

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3988533号
(P3988533)

(45) 発行日 平成19年10月10日(2007.10.10)

(24) 登録日 平成19年7月27日(2007.7.27)

(51) Int. Cl.	F I
CO4B 35/46 (2006.01)	CO4B 35/46 C
CO4B 35/16 (2006.01)	CO4B 35/16 Z
HO5K 3/46 (2006.01)	HO5K 3/46 H
	HO5K 3/46 T

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-149546 (P2002-149546)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成14年5月23日(2002.5.23)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2003-342063 (P2003-342063A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成15年12月3日(2003.12.3)	(72) 発明者	坂本 禎章
審査請求日	平成15年9月16日(2003.9.16)		京都府長岡京市天神二丁目26番10号
			株式会社村田製作所内
		審査官	横島 重信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラスセラミック組成物、ガラスセラミック、およびセラミック多層基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

TiO_2 を5～75重量%、 $CaTiSiO_5$ を5～75重量%、およびガラスを15～50重量%含有するガラスセラミック組成物において、副成分として、 Ta_2O_5 または Nb_2O_5 のうち少なくとも一方をさらに含有することを特徴とするガラスセラミック組成物。

【請求項2】

TiO_2 、 $CaTiSiO_5$ 、およびガラスからなる前記主成分100重量部に対して、 Ta_2O_5 または Nb_2O_5 のうち少なくとも一方からなる前記副成分を4重量部以下含有することを特徴とする、請求項1に記載のガラスセラミック組成物。

【請求項3】

前記 TiO_2 を20～60重量%、前記 $CaTiSiO_5$ を20～60重量%、および前記ガラスを15～50重量%含有することを特徴とする、請求項1または2に記載のガラスセラミック組成物。

【請求項4】

前記ガラスは、 SiO_2 、 B_2O_3 、および ZnO を含有することを特徴とする、請求項1から請求項3のいずれかに記載のガラスセラミック組成物。

【請求項5】

前記ガラスは、前記 SiO_2 を5～50重量%、前記 B_2O_3 を5～60重量%、前記 ZnO を5～65重量%含有することを特徴とする、請求項4に記載のガラスセラミック組

10

20

成物。

【請求項 6】

前記ガラスは、アルカリ土類酸化物をさらに含有することを特徴とする、請求項 4 または請求項 5 に記載のガラスセラミック組成物。

【請求項 7】

前記ガラスは、前記 SiO_2 を 5 ~ 50 重量%、前記 B_2O_3 を 5 ~ 60 重量%、前記 ZnO を 5 ~ 65 重量%、前記アルカリ土類金属酸化物を 5 ~ 50 重量% 含有することを特徴とする、請求項 6 に記載のガラスセラミック組成物。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のガラスセラミック組成物を成形して焼成してなり、かつ TiO_2 結晶、および CaTiSiO_5 結晶が析出していることを特徴とするガラスセラミック。

10

【請求項 9】

請求項 8 に記載のガラスセラミックからなる第 1 のセラミック層と、前記第 1 のセラミック層より誘電率が低い第 2 のセラミック層とが積層されてなることを特徴とするセラミック多層基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、1000 以下で焼成可能なガラスセラミック組成物、それを焼成して得られるガラスセラミック、およびそれを用いたセラミック多層基板に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

近年、エレクトロニクス分野における電子部品の性能向上は著しく、特に、情報化社会を支える移動通信端末、パーソナルコンピュータ等に代表される情報処理装置では、情報処理速度の高速化が進められている。このため、高速な情報処理を行う電子部品として、LSI 等の半導体デバイスをセラミック多層基板上に高密度実装した、いわゆるマルチチップモジュール (MCM) が実用化されている。

【0003】

このようなモジュールにおいては、微小な高速信号を処理するために、各 LSI 間における配線導体の比抵抗ができるだけ低いことが望まれる。比抵抗の低い導体としては銀や銅等が挙げられるが、基板用材料としては、これらの低融点金属と同時焼成できる材料、具体的には 1000 以下で焼成可能な材料が要求されており、アルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物などが広く用いられている。

30

【0004】

一方、セラミック多層基板のより一層の小型化、高周波化の流れに対応するために、種々の複合多層基板が検討されている。例えば、特開平 12 - 264724 号では、配線が形成されたり、半導体などが実装されたりする低誘電率層と、コンデンサや共振器などを構成する高誘電率層とを積層してなる複合積層セラミック電子部品が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このように高誘電率層および低誘電率層を複合した多層基板においては、各誘電率層の熱膨張係数の差を小さくすることにより、焼成時の基板の割れや反りを抑える必要がある。ところが、上述したアルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物の熱膨張係数は約 $7 \sim 8 \text{ ppm K}^{-1}$ であるのに対し、従来の高誘電率材料の熱膨張係数は約 10 ppm K^{-1} であったため、上述した基板の割れや反りといった問題を解決できなかった。

40

【0006】

また、 TiO_2 、 SrTiO_3 、 CaTiO_3 などの従来の誘電体材料は、高誘電率、高 Q 値を有するものの、誘電率の温度変化率が負に大きいため、周囲の温度変化によるセラミ

50

ック多層基板の特性変化が避けられなかった。

【0007】

本発明は、低温焼成可能で、誘電率が高く、熱膨張係数が比較的小さく、誘電率の温度変化率が小さいガラスセラミック組成物、およびガラスセラミックを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るガラスセラミック組成物は、 TiO_2 を5～75重量%、 $CaTiSiO_5$ を5～75重量%、およびガラスを15～50重量%含有し、副成分として、 Ta_2O_5 または Nb_2O_5 のうち少なくとも一方をさらに含有することを特徴とする。

10

【0009】

また、上記ガラスセラミック組成物は、 TiO_2 、 $CaTiSiO_5$ 、およびガラスからなる主成分100重量部に対して、 Ta_2O_5 または Nb_2O_5 のうち少なくとも一方からなる副成分を4重量部以下含有することが好ましい。

【0011】

また、上記ガラスセラミック組成物は、 TiO_2 を20～60重量%、 $CaTiSiO_5$ を20～60重量%、およびガラスを15～50重量%含有することが好ましい。

【0012】

また、上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、 SiO_2 、 B_2O_3 、および ZnO を含有することが好ましい。

20

【0013】

また、上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、 SiO_2 を5～50重量%、 B_2O_3 を5～60重量%、 ZnO を5～65重量%含有することが好ましい。

【0014】

また、上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、アルカリ土類酸化物をさらに含有することが好ましい。

【0015】

また、上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、 SiO_2 を5～60重量%、 B_2O_3 を5～60重量%、 ZnO を5～65重量%、アルカリ土類金属酸化物を5～50重量%含有することが好ましい。

30

【0016】

本発明に係るガラスセラミックは、上記ガラスセラミック組成物を成形して焼成してなり、かつ TiO_2 結晶、および $CaTiSiO_5$ 結晶が析出していることを特徴とする。

【0017】

本発明に係るセラミック多層基板は、上記ガラスセラミックからなる第1のセラミック層と、第1のセラミック層より誘電率が低い第2のセラミック層とが積層されてなることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明に係るガラスセラミック組成物は、 TiO_2 を5～75重量%、 $CaTiSiO_5$ を5～75重量%、およびガラスを15～50重量%含有する。

40

【0019】

上記ガラスセラミック組成物は、ガラスを含有するため、1000以下の低温焼成が可能である。また、上記ガラスセラミック組成物は、比誘電率120である TiO_2 と、比誘電率45である $CaTiSiO_5$ とを含有するため、誘電率が高い。

【0020】

また、 TiO_2 の誘電率の温度変化率が負に大きい(約 -900ppmK^{-1})のに対して、 $CaTiSiO_5$ の誘電率の温度変化率は正に大きい(約 $+1500\text{ppmK}^{-1}$)ため、上記ガラスセラミック組成物においては、互いの誘電率の温度変化率が相殺されて誘電率の温度変化率が小さくなる。

50

【0021】

また、 CaTiSiO_5 の熱膨張係数は約 6 ppm K^{-1} であるため、上記ガラスセラミック組成物の熱膨張係数を、アルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物の熱膨張係数(約 $7 \sim 8 \text{ ppm K}^{-1}$)に近づけることが可能である。

【0022】

上記ガラスセラミック組成物において、 TiO_2 の含有量が5重量%未満である場合、ガラスセラミック組成物の熱膨張係数が小さくなりすぎる。したがって、このガラスセラミック組成物を高誘電率層とし、アルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物を低誘電率層として、高誘電率層と低誘電率層とを複合して焼成すると、焼結体に割れが生じることがある。

10

【0023】

一方、 TiO_2 の含有量が75重量%を超える場合、ガラスセラミック組成物の熱膨張係数が大きくなりすぎる。したがって、このガラスセラミック組成物を高誘電率層とし、アルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物を低誘電率層として、高誘電率層と低誘電率層とを複合して焼成すると、焼結体に割れが生じることがある。

【0024】

また、上記ガラスセラミック組成物において、 CaTiSiO_5 の含有量が5重量%未満である場合、ガラスセラミック組成物の熱膨張係数が大きくなりすぎる。したがって、このガラスセラミック組成物を高誘電率層とし、アルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物を低誘電率層として、高誘電率層と低誘電率層とを複合して焼成すると、焼結体に割れが生じることがある。

20

【0025】

一方、 CaTiSiO_5 の含有量が75重量%を超える場合、ガラスセラミック組成物の熱膨張係数が小さくなりすぎる。したがって、このガラスセラミック組成物を高誘電率層とし、アルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物を低誘電率層として、高誘電率層と低誘電率層とを複合して焼成すると、焼結体に割れが生じることがある。

【0026】

また、ガラスの含有量が15重量%未満である場合、1000以下におけるガラスセラミック組成物の焼結性が低下することがある。一方、ガラスの含有量が50重量%を超える場合、ガラスセラミック組成物の誘電率が低下することがある。

30

【0027】

また、上記ガラスセラミック組成物は、 TiO_2 を20~60重量%含有することが好ましい。 TiO_2 の含有量が20重量%未満であると、ガラスセラミック組成物の誘電率の温度変化率が正に大きくなりすぎる。一方、 TiO_2 の含有量が60重量%を超えると、ガラスセラミック組成物の誘電率の温度変化率が負に大きくなりすぎる。ことがある。

【0028】

また、上記ガラスセラミック組成物は、 CaTiSiO_5 を20~60重量%含有することが好ましい。 CaTiSiO_5 の含有量が20重量%未満であると、ガラスセラミック組成物の誘電率の温度変化率が負に大きくなりすぎる。一方、 CaTiSiO_5 の含有量が60重量%を超えると、ガラスセラミック組成物の誘電率の温度変化率が正に大きくなりすぎる。ことがある。

40

【0029】

また、上記ガラスセラミック組成物は、副成分として、 Ta_2O_5 または Nb_2O_5 のうち少なくとも一方をさらに含有することが好ましい。これらの副成分を含有することにより、ガラスセラミック組成物における誘電率の温度変化率の絶対値を小さくすることができる。これは、焼成時に Ta_2O_5 や Nb_2O_5 の一部が主成分に拡散、固溶して、ガラスセラミック組成物全体の誘電率の温度変化率に何らかの影響を与えることによるものと推測される。

50

【0030】

さらに、上記ガラスセラミック組成物は、上記副成分を、 TiO_2 、 $CaTiSiO_5$ 、およびガラスからなる主成分100重量部に対して4重量部以下することが特に好ましい。この場合、ガラスセラミック組成物の誘電率をほとんど低下させることなく、誘電率の温度変化率を小さく調整することができる。ただし、副成分の含有量が4重量部を超えると、ガラスセラミック組成物の誘電率が低下することがある。

【0031】

また、上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスとしては、 $SiO_2 - B_2O_3$ 系などのガラスを用いることができるが、中でも、熱膨張係数の小さい $SiO_2 - B_2O_3 - ZnO$ 系のガラスを用いることが好ましい。

10

【0032】

上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、 SiO_2 を5～50重量%含有することが好ましい。 SiO_2 の含有量が5重量%未満であると、ガラスセラミック組成物の耐湿性が低下することがある。一方、 SiO_2 の含有量が50重量%を超えると、ガラスの熔融温度が高くなりガラス作製が困難になることがある。

【0033】

上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、 B_2O_3 を5～60重量%含有することが好ましい。 B_2O_3 の含有量が5重量%未満であると、1000以下におけるガラスセラミック組成物の焼結性が低下することがある。一方、 B_2O_3 の含有量が60重量%を超えると、ガラスセラミック組成物の耐湿性が低下することがある。

20

【0034】

上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、 ZnO を5～65重量%含有することが好ましい。 ZnO の含有量が5重量%未満であると、ガラスセラミック組成物の熱膨張係数を小さくする効果があまり得られない。一方、 ZnO の含有量が65重量%を超えると、ガラスセラミック組成物の耐湿性が低下することがある。

【0035】

また、上記ガラスセラミック組成物に含有されるガラスは、アルカリ土類金属酸化物をさらに含有することが好ましい。 MgO 、 CaO 、 SrO などのアルカリ土類金属酸化物は熱膨張係数が小さいため、ガラスセラミック組成物の熱膨張係数を小さくすることができる。

30

【0036】

上記ガラスセラミック組成物に含まれるガラスは、アルカリ土類金属酸化物を5～50重量%含有することが好ましい。アルカリ土類金属酸化物の含有量が5重量%未満であると、ガラスセラミック組成物の熱膨張係数を小さくする効果があまり得られない。一方、アルカリ土類金属酸化物の含有量が50重量%を超えると、ガラスセラミック組成物の耐湿性が低下することがある。

【0037】

また、本発明に係るガラスセラミックにおいては、 TiO_2 結晶、 $CaTiSiO_5$ 結晶、およびガラス結晶が析出している。このガラスセラミックは、例えば上記ガラスセラミック組成物を焼成することにより得られる。このガラスセラミックは、上記ガラスセラミック組成物と同様に、誘電率が高く、熱膨張係数が比較的小さく、誘電率の温度変化率が小さい。

40

【0038】

【実験例】

以下のようにして、本発明に係るガラスセラミック組成物およびガラスセラミックを作製した。

【0039】

まず、 SiO_2 、 B_2O_3 、 ZnO 、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 ZrO_2 、 Al_2O_3 の各酸化物粉末を準備した。次に、各酸化物粉末を下記の表1に示す組成比となるように秤量、混合したものを白金ルツボに投入し、1100～15

50

00 で30分間熔融させた後、得られた熔融物を急冷ロールに流し出しガラスカレットとした。次に、このガラスカレットを粗粉碎し、さらにエタノールを加えて直径1~10mmのアルミナボールが入ったボールミル中で粉碎して、中心粒径が約1 μ mのガラス粉末の試料G1~G24を得た。また、各試料について、急冷したガラスカレットの一部を、500 から室温までの徐冷炉に入れ、十分歪みをなくしておき、これを3mm \times 15mm \times 1mmの角柱体にカットして、ディラトメータにより室温から500 までの平均熱膨張係数 (ppm/K⁻¹)を測定した。その結果を表1に示す。

【0040】

【表1】

	SiO ₂ (wt%)	B ₂ O ₃ (wt%)	ZnO (wt%)	MgO (wt%)	CaO (wt%)	SrO (wt%)	BaO (wt%)	Li ₂ O (wt%)	Na ₂ O (wt%)	K ₂ O (wt%)	ZrO ₂ (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)	α (ppmK ⁻¹)
G1	15	20	-	-	40	-	-	-	-	-	-	20	8.5
G2	20	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2
G3	35	60	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	9.1
G4	5	30	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1
G5	10	40	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8
G6	30	60	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2
G7	35	55	5	-	-	-	-	5	-	-	-	-	8.3
G8	5	20	50	-	25	-	-	-	-	-	-	-	6.7
G9	10	30	40	-	20	-	-	-	-	-	-	-	6.7
G10	20	40	20	-	20	-	-	-	-	-	-	-	7.2
G11	25	50	10	-	15	-	-	-	-	-	-	-	7.4
G12	30	60	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	7.5
G13	10	30	40	-	15	-	-	-	-	-	-	5	7.3
G14	35	50	5	-	5	-	-	-	-	2	-	-	7.9
G15	15	35	20	-	25	-	-	-	-	-	5	-	7.1
G16	20	35	40	5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5
G17	25	40	20	15	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9
G18	35	40	15	5	-	-	-	-	5	-	-	-	7.3
G19	10	20	50	10	10	-	-	-	-	-	-	-	6.3
G20	5	30	50	-	-	15	-	-	-	-	-	-	6.9
G21	5	30	50	-	-	-	15	-	-	-	-	-	7.2
G22	15	25	15	-	30	15	-	-	-	-	-	-	7.8
G23	10	40	20	-	25	-	5	-	-	-	-	-	8.1
G24	35	25	10	-	-	15	5	10	-	-	-	-	8.5

【0041】

次に、CaO, TiO₂, SiO₂の各酸化物粉末を準備し、それぞれのモル比が1:1:1となるように調合し、1250 で1時間仮焼した。次に、得られた仮焼物を粗粉碎し、さらにエタノールを加えて直径1~10mmのアルミナボールが入ったボールミル中で粉碎して、CaTiSiO₅粉末を作製した。

【0042】

次に、上記CaTiSiO₅粉末の他に、TiO₂, CaTiO₃, SrTiO₃, Ta₂O₅, Nb₂O₅, Al₂O₃の各酸化物粉末、および上記G1~G24のガラス粉末を準備した。次に、下記表2~表5に示す重量比となるように秤量、混合して、試料S1~S78を作製した。次に、得られた各試料に、適量の溶剤、バインダ、可塑剤を加えて混練し、スラリーを作製した。次に、このスラリーをドクターブレード法により厚さ50 μ mのグリーンシートに成形した。

【0043】

次に、グリーンシート上にスクリーン印刷によりAgペーストを印刷し、このグリーンシ

10

20

30

40

50

ートを10mm×10mmの方形状にカットした。次に、方形状のグリーンシートを10枚積層してプレス機により圧着し、空气中、900で20分間焼成した。次に、得られた焼結体の両端面にAgからなる外部電極を焼き付け、積層コンデンサを作製した。次に、LCRメータにより、積層コンデンサの1MHzにおける比誘電率 ϵ_r を測定した。また、積層コンデンサを恒温槽に入れ、LCRメータにより、-55～125の範囲における誘電率の温度変化率TCC(ppm/K⁻¹)を測定した。この結果を表2～表5に示す。

【0044】

また、別途、各試料を含む上記厚さ50μmのグリーンシートを、30mm×30mmの方形状にカットした。次に、方形状のグリーンシートを40枚積層してプレス機により圧着し、空气中、900で焼成した。次に、得られた焼結体を3mm×15mm×1mmの角柱体にカットし、ディラトメータにより室温から500までの平均熱膨張係数(ppm/K⁻¹)を測定した。この結果を表2～表5に示す。

10

【0045】

また、上記角柱体を粉砕してガラスセラミック粉末とし、このガラスセラミック粉末をXRD(X線回折法)により分析した。その結果、試料S1, S14を除いたガラスセラミック粉末については、いずれもTiO₂, CaTiSiO₅の各結晶が析出された。

【0046】

さらに、別途、各試料を含む上記厚さ50μmのグリーンシートを、100mm×100mmの方形状にカットした。次に、試料S78を含むグリーンシートを、試料S1～S77を含む各グリーンシートの上に1枚、下に9枚積層してプレス機により圧着し、積層体を作製した。次に、この積層体を空气中、900で焼成、得られた焼結体に割れや反りがないか観察した。その結果を表2～表5に示す。

20

【0047】

【表2】

	セラミック		ガラス		Ta ₂ O ₅ (重量部)	Nb ₂ O ₅ (重量部)	ε r	TCC (ppmK ⁻¹)	α (ppmK ⁻¹)	反り (μ m)
	TiO ₂ (wt%)	CaTiSiO ₅ (wt%)	(wt%)	種類						
* S1	77	3	20	G1	-	-	61	-430	9.3	割れ
S2	75	5	20	G1	-	-	57	-350	9.1	1000
S3	70	10	20	G1	-	-	55	-278	8.9	800
S4	65	15	20	G1	-	-	54	-232	8.7	700
S5	60	20	20	G1	-	-	52	-196	8.6	600
S6	50	30	20	G1	-	-	50	-173	8.2	500
S7	45	35	20	G1	-	-	47	-162	8.0	400
S8	40	40	20	G1	-	-	45	+168	7.9	300
S9	30	50	20	G1	-	-	42	+184	7.5	200
S10	20	60	20	G1	-	-	38	+200	7.3	100
S11	15	65	20	G1	-	-	32	+224	7.0	300
S12	10	70	20	G1	-	-	30	+245	6.9	400
S13	5	75	20	G1	-	-	28	+278	6.8	500
* S14	3	77	20	G1	-	-	26	+304	6.6	割れ
S15	43	37	20	G1	-	-	47	+154	8.0	400
S16	43	37	20	G1	4.0	-	45	+63	7.9	400
S17	43	37	20	G1	-	4.0	45	+61	7.9	400
S18	46	39	15	G2	-	-	58	-188	7.9	400
S19	46	39	15	G2	4.0	-	56	-88	7.8	300
S20	46	39	15	G2	-	4.0	56	-82	7.8	300
* S21	49	41	10	G2	-	-	-	-	-	-
S22	37	33	30	G3	-	-	40	+132	7.8	300
S23	37	33	30	G3	4.0	-	39	+53	7.7	200
S24	37	33	30	G3	-	4.0	39	+51	7.7	200
S25	43	37	20	G4	-	-	51	-155	7.0	100

*印は本発明の請求範囲外

【 0 0 4 8 】

【 表 3 】

10

20

30

	セラミック		ガラス		Ta ₂ O ₅ (重量部)	Nb ₂ O ₅ (重量部)	ε _r	TCC (ppmK ⁻¹)	α (ppmK ⁻¹)	反り (μm)
	TiO ₂ (wt%)	CaTiSiO ₅ (wt%)	(wt%)	種類						
S26	43	37	20	G4	0.2	-	51	-91	7.0	100
S27	43	37	20	G4	0.5	-	51	-86	7.0	100
S28	43	37	20	G4	1.0	-	50	-78	7.0	100
S29	43	37	20	G4	4.0	-	49	-71	7.1	100
S30	43	37	20	G4	10.0	-	42	-59	7.1	50
S31	43	37	20	G4	20.0	-	35	-47	7.2	50
S32	43	37	20	G4	25.0	-	33	-52	7.2	50
S33	43	37	20	G4	-	0.2	51	-87	7.0	100
S34	43	37	20	G4	-	0.5	51	-82	7.0	100
S35	43	37	20	G4	-	1.0	50	-76	7.0	100
S36	43	37	20	G4	-	4.0	49	-66	7.1	100
S37	43	37	20	G4	-	10.0	43	-58	7.1	50
S38	43	37	20	G4	-	20.0	36	-46	7.2	50
S39	43	37	20	G4	-	25.0	34	-45	7.2	50
S40	40	35	25	G5	-	-	48	-147	7.1	50
S41	34	31	35	G6	-	-	35	-96	7.5	200
S42	27	23	50	G7	-	-	12	+45	8.4	500
S43	27	23	50	G7	4.0	-	12	+31	8.3	500
S44	27	23	50	G7	-	4.0	12	+29	8.3	500
* S45	24	21	55	G7	-	-	9	+50	8.3	400
S46	40	35	25	G8	-	-	44	+146	7.0	200
S47	40	35	25	G8	4.0	-	43	+62	7.5	200
S48	40	35	25	G8	-	4.0	43	+59	7.5	200
S49	40	35	25	G9	-	-	43	+142	7.5	200
S50	37	33	30	G10	-	-	41	-125	7.6	200

*印は本発明の請求範囲外

【 0 0 4 9 】

【 表 4 】

10

20

30

	セラミック		ガラス		Ta ₂ O ₅ (重量部)	Nb ₂ O ₅ (重量部)	ε r	TCC (ppmK ⁻¹)	α (ppmK ⁻¹)	反り (μ m)
	TiO ₂ (wt%)	CaTiSiO ₅ (wt%)	(wt%)	種類						
S51	37	33	30	G11	-	-	38	-119	7.7	200
S52	34	31	35	G12	-	-	29	-83	7.7	200
S53	40	35	25	G13	-	-	46	-150	7.5	100
S54	37	33	30	G14	-	-	37	+134	7.4	100
S55	37	33	30	G14	4.0	-	36	+46	7.4	100
S56	37	33	30	G14	-	4.0	36	+44	7.4	100
S57	35	30	25	G15	-	-	42	-149	7.5	100
S58	35	30	25	G15	4.0	-	41	-55	7.5	200
S59	35	30	25	G15	-	4.0	41	-54	7.5	200
S60	37	33	30	G16	-	-	47	-146	7.3	100
S61	35	30	35	G17	-	-	35	-122	7.4	100
S62	35	30	35	G17	4.0	-	35	-47	7.4	100
S63	35	30	35	G17	-	4.0	35	-43	7.4	100
S64	29	26	45	G18	-	-	16	-68	7.1	50
S65	32	28	40	G19	-	-	23	-83	6.8	300
S66	37	33	30	G20	-	-	42	+152	7.2	50
S67	37	33	30	G21	-	-	43	-148	7.3	100
S68	29	26	45	G22	-	-	15	-74	7.6	100
S69	29	26	45	G22	4.0	-	15	-25	7.6	100
S70	29	26	45	G22	-	4.0	15	-24	7.6	100
S71	43	37	20	G23	-	-	47	-155	7.5	100
S72	32	28	40	G24	-	-	20	-95	8.2	500
S73	32	28	40	G24	-	-	20	-29	8.0	500
S74	32	28	40	G24	-	-	20	-28	8.0	500

10

20

【 0 0 5 0 】

【 表 5 】

30

	セラミック		ガラス		ε r	TCC (ppmK ⁻¹)	α (ppmK ⁻¹)	反り (μ m)
	(wt%)	種類	(wt%)	種類				
* S75	60	TiO ₂	40	G24	28	-350	9.6	割れ
* S76	60	CaTiO ₃	40	G24	38	-340	9.9	割れ
* S77	60	SrTiO ₃	40	G24	46	-480	9.4	割れ
S78	50	Al ₂ O ₃	50	G1	7.8	+150	7.2	-

*印は本発明の請求範囲外

40

【 0 0 5 1 】

表 5 に示した試料 S 7 5 ~ S 7 7 の評価結果から、従来のガラスセラミック組成物では誘電率の温度変化率が大きいことがわかる。また、これらの試料の熱膨張係数は、試料 S 7 8 の熱膨張係数よりかなり大きいため、これらの試料を含む各グリーンシートと試料 S 7 8 を含むグリーンシートとを積層して焼成すると、焼結体に割れが生じることがわかる。

【 0 0 5 2 】

一方、表 2 および表 3 に示した試料 S 2 ~ S 1 3 , S 1 5 ~ S 2 0 , S 2 2 ~ S 4 4 , S

50

46～S74の評価結果から、本発明に係るガラスセラミック組成物では誘電率の温度変化率が小さいことがわかる。また、これらの試料の熱膨張係数は、試料S78の熱膨張係数に近いため、これらの試料を含む各グリーンシートと試料S78を含むグリーンシートとを積層して焼成すると、焼結体の反りを抑えられることがわかる。

【0053】

また、試料S1は、 TiO_2 の含有量が75重量%を超える（または、 $CaTiSiO_5$ の含有量が5重量%未満である）ため、試料S78を含むグリーンシートと焼成すると、焼結体に割れが生じた。一方、試料S14は、 TiO_2 の含有量が5重量%未満である（または、 $CaTiSiO_5$ の含有量が75重量%を超える）ため、試料S78を含むグリーンシートと焼成すると、焼結体に割れが生じた。

10

【0054】

なお、試料S14は、試料S1に比べて試料S78に近い熱膨張係数を有するが、焼結体に割れが生じている。これは、以下の理由による。すなわち、本実験例のように、高誘電率層の両側を低誘電率層で挟む場合、高誘電率層の熱膨張係数が低誘電率層の熱膨張係数より大きいと、低誘電率層には平面方向に収縮する力が加わる。一方、高誘電率層の熱膨張係数が低誘電率層の熱膨張係数より小さいと、低誘電率層には平面方向に引っ張る力が加わる。一般的に、セラミックは、収縮する力に対しては強く、引っ張る力に対しては弱いという強度的特性を有するため、このように試料S14では割れが生じるのである。

【0055】

また、試料S21は、ガラスの含有量が15重量%未満であるため焼結しなかった。一方、試料S45は、ガラスの含有量が50重量%を超えるため誘電率が低くなりすぎた。

20

【0056】

また、試料S4、S5を比較した場合、 TiO_2 の含有量が60重量%を超える（または、 $CaTiSiO_5$ の含有量が20重量%未満である）と、誘電率の温度変化率が負に大きくなりすぎることがわかる。一方、試料S10、S11を比較した場合、 TiO_2 の含有量が20重量%未満である（または、 $CaTiSiO_5$ の含有量が60重量%を超える）と、誘電率の温度変化率が正に大きくなりすぎることがわかる。

【0057】

また、試料S9およびS10を比較した場合、 Ta_2O_5 を含有させることにより、誘電率の温度変化率がさらに小さくなることがわかる。同様に、試料S9およびS11を比較した場合、 Nb_2O_5 を含有させることにより、誘電率の温度変化率がさらに小さくなることがわかる。

30

【0058】

また、試料S26～S32を比較した場合、主成分100重量部に対して Ta_2O_5 の含有量が4重量部を超えると、誘電率が低下することがわかる。同様に、試料S33～S39を比較した場合、主成分100重量部に対して Nb_2O_5 の含有量が4重量部を超えると、誘電率が低下することがわかる。

【0059】

また、試料S15および試料S25を比較した場合、 ZnO を含有するガラス粉末G4を用いた試料S25の方が、熱膨張係数が小さくなることがわかる。

40

【0060】

【実施例】

図1は、本発明に係るセラミック多層基板の一実施例を示す概略断面図である。セラミック多層基板10は、第1のセラミック層11と第2のセラミック層12とが積層されている。また、セラミック多層基板10の主面上および各セラミック層の間には配線導体13が形成されている。また、各セラミック層には配線導体13どうしを立体的に接続するビア導体14が形成されている。また、第1のセラミック層11を挟んで配線導体13が対向することにより、コンデンサCが形成されている。

【0061】

第1のセラミック層11は、 TiO_2 結晶、および $CaTiSiO_5$ 結晶が析出しているが

50

ラスセラミックからなる。このガラスセラミックは、 TiO_2 結晶を含むため誘電率が高い。したがって、第1のセラミック層11において誘電率の高いコンデンサを形成することができる。さらに、このガラスセラミックは誘電率の温度変化率が小さいため、周囲の温度変化によるコンデンサCの特性ばらつきを抑えることができる。また、このガラスセラミックは $CaTiSiO_5$ 結晶を含むため、熱膨張係数が $6.5 \sim 8.5 \text{ ppm K}^{-1}$ 程度と比較的小さい。

【0062】

第2のセラミック層12は、アルミナおよびホウケイ酸ガラスを含むガラスセラミックからなる。このガラスセラミックは誘電率が低いため、第2のセラミック層12に形成された配線導体13やビア導体14において、遅延なく信号を伝搬させることができる。また、このガラスセラミックの熱膨張係数は約 $7 \sim 8 \text{ ppm K}^{-1}$ である。

10

【0063】

上記のように、第1のセラミック層11を構成するガラスセラミックと、第2のセラミック層12を構成するガラスセラミックとは、熱膨張係数が近似している。したがって、セラミック多層基板10の製造工程のうち焼成工程において、両者の熱膨張係数の違いにより基板に割れや反りが生じるのを防ぐことができる。

【0064】

セラミック多層基板10は、例えば以下のような方法により作製される。まず、 $SiO_2 - B_2O_3 - ZnO$ 系のガラス粉末、 TiO_2 粉末、および $CaTiSiO_5$ 粉末を準備し、これらを所定の重量比となるように混合する。次に、得られた混合粉末に、適量の溶剤、バインダ、可塑剤を加えて混練し、スラリーを作製する。次に、このスラリーをドクターブレード法によりシート状に成形して、焼成後に第1のセラミック層11となる第1のグリーンシートを作製する。

20

【0065】

次に、 $SiO_2 - B_2O_3$ 系のガラス粉末および Al_2O_3 粉末を準備し、これらを所定の重量比となるように混合する。次に、得られた混合粉末に、適量の溶剤、バインダ、可塑剤を加えて混練し、スラリーを作製する。次に、このスラリーをドクターブレード法によりシート状に成形して、焼成後に第2のセラミック層12となる第2のグリーンシートを作製する。

【0066】

次に、Cu粉末、適量のバインダ、ガラス粉末、分散剤からなる導体ペーストを作製する。次に、この導体ペーストを、スクリーン印刷により第1、第2のグリーンシート上に印刷する。また、第1、第2のグリーンシートにビアホールを形成し、このビアホールに上記導体ペーストを充填する。

30

【0067】

次に、第1のグリーンシートおよび第2のグリーンシートを積層して、配線導体、およびビアホール導体が形成されたセラミック積層体を作製する。次に、プレス機によりセラミック積層体を圧着し、セラミック積層体を、空气中、 900°C で焼成する。これにより、図1に示すセラミック多層基板10が作製される。

【0068】

【発明の効果】

本発明に係るガラスセラミック組成物は、低温焼成が可能で、誘電率が高く、熱膨張係数が比較的小さく、誘電率の温度変化率が小さい。

40

【0069】

したがって、本発明に係るガラスセラミック組成物を用いて、低誘電率層と高誘電率層とを積層した複合多層基板の高誘電率層を作製することにより、以下のような効果が得られる。

【0070】

まず、本発明に係るガラスセラミック組成物は低温焼成が可能であるため、銀や銅などの比抵抗の低い金属からなる配線導体と同時焼成することができる。

50

【0071】

また、本発明に係るガラスセラミック組成物は誘電率が高いため、高誘電率層において静電容量の大きいコンデンサを形成することができる。

【0072】

また、本発明に係るガラスセラミック組成物は熱膨張係数が比較的小さく、アルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物の熱膨張係数に近似している。したがって、高周波特性に優れたアルミナとホウケイ酸ガラスとからなるガラスセラミック組成物により低誘電率層を構成しても、焼成時に基板に割れや反りが生じるのを防ぐことができる。

【0073】

また、本発明に係るガラスセラミック組成物は誘電率の温度変化率が小さいため、周囲の温度変化に対して特性の安定したコンデンサを形成することができる。

【0074】

本発明に係るガラスセラミックは、上記ガラスセラミック組成物と同様に、誘電率が高く、熱膨張係数が比較的小さく、誘電率の温度変化率が小さい。したがって、このガラスセラミックにより複合多層基板の高誘電率層を構成することにより、上記と同様の効果が得られる。

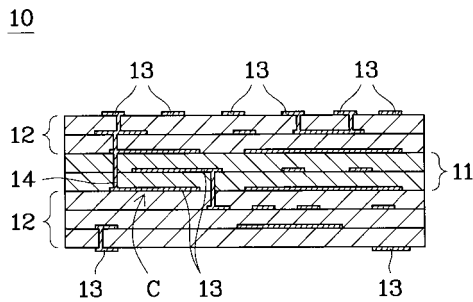
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るセラミック多層基板を示す概略断面図である。

【符号の説明】

- 10 セラミック多層基板
- 11 第1のセラミック層
- 12 第2のセラミック層
- 13 配線導体
- 14 ピア導体

【図1】



10

20

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 187766 (JP, A)
特開2000 - 264724 (JP, A)
特開平06 - 234568 (JP, A)
特開平07 - 048171 (JP, A)
特開昭50 - 082595 (JP, A)
特開2002 - 167274 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 35/00-35/84

H05K 3/46