(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4978518号
(P4978518)

(45)発行日　平成24年7月18日(2012.7.18)　(24)登録日　平成24年4月27日(2012.4.27)

(51)Int.Cl.			F I		
H01G	4/30	(2006.01)	H01G	4/30	301E
H01G	4/12	(2006.01)	H01G	4/30	301C
H01G	4/232	(2006.01)	H01G	4/12	358
			H01G	4/12	361
			H01G	4/12	364

請求項の数 6　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2008-60886(P2008-60886)
(22)出願日　平成20年3月11日(2008.3.11)
(65)公開番号　特開2008-277766(P2008-277766A)
(43)公開日　平成20年11月13日(2008.11.13)
審査請求日　平成22年10月29日(2010.10.29)
(31)優先権主張番号　特願2007-95369(P2007-95369)
(32)優先日　平成19年3月30日(2007.3.30)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000003067
ＴＤＫ株式会社
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号
(74)代理人　100097180
弁理士　前田　均
(74)代理人　100110917
弁理士　鈴木　亨
(72)発明者　守田　大亮
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ株式会社内
(72)発明者　佐藤　茂樹
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】積層セラミック電子部品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

セラミック粉体とブチラール樹脂とを含むセラミックグリーンシートと、所定パターンの内部電極パターン層と、を交互に複数重ねて、グリーンセラミック積層体を得る工程を有する積層セラミック電子部品の製造方法であって、

前記ブチラール樹脂の重合度が、１０００～２４００であり、

前記内部電極パターン層を形成するための内部電極ペーストが、導電体粉末と、有機バインダと、を有しており、

前記有機バインダは、エチルセルロースと、粘着付与剤としてのガムロジン、ロジングリセリンエステルおよび脂環族石油樹脂から選ばれる少なくとも１つと、を有しており、

前記有機バインダが、前記導電体粉末１００重量部に対して、２重量部超９重量部未満含有され、前記有機バインダの含有量に対する前記粘着付与剤の含有比率が、５～５０重量％であることを特徴とする積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項２】

前記ブチラール樹脂が、前記セラミック粉体１００重量部に対して、５重量部超１０重量部未満含有されている請求項１に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項３】

前記エチルセルロースの重量平均分子量が、１９００００以上２５００００未満である請求項１または２に記載の積層セラミック電子部品の製造方法。

【請求項４】

前記エチルセルロースのエトキシル基含有率が、４６．１重量％超５２．０重量％未満である請求項１～３のいずれかに記載の積層セラミック電子部品の製造方法。
【請求項５】
前記ブチラール樹脂のブチラール化度が、５５モル％超７７モル％未満である請求項１～４のいずれかに記載の積層セラミック電子部品の製造方法。
【請求項６】
セラミック粉体とブチラール樹脂とを含むセラミックグリーンシートと、所定パターンの内部電極パターン層と、を交互に複数重ねて、グリーンセラミック積層体を得る工程を有する積層セラミック電子部品の製造方法であって、
前記ブチラール樹脂の重合度が、１０００～２４００であり、
前記ブチラール樹脂のブチラール化度が、５５モル％超６３モル％以下であり、
前記内部電極パターン層を形成するための内部電極ペーストが、導電体粉末と、有機バインダと、を有しており、
前記有機バインダは、エチルセルロースと、粘着付与剤としてのテルペンフェノールと、を有しており、
前記有機バインダが、前記導電体粉末１００重量部に対して、２重量部超９重量部未満含有され、前記有機バインダの含有量に対する前記粘着付与剤の含有比率が、５～５０重量％であることを特徴とする積層セラミック電子部品の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、積層セラミック電子部品の製造方法に係り、さらに詳しくは、グリーンシートを薄層化した場合であっても、シート積層性およびシート接着性を良好にすることができる積層セラミック電子部品の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
積層セラミック電子部品の一例としての積層セラミックコンデンサは、通常、キャリアシート上に誘電体ペーストを用いてドクターブレード法などによりセラミックグリーンシートを形成し、この上に内部電極形成用の内部電極ペーストを所定パターンで印刷し、乾燥させて内部電極パターンを形成する。その後、キャリアシートからセラミックグリーンシートを剥離し、これを所望の層数まで積層する。
【０００３】
ここで、積層前にセラミックグリーンシートをキャリアシートから剥離する方法（シート法）と、積層圧着後にキャリアシートを剥離する方法（印刷法）の２種類の積層法が知られているが、両者ともに大きな違いはない。最後にこの積層体をチップ状に切断してグリーンチップが作成される。これらのグリーンチップを焼成後、外部電極を形成し積層セラミックコンデンサが得られる。
【０００４】
ところで近年、電子機器の軽薄短小化が進んできている。これに伴い、その電子機器に使用される積層セラミックコンデンサにおいても、より一層の小型化・高容量化が進められている。積層セラミックコンデンサを小型化・高容量化するために最も効果的な方法は、内部電極と誘電体層を双方ともに可能な限り薄くし（薄層化）、かつそれらを可能な限り多く積層する（多層化）ことである。
【０００５】
しかしながら、特にセラミックグリーンシートの薄層化を進めた場合、セラミックグリーンシート上に印刷された内部電極ペースト中の溶剤が、セラミックグリーンシート中の有機バインダを膨潤または溶解させる、いわゆる「シートアタック」現象が問題となる。すなわち、「シートアタック」現象が生じると、セラミックグリーンシートにしわや穴、亀裂などが発生し、最終物たる積層セラミック電子部品に、ショート不良や層間剥離現象（デラミネーション）が発生してしまう。この「シートアタック」現象を防止するために

、互いのバインダを非相溶である組合せとしている。たとえば、特許文献１では、誘電体ペーストに含まれる有機バインダとしてポリビニルブチラール樹脂を使用し、内部電極ペーストに含まれる有機バインダとしてエチルセルロースを使用している。

【０００６】

また、グリーンシートに含まれる有機バインダ樹脂と、内部電極ペーストに含まれるエチルセルロースとの接着性を向上させるために、特許文献２および３では、内部電極ペーストにロジン等の粘着付与剤を含有させている。

【０００７】

しかしながら、上記のようにグリーンシートに含まれるバインダ樹脂と、内部電極ペーストに含まれるバインダ樹脂とが非相溶である場合には、同時に、接着性が悪化する。このような場合における、粘着付与剤については、ほとんど検討されておらず、生産性の悪化を招いていた。

【特許文献１】特開２００５－２４３５６１号公報

【特許文献２】特開平５－９００６９号公報

【特許文献３】特開２００４－１８６３３９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

本発明の目的は、セラミックグリーンシートの厚みを薄層化し、セラミックグリーンシートの強度が弱くなった場合、さらには、グリーンシートおよび内部電極パターン層に含まれるそれぞれのバインダが非相溶の組み合わせである場合であっても、グリーンシートの積層性および接着性を良好にし、焼成後のクラックなどを有効に防止することができる積層セラミック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】

【０００９】

本発明者等は、内部電極パターン層およびグリーンシートに含まれるそれぞれのバインダとして、非相溶であるエチルセルロースとブチラール樹脂とを組み合わせた場合、内部電極パターン層およびグリーンシートの接着性を向上させるためには、ブチラール樹脂の重合度により、特定の粘着付与剤として用いる必要があることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【００１０】

すなわち、本発明に係る積層セラミック電子部品の製造方法は、

セラミック粉体とブチラール樹脂とを含むセラミックグリーンシートと、所定パターンの内部電極パターン層と、を交互に複数重ねて、グリーンセラミック積層体を得る工程を有する積層セラミック電子部品の製造方法であって、

前記ブチラール樹脂の重合度が、１０００～２４００であって、

前記内部電極パターン層を形成するための内部電極ペーストが、導電体粉末と、有機バインダと、を有しており、

前記有機バインダは、エチルセルロースと、粘着付与剤としてのガムロジン、ロジングリセリンエステルおよび脂環族石油樹脂から選ばれる少なくとも１つと、を有しており、

前記有機バインダが、前記導電体粉末１００重量部に対して、２重量部超９重量部未満含有され、前記有機バインダの含有量に対する前記粘着付与剤の含有比率が、５～５０重量％であることを特徴とする。

【００１１】

セラミックグリーンシートに含まれるブチラール樹脂と、内部電極パターン層に含まれるエチルセルロースとは、非相溶の関係にあり、いわゆる「シートアタック」は生じない。しかしながら、ブチラール樹脂を含むグリーンシートと、エチルセルロースを含む内部電極パターン層とは接着性が悪く、積層時に積層不良を生じてしまう。さらに、支持体からの剥離不良を防止するためには、グリーンシート自体の強度を維持する必要があり、そのため、バインダ樹脂として高重合度のブチラール樹脂が使用される。

【００１２】
本発明では、粘着付与剤として、内部電極ペーストにガムロジン、ロジングリセリンエステルおよび脂環族石油樹脂から選ばれる少なくとも１つを上記の比率で含有させる。このようにすることで、上記の粘着付与剤が、高重合度のブチラール樹脂およびエチルセルロースに相溶し、その結果、グリーンシートと内部電極パターン層との接着性を良好にし、シート積層性（スタック性）を向上させることができる。しかも、このような粘着付与剤を含有させることにより、焼成温度の高いエチルセルロースの含有量を減らすことができるため、脱バインダが容易となる。
【００１３】
好ましくは、前記ブチラール樹脂が、前記セラミック粉体１００重量部に対して、５重量部超１０重量部未満含有されている。
【００１４】
好ましくは、前記エチルセルロースの重量平均分子量が、１９００００以上２５０００未満である。
【００１５】
好ましくは、前記エチルセルロースのエトキシル基含有率が、４６．１重量％超５２．０重量％未満、より好ましくは４８．０～４９．５重量％である。
【００１６】
好ましくは、前記ブチラール樹脂のブチラール化度が、５５モル％超７７モル％未満である。
【００１７】
エチルセルロースおよびブチラール樹脂の特性を上記の範囲とすることにより、本発明の効果をさらに高めることができる。
【００１８】
また、本発明に係る積層セラミック電子部品の製造方法は、
セラミック粉体とブチラール樹脂とを含むセラミックグリーンシートと、所定パターンの内部電極パターン層と、を交互に複数重ねて、グリーンセラミック積層体を得る工程を有する積層セラミック電子部品の製造方法であって、
前記ブチラール樹脂の重合度が、１０００～２４００であり、
前記ブチラール樹脂のブチラール化度が、５５モル％超６３モル％以下であり、
前記内部電極パターン層を形成するための内部電極ペーストが、導電体粉末と、有機バインダと、を有しており、
前記有機バインダは、エチルセルロースと、粘着付与剤としてのテルペンフェノールと、を有しており、
前記有機バインダが、前記導電体粉末１００重量部に対して、２重量部超９重量部未満含有され、前記有機バインダの含有量に対する前記粘着付与剤の含有比率が、５～５０重量％であることを特徴とする。
【００１９】
本発明に係る方法により製造される積層セラミック電子部品としては、特に限定されないが、積層セラミックコンデンサ、積層セラミックインダクタ、積層セラミックＬＣ部品、多層セラミック基板等が例示される。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２０】
以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。
図１は本発明の一実施形態に係る積層セラミックコンデンサの断面図、
図２（Ａ）～図２（Ｃ）は図１に示す積層セラミックコンデンサの製造工程の一部を示す要部断面図、
図３（Ａ）および図３（Ｂ）は、図２（Ａ）～（Ｃ）に示す製造工程の続きを示す要部断面図である。
【００２１】

本実施形態では、積層セラミック電子部品として、積層セラミックコンデンサを例示して説明する。

【００２２】

積層セラミックコンデンサ

図１に示すように、本発明の一実施形態に係る積層セラミックコンデンサ１は、誘電体層２と内部電極層３とが交互に積層された構成のコンデンサ素体１０を有する。このコンデンサ素体１０の両側端部には、素体１０の内部で交互に配置された内部電極層３と各々導通する一対の外部電極４，４が形成してある。内部電極層３は、各側端面がコンデンサ素体１０の対向する２端部の表面に交互に露出するように積層してある。一対の外部電極４，４は、コンデンサ素体１０の両端部に形成され、交互に配置された内部電極層３の露出端面に接続されて、コンデンサ回路を構成する。

【００２３】

コンデンサ素体１０の外形や寸法には特に制限はなく、用途に応じて適宜設定することができ、通常、外形はほぼ直方体形状とし、寸法は通常、縦（０．４～５．６ｍｍ）×横（０．２～５．０ｍｍ）×高さ（０．２～１．９ｍｍ）程度とすることができる。

【００２４】

誘電体層２は、後述する図２（Ａ）～図２（Ｃ）に示すセラミックグリーンシート３０が焼成されて形成され、その材質は、特に限定されず、たとえばチタン酸カルシウム、チタン酸ストロンチウムおよび／またはチタン酸バリウムなどの誘電体材料で構成される。誘電体層２の厚みは、本実施形態では、好ましくは１μｍ以下に薄層化されている。

【００２５】

内部電極層３は、後述する図２（Ｂ）、図２（Ｃ）に示す所定パターンの内部電極パターン層４０を焼成して形成される。内部電極層３の厚みは、本実施形態では、好ましくは１μｍ以下に薄層化されている。

【００２６】

外部電極４の材質は、通常、銅や銅合金、ニッケルやニッケル合金などが用いられるが、銀や銀とパラジウムの合金なども使用することができる。外部電極４の厚みも特に限定されないが、通常１０～５０μｍ程度である。

【００２７】

積層セラミックコンデンサの製造方法

次に、本実施形態に係る積層セラミックコンデンサ１の製造方法の一例を説明する。

誘電体ペーストの準備

（１）まず、焼成後に図１に示す誘電体層２を構成することになるセラミックグリーンシートを製造するために、誘電体ペーストを準備する。

【００２８】

本実施形態では、誘電体ペーストは、セラミック粉末と有機ビヒクルとを混練して得られる有機溶剤系ペーストで構成される。

【００２９】

セラミック粉末としては、複合酸化物や酸化物となる各種化合物、たとえば炭酸塩、硝酸塩、水酸化物、有機金属化合物などから適宜選択され、混合して用いることができる。セラミック粉末は、通常、平均粒子径が２．０μｍ以下、好ましくは０．１～０．８μｍ程度の粉体として用いられる。なお、きわめて薄いセラミックグリーンシートを形成するためには、セラミックグリーンシート厚みよりも細かい粉体を使用することが望ましい。

【００３０】

有機ビヒクルに用いられる有機バインダとしてのブチラール樹脂は、本実施形態では、ポリビニルブチラール樹脂である。ポリビニルブチラール樹脂は、セラミック粉体１００重量部に対して、好ましくは５重量部超１０重量部未満、より好ましくは６～９重量部含有される。ポリビニルブチラール樹脂の含有量が少なすぎると、シート積層性（スタック性）が悪化する傾向にあり、多すぎると、脱バインダ工程において完全に除去されず、焼結体にクラックが多く発生する傾向にある。

【００３１】
本発明では、ポリビニルブチラール樹脂の重合度は、１０００～２４００、好ましくは１０００～２４００（ただし、１０００は除く）、より好ましくは１７００～２４００である。ポリビニルブチラール樹脂として上記のような高重合度のものを使用することにより、グリーンシートの強度が向上し、積層前にキャリアシートから剥離した場合であっても、ハンドリング性が良好である。しかしながら、この場合、グリーンシートと内部電極パターン層との接着性が悪化する傾向にある。そこで、本発明では、後述する特定の粘着付与剤を内部電極ペーストに含有させることで、接着性を向上させている。その結果、グリーンシートを薄層化したとしても、十分な強度を維持しつつ、積層時におけるグリーンシート同士の接着がより容易となる。
重合度が小さすぎても、大きすぎても、グリーンシートと内部電極パターン層との接着性が悪化し、焼結体にクラックが多く発生する傾向にある。
【００３２】
また、内部電極パターンを形成するための内部電極ペーストに含まれる粘着付与剤として、ガムロジン、ロジングリセリンエステルあるいは脂環族石油樹脂を用いる場合は、ポリビニルブチラール樹脂のブチラール化度は、好ましくは５５モル％超７７モル％未満、より好ましくは６０～７０モル％である。ブチラール化度が小さすぎても、大きすぎても、ポリビニルブチラール樹脂の特性変化によりグリーンシートと内部電極パターン層との接着性（スタック性）が悪化する傾向にある。なお、ブチラール化度は、ポリビニルアルコールとブチルアルデヒドとのブチラール化反応により決まる数値である。また、ポリビニルブチラール樹脂中の残留アセチル基量は、好ましくは６％未満、より好ましくは３％以下である。
【００３３】
本発明では、内部電極パターンを形成するための内部電極ペーストに含まれる粘着付与剤として、テルペンフェノールを用いる場合は、ポリビニルブチラール樹脂のブチラール化度は、好ましくは５５モル％超６３モル％未満である。ブチラール化度が小さすぎても、大きすぎても、ポリビニルブチラール樹脂の特性変化によりグリーンシートと内部電極パターン層との接着性（スタック性）が悪化する傾向にある。
【００３４】
有機ビヒクルに用いられる有機溶剤は、特に限定されるものではなく、メチルエチルケトン、ブチルカルビトール、アセトン、トルエンなどが用いられる。
【００３５】
誘電体ペースト中の各成分の含有量は、特に限定されるものではなく、たとえば、約１～約５０重量％の溶剤を含むように、誘電体ペーストを調製することができる。
【００３６】
誘電体ペースト中には、必要に応じて、各種分散剤、可塑剤、誘電体、副成分化合物、ガラスフリット、絶縁体などから選択される添加物が含有されていてもよい。誘電体ペースト中に、これらの添加物を添加する場合には、総含有量を、約１０重量％以下にすることが望ましい。
【００３７】
可塑剤としては、フタル酸ジオクチルやフタル酸ベンジルブチルなどのフタル酸エステル、アジピン酸、燐酸エステル、グリコール類などが例示される。可塑剤を配合する場合の塗料中における可塑剤の重量割合は、特に限定されないが、バインダ１００重量部に対して、好ましくは４０～７０重量部である。可塑剤が少なすぎると、グリーンシートの伸びおよび可撓性が悪化する傾向にあり、多すぎると、グリーンシート表面に可塑剤が滲み出し、取り扱いが困難である。
【００３８】
本実施形態では、有機ビヒクル中の有機バインダとしてポリビニルブチラール樹脂を用いるので、この場合の可塑剤の含有量は、ポリビニルブチラール樹脂１００重量部に対して、約２５～約１００重量部であることが好ましい。

【００３９】
誘電体ペーストは、上記各成分を、ボールミルなどで混練し、スラリー化することにより得ることができる。
【００４０】
セラミックグリーンシートの形成
（２）次に、この誘電体ペーストを用いて、ワイヤーバーコータやドクターブレード法などにより、図２（Ａ）に示すように、支持体としてのキャリアシート２０上に、好ましくは１μｍ以下程度の厚みで、セラミックグリーンシート３０を形成する。
【００４１】
キャリアシート２０としては、たとえばＰＥＴフィルムなどが用いられ、剥離性を改善するために、セラミックグリーンシート３０が形成される面には、離型処理（シリコーンなどのコーティング）がしてあるものが好ましい。キャリアシート２０の厚みは、特に限定されないが、好ましくは５～１００μｍである。
【００４２】
セラミックグリーンシート３０は、キャリアシート２０に形成された後に乾燥される。セラミックグリーンシート３０の乾燥温度は、好ましくは５０～１００℃であり、乾燥時間は、好ましくは１～２０分である。
【００４３】
乾燥後のセラミックグリーンシート３０の厚みは、乾燥前の厚みから５～２５％収縮する。本実施形態では、乾燥後のセラミックグリーンシート３０の厚みが、好ましくは０．４～１μｍ、さらに好ましくは０．４～０．８μｍとなるように形成する。近年望まれている薄層化の要求に応えるためである。なお、グリーンシートの厚みが厚すぎると、内部電極パターン層の厚みによっては、１層あたりのバインダ樹脂含有量が多くなってしまい、焼成後にクラックが発生する傾向にある。
【００４４】
内部電極ペーストの準備
（３）次に、焼成後に図１に示す内部電極層３を構成することになる内部電極パターン層４０を、上記のセラミックグリーンシートの表面に形成するために、内部電極ペーストを準備する。
【００４５】
内部電極ペーストは、導電体粉末と有機ビヒクルとを混練して得られる有機溶剤系ペーストで構成される。
【００４６】
導電体粉末としては、特に限定されないが、Ｃｕ、Ｎｉおよびこれらの合金から選ばれる少なくとも１種で構成してあることが好ましく、より好ましくはＮｉまたはＮｉ合金、さらにはこれらの混合物で構成される。
【００４７】
ＮｉまたはＮｉ合金としては、Ｍｎ、Ｃｒ、ＣｏおよびＡｌから選択される少なくとも１種の元素とＮｉとの合金が好ましく、合金中のＮｉ含有量は９５重量％以上であることが好ましい。なお、ＮｉまたはＮｉ合金中には、Ｐ、Ｆｅ、Ｍｇなどの各種微量成分が０．１重量％程度以下含まれていてもよい。
【００４８】
このような導電体粉末は、球状、リン片状等、その形状に特に制限はなく、また、これらの形状のものが混合したものであってもよい。また、導電体粉末の粒子径は、通常、球状の場合、平均粒子径が０．５μｍ以下、好ましくは０．０１～０．２μｍ程度のものを用いる。より一層確実に薄層化を実現するためである。
【００４９】
導電体粉末は、内部電極ペースト中に、好ましくは３０～６０重量％、より好ましくは４０～５０重量％含まれる。
【００５０】

有機ビヒクルは、有機バインダと溶剤とを主成分として含有するものである。

【００５１】

本発明では、有機バインダはエチルセルロースおよび粘着付与剤を有しており、粘着付与剤はガムロジン、ロジングリセリンエステルおよび脂環族石油樹脂から選ばれる少なくとも１つであり、好ましくはガムロジンである。

【００５２】

また、特に、セラミックグリーンシートに含まれるポリビニルブチラール樹脂のブチラール化度が、５５モル％超６３モル％以下である場合は、粘着付与剤として、テルペンフェノールが好ましく用いられる。

【００５３】

上述した高い重合度を有するブチラール樹脂を含むグリーンシートと、エチルセルロースを含む内部電極パターン層とに対し粘着性を与えるためには、上記の粘着付与剤を選択する必要がある。これら以外の粘着付与剤を選択した場合には、上述の重合度を有するブチラール樹脂を含むグリーンシートと、エチルセルロースを含む内部電極パターン層とに対し粘着性を与えることができず、シートの積層が困難となる。

【００５４】

有機バインダの含有量は、導電体粉末１００重量部に対して、２重量部超９重量部未満、好ましくは３～８重量部である。また、有機バインダの全含有量に対する粘着付与剤の含有比率が、５～５０重量％、好ましくは５～５０重量％（ただし、５重量％を除く）、より好ましくは１０～５０重量％（ただし、１０重量％は除く）である。

【００５５】

有機バインダの含有量が少なすぎると、内部電極ペーストの粘度が低くなり、スクリーン印刷ができない傾向にある。また、含有量が多すぎると、シートの接着性が悪化し、焼結体にクラックが多く発生する傾向にある。

【００５６】

有機バインダの全含有量に対する粘着付与剤の含有比率が小さすぎると、シートの積層が困難となる傾向にある。また、含有比率が大きすぎると、内部電極ペーストの粘度が低くなり、スクリーン印刷ができない傾向にある。

【００５７】

エチルセルロースの平均重量分子量（Ｍｗ）は、好ましくは１９００００以上２５００００未満、より好ましくは、１９００００～２３００００である。平均重量分子量が小さすぎると、内部電極ペーストの粘度が低くなり、スクリーン印刷ができない傾向にある。また、平均重量分子量が大きすぎると、シートの接着性が悪化し、焼結体にクラックが多く発生する傾向にある。

【００５８】

また、エチルセルロースのエトキシル基の含有率は、好ましくは４６．１重量％超５２．０重量％未満、より好ましくは、４８．０～４９．５重量％である。エトキシル基の含有率が本発明の範囲外の場合には、シートの接着性が悪化し、焼結体にクラックが多く発生する傾向にある。

【００５９】

溶剤としては、シートアタック現象を防止するために、セラミックグリーンシートに含まれるポリビニルブチラール樹脂を良好に膨潤または溶解させない、すなわち、非相溶のものが好ましい。具体的には、α－ターピニルアセテート、イソボニルアセテート、ジヒドロターピニルアセテート、ジヒドロターピニルメチルエーテル、ターピニルメチルエーテル、Ｉ－ジヒドロカルビルアセテートなどが例示される。

【００６０】

溶剤は、内部電極ペースト中に、導電体粉末１００重量部に対して、好ましくは５０～１５０重量部、より好ましくは８０～１００重量部で含まれる。溶剤量が少なすぎるとペースト粘度が高くなりすぎ、多すぎるとペースト粘度が低くなりすぎる不都合がある。

【００６１】

本実施形態では、内部電極ペーストは、さらに上記誘電体ペーストに含まれるセラミック粉末と同じセラミック粉末である共材を有している。内部電極ペーストが共材を有していることで、内部電極ペーストに含まれる導電体粉末と、グリーンシートに含まれるセラミック粉体との、焼成時における収縮率の違いを緩和することができる。その結果、焼結体におけるクラックの発生を抑制することができる。共材として用いるセラミック粉末は、内部電極ペースト中に、導電体粉末１００重量部に対して、好ましくは５～５０重量部で含まれる。共材量が少なすぎると、導電体粉末の焼結抑制効果が低下し、焼成後の内部電極層３のライン性（連続性）が悪化し、見かけの誘電率が低下する。一方で、共材量が多すぎると、焼成後の内部電極層３のライン性が悪化しやすくなり、見かけの誘電率も低下する傾向にある。

【００６２】

接着性の改善のため、内部電極ペーストには、可塑剤が含まれてもよい。この場合、可塑剤種および添加量は、上記の誘電体ペーストと同様とすればよい。

【００６３】

内部電極ペーストは、上記各成分を、ボールミルなどで混練し、スラリー化することにより得ることができる。

【００６４】

内部電極パターン層の形成

（４）次に、図２（Ｂ）に示すように、キャリアシート２０上に形成されたセラミックグリーンシート３０の表面に、所定パターンの内部電極パターン層４０を形成する。

【００６５】

内部電極パターン層４０の形成方法は、層を均一に形成できる方法であれば特に限定されないが、本実施形態では、上記の内部電極ペーストを用いたスクリーン印刷法が用いられる。

【００６６】

内部電極パターン層４０の厚さは、好ましくは０．４～１μｍである。内部電極パターン層４０の厚さが厚すぎると、グリーンシートの厚みによっては、１層あたりのバインダ樹脂含有量が多くなってしまい、焼成後にクラックが発生する傾向にある。さらに、積層数を減少せざるをえなくなり取得容量が少なくなり、高容量化しにくくなる。一方、厚みが薄すぎると均一に形成することが困難であり、電極途切れが発生しやすくなる。

【００６７】

内部電極パターン層４０の厚さは、現状の技術では前記範囲の程度であるが、電極の途切れが生じない範囲で薄い方がより望ましい。

【００６８】

その後、内部電極パターン層４０は、必要に応じて乾燥される。乾燥温度は、特に限定されないが、好ましくは５０～１２０℃であり、乾燥時間は、好ましくは１～１５分である。

【００６９】

余白パターン層の形成

（５）本実施形態では、セラミックグリーンシートの表面に、所定パターンの内部電極パターン層４０を印刷法で形成した後、またはその前に、図２（Ｂ）に示す内部電極パターン層４０が形成されていないセラミックグリーンシート３０の表面隙間（余白パターン部分５０）に、図２（Ｃ）に示すように、内部電極パターン層４０と実質的に同じ厚みの余白パターン層６０を形成する。余白パターン層６０の厚さを内部電極パターン層４０と実質的に同じ厚みとするのは、実質的に同じでないと段差が生じ、特に多層化した場合に影響が増大するからである。

【００７０】

余白パターン層６０の形成方法は、本実施形態では電極段差吸収用印刷ペーストを用いたスクリーン印刷法が用いられる。

【００７１】

本実施形態で用いる電極段差吸収用印刷ペーストとしては、特に限定されないが、上記で作製した誘電体ペーストを用いることが、工程上好ましい。

【００７２】

この電極段差吸収用印刷ペーストは、図２（Ｂ）に示す内部電極パターン層４０間の余白パターン部分５０に印刷される。その後、内部電極パターン層４０および／または余白パターン層６０は、必要に応じて乾燥される。乾燥温度は、特に限定されないが、好ましくは５０～１２０℃であり、乾燥時間は、好ましくは１～１５分である。

【００７３】

外層の形成

（６）本実施形態では、上記で作製した所定パターンの内部電極パターン層４０と余白パターン層６０が表面に形成されたセラミックグリーンシート３０を、保護するために、外層３２を形成する。すなわち、所定数積層されたセラミックグリーンシート３０が、外層３２に挟まれる構成となる。外層３２は内部電極パターン層４０が形成されていないセラミックグリーンシートが１層あるいは複数積層された構成となっている。

【００７４】

外層用グリーンシートは、セラミックグリーンシート３０と同様に、外層用誘電体ペーストを用いてキャリアシート２０上に形成される。外層用誘電体ペーストとしては、上記で作製した誘電体ペーストを用いてもよいが、バインダ種、バインダ添加量、バインダ重合度などを変えたものを用いてもよい。

【００７５】

積層工程

（７）次に、本実施形態では、図３（Ａ）に示すように、キャリアシート２０上に作製された外層３２の上に、所定パターンの電極層４０と余白パターン層６０が表面に形成されたセラミックグリーンシート３０を、加熱および加圧しながら積層して、キャリアシート２０を剥離する。そして、図３（Ｂ）に示すように、上記の工程を所望の積層数まで繰り返し、グリーンセラミック積層体を得る。加圧温度は、５０～１００℃、加圧力は、５～２５ＭＰａとすることが好ましい。

【００７６】

グリーンチップの作製、焼成など

（８）得られたグリーンセラミック積層体を所定サイズに切断し、グリーンチップを作製し、脱バインダ工程、焼成工程、必要に応じて行われるアニール工程を経て形成された、焼結体で構成されるコンデンサ素体１０に、外部電極用ペーストを印刷または転写して焼成し、外部電極４，４を形成して、積層セラミックコンデンサ１が製造される。

【００７７】

本実施形態で述べた方法により、セラミックグリーンシートの厚みを薄層化し、グリーンシートに含まれるポリビニルブチラールの重合度が高い場合であっても、内部電極パターン層に含まれるガムロジン、ロジングリセリンエステル、脂環族石油樹脂およびテルペンフェノールから選ばれる少なくとも１つが、グリーンシートと内部電極パターン層とに相溶し粘着性を与える。その結果、グリーンシートと内部電極パターン層との接着性および積層性を良好にし、焼成後のクラックなどが有効に防止された積層セラミックコンデンサ１を提供することができる。

【００７８】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は、上述した実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々に改変することができる。

【００７９】

たとえば、上述した実施形態では、本発明に係る電子部品として積層セラミックコンデンサを例示したが、本発明に係る電子部品としては、積層セラミックコンデンサに限定されず、多層セラミック基板などにも適用できることは勿論である。

【００８０】

また、本発明に係る方法により形成されたセラミックグリーンシート１０ａと、内部電極パターン１２とが複数積層された積層体ユニットを所定数形成し、さらにこれらの積層体ユニットを積層することで、最終的な積層体を作製しても良い。

【００８１】

また、上述した実施形態では、積層圧着後にキャリアシートを剥離する方法を採用しているが、本発明に係るグリーンシートに含まれるブチラール樹脂の重合度が高いため、積層前にセラミックグリーンシートをキャリアシートから剥離する方法により、積層してもよい。さらに、内部電極パターン層を転写法により形成してもよい。

【実施例】

【００８２】

以下、本発明を、さらに詳細な実施例に基づき説明するが、本発明は、これら実施例に限定されない。

【００８３】

実施例１

誘電体ペーストの作製

まず、セラミックグリーンシートを形成するための誘電体ペーストを作製した。まず、$BaTiO_3$ 系セラミック粉末と、有機バインダとしてのポリビニルブチラール樹脂（ＰＶＢ）（重合度：１７００）と、溶剤としてのプロピルアルコール、キシレン、メチルエチルケトン、２－ブトキシエチルアルコール、可塑剤としてのフタル酸ジ－２－エチルヘキシルを準備した。次に、セラミック粉末１００重量部に対して、６重量部のＰＶＢと、１５０重量部の溶剤と、可塑剤をそれぞれ秤量し、直径２ｍｍのジルコニアボールとともにボールミルで２１時間混練し、スラリー化して誘電体ペーストを得た。なお、可塑剤は、ポリビニルブチラール１００重量部に対して５０重量部添加した。

【００８４】

内部電極ペーストの作製

次いで、内部電極パターン層４０を形成するための内部電極ペーストを作製した。まず、導電体粉末としての平均粒径が０．２μｍのＮｉ粒子と、共材としての$BaTiO_3$ 系セラミック粉末と、エチルセルロースと、溶剤としてのα－ターピニルアセテートと、粘着付与剤とを準備した。そして、導電体粉末１００重量部、共材３０重量部の合計１３０重量部に対して、１２２重量部のα－ターピニルアセテートと、６重量部の有機バインダを添加し、これをボールミルで混練し、スラリー化して内部電極ペーストを得た。なお、有機バインダは、エチルセルロースと表１に示す粘着付与剤とから構成される。また、表１に示す粘着付与剤は、有機バインダ量１００ｗｔ％に対して、添加比率４０ｗｔ％で含有されている。すなわち、エチルセルロースは、導電体粉末１００重量部に対して、３．６重量部含まれ、表１に示す粘着付与剤は、２．４重量部含まれていることとなる。

【００８５】

内部電極ペーストの評価

得られた内部電極ペーストについて、粘度および最大法線応力を測定した。粘度は、せん断速度５００s^{-1}時の粘度を測定した。なお、測定では、パラレルプレート型粘度計を用いた。粘度は、１．０Ｐａ・ｓ以上を良好とした。結果を表１に示す。

【００８６】

最大法線応力は、法線応力が測定可能な粘弾性測定装置（レオメータ）を用いて測定を行った。一対のパラレルプレート（円形）の直径が４０ｍｍ、プレート間の距離が３００μｍ、内部電極ペーストの温度が２５℃、内部電極ペーストに対するせん断速度が１０００～１００００[１／ｓ]の条件下で、内部電極ペーストの法線応力を測定した。最大法線応力は、０．２Ｎ以上を良好とした。結果を表１に示す。

【００８７】

積層セラミックチップコンデンサ試料の作製

次いで、上記にて作製した誘電体ペーストと、内部電極ペーストと、を用い、以下のようにして、さらに、図１に示す積層セラミックチップコンデンサ１を製造した。

【００８８】
まず、支持体としてのＰＥＴフィルムの離型処理された面上に、誘電体ペーストをワイヤーバーコータにより、所定厚みで塗布し、乾燥することで、厚みが０．６μｍのグリーンシートを作製した。
【００８９】
次に、得られたグリーンシートの上に、内部電極ペーストを用いたスクリーン印刷法により、スクリーンパターンが４．０×１．２ｍｍの短冊状で、乾燥後の厚さが０．６μｍとなるように内部電極パターン層４０（図２（Ｂ）参照）を形成した。
【００９０】
その後、グリーンシート上の内部電極パターン層４０が形成されていない余白パターン部分５０（図２（Ｂ）参照）に、誘電体ペーストを用いたスクリーン印刷法により内部電極パターン層４０と実質的に同じ厚みの余白パターン層６０（図２（Ｃ）参照）を形成し、図２（Ｃ）に示すような内部電極パターン膜４０および余白パターン層６０を持つセラミックグリーンシート３０を得た。本実施例では、このセラミックグリーンシート３０をグリーンシートとし、これを複数枚、準備した。
【００９１】
次に、ポリビニルブチラール樹脂の重合度を１５００とした以外は、上記で作製した誘電体ペーストと同様にして、外層用グリーンシート形成用の誘電体ペーストを調製した。この誘電体ペーストをＰＥＴフィルムの離型処理された面上にワイヤーバーコータを用いて、所定厚みで塗布し、乾燥することで、厚みが１２μｍの外層用グリーンシートを作製した。
【００９２】
この外層用グリーンシートを８枚準備し、これらを熱圧着積層し、厚みが９６μｍの外層を形成した。
【００９３】
得られた外層の上に、内部電極パターン層と余白パターン層とが形成されたセラミックグリーンシートを、温度７５℃および圧力１２ＭＰａの条件で圧着し、ＰＥＴフィルムを剥離した（図３（Ａ）参照）。この工程を繰り返し、内部電極パターン層と余白パターン層とが形成されたセラミックグリーンシートを所望数積層した（図３（Ｂ）参照）。その後、さらに、上記の厚み９６μｍの外層を熱圧着により形成し、グリーンセラミック積層体を得た。
【００９４】
なお、内部電極パターン層と余白パターン層とが形成されたセラミックグリーンシートの積層時には、直前に積層したセラミックグリーンシートに対し、内部電極部を短冊状の長手方向に半分だけずらし、かつ、短手方向には、各電極部が重なるように正確に位置決めを行った。
【００９５】
グリーンセラミック積層体の評価
得られたグリーンセラミック積層体について、支持体（ＰＥＴフィルム）の剥離強度と、接着強度とを測定した。
【００９６】
支持体の剥離強度は、グリーンセラミック積層体のサンプル５個に対して測定し、その平均値を求めた。剥離強度の測定では、積層体における長さ５ｃｍ分のＰＥＴフィルムの一端を、積層体の積層面に対して９０°の方向（垂直方向）に、１０００ｍｍ／分の速度で引き上げ、ＰＥＴフィルムが、積層体ユニットから剥離する際に、ＰＥＴフィルムに作用する力（ｍＮ／ｃｍ）を測定した。この力を支持体９０°剥離強度とした。剥離強度を低くすることにより、積層体からのＰＥＴフィルムの剥離を良好に行うことができ、また、剥離時における積層体の破損も有効に防止することができる。よって、剥離強度は、低い程好ましく、２０ｍＮ／ｃｍ以下を良好とした。結果を表１に示す。
【００９７】

グリーンセラミック積層体の接着性は、インストロン５５４３引張試験機を用いて積層体を引っ張り、剥離した時点での強度値を１ｃｍ角での積層体の接着強度に換算して求めた。シート接着性は、２５Ｎ／ｃｍ^{2}以上を良好とした。結果を表１に示す。

【００９８】

なお、上記の評価は、グリーンセラミック積層体の一方の外層を形成しない状態で行った。すなわち、外層を形成するグリーンシートについてではなく、内部電極パターン層と余白パターン層とが形成されたセラミックグリーンシートについて、支持体からの剥離強度とグリーンシートの接着強度を評価した。

【００９９】

次に、得られたグリーンセラミック積層体を所定サイズに切断した後、脱バインダ処理、焼成及びアニールを下記の条件にて行い、焼結体を得た。

脱バインダは、昇温速度：１５℃／時間、保持温度：２８０℃、保持時間：８時間、処理雰囲気：空気雰囲気、の条件で行った。

焼成は、昇温速度：２００℃／時間、保持温度：１２００～１３８０℃、保持時間：２時間、降温速度：３００℃／時間、処理雰囲気：還元雰囲気（酸素分圧：10^{-6}ＰａにＮ$_2$ とＨ$_2$ との混合ガスを水蒸気に通して調整した）、の条件で行った。

アニールは、保持温度：９００℃、保持時間：９時間、降温速度：３００℃／時間、処理雰囲気：加湿したＮ$_2$ガス雰囲気、の条件で行った。焼成及びアニールにおけるガスの加湿には、ウェッターを用い、水温は３５℃とした。

【０１００】

得られた焼結体のサイズは、縦１．６ｍｍ×横０．８ｍｍ×高さ０．８ｍｍであり、一対の内部電極層間に挟まれる誘電体層２の厚みは約０．６μｍ、内部電極層３の厚みは０．６μｍであった。

【０１０１】

焼結体の評価

得られた焼結体を切断し、その断面を観察して、クラックの有無を評価した。これを１０個のコンデンサ試料に対して行った。１０個中、クラックが観察される試料が３個以下であることが好ましく、１０個すべてにクラックが観察されないことがより好ましい。結果を表１に示す。

【０１０２】

【表１】

表1

試料番号	内部電極パターン層							セラミックグリーンシート				特性				
	粘着付与剤			エチルセルロース			乾燥後のペースト膜厚み（μm）	ポリビニルブチラール			乾燥後のシート厚み（μm）	内部電極ペースト		積層体		焼結体
	種類	添加比率（wt%）	重量平均分子量	エトキシル基含有率（wt%）	含有量（重量部）			含有量（重量部）	重合度	ブチラール化度（mol%）		せん断速度500s^{-1}時の粘度（Pa・S）	最大法線応力（N）	積層接着強度（N/cm^2）	支持体90°剥離強度（mN/cm）	クラック発生数（クラック数／測定総数）
1	ガムロジン	40	190,000	49.5	6	0.6		6	1,700	65	0.6	1.5	0.35	30.4	10.1	0/10
2	ロジングリセリンエステル											1.5	0.34	28.8	9.8	0/10
3	脂環族石油樹脂											1.5	0.33	29.2	8.8	0/10
*4	重合ロジン											1.6	0.38	4.2	22.4	10/10
*5	テルペンフェノール											1.7	0.32	0.0	---	---/---

「*」は、本発明の比較例を表す。

【０１０３】

表１に示すように、粘着付与剤がガムロジン、ロジングリセリンエステルまたは脂環族石油樹脂のいずれかである場合には（試料番号１～３）、内部電極ペースト、積層体、焼結体のいずれについても良好な結果が得られている。

一方、粘着付与剤が、重合ロジンまたはテルペンフェノールである場合には（試料番号４および５）、積層体の接着性に劣り、特に、セラミックグリーンシートに含まれるポリビニルブチラール樹脂のブチラール化度が６５モル％であり、内部電極ペーストに含まれる粘着付与剤がテルペンフェノール（試料番号５）の場合は、積層することができなかった。

【０１０４】

実施例２

粘着付与剤の添加比率、有機バインダの含有量およびポリビニルブチラールの重合度を表２に示す値とした以外は、試料番号１と同様にして、誘電体ペーストおよび内部電極ペーストを調製し、さらにグリーンセラミック積層体および焼結体を作製し、実施例１と同様の評価を行った。結果を表２に示す。

【０１０５】
【表２】

表2

試料番号	内部電極パターン層						セラミックグリーンシート				特性			
	粘着付与剤		エチルセルロース			乾燥後のペースト膜厚み（μm）	ポリビニルブチラール			乾燥後のシート厚み（μm）	内部電極ペースト		積層体	焼結体
	種類	添加比率（wt%）	重量平均分子量	エトキシル基含有率（wt%）	含有量（重量部）		含有量（重量部）	重合度	ブチラール化度（mol%）		せん断速度500s⁻¹時の粘度（Pa・S）	最大法線応力（N）	積層接着強度（N/cm²）	支持体90°剥離強度（mN/cm）	クラック発生数（クラック数／測定総数）
*6	ガムロジン	0	190,000	49.5	6	0.6	6	1,700	65	0.6	2.8	1.10	0.0	---	---/---
7		5									2.1	0.65	25.4	8.8	1/10
8		10									1.8	0.52	28.7	7.9	0/10
9		30									1.5	0.43	30.1	8.7	0/10
10		50									1.3	0.31	33.1	9.1	0/10
*11		55									0.8	0.25	---	---	---/---
*12	ガムロジン	40	190,000	49.5	2	0.6	6	1,700	65	0.6	0.7	0.08	---	---	---/---
13					3						1.0	0.22	28.8	8.8	0/10
14					6						1.5	0.35	30.4	8.3	0/10
15					8						2.1	0.42	33.1	8.4	0/10
*16					9						2.6	0.46	34.6	9.4	8/10
*17	ガムロジン	40	190,000	49.5	6	0.6	6	800	65	0.6	1.5	0.35	14.8	19.1	7/10
18								1,000					26.8	10.2	0/10
19								1,700					30.4	9.3	0/10
20								2,400					30.3	10.4	0/10
*21								2,800					16.5	16.8	8/10

「*」は、本発明の比較例を表す。

【０１０６】
表２より、粘着付与剤の添加比率が０、すなわち、ガムロジンが内部電極ペーストに添加されていない場合には（試料番号６）、接着性に劣るため、積層することができなかった。一方、粘着付与剤の添加比率が本発明の範囲よりも大きい場合には（試料番号１１）、内部電極ペーストの粘度が低く、スクリーン印刷が不可能であった。なお、試料番号６については、焼結体にクラックが見られるものがあった。
【０１０７】
また、有機バインダの含有量が本発明の範囲よりも少ない場合には（試料番号１２）、内部電極ペーストの粘度が低く、スクリーン印刷が不可能であった。一方、有機バインダの含有量が本発明の範囲よりも多い場合には（試料番号１６）、樹脂量が多くなるため、焼結体にクラックが発生した。
【０１０８】
さらに、ポリビニルブチラールの重合度が本発明の範囲外である場合には（試料番号１７および２１）、積層体の接着性に劣り、焼結体においてもクラックが観察された。

【０１０９】

実施例３

エチルセルロースの重量平均分子量およびエトキシル基含有率、ポリビニルブチラールの含有量およびブチラール化度を表３に示す数値とした以外は、試料番号１と同様にして、誘電体ペーストおよび内部電極ペーストを調製し、さらにグリーンセラミック積層体および焼結体を作製し、実施例１と同様の評価を行った。結果を表３に示す。

【０１１０】

【表３】

【０１１１】

表3

試料番号	内部電極パターン層						セラミックグリーンシート				特性				
	粘着付与剤		エチルセルロース		含有量（重量部）	乾燥後のペースト膜厚み（μm）	ポリビニルブチラール			乾燥後のシート厚み（μm）	内部電極ペースト		積層体		焼結体
	種類	添加比率（wt%）	重量平均分子量	エトキシル基含有率（wt%）			含有量（重量部）	重合度	ブチラール化度（mol%）		せん断速度 $500s^{-1}$ 時の粘度（Pa・S）	最大法線応力（N）	積層接着強度（N/cm^2）	支持体90°剥離強度（mN/cm）	クラック発生数（クラック数／測定総数）
**22	ｶﾞﾑﾛｼﾞﾝ	40	150,000	49.5	6	0.6	6	1,700	65	0.6	0.9	0.14	---	---	---/---
23			190,000								1.5	0.35	30.4	10.1	0/10
24			230,000								2.3	0.36	31.8	11.0	0/10
**25			250,000								2.7	0.45	9.8	18.3	10/10
**26	ｶﾞﾑﾛｼﾞﾝ	40	190,000	46.1	6	0.6	6	1,700	65	0.6	1.1	0.33	17.8	19.2	6/10
27				48.0							1.3	0.33	32.5	8.8	0/10
28				49.5							1.5	0.35	30.4	9.3	0/10
**29				52.0							1.8	0.36	19.8	16.7	5/10
**30	ｶﾞﾑﾛｼﾞﾝ	40	190,000	49.5	6	0.6	5	1,700	65	0.6	1.5	0.35	16.8	22.6	9/10
31							6						30.4	6.9	0/10
32							7						30.8	7.3	0/10
33							8						32.2	9.8	0/10
34							9						32.5	10.2	0/10
**35							10						33.2	11.6	9/10
**36	ｶﾞﾑﾛｼﾞﾝ	40	190,000	49.5	6	0.6	6	1,700	55	0.6	1.5	0.35	20.1	20.4	5/10
37									60				28.8	9.1	0/10
38									65				30.4	8.4	0/10
39									70				30.0	9.2	0/10
**40									77				18.9	8.4	4/10
**41	ﾃﾙﾍﾟﾝﾌｪﾉｰﾙ	40	190,000	49.5	6	0.6	6	1,700	55	0.6	1.7	0.32	21.1	24.8	8/10
42									58				30.1	10.1	0/10
43									63				28.7	9.4	0/10
**44									65				0.0	---	---/---

「**」は、本発明の好ましい範囲外の試料を表す。

表３より、エチルセルロースの重量平均分子量が本発明の好ましい範囲よりも小さい場合には（試料番号２２）、内部電極ペーストの粘度が低く、スクリーン印刷が不可能であった。一方、エチルセルロースの重量平均分子量が本発明の好ましい範囲よりも大きい場合には（試料番号２５）、積層体の接着性に劣り、焼結体においてもクラックが観察された。

【０１１２】

また、エチルセルロースのエトキシル基含有率が本発明の好ましい範囲外である場合には（試料番号２６および２９）、エチルセルロースの特性が変化してしまい、積層体の接着性に劣り、焼結体においてもクラックが観察された。

また、ポリビニルブチラール樹脂の含有量が本発明の好ましい範囲よりも小さい場合には（試料番号３０）、含有量が少ないため、積層体の接着性に劣り、焼結体においてもクラックが観察された。一方、ポリビニルブチラール樹脂の含有量が本発明の好ましい範囲よりも大きい場合には（試料番号３５）、逆に、樹脂量が多すぎるため、焼結体にクラックが発生した。

【０１１３】

さらに、粘着付与剤がガムロジンである場合の、ポリビニルブチラール樹脂のブチラール化度が本発明の好ましい範囲外である場合には（試料番号３６および３７）、ポリビニルブチラールの特性が変化してしまい、積層体の接着性に劣り、焼結体においてもクラックが観察された。

【０１１４】

また、粘着付与剤がテルペンフェノールである場合の、ポリビニルブチラール樹脂のブチラール化度が本発明の好ましい範囲外である場合にも（試料番号４１、４４）、ポリビニルブチラールの特性が変化してしまい、積層体の接着性に劣り、焼結体においてもクラックが観察された。

【図面の簡単な説明】

【０１１５】

【図１】図１は本発明の一実施形態に係る積層セラミックコンデンサの断面図である。

【図２】図２（Ａ）～図２（Ｃ）は図１に示す積層セラミックコンデンサの製造工程の一部を示す要部断面図である。

【図３】図３（Ａ）および図３（Ｂ）は、図２（Ａ）～（Ｃ）に示す製造工程の続きを示す要部断面図である。

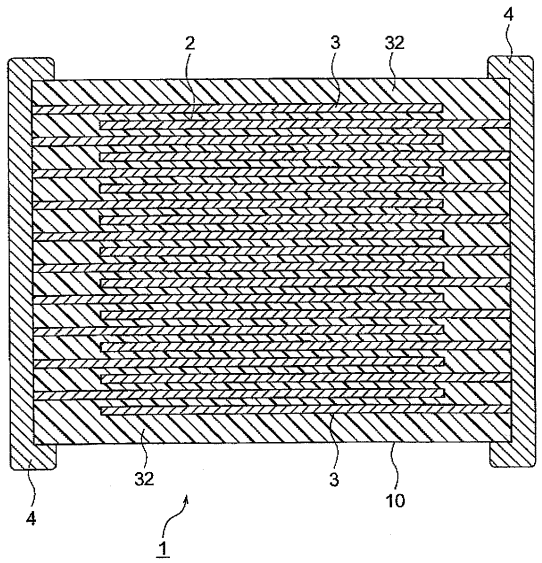
【符号の説明】

【０１１６】

１…　積層セラミックコンデンサ
１０…　コンデンサ素体
２…　誘電体層
３…　内部電極層
４…　外部電極
２０…　キャリアシート
３０…　セラミックグリーンシート
３２…　外層
４０…　内部電極パターン層
５０…　余白パターン部分
６０…　余白パターン層

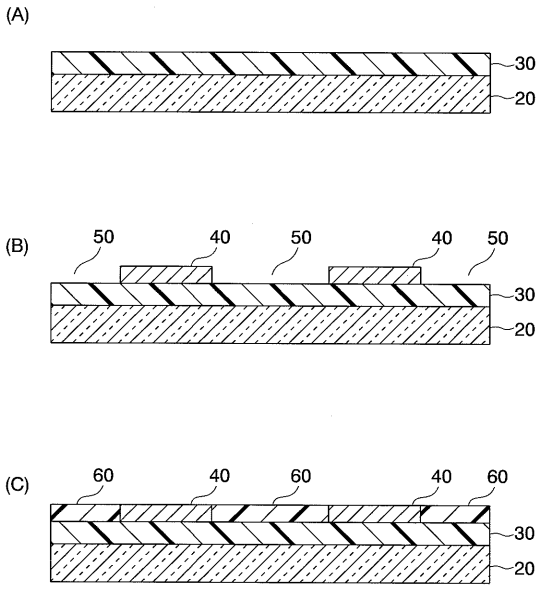
【図１】

図 1



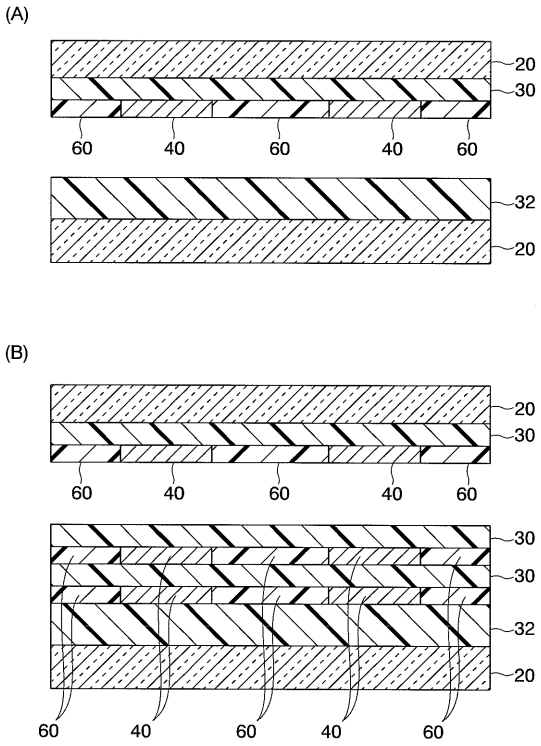
【図２】

図 2



【図３】

図 3



フロントページの続き

(72)発明者　唐津　真弘
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ株式会社内

審査官　羽鳥　友哉

(56)参考文献　国際公開第２００４／０８７６１４（WO，Ａ１）
特開２００４－１８６３３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０９００６９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１２６５０５（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００６／１２６２７１（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｇ　　４／３０
Ｈ０１Ｇ　　４／１２