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

特許第4110536号
(P4110536)

(45)発行日　平成20年7月2日(2008.7.2)　(24)登録日　平成20年4月18日(2008.4.18)

(51)Int.Cl.			F I		
H05K	1/02	(2006.01)	H05K	1/02	G
H05K	3/46	(2006.01)	H05K	3/46	H
H05K	3/00	(2006.01)	H05K	3/00	X

請求項の数 5　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2005-281211(P2005-281211)
(22)出願日　平成17年9月28日(2005.9.28)
(65)公開番号　特開2007-95862(P2007-95862A)
(43)公開日　平成19年4月12日(2007.4.12)
審査請求日　平成18年8月4日(2006.8.4)

(73)特許権者　000005083
日立金属株式会社
東京都港区芝浦一丁目２番１号
(72)発明者　上田　到
埼玉県熊谷市三ヶ尻５２００番地　日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内
(72)発明者　池田　初男
埼玉県熊谷市三ヶ尻５２００番地　日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内
(72)発明者　栗原　光一郎
鳥取県鳥取市南栄町７０番地２　日立金属株式会社鳥取工場内

審査官　中村　一雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】多層セラミック集合基板および多層セラミック集合基板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

セラミックを含む低温焼結材からなる基板用グリーンシートを積層した未焼結多層セラミック体の両面又は片面の縦横方向に断面略Ｖ字状の分割溝を形成し、前記基板用グリーンシートの焼成温度では焼結しない無機粒子を主成分とする拘束層を前記未焼結多層セラミック体の両面又は片面に設け、前記拘束層を設けた未焼結多層セラミック体を当該未焼結多層セラミック体の焼結する温度で焼結し、焼成後の多層セラミック体から前記拘束層を除去してなる多層セラミック集合基板であって、前記多層セラミック集合基板の少なくとも一つの分割溝が表面部より内部の方がやや膨らんだ断面略Ω状であることを特徴とする多層セラミック集合基板。

【請求項２】

前記断面略Ω状の分割溝の深さが、両面合わせて当該多層セラミック集合基板の厚さの２／３以下であることを特徴とする請求項１に記載の多層セラミック集合基板。

【請求項３】

セラミックを含む低温焼結材よりなる基板用グリーンシートを準備する工程と、

前記基板用グリーンシートのうち、所望のグリーンシートに導体ペーストで所望の導体パターンを形成する工程と、

前記導体パターンを適宜形成した基板用グリーンシートを積層、圧着して未焼結多層セラミック体を作製する工程と、

前記未焼結多層セラミック体の両面又は片面の縦横方向に深さ１０～２００μｍの断面

略Ｖ字状の分割溝を、当該分割溝の深さ（ｍ２）が両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの３０％以下となるように形成する工程と、
前記基板用グリーンシートの焼成温度では焼結しない無機粒子を主成分とする拘束層を前記未焼結多層セラミック体の両面又は片面に設ける工程と、
前記拘束層を設けた未焼結多層セラミック体を当該未焼結多層セラミック体の焼結する温度で焼結する工程と、
焼成した後、当該多層セラミック体から前記拘束層を除去する工程とを具備し、
前記焼結過程において少なくとも一つの前記断面略Ｖ字状の分割溝を、表面部より内部の方がやや膨らんだ断面略Ω状の溝となし、当該分割溝の深さ（ｍ１）が両面合わせて焼結後の多層セラミック体の厚さの２／３以下となるように形成することを特徴とする多層セラミック集合基板の製造方法。

【請求項４】
焼結前の分割溝の深さ（ｍ２）の未焼結多層セラミック体の厚さに対する深さ率よりも焼結後の分割溝の深さ（ｍ１）の焼結多層セラミック体の厚さに対する深さ率を大きくすることを特徴とする請求項３に記載の多層セラミック集合基板の製造方法。

【請求項５】
焼結前の未焼結多層セラミック体の厚さが０．３４～１．９９ｍｍ、焼結後の焼結多層セラミック体の厚さが０．１８～１．０７ｍｍであることを特徴とする請求項３又は４に記載の多層セラミック集合基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、無収縮プロセスを用いた多層セラミック基板に関するもので、特に大型の多層セラミック集合基板と、この集合基板から複数個の小片に分割して得られる多層セラミック基板に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
今日、ＬＳＩ・チップ部品等は小型化・軽量化が益々進んでおり、これらを実装する配線基板も小型化・軽量化が望まれている。このような要求に対して、基板内に内部電極等を配した多層セラミック基板は、要求される高密度配線が可能となり、かつ薄型化が可能なことから、多層セラミック基板は、携帯電話等の移動体通信端末機器の分野などにおいて、アンテナスイッチモジュール、ＰＡモジュール基板、フィルタ、チップアンテナ、各種パッケージ部品等の種々の電子部品を構成するのに広く用いられている。
【０００３】
上記多層セラミック基板は、電子部品、半導体集積回路等を高密度に搭載すべく、低温焼成セラミック材料：ＬＴＣＣ（Low Temperature Co-fired Ceramics）からなるセラミックグリーンシートにビアホールを開け、その穴に導体を充填し、シート表面には回路を構成する電極パターンを印刷形成し、これらのシートを複数枚積層し、圧着して未焼成の多層セラミック基板を形成する。その後、これを１，０００℃以下の温度で焼成することにより製造されている。このとき、未焼結多層セラミック基板の体積が減少し、緻密化する。この収縮はグリーンシート積層体の密度とセラミック体の理論密度との比、すなわち相対密度が通常４５～６５％であるのに対し焼成によりその相対密度が約９５％以上になるためで避けられない。通常、未焼結多層セラミック基板はセラミック敷板に載せて電気炉で焼成されるが、焼成による収縮率は一般的に線収縮率で１０～２５％の範囲にある。この焼成に伴う収縮は、ロットごとに異なるため、高密度の配線を必要とする回路には位置ずれなどが起こり、精密な回路が必要とされる多層セラミック基板において問題である。
【０００４】
そこで、特許文献１（特許第２６１７６４３号公報）では未焼結多層セラミック体の焼成中の収縮を減少させる方法である無収縮プロセスについて述べている。

ここで無収縮プロセスは、基板用グリーンシートの焼成温度では焼結しない無機材料（アルミナ等）を有機バインダ中に分散させた無機組成物ペーストからなる拘束グリーンシートを用意し、この拘束グリーンシートを未焼結の多層セラミック基板の上面および下面に対し密着して設け、その上で焼成するものである。このとき拘束層の収縮抑制作用により基板表面の収縮が抑制される。

【０００５】

ところで、このような多層セラミック基板を製造する際のコスト抑制および小型基板製造のための一つの方法として、大型のセラミック集合基板を得て、それを複数個に分割する、いわゆる多数個取りと言われる方法がある。この方法は、基板用グリーンシートを積層した未焼結多層セラミック体の両面又は片面に縦方向と横方向の分割溝を交差して形成し、これを焼結して多層セラミック集合基板を作製する。その後、分割溝に沿って破断する、あるいは砥石カッター等で切断するなどして個々小片の多層セラミック基板を得るものである。このような分割溝による多数個取りの方法は無収縮プロセスでも用いられており、例えば特許文献２や特許文献３に開示されている。

【０００６】

特許文献２では基板の反りを抑制するために、未焼結多層セラミック体と拘束グリーンシートを圧着して十分な密着強度を得た上で、拘束層の上から多層セラミック体の厚み方向に切り込む分割溝を形成したものである。さらにこのとき、分割溝の終端と多層セラミック体の端縁との距離を３ｍｍ以上とることにより反りや変形を抑えることができるとしている。

【０００７】

特許文献３は基板の端面の欠けやクラックを防止するために、基板用セラミックグリーンシートの端縁から３ｍｍ以上内側の領域に配線回路層を形成し、未焼結多層セラミック体には前記配線回路層を横切らないように０．０１～１ｍｍの切り込みによる分割溝を形成したものである。これにより端面の中央部がへこむことが防止され欠けやクラックを防止できるとある。

【０００８】

【特許文献１】特許第２６１７６４３号公報

【特許文献２】特開２００２－１８５１３６号公報

【特許文献３】特開２００３－２４９７５５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

多数個取りを行なうためには、焼結後の多層セラミック集合基板の表面に、分割を容易に行うために分割溝を形成しておく必要がある。上記したように分割溝の形成手段としては、通常は未焼結状態の、つまり生状態の多層セラミック体の表面にナイフカッター等の装置により縦横に切り込み溝を設けることが行われている。しかしながら、無収縮プロセスにおいては、このような分割溝があることにより、溝の周囲と中央部との間に収縮挙動にばらつきが生じる。これは基板の厚み方向（分割溝の深さ方向）においても同様であり、表面側と断面の中心部とでは収縮量に勾配が生じる。

また、従来の分割溝は単純にカッターの刃先が反映された、例えば略Ｖ字状のものであった。分割し易さの面からは切り込み溝は深い方が良いが、逆に深い溝ほどハンドリング性が悪くなる。つまり上部がめり込んでダレたり、刃先の型離れが悪くなってシートが変形してしまうのである。その結果、焼結過程で割れが発生してしまう問題があった。このような問題は、特に厚いセラミックス基板の場合に顕著になり、小片の多層セラミック基板においては端部欠陥となって現われる。

【００１０】

そこで、本発明は分割溝を形成した無収縮プロセスによる多層セラミック集合基板において、比較的浅い切り込み溝で分割溝を形成し、分割溝の形状を変更し、ハンドリング性が良好でありながら分割性に優れており、シート変形などの欠陥のない多層セラミック集

合基板及び多層セラミック集合基板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】
【００１１】
本発明は、セラミックを含む低温焼結材からなる基板用グリーンシートを積層した未焼結多層セラミック体の両面又は片面の縦横方向に断面略Ｖ字状の分割溝を形成し、前記基板用グリーンシートの焼成温度では焼結しない無機粒子を主成分とする拘束層を前記未焼結多層セラミック体の両面又は片面に設け、前記拘束層を設けた未焼結多層セラミック体を当該未焼結多層セラミック体の焼結する温度で焼結し、焼成後の多層セラミック体から前記拘束層を除去してなる多層セラミック集合基板であって、前記多層セラミック集合基板の少なくとも一つの分割溝が表面部より内部の方がやや膨らんだ断面略Ω状であることを特徴とする多層セラミック集合基板である。尚、本発明において略Ｕ字状とは、分割溝の下部が広がったΩ状やＵ状等を指し、広義に言えばＶ字状のように狭まった形状でないものを言う。
【００１２】
本発明の多層セラミック集合基板は、前記断面略Ω状の分割溝の深さが、両面合わせて当該多層セラミック集合基板の厚さの２／３以下であることが望ましい。
【００１３】
本発明は、セラミックを含む低温焼結材よりなる基板用グリーンシートを準備する工程と、前記基板用グリーンシートのうち、所望のグリーンシートに導体ペーストで所望の導体パターンを形成する工程と、前記導体パターンを適宜形成した基板用グリーンシートを積層、圧着して未焼結多層セラミック体を作製する工程と、前記未焼結多層セラミック体の両面又は片面の縦横方向に深さ１０～２００μｍの断面略Ｖ字状の分割溝を、当該分割溝の深さ（ｍ２）が両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの３０％以下となるように形成する工程と、前記基板用グリーンシートの焼成温度では焼結しない無機粒子を主成分とする拘束層を前記未焼結多層セラミック体の両面又は片面に設ける工程と、前記拘束層を設けた未焼結多層セラミック体を当該未焼結多層セラミック体の焼結する温度で焼結する工程と、焼成した後、当該多層セラミック体から前記拘束層を除去する工程とを具備し、前記焼結過程において少なくとも一つの前記断面略Ｖ字状の分割溝を、表面部より内部の方がやや膨らんだ断面略Ω状の溝となし、当該分割溝の深さ（ｍ１）が両面合わせて焼結後の多層セラミック体の厚さの２／３以下となるように形成することを特徴とする多層セラミック集合基板の製造方法である。
【００１４】
また本発明の多層セラミック集合基板の製造方法では、焼結前の分割溝の深さ（ｍ２）の未焼結多層セラミック体の厚さに対する深さ率よりも焼結後の分割溝の深さ（ｍ１）の焼結多層セラミック体の厚さに対する深さ率を大きくすることを特徴としている。
【００１５】
本発明の多層セラミック集合基板の製造方法において、焼結前の未焼結多層セラミック体の厚さが０．３４～１．９９ｍｍ、焼結後の焼結多層セラミック体の厚さが０．１８～１．０７ｍｍであることは望ましい。
【発明の効果】
【００１６】
本発明によれば、分割溝を形成した多層セラミック体のハンドリング性が良好であり、焼結後は分割がし易い分割溝となした多層セラミック集合基板及び多層セラミック集合基板の製造方法を提供することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１７】
以下、本発明の多層セラミック集合基板および多層セラミック基板について製造方法を含めて説明する。
図１は多層セラミック集合基板の製造過程の一例を示す断面図である。工程順序や材料は一例を示しただけで、必ずしも下記である制約は無く、また複数の工程を同時に実施し

てもよい。場合によっては、不要となる工程は実施しない場合もある。図２は多層セラミック集合基板の斜視図の一例である。但し、多層セラミック基板の小片数は任意である。図３は多層セラミック集合基板の分割溝部分を示す断面図である。図４は分割溝に沿って分割した後の多層セラミック基板の分割溝部分を示す断面図である。

【００１８】

図１に従って、多層セラミック集合基板の一実施例について説明する。まず、低温焼成可能なセラミック材料の粉末とガラス成分の粉末及び有機バインダ、可塑剤、溶剤の混合物からなるスラリーを有機キャリアフィルム（PETフィルム）上にドクターブレード法により適宜の厚さ、およそ２０～２００μmに形成して、複数の基板用グリーンシート１ａ、１ｂ、１ｃを準備する。尚、低温焼成可能なセラミックでなるグリーンシートの作製はドクターブレード法に限定されず、例えば圧延法、印刷法等によって作製することもできる。

また、用いる低温焼結可能なセラミック材料としては、８００～１０００℃で銀などの導体ペーストと同時焼成できるセラミック材料であって、所謂ＬＴＣＣセラミックスなら何でも使用できる。一例としては、主成分であるＡｌ、Ｓｉ、Ｓｒ、ＴｉをそれぞれAl_2O_3、SiO_2、ＳｒＯ、TiO_2に換算したとき、Al_2O_3：１０～６０質量％、SiO_2：２５～６０質量％、ＳｒＯ：７．５～５０質量％、TiO_2：２０質量％以下（０を含む）であり、その主成分１００質量部に対して、副成分として、Ｂｉ、Ｎａ、Ｋ、Ｃｏの群のうちの少なくとも１種をBi_2O_3換算で０．１～１０質量％、Na_2O換算で０．１～５質量％、K_2O換算で０．１～５質量％、ＣｏＯ換算で０．１～５質量％含有し、更に、Ｃｕ、Ｍｎ、Ａｇの群のうちの少なくとも１種をＣｕＯ換算で０．０１～５質量％、MnO_2換算で０．０１～５質量％、Ａｇを０．０１～５質量％含有し、その他不可避不純物を含有している混合物を一旦７００℃～８５０℃で仮焼し、これを粉砕して平均粒径０．６～２μmの微粉砕粒子からなる誘電体磁器組成物を挙げることができる。

【００１９】

上記基板用グリーンシート１ａ、１ｂ、１ｃに適宜ビアホールを作製し、ビアホールにＡｇ等の導体ペーストでビア導体３を作製する。また所望の基板用グリーンシートの表面に同じ導体ペーストで導体パターン２を印刷により５～３５μm厚さに形成する。これらの導体パターンによりインダクタ、伝送線路、コンデンサ、グランド電極等を形成し、上記ビア導体により接続して適宜回路を構成する。尚、所望の基板用グリーンシートとは、多層セラミック基板の回路設計の必要に応じてビア導体３や導体パターン２を形成するグリーンシートをいう。この例では、全ての基板用グリーンシートにビア導体や導体パターンを形成した。

【００２０】

次に、ビア導体３及び／又は導体パターン２を形成した複数の基板用グリーンシート１ａ、１ｂ、１ｃをプレスによる圧着、キャリアフィルムの剥離工程を繰り返して積層し未焼結多層セラミック体７を作製する。

先ず、未焼結多層セラミック体７の表層となる基板用グリーンシート１ａを、固定用フィルム上にセットし、上側の金型で所定の圧力、温度、時間でプレスし圧着する。例えば、圧力１０～５０ｋｇ／ｃｍ^2、温度３０～６０℃、時間３～１５秒である。熱圧着上下の金型はヒーターを内蔵した単純な平板形状でよい。プレスによる圧着が終わると、基板用グリーンシート１ａのキャリアフィルムを剥離する。この時、グリーンシートは固定用フィルムに強固に固定されており、キャリアフィルムの剥離に際して一緒に剥離されることはない。

次に、第２層目の基板用グリーンシート１ｂを積層する。基板用グリーンシート１ｂには、内層に所定の内部回路を構成する導体パターン２が印刷されている。基板用グリーンシート１ｂの主面が第１層の基板用グリーンシート１ａに当接するようにセットし、第１層の基板用グリーンシート１ａの場合と同様に、プレスし圧着する。この時、プレス温度を印刷ペースト内の粘着剤が軟化固着する温度とすれば、加圧力により印刷部が相手側の

基板用グリーンシートと接合する。従って、基板用グリーンシート同士は、印刷導体ペーストを介して結合される。また、電極が無くセラミック層同士が直接接触するところも、電極を介する場合と同様に軟化して固着し結合する。このときの圧着温度は粘着剤の種類にもよるが、通常４０～９０℃程度の低温でよく、接合強度は加圧力を変えることにより調整できる。圧着後、基板用グリーンシート１ｂのキャリアフィルムを剥離する。第３層の基板用グリーンシート１ｃ以降は、第２層目の基板用グリーンシート１ｂの積層で述べたものと同様な一連の作業を繰り返す。また、積層体を強力に一体化させるために、さらに圧着工程を行ってもよい。ここでは3層としているが、積層数は特定できず、回路構成によって異なり10層以上の未焼結多層セラミック体とする場合もある。

【００２１】

この未焼結多層セラミック体の上下面（基板表面）に、適宜Ａｇを主体とする導体ペーストを用いて、外部電極４、外部端子電極６を印刷形成する。さらに基板表面の導体パターン４、６の周囲にはオーバーコート材５を適宜形成する。このオーバーコート材の材質としては、焼結収縮特性や熱膨張特性が未焼結多層セラミック体の素材と近似していることが望ましい。例えば、基板用シートと同材質のスラリーにコート部分の視認性を向上するような機能を付与するための添加成分を加えたものが挙げられる。表面導体パターンの周縁にオーバーコートを被覆して電極被覆領域を形成することにより、表面の導体パターンの機械的保護と、後の工程で導体パターンの上に設けた半田が流れ出して導電部と接するなどの短絡防止ができる。尚、基体表面の導体パターンとオーバコート材は必ずしも未焼結多層セラミック体の状態で設ける必要はなく、焼結後の多層セラミック体に対して形成するのでも良い。

【００２２】

次に、図５に示すように、上記未焼結多層セラミック体７の表面、通常は上面と下面の両面にナイフカッター等の治具により縦方向と横方向に交差する切り込み溝を形成し、分割溝１４を形成する。この分割溝は、集合基板の大きさや製品基板のサイズによって分割数は異なるが、回路を構成する導体パターンに悪影響がでないように隣り合う基板同士が干渉しない位置、概ね２～１５mm程度の距離を置いて切り込み溝を入れる。この分割溝は通常Ｖ字型で溝の深さは０．０１～０．２mm程度と浅くしておく。深さは未焼結多層セラミック体の厚さによって異なるが、上下両面の溝深さの総和が未焼結多層セラミック体７の厚さの３０％以下に収めるようにする。この深さが深いとカッターの型離れが悪く変形するし、焼結過程でクラックの起点となるので望ましくない。また、分割溝は両面でなく、上面か下面の何れか一方でも良い。

その後、ＣＩＰ装置にて、１００～４００ｋｇ／ｃｍ^2、８５℃で熱圧着し、各層が一体化した未焼結多層セラミック体７となす（図１（ａ））。

【００２３】

一方で前記未焼結多層セラミック体７の焼成温度では焼結しない無機材料に有機バインダ、可塑剤、溶剤を加えたセラミックスラリーを作製し、これをドクターブレード法でキャリアフィルム上に所定厚（例えば１００～２００μm）で拘束グリーンシートを作製する。拘束グリーンシートに用いるセラミック材料は、上記基板用グリーンシートに用いたガラスセラミック材料の焼成温度（８００～１０００℃程度）では焼結しないもので未焼結多層セラミック体の表面を収縮させない機能があるものであればよい。無機材料としては様々な種類のアルミナが安価に入手できるのでアルミナを用いることが一般的である。また、有機バインダ、可塑剤、溶剤は基板用グリーンシートに用いたものと同様なものが使用可能である。

そして、上記未焼結多層セラミック体７の上面及び下面に、上記で用意した拘束グリーンシートを位置合わせして、その拘束用グリーンシートの厚さが２００μm程度になるように積層し、ＣＩＰ装置にて、１００～４００ｋｇ／ｃｍ^2、８５℃で熱圧着し拘束層と未焼結多層セラミック体を一体化した積層体を得る（図１（ｂ））。

【００２４】

次に、上記拘束層が一体化した積層体を焼成炉内で熱処理し拘束層のバインダーの脱気

を適宜行いながら未焼結多層セラミック体が焼結する温度である８００～１０００℃で一体焼成を行う。

焼成後、焼結した多層セラミック体の拘束層を超音波洗浄やブラスト処理等により取り除き、多層セラミック集合基板１１を得る（図１（ｃ））。

多層セラミック集合基板１１の一例を図２に示す。このように大型の集合基板１１には縦方向および横方向に分割溝１４が形成されており、この分割溝に沿って破断して小片の多層セラミック基板を得ることができる。若しくは砥石カッターにより切断して多層セラミック基板を得ることができる。

【００２５】

このようにして得られた多層セラミック集合基板の分割溝部分の断面図を図３に示す。図３（ａ）は、本発明の実施例の一例であり、多層セラミック集合基板１１の上下面に分割溝１４が形成されている。この分割溝１４は、断面が略Ｕ字状に形成されている。この分割溝１４をより詳細に見ると、分割溝１４の内部の構造が、基板表面部より内部の方がやや膨らんだ形状となっている。また図３（ｂ）は、本発明の実施例の別の形態を示している。この実施例の分割溝１４は、断面が略Ｕ字状に形成されている。この分割溝１４を更に詳細に見ると、分割溝１４の基板表面から底部に向けて、ほぼ直線状となっている部分を有している。

【００２６】

本発明の分割溝の未焼結多層セラミック体に形成した分割溝の一例を図５に示したが、未焼結多層セラミック体７に形成した分割溝１４は、略Ｖ字状の断面形状をしている。この分割溝１４が未焼結多層セラミック体を焼結したのち、図３に示すような略Ｕ字状の分割溝１４となるものである。

本発明では、この焼結により、分割溝１４の深さの基板厚さに対する比率は大きくなることがわかり、未焼結多層セラミック体７の状態では、分割溝１４の深さ（ｍ２）は、上下面の分割溝を合わせ、未焼結多層セラミック体７の厚さ（ｌ２）の３０％以下に設定されている。つまり、本発明では、（ｍ２×２）／ｌ２が３０％以下となるように構成されている。また、この未焼結多層セラミック体に形成する分割溝は、深さ０．２ｍｍ以下とすることが好ましい。あまり深いと、例え未焼結多層セラミック体の厚さが厚くても、セラミック体が変形するなど不具合を生じてしまう。そして、焼結後、分割溝１４の深さ（ｍ１）は、上下面の分割溝を合わせ、多層セラミック集合基板１１の厚さ（ｌ１）の２／３以下となるように構成している。

分割溝をこのようにして構成することにより、未焼結時には浅いＶ溝として、切り込み溝形成の作業性、ハンドリング性を高め、焼結後は未焼結時に比較し基板厚さに対して深いＵ字状溝とすることができ、これによって、上下の分割溝間の距離が近くなり、しかもＵ字型に広がることによって分割がし易く、ハンドリング性も良いものである。

【００２７】

本発明の多層セラミック集合基板１１を分割溝に沿って分割した多層セラミック基板の分割溝部分の断面図を図４に示す。図４（ａ）は、図３（ａ）の多層セラミック集合基板１１を分割した実施例である。この実施例では、多層セラミック基板１５の側面の上端部１５ａ及び下端部１５ｂには分割溝跡の切欠き部１６を有し、前記分割溝跡の切欠き部１６は、上端部１５ａ、下端部１５ｂよりも凹状となっている部分１６ａを有する。この凹状となっている部分１６ａとは、分割溝跡の切欠き部１６において、基板の表面（上面又は下面）の端部（上端部１５ａ又は下端部１５ｂ）から厚さ方向に垂線１８を引いたとき、その垂線１８より基板の内部方向（基板平面の中心方向）に窪んでいる部分のことである。

また図４（ｂ）は、図３（ｂ）の多層セラミック集合基板１１を分割した実施例である。この実施例では、多層セラミック基板１５の側面の上端部１５ａ及び下端部１５ｂには分割溝跡の切欠き部１６を有し、この分割溝跡の切欠き部１６は、前記上端部１５ａ又は下端部１５ｂから基板平面に対してほぼ垂直となっている部分１６ｂを有している。

【００２８】

この実施例の分割した側面形状は、分割溝跡の切欠き部１６を有しており、側面の中央部が凸になった段差形状に形成されている。このような凸状とすることによって、多層セラミック基板の側面の隅部の欠けや割れを防止することができる。このような側面は、多数個取りの際の分割によって形成されたもので、基板の１つの側面のみが分割によって形成された場合にはその１つの側面に、基板の２側面が分割によって形成された場合にはその２側面に、基板の３側面あるいは４側面が分割によって形成された場合にはその３側面あるいは４側面にこのような切欠き部を有している。

【実施例】

【００２９】

Al_2O_3：４８質量%、SiO_2：３８質量%、ＳｒＯ：１０質量%、TiO_2：４質量%、さらに主成分１００質量部に対して、Bi_2O_3：２．５質量%、Na_2O：２質量%、K_2O：０．５質量%、ＣｕＯ：０．３質量%、MnO_2：０．５質量%の組成のセラミック材を８００℃×２時間で仮焼きし、これを微粉砕した平均粒径約１μｍのセラミック粉１００質量部に対して有機バインダとしてＰＶＢを１５質量部、可塑剤としてＤＯＰ（フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)）を１０質量部加えて、更に溶剤として、エタノールとブタノールの混合物を使用し、ボールミルにて２０時間分散した。得られたスラリーを、減圧下にて脱泡し一部溶剤を揮発させて、ドクターブレード法にてシート成形した。得られた基体用グリーンシートを、キャリアフィルムと一緒に所定の大きさに裁断し、所定の導体パターンをＡｇペーストにてスクリーン印刷して形成した。前記基体用グリーンシートの各層を順次、位置合わせ後、約５０℃、圧力４０ｋｇ／ｃｍ^2（３．９ＭＰａ）で熱圧着し、仮圧着状態の積層体を得た。その後、ナイフカッターにより積層体の表面に表１に示す分割溝を形成した。その後、表層導体パターンやオーバコート材を形成し、ＣＩＰ装置にて１００Ｋｇ／ｃｍ^2（９．８ＭＰａ）、８５℃で熱圧着し、各層が一体化した未焼結多層セラミック体を得た。未焼結多層セラミック体の厚さは表１に示す。

【００３０】

次に、拘束グリーンシートとして、平均粒径１．５μｍのアルミナ粉１００質量部に対して有機バインダとしてＰＶＢを５質量部、可塑剤としてＤＯＰを３質量部加えて、更に溶剤として、エタノールとブタノールの混合物を使用して、ボールミルにて１０時間分散した。得られたスラリーを、減圧下にて脱泡し一部溶剤を揮発させて、ドクターブレード法にてシート成形した。得られた拘束用グリーンシートを、キャリアフィルムから剥離し、上記未焼結多層セラミック体と同一な大きさに裁断した。この拘束用グリーンシートを未焼結多層セラミック体の両面に対しＣＩＰ装置にて１２０ｋｇ／ｃｍ^2（１１．８Ｍｐａ）、８５℃で熱圧着し、拘束層と未焼結多層セラミック体を一体化した。拘束層の厚さは表1に示す。

この積層体を脱バインダを行い、９００℃で２時間保持し焼結体となした。この焼結体の拘束層を除去し、超音波洗浄を行い、残存アルミナを除去して、多層セラミック集合基板を得た。

その後、分割溝の切り込みに沿って破断するか、あるいは砥石で切断することにより、小片の多層セラミック基板を得た。多層セラミック基板と取れ数は９０個であった。

【００３１】

評価項目は、未焼結多層セラミック体に形成した分割溝用の切り込み溝形成時の作業性を良好（○）あるいは悪い（×）で評価し、焼結後の多層セラミック集合基板の分割溝の形態と、取れ数９０個に対する破断のし易さを良好（○）あるいは悪い（×）で評価し、側面の割れや欠け等の欠陥状況を無し（○）あるいは有り（×）で評価し、焼結後のハンドリング性を、焼成後にすでに割れていたもの、あるいは、焼成後の洗浄時（治具へのセット時あるいは、超音波洗浄時）に割れてしまったものを（×）、割れてないもの（○）として評価した。

以上の結果を表１に示す。

【００３２】

【表１】

試料番号	未焼結多層ｾﾗﾐｯｸ体の厚さl2(mm)	拘束層厚さ(mm)	分割溝(切り込み溝)				切り込み溝形成時作業性	多層セラミック集合基板				形状	焼結後ﾊﾝﾄﾞﾘﾝｸﾞ性	分割(破断)し易さ	欠け／割れ(発生数)
			形状	深さm2(mm)	深さ率m2*2/l2(両面)	形成箇所		焼結後厚さl1(mm)	分割溝深さ総和m1*2(mm)	深さ率m1*2/l1(両面)	形成箇所				
1	0.92	0.2	V字状	0.02	4%	両面	○	0.5	0.03	6%	両面	略U字状	○	△	0/90
2	0.92	0.2	V字状	0.03	7%	両面	○	0.5	0.06	12%	両面	略U字状	○	○	0/90
3	0.92	0.2	V字状	0.05	11%	両面	○	0.5	0.14	28%	両面	略U字状	○	○	0/90
4	0.92	0.2	V字状	0.07	15%	両面	○	0.5	0.22	44%	両面	略U字状	○	○	0/90
5	0.92	0.2	V字状	0.1	22%	両面	○	0.5	0.32	64%	両面	略U字状	○	○	0/90
6*	0.92	0.2	V字状	0.13	28%	両面	○	0.5	0.4	80%	両面	略U字状	×	-(注)	-(注)
7*	0.92	0.2	V字状	0.05	11%	両面	○	0.5	0.05	10%	両面	V字状	○	×	0/90
8*	0.92	0.2	V字状	0.1	22%	両面	○	0.5	0.08	16%	両面	V字状	○	×	0/90
9*	0.92	0.2	V字状	0.15	33%	両面	×	0.5	0.13	26%	両面	V字状	○	△	0/90
10*	0.92	0.2	V字状	0.2	43%	両面	×	0.5	0.19	38%	両面	V字状	○	○	0/90
11*	0.92	0.2	V字状	0.3	65%	両面	×	0.5	0.28	56%	両面	V字状	○	○	0/90
12	0.34	0.2	V字状	0.01	6%	両面	○	0.18	0.04	22%	両面	略U字状	○	△	0/90
13	0.34	0.2	V字状	0.015	9%	両面	○	0.18	0.05	28%	両面	略U字状	○	○	0/90
14	0.34	0.2	V字状	0.025	15%	両面	○	0.18	0.06	33%	両面	略U字状	○	○	0/90
15	0.34	0.2	V字状	0.04	24%	両面	○	0.18	0.08	44%	両面	略U字状	○	○	0/90
16	0.34	0.2	V字状	0.05	29%	両面	○	0.18	0.11	61%	両面	略U字状	○	○	0/90
17*	0.34	0.2	V字状	0.06	35%	両面	○	0.18	0.14	78%	両面	略U字状	×	-(注)	-(注)
18	1.99	0.4	V字状	0.05	5%	両面	○	1.07	0.18	17%	両面	略U字状	○	○	0/90
19	1.99	0.4	V字状	0.1	10%	両面	○	1.07	0.34	32%	両面	略U字状	○	○	0/90
20	1.99	0.4	V字状	0.15	15%	両面	△	1.07	0.5	47%	両面	略U字状	○	○	0/90
21	1.99	0.4	V字状	0.2	20%	両面	△	1.07	0.61	57%	両面	略U字状	○	○	0/90
22*	1.99	0.4	V字状	0.25	25%	両面	×	1.07	0.8	75%	両面	略U字状	×	-(注)	-(注)

(注)分割溝が深すぎる場合には、焼成中やハンドリング中に割れてしまうため、未評価。

【００３３】

10 20 30 40 50

表１の結果によれば、試料番号６は、分割溝用の切り込み溝の深さは、両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの２８％であり、切り込み溝の作業性は良好であったが、焼結後の分割溝の深さが、両面合わせて多層セラミック集合基板の厚さの８０％となり、２／３より大きく、焼結後のハンドリング性が悪く、割れが多く発生し、好ましくなかった。
試料番号７、８は、分割溝用の切り込み溝の深さ及び焼結後の分割溝の深さは良好であったが、焼結後の分割溝の形状がＶ字状となっており、分割し易さの評価が好ましくなかった。

【００３４】

試料番号９は、分割溝用の切り込み溝の深さは、両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの３３％であり、深過ぎたため、この切り込み溝形成作業時の作業性が好ましくなかった。この作業性の悪さとしては、セラミック体に押し込んだ刃を持ち上げる際に、刃だけではなくセラミック体まで一緒に持ち上げられてしまうことがあり、このような状態となると、セラミック体の変形につながり、好ましくない。この切り込み溝の深さについては、セラミック体の厚さとも関係があり、試料番号１７のように、分割溝用の切り込み溝の深さが、両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの３５％であっても、切り込み溝形成作業時の作業性が良好な場合もある。これは、分割溝用の切り込み溝の深さが０．０６ｍｍであり、未焼結多層セラミック体の厚さに対しては深いものの、実数として深すぎない（０．２ｍｍ以下）ことにより、切り込み溝形成作業時の作業性が良好であったものである。つまり、３０％を超えても、この点の評価は良好な場合がある。しかし、この試料番号１７では、焼結後の分割溝の深さが、両面合わせて多層セラミック集合基板の厚さの７８％となり、２／３より大きく、焼結後のハンドリング性が悪く、割れが多く発生し、結果的には好ましくなかった。

【００３５】

試料番号１０、１１は、分割溝用の切り込み溝の深さは、両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの４３％、６５％であり、深過ぎたため、この切り込み溝形成作業時の作業性が好ましくなかった。

試料番号２２は、分割溝用の切り込み溝の深さは、両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの２５％であったが、実際の切り込み深さが一つの切り込み溝において０．２５ｍｍと、深さ自体が大きく、切り込み溝形成作業時の作業性が好ましくなかった。また、焼結後の分割溝の深さが、両面合わせて多層セラミック集合基板の厚さの７５％となり、２／３より大きく、焼結後のハンドリング性が悪く、割れが多く発生し、好ましくなかった。

【００３６】

この結果から、分割溝用の切り込み溝の深さが、両面合わせて未焼結多層セラミック体の厚さの３０％以下であり、多層セラミック集合基板の分割溝の深さが、両面合わせて多層セラミック集合基板の厚さの２／３以下とし、分割溝の断面形状が略Ｕ字状とすることによって、分割溝用の切り込み溝の作業性が良好であり、焼結後のハンドリング性が良好であり、分割し易く、欠け／割れがなく、多層セラミック基板を得ることができる。また、このとき、分割溝用の切り込み溝の深さは０．２ｍｍ以下であることが望ましい。

以上により本発明によれば良好な多層セラミック基板が得られることが分かった。

【図面の簡単な説明】

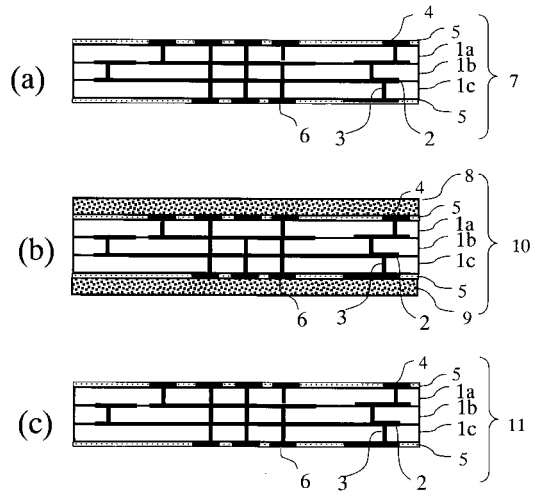
【００３７】

【図１】本発明の多層セラミック集合基板の一実施例を示し、その製造過程と共に説明する図である。
【図２】本発明の多層セラミック集合基板の一例を示す斜視図である。
【図３】本発明の多層セラミック集合基板の分割溝部分の断面図である。
【図４】本発明の多層セラミック基板の分割溝部分の断面図である。
【図５】本発明の未焼結多層セラミック体の分割溝用の切り込み溝部分の断面図である。

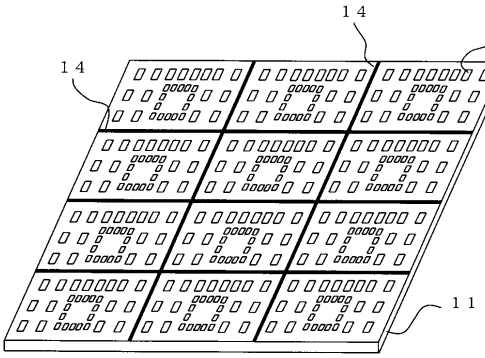
【符号の説明】

【００３８】
１ａ～１ｃ：セラミックグリーンシート
２：内部電極
３：ビアホール
４：外部電極
５：オーバーコート層
６：外部端子電極
７：未焼結多層セラミック体
８：シート状上面拘束層
９：シート状下面拘束層
１０：拘束層を設けた未焼結多層セラミック体（積層体）
１１：多層セラミック集合基板
１４：分割溝
１５：多層セラミック基板
１６：分割溝跡の切欠き部

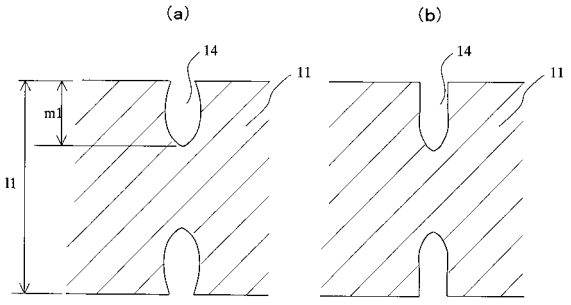
【図１】



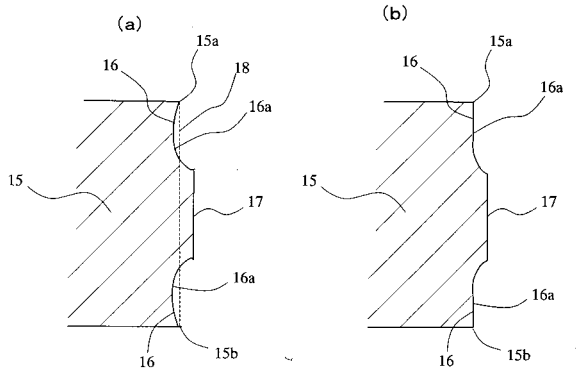
【図２】



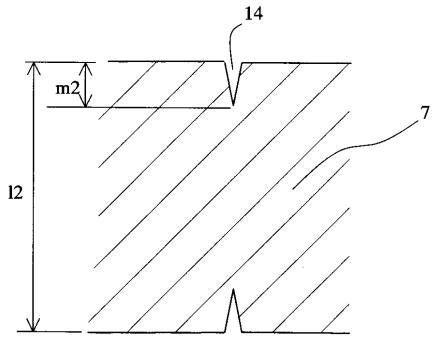
【図３】



【図４】


(a)
15a
16
18
16a
15
17
16a
16
15b
(b)
15a
16
16a
15
17
16a
16
15b

【図５】


14
m2
7
l2

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００２－２２３０４４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０３１７３１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２３６８７７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２３２１８７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０７６５３１（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１２３４６０（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０５４８８６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｋ　　１／０２
Ｈ０５Ｋ　　３／００
Ｈ０５Ｋ　　３／４６