

(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2006-66627

(P2006-66627A)

(43) 公開日 平成18年3月9日(2006.3.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 3/46 (2006.01)	H05K 3/46 T	4G030
H01G 4/12 (2006.01)	H05K 3/46 H	5E001
H01G 4/30 (2006.01)	H01G 4/12 364	5E082
H05K 1/03 (2006.01)	H01G 4/30 311F	5E346
C04B 35/632 (2006.01)	H05K 1/03 630J	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-247193 (P2004-247193)
 (22) 出願日 平成16年8月26日 (2004.8.26)

(71) 出願人 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 落合 建壮
 鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内
 (72) 発明者 出田 右文
 鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内
 Fターム(参考) 4G030 AA02 AA03 AA04 AA05 AA07
 AA08 AA09 AA10 AA16 AA17
 AA32 AA35 AA36 AA37 AA40
 AA43 AA51 BA12 CA03 CA08
 GA14 GA17 GA18 PA21 PA22

最終頁に続く

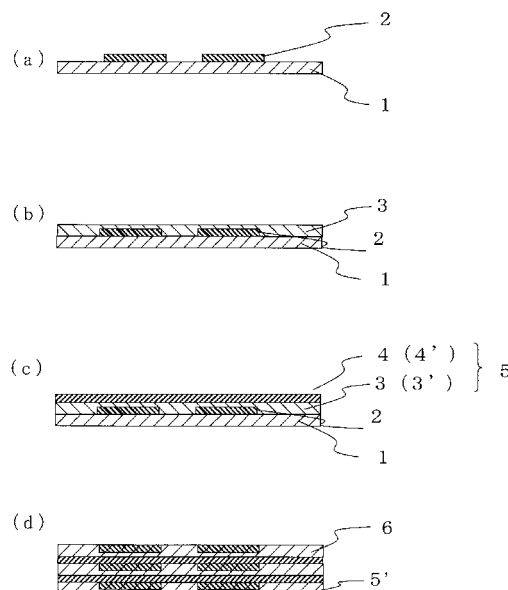
(54) 【発明の名称】 電子部品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 デラミネーションがなく、寸法精度の高い電子部品の製造方法を提供する。

【解決手段】 支持体1上に導体層2を形成する工程と、導体層2の形成された支持体1上に第1のセラミックスラリー3を塗布し、塗布された前記第1のセラミックスラリー3上に第2のセラミックスラリー4を塗布し乾燥して導体層2と前記第1, 第2のセラミックグリーンシート層とから成る積層セラミックグリーンシート5を形成する工程と、積層セラミックグリーンシート5を複数枚積層して加熱することによってセラミックグリーンシート積層体6を作製する工程と、セラミックグリーンシート積層体6を焼成する工程とを具備しており、第2のセラミックスラリー3はセラミックグリーンシート積層体6を作製する際の加熱時に熔融状態となる熔融成分を含有し、第1のセラミックスラリー3の溶解度パラメータと第2のセラミックスラリー4の溶解度パラメータとの差が2以上である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

支持体上に導体層を形成する工程と、導体層の形成された支持体上に第 1 のセラミックスラリーを塗布し、塗布された前記第 1 のセラミックスラリー上に第 2 のセラミックスラリーを塗布し乾燥して前記導体層と前記第 1, 第 2 のセラミックグリーンシート層とから成る積層セラミックグリーンシートを形成する工程と、前記積層セラミックグリーンシートを複数枚積層して加熱することによってセラミックグリーンシート積層体を作製する工程と、前記セラミックグリーンシート積層体を焼成する工程とを具備しており、前記第 2 のセラミックスラリーは前記セラミックグリーンシート積層体を作製する際の加熱時に熔融状態となる熔融成分を含有し、前記第 1 のセラミックスラリーの溶解度パラメータと前記第 2 のセラミックスラリーの溶解度パラメータとの差が 2 以上であることを特徴とする電子部品の製造方法。 10

【請求項 2】

前記熔融成分の融点が 35 乃至 100 であることを特徴とする請求項 1 記載の電子部品の製造方法。

【請求項 3】

前記第 2 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの添加量が 19 乃至 40 質量%であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の電子部品の製造方法。

【請求項 4】

前記第 2 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの分子量が 8 万乃至 30 万であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。 20

【請求項 5】

前記第 2 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの酸価が 0.1 乃至 0.8 KOH mg / g であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの添加量が 10 乃至 20 質量%であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

【請求項 7】

前記第 1 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの分子量が 5 万乃至 80 万であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。 30

【請求項 8】

前記第 1 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの酸価が 0.1 乃至 5.0 KOH mg / g であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

【請求項 9】

前記第 2 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーのガラス転移点が -20 乃至 -12 であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

【請求項 10】

前記第 2 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの水酸基価が 0.1 乃至 5 KOH mg / g であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。 40

【請求項 11】

前記第 1 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーのガラス転移点が -20 乃至 20 であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかに記載の電子部品の製造方法。

【請求項 12】

前記第 1 のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの水酸基価が 5 乃至 100 KOH mg / g であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれかに記載の電子部品 50

の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層コンデンサや積層セラミック配線基板等のような電子部品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器の小型化に伴い、積層コンデンサや積層セラミック配線基板のような電子部品において、小型化および高性能化が望まれている。例えば、積層コンデンサにおいては小型化および高容量化のために、より薄い誘電体層および導体層を多層化したものが求められている。また、積層セラミック配線基板においては、小型化および配線導体の高密度化のために、より薄い絶縁層および配線導体層を多層に形成し、配線導体層の幅および間隔もより微細なものが求められている。

10

【0003】

このような電子部品は、セラミック粉末に有機バインダー（以下、バインダーともいう）、可塑剤、溶剤等を加えてスラリーとし、ドクターブレード等によりセラミックグリーンシート（以下、グリーンシートともいう）を成形した後、金属粉末を含有する導体ペーストを印刷するなどして上述のグリーンシート上に導体層を形成し、次に複数枚の導体層が形成されたグリーンシートを積層し加圧することにより圧着して積層体を得て、この積層体を焼成することで得られる。

20

【0004】

電子部品に対する要求に対応して導体層が形成されたグリーンシートを多数積層すると、導体層が形成された領域が重なる部分とそうでない部分ではその厚み差が大きくなる。このため積層されたグリーンシートを厚み方向に加圧した場合、導体層が形成された領域が重なる部分では加圧力が十分に加わるものの、そうでない部分では加圧力が十分に加わりにくくなるので、不十分な圧着となりやすい。その結果、そのような積層体を焼成すると、圧着が不十分な部分でデラミネーション（層間剥離）が発生するという問題があった。

30

【0005】

このようなデラミネーションが電子部品の内部に存在すると、電気的な容量値の変化や絶縁破壊が起りやすくなるので、電気的な特性が確保できないという問題があった。

【0006】

このような問題に対して特許文献1には、加圧された際の流動性が高い高流動性部分を有する積層体を用いることが提案されている。積層体を厚み方向に加圧した際に、内部電極が積層されている領域に存在する高流動性部分が残りの部分に移動して残りの部分の厚みが増大しようとすることにより、加圧力が全体に均一に加わるので、デラミネーションが生じ難くなるものである。

【0007】

また、特許文献2には、グリーンシートの少なくとも片面にセラミック粉に対して78体積%以上のバインダーを含むセラミック層を設け、この上面に内部導体層を形成することが提案されている。多くのバインダーを含むセラミック層は、バインダーが十分流動し、焼成時のデラミネーションが解消されるものである。

40

【0008】

このように、積層体中に高流動性層を形成したり、通常のグリーンシート上に高流動性層が形成されたグリーンシートを積層することにより、デラミネーションの発生を解消していた。

【0009】

また、グリーンシート上に形成された導体層の上に別のグリーンシートを積層する場合、この導体層の断面形状にグリーンシートが追従し難いために導体層の周辺に空隙が発生

50

し、この空隙を起因とするデラミネーションが発生しやすいという問題があった。特に導体層の間隔が微細な場合は、導体層間に空隙が発生しやすかった。

【0010】

この問題に対して、特許文献3には、グリーンシート上に導体層を形成した後、導体層の形成されている部分の周囲の領域にセラミックペーストを印刷することが提案されている。この方法を用いれば、導体層の形成されている部分の周囲の領域にセラミックペーストを印刷することで導体層とグリーンシートとの段差をなくすることができる。このため、導体層の周辺や導体層間に空隙が発生することを抑え、空隙に起因するデラミネーションの発生も抑えることが可能となる。また、導体層が形成されたグリーンシートを複数枚積層しても厚み差が発生しないので、ムラなく加圧して圧着することが可能となり、圧着が不十分な部分が発生することを抑え、デラミネーションの発生を抑えることが可能となる。

10

【0011】

また、特許文献4に記載されているような、導体が表面に形成された支持体上にセラミックスラリーを塗布して乾燥した後に剥離することにより、導体が形成された面が平坦なグリーンシートを形成する製法が提案されている。この方法でも同様に、配線導体層間の空隙に起因するデラミネーションや厚み差による圧着時の加圧ムラに起因するデラミネーションの発生を抑えることが可能となる。

【特許文献1】特許第3344100号公報

【特許文献2】特開昭61-229551号公報

20

【特許文献3】特開平5-217448号公報

【特許文献4】特開昭50-64768号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、従来の高流動性層の形成方法は、バインダー量や可塑剤量を増加させた高流動性のグリーンシートを通常のグリーンシート上に積層する方法(方法A)、乾燥後に高流動性のセラミック層となるようなセラミックスラリー(以下、スラリーともいう)を通常のグリーンシート上に塗布乾燥して形成する方法(方法B)であったので、次のような問題点があった。

30

【0013】

方法Aでは、通常のグリーンシートのみを用いる場合に対して、高流動性のグリーンシートを成型する工程、高流動性のグリーンシートを穴あけする工程、高流動性のグリーンシートを積層する工程が加わることとなるので、工程数、積層数の増加による、工期の長期化、コストアップ、歩留まり低下、層間の導体接続信頼性の低下といった問題があった。また、高流動性のグリーンシートは厚みが薄く、バインダーや可塑剤を多く含むことから粘着性が高く、変形しやすいものであるため、ハンドリングが容易ではなく、積層時に空気を巻き込んでも抜けにくく、デラミネーションの原因になりやすいという問題があった。

【0014】

方法Bでは、積層数の増加はないものの、通常のグリーンシートを成形した後にその上に乾燥後に高流動性のセラミック層となるようなスラリーを塗布乾燥する工程を追加するので、上記と同様な工期の長期化、コストアップ、歩留まり低下といった問題があった。また、スラリー中の溶剤を十分検討しなければ、スラリー中の溶剤により下側の通常のグリーンシートが溶解したり、高流動性層と下側のグリーンシートとの密着が不十分となり、剥離や空隙が発生させるといった問題があった。

40

【0015】

また、従来の高流動性部分を有する積層体を用いる方法では、高流動性部分を移動させてデラミネーションが発生しないような圧着を行なうために、例えば厚み方向に180MPaという高い圧力を加える必要がある。このような高い圧力を導体層が形成されたグリ

50

ーンシートに加えると、グリーンシートや導体層パターンの形状が変形する。その結果、基板の所望の寸法精度が得られないために基板上への部品実装が困難となったり、設計通りの導体層パターンの形状が得られないために、特に高周波用配線基板等ではインピーダンス整合等の電気的特性が得られなくなるという問題があった。さらに、導体層パターンの間隔が微細な場合の導体層の周囲に発生する空隙の問題は解決されないままであった。

【0016】

また、グリーンシートの少なくとも片面にセラミック粉に対して78体積%以上のバインダーを含むセラミック層を設ける方法においても、2MPaという圧力により圧着しているため、上記のようなグリーンシートや導体層パターンの形状の変形という問題があった。また、30程度の温度で圧着するものであるため、78体積%以上のバインダーを含むセラミック層は常温で粘着性の高くなり、ハンドリングが容易ではなく、そのため積層時に空気を巻き込みやすいのでデラミネーションが発生する場合があった。

10

【0017】

また、導体層の形成されている部分の周囲の領域にセラミックペーストを印刷する方法では、導体層が形成されたグリーンシート上にさらにセラミックペーストを印刷する工程が加わるばかりでなく、微細な導体層パターンに正確に位置合わせして印刷するのが困難であり、特に導体層パターンの間隔が微細な場合は隣り合う導体層間にセラミックペーストを印刷することが困難であった。このため、導体層の上にもセラミックペーストが印刷されて、導体層上に印刷されたセラミックペーストにより、積層されて上下に配置される導体層間を接続するための貫通導体が導体層と接続されなくなるという問題があった。

20

【0018】

さらに、導体層が表面に形成された支持体上にセラミックスラリーを塗布し、乾燥後剥離することにより平坦なグリーンシートを形成する方法では、積層工程において50乃至300kg/cm² (5乃至30MPa)という高い圧力を加える必要がある。このような高い圧力をグリーンシートに加えると、グリーンシートや導体層パターンの形状が変形することとなる。その結果、電子部品を作製した際、所望の寸法精度が得られないために電子部品上への部品実装が困難となったり、設計通りの導体層パターンの形状が得られないために、特に高周波用配線基板等ではインピーダンス整合等の電気的特性が得られなくなるという問題があった。

【0019】

さらには、キャビティを有する電子部品を製造する場合、キャビティとなる貫通穴を形成したグリーンシートとキャビティの底部となる貫通穴が形成されていないグリーンシートとを積層して圧着すると、グリーンシート積層体のキャビティ底部が反るという問題があった。これは、圧着するための加圧によりキャビティの周囲だけに圧力が加わり、キャビティ周囲のグリーンシートが加圧により伸びるのに対して、キャビティ底部には圧力が加わらないのでキャビティ底部のグリーンシートは周囲から押されることによるものである。これは、電子部品がより小型でキャビティ底部の厚みがより薄い場合により発生しやすいものであった。キャビティ底部が反ると、水晶振動子やICチップ等の電子素子を搭載することが困難となる。また、搭載できても搭載された部品が傾くので、CCDやCMOS等の光半導体素子を搭載した場合、受光精度が悪くなるという問題があった。

30

40

【0020】

本発明は、上記従来の問題点を鑑みて完成されたものであり、その目的は、デラミネーションがなく、かつ高い寸法精度を有する電子部品の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明の電子部品の製造方法は、支持体上に導体層を形成する工程と、導体層の形成された支持体上に第1のセラミックスラリーを塗布し、塗布された前記第1のセラミックスラリー上に第2のセラミックスラリーを塗布し乾燥して前記導体層と前記第1,第2のセラミックグリーンシート層とから成る積層セラミックグリーンシートを形成する工程と、前記セラミックグリーンシートを複数枚積層して加熱することによってセラミックグリー

50

ンシート積層体を作製する工程と、前記セラミックグリーンシート積層体を焼成する工程とを具備しており、前記第2のセラミックスラリーは前記セラミックグリーンシート積層体を作製する際の加熱時に溶融状態となる溶融成分を含有し、前記第1のセラミックスラリーの溶解度パラメータと前記第2のセラミックスラリーの溶解度パラメータとの差が2以上であることを特徴とする。

【0022】

本発明において好ましくは、前記第2のセラミックスラリーは、前記セラミックグリーンシート積層体を作製する際の加熱時に溶融状態となる溶融成分を含有していることを特徴とする。

【0023】

また、本発明において好ましくは、前記溶融成分の融点が35乃至100であることを特徴とする。

【0024】

また、本発明において好ましくは、前記第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの添加量が19乃至40質量%であることを特徴とする。

【0025】

また、本発明において好ましくは、前記第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの分子量が8万乃至30万であることを特徴とする。

【0026】

また、本発明において好ましくは、前記第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの酸価が0.1乃至0.8 KOH mg / gであることを特徴とする。

【0027】

また、本発明において好ましくは、前記第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの添加量が10乃至20質量%であることを特徴とする。

【0028】

また、本発明において好ましくは、前記第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの分子量が5万乃至80万であることを特徴とする。

【0029】

また、本発明において好ましくは、前記第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの酸価が0.1乃至5.0 KOH mg / gであることを特徴とする。

【0030】

また、本発明において好ましくは、前記第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーのガラス転移点が-20乃至-12であることを特徴とする。

【0031】

また、本発明において好ましくは、前記第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの水酸基価が0.1乃至5 KOH mg / gであることを特徴とする。

【0032】

また、本発明において好ましくは、前記第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーのガラス転移点が-20乃至20であることを特徴とする。

【0033】

また、本発明において好ましくは、前記第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの水酸基価が5乃至100 KOH mg / gであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0034】

本発明の電子部品の製造方法は、支持体上に導体層を形成し、導体層の形成された支持体上に第1のセラミックスラリーを塗布し、塗布された第1のセラミックスラリー上に第2のセラミックスラリーを塗布し乾燥して導体層と第1、第2のセラミックグリーンシート層とから成る積層セラミックグリーンシートを形成することから、通常のセラミックグリーンシート層に対して高流動性層のような関係にある、第1のセラミックスラリーから成る第1のセラミックグリーンシート層と、第2のセラミックスラリーから成る第2のセ

10

20

30

40

50

ラミックグリーンシート層を同時に成形することができるので、工程数、積層数の増加による、工期の長期化、コストアップ、歩留まり低下、層間の導体接続信頼性の低下、といった問題を発生させることなく高流動性層を形成することが可能となる。また、高流動性層の積層工程がないので、高流動性層の積層時の空気の巻き込みがなく、かつ導体層は積層セラミックグリーンシート内に形成されるため、積層セラミックグリーンシートは導体層の段差がなく平坦となるため、デラミネーションのない高信頼性の電子部品を得ることが可能となる。

【0035】

また、第1のセラミックスラリーの溶解度パラメータと第2のセラミックスラリーの溶解度パラメータとを2以上と離すことによって、導体層の形成された支持体に第1のセラミックスラリーを塗布し、塗布された第1のセラミックスラリー上に第2のセラミックスラリーを塗布した際、第1および第2のセラミックスラリーが互いに溶解することが抑制されるので、第1のセラミックスラリーから形成される第1のセラミックグリーンシート層と、第2のセラミックスラリーから形成される第2のセラミックグリーンシート層が混合し、同一化するのを防ぐことができる。

10

【0036】

また、本発明の電子部品の製造方法によれば、第2のセラミックスラリーはセラミックグリーンシート積層体を作製する際の加熱時に溶解する溶解成分を含有することから、積層セラミックグリーンシートは溶解成分を含有する第2のセラミックグリーンシート層と溶解成分を含有しない第1のセラミックグリーンシート層とから成るものとなり、導体層が形成された積層セラミックグリーンシートを積層して加熱した際に第2のセラミックグリーンシート層が軟化するので、第2のセラミックグリーンシート層はその下に位置する積層セラミックグリーンシートの第1のセラミックグリーンシート層及び導体層の表面形状に追従して変形する。その結果、導体層周囲や導体層間に空隙が発生することなく積層セラミックグリーンシート同士が密着することとなり、セラミックグリーンシート積層体を焼成して得られる電子部品はデラミネーションの発生のないものとなる。

20

【0037】

また、第2のセラミックグリーンシート層は、加熱時に溶解する溶解成分を含有することから、加熱のみで第2のセラミックグリーンシート層が軟化して接着性を有するものとなるので、大きな加圧力により積層セラミックグリーンシートを圧着させる必要がない。そして、第1のセラミックグリーンシート層は加熱時に溶解する溶解成分を含有しないことから、第1のセラミックグリーンシート層は加熱時に変形することはなく、かつ積層の際に積層セラミックグリーンシート同士が位置ずれしないように押さえる程度の圧力では変形しない。よって、第1のセラミックグリーンシート層および導体層の形状が変形することがないため、得られるセラミックグリーンシート積層体およびそれを焼成して得られる電子部品はデラミネーションがなく、かつ高い寸法精度を有するものとなる。

30

【0038】

さらに、キャピティを有する電子部品を製造する場合、大きな加圧力により積層セラミックグリーンシートを圧着させる必要がないので、キャピティ周囲部とキャピティ底部との加圧による積層セラミックグリーンシートの伸びの違いによるキャピティ底部の反りの発生を抑えることが可能となり、キャピティ底部に電子素子を精度よく確実に搭載することが可能な電子部品を得ることができる。

40

【0039】

本発明において、加熱時に溶解する溶解成分の融点が35乃至100であるものを用いた場合、常温では第2のセラミックグリーンシート層が軟化して変形することはないので、積層工程までのハンドリングが容易となり、加熱時に積層セラミックグリーンシート中のバインダーや可塑剤等の有機成分が分解することがないので、分解ガスによりデラミネーションが発生することがなく、好ましいものとなる。

【0040】

第2のセラミックスラリーに含まれるバインダーの添加量が19乃至40質量%である

50

場合、第2のセラミックグリーンシート層は、その下に位置する第1のセラミックグリーンシート層の形状に追従して変形し、また焼成時のバインダーの分解ガスによる磁器上の泡状突起（ブク）やピンホールが発生することがなくなり、好ましいものとなる。

【0041】

第2のセラミックスラリーに含まれるバインダーの分子量が8万乃至30万である場合、第2のセラミックグリーンシート層の保形性を維持し、第2のセラミックグリーンシート層に含有される溶融成分が加熱により溶融した際に均一に分散し、積層セラミックグリーンシートを加熱して第2のセラミックグリーンシート層の溶融成分が十分な量を維持でき、加圧による積層セラミックグリーンシートへの歪みが無いほどの低い加圧力で圧着できるため、好ましいものとなる。

10

【0042】

第2のセラミックスラリーに含まれるバインダーの酸価が0.1乃至0.8 KOH mg / gである場合、第2のセラミックグリーンシート層に含有する溶融成分が加熱により溶融した際に均一に分散し、積層セラミックグリーンシートを加熱して第2のセラミックグリーンシート層の溶融成分が十分な量を維持でき、加圧による積層セラミックグリーンシートへの歪みが無いほどの低い加圧力で圧着できるため、好ましいものとなる。

【0043】

第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの添加量が10乃至20質量%である場合、積層セラミックグリーンシート成形時に、セラミックスラリーの密度の差に起因する、第2のセラミックスラリーから第1のセラミックスラリーへの溶融成分の拡散量を減少させ、かつ第1のセラミックスラリーの溶剤成分による、溶融成分の拡散量を減少させることができ、好ましいものとなる。

20

【0044】

第1のセラミックスラリーに含まれるバインダーの分子量が5万乃至80万である場合、積層セラミックグリーンシート加工時の、第1のセラミックグリーンシートの生変形による寸法ばらつきを抑え、かつ原料成分の不均一な分散による第1のセラミックグリーンシート内のピンホール等の外観不良の発生を抑えることができ、好ましいものとなる。

【0045】

第1のセラミックスラリーに含まれるバインダーの酸価が0.1乃至5.0 KOH mg / gである場合、積層セラミックグリーンシートを加熱した際に原料とバインダーの結合不足に起因する、第2のセラミックグリーンシート層から第1のセラミックグリーンシート層への溶融成分の拡散を減少させ、かつ無機原料同士の凝集による第1のセラミックグリーンシート層内のピンホール等の外観不良の発生を防ぐことができ、好ましい。

30

【0046】

第2のセラミックスラリーに含まれるバインダーのガラス転移点が-20乃至-12である場合、加熱時の溶融成分の溶融による第2のセラミックグリーンシート層が軟化しやすくなり第2のセラミックグリーンシート層を第1のセラミックグリーンシート層およびその上に形成された導体パターンに良好に追従させることができ、好ましい。

【0047】

第2のセラミックスラリーに含まれるバインダーの水酸基価が0.1乃至5 KOH mg / gである場合、第2のセラミックグリーンシート層に含有する溶融成分が加熱により溶融した際に均一に分散され、積層セラミックグリーンシートを加熱して第2のセラミックグリーンシート層の溶融成分が十分な量を維持でき、加圧による積層セラミックグリーンシートへの歪みが無いほどの低い加圧力で圧着できるため、好ましいものとなる。

40

【0048】

第1のセラミックスラリーに含まれるバインダーのガラス転移点が-20乃至20である場合、バインダーの硬い性質が強く現われるために第1のセラミックグリーンシート層が強固となり、加熱時に第2のセラミックグリーンシート層が軟化して第1のセラミックグリーンシート層およびその上に形成された導体層パターンの形状へ追従するのに伴う微小な寸法変形が発生しても、第1のセラミックグリーンシート層によって抑制すること

50

ができるため、好ましいものとなる。

【0049】

第1のセラミックスラリーに含まれるバインダーの水酸基価が5乃至100KOHmg/gである場合、水酸基のもつ電荷が無機粉末表面に存在する電荷との引き寄せ合うことによりセラミックスラリー中に溶媒和が形成され、そのことで積層セラミックグリーンシートが均一な状態で成形されるので第1のセラミックグリーンシート層に含有される無機粉末及びバインダーが均一に分散され、加熱時の第2のセラミックグリーンシート層の熔融成分が第1のセラミックグリーンシート層及びその上に形成された導体層パターン形状へ追従するのに伴う微小な寸法変形を抑制することができるため、好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0050】

本発明の電子部品の製造方法について以下に詳細に説明する。図1(a)~(d)は本発明の電子部品の製造方法の実施の形態の一例を示す工程毎の断面図であり、1は支持体、2は導体層、3は第1のセラミックスラリー、4は第2のセラミックスラリー、5は積層セラミックグリーンシート(以下、セラミックグリーンシートをSGともいう)、6はセラミックグリーンシート積層体である。

【0051】

まず図1(a)に示すように、支持体1上に導体層2を形成する。支持体1上に導体層2を形成する方法としては、例えば導体材料粉末をペースト化した導体ペーストをスクリーン印刷法やグラビア印刷法、またはインクジェット印刷法等の印刷により形成する方法、または、セミアディテブ法、アディテブ法といっためっき法、サブトラクト法等の金属箔を加工する方法、蒸着法等の所定パターン形状の金属膜を支持体1に直接形成する方法、または印刷により所定パターン形状に形成した導体厚膜や所定パターン形状に加工した金属箔、めっき法や蒸着法等により形成した所定パターン形状の金属膜を支持体1に転写する方法がある。

20

【0052】

導体材料としては、例えばW, Mo, Mn, Au, Ag, Cu, Pd(パラジウム), Pt(白金)等の1種または2種以上が挙げられ、2種以上の場合は混合、合金、コーティング等のいずれの形態であってもよい。

【0053】

30

本発明において、導体層2を印刷法で形成する場合、導体ペーストは、導体粉末、バインダー、溶剤等を混合したものが用いられ、導体粒子の分散性や導体層2の硬度や強度を調整するために分散剤や可塑剤を添加してしてもよい。

【0054】

ここで、導体ペーストに適用されるバインダーとしては、従来より導体ペーストに使用されているものが使用可能であり、例えばアクリル系(アクリル酸, メタクリル酸またはそれらのエステル単独重合体または共重合体, 具体的にはアクリル酸エステル共重合体, メタクリル酸エステル共重合体, アクリル酸エステル-メタクリル酸エステル共重合体等), ポリビニルブチラール系, ポリビニルアルコール系, アクリル-スチレン系, ポリプロピレンカーボネート系, セルロース系等の単独重合体または共重合体が挙げられる。焼成工程での分解、揮発性を考慮すると、アクリル系, アルキド系のバインダーがより好ましい。またバインダーの添加量としては、導体粒子により異なるが、バインダーの分解性に問題なく、かつ導体粒子を分散できる量であればよい。

40

【0055】

さらに、導体ペーストに適用される溶剤としては、上記の導体粉末とバインダーとを良好に分散させて混合できるようなものであればよく、テルピネオールやブチルカルビトールアセテート及びフタル酸等の可塑剤などが使用可能であるが、導体層2の形成後の溶剤の乾燥性を考慮し、テルピネオール等の低沸点溶剤が好ましい。

【0056】

本発明における支持体1は、導体層及び積層SGを成形できるものであればよく、従来

50

から用いられているポリエチレンテレフタレート（PET）やポリブチレンテレフタレート-イソフタレート共重合体等のポリエステル樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルペンテン等のポリオレフィン樹脂、ポリフッ化エチレン系樹脂、セルロース系樹脂、アクリル樹脂等の樹脂製その他、上質紙、成形紙等の紙製の支持体を用いることができる。

【0057】

導体層2を形成する支持体1の表面には、積層SG5の成形後の支持体1からの剥がし性を向上させるため、離型層等の表面処理層を形成してもよい。離型層の種類としては、大別してシリコン系の離型剤と非シリコン系の離型剤があり、非シリコン系の離型剤としてはフッ素系のものなどを用いることができる。この離型剤としては、商品形態別にいえば無溶剤型、エマルジョン型、溶剤型のいずれでも使用し得る。また、この離型層の厚みは、用いられる離型剤の種類等により異なるが、積層SG5を支持体1から剥がすことができ、かつ導体ペーストを用いて導体層を形成する場合、離型剤により導体層2形成時に導体ペーストのハジキが発生しない程度の厚みであればよい。

10

【0058】

支持体1に導体層2を形成する場合、導体層2の形成を容易にするため、支持体1に表面処理を行い表面を粗面と成すこともできる。粗面の形成方法としては、例えばウォータージェット、ケミカルブラスト、サンドブラスト、ウェットブラスト（砥粒と水とを空気圧により噴射させる方法）等が挙げられる。また、支持体1内に空孔や無機粒子等を混合し埋め込むことにより、支持体1表面に粗面を形成する方法なども適用できる。また粗面の形成は、離型層等の表面処理層の性能が維持できる範囲であれば、表面処理層の形成前でも後でもよい。

20

【0059】

次に、図1（b）に示すように導体層2の形成された支持体1上に第1のセラミックスラリー3を塗布し、次に図1（c）に示すように塗布された第1のセラミックスラリー3上に第2のセラミックスラリー4を塗布して乾燥することにより、第1のSG層3'の上に第2のSG層4'が形成された積層SG5を形成する。このとき、第1のセラミックスラリー3の溶解度パラメータと第2のセラミックスラリー4の溶解度パラメータとの差が2以上である。これにより、導体層2の形成された支持体1に第1のセラミックスラリー3を塗布し、その第1のセラミックスラリー3上に第2のセラミックスラリー4を塗布した際、第1および第2のセラミックスラリー3,4が互いに溶解することを抑制するので、第1のSG層3'と第2のSG層4'が混合し同一化することを防ぐことができる。

30

【0060】

ここで、溶解度パラメータ（Solubility Parameter）とは、有機成分の性質が似通ったものは相溶けやすいという性質をもとに数値化したものであり、SP値とも呼ばれるものである。溶解度パラメータの値が近いもの同士は溶解しやすいことを示すものであるので、有機成分の溶解力を示す指標として用いられる。

【0061】

本発明のセラミックスラリーの溶解度パラメータは、セラミックスラリー中の各有機成分の溶解度パラメータと各有機成分の体積分率から算出した。例えば、セラミックスラリー中に2つの有機成分が含まれ、それぞれの溶解度パラメータが5および7で、体積分率がそれぞれ70%および30%である場合のセラミックスラリーの溶解度パラメータは、 $5 \times 0.7 + 7 \times 0.3 = 5.6$ とした。なお、本発明の有機成分の溶解度パラメータは、講談社出版「溶剤ハンドブック」（浅原昭三ほか編、1976年初版）による溶解度パラメータのデータを使用した。

40

【0062】

また、導体層2の形成された支持体1上に第1のセラミックスラリー3を塗布し、塗布された第1のセラミックスラリー3上に第2のセラミックスラリー4を塗布して積層SG5を形成することから、高流動性層と通常のSG層のような第1のSG層3'と第2のSG層4'を同時に成形することができるので、工程数、積層数の増加による、工期の長期

50

化、コストアップ、歩留まり低下、層間の導体接続信頼性の低下、といった問題を発生させることなく高流動性層を形成することが可能となる。その結果、高流動性層の積層工程がないので高流動性層の積層時の空気の巻き込みがなく、デラミネーションのない高信頼性の電子部品を得ることが可能となる。

【0063】

本発明における第1および第2のセラミックスラリー3, 4は、セラミック粉末、バインダー、溶剤等を混合したものが用いられ、セラミック粉末の分散性や積層SG5の硬度や強度を調整するために分散剤や可塑剤を添加してしてもよい。また、第1のセラミックスラリー3は、後述するSG積層体6を作製する工程において加熱時に熔融状態となる熔融成分を含有している。これら、バインダー、溶剤、可塑剤および熔融成分が上述した溶解度パラメータを算出するときの各有機成分である。

10

【0064】

セラミック粉末としては、例えばセラミック配線基板であれば、 Al_2O_3 , AlN , ガラスセラミック粉末(ガラス粉末とフィラー粉末との混合物)等が挙げられ、積層コンデンサであれば $BaTiO_3$ 系, $PbTiO_3$ 系等の複合ペロブスカイト系セラミック粉末が挙げられ、電子部品に要求される特性に合わせて適宜選択される。

【0065】

ガラスセラミック粉末のガラス成分としては、例えば $SiO_2 - B_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - MO$ 系(ただし、MはCa, Sr, Mg, BaまたはZnを示す)、 $SiO_2 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系(ただし、 M^1 および M^2 は同じまたは異なってCa, Sr, Mg, BaまたはZnを示す)、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系(ただし、 M^1 および M^2 は上記と同じである)、 $SiO_2 - B_2O_3 - M^3_2O$ 系(ただし、 M^3 はLi, NaまたはKを示す)、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^3_2O$ 系(ただし、 M^3 は上記と同じである)、Pb系ガラス、Bi系ガラス等が挙げられる。

20

【0066】

また、ガラスセラミック粉末のフィラー粉末としては、例えば Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 とアルカリ土類金属酸化物との複合酸化物、 TiO_2 とアルカリ土類金属酸化物との複合酸化物、 Al_2O_3 および SiO_2 から選ばれる少なくとも1種を含む複合酸化物(例えばスピネル、ムライト、コージェライト)等のセラミック粉末が挙げられる。

30

【0067】

セラミックスラリーに配合されるバインダーとしては、従来よりSGに使用されているものが使用可能であり、例えばアクリル系(アクリル酸、メタクリル酸またはそれらのエステル)の単独重合体または共重合体、具体的にはアクリル酸エステル共重合体、メタクリル酸エステル共重合体、アクリル酸エステル-メタクリル酸エステル共重合体等)、ポリビニルブチラル系、ポリビニルアルコール系、アクリル-スチレン系、ポリプロピレンカーボネート系、セルロース系等の単独重合体または共重合体が挙げられる。焼成工程での分解、揮発性を考慮すると、アクリル系バインダーがより好ましい。

【0068】

溶剤としては、上記のセラミック粉末とバインダーとを良好に分散させて混合できるようなものであればよく、トルエン、ケトン類、アルコール類の有機溶媒や水等が挙げられる。これらの中で、トルエン、メチルエチルケトン、イソプロピルアルコール等の蒸発係数の高い溶剤はスラリー塗布後の乾燥工程が短時間で実施できるので好ましい。

40

【0069】

第2のSG層4'に含有される熔融成分は、SG積層体6を作製する際の加熱時に熔融状態となるものであり、炭化水素、脂肪酸、エステル、脂肪アルコール、多価アルコール等が挙げられる。スラリーを調整する際の溶媒への溶解性を考慮すると、分子量が小さくかつ極性を有する炭化水素、エステル、脂肪アルコール、多価アルコールが好ましい。さらに、上述したアクリルバインダーとの相溶性を考慮すると、エステル、脂肪アルコール、多価アルコールがより好ましい。

50

【0070】

溶融成分は上記のものの中でも、その融点が35乃至100であるものが好ましい。これは、この範囲の融点のものを用いると、常温では第2のSG層4'が軟化して変形することがないので、積層工程までのハンドリングが容易となり、SG積層体6を作製する工程における加熱時に積層SG5中のバインダーや可塑剤等の有機成分が分解することがないので、分解ガスによりデラミネーションが発生することがないからである。融点が35乃至100である溶融成分としては、具体的にはヘキサデカノール、ポリエチレングリコール、ポリグリセロール、ステアリルアミド、オレイルアミド、エチレングリコールモノステアレート、パラフィン、ステアリン酸、シリコン等が挙げられる。

【0071】

第2のSG層4'に含有される溶融成分の含有量は、使用するバインダー成分およびその量や、使用する溶融成分により異なるが、溶融成分が溶融した状態で第2のSG層4'が軟化し、その下に位置する積層SG5の第1のSG層3'およびその中に埋め込まれた導体層2と隙間無く接触するような量であればよい。

【0072】

また、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの添加量が19乃至40質量%であることが好ましい。ここでいう添加量とは、セラミック粉末100質量%に対する第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの質量%である。この範囲内であれば、SG積層体6を作製する工程で、その上に形成された導体層パターンの形状に追従して変形し、かつその下側に位置する積層SGの第2のSG層4'に対して十分な剥離強度を有し、かつ焼成時のバインダーの分解ガスによるブクやピンホールの発生を抑制できる。

【0073】

さらに、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの分子量は8万乃至30万であることが好ましい。第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの分子量が8万よりも低いと、バインダーの流動性が過剰となり、第1のSG層3'の保形性が得られない。また、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの分子量が30万を超えると、第2のSG層4'に含有される溶融成分が均一に分散されず、積層SG5を加熱して第2のSG層4'の溶融成分が十分な量を維持できず、加圧によって積層SGに歪みが生じないほどの低い加圧力で圧着できない。

【0074】

また、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの酸価は0.1乃至0.8 KOHmg/gであることが好ましい。第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの酸価が0.1 KOHmg/gよりも低いと、無機粉末とバインダーの結合性が弱くなり、第2のSG層4'の内部に無機粉末とバインダーが不均一な状態で存在する。すると、第2のSG層4'に含有される溶融成分が加熱により溶融した際に均一に分散されないため、積層SG5を加熱して第2のSG層4'の溶融成分が十分な量を維持できず、加圧によって積層SGに歪みが生じないほどの低い加圧力で圧着できない。また、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの酸価が0.8 KOHmg/gを超えると、無機粉末とバインダーの結合性が過剰に強くなり、第2のSG層4'に含有される溶融成分が加熱により溶融した際に均一に分散されず、積層SG5を加熱して第2のSG層4'の溶融成分が十分な量を維持できず、加圧によって積層SGに歪みが生じないほどの低い加圧力で圧着できない。

【0075】

また、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーのガラス転移点が-20乃至-12であることが好ましい。ガラス転移点が-20より低いと、常温下でバインダーの軟らかい性質が強くなり、SG層同士が互いの表面凹凸に容易に食い込み積層SG同士の付着が発生する。ガラス転移点が-12より高いと、加熱時の溶融成分の溶融による積層SG5の軟化が不十分となり、第2のSG層4'を第1のSG層3'の形状に良好に追従させることが難しくなる。

【0076】

10

20

30

40

50

また、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの水酸基価は0.1乃至5 KOHmg/gであることが好ましい。第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの水酸基価が0.1 KOHmg/gよりも低いと、無機粉末とバインダーの結合性が弱くなり、第2のSG層4'の内部に無機粉末とバインダーが不均一な状態で存在する。そのため、第2のSG層4'に含有される溶融成分が加熱により溶融した際に均一に分散されず、積層SG5を加熱して第2のSG層4'の溶融成分が十分な量を維持できず、加圧によって積層SGに歪みが生じないほどの低い加圧力で圧着できない。また、第2のセラミックスラリー4に含まれるバインダーの水酸基価が5 KOHmg/gを超えると、無機粉末とバインダーの結合性が過剰に強くなり、第2のSG層4'に含有される溶融成分が加熱により溶融した際に均一に分散されず、積層SG5を加熱して第2のSG層4'の溶融成分が十分な量を維持できず、加圧によって積層SG5に歪みが生じないほどの低い加圧力で圧着できない。

10

20

30

40

50

【0077】

また、第1のセラミックスラリー3に含まれるバインダーの添加量が10乃至20質量%であることが好ましい。ここでいう添加量とは、セラミック粉末100質量%に対する第1のセラミックスラリー3に含まれるバインダーの質量%である。添加量が10質量%未満であれば、第1のセラミックスラリー3より成る第1のSG層3'の密度が低く、第2のSG層4'内の溶融成分が拡散しやすくなる。20質量%より多ければ、セラミックグリーンシート成形時の乾燥時間が長くなるため、SG成形時の乾燥時間が長くなり、同様に溶融成分が拡散しやすくなる。従って、第2のSG層4'は、積層する際に第1のSG層3'の形状に追従して変形するために必要な溶融成分量を保持できず、デラミネーションが発生する。

【0078】

また、第1のセラミックスラリー3に含まれるバインダーの分子量は5万乃至80万であることが好ましい。第1のセラミックスラリー3に加えるバインダーの分子量が5万よりも低いと、生加工の際に第1のSG層3'が変形するため、寸法ばらつきが大きくなる。また、バインダーの分子量が80万を超えると、バインダーとの結合力により積層SG5に含有される原料成分が均一に分散されないため、第1のSG層3'内にピンホール等の外観不良が発生し、製品での絶縁不良の要因となる。

【0079】

また、第1のセラミックスラリー3に加えるバインダーの酸価は0.1乃至5.0 KOHmg/gであることが好ましい。第1のセラミックスラリー3に加えるバインダーの酸価が0.1 KOHmg/gよりも低いと、無機粉末とバインダーの結合性が弱くなり、生加工の際に第1のSG層3'が変形するため、寸法ばらつきが大きくなる。また、第1のセラミックスラリー3に加えるバインダーの酸価が5.0 KOHmg/gを超えると、無機粉末とバインダーの結合性が過剰に強くなることにより、無機原料同士の結合による凝集が発生し、第1のSG層3'内にピンホール等の外観不良が発生し、製品での絶縁不良の要因となる。

【0080】

また、第1のセラミックスラリー3に含まれるバインダーのガラス転移点が-20乃至20であることが好ましい。これにより、バインダーの硬い性質が強く現われるため、第1のSG層3'が強固となり、加熱時に第2のSG層4'の溶融成分が第1のSG層3'の形状へ追従するのに伴う微小な寸法変形を抑制することができるため、より好ましいものとなる。ガラス転移点が-20より低いと、常温下でバインダーの軟らかい性質が強く現われるために積層SG5同士が互いの表面凹凸に容易に食い込み、積層SG5同士の付着や破れ等が発生する。ガラス転移点が20より高いと、積層SG5の保形性が不十分となり取り扱う際に割れや欠け等を生じやすくなる。

【0081】

また、第1のセラミックスラリー3に含まれるバインダーの水酸基価は5乃至100 KOHmg/gであることが好ましい。第1のセラミックスラリー3に含まれるバインダー

の酸価が5 KOHmg/gよりも低いと、無機粉末とバインダーの結合性が弱くなり、第1のSG層3'の内部に無機粉末とバインダーが不均一な状態で存在する。そのため、第1のSG層3'の粗な部分が加圧時に変形しやすく寸法変形を抑えることが難しくなる。また、第1のセラミックスラリー3に含まれるバインダーの水酸基価が100 KOHmg/gを超えると、バインダーの結合性が過剰に強くなり、無機粉末と結合せずにバインダー同士で結合し、第1のSG層3'内部に無機粉末とバインダーが不均一な状態で存在する。そのため、第2のSG層3'の粗な部分が加圧時に変形しやすく寸法変形を抑えることが難しくなる。

【0082】

なお、必要に応じて上下の層間の導体層2同士を接続するためのビアホール導体やスルーホール導体等の貫通導体を形成してもよい。これら貫通導体は、パンチング加工やレーザー加工等により積層SG5に形成した貫通孔に、導体材料粉末をペースト化した導体ペーストを印刷やプレス充填により埋め込む等の手段によって形成される。貫通穴加工は、積層SG5が厚い場合、パンチング加工が積層SG5の表裏の貫通穴径に差異がなく、好ましい。また貫通穴を加工する際、積層SG5は支持体1から剥がして行なってもよいが、支持体1上に保持したまま行なうと積層SG5の変形を防止できるのでより好ましい。

10

【0083】

導体層2の形成された支持体1上に第1のセラミックスラリー3を塗布し、塗布された第1のセラミックスラリー3上に第2のセラミックスラリー4を塗布して積層SG5を形成する方法としては、ドクターブレード法、リップコーター法、ダイコーター法等が挙げられる。第1のセラミックスラリー3上に第2のセラミックスラリー4を塗布する方法としては、特にダイコーター法やスロットコーター法、カーテンコーター法等の押し出し式の方法を用いると、これらは非接触式の塗布方法なので、第1のセラミックスラリー3と第2のセラミックスラリー4とを物理的な力で混合させることなく積層SG5を形成することができるのでよい。

20

【0084】

第1のSG層3'の厚さは、導体層2の間隔に空隙が発生しないように、また導体層2の形状が変化しない程度に、導体層2の厚みより厚くなるように形成される。第2のSG層4'の厚さは、第2のSG層4'が軟化してその下側に位置する積層SG5の第1のSG層3'とその中に埋め込まれた導体層2とで形成される表面形状に追従して変形するよ

30

【0085】

キャビティを有する電子部品を製造する場合、次のSG積層体6を作製する工程より前に、キャビティ形状の貫通穴を金型による打ち抜き等により積層SG5の一部に形成しておく。

【0086】

次に、図1(d)に示すように、位置合わせして積み重ねた積層SG5を、溶融成分が溶融状態となり第2のSG層4'が軟化して変形する程度の温度つまり溶融成分の融点程度の温度で加熱することで、SG積層体6を作製する。ここで、積層する際に支持体1から積層SG5を剥がすことも可能であり、この際に必要に応じて加熱等の処理を施すことも可能である。またこのとき、積層した積層SG5同士が位置ずれしないように、また、軟化した第2のSG層4'を第1のSG層3'およびその中に埋め込まれて形成された導体層2に押さえ付ける程度の加圧を行なうと、より精度よく確実な圧着が可能となる。このとき、積層SG5同士の接着性を向上させるために、溶剤とバインダーや可塑剤等を混合した接着剤を用いてもよい。

40

【0087】

SG積層体6を作製する工程において、第2のSG層4'は加熱時に溶融する溶融成分を含有することから、導体層2が埋め込まれた積層SG5を積層して加熱した際に第2のSG層4'が軟化するので、第2のSG層4'はその下側に位置する積層SG5の第1の

50

S G層3'及びその中に埋め込まれた導体層2からなる表面形状に追従して変形する。これにより、導体層2の周囲や導体層2間に空隙が発生することなく積層S G 5同士が密着し、S G積層体6を焼成して得られる電子部品はデラミネーションが発生しない。

【0088】

また、第2のS G層4'は、加熱時に溶融する溶融成分を含有することから、加熱のみで第2のS G層4'が軟化して接着性を有するので、大きな加圧力により積層S G 5を圧着させる必要がない。そして、導体層2が埋め込まれて形成された第1のS G層3'は加熱時に溶融する溶融成分を含有しないことから、第1のS G層3'は加熱時に変形することなく、積層した積層S G 5同士が位置ずれしないように、また、軟化した第2のS G層4'を第1のS G層3'およびその中に埋め込まれて形成された導体層2に押さえる程度では変形しない。よって、積層S G 5およびその中に埋め込まれて形成された導体層2の形状が変形することがなく、さらに加圧による積層S G 5への歪がなく得られるS G積層体6およびそれを焼成して得られる電子部品は高い寸法精度を有するものとなる。

【0089】

例えば、加熱時に溶融する溶融成分を含有しない積層S Gを用いた場合、S G積層体6および電子部品の寸法精度は $\pm 0.5\%$ （寸法誤差）程度であったが、本発明の溶融成分を含有する積層S G 5を用いた場合、S G積層体6および電子部品の寸法精度は $\pm 0.2\%$ 程度となり、大幅に向上することが実験により判明した。

【0090】

また、キャビティを有する電子部品を製造する場合、大きな加圧力により積層S G 5を圧着させる必要がないので、キャビティ周囲部とキャビティ底部との加圧による積層S G 5の伸びの違いによるキャビティ底部の反りの発生を抑えることが可能となり、キャビティ底部に電子素子を精度よく確実に搭載することが可能な電子部品を得ることができる。

【0091】

図1(d)の最下部に位置するS Gとしては、第1のS G 5のみで構成されるS G 5'を用いればよい。積層コンデンサのように表面に導体層2が露出しない電子部品の場合、図1(d)の最上部に位置する積層S G 5には導体層2が形成されていない積層S G 5を用いればよく、積層セラミック配線基板のような両面に導体層2が露出する電子部品の場合、最下部のS G 5'の両面に導体層5を形成したものを用いればよい。

【0092】

支持体1上に形成された溶融成分を含有した第2のS G層4'上に、溶融成分を含有しない第1のS G層3'を形成して積層S G 5を形成し、この積層S G 5の第2のS G層4'上に導体層2を形成した後、導体層2が形成された積層S G 5を複数枚加熱して積層する方法でもデラミネーションを防止し、かつ積層加圧による変形のない電子部品を製造することができる。この方法では、導体層2の厚み以上に溶融成分を含有した第2のS G層4'の厚みが必要となるので、積層S G 5の厚みが薄い場合、溶融成分を含有した、つまり加熱で変形する第2のS G層4'の厚みの占める割合が高くなり、積層S G 5全体が変形し易くなる。これに対して、本発明の製造方法は、積層S G 5の導体層2が形成された面は実質的に平坦な面であるため、この面の形状に追従して変形する第2のS G層4'の厚みを薄くすることができる。よって、積層S G 5の厚みが薄い場合であっても、積層時の加熱による積層S G 5の変形が抑えられて高寸法精度が確保できるのでより好ましい。

【0093】

そして最後に、S G積層体6を焼成することにより本発明の電子部品が作製される。焼成工程は有機成分の除去とセラミック粉末の焼結とから成る。有機成分の除去は100～800の温度範囲でS G積層体6を加熱することで行ない、有機成分を分解、揮発させ、焼結温度はセラミック組成により異なり、約800～1600の範囲内で行なう。焼成雰囲気はセラミック粉末や導体材料により異なり、大気中、還元雰囲気中、非酸化性雰囲気中等で行なわれ、有機成分の除去を効果的に行なうために水蒸気等を含ませてもよい。

【0094】

焼成後の電子部品はその表面に露出した導体層 2 の表面には、導体層 2 の腐食防止のために、または半田や金属ワイヤ等の外部基板や電子部品との接続手段の良好な接続のために、Ni や Au のめっきを施すとよい。

【0095】

セラミック材料としてガラスセラミックスのような低温焼結材料を用いる場合、SG 積層体 6 の上下面にさらに拘束グリーンシートを積層して焼成し、焼成後に拘束シートを除去するようにすれば、より高寸法精度のセラミック基板を得ることが可能となる。拘束グリーンシートは、 Al_2O_3 等の難焼結性無機材料を主成分とするグリーンシートであり、焼成時に収縮しないものである。この拘束グリーンシートが積層された積層体は、収縮しない拘束グリーンシートにより積層平面方向 (xy 平面方向) の収縮が抑制され、積層方向 (z 方向) にのみ収縮するので、焼成収縮に伴う寸法ばらつきが抑制される。このときの拘束グリーンシートも本発明の積層 SG 5 と同様の第 1 の SG 層 3' と第 2 の SG 層 4' とを有する構成にすると、拘束グリーンシートを積層して圧着する際にも大きな加圧力を必要とせず、得られる電子部品はより高寸法精度のものとなるのでよい。

10

【0096】

また、拘束グリーンシートには難焼結性無機成分に加えて、焼成温度以下の軟化点を有するガラス成分、例えば積層 SG 5 中のガラスと同じガラスを含有させるとよい。焼成中にこのガラスが軟化して積層 SG 5 と結合することにより、積層 SG 5 と拘束グリーンシートとの結合が強固になり、より確実な拘束力が得られるからである。このときのガラス量は難焼結性無機成分とガラス成分を合わせた無機成分に対して 0.5 ~ 1.5 質量%とすると拘束力が向上し、かつ拘束グリーンシートの焼成収縮が 0.5% 以下に抑えられる。

20

【0097】

焼成後、拘束シートを除去する。除去方法としては、例えば研磨、ウォータージェット、ケミカルブラスト、サンドブラスト、ウェットブラスト (砥粒と水とを空気圧により噴射させる方法) 等が挙げられる。

【0098】

以上のような方法で作製された電子部品は、その内部にデラミネーションを有さず寸法精度の高いものであるので、電子部品として要求される優れた電気特性や気密性の高いものとなる。

【実施例 1】

30

【0099】

本発明の実施例について以下に詳細に説明する。

【0100】

まず、アルミナ粉末と表 1 に示すような有機成分を混合して第 1 のセラミックスラリーおよび第 2 のセラミックスラリーを作製した。第 1 の SG 層と第 2 の SG 層との 2 層に形成されているかどうかを確認するため、第 1 のセラミックスラリーに遷移金属の酸化物 (三酸化クロム) を添加した。

【0101】

次に、PET フィルム上に第 1 のセラミックスラリーをリップコーター法により厚さ 50 μm で塗布し、続いて塗布された第 1 のセラミックスラリー上に第 2 のセラミックスラリーをダイコーター法により厚さ 100 μm で塗布し、乾燥することにより積層 SG を作製した。

40

【0102】

比較例 3 および比較例 4 のみ、その後積層 SG 同士を積層して、80、0.5 MPa で加圧することで SG 積層体を作製した。

【表 1】

試料	第1のステアリー						第2のステアリー						SP値差
	有機バインダー SP値	有機バインダー 体積分率(%)	溶剤 SP値	溶剤 体積分率(%)	溶解成分 SP値	溶解成分 体積分率(%)	有機バインダー SP値	有機バインダー 体積分率(%)	溶剤 SP値	溶剤 体積分率(%)	ステアリーの SP値	ステアリーの SP値	
例1	8.3	20	11.5	80		なし	8.3	10	8.9	90	10.86	8.84	2.02
例2													
例3	11.9	20	11.5	80		なし	8.3	10	8.9	90	11.58	8.84	2.74
例4	12.1	20	21.0	80		なし	8.3	10	8.9	90	19.22	8.84	10.38
比較例1	11.9	20	11.5	70	9.5	10	8.3	10	8.9	90	11.38	8.84	2.54
比較例2	8.3	22	11.5	78		なし	8.3	10	8.9	90	10.80	11.54	0.68
比較例3	8.3	20	11.5	70	9.5	10	8.3	10	8.9	90	10.66	8.84	1.82

10

20

30

【0103】

比較例1の積層SGの積層体の断面を観察すると、第1のSG層と第2のSG層の界面において、金属顔料の三酸化クロムの緑色が薄くなっており、若干の拡散が見られたものの、第2のSG層まで拡散しておらず、きちんと2層が形成されていた。

40

【0104】

比較例2～4のSG積層体の断面は、拡散もなく剥離もしない第1のSG層と第2のSG層が形成されていた。また、実施例4のSG積層体においては、その断面まで観察したが、デラミネーションもなく積層できていることを確認した。

【0105】

これに対して、比較例1, 2では、第2のSG層の表面にまで三酸化クロムの緑色で着色されており、第1のSG層と第2のSG層が混合し、同一化していた。

【0106】

また、比較例3においては、SG積層体の断面を観察したところ、SG層間で剥離とデラミネーションが発生していた。

【0107】

50

このように、第1のセラミックスラリーの溶解度パラメータと第2のセラミックスラリーの溶解度パラメータとを2以上離すことによって、第1のSG層と第2のSG層が混合、同一化してしまうことを防ぐことができる。

【実施例2】

【0108】

最初に、支持体であるPETフィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用い、スクリーン印刷法により10~20 μ mの厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【0109】

次に、第1のSG層の形成用に、平均粒径1 μ mのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対してバインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で10質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエンおよび酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第1のセラミックスラリーを調製した。

【0110】

次に、第2のSG層の形成用に、平均粒径1 μ mのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対してバインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で18, 19, 20, 25, 30, 35, 40, 42, 45質量%にて各々外添加して調合し、融点が35乃至100である溶解成分としてヘキサデカノールを固形分で10質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエンおよび酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第2のセラミックスラリーを調製した。

【0111】

これらのセラミックスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度2m/分、成形シート幅が250mmの条件にて第1のSG層を厚み50 μ mで各々成形した上に、そのまま第2のSG層を100 μ mの厚みで成形し、積層SGを成形した。

【0112】

導体層を形成した積層SGを4層重ねあわせて厚み方向に0.5MPaの圧力および80の温度で加熱圧着してSG積層体を作製した。その際の剥離強度は、積層SGを剥離した際の剥離発生箇所を双眼顕微鏡にて観察し、剥離箇所が第2のSG層内である場合を良品とした。

【0113】

それから、得られたSG積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、7.33 $\times 10^3$ Paの水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約1000の温度で1時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約1600の温度で1時間保持して評価用の焼結体(セラミックス)を作製した。この焼結体の断面(クロスセクション)観察を行い、セラミック層間のデラミネーションおよびブクやピンホールが発生の有無を調査した。第2のセラミックスラリー中のバインダー量別の評価結果を表2に示す。

【0114】

なお、表2における剥離強度の欄の「 \square 」は、積層体を剥離した際に剥離箇所が第1のSG層内であったことを示す。「 \square 」は、第1のSG層外であったことを示す。内層デラミネーション有無の欄の「 \square 」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「 \square 」は、SG積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。ブク/ピンホール有無の欄の「 \square 」は、焼結体内部にブクやピンホールがないことを示す。「 \square 」は、積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にブクやピンホールが見られたことを示す。

10

20

30

40

50

【表 2】

試料No.	第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの量(質量%)	剥離強度	内層デラミネーションの有無	ブク/ピンホールの有無	総合判定
1	18	△	△	○	△
2	19	○	○	○	○
3	20	○	○	○	○
4	25	○	○	○	○
5	30	○	○	○	○
6	35	○	○	○	○
7	40	○	○	○	○
8	42	○	○	△	△
9	45	○	○	△	△

10

【0115】

表 2 より、上記バインダーの添加量が 19 質量%未満の試料 No. 1 は、剥離箇所は第 1 の SG 層外であり、かつ焼結体内部にデラミネーションが発生した。また、上記バインダーの添加量が 40 質量%より大きい試料 No. 8, 9 は、内層にブクやピンホールが発生していた。

【0116】

これに対して、上記バインダーの添加量が 19 乃至 40 質量%の試料 No. 2, 3, 4, 5, 6, 7 は、剥離箇所は第 1 の SG 層内でかつデラミネーションが無く、内層にブクやピンホールの発生しない優れたものであった。

20

【実施例 3】

【0117】

実施例 2 と同様に、最初に、支持体である PET フィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により 10 ~ 20 μm の厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【0118】

次に、第 1 の SG 層の形成用に、平均粒径 1 μm のアルミナを 90 質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて 10 質量%の割合で調合し、セラミック粉末 100 質量%に対してバインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で 10 質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを 1 質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより 40 時間混合し、第 1 のセラミックスラリーを調製した。

30

【0119】

次に、第 2 SG 層の形成用に、平均粒径 1 μm のアルミナを 90 質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて 10 質量%の割合で調合し、セラミック粉末 100 質量%に対してバインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で 20 質量%、メタクリル酸メチル樹脂の分子量を 4 万, 8 万, 10 万, 20 万, 30 万, 36 万, 50 万で各々調合し、融点が 35 乃至 100 である溶融成分としてヘキサデカノールを固形分で 10 質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを 1 質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより 40 時間混合し、第 2 のセラミックスラリーを調製した。

40

【0120】

これらのセラミックスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度 2 m/分、成形シート幅が 250 mm の条件にて第 1 の SG 層を厚み 50 μm で各々成形した上に、そのまま第 2 の SG 層を 100 μm の厚みで成形し、積層 SG を成形した。

【0121】

導体層を形成した積層 SG を 4 層重ねあわせて厚み方向に 0.5 MPa の圧力および 80 の温度で加熱圧着して SG 積層体を作製した。その後、でき上がった SG 積層体の寸

50

法を3次元測定器で測定した。

【0122】

それから、得られたSG積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、 7.33×10^3 Paの水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約1000の温度で1時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約1600の温度で1時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面（クロスセクション）観察を行い、セラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第2のセラミックスラリー中のバインダーの分子量別の評価結果を表3に示す。

【0123】

なお、表3における内層デラミネーション有無の欄の「 Δ 」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「 \circ 」は、SG積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。また、積層寸法の欄の「 Δ 」は、積層後の寸法を3次元測定機で測定した結果、寸法ばらつきが $\pm 0.05\%$ より小さいものであったことを示す。「 \circ 」は、製品寸法に問題は無いものの、寸法ばらつきが $\pm 0.05\%$ 以上であったことを示す。

【表3】

試料No.	第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの分子量	内層デラミネーションの有無	積層寸法	総合判定
1	4万	Δ	Δ	Δ
2	8万	\circ	\circ	\circ
3	10万	\circ	\circ	\circ
4	20万	\circ	\circ	\circ
5	30万	\circ	\circ	\circ
6	36万	Δ	Δ	Δ
7	50万	Δ	Δ	Δ

【0124】

表3より、上記バインダーの分子量が8万未満の試料No.1は、焼結体内部にデラミネーションが発生し、かつ積層寸法の寸法ばらつきが 0.05% 以上であった。また、上記バインダーの分子量が30万より大きい試料No.5,6は、焼結体内部にデラミネーションが発生し、かつ積層寸法の寸法ばらつきが 0.05% 以上であった。

【0125】

これに対して、上記バインダーの分子量が8万乃至30万の試料No.2,3,4は、内層デラミネーションが無く、寸法ばらつき点でも優れたものであった。

【実施例4】

【0126】

実施例3と同様に、最初に、支持体であるPETフィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により $10 \sim 20 \mu\text{m}$ の厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【0127】

次に、第1のSG層の形成用に、平均粒径 $1 \mu\text{m}$ のアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物（三酸化クロム）を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対してバインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で20質量%、低融点成分としてヘキサデカノールを固形分で10質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第1のセラミックスラリーを調製した。

【0128】

次に、第2のSG層の形成用に、平均粒径 $1 \mu\text{m}$ のアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物（三酸化クロム

10

20

30

40

50

を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対してバインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で10質量%、バインダーの酸価を0.0, 0.1, 0.5, 0.8, 0.9, 1.5 KOHmg/gとして各々調合し、融点が35乃至100である溶融成分としてヘキサデカノールを固形分で10質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第2のセラミックスラリーを調製した。

【0129】

これらのセラミックスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度2m/分、成形シート幅が250mmの条件で第1のSG層を厚み50μmで各々成形した上に、そのまま第2のSG層を100μmの厚みで成形し、積層SGを成形した。

10

【0130】

導体層を形成した積層SGを4層重ねあわせて厚み方向に0.5MPaの圧力および80の温度で加熱圧着してSG積層体を作製した。その後、でき上がったSG積層体の寸法を3次元測定器で測定した。

【0131】

それから、得られたSG積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、 7.33×10^3 Paの水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約1000の温度で1時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約1600の温度で1時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面(クロスセクション)観察、及びセラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第2のSG層中のバインダーの酸価別の評価結果を表4に示す。

20

【0132】

なお、表4における内層デラミネーション有無の欄の「△」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「○」は、SG積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。また、積層寸法の欄の「△」は、積層後の寸法を3次元測定機で測定した結果、寸法ばらつきが±0.05%より小さいものであったことを示す。「○」は、製品寸法に問題は無いものの、寸法ばらつきが±0.05%以上であったことを示す。

【表4】

30

試料No.	第2のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの酸価 (KOHmg/g)	内層デラミネーションの有無	積層寸法	総合判定
1	0.0	△	△	△
2	0.1	○	○	○
3	0.5	○	○	○
4	0.8	○	○	○
5	0.9	△	△	△
6	1.5	△	△	△

40

【0133】

表4より、上記バインダーの酸価が0.1 KOHmg/g未満の試料No.1は、焼結体内部にデラミネーションが発生し、かつ積層寸法の寸法ばらつきが0.05%以上であった。また、上記バインダーの酸価が0.8 KOHmg/gより大きい試料No.5, 6は、内層にブクやピンホールが発生していた。

【0134】

これに対して、上記バインダーの酸価が0.1乃至0.8質量%の試料No.2, 3, 4は、内層デラミネーションが無く、かつ寸法ばらつきの点でも優れたものであった。

【実施例5】

【0135】

50

実施例 4 と同様に、最初に、支持体である P E T フィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により 10 ~ 20 μm の厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【 0 1 3 6 】

次に、第 1 の S G 層の形成用に、平均粒径 1 μm のアルミナを 90 質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物（三酸化クロム）とを合わせて 10 質量%の割合で調合したセラミック粉末 100 質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸イソブチル樹脂を固形分で 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 質量%を各々調合して外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより 40 時間混合し、第 1 のセラミックスラリーを調製した。

10

【 0 1 3 7 】

次に、第 2 の S G 層の形成用に、平均粒径 1 μm のアルミナを 90 質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物（三酸化クロム）を合わせて 10 質量%の割合で調合したセラミック粉末 100 質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で 10 質量%、融点が 35 乃至 100 である溶融成分としてヘキサデカノールを 10 質量%外添加し、可塑剤としてフタル酸ジブチルを 1 質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより 40 時間混合し、第 2 のセラミックスラリーを調製した。

【 0 1 3 8 】

これらのスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度 2 m / 分、成形シート幅が 250 mm の条件にて第 1 の S G 層を厚み 50 μm で成形した上に、そのまま第 2 の S G 層を 50 μm の厚みで成形し、積層 S G を成形した。

20

【 0 1 3 9 】

導体層を形成した積層 S G をそれぞれ 4 層重ねあわせて、厚み方向に 0.5 MPa の圧力および 80 の温度で加熱圧着して、S G 積層体を作製した。それから、得られた S G 積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、 7.33×10^3 Pa の水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約 1000 の温度で 1 時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約 1600 の温度で 1 時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面（クロスセクション）観察、セラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第 1 のセラミックスラリー中のバインダー量別の評価結果を表 5 に示す。

30

【 0 1 4 0 】

なお、表 5 おける内層デラミネーション有無の欄の「」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「」は、S G 積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。

【表 5】

試料No.	第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの量 (質量%)	内層デラミネーションの有無	総合判定
1	8	○	△
2	10	○	○
3	12	○	○
4	14	○	○
5	16	○	○
6	18	○	○
7	20	○	○
8	22	△	△
9	24	△	△

40

【 0 1 4 1 】

50

表5より、上記バインダーの添加量が10質量%未満の試料No. 1は、焼結体内部にデラミネーションが発生した。また、上記バインダーの添加量が20質量%より大きい試料No. 8, 9においても、同様に焼結体内部にデラミネーションが発生した。

【0142】

これに対して、上記バインダーの添加量が10乃至20質量%の試料No. 2, 3, 4, 5, 6, 7は、内層デラミネーションがなく、優れたものであった。

【実施例6】

【0143】

実施例5と同様に、最初に、支持体であるPETフィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により10~20 μ mの厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【0144】

次に、第1のSG層の形成用に、平均粒径1 μ mのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)とを合わせて10質量%の割合で調合したセラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸イソブチル樹脂を固形分で10質量%外添加し、その際バインダーの分子量として1万, 5万, 20万, 40万, 60万, 80万, 100万を各々調合し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第1のセラミックスラリーを調製した。

【0145】

次に、第2のSG層の形成用に、平均粒径1 μ mのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合したセラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で10質量%外添加し、その際バインダーの分子量を各々調合し、融点が35乃至100である溶融成分としてヘキサデカノールを10質量%外添加し、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加した後、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第2のセラミックスラリーを調製した。

【0146】

これらのスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度2m/分、成形シート幅が250mmの条件にて第1のSG層を厚み50 μ mで成形した上に、そのまま第2のSG層を50 μ mの厚みで成形し、積層SGを成形した。

【0147】

導体層を形成した積層SGをそれぞれ4層重ねあわせて、厚み方向に0.5MPaの圧力および80の温度で加熱圧着して、SG積層体を作製した。その後、でき上がったSG積層体の寸法を3次元測定器で測定した。

【0148】

それから、得られたSG積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、 7.33×10^3 Paの水蒸気を含んだ窒素雰囲気中で約1000の温度で1時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約1600の温度で1時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面(クロスセクション)観察、セラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第1のセラミックスラリー中のバインダーの分子量別の評価結果を表6に示す。

【0149】

なお、表6における内層デラミネーション有無の欄の「」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「」は、積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。また、積層寸法の欄の「」は、積層後の寸法を3次元測定機で測定した結果、寸法ばらつきが $\pm 0.05\%$ より小さいものであったことを示す。「」は、製品寸法に問題は無いものの、寸法ばらつきが ± 0

10

20

30

40

50

． 0 5 % 以上であったことを示す。

【表 6】

試料No.	第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの分子量	内層デラミネーションの有無	積層寸法	総合判定
1	1万	△	△	△
2	5万	○	○	○
3	20万	○	○	○
4	40万	○	○	○
5	60万	○	○	○
6	80万	△	△	△
7	100万	△	△	△

10

【0150】

表6より、上記バインダーの分子量が5万未満の試料No. 1は、焼結体内部にデラミネーションが発生し、かつ積層寸法の寸法ばらつきが0.05%以上であった。また、上記バインダーの分子量が80万より大きい試料No. 6, 7は、焼結体内部にデラミネーションが発生し、かつ積層寸法の寸法ばらつきが0.05%以上であった。

【0151】

これに対して、上記バインダーの分子量が5万乃至80万の試料No. 2, 3, 4, 5は、内層デラミネーションが無く、寸法ばらつきにも優れたものであった。

20

【実施例7】

【0152】

実施例6と同様に、最初に、支持体であるPETフィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により10~20μmの厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【0153】

次に、第1のSG層の形成用に、平均粒径1μmのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)とを合わせて10質量%の割合で調合したセラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸イソブチル樹脂を固形分で10質量%外添加し、その際バインダーの酸価として0.0, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 8.0 KOHmg/gにて各々調合し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第1のセラミックスラリーを調製した。

30

【0154】

次に、第2のSG層の形成用に、平均粒径1μmのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合したセラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で10質量%、融点が35乃至100である溶融成分としてヘキサデカノールを10質量%外添加し、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第2のセラミックスラリーを調製した。

40

【0155】

これらのスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度2m/分、成形シート幅が250mmの条件にて第1のSG層を厚み50μmで成形した上に、そのまま第2のSG層を50μmの厚みで成形し、積層SGを成形した。成形後の積層SGは、斜光による外観検査にて、積層SG内のピンホールの有無を評価した。

【0156】

導体層を形成した積層SGをそれぞれ4層重ねあわせて、厚み方向に0.5MPaの圧力および80の温度で加熱圧着して、SG積層体を作製した。それから、得られたSG

50

積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、 7.33×10^3 Paの水蒸気を含んだ窒素雰囲気中で約1000の温度で1時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約1600の温度で1時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面(クロスセクション)観察、セラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第1のセラミックスラリー中のバインダーの酸価別の評価結果を表7に示す。

【0157】

なお、表7における内層デラミネーション有無の欄の「 Δ 」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「 \circ 」は、SG積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。また、シート内ピンホール有無の欄の「 Δ 」は、成形後の積層SG内にピンホールが無く、優れたものであったことを示す。「 \circ 」は、製品内にピンホールは無いものの、積層SG内にピンホールを確認したことを示す。

10

【表7】

試料No.	第1のセラミックスラリーに含まれる有機バインダーの酸価 (KOHmg/g)	内層デラミネーションの有無	シート内ピンホールの有無	総合判定
1	0.0	Δ	Δ	Δ
2	0.1	\circ	\circ	\circ
3	0.5	\circ	\circ	\circ
4	1.0	\circ	\circ	\circ
5	5.0	Δ	Δ	Δ
6	8.0	Δ	Δ	Δ

20

【0158】

表7より、上記バインダーの酸価が0.1KOHmg/g未満の試料No.1は、焼結体内部にデラミネーションが発生し、かつ積層SG内にピンホールを確認した。また、上記バインダーの酸価が5.0KOHmg/gより大きい試料No.6は、焼結体内部にデラミネーションが発生し、かつ積層SG内にピンホールを確認した。

【0159】

これに対して、上記バインダーの酸価が0.1乃至5.0KOHmg/gの試料No.2,3,4,5は、内層デラミネーションが無く、かつ寸法ばらつきにも優れたものであった。

30

【実施例8】

【0160】

実施例7と同様に、最初に、支持体であるPETフィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により10~20 μ mの厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【0161】

次に、第1のSG層の形成用に、平均粒径1 μ mのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチルを固形分で10質量%で調合し外添加し、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、スラリーを調製した。

40

【0162】

次に、第2のSG層の形成用に、平均粒径1 μ mのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル-アクリル酸エチル共重合体樹脂を固形分で20質量%外

50

添加し、メタクリル酸メチル - アクリル酸エチル共重合体樹脂のガラス転移点を - 22 , - 20 , - 15 , - 12 , - 10 , - 7 で各々調合し、融点が 35 乃至 100 である溶融成分としてヘキサデカノールを固形分で 10 質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを 1 質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより 40 時間混合し、スラリーを調製した。

【0163】

これらのスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度 2 m / 分、成形シート幅が 250 mm の条件にて第 1 の SG 層を厚み 50 μ m で各々成形した上に、そのまま第 2 の SG 層を 100 μ m の厚みで成形し、積層 SG を成形した。導体層を形成した積層 SG をそれぞれ 4 層重ねあわせて厚み方向に 0.5 MPa の圧力および 80 の温度で加熱圧着して SG 積層体を作製した。

10

【0164】

それから、得られた SG 積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、 7.33×10^3 Pa の水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約 1000 の温度で 1 時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約 1600 の温度で 1 時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面観察を行い、セラミック層間のデラミネーション発生の有無を調査した。第 2 のセラミックスラリー中のバインダーのガラス転移点別の評価結果を表 8 に示す。

【0165】

なお、表 8 におけるシート付着の欄の「 Δ 」は、積層 SG を常温で取り扱う際に積層 SG 同士が付着せずに取り扱いが容易であったことを示す。「 \circ 」は、常温で重ねるだけで積層 SG 同士が付着し取り扱いが難しいものであったことを示す。内層デラミネーション有無の欄の「 Δ 」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「 \circ 」は、SG 積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。

20

【表 8】

試料No.	第2の有機バインダーのガラス転移点(°C)	シート付着	内層デラミネーション有無	総合判定
1	-22	Δ	\circ	Δ
2	-20	\circ	\circ	\circ
3	-15	\circ	\circ	\circ
4	-12	\circ	\circ	\circ
5	-10	\circ	Δ	Δ
6	-7	\circ	Δ	Δ

30

【0166】

表 8 より、上記バインダーのガラス転移点が - 20 未満の試料 No. 1 は、シート付着が発生した。また、上記バインダーのガラス転移点が - 12 より大きい試料 No. 5 , 6 は、焼結体内部にデラミネーションが発生した。

【0167】

これに対して、上記バインダーのガラス転移点が - 20 乃至 - 12 の試料 No. 2 , 3 , 4 は、内層デラミネーションが無く、優れたものであった。

40

【実施例 9】

【0168】

実施例 8 と同様に、最初に、支持体である PET フィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により 10 ~ 20 μ m の厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【0169】

次に、第 1 の SG 層の形成用に、平均粒径 1 μ m のアルミナを 90 質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム

50

)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で20質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第1のセラミックスラリーを調製した。

【0170】

次に、第2のSG層の形成用に、平均粒径1 μ mのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で10質量%外添加し、その際バインダーの水酸基価を0.0, 0.1, 2, 4, 5, 7 KOHmg/gで各々調合し、融点が35乃至100である溶融成分としてヘキサデカノールを固形分で10質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%を外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第2のセラミックスラリーを調製した。

10

【0171】

これらのセラミックスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度2m/分、成形シート幅が250mmの条件にて第1のSG層を厚み50 μ mで各々成形した上に、そのまま第2のSG層を100 μ mの厚みで成形し、積層SGを成形した。

【0172】

導体層を形成した積層SGをそれぞれ4層重ねあわせて厚み方向に0.5MPaの圧力および80の温度で加熱圧着してSG積層体を作製した。それから、得られたSG積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、7.33 $\times 10^3$ Paの水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約1000の温度で1時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約1600の温度で1時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面観察を行い、セラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第2のセラミックスラリー中のバインダーの水酸基価別の評価結果を表9に示す。

20

【0173】

なお、表9における内層デラミネーション有無の欄の「 Δ 」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「 \circ 」は、SG積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。

30

【表9】

試料No.	第2層の有機バインダーの水酸基価 (KOHmg/g)	層間デラミネーション有無	総合判定
1	0.0	Δ	Δ
2	0.1	\circ	\circ
3	2	\circ	\circ
4	4	\circ	\circ
5	5	\circ	\circ
6	7	Δ	Δ

40

【0174】

表9より、上記バインダーの水酸基価が0.1 KOHmg/g未滿の試料No.1は、焼結体内部にデラミネーションが発生した。また、上記バインダーの水酸基価が5 KOHmg/gより大きい試料No.6は、内層にブクやピンホールが発生していた。

【0175】

これに対して、上記バインダーの水酸基価が0.1乃至5 KOHmg/gの試料No.2, 3, 4, 5は、内層デラミネーションが無く優れたものであった。

【実施例10】

【0176】

50

実施例 9 と同様に、最初に、支持体である P E T フィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により 1 0 ~ 2 0 μ m の厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

【 0 1 7 7 】

次に、第 1 の S G 層の形成用に、平均粒径 1 μ m のアルミナを 9 0 質量 %、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物（三酸化クロム）を合わせて 1 0 質量 % の割合で調合し、セラミック粉末 1 0 0 質量 % に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル - アクリル酸エチル共重合体樹脂を固形分で 1 0 質量 % 外添加し、その際メタクリル酸メチル - アクリル酸エチル共重合体樹脂のガラス転移点を - 2 2 , - 2 0 , - 1 5 , - 1 2 , - 1 0 , - 7 で各々調合し、可塑剤としてフタル酸ジブチルを 1 質量 % 外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより 4 0 時間混合し、第 1 のセラミックスラリーを調製した。

10

【 0 1 7 8 】

次に、第 2 の S G 層の形成用に、平均粒径 1 μ m のアルミナを 9 0 質量 %、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物（三酸化クロム）を合わせて 1 0 質量 % の割合で調合し、セラミック粉末 1 0 0 質量 % に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で 2 0 質量 % で調合して外添加し、融点が 3 5 乃至 1 0 0 である溶融成分としてヘキサデカノールを固形分で 1 0 質量 %、可塑剤としてフタル酸ジブチルを 1 質量 % を外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより 4 0 時間混合し、第 2 のセラミックスラリーを調製した。

20

【 0 1 7 9 】

これらのセラミックスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度 2 m / 分、成形シート幅が 2 5 0 m m の条件にて第 1 の S G 層を厚み 5 0 μ m で各々成形した上に、そのまま第 2 の S G 層を 1 0 0 μ m の厚みで成形し、積層 S G を成形した。

【 0 1 8 0 】

導体層を形成した積層 S G をそれぞれ 4 層重ねあわせて厚み方向に 0 . 5 M P a の圧力および 8 0 の温度で加熱圧着して S G 積層体を作製した。それから、得られた S G 積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、 $7 . 3 3 \times 1 0 ^ 3$ P a の水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約 1 0 0 0 の温度で 1 時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約 1 6 0 0 の温度で 1 時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面観察を行い、セラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第 1 のセラミックスラリー中のバインダーのガラス転移点別の評価結果を表 1 0 に示す。

30

【 0 1 8 1 】

なお、表 1 0 におけるシート付着の欄の「」は、積層 S G を常温で取り扱う際に積層 S G 同士が付着せずに取り扱いが容易であったことを示す。「」は、常温で重ねるだけで積層 S G 同士が付着し取り扱いが難しいものであったことを示す。シート割れ欠けの欄の「」は、常温で取り扱う際に積層 S G に割れや欠けが起こらずに取り扱いが容易であったことを示す。「」は、常温で取り扱う際に積層 S G に割れや欠けが起こり取り扱いが難しいものであったことを示す。内層デラミネーション有無の欄の「」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「」は、S G 積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。

40

【表 10】

試料No.	第1の有機バインダーのガラス転移点(°C)	シート付着	シート割れ 欠け	内層デラミネーション有無	総合判定
1	-22	△	○	○	△
2	-20	○	○	○	○
3	10	○	○	○	○
4	20	○	○	○	○
5	25	○	△	○	△
6	30	○	△	○	△

10

【0182】

表10より、上記バインダーのガラス転移点が-20未満の試料No.1は、シート付着が発生した。また、上記バインダーのガラス転移点が20より大きい試料No.5,6は、シート割れや欠けが発生した。

【0183】

これに対して、上記バインダーのガラス転移点が0.1乃至5KOHmg/gの試料No.2,3,4は、シートが付着せず、割れや欠けが起こらずに内層デラミネーションが無く優れたものであった。

【実施例11】

【0184】

実施例10と同様に、最初に、支持体であるPETフィルム上に、タングステンを主成分とする導体ペーストを用いスクリーン印刷法により10~20μmの厚みで所定パターンに印刷し、導体層を形成した。

20

【0185】

次に、第1のSG層の形成用に、平均粒径1μmのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で10質量%外添加し、その際バインダーの水酸基価を0.0,3,5,10,20,40,60,80,100,104,110KOHmg/gで各々調合し、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第1のセラミックスラリーを調製した。

30

【0186】

次に、第2のSG層の形成用に、平均粒径1μmのアルミナを90質量%、焼結助剤としてシリカ、マグネシア、カルシアと、着色顔料として遷移金属の酸化物(三酸化クロム)を合わせて10質量%の割合で調合し、セラミック粉末100質量%に対して、バインダーとしてメタクリル酸メチル樹脂を固形分で20質量%、融点が35乃至100である溶融成分としてヘキサデカノールを固形分で10質量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを1質量%外添加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミルにより40時間混合し、第2のセラミックスラリーを調製した。

40

【0187】

これらのスラリーからダイコーターシート成形機を用いて、導体層を形成した支持体上に成形速度2m/分、成形シート幅が250mmの条件にて第1のSG層を厚み50μmで各々成形した上に、そのまま第2のSG層を100μmの厚みで成形し、積層SGを成形した。

【0188】

導体層を形成した積層SGをそれぞれ4層重ねあわせて厚み方向に0.5MPaの圧力および80の温度で加熱圧着してSG積層体を作製した。その後、でき上がったSG積層体の寸法を3次元測定器で測定した。それから、得られたSG積層体中のバインダー等の有機成分や、有機成分が分解した後に残留するカーボンを除去するため、7.33×1

50

0³ Paの水蒸気を含んだ窒素雰囲気中に約1000の温度で1時間保持する熱処理を行った後、還元雰囲気中にて約1600の温度で1時間保持して評価用の焼結体を作製した。この焼結体の断面観察を行い、セラミック層間のデラミネーションの有無を調査した。第1のセラミックスラリー中のバインダーの水酸基価別の評価結果を表11に示す。

【0189】

なお、表11における内層デラミネーション有無の欄の「○」は、焼結体内部にデラミネーションが見られず優れていたことを示す。「△」は、SG積層体の形成に問題は無いものの、焼結体内部にデラミネーションが見られたことを示す。積層寸法の欄の「○」は、積層後の寸法を3次元測定機で測定し、寸法ばらつきが±0.05%より小さいものであったことを示す。「△」は、製品寸法に問題は無いものの、寸法ばらつきが±0.05%以上であったことを示す。

10

【表11】

試料No.	第2層の有機バインダーの水酸基価 (KOHmg/g)	層間デラミネーション有無	積層寸法	総合判定
1	0.0	○	△	△
2	3	○	△	△
3	5	○	○	○
4	10	○	○	○
5	20	○	○	○
6	40	○	○	○
7	60	○	○	○
8	80	○	○	○
9	100	○	○	○
10	104	○	○	○
11	110	○	△	△

20

【0190】

表11より、上記バインダーの水酸基価が5KOHmg/g未満の試料No.1,2は、焼結体内部にデラミネーションが発生しないものの、積層寸法の寸法ばらつきが0.05%以上であった。また、上記バインダーの水酸基価が100KOHmg/gより大きい試料No.11も、同様に焼結体内部にデラミネーションはないものの積層寸法の寸法ばらつきが0.05%以上であった。

30

【0191】

これに対して、上記バインダーの水酸基価が5乃至100KOHmg/gの試料No.3,4,5,6,7,8,9,10は、内層デラミネーションが無く、かつ寸法ばらつきにも優れたものであった。

【0192】

なお、本発明は上述の実施の形態及び実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲であれば種々の変更は可能である。例えば、上述の実施の形態では、無機粉末とバインダーと溶媒とを添加混合してセラミックスラリーを作製したが、積層SGに柔軟性を付与するために可塑剤を添加してもよく、また無機粉末の分散性を高めるために分散剤を添加してもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0193】

【図1】(a)~(d)は、本発明の電子部品の製造方法の実施の形態の一例を示す工程毎の断面図である。

【符号の説明】

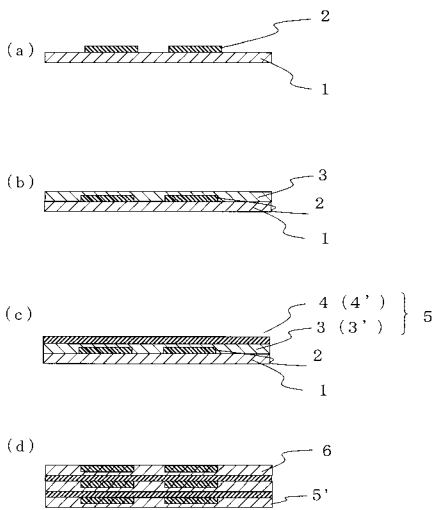
【0194】

1・・・支持体

50

- 2 . . . 導体層
- 3 . . . 第 1 のセラミックスラリ
- 4 . . . 第 2 のセラミックスラリ
- 5 . . . 積層セラミックグリーンシート
- 6 . . . セラミックグリーンシート積層体

【 図 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

C 0 4 B 35/00 1 0 8

Fターム(参考) 5E001 AB03 AE02 AE03 AH01 AJ01 AJ02
5E082 AB03 BC32 EE04 EE23 EE35 FF05 FG04 FG26 FG46 FG54
LL01 PP03 PP06 PP10
5E346 AA12 AA15 AA32 AA38 BB01 CC17 CC31 DD02 DD31 EE24
EE29 EE30 FF18 GG04 GG05 GG08 HH11