

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7477660号  
(P7477660)

(45)発行日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(24)登録日 令和6年4月22日(2024.4.22)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 5 K	1/03 (2006.01)	H 0 5 K	1/03	6 1 0 R	
H 0 1 B	5/14 (2006.01)	H 0 5 K	1/03	6 1 0 H	
B 3 2 B	27/20 (2006.01)	H 0 1 B	5/14	B	
		B 3 2 B	27/20	Z	

請求項の数 15 (全49頁)

(21)出願番号	特願2022-580000(P2022-580000)	(73)特許権者	500149223
(86)(22)出願日	令和3年7月26日(2021.7.26)		サン - ゴバン パフォーマンス プラスティックス コーポレーション
(65)公表番号	特表2023-535549(P2023-535549 A)		Saint - Gobain Performance Plastics, Corporation
(43)公表日	令和5年8月18日(2023.8.18)		アメリカ合衆国 オハイオ州 4 4 1 3 9
(86)国際出願番号	PCT/US2021/070953		ソロン ソロン・ロード 3 1 5 0 0
(87)国際公開番号	WO2022/026989		3 1 5 0 0 Solon Road Solon, 4 4 1 3 9 OH USA
(87)国際公開日	令和4年2月3日(2022.2.3)	(74)代理人	110003281
審査請求日	令和5年1月26日(2023.1.26)		弁理士法人大塚国際特許事務所
(31)優先権主張番号	63/057,660	(72)発明者	アダムチュク、ジェニファー
(32)優先日	令和2年7月28日(2020.7.28)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 0
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		1 7 5 2 マールボロ, サドバリー スト
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誘電体基板及びその形成方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

樹脂マトリックス成分と、  
セラミック充填剤成分と、を含む、誘電体基板であって、  
前記セラミック充填剤成分は第 1 の充填剤材料を含み、  
前記第 1 の充填剤材料の粒径分布は、  
少なくとも約 0 . 5 マイクロメートルかつ約 1 . 6 マイクロメートル以下の D<sub>10</sub> と、  
少なくとも約 0 . 8 マイクロメートルかつ約 2 . 7 マイクロメートル以下の D<sub>50</sub> と、  
少なくとも約 1 . 5 マイクロメートルかつ約 4 . 7 マイクロメートル以下の D<sub>90</sub> と、を含む、誘電体基板。

【請求項 2】

前記第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 3】

前記第 1 の充填剤材料は、約 5 以下の粒径分布スパン ( P S D S ) を含み、 P S D S は、 ( D<sub>90</sub> - D<sub>10</sub> ) / D<sub>50</sub> に等しく、 D<sub>90</sub> は、前記第 1 の充填剤材料の D<sub>90</sub> 粒径分布測定値に等しく、 D<sub>10</sub> は、前記第 1 の充填剤材料の D<sub>10</sub> 粒径分布測定値に等しく、 D<sub>50</sub> は、前記第 1 の充填剤材料の D<sub>50</sub> 粒径分布測定値に等しい、請求項 1 に記載の誘電

体基板。

【請求項 4】

前記第 1 の充填剤材料は、約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 5】

前記第 1 の充填剤材料は、シリカ系化合物を含む、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 6】

前記樹脂マトリックスは、ペルフルオロポリマーを含む、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 7】

前記樹脂マトリックス成分の含有量は、前記誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%かつ約 63 体積%以下である、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 8】

前記セラミック充填剤成分の含有量は、前記誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%かつ約 57 体積%以下である、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 9】

前記第 1 の充填剤材料の含有量は、前記セラミック充填剤成分の総体積に対して、少なくとも約 80 体積%かつ約 100 体積%以下である、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 10】

前記誘電体基板は、約 0.005 以下の損失係数 ( $5 \text{ GHz}$ ,  $20\% \text{ RH}$ ) を含む、請求項 1 に記載の誘電体基板。

【請求項 11】

銅箔層と、前記銅箔層を覆う誘電体基板と、を含む、銅張積層板であって、

前記誘電体基板は、

樹脂マトリックス成分と、

セラミック充填剤成分と、を含み、

前記セラミック充填剤成分は第 1 の充填剤材料を含み、

前記第 1 の充填剤材料の粒径分布は、

少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 マイクロメートル以下の

$D_{10}$  と、

少なくとも約 0.8 マイクロメートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の

$D_{50}$  と、

少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の

$D_{90}$  と、を含む、銅張積層板。

【請求項 12】

前記第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、請求項 11 に記載の銅張積層板。

【請求項 13】

前記第 1 の充填剤材料は、約 5 以下の粒径分布スパン (PSDS) を含み、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、前記第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、前記第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、前記第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、請求項 11 に記載の銅張積層板。

【請求項 14】

前記第 1 の充填剤材料は、約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、請求項 11 に記載の銅張積層板。

【請求項 15】

銅張積層板を含むプリント回路基板であって、前記銅張積層板は、

銅箔層と、前記銅箔層を覆う誘電体基板と、を含み、

前記誘電体基板は、

10

20

30

40

50

樹脂マトリックス成分と、  
セラミック充填剤成分と、を含み、  
前記セラミック充填剤成分は第1の充填剤材料を含み、  
前記第1の充填剤材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径及び約8 m<sup>2</sup> / g 以下の平均表面積を更に含む、プリント回路基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、誘電体基板及びその形成方法に関する。具体的には、本開示は、銅張積層板構造にて使用するための誘電体基板及びその形成方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

銅張積層板 (Copper-clad laminate、CCL) は、導電性銅箔の2つの層の上に又はそれらの間に積層された誘電体材料を含む。その後の作業が、そのようなCCLをプリント回路基板 (printed circuit board、PCB) に変換する。PCBを形成するために使用される場合、導電性銅箔は選択的にエッチングされてスルーホールを有する回路が形成され、スルーホールは、層間に穿孔され金属化、すなわちめっきされて、多層PCB内の層間に導電性を確立する。したがって、CCLは優れた熱機械的安定性を呈しなければならない。PCBはまた、製造作業中に、例えばはんだ付け、並びに使用中に、過度に高い温度に日常的に曝される。その結果、PCBは、変形することなく200を超え連続的な温度で機能しなければならない、水分吸収に抵抗しながら非常に大きな温度変動に耐えなければならない。CCLの誘電体層は、導電層間のスペーサとして機能し、導電性を遮断することによって電気信号損失及びクロストークを最小限に抑えることができる。誘電体層の誘電定数 (誘電率) が低いほど、層を通る電気信号の速度は速くなる。したがって、温度及び周波数、並びに材料の分極率に依存する低い損失係数が、高周波用途にとって非常に重要である。それに応じて、PCB及び他の高周波用途で使用することができる改善された誘電体材料及び誘電体層が望まれる。

20

【発明の概要】

【0003】

第1の態様によれば、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい。セラミック充填剤成分は、第1の充填剤材料を含んでもよい。第1の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約0.5マイクロメートルかつ約1.6以下のD<sub>10</sub>、少なくとも約0.8マイクロメートルかつ約2.7マイクロメートル以下のD<sub>50</sub>、及び少なくとも約1.5マイクロメートルかつ約4.7マイクロメートル以下のD<sub>90</sub>を有してもよい。

30

【0004】

別の態様によれば、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい。セラミック充填剤成分は、第1の充填剤材料を含んでもよい。第1の充填剤材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径、及び約5以下の粒径分布スパン (particle size distribution span、PSDS) を更に有してもよく、PSDSは、(D<sub>90</sub> - D<sub>10</sub>) / D<sub>50</sub>に等しく、D<sub>90</sub>は、第1の充填剤材料のD<sub>90</sub>粒径分布測定値に等しく、D<sub>10</sub>は、第1の充填剤材料のD<sub>10</sub>粒径分布測定値に等しく、D<sub>50</sub>は、第1の充填剤材料のD<sub>50</sub>粒径分布測定値に等しい。

40

【0005】

更に別の態様によれば、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい。セラミック充填剤成分は、第1の充填剤材料を含んでもよい。第1の充填剤材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径、及び約8.0 m<sup>2</sup> / g 以下の平均表面積を更に有してもよい。

【0006】

別の態様によれば、銅張積層板は、銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含んでも

50

よい。誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい。セラミック充填剤成分は、シリカを含んでもよい第1の充填剤材料を含んでもよい。第1の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約0.5マイクロメートルかつ約1.6以下の $D_{10}$ 、少なくとも約0.8マイクロメートルかつ約2.7マイクロメートル以下の $D_{50}$ 、及び少なくとも約1.5マイクロメートルかつ約4.7マイクロメートル以下の $D_{90}$ を有してもよい。

【0007】

更に別の態様によれば、銅張積層板は、銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含んでもよい。誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい。セラミック充填剤成分は、第1の充填剤材料を含んでもよい。第1の充填剤材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径、及び約5以下の粒径分布スパン(PSS)を更に有してもよく、PSSは、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$ に等しく、 $D_{90}$ は、第1の充填剤材料の $D_{90}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$ は、第1の充填剤材料の $D_{10}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$ は、第1の充填剤材料の $D_{50}$ 粒径分布測定値に等しい。

10

【0008】

更に別の態様によれば、銅張積層板は、銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含んでもよい。誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい。セラミック充填剤成分は、第1の充填剤材料を含んでもよい。第1の充填剤材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径、及び約 $8.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下の平均表面積を更に有してもよい。

20

【0009】

別の態様によれば、誘電体基板を形成する方法は、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から誘電体基板を形成することと、を含んでもよい。セラミック充填剤前駆体成分は、第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。第1の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約0.5マイクロメートルかつ約1.6以下の $D_{10}$ 、少なくとも約0.8マイクロメートルかつ約2.7マイクロメートル以下の $D_{50}$ 、及び少なくとも約1.5マイクロメートルかつ約4.7マイクロメートル以下の $D_{90}$ を有してもよい。

【0010】

別の態様によれば、誘電体基板を形成する方法は、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から誘電体基板を形成することと、を含んでもよい。セラミック充填剤前駆体成分は、第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。第1の充填剤前駆体材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径、及び約5以下の粒径分布スパン(PSS)を更に有してもよく、PSSは、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$ に等しく、 $D_{90}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{90}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ 粒径分布測定値に等しい。

30

【0011】

更に別の態様によれば、誘電体基板を形成する方法は、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から誘電体基板を形成することと、を含んでもよい。セラミック充填剤前駆体成分は、第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。第1の充填剤材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径、及び約 $8.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下の平均表面積を更に有してもよい。

40

【0012】

別の態様によれば、銅張積層板を形成する方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物を、銅箔の上を覆う誘電体基板に形成することと、を含んでもよい。セラミック充填剤前駆体成分は、第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。第1の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約0.5マイクロメートルかつ約1.6以下の $D_{10}$ 、少なくとも約0.8マイクロメートルかつ約2.7マイクロメートル以下の $D_{50}$ 、及

50

び少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を有してもよい。

【0013】

更に別の態様によれば、銅張積層板を形成する方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせることで形成混合物を形成することと、形成混合物を、銅箔の上を覆う誘電体基板に形成することと、を含んでもよい。セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含んでもよい。第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径、及び約 5 以下の粒径分布スパン (PSDS) を更に有してもよく、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい。

10

【0014】

更に別の態様によれば、銅張積層板を形成する方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせることで形成混合物を形成することと、形成混合物を、銅箔の上を覆う誘電体基板に形成することと、を含んでもよい。セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含んでもよい。第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径、及び約  $8.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に有してもよい。

【図面の簡単な説明】

20

【0015】

実施形態は、例として示されており、添付の図面に限定されない。

【図 1】本明細書に記載される実施形態による、誘電体層の形成方法を示す図を含む。

【図 2】本明細書に記載される実施形態により形成される誘電体層の構成を示す図を含む。

【図 3】本明細書に記載される実施形態による、銅張積層板の形成方法を示す図を含む。

【図 4】本明細書に記載される実施形態により形成される銅張積層板の構成を示す図を含む。

【図 5】本明細書に記載される実施形態による、プリント回路基板の形成方法を示す図を含む。

【図 6】本明細書に記載される実施形態により形成されるプリント回路基板の構成を示す図を含む。

30

【0016】

当業者は、図中の要素が簡略化及び明瞭化を目的として示されており、必ずしも縮尺通りに描かれていないことを理解されたい。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下の説明は、教示の特定の実施態様及び実施形態に焦点を当てている。詳細な説明は、特定の実施形態を説明するのを助けるために提供されており、本開示又は教示の範囲又は適用性に関する限定として解釈されるべきではない。本明細書で提供される本開示及び教示に基づいて、他の実施形態を使用することができることが理解されよう。

40

【0018】

用語「備える (comprises)」、「備える (comprising)」、「含む (includes)」、「含む (including)」、「有する (has)」、「有する (having)」、又はそれらの任意の他の変形は、非排他的包含を網羅することを意図している。例えば、特徴のリストを含む方法、物品、又は装置は、必ずしもそれらの特徴に限定されるものではないが、明示的に列挙されていない他の特徴、あるいはそのような方法、物品、又は装置に固有の他の特徴を含み得る。更に、矛盾する記載がない限り、「又は」は、包含的な or を指し、排他的な or を指すのではない。例えば、条件 A 又は B は、以下のいずれか 1 つによって満たされる：A が真であり (又は存在し)、B が偽である (又は存在しない)、A が偽であり (又は存在せず)、B が真である (又は存在する)、及び、A と B との両方が真で

50

ある（又は存在する）。

【0019】

また、「1つの(a)」又は「1つの(an)」の使用は、本明細書に記載の要素及び部品を説明するために用いられる。これは、単に便宜上、及び本発明の範囲の一般的な意味を与えるために行われる。この説明は、そうでないことを意味することが明らかでない限り、1つ、少なくとも1つ、又は単数形が複数形も含むものとして、又はその逆として理解されるべきである。例えば、単一の物品が本明細書に記載されている場合、単一の物品の代わりに2つ以上の物品を使用することができる。同様に、2つ以上の物品が本明細書に記載されている場合、その2つ以上の物品を単一の物品に置き換えることができる。

【0020】

本明細書に記載される実施形態は、全般的には、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい誘電体基板に関する。

【0021】

最初に誘電体基板を形成する方法を参照すると、図1は、本明細書に記載される実施形態による、誘電体基板を形成するための形成方法100を示す図を含む。特定の実施形態によれば、形成方法100は、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせる形成混合物を形成する第1のステップ110と、形成混合物から誘電体基板を形成する第2のステップ120とを含んでもよい。

【0022】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、形成方法100によって形成される誘電体基板の性能を改善することができる特定の特性を有することができる第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。

【0023】

特定の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布を有してもよい。本明細書に記載される実施形態の目的で、材料の粒径分布、例えば、第1の充填剤前駆体材料の粒径分布は、粒径分布D値、 $D_{10}$ 、 $D_{50}$ 及び $D_{90}$ の任意の組み合わせを使用して記載できる。粒径分布からの $D_{10}$ 値は、粒子の10%がその値よりも小さく、粒子の90%がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの $D_{50}$ 値は、粒子の50%がその値よりも小さく、粒子の50%がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの $D_{90}$ 値は、粒子の90%がその値よりも小さく、粒子の10%がその値よりも大きい粒径値として定義される。本明細書に記載される実施形態の目的で、特定の材料の粒径測定は、レーザー回折分光法を使用して行われる。

【0024】

特定の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布 $D_{10}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ は、少なくとも約0.5マイクロメートル、例えば、少なくとも約0.6マイクロメートル、又は少なくとも約0.7マイクロメートル、又は少なくとも約0.8マイクロメートル、又は少なくとも約0.9マイクロメートル、又は少なくとも約1.0マイクロメートル、又は少なくとも約1.1マイクロメートル、又は更には少なくとも約1.2マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の $D_{10}$ は、約1.6マイクロメートル以下、例えば、約1.5マイクロメートル以下、又は更には約1.4マイクロメートル以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0025】

他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布 $D_{50}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ は、少なくとも約0.8マイクロメートル、例えば、少なくとも約0.9マイクロメートル、又は少なくとも約1.0マイ

10

20

30

40

50

クロメートル、又は少なくとも約 1.1 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.2 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.3 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.4 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.5 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.6 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.7 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.8 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.9 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.0 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.1 マイクロメートル、又は更には少なくとも約 2.2 マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  は、約 2.7 マイクロメートル以下、例えば、約 2.6 マイクロメートル以下、又は約 2.5 マイクロメートル以下、又は更には約 2.4 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

## 【0026】

他の実施形態によれば、第 1 の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布  $D_{90}$  値を有してもよい。例えば、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  は、少なくとも約 1.5 マイクロメートル、例えば、少なくとも約 1.6 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.7 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.8 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.9 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.0 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.1 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.2 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.3 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.4 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.5 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.6 マイクロメートル、又は更には少なくとも約 2.7 マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  は、約 8.0 マイクロメートル以下、例えば、約 7.5 マイクロメートル以下、又は約 7.0 マイクロメートル以下、又は約 6.5 マイクロメートル以下、又は約 6.0 マイクロメートル以下、又は約 5.5 マイクロメートル以下、又は約 5.4 マイクロメートル以下、又は約 5.3 マイクロメートル以下、又は約 5.2 マイクロメートル以下、又は更には約 5.1 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

30

## 【0027】

更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤前駆体材料は、レーザー回折分光法を使用して測定される特定の平均粒径を有してもよい。例えば、第 1 の充填剤前駆体材料の平均粒径は、約 10 マイクロメートル以下、例えば、約 9 マイクロメートル以下、又は約 8 マイクロメートル以下、又は約 7 マイクロメートル以下、又は約 6 マイクロメートル以下、又は約 5 マイクロメートル以下、又は約 4 マイクロメートル以下、又は約 3 マイクロメートル以下、又は更には約 2 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤前駆体材料の平均粒径は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤前駆体材料の平均粒径は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

## 【0028】

更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤前駆体材料は、特定の粒径分布スパン (PSDS) を有するものとして記載されてもよく、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい。例えば、第 1 の充填剤前駆体材料の PSDS は、約 5 以下、例えば、約 4.5 以下、又は約 4.0 以下、又は約 3.5 以下、又は約 3.

50

0以下、又は更には約2.5以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料のPSDSは、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料のPSDSは、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0029】

更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、Brunauer-Emmett-Teller (BET) 表面積分析法 (窒素吸着) を使用して測定される特定の平均表面積を有するものとして説明することができる。例えば、第1の充填剤前駆体材料は、約 $8\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、例えば、約 $7.9\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $7.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $7.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $6.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $6.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $5.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $5.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $4.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は約 $4.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以下、又は更には約 $3.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下の平均表面積を有してもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、少なくとも約 $1.2\text{ m}^2/\text{g}$ 、例えば、少なくとも約 $2.2\text{ m}^2/\text{g}$ の平均表面積を有してもよい。第1の充填剤前駆体材料の平均表面積は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の平均表面積は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0030】

他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定の材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、シリカ系化合物を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、シリカ系化合物から構成されてもよい。他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料はシリカを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、シリカから構成されてもよい。

【0031】

更に他の実施形態によれば、形成混合物は、特定の含有量のセラミック充填剤前駆体成分を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は更には少なくとも約54体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、約57体積%以下、例えば、約56体積%以下、又は更には約55体積%以下であってもよい。セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0032】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、特定の含有量の第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約80体積%、例えば、少なくとも約81体積%、又は少なくとも約82体積%、又は少なくとも約83体積%、又は少なくとも約84体積%、又は少なくとも約85体積%、又は少なくとも約86体積%、又は少なくとも約87体積%、又は少なくとも約88体積%、又は少なくとも約89体積%、又は更には少なくとも約90体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約100体積%以下、例えば、約99体積%以下、又は約98体積%以下、又は約97体積%以下、又は約96体積%以下、又は約95体積%以下、又は約94体積%以下、又は約93体積%以下、又は更には約92体積%以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料の含有量

は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってよいことが更に理解されるであろう。

【0033】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、第2の充填剤前駆体材料を含んでもよい。

【0034】

更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、特定の材料を含んでもよい。例えば、第2の充填剤前駆体材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、少なくとも約14の誘電率を有するセラミック材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$ 、又はそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

10

【0035】

更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、 $TiO_2$ を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、 $TiO_2$ から構成されてもよい。

【0036】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、特定の含有量の第2の充填剤前駆体材料を含んでもよい。例えば、第2の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約1体積%、例えば、少なくとも約2体積%、又は少なくとも約3体積%、又は少なくとも約4体積%、又は少なくとも約5体積%、又は少なくとも約6体積%、又は少なくとも約7体積%、又は少なくとも約8体積%、又は少なくとも約9体積%、又は更には少なくとも約10体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約20体積%以下、例えば、約19体積%以下、又は約18体積%以下、又は約17体積%以下、又は約16体積%以下、又は約15体積%以下、又は約14体積%以下、又は約13体積%以下、又は約12体積%以下であってもよい。第2の充填剤前駆体材料の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってよいことが理解されるであろう。第2の充填剤前駆体材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってよいことが更に理解されるであろう。

20

30

【0037】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、特定の含有量の非晶質材料を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤前駆体成分は、少なくとも約97%、例えば、少なくとも約98%、又は更には少なくとも約99%の非晶質材料を含んでもよい。非晶質材料の含有量は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってよいことが理解されるであろう。非晶質材料の内容物の含有量は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってよいことが更に理解されるであろう。他の実施形態によれば、樹脂マトリックス前駆体成分は、特定の材料を含んでもよい。例えば、樹脂マトリックス前駆体成分は、ペルフルオロポリマーを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス前駆体成分は、ペルフルオロポリマーから構成されてもよい。

40

【0038】

更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス前駆体成分のペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン(TFE)のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)のコポリマー、テトラフルオロエチレン(TFE)のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。他の実施形態によれば、樹脂マトリックス前駆体成分のペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン(TFE)のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)のコポリマー、テトラフルオロエチレン(TFE)のターポリマ

50

一、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

【0039】

更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス前駆体成分のペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂（PFA）、フッ素化エチレンプロピレン（FEP）、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス前駆体成分のペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂（PFA）、フッ素化エチレンプロピレン（FEP）、又はこれらの任意の組み合わせから構成されてもよい。

【0040】

更に他の実施形態によれば、形成混合物は、特定の含有量の樹脂マトリックス前駆体成分を含んでもよい。例えば、樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は少なくとも約54体積%、又は更には少なくとも約55体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、約63体積%以下、又は約62体積%以下、又は約61体積%以下、又は約60体積%以下、又は約59体積%以下、又は約58体積%以下、又は更には約57体積%以下である。樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0041】

更に他の実施形態によれば、形成混合物は、特定の含有量のペルフルオロポリマーを含んでもよい。例えば、ペルフルオロポリマーの含有量は、形成混合物の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は少なくとも約54体積%、又は更には少なくとも約55体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、ペルフルオロポリマーの含有量は、形成混合物の総体積に対して、約63体積%以下、例えば、約62体積%以下、又は約61体積%以下、又は約60体積%以下、又は約59体積%以下、又は約58体積%以下、又は更には約57体積%以下であってもよい。ペルフルオロポリマーの含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。ペルフルオロポリマーの含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0042】

ここで、形成方法100に従って形成された誘電体基板の実施形態を参照すると、図2は誘電体基板200の図を含む。図2に示すように、誘電体基板200は、樹脂マトリックス成分210及びセラミック充填剤成分220を含んでもよい。

【0043】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分220は、誘電体基板200の性能を改善することができる特定の特性を有することができる第1の充填剤材料を含んでもよい。

【0044】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分220の第1の充填剤材料は、特定のサイズ分布を有してもよい。本明細書に記載される実施形態の目的で、材料の粒径分布

10

20

30

40

50

、例えば、第1の充填剤材料の粒径分布は、粒径分布D値、 $D_{10}$ 、 $D_{50}$ 及び $D_{90}$ の任意の組み合わせを使用して記載できる。粒径分布からの $D_{10}$ 値は、粒子の10%がその値よりも小さく、粒子の90%がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの $D_{50}$ 値は、粒子の50%がその値よりも小さく、粒子の50%がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの $D_{90}$ 値は、粒子の90%がその値よりも小さく、粒子の10%がその値よりも大きい粒径値として定義される。本明細書に記載される実施形態の目的で、特定の材料の粒径測定は、レーザー回折分光法を使用して行われる。

#### 【0045】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分220の第1の充填剤材料は、特定のサイズ分布 $D_{10}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤材料の $D_{10}$ は、少なくとも約0.5マイクロメートル、例えば、少なくとも約0.6マイクロメートル、又は少なくとも約0.7マイクロメートル、又は少なくとも約0.8マイクロメートル、又は少なくとも約0.9マイクロメートル、又は少なくとも約1.0マイクロメートル、又は少なくとも約1.1マイクロメートル、又は更には少なくとも約1.2マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の $D_{10}$ は、約1.6マイクロメートル以下、例えば、約1.5マイクロメートル以下、又は更には約1.4マイクロメートル以下であってもよい。第1の充填剤材料の $D_{10}$ は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤材料の $D_{10}$ は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

#### 【0046】

他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分220の第1の充填剤材料は、特定のサイズ分布 $D_{50}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤材料の $D_{50}$ は、少なくとも約0.8マイクロメートル、例えば、少なくとも約0.9マイクロメートル、又は少なくとも約1.0マイクロメートル、又は少なくとも約1.1マイクロメートル、又は少なくとも約1.2マイクロメートル、又は少なくとも約1.3マイクロメートル、又は少なくとも約1.4マイクロメートル、又は少なくとも約1.5マイクロメートル、又は少なくとも約1.6マイクロメートル、又は少なくとも約1.7マイクロメートル、又は少なくとも約1.8マイクロメートル、又は少なくとも約1.9マイクロメートル、又は少なくとも約2.0マイクロメートル、又は少なくとも約2.1マイクロメートル、又は更には少なくとも約2.2マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の $D_{50}$ は、約2.7マイクロメートル以下、例えば、約2.6マイクロメートル以下、又は約2.5マイクロメートル以下、又は更には約2.4マイクロメートル以下であってもよい。第1の充填剤材料の $D_{50}$ は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤材料の $D_{50}$ は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

#### 【0047】

他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分220の第1の充填剤材料は、特定のサイズ分布 $D_{90}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤材料の $D_{90}$ は、少なくとも約1.5マイクロメートル、例えば、少なくとも約1.6マイクロメートル、又は少なくとも約1.7マイクロメートル、又は少なくとも約1.8マイクロメートル、又は少なくとも約1.9マイクロメートル、又は少なくとも約2.0マイクロメートル、又は少なくとも約2.1マイクロメートル、又は少なくとも約2.2マイクロメートル、又は少なくとも約2.3マイクロメートル、又は少なくとも約2.4マイクロメートル、又は少なくとも約2.5マイクロメートル、又は少なくとも約2.6マイクロメートル、又は更には少なくとも約2.7マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の $D_{90}$ は、約8.0マイクロメートル以下、例えば、約7.5マイクロメー

10

20

30

40

50

トル以下、又は約 7.0 マイクロメートル以下、又は約 6.5 マイクロメートル以下、又は約 6.0 マイクロメートル以下、又は約 5.5 マイクロメートル以下、又は約 5.4 マイクロメートル以下、又は約 5.3 マイクロメートル以下、又は約 5.2 マイクロメートル以下、又は更には約 5.1 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0048】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 220 の第 1 の充填剤材料は、レーザー回折分光法により測定される特定の平均粒径を有してもよい。例えば、第 1 の充填剤材料の平均粒径は、約 10 マイクロメートル以下、例えば、約 9 マイクロメートル以下、又は約 8 マイクロメートル以下、又は約 7 マイクロメートル以下、又は約 6 マイクロメートル以下、又は約 5 マイクロメートル以下、又は約 4 マイクロメートル以下、又は約 3 マイクロメートル以下、又は更には約 2 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の平均粒径は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の平均粒径は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

【0049】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 220 の第 1 の充填剤材料は、特定の粒径分布スパン (PSDS) を有するものとして記載されてもよく、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい。例えば、第 1 の充填剤材料の PSDS は、約 5 以下、例えば、約 4.5 以下、又は約 4.0 以下、又は約 3.5 以下、又は約 3.0 以下、又は更には約 2.5 以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の PSDS は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の PSDS は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

30

【0050】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 220 の第 1 の充填剤材料は、Brunauer-Emmett-Teller (BET) 表面積分析法 (窒素吸着) を使用して測定される特定の平均表面積を有するものとして説明することができる。例えば、第 1 の充填剤材料は、約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、例えば、約  $7.9 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $7.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $7.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $6.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $6.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $5.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $5.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $4.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $4.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は更には約  $3.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を有してもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料は、少なくとも約  $1.2 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、例えば、少なくとも約  $2.2 \text{ m}^2 / \text{g}$  の平均表面積を有してもよい。第 1 の充填剤材料の平均表面積は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の平均表面積は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

【0051】

他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 220 の第 1 の充填剤材料は、特定の材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料は、シリカ系化合物を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料は、シリカ系化合物から構成されてもよい。他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料はシリカを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料は、シリカから構成されてもよい。

50

## 【 0 0 5 2 】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 2 0 0 は、特定の含有量のセラミック充填剤成分 2 2 0 を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤成分 2 2 0 の含有量は、誘電体基板 2 0 0 の総体積に対して、少なくとも約 4 5 体積%、例えば、少なくとも約 4 6 体積%、又は少なくとも約 4 7 体積%、又は少なくとも約 4 8 体積%、又は少なくとも約 4 9 体積%、又は少なくとも約 5 0 体積%、又は少なくとも約 5 1 体積%、又は少なくとも約 5 2 体積%、又は少なくとも約 5 3 体積%、又は更には少なくとも約 5 4 体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 2 2 0 の含有量は、誘電体基板 2 0 0 の総体積に対して、約 5 7 体積%以下、例えば約 5 6 体積%以下、又は更には約 5 5 体積%以下であってもよい。セラミック充填剤成分 2 2 0 の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。セラミック充填剤成分 2 2 0 の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

## 【 0 0 5 3 】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 2 2 0 は、特定の含有量の第 1 の充填剤材料を含んでもよい。例えば、第 1 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分 2 2 0 の総体積に対して、少なくとも約 8 0 体積%、例えば、少なくとも約 8 1 体積%、又は少なくとも約 8 2 体積%、又は少なくとも約 8 3 体積%、又は少なくとも約 8 4 体積%、又は少なくとも約 8 5 体積%、又は少なくとも約 8 6 体積%、又は少なくとも約 8 7 体積%、又は少なくとも約 8 8 体積%、又は少なくとも約 8 9 体積%、又は更には少なくとも約 9 0 体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分 2 2 0 の総体積に対して、約 1 0 0 体積%以下、例えば、約 9 9 体積%以下、又は約 9 8 体積%以下、又は約 9 7 体積%以下、又は約 9 6 体積%以下、又は約 9 5 体積%以下、又は約 9 4 体積%以下、又は約 9 3 体積%以下、又は更には約 9 2 体積%以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

30

## 【 0 0 5 4 】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 2 2 0 は、第 2 の充填剤材料を含んでもよい。

## 【 0 0 5 5 】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 2 2 0 の第 2 の充填剤材料は、特定の材料を含んでもよい。例えば、第 2 の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、少なくとも約 1 4 の誘電率を有するセラミック材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 2 2 0 の第 2 の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$ 、又はそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

40

## 【 0 0 5 6 】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 2 2 0 の第 2 の充填剤材料は、 $TiO_2$  を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第 2 の充填剤材料は、 $TiO_2$  から構成されてもよい。

## 【 0 0 5 7 】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 2 2 0 は、特定の含有量の第 2 の充填剤材料を含んでもよい。例えば、第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分 2 2 0 の総体積に対して、少なくとも約 1 体積%、例えば、少なくとも約 2 体積%、又は少なくとも約 3 体積%、又は少なくとも約 4 体積%、又は少なくとも約 5 体積%、又は少なくとも約 6 体積%、又は少なくとも約 7 体積%、又は少なくとも約 8 体積%、又は少

50

なくとも約9体積%、又は少なくとも約10体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第2の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分220の総体積に対して、約20体積%以下、例えば、約19体積%以下、又は約18体積%以下、又は約17体積%以下、又は約16体積%以下、又は約15体積%以下、又は約14体積%以下、又は約13体積%以下、又は約12体積%以下であってもよい。第2の充填剤材料の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第2の充填剤材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

**【0058】**

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分220は、特定の含有量の非晶質材料を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤成分220は、少なくとも約97%、例えば、少なくとも約98%、又は更には少なくとも約99%の非晶質材料を含んでもよい。非晶質材料の含有量は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。非晶質材料の内容物の含有量は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

**【0059】**

他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分210は、特定の材料を含んでもよい。例えば、樹脂マトリックス成分210は、ペルフルオロポリマーを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分210は、ペルフルオロポリマーから構成されてもよい。

**【0060】**

更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分210のペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン(TFE)のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)のコポリマー、テトラフルオロエチレン(TFE)のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分210のペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン(TFE)のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)のコポリマー、テトラフルオロエチレン(TFE)のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせから構成されてもよい。

**【0061】**

更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分210のペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂(PFA)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分210のペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂(PFA)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)、又はこれらの任意の組み合わせから構成されてもよい。

**【0062】**

更に他の実施形態によれば、誘電体基板200は、特定の含有量の樹脂マトリックス成分210を含んでもよい。例えば、樹脂マトリックス成分210の含有量は、誘電体基板200の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は少なくとも約54体積%、又は更には少なくとも約55体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分210の含有量は、誘電体基板200の総体積に対して、約63体積%以下、又は約62体積%以下、又は約61体積%以下、又は約60体積%以下、又は約59体積%以下、又は約58体積%以下、又は更には約57体積%以下である。樹脂マトリックス成分210の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小

10

20

30

40

50

値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。樹脂マトリックス成分 210 の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0063】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、特定の含有量のペルフルオロポリマーを含んでもよい。例えば、ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板 200 の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%、例えば、少なくとも約 46 体積%、又は少なくとも約 47 体積%、又は少なくとも約 48 体積%、又は少なくとも約 49 体積%、又は少なくとも約 50 体積%、又は少なくとも約 51 体積%、又は少なくとも約 52 体積%、又は少なくとも約 53 体積%、又は少なくとも約 54 体積%、又は更には少なくとも約 55 体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板 200 の総体積に対して、約 63 体積%以下、例えば、約 62 体積%以下、又は約 61 体積%以下、又は約 60 体積%以下、又は約 59 体積%以下、又は約 58 体積%以下、又は更には約 57 体積%以下であってもよい。ペルフルオロポリマーの含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。ペルフルオロポリマーの含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

【0064】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、X線回折を使用して測定される特定の多孔率を有してもよい。例えば、基板 200 の多孔率は、約 10 体積%以下、例えば、約 9 体積%以下、又は約 8 体積%以下、又は約 7 体積%以下、又は約 6 体積%以下、又は更には約 5 体積%以下であってもよい。誘電体基板 200 の多孔率は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の多孔率は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

【0065】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、特定の平均厚さを有してもよい。例えば、誘電体基板 200 の平均厚さは、少なくとも約 10 マイクロメートル、例えば、少なくとも約 15 マイクロメートル、又は少なくとも約 20 マイクロメートル、又は少なくとも約 25 マイクロメートル、又は少なくとも約 30 マイクロメートル、又は少なくとも約 35 マイクロメートル、又は少なくとも約 40 マイクロメートル、又は少なくとも約 45 マイクロメートル、又は少なくとも約 50 マイクロメートル、又は少なくとも約 55 マイクロメートル、又は少なくとも約 60 マイクロメートル、又は少なくとも約 65 マイクロメートル、又は少なくとも約 70 マイクロメートル、又は更には少なくとも約 75 マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 の平均厚さは、約 2000 マイクロメートル以下、例えば、約 1800 マイクロメートル以下、約 1600 マイクロメートル以下、約 1400 マイクロメートル以下、約 1200 マイクロメートル以下、又は約 1000 マイクロメートル以下、又は約 800 マイクロメートル以下、又は約 600 マイクロメートル以下、又は約 400 マイクロメートル以下、又は約 200 マイクロメートル以下、又は約 190 マイクロメートル以下、又は約 180 マイクロメートル以下、又は約 170 マイクロメートル以下、又は約 160 マイクロメートル以下、又は約 150 マイクロメートル以下、又は約 140 マイクロメートル以下、又は約 120 マイクロメートル以下、又は更には約 100 マイクロメートル以下であってもよい。誘電体基板 200 の平均厚さは、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の平均厚さは、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

40

【0066】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、20%RHにて5GHzの範囲で

50

測定される特定の損失係数 (dissipation factor、 $Df$ ) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0067】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、80%RH にて 5GHz の範囲で測定される特定の損失係数 ( $Df$ ) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

【0068】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、20%RH にて 10GHz の範囲で測定される特定の損失係数 ( $Df$ ) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

【0069】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、80%RH にて 10GHz の範囲で測定される特定の損失係数 ( $Df$ ) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

【0070】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、20%RH にて 28GHz の範囲で測定される特定の損失係数 ( $Df$ ) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

【0071】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、80%RH にて 28GHz の範囲

50

で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0072】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、20% RH にて 39 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

【0073】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、80% RH にて 39 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

【0074】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、20% RH にて 76 ~ 81 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

【0075】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、80% RH にて 76 ~ 81 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 200 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 200 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

【0076】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 200 は、IPC - TM - 650 2.4.

50

24 Rev. C Glass Transition Temperature and Z - Axis Thermal Expansion by TMAに従って測定される、特定の熱膨張係数を有してもよい。例えば、誘電体基板200は、約80ppm/以下の熱膨張係数を有してもよい。

【0077】

本明細書に記載されるいかなる誘電体基板（例えば、誘電体基板200）も、最初に記載された誘電体基板の外面上に追加のポリマーベースの層を含んでもよいこと、及び追加のポリマーベースの層は、本明細書に記載される充填剤を含んでもよく（すなわち、充填ポリマー層であってもよく）、又は充填剤を含まなくてもよい（すなわち、非充填ポリマー層）ことが理解されるであろう。

10

【0078】

ここで、本明細書に記載される誘電体基板を含んでもよい銅張積層板の実施形態を参照する。本明細書に記載されるそのような追加の実施形態は、全般的には、銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含んでもよい、銅張積層板に関する。特定の実施形態によれば、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含んでもよい。

【0079】

次に銅張積層板を形成する方法を参照すると、図3は、本明細書に記載される実施形態による銅張積層板を形成するための形成方法300を示す図を含む。特定の実施形態によれば、形成方法300は、銅箔層を提供する第1のステップ310と、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせる形成混合物を形成する第2のステップ320と、形成混合物を銅箔層を覆う誘電体基板に形成して銅張積層板を形成する第3のステップ330と、を含んでもよい。

20

【0080】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、形成方法300によって形成される誘電体基板の性能を改善することができる特定の特性を有することができる第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。

【0081】

特定の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布を有してもよい。本明細書に記載される実施形態の目的で、材料の粒径分布、例えば、第1の充填剤前駆体材料の粒径分布は、粒径分布D値、 $D_{10}$ 、 $D_{50}$ 及び $D_{90}$ の任意の組み合わせを使用して記載できる。粒径分布からの $D_{10}$ 値は、粒子の10%がその値よりも小さく、粒子の90%がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの $D_{50}$ 値は、粒子の50%がその値よりも小さく、粒子の50%がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの $D_{90}$ 値は、粒子の90%がその値よりも小さく、粒子の10%がその値よりも大きい粒径値として定義される。本明細書に記載される実施形態の目的で、特定の材料の粒径測定は、レーザー回折分光法を使用して行われる。

30

【0082】

特定の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布 $D_{10}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ は、少なくとも約0.5マイクロメートル、例えば、少なくとも約0.6マイクロメートル、又は少なくとも約0.7マイクロメートル、又は少なくとも約0.8マイクロメートル、又は少なくとも約0.9マイクロメートル、又は少なくとも約1.0マイクロメートル、又は少なくとも約1.1マイクロメートル、又は更には少なくとも約1.2マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の $D_{10}$ は、約1.6マイクロメートル以下、例えば、約1.5マイクロメートル以下、又は更には約1.4マイクロメートル以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

50

## 【 0 0 8 3 】

他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布 $D_{50}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ は、少なくとも約0.8マイクロメートル、例えば、少なくとも約0.9マイクロメートル、又は少なくとも約1.0マイクロメートル、又は少なくとも約1.1マイクロメートル、又は少なくとも約1.2マイクロメートル、又は少なくとも約1.3マイクロメートル、又は少なくとも約1.4マイクロメートル、又は少なくとも約1.5マイクロメートル、又は少なくとも約1.6マイクロメートル、又は少なくとも約1.7マイクロメートル、又は少なくとも約1.8マイクロメートル、又は少なくとも約1.9マイクロメートル、又は少なくとも約2.0マイクロメートル、又は少なくとも約2.1マイクロメートル、又は更には少なくとも約2.2マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の $D_{50}$ は、約2.7マイクロメートル以下、例えば、約2.6マイクロメートル以下、又は約2.5マイクロメートル以下、又は更には約2.4マイクロメートル以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

## 【 0 0 8 4 】

他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定のサイズ分布 $D_{90}$ 値を有してもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の $D_{90}$ は、少なくとも約1.5マイクロメートル、例えば、少なくとも約1.6マイクロメートル、又は少なくとも約1.7マイクロメートル、又は少なくとも約1.8マイクロメートル、又は少なくとも約1.9マイクロメートル、又は少なくとも約2.0マイクロメートル、又は少なくとも約2.1マイクロメートル、又は少なくとも約2.2マイクロメートル、又は少なくとも約2.3マイクロメートル、又は少なくとも約2.4マイクロメートル、又は少なくとも約2.5マイクロメートル、又は少なくとも約2.6マイクロメートル、又は更には少なくとも約2.7マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の $D_{90}$ は、約8.0マイクロメートル以下、例えば、約7.5マイクロメートル以下、又は約7.0マイクロメートル以下、又は約6.5マイクロメートル以下、又は約6.0マイクロメートル以下、又は約5.5マイクロメートル以下、又は約5.4マイクロメートル以下、又は約5.3マイクロメートル以下、又は約5.2マイクロメートル以下、又は更には約5.1マイクロメートル以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料の $D_{90}$ は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の $D_{90}$ は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

30

## 【 0 0 8 5 】

更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、レーザー回折分光法を使用して測定される特定の平均粒径を有してもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の平均粒径は、約10マイクロメートル以下、例えば、約9マイクロメートル以下、又は約8マイクロメートル以下、又は約7マイクロメートル以下、又は約6マイクロメートル以下、又は約5マイクロメートル以下、又は約4マイクロメートル以下、又は約3マイクロメートル以下、又は更には約2マイクロメートル以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料の平均粒径は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の平均粒径は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

## 【 0 0 8 6 】

更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定の粒径分布スパン( $PSDS$ )を有するものとして記載されてもよく、 $PSDS$ は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$

50

に等しく、 $D_{90}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{90}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ 粒径分布測定値に等しい。例えば、第1の充填剤前駆体材料のPSDSは、約5以下、例えば、約4.5以下、又は約4.0以下、又は約3.5以下、又は約3.0以下、又は更には約2.5以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料のPSDSは、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料のPSDSは、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0087】

更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、Brunauer - Emmett - Teller (BET) 表面積分析法 (窒素吸着) を使用して測定される特定の平均表面積を有するものとして説明することができる。例えば、第1の充填剤前駆体材料は、約 $8 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、例えば、約 $7.9 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $7.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $7.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $6.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $6.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $5.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $5.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $4.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は約 $4.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下、又は更には約 $3.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下の平均表面積を有してもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、少なくとも約 $1.2 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、例えば、少なくとも約 $2.2 \text{ m}^2 / \text{g}$ の平均表面積を有してもよい。第1の充填剤前駆体材料の平均表面積は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の平均表面積は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0088】

他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、特定の材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、シリカ系化合物を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、シリカ系化合物から構成されてもよい。他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料はシリカを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤前駆体材料は、シリカから構成されてもよい。

【0089】

更に他の実施形態によれば、形成混合物は、特定の含有量のセラミック充填剤前駆体成分を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は更には少なくとも約54体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、約57体積%以下、例えば、約56体積%以下、又は更には約55体積%以下であってもよい。セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0090】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、特定の含有量の第1の充填剤前駆体材料を含んでもよい。例えば、第1の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約80体積%、例えば、少なくとも約81体積%、又は少なくとも約82体積%、又は少なくとも約83体積%、又は少なくとも約84体積%、又は少なくとも約85体積%、又は少なくとも約86体積%、又は少なくとも約87体積%、又は少なくとも約88体積%、又は少なくとも約89体積%、又は更には少なくとも約90体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充

10

20

30

40

50

充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約100体積%以下、例えば、約99体積%以下、又は約98体積%以下、又は約97体積%以下、又は約96体積%以下、又は約95体積%以下、又は約94体積%以下、又は約93体積%以下、又は更には約92体積%以下であってもよい。第1の充填剤前駆体材料の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤前駆体材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0091】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、第2の充填剤前駆体材料を含んでもよい。

10

【0092】

更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、特定の材料を含んでもよい。例えば、第2の充填剤前駆体材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、少なくとも約14の誘電率を有するセラミック材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$ 、又はそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

【0093】

更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、 $TiO_2$ を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料は、 $TiO_2$ から構成されてもよい。

20

【0094】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、特定の含有量の第2の充填剤前駆体材料を含んでもよい。例えば、第2の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約1体積%、例えば、少なくとも約2体積%、又は少なくとも約3体積%、又は少なくとも約4体積%、又は少なくとも約5体積%、又は少なくとも約6体積%、又は少なくとも約7体積%、又は少なくとも約8体積%、又は少なくとも約9体積%、又は更には少なくとも約10体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第2の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約20体積%以下、例えば、約19体積%以下、又は約18体積%以下、又は約17体積%以下、又は約16体積%以下、又は約15体積%以下、又は約14体積%以下、又は約13体積%以下、又は約12体積%以下であってもよい。第2の充填剤前駆体材料の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第2の充填剤前駆体材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

【0095】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤前駆体成分は、特定の含有量の非晶質材料を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤前駆体成分は、少なくとも約97%、例えば、少なくとも約98%、又は更には少なくとも約99%の非晶質材料を含んでもよい。非晶質材料の含有量は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。非晶質材料の内容物の含有量は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

【0096】

ここで、形成方法300に従って形成された銅張積層板の実施形態を参照すると、図4は、銅張積層板400の図を含む。図4に示すように、銅張積層板400は、銅箔層402と、銅箔層402の表面の上を覆う誘電体基板405とを含んでもよい。特定の実施形態によれば、誘電体基板405は、樹脂マトリックス成分410及びセラミック充填剤成分420を含んでもよい。

50

## 【 0 0 9 7 】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 4 2 0 は、銅張積層板 4 0 0 の性能を改善することができる特定の特性を有することができる第 1 の充填剤材料を含んでもよい。

## 【 0 0 9 8 】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 4 2 0 の第 1 の充填剤材料は、特定のサイズ分布を有してもよい。本明細書に記載される実施形態の目的で、材料の粒径分布、例えば、第 1 の充填剤材料の粒径分布は、粒径分布 D 値、D<sub>10</sub>、D<sub>50</sub> 及び D<sub>90</sub> の任意の組み合わせを使用して記載できる。粒径分布からの D<sub>10</sub> 値は、粒子の 10 % がその値よりも小さく、粒子の 90 % がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの D<sub>50</sub> 値は、粒子の 50 % がその値よりも小さく、粒子の 50 % がその値よりも大きい粒径値として定義される。粒径分布からの D<sub>90</sub> 値は、粒子の 90 % がその値よりも小さく、粒子の 10 % がその値よりも大きい粒径値として定義される。本明細書に記載される実施形態の目的で、特定の材料の粒径測定は、レーザー回折分光法を使用して行われる。

10

## 【 0 0 9 9 】

特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 4 2 0 の第 1 の充填剤材料は、特定のサイズ分布 D<sub>10</sub> 値を有してもよい。例えば、第 1 の充填剤材料の D<sub>10</sub> は、少なくとも約 0.5 マイクロメートル、例えば、少なくとも約 0.6 マイクロメートル、又は少なくとも約 0.7 マイクロメートル、又は少なくとも約 0.8 マイクロメートル、又は少なくとも約 0.9 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.0 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.1 マイクロメートル、又は更には少なくとも約 1.2 マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料の D<sub>10</sub> は、約 1.6 マイクロメートル以下、例えば、約 1.5 マイクロメートル以下、又は更には約 1.4 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の D<sub>10</sub> は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の D<sub>10</sub> は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

## 【 0 1 0 0 】

他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 4 2 0 の第 1 の充填剤材料は、特定のサイズ分布 D<sub>50</sub> 値を有してもよい。例えば、第 1 の充填剤材料の D<sub>50</sub> は、少なくとも約 0.8 マイクロメートル、例えば、少なくとも約 0.9 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.0 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.1 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.2 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.3 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.4 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.5 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.6 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.7 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.8 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.9 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.0 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.1 マイクロメートル、又は更には少なくとも約 2.2 マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料の D<sub>50</sub> は、約 2.7 マイクロメートル以下、例えば、約 2.6 マイクロメートル以下、又は約 2.5 マイクロメートル以下、又は更には約 2.4 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の D<sub>50</sub> は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の D<sub>50</sub> は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

40

## 【 0 1 0 1 】

他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 4 2 0 の第 1 の充填剤材料は、特定のサイズ分布 D<sub>90</sub> 値を有してもよい。例えば、第 1 の充填剤材料の D<sub>90</sub> は、少なくとも約 1.5 マイクロメートル、例えば、少なくとも約 1.6 マイクロメートル、又は少なくとも

50

も約 1.7 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.8 マイクロメートル、又は少なくとも約 1.9 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.0 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.1 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.2 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.3 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.2 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.5 マイクロメートル、又は少なくとも約 2.6 マイクロメートル、又は更には少なくとも約 2.7 マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  は、約 8.0 マイクロメートル以下、例えば、約 7.5 マイクロメートル以下、又は約 7.0 マイクロメートル以下、又は約 6.5 マイクロメートル以下、又は約 6.0 マイクロメートル以下、又は約 5.5 マイクロメートル以下、又は約 5.4 マイクロメートル以下、又は約 5.3 マイクロメートル以下、又は約 5.2 マイクロメートル以下、又は更には約 5.1 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

#### 【0102】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 420 の第 1 の充填剤材料は、レーザー回折分光法により測定される特定の平均粒径を有してもよい。例えば、第 1 の充填剤材料の平均粒径は、約 10 マイクロメートル以下、例えば、約 9 マイクロメートル以下、又は約 8 マイクロメートル以下、又は約 7 マイクロメートル以下、又は約 6 マイクロメートル以下、又は約 5 マイクロメートル以下、又は約 4 マイクロメートル以下、又は約 3 マイクロメートル以下、又は更には約 2 マイクロメートル以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の平均粒径は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の平均粒径は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

#### 【0103】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 420 の第 1 の充填剤材料は、特定の粒径分布スパン (PSDS) を有するものとして記載されてもよく、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい。例えば、第 1 の充填剤材料の PSDS は、約 5 以下、例えば、約 4.5 以下、又は約 4.0 以下、又は約 3.5 以下、又は約 3.0 以下、又は更には約 2.5 以下であってもよい。第 1 の充填剤材料の PSDS は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の PSDS は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

#### 【0104】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分 420 の第 1 の充填剤材料は、Brunauer-Emmett-Teller (BET) 表面積分析法 (窒素吸着) を使用して測定される特定の平均表面積を有するものとして説明することができる。例えば、第 1 の充填剤材料は、約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、例えば、約  $7.9 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $7.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $7.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $6.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $6.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $5.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $5.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $4.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は約  $4.0 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下、又は更には約  $3.5 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を有してもよい。更に他の実施形態によれば、第 1 の充填剤材料は、少なくとも約  $1.2 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、例えば、少なくとも約  $2.2 \text{ m}^2 / \text{g}$  の平均表面積を有してもよい。第 1 の充填剤材料の平均表面積は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第 1 の充填剤材料の平均表面積は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最

40

50

大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0105】

他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420の第1の充填剤材料は、特定の材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、第1の充填剤材料は、シリカ系化合物を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料は、シリカ系化合物から構成されてもよい。他の実施形態によれば、第1の充填剤材料はシリカを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料は、シリカから構成されてもよい。

【0106】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板405は、特定の含有量のセラミック充填剤成分420を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤成分420の含有量は、誘電体基板405の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は更には少なくとも約54体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420の含有量は、誘電体基板400の総体積に対して、約57体積%以下、例えば約56体積%以下、又は更には約55体積%以下であってもよい。セラミック充填剤成分420の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。セラミック充填剤成分420の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0107】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420は、特定の含有量の第1の充填剤材料を含んでもよい。例えば、第1の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分420の総体積に対して、少なくとも約80体積%、例えば、少なくとも約81体積%、又は少なくとも約82体積%、又は少なくとも約83体積%、又は少なくとも約84体積%、又は少なくとも約85体積%、又は少なくとも約86体積%、又は少なくとも約87体積%、又は少なくとも約88体積%、又は少なくとも約89体積%、又は更には少なくとも約90体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第1の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分220の総体積に対して、約100体積%以下、例えば、約99体積%以下、又は約98体積%以下、又は約97体積%以下、又は約96体積%以下、又は約95体積%以下、又は約94体積%以下、又は約93体積%以下、又は更には約92体積%以下であってもよい。第1の充填剤材料の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第1の充填剤材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0108】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420は、第2の充填剤材料を含んでもよい。

【0109】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420の第2の充填剤材料は、特定の材料を含んでもよい。例えば、第2の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、少なくとも約14の誘電率を有するセラミック材料を含んでもよい。特定の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420の第2の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料、例えば、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$ 、又はそれらの任意の組み合わせを含んでもよい。

【0110】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420の第2の充填剤材料は、 $TiO_2$ を含んでもよい。更に他の実施形態によれば、第2の充填剤材料は、 $TiO_2$ から

10

20

30

40

50

構成されてもよい。

【0111】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420は、特定の含有量の第2の充填剤材料を含んでもよい。例えば、第2の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分420の総体積に対して、少なくとも約1体積%、例えば、少なくとも約2体積%、又は少なくとも約3体積%、又は少なくとも約4体積%、又は少なくとも約5体積%、又は少なくとも約6体積%、又は少なくとも約7体積%、又は少なくとも約8体積%、又は少なくとも約9体積%、又は更には少なくとも約10体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、第2の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分220の総体積に対して、約20体積%以下、例えば、約19体積%以下、又は約18体積%以下、又は約17体積%以下、又は約16体積%以下、又は約15体積%以下、又は約14体積%以下、又は約13体積%以下、又は約12体積%以下であってもよい。第2の充填剤材料の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。第2の充填剤材料の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

【0112】

更に他の実施形態によれば、セラミック充填剤成分420は、特定の含有量の非晶質材料を含んでもよい。例えば、セラミック充填剤成分420は、少なくとも約97%、例えば、少なくとも約98%、又は更には少なくとも約99%の非晶質材料を含んでもよい。非晶質材料の含有量は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。非晶質材料の内容物の含有量は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

【0113】

他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分410は、特定の材料を含んでもよい。例えば、樹脂マトリックス成分410は、ペルフルオロポリマーを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分410は、ペルフルオロポリマーから構成されてもよい。

【0114】

更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分410のペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン(TFE)のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)のコポリマー、テトラフルオロエチレン(TFE)のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分410のペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン(TFE)のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)のコポリマー、テトラフルオロエチレン(TFE)のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせから構成されてもよい。

30

【0115】

更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分410のペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂(PFA)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)、又はこれらの任意の組み合わせを含んでもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分410のペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂(PFA)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)、又はこれらの任意の組み合わせから構成されてもよい。

40

【0116】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板400は、特定の含有量の樹脂マトリックス成分410を含んでもよい。例えば、樹脂マトリックス成分410の含有量は、誘電体基板400の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体

50

積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は少なくとも約54体積%、又は更には少なくとも約55体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、樹脂マトリックス成分410の含有量は、誘電体基板400の総体積に対して、約63体積%以下、又は約62体積%以下、又は約61体積%以下、又は約60体積%以下、又は約59体積%以下、又は約58体積%以下、又は更には約57体積%以下である。樹脂マトリックス成分410の含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。樹脂マトリックス成分410の含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

## 【0117】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板405は、特定の含有量のペルフルオロポリマーを含んでもよい。例えば、ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板405の総体積に対して、少なくとも約45体積%、例えば、少なくとも約46体積%、又は少なくとも約47体積%、又は少なくとも約48体積%、又は少なくとも約49体積%、又は少なくとも約50体積%、又は少なくとも約51体積%、又は少なくとも約52体積%、又は少なくとも約53体積%、又は少なくとも約54体積%、又は更には少なくとも約55体積%であってもよい。更に他の実施形態によれば、ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板200の総体積に対して、約63体積%以下、例えば、約62体積%以下、又は約61体積%以下、又は約60体積%以下、又は約59体積%以下、又は約58体積%以下、又は更には約57体積%以下であってもよい。ペルフルオロポリマーの含有量は、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。ペルフルオロポリマーの含有量は、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

## 【0118】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板405は、X線回折を使用して測定される特定の多孔率を有してもよい。例えば、基板405の多孔率は、約10体積%以下、例えば、約9体積%以下、又は約8体積%以下、又は約7体積%以下、又は約6体積%以下、又は更には約5体積%以下であってもよい。誘電体基板405多孔率は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板405多孔率は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

## 【0119】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板405は、特定の平均厚さを有してもよい。例えば、誘電体基板405の平均厚さは、少なくとも約10マイクロメートル、例えば、少なくとも約15マイクロメートル、又は少なくとも約20マイクロメートル、又は少なくとも約25マイクロメートル、又は少なくとも約30マイクロメートル、又は少なくとも約35マイクロメートル、又は少なくとも約40マイクロメートル、又は少なくとも約45マイクロメートル、又は少なくとも約50マイクロメートル、又は少なくとも約55マイクロメートル、又は少なくとも約60マイクロメートル、又は少なくとも約65マイクロメートル、又は少なくとも約70マイクロメートル、又は更には少なくとも約75マイクロメートルであってもよい。更に他の実施形態によれば、誘電体基板405の平均厚さは、約2000マイクロメートル以下、例えば、約1800マイクロメートル以下、約1600マイクロメートル以下、約1400マイクロメートル以下、約1200マイクロメートル以下、又は約1000マイクロメートル以下、又は約800マイクロメートル以下、又は約600マイクロメートル以下、又は約400マイクロメートル以下、又は約200マイクロメートル以下、又は約190マイクロメートル以下、又は約180マイクロメートル以下、又は約170マイクロメートル以下、又は約160マイクロメートル以下、又は約150マイクロメートル以下、又は約140マイクロメートル以下、又は約12

40

50

0 マイクロメートル以下、又は更には約 100 マイクロメートル以下であってもよい。誘電体基板 405 の平均厚さは、上記の任意の最小値と最大値との間の任意の値であって、上記の任意の最小値及び最大値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の平均厚さは、上記の最小値と最大値との間の範囲内の任意の値であって、最小値と最大値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

**【0120】**

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、20% RH にて 5 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

**【0121】**

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、80% RH にて 5 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

**【0122】**

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、20% RH にて 10 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

**【0123】**

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、80% RH にて 10 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

**【0124】**

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、20% RH にて 28 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又

50

は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

【0125】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、80% RH にて 28 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

10

【0126】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、20% RH にて 39 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

20

【0127】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、80% RH にて 39 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

30

【0128】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、20% RH にて 76 ~ 81 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

40

【0129】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、80% RH にて 76 ~ 81 GHz の範囲で測定される特定の損失係数 (Df) を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 0.005 以下、例えば、約 0.004 以下、又は約 0.003 以下、又は約 0.002 以下、又は約 0.0019 以下、又は約 0.0018 以下、又は約 0.0017 以

50

下、又は約 0.0016 以下、又は約 0.0015 以下、又は約 0.0014 以下の損失係数を有してもよい。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の任意の値の間の任意の値であって、上記の任意の値を含む値であってもよいことが理解されるであろう。誘電体基板 405 の損失係数は、上記の値の間の範囲内の任意の値であって、上記の値を含む値であってもよいことが更に理解されるであろう。

#### 【0130】

更に他の実施形態によれば、誘電体基板 405 は、IPC-TM-650 2.4.24 Rev. C Glass Transition Temperature and Z-Axis Thermal Expansion by TMA に従って測定される、特定の熱膨張係数を有してもよい。例えば、誘電体基板 405 は、約 80 ppm/ 以下の熱膨張係数を有してもよい。

10

#### 【0131】

本明細書に記載されるいかなる銅張積層板も、最初に記載された誘電体基板の外面上において、基板と銅張積層板の任意の銅箔層との間に、追加のポリマーベースの層を含んでもよいことが理解されるであろう。また本明細書で述べたように、追加のポリマーベースの層は、本明細書に記載されるような充填剤を含んでもよく（すなわち、充填ポリマー層であってもよく）、又は充填剤を含まなくてもよい（すなわち、非充填ポリマー層であってもよい）。

#### 【0132】

次に、プリント回路基板を形成する方法を参照すると、図 5 は、本明細書に記載される実施形態による、プリント回路基板を形成するための形成方法 500 を示す図を含む。特定の実施形態によれば、形成方法 500 は、銅箔層を提供する第 1 のステップ 510 と、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成する第 2 のステップ 520 と、形成混合物を銅箔層を覆う誘電体基板に形成して銅張積層板を形成する第 3 のステップ 530 と、銅張積層板をプリント回路基板に形成する第 4 のステップ 540 と、を含んでもよい。

20

#### 【0133】

形成方法 100 及び / 又は形成方法 300 を参照して本明細書で提供される全ての説明、詳細、及び特徴は、形成方法 500 の対応する態様に更に適用されてもよく又はそれを説明してもよいことが理解されるであろう。

30

#### 【0134】

ここで、形成方法 500 に従って形成されたプリント回路基板の実施形態を参照すると、図 6 はプリント回路基板 600 の図を含む。図 6 に示すように、プリント回路基板 600 は、銅箔層 602 と、銅箔層 602 の表面の上を覆う誘電体基板 605 とを含んでもよい、銅張積層板 601 を含んでもよい。特定の実施形態によれば、誘電体基板 605 は、樹脂マトリックス成分 610 及びセラミック充填剤成分 620 を含んでもよい。

#### 【0135】

ここでも、誘電体基板 200 (405) 及び / 又は銅張積層板 400 に関して本明細書で提供される全ての説明は、プリント回路基板 600 の全ての構成要素を含むプリント回路基板 600 の修正態様に更に適用できることが理解されるであろう。

40

#### 【0136】

多くの異なる態様及び実施形態が可能である。これらの態様及び実施形態のいくつかを本明細書に記載する。本明細書を読んだ後、当業者は、それらの態様及び実施形態が単なる例示であり、本発明の範囲を限定するものではないことを理解するであろう。実施形態は、以下に列挙される実施形態のうちいずれか 1 つ以上に従うことができる。

#### 【0137】

##### 実施形態 1 .

樹脂マトリックス成分と、セラミック充填剤成分とを含む、誘電体基板であって、セラミック充填剤成分は第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 以下の  $D_{10}$ 、少なくとも約 0.8 マイクロ

50

メートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$ 、及び少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、誘電体基板。

実施形態 2. 樹脂マトリックス成分とセラミック充填剤成分とを含む誘電体基板であって、セラミック充填剤成分は、第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約 5 以下の粒径分布スパン (PSDS) を更に含み、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、誘電体基板。

実施形態 3. 樹脂マトリックス成分とセラミック充填剤成分とを含む誘電体基板であって、セラミック充填剤成分は第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、誘電体基板。

10

実施形態 4. 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 マイクロメートル以下の  $D_{10}$  を含む、実施形態 2 又は 3 に記載の誘電体基板。

実施形態 5. 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0.8 マイクロメートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$  を含む、実施形態 2 又は 3 に記載の誘電体基板。

実施形態 6. 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、実施形態 2 又は 3 に記載の誘電体基板。

20

実施形態 7. 第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、実施形態 1 に記載の誘電体基板。

実施形態 8. 第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下、又は約 9 マイクロメートル以下、又は約 8 マイクロメートル以下、又は約 7 マイクロメートル以下、又は約 6 マイクロメートル以下、又は約 5 マイクロメートル以下、又は約 4 マイクロメートル以下、又は約 3 マイクロメートル以下、又は約 2 マイクロメートル以下の平均粒径を含む、実施形態 2、3 及び 7 のいずれか 1 つに記載の誘電体基板。

実施形態 9. 第 1 の充填剤材料は、約 5 以下の粒径分布スパン (PSDS) を含み、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、実施形態 1 又は 3 に記載の誘電体基板。

30

実施形態 10. 第 1 の充填剤材料は、約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、実施形態 1 又は 2 に記載の誘電体基板。

実施形態 11. 第 1 の充填剤材料は、シリカ系化合物を含む、実施形態 1、2、及び 3 のいずれか 1 つに記載の誘電体基板。

実施形態 12. 第 1 の充填剤材料は、シリカを含む、実施形態 1、2、及び 3 のいずれか 1 つに記載の誘電体基板。

実施形態 13. 樹脂マトリックスは、ペルフルオロポリマーを含む、実施形態 1、2、及び 3 のいずれか 1 つに記載の誘電体基板。

40

実施形態 14. ペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン (TFE) のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン (HFP) のコポリマー、テトラフルオロエチレン (TFE) のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 13 に記載の誘電体基板。

実施形態 15. ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 (PFA)、フッ素化エチレンプロピレン (FEP)、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 13 に記載の誘電体基板。

実施形態 16. ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 (PFA)、フッ素化エチレンプロピレン (FEP)

50

P)、又はこれらの任意の組み合わせから構成される、実施形態13に記載の誘電体基板。

実施形態17. 樹脂マトリックス成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約45体積%である、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態18. 樹脂マトリックス成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約63体積%以下である、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態19. ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約45体積%である、実施形態13に記載の誘電体基板。

実施形態20. ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約63体積%以下である、実施形態13に記載の誘電体基板。

実施形態21. セラミック充填剤成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約45体積%である、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態22. セラミック充填剤成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約57体積%以下である、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態23. 第1の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、少なくとも約80体積%である、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態24. 第1の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、約100体積%以下である、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態25. セラミック充填剤成分は、第2の充填剤材料を更に含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態26. 第2の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料を含む、実施形態25に記載の誘電体基板。

実施形態27. 高誘電率セラミック材料は、少なくとも約14の誘電率を有する、実施形態26に記載の誘電体基板。

実施形態28. セラミック充填剤成分は、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$ 又はこれらの任意の組み合わせを更に含む、実施形態26に記載の誘電体基板。

実施形態29. 第2の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、少なくとも約1体積%である、実施形態25に記載の誘電体基板。

実施形態30. 第2の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、約20体積%以下である、実施形態25に記載の誘電体基板。

実施形態31. セラミック充填剤成分は、少なくとも約97%非晶質である、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態32. 誘電体基板は、約10体積%以下の多孔率を含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態33. 誘電体基板は、少なくとも約10マイクロメートルの平均厚さを含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態34. 誘電体基板は、約2000マイクロメートル以下の平均厚さを含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態35. 誘電体基板は、約0.005以下の損失係数(5GHz, 20%RH)を含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態36. 誘電体基板は、約0.0014以下の損失係数(5GHz, 20%RH)を含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態37. 誘電体基板は、約80ppm/以下の熱膨張係数(全軸)を含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

実施形態38. 誘電体基板は、約0.05%以下の水分吸収を含む、実施形態1、2、及び3のいずれか1つに記載の誘電体基板。

10

20

30

40

50

実施形態 39 . 銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含む、銅張積層板であって、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含み、セラミック充填剤成分は、第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0 . 5 マイクロメートルかつ約 1 . 6 以下の  $D_{10}$ 、少なくとも約 0 . 8 マイクロメートルかつ約 2 . 7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$ 、及び少なくとも約 1 . 5 マイクロメートルかつ約 4 . 7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、銅張積層板。

実施形態 40 . 銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含む、銅張積層板であって、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含み、セラミック充填剤成分は、第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約 5 以下の粒径分布スパン ( PSDS ) を更に含み、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、銅張積層板。

10

実施形態 41 . 銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含む、銅張積層板であって、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含み、セラミック充填剤成分は、第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、銅張積層板。

実施形態 42 . 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0 . 5 マイクロメートルかつ約 1 . 6 マイクロメートル以下の  $D_{10}$  を含む、実施形態 40 又は 41 に記載の銅張積層板。

20

実施形態 43 . 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0 . 8 マイクロメートルかつ約 2 . 7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$  を含む、実施形態 40 又は 41 に記載の銅張積層板。

実施形態 44 . 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 1 . 5 マイクロメートルかつ約 4 . 7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、実施形態 40 又は 41 に記載の銅張積層板。

実施形態 45 . 第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、実施形態 39 に記載の銅張積層板。

実施形態 46 . 第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

30

実施形態 47 . 第 1 の充填剤材料は、約 5 以下の粒径分布スパン ( PSDS ) を含み、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、実施形態 39 又は 41 に記載の銅張積層板。

実施形態 48 . 第 1 の充填剤材料は、約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、実施形態 39 又は 40 に記載の銅張積層板。

実施形態 49 . 第 1 の充填剤材料は、シリカ系化合物を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 50 . 第 1 の充填剤材料は、シリカを含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

40

実施形態 51 . 樹脂マトリックスは、ペルフルオロポリマーを含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 52 . ペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン ( TFE ) のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン ( HFP ) のコポリマー、テトラフルオロエチレン ( TFE ) のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 51 に記載の銅張積層板。

実施形態 53 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン ( PTFE )、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 ( PFA )、フッ素化エチレンプロピレン ( FEP )、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 51 に記載の銅張積層板。

50

実施形態 54 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン ( P T F E )、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 ( P F A )、フッ素化エチレンプロピレン ( F E P )、又はこれらの任意の組み合わせから構成される、実施形態 51 に記載の銅張積層板。

実施形態 55 . 樹脂マトリックス成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 56 . 樹脂マトリックス成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 63 体積%以下である、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 57 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 51 に記載の銅張積層板。 10

実施形態 58 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 63 体積%以下である、実施形態 51 に記載の銅張積層板。

実施形態 59 . セラミック充填剤成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 60 . セラミック充填剤成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 57 体積%以下である、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 61 . 第 1 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、少なくとも約 80 体積%である、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。 20

実施形態 62 . 第 1 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、約 100 体積%以下である、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 63 . セラミック充填剤成分は、第 2 の充填剤材料を更に含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 64 . 第 2 の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料を含む、実施形態 63 に記載の誘電体基板。

実施形態 65 . 高誘電率セラミック材料は、少なくとも約 14 の誘電率を有する、実施形態 64 に記載の誘電体基板。 30

実施形態 66 . セラミック充填剤成分は、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$  又はこれらの任意の組み合わせを更に含む、実施形態 64 に記載の誘電体基板。

実施形態 67 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、少なくとも約 1 体積%である、実施形態 63 に記載の誘電体基板。

実施形態 68 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、約 20 体積%以下である、実施形態 63 に記載の誘電体基板。

実施形態 69 . セラミック充填剤成分は、少なくとも約 97% 非晶質である、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。 40

実施形態 70 . 誘電体基板は、約 10 体積%以下の多孔率を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 71 . 誘電体基板は、少なくとも約 10 マイクロメートルの平均厚さを含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 72 . 誘電体基板は、約 2000 マイクロメートル以下の平均厚さを含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 73 . 誘電体基板は、約 0.005 以下の損失係数 ( 5 GHz , 20% RH ) を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 74 . 誘電体基板は、約 0.0014 以下の損失係数 ( 5 GHz , 20% RH ) を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。 50

実施形態 75 . 誘電体基板は、約 80 ppm / 以下の熱膨張係数 (全軸) を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 76 . 誘電体基板は、約 0.05 % 以下の水分吸収を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 77 . 銅張積層板は、約 10 体積 % 以下の多孔率を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 78 . 銅張積層板は、銅箔層と誘電体基板との間に少なくとも約 6 ポンド / インチの剥離強度を含む、実施形態 39、40、及び 41 のいずれか 1 つに記載の銅張積層板。

実施形態 79 . 銅張積層板を含むプリント回路基板であって、銅張積層板は、銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含み、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含み、セラミック充填剤成分は、第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 以下の  $D_{10}$ 、少なくとも約 0.8 マイクロメートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$ 、及び少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、プリント回路基板。

10

実施形態 80 . 銅張積層板を含むプリント回路基板であって、銅張積層板は、銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含み、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含み、セラミック充填剤成分は、第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約 5 以下の粒径分布スパン (  $PSDS$  ) を更に含み、 $PSDS$  は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、プリント回路基板。

20

実施形態 81 . 銅張積層板を含むプリント回路基板であって、銅張積層板は、銅箔層と、銅箔層を覆う誘電体基板とを含み、誘電体基板は、樹脂マトリックス成分及びセラミック充填剤成分を含み、セラミック充填剤成分は、第 1 の充填剤材料を含み、第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、プリント回路基板。

実施形態 82 . 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 マイクロメートル以下の  $D_{10}$  を含む、実施形態 80 又は 81 に記載のプリント回路基板。

30

実施形態 83 . 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 0.8 マイクロメートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$  を含む、実施形態 80 又は 81 に記載のプリント回路基板。

実施形態 84 . 第 1 の充填剤材料の粒径分布は、少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、実施形態 80 又は 81 に記載のプリント回路基板。

実施形態 85 . 第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、実施形態 79 に記載のプリント回路基板。

40

実施形態 86 . 第 1 の充填剤材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を含む、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 87 . 第 1 の充填剤材料は、約 5 以下の粒径分布スパン (  $PSDS$  ) を含み、 $PSDS$  は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、実施形態 79 又は 81 に記載のプリント回路基板。

実施形態 88 . 第 1 の充填剤材料は、約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、実施形態 79 又は 80 に記載のプリント回路基板。

実施形態 89 . 第 1 の充填剤材料は、シリカ系化合物を含む、実施形態 79、80、

50

及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 90 . 第 1 の充填剤材料は、シリカを含む、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 91 . 樹脂マトリックスは、ペルフルオロポリマーを含む、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 92 . ペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン (TFE) のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン (HFP) のコポリマー、テトラフルオロエチレン (TFE) のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 91 に記載のプリント回路基板。

実施形態 93 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 (PFA) 、フッ素化エチレンプロピレン (FEP) 、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 91 に記載のプリント回路基板。

10

実施形態 94 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 (PFA) 、フッ素化エチレンプロピレン (FEP) 、又はこれらの任意の組み合わせから構成される、実施形態 91 に記載のプリント回路基板。

実施形態 95 . 樹脂マトリックス成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 96 . 樹脂マトリックス成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 63 体積%以下である、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

20

実施形態 97 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 91 に記載のプリント回路基板。

実施形態 98 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 63 体積%以下である、実施形態 91 に記載のプリント回路基板。

実施形態 99 . セラミック充填剤成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 100 . セラミック充填剤成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 57 体積%以下である、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

30

実施形態 101 . 第 1 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、少なくとも約 80 体積%である、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 102 . 第 1 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、約 100 体積%以下である、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

実施形態 103 . セラミック充填剤成分は、第 2 の充填剤材料を更に含む、実施形態 79、80、及び 81 のいずれか 1 つに記載のプリント回路基板。

40

実施形態 104 . 第 2 の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料を含む、実施形態 103 に記載のプリント回路基板。

実施形態 105 . 高誘電率セラミック材料は、少なくとも約 14 の誘電率を有する、実施形態 104 に記載のプリント回路基板。

実施形態 106 . セラミック充填剤成分は、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$  又はこれらの任意の組み合わせを更に含む、実施形態 104 に記載のプリント回路基板。

実施形態 107 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対して、少なくとも約 1 体積%である、実施形態 103 に記載のプリント回路基板。

実施形態 108 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤成分の総体積に対

50

して、も約20体積%以下である、実施形態103に記載のプリント回路基板。

実施形態109．セラミック充填剤成分は、少なくとも約97%非晶質である、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態110．誘電体基板は、約10体積%以下の多孔率を含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態111．誘電体基板は、少なくとも約10マイクロメートルの平均厚さを含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態112．誘電体基板は、約2000マイクロメートル以下の平均厚さを含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態113．誘電体基板は、約0.005以下の損失係数(5GHz, 20%RH)を含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

10

実施形態114．誘電体基板は、約0.0014以下の損失係数(5GHz, 20%RH)を含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態115．誘電体基板は、約80ppm/以下の熱膨張係数(全軸)を含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態116．誘電体基板は、約0.05%以下の水分吸収を含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態117．銅張積層板は、約10体積%以下の多孔率を含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

実施形態118．銅張積層板は銅箔層とプリント回路基板との間に少なくとも約6ポンド/インチの剥離強度を含む、実施形態79、80、及び81のいずれか1つに記載のプリント回路基板。

20

実施形態119．誘電体基板を形成する方法であって、方法は、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第1の充填剤前駆体材料を含み、第1の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約0.5マイクロメートルかつ約1.6以下の $D_{10}$ 、少なくとも約0.8マイクロメートルかつ約2.7マイクロメートル以下の $D_{50}$ 、及び少なくとも約1.5マイクロメートルかつ約4.7マイクロメートル以下の $D_{90}$ を含む、方法。

実施形態120．誘電体基板を形成する方法であって、方法は、樹脂前駆体マトリックス成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第1の充填剤前駆体材料を含み、第1の充填剤前駆体材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径及び約5以下の粒径分布スパン(PSDS)を更に含み、PSDSは、( $D_{90} - D_{10}$ )/ $D_{50}$ に等しく、 $D_{90}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{90}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ 粒径分布測定値に等しい、方法。

30

実施形態121．誘電体基板を形成する方法であって、方法は、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第1の充填剤前駆体材料を含み、第1の充填剤前駆体材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径及び約 $8\text{ m}^2/\text{g}$ 以下の平均表面積を更に含む、方法。

40

実施形態122．第1の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約0.5マイクロメートルかつ約1.6マイクロメートル以下の $D_{10}$ を含む、実施形態120又は121に記載の方法。

実施形態123．第1の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約0.8マイクロメートルかつ約2.7マイクロメートル以下の $D_{50}$ を含む、実施形態120又は121に記載の方法。

実施形態124．第1の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約1.5マイクロメートルかつ約4.7マイクロメートル以下の $D_{90}$ を含む、実施形態120又は12

50

1に記載の方法。

実施形態125. 第1の充填剤前駆体材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、実施形態119に記載の方法。

実施形態126. 第1の充填剤前駆体材料は、約10マイクロメートル以下の平均粒径を含む、実施形態120、121、及び125のいずれか1つに記載の方法。

実施形態127. 第1の充填剤前駆体材料は、約5以下の粒径分布スパン(PSDS)を含み、PSDSは、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$ に等しく、 $D_{90}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{90}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{10}$ 粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$ は、第1の充填剤前駆体材料の $D_{50}$ 粒径分布測定値に等しい、実施形態119又は121に記載の方法。

10

実施形態128. 第1の充填剤前駆体材料は、約 $8 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以下の平均表面積を更に含む、実施形態119又は120に記載の方法。

実施形態129. 第1の充填剤前駆体材料は、シリカ系化合物を含む、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

実施形態130. 第1の充填剤前駆体材料は、シリカを含む、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

実施形態131. 樹脂マトリックス前駆体成分は、ペルフルオロポリマーを含む、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

実施形態132. ペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン(TFE)のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン(HFP)のコポリマー、テトラフルオロエチレン(TFE)のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態131に記載の方法。

20

実施形態133. ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂(PFA)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態131に記載の方法。

実施形態134. ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂(PFA)、フッ素化エチレンプロピレン(FEP)、又はこれらの任意の組み合わせから構成される、実施形態131に記載の方法。

実施形態135. 樹脂マトリックス前駆体成分の含有量、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

30

実施形態136. 樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、約63体積%以下である、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

実施形態137. ペルフルオロポリマーの含有量は、形成混合物の総体積に対して、少なくとも約45体積%である、実施形態131に記載の方法。

実施形態138. ペルフルオロポリマーの含有量は、形成混合物の総体積に対して、約63体積%以下である、実施形態131に記載の方法。

実施形態139. セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、少なくとも約45体積%である、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

40

実施形態140. セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、形成混合物の総体積に対して、約57体積%以下である、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

実施形態141. 第1の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約80体積%である、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

実施形態142. 第1の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約100体積%以下である、実施形態119、120、及び121のいずれか1つに記載の方法。

実施形態143. セラミック充填剤前駆体成分は、第2の充填剤前駆体材料を更に含

50

む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 144 . 第 2 の充填剤前駆体材料は、高誘電率セラミック材料を含む、実施形態 143 に記載の方法。

実施形態 145 . 高誘電率セラミック材料は、少なくとも約 14 の誘電率を有する、実施形態 144 に記載の方法。

実施形態 146 . セラミック充填剤前駆体成分は、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$  又はこれらの任意の組み合わせを更に含む、実施形態 144 に記載の方法。

実施形態 147 . 第 2 の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約 1 体積% である、実施形態 143 に記載の方法。

10

実施形態 148 . 第 2 の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約 20 体積% 以下である、実施形態 143 に記載の方法。

実施形態 149 . セラミック充填剤前駆体成分は、少なくとも約 97% 非晶質である、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 150 . 誘電体基板は、約 10 体積% 以下の多孔率を含む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 151 . 誘電体基板は、少なくとも約 10 マイクロメートルの平均厚さを含む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 152 . 誘電体基板は、約 2000 マイクロメートル以下の平均厚さを含む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

20

実施形態 153 . 誘電体基板は、約 0.005 以下の損失係数 (5 GHz, 20% RH) を含む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 154 . 誘電体基板は、約 0.0014 以下の損失係数 (5 GHz, 20% RH) を含む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 155 . 誘電体基板は、約 80 ppm / 以下の熱膨張係数 (全軸) を含む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 156 . 誘電体基板は、約 0.05% 以下の水分吸収を含む、実施形態 119、120、及び 121 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 157 . 銅張積層板を形成する方法であって、方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から、銅箔層を覆う誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含み、第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 以下の  $D_{10}$ 、少なくとも約 0.8 マイクロメートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$ 、及び少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、方法。

30

実施形態 158 . 銅張積層板を形成する方法であって、方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から、銅箔層を覆う誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含み、第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約 5 以下の粒径分布スパン (PSDS) を更に含み、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、方法。

40

実施形態 159 . 銅張積層板を形成する方法であって、方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から、銅箔層を覆う誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含み、第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面

50

積を更に含む、方法。

実施形態 160 . 第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 0 . 5 マイクロメートルかつ約 1 . 6 マイクロメートル以下の  $D_{10}$  を含む、実施形態 158 又は 159 に記載の方法。

実施形態 161 . 第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 0 . 8 マイクロメートルかつ約 2 . 7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$  を含む、実施形態 158 又は 159 に記載の方法。

実施形態 162 . 第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 1 . 5 マイクロメートルかつ約 4 . 7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、実施形態 158 又は 159 に記載の方法。

実施形態 163 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、実施形態 162 に記載の方法。

実施形態 164 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 165 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 5 以下の粒径分布スパン ( PSDS ) を含み、PSDS は、 $(D_{90} - D_{10}) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、実施形態 157 又は 159 に記載の方法。

実施形態 166 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 350 平方マイクロメートル以下の平均表面積を更に含む、実施形態 157 又は 159 に記載の方法。

実施形態 167 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、シリカ系化合物を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 168 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、シリカを含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 169 . 樹脂マトリックスは、ペルフルオロポリマーを含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 170 . ペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン ( TFE ) のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン ( HFP ) のコポリマー、テトラフルオロエチレン ( TFE ) のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 171 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン ( PTFE )、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 ( PFA )、フッ素化エチレンプロピレン ( FEP )、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 172 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン ( PTFE )、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 ( PFA )、フッ素化エチレンプロピレン ( FEP )、又はこれらの任意の組み合わせから構成される、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 173 . 樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 174 . 樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 63 体積%以下である、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 175 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 176 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 63 体積%以下である、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 177 . セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 45 体積%である、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

10

20

30

40

50

実施形態 178 . セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 57 体積% 以下である、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 179 . 第 1 の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約 80 体積% である、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 180 . 第 1 の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約 100 体積% 以下である、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 181 . セラミック充填剤前駆体成分は、第 2 の充填剤材料を更に含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 182 . 第 2 の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料を含む、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 183 . 高誘電率セラミック材料は、少なくとも約 14 の誘電率を有する、実施形態 170 に記載の方法。

実施形態 184 . セラミック充填剤前駆体成分は、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$  又はこれらの任意の組み合わせを更に含む、実施形態 170 に記載の方法。

実施形態 185 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約 1 体積% である、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 186 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約 20 体積% 以下である、実施形態 169 に記載の方法。

実施形態 187 . セラミック充填剤前駆体成分は、少なくとも約 97% 非晶質である、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 188 . 誘電体基板は、約 10 体積% 以下の多孔率を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 189 . 誘電体基板は、少なくとも約 10 マイクロメートルの平均厚さを含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 190 . 誘電体基板は、約 2000 マイクロメートル以下の平均厚さを含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 191 . 誘電体基板は、約 0.005 以下の損失係数 (5 GHz, 20% RH) を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 192 . 誘電体基板は、約 0.0014 以下の損失係数 (5 GHz, 20% RH) を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 193 . 誘電体基板は、約 80 ppm / 以下の熱膨張係数 (全軸) を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 194 . 誘電体基板は、約 0.05% 以下の水分吸収を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 195 . 銅張積層板は、約 10 体積% 以下の多孔率を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 196 . 銅張積層板は、銅箔層と誘電体基板との間に少なくとも約 6 ポンド / インチの剥離強度を含む、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 197 . プリント回路基板を形成する方法であって、方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から、銅箔層を覆う誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含み、第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 以下の  $D_{10}$ 、少なくとも約 0.8 マイクロメートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$ 、及び少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$

10

20

30

40

50

を含む、方法。

実施形態 198 . プリント回路基板を形成する方法であって、方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から、銅箔層を覆う誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含み、第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約 5 以下の粒径分布スパン ( P S D S ) を更に含み、 P S D S は、 $( D_{90} - D_{10} ) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、方法。

10

実施形態 199 . プリント回路基板を形成する方法であって、方法は、銅箔層を提供することと、樹脂マトリックス前駆体成分とセラミック充填剤前駆体成分とを組み合わせ形成混合物を形成することと、形成混合物から、銅箔層を覆う誘電体基板を形成することと、を含み、セラミック充填剤前駆体成分は、第 1 の充填剤前駆体材料を含み、第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径及び約  $8 \text{ m}^2 / \text{g}$  以下の平均表面積を更に含む、方法。

実施形態 200 . 第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 0.5 マイクロメートルかつ約 1.6 マイクロメートル以下の  $D_{10}$  を含む、実施形態 198 又は 199 に記載の方法。

実施形態 201 . 第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 0.8 マイクロメートルかつ約 2.7 マイクロメートル以下の  $D_{50}$  を含む、実施形態 198 又は 199 に記載の方法。

20

実施形態 202 . 第 1 の充填剤前駆体材料の粒径分布は、少なくとも約 1.5 マイクロメートルかつ約 4.7 マイクロメートル以下の  $D_{90}$  を含む、実施形態 198 又は 199 に記載の方法。

実施形態 203 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を更に含む、実施形態 202 に記載の方法。

実施形態 204 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 10 マイクロメートル以下の平均粒径を含む、実施形態 197、198、及び 199 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 205 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 5 以下の粒径分布スパン ( P S D S ) を含み、P S D S は、 $( D_{90} - D_{10} ) / D_{50}$  に等しく、 $D_{90}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{90}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{10}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{10}$  粒径分布測定値に等しく、 $D_{50}$  は、第 1 の充填剤前駆体材料の  $D_{50}$  粒径分布測定値に等しい、実施形態 197 又は 199 に記載の方法。

30

実施形態 206 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、約 350 平方マイクロメートル以下の平均表面積を更に含む、実施形態 197 又は 199 に記載の方法。

実施形態 207 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、シリカ系化合物を含む、実施形態 197、198、及び 199 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 208 . 第 1 の充填剤前駆体材料は、シリカを含む、実施形態 197、198、及び 199 のいずれか 1 つに記載の方法。

40

実施形態 209 . 樹脂マトリックスは、ペルフルオロポリマーを含む、実施形態 197、198、及び 199 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 210 . ペルフルオロポリマーは、テトラフルオロエチレン ( T F E ) のコポリマー、ヘキサフルオロプロピレン ( H F P ) のコポリマー、テトラフルオロエチレン ( T F E ) のターポリマー、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 209 に記載の方法。

実施形態 211 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン ( P T F E )、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 ( P F A )、フッ素化エチレンプロピレン ( F E P )、又はこれらの任意の組み合わせを含む、実施形態 209 に記載の方法。

実施形態 212 . ペルフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン ( P T F E

50

)、ペルフルオロアルコキシポリマー樹脂 ( P F A )、フッ素化エチレンプロピレン ( F E P )、又はこれらの任意の組み合わせから構成される、実施形態 2 0 9 に記載の方法。

実施形態 2 1 3 . 樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 4 5 体積%である、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 1 4 . 樹脂マトリックス前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 6 3 体積%以下である、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 1 5 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 4 5 体積%である、実施形態 2 0 9 に記載の方法。

10

実施形態 2 1 6 . ペルフルオロポリマーの含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 6 3 体積%以下である、実施形態 2 0 9 に記載の方法。

実施形態 2 1 7 . セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、少なくとも約 4 5 体積%である、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 1 8 . セラミック充填剤前駆体成分の含有量は、誘電体基板の総体積に対して、約 5 7 体積%以下である、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 1 9 . 第 1 の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約 8 0 体積%である、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

20

実施形態 2 2 0 . 第 1 の充填剤前駆体材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約 1 0 0 体積%以下である、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 2 1 . セラミック充填剤前駆体成分は、第 2 の充填剤材料を更に含む、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 2 2 . 第 2 の充填剤材料は、高誘電率セラミック材料を含む、実施形態 2 0 9 に記載の方法。

実施形態 2 2 3 . 高誘電率セラミック材料は、少なくとも約 1 4 の誘電率を有する、実施形態 2 1 0 に記載の方法。

30

実施形態 2 2 4 . セラミック充填剤前駆体成分は、 $TiO_2$ 、 $SrTiO_3$ 、 $ZrTi_2O_6$ 、 $MgTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $BaTiO_4$  又はこれらの任意の組み合わせを更に含む、実施形態 2 1 0 に記載の方法。

実施形態 2 2 5 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、少なくとも約 1 体積%である、実施形態 2 0 9 に記載の方法。

実施形態 2 2 6 . 第 2 の充填剤材料の含有量は、セラミック充填剤前駆体成分の総体積に対して、約 2 0 体積%以下である、実施形態 2 0 9 に記載の方法。

実施形態 2 2 7 . セラミック充填剤前駆体成分は、少なくとも約 9 7 %非晶質である、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 2 8 . 誘電体基板は、約 1 0 体積%以下の多孔率を含む、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

40

実施形態 2 2 9 . 誘電体基板は、少なくとも約 1 0 マイクロメートルの平均厚さを含む、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 3 0 . 誘電体基板は、約 2 0 0 0 マイクロメートル以下の平均厚さを含む、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 3 1 . 誘電体基板は、約 0 . 0 0 5 以下の損失係数 ( 5 G H z , 2 0 % R H ) を含む、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 3 2 . 誘電体基板は、約 0 . 0 0 1 4 以下の損失係数 ( 5 G H z , 2 0 % R H ) を含む、実施形態 1 9 7、1 9 8、及び 1 9 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 2 3 3 . 誘電体基板は、約 8 0 p p m / 以下の熱膨張係数 ( 全軸 ) を含む

50

、実施形態 157、158、及び 159 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 234 . 誘電体基板は、約 0 . 05 % 以下の水分吸収を含む、実施形態 197、198、及び 199 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 235 . 銅張積層板は、約 10 体積 % 以下の多孔率を含む、実施形態 197、198、及び 199 のいずれか 1 つに記載の方法。

実施形態 236 . 銅張積層板は、銅箔層と誘電体基板との間に少なくとも約 6 ポンド / インチの剥離強度を含む、実施形態 197、198、及び 199 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0138】

実施例

本明細書中に記載される概念は、以下の実施例において更に記載され、これは、特許請求の範囲に記載される本発明の範囲を限定しない。

【0139】

実施例 1

サンプル誘電体基板 S1 ~ S12 を、本明細書に記載される特定の実施形態に従って構成し形成した。

【0140】

各サンプル誘電体基板をキャストフィルムプロセスを使用して形成した。このプロセスでは、フルオロポリマーで前処理されたポリイミドキャリアベルトが、コーティングタワーの基部において、水性形成混合物（すなわち、樹脂マトリックス成分とセラミック充填剤成分との組み合わせ）を含有するディップパンを通過する。次いで、コーティングされたキャリアベルトが、計量バーがコーティングされたキャリアベルトから過剰な分散液を除去する計量ゾーンを通過する。計量ゾーンの後、コーティングされたキャリアベルトは、水を蒸発させるために 82 ~ 121 の温度に維持された乾燥ゾーンを通過する。次いで、乾燥したフィルムを有するコーティングされたキャリアベルトは、315 ~ 343 の温度に維持されたベークゾーンを通過する。最後に、キャリアベルトは、349 ~ 399 の温度に維持された熔融ゾーンを通過して、樹脂マトリックス材料を焼結、すなわち合体させる。次いで、コーティングされたキャリアベルトは、冷却プレナムを通過し、そこから、フィルムの更なる層の形成を開始するために、後続の浸漬パンに又はストリッピング装置のいずれかに導くことができる。所望のフィルム厚さが達成されると、フィルムはキャリアベルトから剥離される。

【0141】

各サンプル誘電体基板 S1 ~ S12 の樹脂マトリックス成分は、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) である。各誘電体基板 S1 ~ S12 の更なる構成及び組成の詳細を以下の表 1 に要約する。

【0142】

10

20

30

40

50

## 【表 1】

表 1 - サンプル誘電体基板の構成及び成分

サンプル 番号	サンプル 厚さ (mil)	シリカ 系成分 タイプ	誘電体基板成分			
			セラミック充 填剤成分(誘 電体基板の 体積%)	樹脂マトリッ ク成分(誘電 体基板の体積%)	第1の充填剤材 料-シリカ系成分 (セラミック充填 剤成分の体積%)	第2のセラミック充 填剤材料(TiO <sub>2</sub> )(セラ ミック充填剤成分の 体積%)
S1	5	A	54.4	45.6	96.1	3.9
S2	5	A	54.4	45.6	96.1	3.9
S3	5	A	54.4	45.6	96.1	3.9
S4	3	A	54.4	45.6	96.1	3.9
S5	4	A	54.4	45.6	100.00	0.0
S6	4	A	54.4	45.6	100.0	0.0
S7	4	A	54.4	45.6	100.0	0.0
S8	4	A	54.4	45.6	100.0	0.0
S9	2	A	55.0	45.0	100.0	0.0
S10	2	B	54.4	45.6	100.0	0.0
S11	4	A	48.0	52.0	100.0	0.0
S12	4	A	48.0	52.0	100.0	0.0

10

## 【0143】

サンプル誘電体基板 S 1 ~ S 1 2 で使用されるシリカ系成分タイプの粒径分布測定値 (すなわち、D<sub>10</sub>、D<sub>50</sub>、及び D<sub>90</sub>)、粒径分布スパン、平均粒径、及び BET 表面積を含む特性を以下の表 2 に要約する。

20

## 【0144】

## 【表 2】

表 2 - シリカ系成分特性表

シリカ系成 分タイプ	D <sub>10</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>50</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>90</sub> ( $\mu$ m)	PSDS (D <sub>90</sub> -D <sub>10</sub> )/D <sub>50</sub>	平均粒径 ( $\mu$ m)	BET表面積 (m <sup>2</sup> /g)
A	1.3	2.3	3.9	1.13	2.3-3.0	2.2-2.5
B	0.5	1.1	1.6	1.0	1.0-1.9	6.1

## 【0145】

各サンプル誘電体基板 S 1 ~ S 1 2 の性能特性を以下の表 3 に要約する。要約された性能特性は、5 GHz にて測定されたサンプル誘電体基板の誘電率 (「Dk (5 GHz)」)、20% RH にて 5 GHz で測定された基板の損失係数 (「Df (5 GHz, 20% RH)」)、80% RH にて 5 GHz で測定されたサンプル誘電体基板の損失係数 (「Df (5 GHz, 80% RH)」)、及びサンプル誘電体基板の熱膨張係数 (「CTE」) を含む。

30

## 【0146】

## 【表 3】

表 3 - 性能特性

サンプル番号	Dk(5GHz)	Df(5GHz, 20%RH)	Df(5GHz, 80%RH)	CTE(ppm/°C)
S1	3.02	0.0005	0.0006	29
S2	3.00	0.0005	0.0007	28
S3	3.02	0.0005	0.0006	25
S4	2.95	0.0004	0.0006	20
S5	2.76	0.0004	0.0005	29
S6	2.78	0.0004	0.0005	19
S7	2.73	0.0005	0.0006	26
S8	2.75	0.0004	0.0006	31
S9	2.78	0.0005	0.0006	30
S10	2.70	0.0007	0.0010	34
S11	2.68	0.0005	0.0006	54
S12	2.72	0.0004	0.0007	58

40

## 【0147】

50

実施例 2

比較のために、比較サンプル誘電体基板CS1～CS10を構成し形成した。

【0148】

各比較サンプル誘電体基板をキャストフィルムプロセスを使用して形成した。このプロセスでは、フルオロポリマーで前処理されたポリイミドキャリアベルトが、コーティングタワールの基部において、水性形成混合物（すなわち、樹脂マトリックス成分とセラミック充填剤成分との組み合わせ）を含有するディップパンを通過する。次いで、コーティングされたキャリアベルトが、計量バーがコーティングされたキャリアベルトから過剰な分散液を除去する計量ゾーンを通過する。計量ゾーンの後、コーティングされたキャリアベルトは、水を蒸発させるために82～121の温度に維持された乾燥ゾーンを通過する。次いで、乾燥したフィルムを有するコーティングされたキャリアベルトは、315～343の温度に維持されたベークゾーンを通過する。最後に、キャリアベルトは、349～399の温度に維持された熔融ゾーンを通過して、樹脂マトリックス材料を焼結、すなわち合体させる。次いで、コーティングされたキャリアベルトは、冷却プレナムを通過し、そこから、フィルムの更なる層の形成を開始するために、後続の浸漬パンに又はストリッピング装置のいずれかに導くことができる。所望のフィルム厚さが達成されると、フィルムはキャリアベルトから剥離される。

10

【0149】

各比較サンプル誘電体基板CS1～CS10の樹脂マトリックス成分は、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）である。各誘電体基板CS1～CS10の更なる構成及び組成の詳細を以下の表4に要約する。

20

【0150】

【表4】

表4－比較サンプル誘電体基板の構成及び成分

サンプル番号	サンプル厚さ (mil)	シリカ系成分タイプ	誘電体基板成分			
			セラミック充填剤成分(誘電体基板の体積%)	樹脂マトリックス成分(誘電体基板の体積%)	第1の充填剤材料－シリカ系成分(セラミック充填剤成分の体積%)	第2のセラミック充填剤材料(TiO <sub>2</sub> )(セラミック充填剤成分の体積%)
CS1	5	CA	55.0	45.0	100.0	0.0
CS2	5	CB	50.0	50.0	100.0	0.0
CS3	5	CA	50.0	50.0	100.0	0.0
CS4	5	CC	54.4	45.6	96.1	3.9
CS5	5	CA	50.0	50.0	98.0	2.0
CS6	5	CA	50.0	50.0	90.0	10.0
CS7	5	CA	52.0	48.0	96.2	3.8
CS8	5	CA	53.0	47.0	93.4	6.6
CS9	5	CA	54.0	46.0	95.9	4.1

30

【0151】

サンプル誘電体基板CS1～CS9で使用されるシリカ系成分タイプの粒径分布測定値（すなわち、D<sub>10</sub>、D<sub>50</sub>、及びD<sub>90</sub>）、粒径分布スパン、平均粒径、及びBET表面積を含む特性を以下の表2に要約する。

40

【0152】

【表5】

表5－シリカ系成分特性

シリカ系成分タイプ	D <sub>10</sub> (μm)	D <sub>50</sub> (μm)	D <sub>90</sub> (μm)	PSDS (D <sub>90</sub> －D <sub>10</sub> )/D <sub>50</sub>	平均粒径 (μm)	BET表面積 (m <sup>2</sup> /g)
CA	4.9	13.9	30.4	1.83	16.3	3.3
CB	4.1	7.3	12.6	1.16	7.9	4.6
CC	4.6	6.9	11.1	0.94	7.5	2.6

【0153】

50

各サンプル誘電体基板CS1～CS9の性能特性を以下の表6に要約する。要約された性能特性は、5GHzにて測定されたサンプル誘電体基板の誘電率（「Dk(5GHz)」）、20%RHにて5GHzで測定された基板の損失係数（「Df(5GHz, 20%RH)」）、80%RHにて5GHzで測定されたサンプル誘電体基板の損失係数（「Df(5GHz, 80%RH)」）、及びサンプル誘電体基板の熱膨張係数（「CTE」）を含む。

【0154】

【表6】

表6－性能特性

サンプル番号	Dk(5GHz)	Df(5GHz, 20%RH)	Df(5GHz, 80%RH)	CTE(ppm/°C)
CS1	2.55	0.0006	0.0009	25
CS2	2.60	0.0008	0.0009	24
CS3	2.53	0.0008	0.0018	31
CS4	3.02	0.0005	0.0005	56
CS5	2.64	0.0012	0.0026	30
CS6	3.04	0.0017	0.0025	40
CS7	2.71	0.0008	0.0013	36
CS8	2.83	0.0015	0.0026	42
CS9	2.82	0.0007	0.0014	31

10

【0155】

一般的な説明又は実施例で上述した活動の全てが必要とされるわけではなく、特定の活動の一部が必要とされなくてもよく、記載した活動に加えて1つ以上の更なる活動が行われてもよいことに留意されたい。更に、活動が列挙される順序は、必ずしもそれらが行われる順序ではない。

20

【0156】

一般的な説明又は実施例で上述した活動の全てが必要とされるわけではなく、特定の活動の一部が必要とされなくてもよく、記載した活動に加えて1つ以上の更なる活動が行われてもよいことに留意されたい。更に、活動が列挙される順序は、必ずしもそれらが行われる順序ではない。

【0157】

利点、他の利点、及び問題の解決策は、特定の実施形態に関して上述されている。しかしながら、利益、利点、問題の解決策、及び任意の利益、利点、又は解決策をもたらすかより顕著にする可能性がある任意の特徴は、請求項のいずれか又は全ての重要な、必要な、又は本質的な特徴として解釈されるべきではない。

30

【0158】

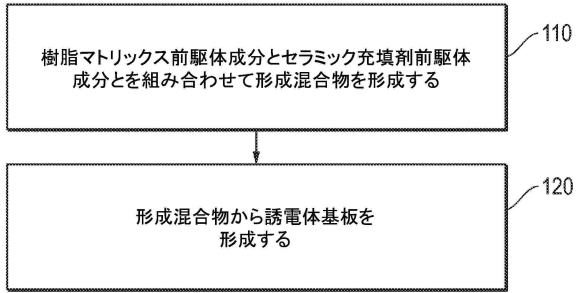
本明細書に記載の実施形態の明細書及び図面は、様々な実施形態の構造の一般的な理解を提供することを意図している。明細書及び図面は、本明細書に記載の構造又は方法を使用する装置及びシステムの全ての要素及び特徴の網羅的かつ包括的な説明として役立つことを意図するものではない。別個の実施形態が単一の実施形態中に組み合わせて提供されてもよく、逆に、簡潔にするために単一の実施形態の文脈において説明されている様々な特徴が、別々に又は任意の部分的組み合わせで提供されてもよい。更に、範囲に記載された値への言及は、その範囲内の各々の値全てを含む。多くの他の実施形態が、本明細書を読んだ後のみ当業者に明らかとなってもよい。本開示の範囲から逸脱することなく、構造的置換、論理的置換、又は別の変更を行うことができるように、他の実施形態を使用し、本開示から導出することができる。したがって、本開示は、限定的ではなく例示的なものと見なされるべきである。

40

【 図面 】

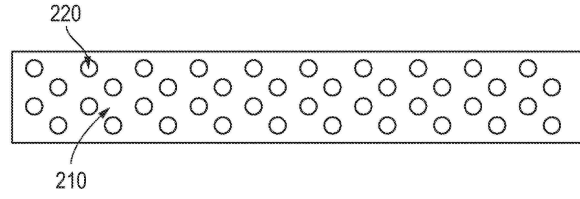
【 図 1 】

100



【 図 2 】

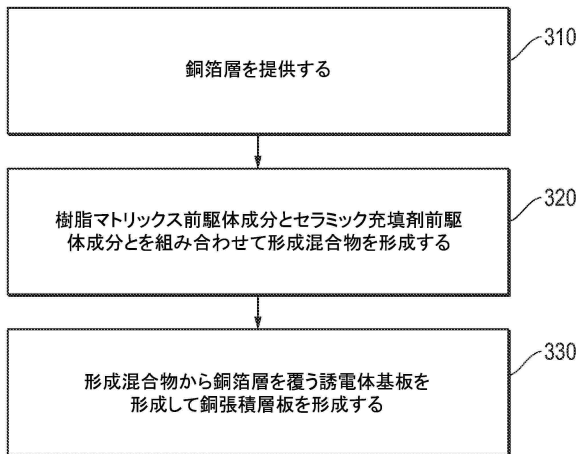
200



10

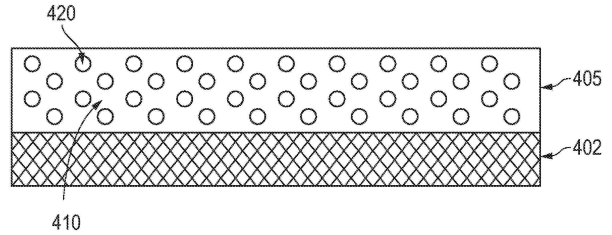
【 図 3 】

300



【 図 4 】

400



20

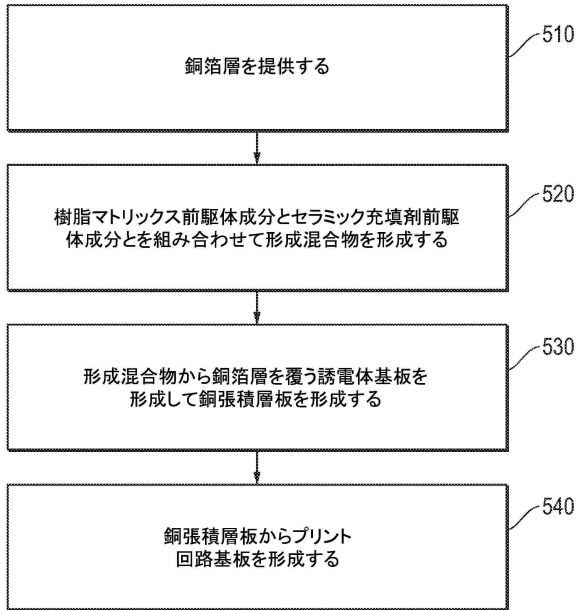
30

40

50

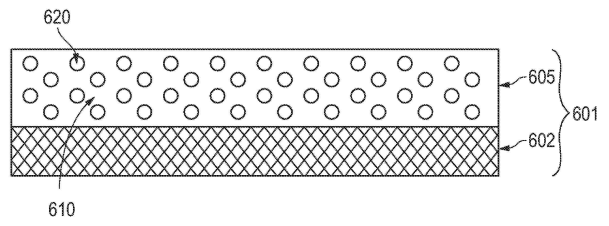
【 図 5 】

500



【 図 6 】

600



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

リート 1 2 4

(72)発明者 バス、ジェラルド、ティー .

アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州 0 3 1 1 0 ベッドフォード , セビンズ ポンド ドライブ  
8 9

(72)発明者 ベゾツツイ、テリーサ、エム .

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 0 1 7 5 7 ミルフォード , イースト メイン ストリート  
4 4 6

審査官 齊藤 健一

(56)参考文献 特開平 8 - 5 9 9 4 2 ( J P , A )

国際公開第 2 0 1 1 / 0 0 7 6 9 8 ( W O , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 1 4 0 2 8 ( U S , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 0 9 2 9 8 ( U S , A 1 )

特表 2 0 0 7 - 5 2 6 3 7 4 ( J P , A )

特表 2 0 2 0 - 5 0 7 8 8 8 ( J P , A )

特開 2 0 2 0 - 8 4 0 3 8 ( J P , A )

特開平 6 - 8 8 0 0 0 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C 0 1 B 3 3 / 1 2

C 0 9 C 1 / 3 0

B 3 2 B 2 7 / 2 0

H 0 1 B 5 / 1 4

H 0 5 K 1 / 0 3