以上（好ましくは１７～１００μｍ、さらに好ましくは２０～６０μｍ）のニッケルめっき皮膜１８が形成されている。ニッケルめっき皮膜１８の厚さが１７μｍ未満であると、厚さ１００μｍ以下の小型で高性能な薄型チップを基板に半田付けして、従来よりも厳しい条件のヒートサイクルが繰り返されると、ニッケルめっき皮膜１８の表面（の金属回路板１２の結晶粒界に対応する部分）に大きなしわのような変形（段差）が

生じて、半田クラックが発生したり、チップが破損するおそれがある。一方、ニッケルめっき皮膜１８が１００μｍより厚くなると、ニッケルめっき皮膜１８を形成するコストが高くなる。また、セラミックス基板１０の他方の面に金属ベース板１４の一方の面を直接接合してもよい。また、ニッケルめっき皮膜１８上には、半田層２２介してチップ部品２４を取り付けることができる。

【００１７】

セラミックス基板１０として、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素などを主成分とするセラミックス基板を使用することができ、放熱性が求められる場合には窒化アルミニウム基板を使用するのが好ましく、強度が求められる場合には窒化珪素基板を使用するのが好ましい。

【００１８】

ニッケルめっき皮膜１８は、純度９９質量％以上のニッケルからなるのが好ましく、純度９９．５質量％以上のニッケルからなるのがさらに好ましい。このようなニッケルめっき皮膜１８は、電気めっきで形成することができるので、無電解Ｎｉ－Ｐめっき皮膜を形成する場合と比べて、低コストで形成することができる。また、無電解Ｎｉ－Ｐめっき皮膜（例えば、２質量％以上のＰを含む無電解Ｎｉ－Ｐめっき皮膜）の場合には、ヒートサイクルによってＰがリッチな層が形成されて、めっき皮膜が剥離し易くなるが、純度９９質量％以上のニッケルからなるニッケルめっき皮膜１８は、Ｎｉ－Ｐ合金ではなく、Ｐをほとんど含まないので、そのようなめっき皮膜の剥離が生じ難くなる。

【００１９】

金属回路板１２と金属ベース板１４は、純度９９質量％以上のアルミニウムからなるのが好ましく、純度９９．７質量％以上のアルミニウムからなるのがさらに好ましく、純度９９．９質量％以上のアルミニウムからなるのが最も好ましい。このように（硬度が低く柔らかい）純度９９質量％以上のアルミニウムからなる金属回路板１２および金属ベース板１４をセラミックス基板１０に直接接合すれば、接合時や接合後にヒートサイクルが繰り返し加えられたときに、熱膨張差による応力の発生によりセラミックス基板１０にクラックが発生するのを抑制することができ、金属－セラミックス回路基板の耐ヒートサイクル性を向上させることができる。なお、純度９９質量％以上のアルミニウムからなる金属回路板１２および金属ベース板１４のビッカース硬度Ｈｖは、２０～４０程度であるのが好ましい。

【００２０】

金属ベース板１４は、放熱板として使用することができ、他方の面（裏面）に多数のピンやフィンが一体に形成された放熱板でもよい。

【００２１】

本発明による金属－セラミックス回路基板の実施の形態は、図１および図２Ａ～図２Ｈに示すように、本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態によって製造することができる。

【００２２】

本発明による金属－セラミックス回路基板の製造方法の実施の形態では、まず、図２Ａに示すように、セラミックス基板１０の一方の面に回路用金属板１２’を直接接合するとともに、他方の面にベース用金属板１４’を直接接合して、金属－セラミックス接合基板を作製する。セラミックス基板１０と回路用金属板１２’およびベース用金属板１４’との直接接合は、セラミックス基板１０を収容した鋳型内にアルミニウム溶湯を注湯した後、鋳型を冷却して溶湯を凝固させる、所謂溶湯接合法によって行うことができる。

【００２３】

次に、図２Ｂに示すように、回路用金属板１２’とベース用金属板１４’の（露出している）表面の略全面を覆うように第１の電着レジスト１６を形成する。この第１の電着レジスト１６の形成は、金属－セラミックス接合基板を電着槽内の電着フォトレジスト液に浸漬し、回路用金属板１２’とベース用金属板１４’に取り付けられた（図示しない）電極間に電圧を印加することにより、回路用金属板１２’とベース用金属板１４’の（露出

している）表面の略全面を覆うように電着レジスト皮膜を形成し、乾燥した後、紫外線により露光して硬化させることにより形成することができる。なお、第１の電着レジスト１６を形成する前に、バフ研磨などにより、回路用金属板１２’とベース用金属板１４’の表面の算術平均粗さＲａが０．５～２μｍ程度になるように調整するのが好ましい。

【００２４】

次に、図２Ｃに示すように、第１の電着レジスト１６のうち、回路用金属板１２’の表面に形成された第１のレジスト１６の一部を（レーザー照射などにより）除去して回路用金属板１２’の一部を露出させる。

【００２５】

次に、回路用金属板１２’の露出部分にＮｉめっき液を接触させて電気めっきを行うことにより、図２Ｄに示すように、回路用金属板１２’の露出部分にＮｉめっき皮膜１８を形成する。

【００２６】

次に、図２Ｅに示すように、Ｎｉめっき皮膜１８を覆うように第２の電着レジスト２０を形成する。この第２の電着レジスト２０の形成は、第１の電着レジスト１６の形成方法と同様の方法により行うことができる。

【００２７】

次に、図２Ｆに示すように、回路用金属板１２’の表面に形成された電着レジスト（第１の電着レジスト１６と第２の電着レジスト２０）のうち、Ｎｉめっき皮膜１８を覆う所定の部分以外の電着レジストの不要部分と、ベース用金属板１４’の表面に形成された電着レジスト（第１の電着レジスト１６）のうち、所定の部分以外の電着レジストの不要部分を（レーザー照射などにより）除去して回路用金属板１２’とベース用金属板１４’の不要部分を露出させる。

【００２８】

次に、図２Ｇに示すように、エッチング処理を行うことにより、回路用金属板１２’の不要部分を除去して所望の回路パターンの金属回路板１２を形成するとともに、ベース用金属板１４’の不要部分を除去して金属ベース板１４を形成する。なお、所謂溶湯接合法によってセラミックス基板１０と回路用金属板１２’およびベース用金属板１４’とを直接接合した場合には、回路用金属板１２’およびベース用金属板１４’の不要部分として、（図示しない）湯道の部分も除去する。

【００２９】

次に、図２Ｈに示すように、レジスト剥離液により電着レジスト（第１の電着レジスト１６と第２の電着レジスト２０）を剥離して、セラミックス基板１０の一方の面に所望の回路パターンの金属回路板１２が直接接合するとともに他方の面に金属ベース板１４が直接接合した金属－セラミックス回路基板を作製する。

【００３０】

このようにして作製した金属－セラミックス回路基板の金属回路板１２上のＮｉめっき皮膜１８上には、図１に示すように、半田層２２を介してチップ部品２４を半田付けすることができる。なお、第１の電着レジスト１６の一部を除去した後にニッケルめっき皮膜１８を形成しているので、ニッケルめっき皮膜１８を金属回路板１２の一部（好ましくはチップ部品２４を半田付けするための半田層２２よりわずかに大きい部分）に形成することができ、半田濡れ性が悪いアルミニウムからなる金属回路板１２でも、ニッケルめっき皮膜１８上に精度良くチップ部品２４を半田付けすることができる。

【００３１】

なお、チップ部品２４の半田付けに使用する半田として、通常のＳｎ／Ｐｂ系の半田を使用してもよいが、Ｐｂフリー半田（実質的に鉛を含まない半田）を使用するのが好ましい。Ｐｂフリー半田には、Ｓｎ／Ａｇ系やＳｎ／Ａｇ／Ｃｕ系などの半田があり、いずれも従来の半田より融点が高い。Ｐｂフリー半田は、Ｓｎリッチの組成であり、このＳｎがニッケルめっき皮膜１８内に拡散され、金属回路板１２のアルミニウムと反応することによって脆化層が形成されて、ニッケルめっき皮膜１８の剥離の原因になり易く、また、ヒ

ートサイクルが繰り返し加えられると、アルミニウムからなる金属回路板１２の結晶粒界に対応する部分に大きなしわのような変形（段差）が生じて、半田クラックの発生やチップの破損の原因にもなり易いが、本発明による金属－セラミックス回路基板の実施の形態では、ニッケルめっき皮膜１８が非常に厚くなっているため、このようなＳｎの拡散を防止することができる。

【実施例】

【００３２】

以下、本発明による金属－セラミックス回路基板およびその製造方法の実施例について詳細に説明する。

【００３３】

［実施例１］

セラミックス基板として１００ｍｍ×５０ｍｍ×０．６ｍｍの大きさの略矩形の窒化アルミニウム基板を鋳型内に収容した後、鋳型内を窒素雰囲気にした状態で加熱し、アルミニウム溶湯をその表面の酸化膜を取り除きながら鋳型内に注湯し、その後、鋳型を冷却して溶湯を凝固させることによって、セラミックス基板の一方の面に９０ｍｍ×４０ｍｍ×０．８ｍｍの大きさの略矩形の回路用金属板が直接接合するとともに、セラミックス基板の他方の面に９０ｍｍ×４０ｍｍ×０．６ｍｍの大きさの略矩形のベース用金属板が直接接合した金属－セラミックス接合基板を作製した。なお、このようにして作製した金属－セラミックス接合基板の金属板の表面の一部（０．５ｇの部分）を削って、試料としてビーカーに入れ、ＪＩＳ　Ｈ１３０７の「アルミニウム及びアルミニウム合金の誘導結合プラズマ発光分光分析方法」に従って、塩酸（１＋１）１５ｍＬを加えて加熱分解し、これに過酸化水素水１ｍＬを加えて加熱して試料を完全に溶解し、ＩＣＰ発光分光分析により定量分析したところ、金属板のアルミニウムの純度は９９．９質量％以上であった。

【００３４】

このようにして作製した金属－セラミックス接合基板の回路用金属板およびベース用金属板の表面をバフ研磨して、その表面の算術平均粗さＲａを１．０に調整した後、金属－セラミックス接合基板を電着槽内の電着フォトレジスト液に浸漬し、回路用金属板とベース用金属板に取り付けた電極間に１２０Ｖの電圧を印加することにより、回路用金属板とベース用金属板の（露出している）表面の略全面を覆うように電着レジスト皮膜を形成し、８０℃で３０分間乾燥した後、紫外線により露光して硬化させることにより、厚さ４０μｍの第１の電着レジストを形成した。

【００３５】

このようにして形成された第１の電着レジストのうち、回路用金属板の表面に形成された第１の電着レジストの１５ｍｍ×１５ｍｍの大きさの略矩形の部分にレーザー照射することにより、その部分の電着レジストを除去して回路用金属板を露出させた後、その露出部分をワット浴からなる液温５０℃のＮｉめっき液に接触させて電流密度２０Ａ／ｄｍ^{2}で電気めっきを行うことにより、回路用金属板の露出部分にＮｉめっき皮膜を形成した。なお、このようにして形成したＮｉめっき皮膜の中央部を切断して、Ｎｉめっき皮膜の上面に略垂直な断面を露出させ、この断面を研磨した後、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）により観察して、この断面上のＮｉめっき皮膜の略中央部分の厚さを測定したところ、１８μｍであった。また、電子プローブマイクロアナライザ（ＥＰＭＡ）により、Ｎｉめっき皮膜の表面に電子を照射して、ＪＩＳ　Ｋ０１８９の「マイクロビーム分析－電子プローブマイクロ分析－波長分散Ｘ線分光法のパラメータの決定方法」に従って、Ｎｉめっき皮膜の組成を分析したところ、Ｎｉめっき皮膜中のＮｉは９９質量％以上であった。

【００３６】

このようにしてＮｉめっき皮膜を形成した金属－セラミックス接合基板のＮｉめっき皮膜を覆うように、第１の電着レジストの形成方法と同様の方法により、厚さ４０μｍの第２の電着レジストを形成した。

【００３７】

次に、回路用金属板の表面に形成された電着レジスト（第１および第２の電着レジスト

）のうち、Ｎｉめっき皮膜とその周りの部分を覆う８５ｍｍ×３５ｍｍの大きさの略矩形の分以外の電着レジストの不要部分と、ベース用金属板の表面に形成された電着レジストのうち、８５ｍｍ×３５ｍｍの大きさの略矩形の部分以外の電着レジストの不要部分にレーザー照射することにより、その電着レジストの不要部分を除去して回路用金属板とベース用金属板の不要部分を露出させた後、塩化第二鉄溶液によってエッチング処理を行うことにより、回路用金属板の不要部分を除去して所望の回路パターンの金属回路板を形成するとともに、ベース用金属板の不要部分を除去して金属ベース板を形成し、その後、乳酸を主成分とするレジスト剥離液により電着レジストを剥離して、セラミックス基板の一方の面に所望の回路パターンの金属回路板が直接接合するとともに他方の面に金属ベース板が直接接合した金属－セラミックス回路基板を作製した。

【００３８】

このようにして作製した金属－セラミックス回路基板を（絶縁性流体として）パーフルオロポリエーテル（ＰＦＰＥ）に浸漬して－４０℃で４分間保持した後に、室温で０．５分間保持し、その後、ＰＦＰＥに浸漬して１２５℃で４分間保持した後に、室温で０．５分間保持するヒートサイクルを１５００サイクル繰り返すヒートサイクル試験（液相ヒートサイクル試験）を行った後、レーザー顕微鏡のコンター図（等高線図）からＮｉめっき皮膜の表面の最大の段差を測定したところ、最大の段差は４０μｍであり、表面の変形が比較的小さかった。この最大の段差の部分は、アルミニウムの粒界上のＮｉめっき皮膜の一部であった。なお、上記のヒートサイクル試験後にＮｉめっき皮膜の表面の最大の段差が５０μｍ以下（好ましくは４０μｍ以下）であれば、金属－セラミックス回路基板の金属回路板のＮｉめっき皮膜上にＩＧＢＴ（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）チップのような薄い半導体チップをＰｂレス半田により半田付けした場合に、上記のヒートサイクル試験を行っても、チップの割れなどの不具合を防止することができる。

【００３９】

また、作製した金属－セラミックス回路基板のＮｉめっき皮膜上にＳｉチップをＰｂレス半田により半田付けして、上記と同様のヒートサイクル試験を行った後、Ｓｉチップの破損の有無を確認したところ、Ｓｉチップの破損は確認されなかった。

【００４０】

［実施例２］

バフ研磨により回路用金属板とベース用金属板の表面の算術平均粗さＲａを１．２μｍに調整し、Ｎｉめっき皮膜の厚さを３０μｍとした以外は、実施例１と同様の方法により、金属－セラミックス回路基板を作製し、ヒートサイクル試験を行った後に、Ｎｉめっき皮膜の表面の最大の段差を測定したところ、最大の段差は３２μｍであり、表面の変形が比較的小さかった。この最大の段差の部分は、アルミニウムの粒界上のＮｉめっき皮膜の一部であった。また、作製した金属－セラミックス回路基板のＮｉめっき皮膜上にＳｉチップをＰｂレス半田により半田付けして、上記と同様のヒートサイクル試験を行った後、Ｓｉチップの破損の有無を確認したところ、Ｓｉチップの破損は確認されなかった。

【００４１】

［実施例３］

Ｎｉめっき皮膜の厚さを５０μｍとした以外は、実施例１と同様の方法により、金属－セラミックス回路基板を作製し、ヒートサイクル試験を行った後に、Ｎｉめっき皮膜の表面の最大の段差を測定したところ、最大の段差は１８μｍであり、表面の変形が比較的小さかった。この最大の段差の部分は、アルミニウムの粒界上のＮｉめっき皮膜の一部であった。また、作製した金属－セラミックス回路基板のＮｉめっき皮膜上にＳｉチップをＰｂレス半田により半田付けして、上記と同様のヒートサイクル試験を行った後、Ｓｉチップの破損の有無を確認したところ、Ｓｉチップの破損は確認されなかった。

【００４２】

［実施例４］

バフ研磨により回路用金属板とベース用金属板の表面の算術平均粗さＲａを１．０μｍに調整し、電気めっきの際の電流密度を６０Ａ／ｄｍ^{2}とした以外は、実施例２と同様の

方法により、金属－セラミックス回路基板を作製し、ヒートサイクル試験を行った後に、Ｎｉめっき皮膜の表面の最大の段差を測定したところ、最大の段差は３０μｍであり、表面の変形が比較的小さかった。この最大の段差の部分は、アルミニウムの粒界上のＮｉめっき皮膜の一部であった。

【００４３】

［実施例５］

バフ研磨により回路用金属板とベース用金属板の表面の算術平均粗さＲａを１．４μｍに調整し、電気めっきの際の電流密度を１００Ａ／ｄｍ^{2}とした以外は、実施例２と同様の方法により、金属－セラミックス回路基板を作製し、ヒートサイクル試験を行った後に、Ｎｉめっき皮膜の表面の最大の段差を測定したところ、最大の段差は２８μｍであり、表面の変形が比較的小さかった。この最大の段差の部分は、アルミニウムの粒界上のＮｉめっき皮膜の一部であった。

【００４４】

［比較例１］

Ｎｉめっき皮膜の厚さを５μｍとした以外は、実施例１と同様の方法により、金属－セラミックス回路基板を作製し、ヒートサイクル試験を行った後に、Ｎｉめっき皮膜の表面の最大の段差を測定したところ、最大の段差は６０μｍであり、表面の変形が大きかった。この最大の段差の部分は、アルミニウムの粒界上のＮｉめっき皮膜の一部であった。また、作製した金属－セラミックス回路基板のＮｉめっき皮膜上にＳｉチップをＰｂレス半田により半田付けして、上記と同様のヒートサイクル試験を行った後、Ｓｉチップの破損の有無を確認したところ、Ｓｉチップの破損が確認された。

【００４５】

［比較例２］

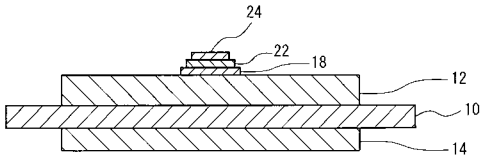
Ｎｉめっき皮膜の厚さを１０μｍとした以外は、実施例１と同様の方法により、金属－セラミックス回路基板を作製し、ヒートサイクル試験を行った後に、Ｎｉめっき皮膜の表面の最大の段差を測定したところ、最大の段差は５８μｍであり、表面の変形が大きかった。この最大の段差の部分は、アルミニウムの粒界上のＮｉめっき皮膜の一部であった。また、作製した金属－セラミックス回路基板のＮｉめっき皮膜上にＳｉチップをＰｂレス半田により半田付けして、上記と同様のヒートサイクル試験を行った後、Ｓｉチップの破損の有無を確認したところ、Ｓｉチップの破損が確認された。

【符号の説明】

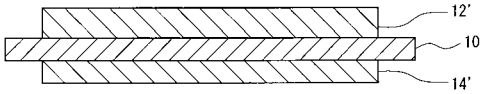
【００４６】

１０　セラミックス基板
１２　金属回路板
１２’　回路用金属板
１４　金属ベース板
１４’　ベース用金属板
１６　第１の電着レジスト
１８　Ｎｉめっき皮膜
２０　第２の電着レジスト
２２　半田層
２４　チップ部品

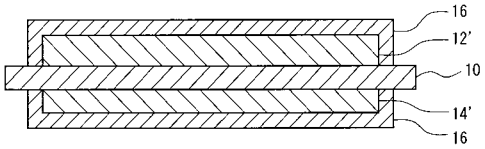
【図１】



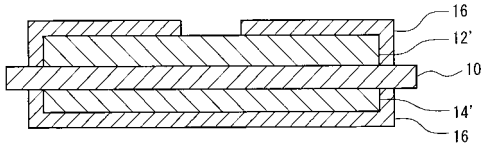
【図２Ａ】



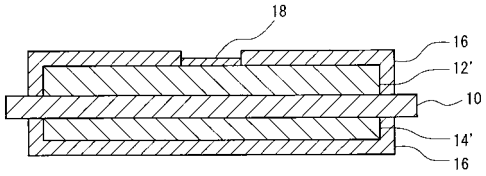
【図２Ｂ】



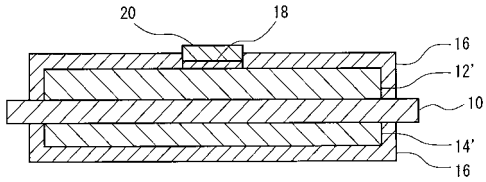
【図２Ｃ】



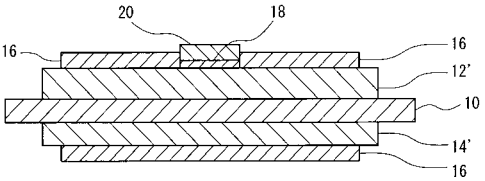
【図２Ｄ】



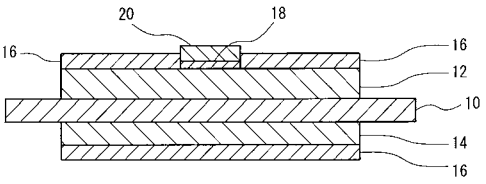
【図２Ｅ】



【図２Ｆ】



【図２Ｇ】



【図２Ｈ】

