

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5617637号
(P5617637)

(45) 発行日 平成26年11月5日(2014.11.5)

(24) 登録日 平成26年9月26日(2014.9.26)

(51) Int.Cl.		F I		
C O 4 B 35/16	(2006.01)	C O 4 B	35/16	Z
H O 5 K 3/46	(2006.01)	H O 5 K	3/46	H
H O 1 F 17/00	(2006.01)	H O 1 F	17/00	B

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-533802 (P2010-533802)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成21年10月5日 (2009.10.5)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/005140		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02010/044213	(74) 代理人	100104732
(87) 国際公開日	平成22年4月22日 (2010.4.22)		弁理士 徳田 佳昭
審査請求日	平成24年10月4日 (2012.10.4)	(74) 代理人	100120156
(31) 優先権主張番号	特願2008-265050 (P2008-265050)		弁理士 藤井 兼太郎
(32) 優先日	平成20年10月14日 (2008.10.14)	(72) 発明者	犬塚 敦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社 社内
早期審査対象出願		(72) 発明者	元満 弘法
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミック積層部品とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フェライト磁性層と、
ほう珪酸ガラスを主成分とし、結晶質シリカを20重量%以上、40重量%以下含有し、
前記フェライト磁性層と積層され、銀の内部導体が埋設されたガラスセラミック層と、を
備え、
前記ガラスセラミック層にはアルミナ水和物からなるアルミニウムと銀とが共存している
領域が存在し、
前記アルミナ水和物の配合量を0.5重量%以上、4.5重量%以下とした
セラミック積層部品。

【請求項 2】

前記ガラスセラミック層には、アルミニウム、カルシウム、カリウムのうち少なくとも1
つが添加された請求項1に記載のセラミック積層部品。

【請求項 3】

前記フェライト磁性層はNi-Zn-Cuフェライトである請求項1に記載のセラミック
積層部品。

【請求項 4】

前記ほう珪酸ガラス中のほう素(B)の組成は、酸化物換算で15重量%以上、28重量
%以下である請求項1に記載のセラミック積層部品。

【請求項 5】

アルミナ水和物粉末と結晶質シリカ粉末を含むガラスセラミックグリーンシートを作製するガラスグリーンシート作製ステップと、
 前記ガラスグリーンシート作成ステップの後に、前記ガラスセラミックグリーンシートに銀の内部導体を形成する内部導体形成ステップと、
 前記内部導体形成ステップの後に、フェライトグリーンシートと前記ガラスセラミックグリーンシートとを積層し、積層体を形成する積層体形成ステップと、
 前記積層体形成ステップの後に、前記積層体を銀の融点以下で焼成するステップとからなり、
 前記焼成するステップで前記アルミナ水和物のアルミニウムと前記銀の内部導体の銀とが共存する領域を形成し、前記アルミナ水和物の配合量を0.5重量%以上、4.5重量%以下とし、前記結晶質シリカ粉末の含有量を20重量%以上、40重量%以下としたセラミック積層部品の製造方法。

10

【請求項6】

前記アルミナ水和物粉末が $Al(OH)_3$ と $AlOOH$ との少なくともいずれかである、請求項5に記載のセラミック積層部品の製造方法。

【請求項7】

前記ガラスセラミックグリーンシート作製ステップにおいて、 $Mg(OH)_2$ と $CaCO_3$ との少なくとも一方を添加する、
 請求項5に記載のセラミック積層部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種電子機器に用いられるセラミック積層部品であり、特に低温で焼結できるセラミック積層部品に関する。

【背景技術】

【0002】

電子機器の扱う情報量の増大や高速化に伴い、電子機器に搭載されるセラミック積層部品にはより高周波への対応が要求されている。高周波化に対応するためには、セラミック積層部品内部の回路パターンの浮遊容量の低減が効果的である。そのためにはセラミック積層部品に用いる絶縁材料が低誘電率であることが要求される。

30

【0003】

また、このようなセラミック積層部品では、その内部に形成される回路パターン配線の材質として、回路内の電気抵抗を小さくするために高導電率を有する銀がよく用いられる。したがって低誘電率の絶縁材料は、銀の融点以下である900前後で焼結、緻密化することが必要である。

【0004】

このような要件を満たす低誘電率の絶縁材料としては、シリカ、アルミナ、フォルステライト、コーディエライト等のフィラーを加えたほう珪酸ガラス材料がよく知られている。高周波に対応するセラミック積層部品には、ほう珪酸ガラスにフィラーを混合したガラスセラミックがよく用いられる。特に、磁性材料であるフェライトと同時焼成する場合には熱膨張係数を調整するために、結晶性シリカがフィラーとしてよく用いられる。このような低温焼結ガラスは例えば特許文献1に開示されている。

40

【0005】

しかしながら、従来のほう珪酸ガラスを低誘電材料としてガラスセラミック層に用いた場合、ほう珪酸ガラス中の広い範囲に銀が拡散する。そのため、セラミック積層部品内で銀のマイグレーション反応が生じてショート等の不良が起こりやすく信頼性が低下する。

【0006】

特に、ガラスセラミック層とフェライト磁性層とを同時焼成する場合に銀の拡散は促進され、セラミック積層部品の信頼性が著しく低下する。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平11-171640号公報

【発明の概要】

【0008】

本発明は、銀のマイグレーションを抑制した信頼性の高いセラミック積層部品である。本発明のセラミック積層部品は、フェライト磁性層と、ほう珪酸ガラスを主成分とし、フェライト磁性層と積層され、銀の内部導体が埋設されたガラスセラミック層とを有する。ガラスセラミック層にはアルミニウムと銀とが共存している微小領域が分散して存在している。このようなセラミック積層部品は次の手順で作製される。まずほう珪酸ガラス粉末と結晶質シリカとアルミナ水和物粉末とを混合し成形したガラスセラミックグリーンシートを作製する。このときガラスセラミックグリーンシートにおいてアルミナ水和物の配合量を0.5重量%以上、4.5重量%以下とする。次にこのガラスセラミックグリーンシート内に銀の内部導体を形成する。続いてフェライトグリーンシートとガラスセラミックグリーンシートとを積層し、積層体を形成し、この積層体を銀の融点以下で焼成する。

10

【0009】

この構成では、銀はガラスセラミック層のなかで広い範囲に拡散せずに、ほう珪酸ガラスに混合したアルミナ水和物の微小な分散領域にアルミニウムと共に固定される。そのため、電界中、 H_2O 存在下でも銀のマイグレーションが抑制される。

【図面の簡単な説明】

20

【0010】

【図1】図1は本発明の実施の形態によるセラミック積層部品の内部断面図である。

【図2】図2は図1に示すセラミック積層部品の分解斜視図である。

【図3】図3は図1に示すセラミック積層部品の外観図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明のセラミック積層部品として、フェライトグリーンシートとガラスセラミックグリーンシートとを同時焼成して得られるコモンモードノイズフィルターを一例として説明する。図1はセラミック積層部品の断面図、図2はこのセラミック積層部品の分解斜視図、図3はこのセラミック積層部品の外観図である。図1は図2の1-1線における断面を示している。

30

【0012】

図1に示すようにセラミック積層部品は、ほう珪酸ガラスを主成分とするガラスセラミック層20と、フェライト磁性層21A、21Bと、フェライトビア22と、銀(Ag)の平面コイル23A、23Bとを有する。ガラスセラミック層20内にはアルミニウム(Al)とAgが共存する微小領域10が分散している。フェライト磁性層21A、21Bはガラスセラミック層20を挟んでいる。

【0013】

図1、図2に示すように、平面コイル23Aは層20Dに形成され、引き出し導線25Aは層20Eに形成されている。平面コイル23Aの一方の端部は、Agビア電極24Aから、引き出し導線25Aを介して、図3に示す外部端面電極26のうちの1つに電氣的に接続されている。平面コイル23Bは層20Cに形成され、引き出し導線25Bは層20Bに形成されている。平面コイル23Bの一方の端部232Bは、Agビア電極24B、引き出し導線25Bを介して、外部端面電極26のうちの他の1つに電氣的に接続されている。平面コイル23A、23Bの他方の端部231A、231Bは外部端面電極26の残りの2つに電氣的に接続されている。層20A~20Eはガラスセラミック層20を形成する。

40

【0014】

次にこのような構成のセラミック積層部品の製造プロセスの例を説明する。まず、ガラスセラミック層20の原材料となるほう珪酸ガラス粉末と結晶質シリカ粉末とAl(OH

50

)₃ 粉末を混合した混合粉末を、バインダーと、溶剤と混合してセラミックスラリーを作製する。混合粉末は、例えば68.5重量%のほう珪酸ガラス粉末と、29重量%の結晶質シリカ粉末と、2.5重量%のAl(OH)₃粉末で構成されている。バインダーとしては、例えばアクリル樹脂、溶剤としては、例えばトルエン、酢酸エチル、酢酸ブチル等が用いられる。調製されたセラミックスラリーをドクターブレード法により、例えば25μm程度の厚みになるようシート成形してガラスセラミック層20に用いるガラスセラミックグリーンシートを作製する。

【0015】

同様に、900以下で焼成可能なNi-Zn-Cuフェライト粉末とバインダーと、溶剤とを、ボールミルを用いて混合してセラミックスラリーを作製する。バインダーとしては、例えばブチラル樹脂とフタル酸系の可塑剤が、溶剤としては、例えば酢酸ブチル、ブタノール等が用いられる。調製されたセラミックスラリーから、ドクターブレード法により、例えば50~100μm程度の厚みになるようシート成形してフェライト磁性層21A、21Bに用いるフェライトのグリーンシートを作製する。

【0016】

次に、ガラスセラミックグリーンシートに、Agビア電極24A、24Bとなる、層間の電氣的接続のためのビア電極を、Agペーストを用いて層20B、20Dに形成する。また、平面コイル23A、23Bとなる、Agの平面コイル導体を印刷法もしくは転写法を用いて層20C、20Dに形成する。また引き出し導線25A、25Bとなる導体部を、Agペーストを用いて層20B、20Eに形成する。そして図2の構成になるように順次、2枚のフェライトグリーンシートと各ガラスセラミックグリーンシートを積層して積層体を作製する。フェライトビア22は、平面コイルの軸近傍に穴をあけ、そこにフェライトペーストを充填して形成する。

【0017】

次に作製された積層体を900で焼成して、ガラスセラミック層20中に二つの平面コイル23A、23Bを埋設した積層構造体である積層焼成体を作製する。この積層焼成体の外部側面に露出した引き出し導線25A、25B、および端部231A、231Bの端面に、電氣的に接続されるようにAgペーストを端面塗布してAgメタライズ層を形成する。さらに、Niめっき、Snめっきを施して外部端面電極26を形成する。

【0018】

なお、ガラスセラミックグリーンシート、フェライトグリーンシートに用いるバインダーとしては、適量の可塑剤を用いて積層性が制御されたブチラル樹脂系およびアクリル系のバインダーを用いることができる。すなわち、通常用いられるバインダーを用いて良く、特に限定されない。

【0019】

また、溶剤としては、エステル系、ケトン系、アルコール系の溶剤を用いることができ、必要に応じて乾燥速度を制御するための高沸点溶剤を用いてもよい。エステル系の溶剤は、例えば酢酸エチル、酢酸ブチル、ケトン系の溶剤は、例えばトルエン、メチルエチルケトン(MEK)、アルコール系の溶剤は、例えばイソプロピルアルコール(IPA)、ブタノールである。このように溶剤は特に限定されない。

【0020】

また、混合の方法は、ボールミル以外にも媒体攪拌ミル等の一般に知られている方法を用いてもよく、特に限定されない。また、シート形成方法は、ドクターブレード法以外にも加圧シート成型等の一般に知られている方法を用いてもよく、特に限定されない。

【0021】

本実施の形態では、Agビア電極24A、24Bや平面コイル23A、23Bを構成するAgが焼結時にガラスセラミック層20のなかで広い範囲に拡散しない。そしてほう珪酸ガラスに混合したアルミナ水和物(Al(OH)₃粉末)の微小な分散領域に、AgがAlと共に固定される。結果としてセラミック積層部品のガラスセラミック層20はAlとAgが共存する微小領域10が分散した構造を有する。そのため、電界中、H₂O存在

10

20

30

40

50

下でも A g のマイグレーションが抑制される。

【 0 0 2 2 】

次に上述のようにしてセラミック積層部品（サンプル A）を作製し、その効果を確認した結果を説明する。比較のため、A l (O H)₃ 粉末を添加しないガラスセラミックグリーンシートを用いたセラミック積層部品（サンプル B）を作製、評価している。また、A l (O H)₃ 粉末の代わりに等量分の A l₂ O₃ 粉末を添加したガラスセラミックグリーンシートを用いたセラミック積層部品（サンプル C）を作製、評価している。さらに、フェライトグリーンシートを使用せず、サンプル B で用いたガラスセラミックグリーンシートのみを用いて平面コイルを内蔵したセラミック積層部品（サンプル D）を作製、評価している。これはフェライトとの同時焼成しない場合と比較するためである。これらのサンプルは使用した材料以外は同様のプロセスを経て作製している。

10

【 0 0 2 3 】

まずサンプル A、サンプル B、サンプル C、サンプル D の断面をエネルギー分散型の元素マッピング分析を行う。その結果、サンプル A では A g が検出できないガラスセラミック層 2 0 のマトリックス中に A l と A g が共存する 5 μ m 以下の微小領域 1 0 が分散している。それに対して、サンプル B では A g がガラスセラミック層の広範囲に拡散し、かつ一部 A g が強く検出される微小領域が観察される。サンプル C では、A l のみが検出される微小領域と A g が強く検出される微小領域が観察され、A g はガラスセラミック層中に広い範囲に拡散している。サンプル D では、ガラスセラミック層中に A g はほとんど検出できない。このことはフェライトとの同時焼成において、A g の拡散が促進されることを示唆している。このように、フェライトとの同時焼成時にガラスセラミック層 2 0 中にアルミナ水和物を添加した場合にのみ、フェライトとの同時焼成で拡散が促進された A g が A l に固着されている。

20

【 0 0 2 4 】

（表 1）に、各々 1 0 0 個のセラミック積層部品に対してプレッシャークッカーバイアステストによる信頼性試験（P C B T 試験）を行い、その結果を不良率で示す。P C B T 試験では、平面コイル 2 3 A、2 3 B の間に 5 V の印加電圧をかけた状態で、2 気圧、湿度 8 5 %、温度 1 2 5 の環境下で 4 8 時間放置する。その結果、絶縁抵抗が、1 × 1 0⁶ 以下に低下したものを不良と判断する。

30

【 0 0 2 5 】

【表 1】

サンプル	添加物	フェライト磁性層	不良率 (%)
A	Al(OH) ₃	あり	0
B	なし	あり	62
C	Al ₂ O ₃	あり	54
D	なし	なし	0

【 0 0 2 6 】

フェライトと同時焼成しないサンプル D の場合は、ガラスセラミック層中に A g がほとんど拡散していないので P C B T 試験では不良が発生していない。フェライトとの同時焼成したサンプル B、サンプル C の場合、A g がガラスセラミック層中に広い範囲で拡散していたため P C B T 試験で不良が発生している。これに対しサンプル A ではガラスセラミック層 2 0 にアルミナ水和物である A l (O H)₃ を添加している。これにより、ガラスセラミック層 2 0 中で A g が A l に固着され、P C B T 試験で不良が発生していない。このように本実施の形態では高信頼性のセラミック積層部品を作製できる。

40

【 0 0 2 7 】

なお、ほう珪酸ガラスは、S i O₂ を骨格として、ほう素 (B) を添加され、9 0 0 以下で軟化溶解するガラスである。他に微量の A l や K のようなアルカリ、C a 等のアルカリ土類等が少量添加されていても良い。ほう珪酸ガラス中の B の組成は、酸化物換算で

50

15重量%以上、28重量%以下であることが望ましい。ほう珪酸ガラス中のBの組成が酸化物換算で15重量%より少ないと、ガラスの軟化点が高温になり十分に緻密な焼成体が得られない。またほう珪酸ガラス中のBの組成が酸化物換算で28重量%を超えると、ガラス粉末の安定的な製造が困難になる。

【0028】

また、結晶質シリカ粉末の含有量は20重量%以上、40重量%以下としている。20重量%未満では、フェライトとの熱膨張係数の差が大きくなりすぎて、同時焼成時にガラスセラミック層に亀裂が生じる可能性が高まる。40重量%を超えると、ガラスセラミック層20の焼結が十分に進行せず、十分に緻密なガラスセラミック層20が得られない。結晶質シリカ粉末を20重量%加えた場合に、ガラスセラミックの熱膨張係数は、 54×10^{-7} / であり、それ以上の熱膨張係数であれば、ガラスセラミック層20に亀裂が入らず、フェライトと同時焼成が可能である。

10

【0029】

また、 $Al(OH)_3$ の代わりにアルミナ水和物である $AlOOH$ でもサンプルAと同様のプロセスを経てサンプルEを作製し、PCBT試験を実施した場合でも不良率はゼロである。このように、 $AlOOH$ を用いた場合でも高信頼性のあるセラミック積層部品を作製することができる。なお $AlOOH$ と $Al(OH)_3$ を併用しても不良率はゼロである。このように $AlOOH$ 、 $Al(OH)_3$ の少なくともいずれかであるアルミナ水和物粉末をガラスセラミックグリーンシートに添加すればよい。ただし、 $Al(OH)_3$ はさらに生産性に優れているため、望ましい。

20

【0030】

なお、添加したアルミナ水和物がアルミナ(Al_2O_3)になるためには、1000以上の高温にする必要がある。本実施の形態では、Agと同時焼成するためにAgの融点以下、望ましくは900付近で焼成する。したがって焼成後のガラスセラミック層20中のアルミナ水和物はアルミナになっていない。X線回析による分析においてもアルミナは検出されていない。このように本実施の形態におけるアルミナ水和物の添加は、通常、ガラス材料のフィラーとして用いられるアルミナの添加とは全く作用が異なっている。

【0031】

次にアルミナ水和物の配合量に関して検討した結果を説明する。ガラスセラミック層20を形成するグリーンシートに配合するほう珪酸ガラスと結晶性シリカの配合比を70:30の重量比に固定して、 $Al(OH)_3$ を0.1重量%~5重量%までの範囲で配合する。この条件で、総量100重量%とした混合粉末を用いて、サンプルAと同様のプロセスを経て積層セラミック部品を作製し(サンプルF~サンプルR)、PCBT試験を実施する。その結果を(表2)に示す。

30

【0032】

【表2】

サンプル	$Al(OH)_3$ 添加量(重量%)	不良率(%)
F	0.1	45
G	0.5	0
H	1.0	0
J	1.5	0
K	2.5	0
L	3.5	0
M	4.0	0
N	4.5	0
P	5.0	38

40

【0033】

50

(表2)に示すように、 $Al(OH)_3$ の配合量(添加量)が、0.5重量%以上、4.5重量%以下の範囲で不良率がゼロである(サンプルG~サンプルN)。配合量が0.1重量%のサンプルFでは、Agがガラスセラミック層中に広い範囲で検出されている。これは $Al(OH)_3$ の配合量が少ないためアルミナ水和物の効果が不充分であるためと考えられる。また、配合量が5重量%のサンプルPでは、AlとAgの共存する微小領域が連結している箇所が観察される。 $Al(OH)_3$ の配合量が多すぎるとこのような現象が生じ、不良率が増大すると考えられる。以上から、ガラスセラミック層20を形成するガラスセラミックグリーンシートのセラミック成分における $Al(OH)_3$ の配合量は0.5重量%以上、4.5重量%以下とする必要がある。なおデータは示さないが、 $AlO(OH)$ を用いた場合でもモル分率換算でこの配合量の範囲とする必要があることを確認している。

10

【0034】

次に、アルミナ水和物以外の添加物を混合しても、アルミナ水和物の効果が認められることを説明する。

【0035】

ガラスセラミック層用のグリーンシートに配合するほう珪酸ガラスと結晶性シリカと $Mg(OH)_2$ と $Al(OH)_3$ の配合比を68:28:2:2の重量比で配合した混合粉末を調製する。この混合粉末を用いて、サンプルAと同様なプロセスを経て積層セラミック部品を作製する(サンプルQ)。

【0036】

また比較のため、ガラスセラミック層用のグリーンシートに配合するほう珪酸ガラスと結晶性シリカと $Mg(OH)_2$ の配合比を69:29:2の重量比で配合した混合粉末を調製する。この混合粉末を用いて、サンプルAと同様なプロセスを経てセラミック積層部品を作製する(サンプルR)。これらのサンプルを用いて、PCBT試験を実施する。その結果を(表3)に示す。

20

【0037】

【表3】

サンプル	添加物	不良率(%)
A	$Al(OH)_3$	0
Q	$Al(OH)_3 + Mg(OH)_2$	0
R	$Mg(OH)_2$	49

30

【0038】

ほう珪酸ガラスを用いたグリーンシートは、保管中にグリーンシート上にほう酸が析出しやすい。ほう酸が析出したグリーンシートを用いたセラミック積層部品では、積層面にポアが形成され信頼性が劣化する。このほう酸析出を抑制するためには、特に $Mg(OH)_2$ の添加が有効である。

【0039】

しかしながら $Mg(OH)_2$ を添加し $Al(OH)_3$ を添加しないサンプルRでは、PCBT試験で不良が発生している。一方、 $Mg(OH)_2$ と $Al(OH)_3$ を添加しているサンプルQでは、サンプルAと同様に不良が発生していない。このように、 $Mg(OH)_2$ を含んでいる場合でも、 $Al(OH)_3$ を配合することによって、信頼性が高まる。上述のように $Mg(OH)_2$ を添加することでほう酸の析出を抑制できるため、アルミナ水和物と $Mg(OH)_2$ との同時添加は、信頼性の高いセラミック積層部品を作製するための効果が大きい。

40

【0040】

また $Mg(OH)_2$ 以外にも、 $CaCO_3$ 等の他の物質を少量配合しても、アルミナ水和物による効果が発揮されることを確認している。

【0041】

50

なお、以上の実施の形態ではセラミック積層部品としてコモンモードノイズフィルタを一例として説明した。しかしながら本発明はこれに限定されない。回路配線パターン内で電位差が生じる回路を内蔵するセラミックフィルターやセラミック多層基板のような他のセラミック積層部品についても同様に適用可能である。

【0042】

また本実施の形態ではガラスセラミック層20をフェライト磁性層21A、21Bで挟んだ構造を説明したが、本発明はこれに限定されない。ガラスセラミック層とフェライト磁性層とが接して焼結される場合に適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明によるセラミック積層部品は、フェライト磁性層と、ほう珪酸ガラスを主成分とし、Agの内部導体を含有するガラスセラミック層とで構成されている。このガラスセラミック層を形成するガラスセラミックグリーンシートにアルミナ水和物を配合することによって、ガラスセラミック層はAlとAgが共存する微小領域が分散した状態になる。その結果、信頼性の高いセラミック積層部品を作製することができるため、高周波に対応したセラミック積層部品として有用である。

【符号の説明】

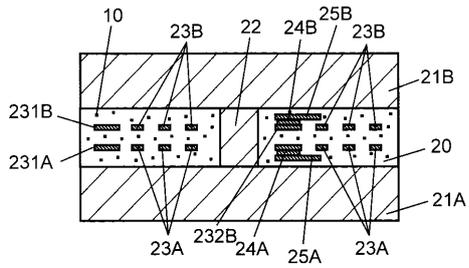
【0044】

- 10 AlとAgが共存する微小領域
- 20 ガラスセラミック層
- 20A, 20B, 20C, 20D, 20E 層
- 21A, 21B フェライト磁性層
- 22 フェライトピア
- 23A, 23B 平面コイル
- 24A, 24B Agピア電極
- 25A, 25B 引き出し導線
- 26 外部端面電極
- 231A, 231B, 232B 端部

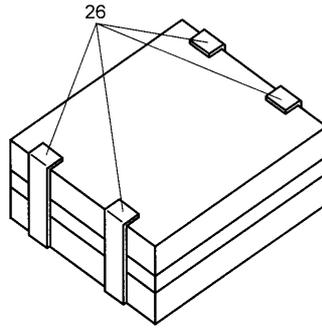
10

20

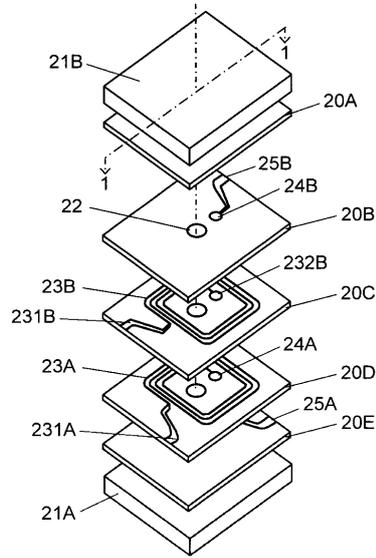
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



フロントページの続き

審査官 小川 武

- (56)参考文献 特開2006-089319(JP,A)
国際公開第2006/121003(WO,A1)
特開平11-079829(JP,A)
特開平11-288832(JP,A)
米国特許第6008151(US,A)
米国特許第6392525(US,B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------------|
| C04B | 35/00, 35/16 |
| H01F | 17/00 |
| H05K | 3/46 |