

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-37945

(P2023-37945A)

(43)公開日 令和5年3月16日(2023.3.16)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
C 0 3 C 17/36 (2006.01)	C 0 3 C 17/36	2 E 0 1 6
C 0 3 C 27/06 (2006.01)	C 0 3 C 27/06	4 G 0 5 9
E 0 6 B 3/66 (2006.01)	E 0 6 B 3/66	4 G 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全16頁)

(21)出願番号	特願2021-144789(P2021-144789)	(71)出願人	000004008 日本板硝子株式会社 東京都港区三田三丁目5番27号
(22)出願日	令和3年9月6日(2021.9.6)	(74)代理人	110001818 弁理士法人R & C
		(72)発明者	稲岡 大介 東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
		(72)発明者	藤沢 章 東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
		(72)発明者	浅井 貴弘 東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内
		(72)発明者	石川 克樹

最終頁に続く

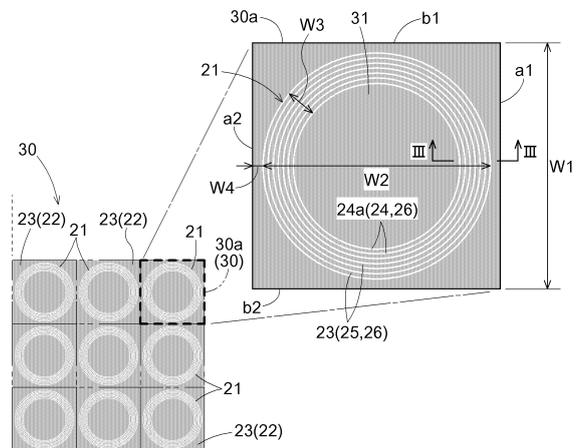
(54)【発明の名称】 ガラス体

(57)【要約】

【課題】外観上において電波透過領域が目立ち難く導電膜による性能を高く保持可能なガラス体を提供する。

【解決手段】ガラス体は、第1面と、当該第1面とは反対側の第2面と、を有する第1ガラス板を備え、第1面及び第2面の少なくとも一方の板面は、電波が透過可能で互いに離間した複数の電波透過領域21と、電波透過領域21の周囲に電波の遮断性がある導電膜23によって全体が被覆された導電膜領域22と、を含んでおり、夫々の電波透過領域21には、電波を通過させる互いに離間した複数の電波通過部24と、隣り合う電波通過部24の間で導電膜23が形成された導電膜部25と、を有するパターンニング部26が形成されている。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 面と、当該第 1 面とは反対側の第 2 面と、を有する第 1 ガラス板を備え、

前記第 1 面及び前記第 2 面の少なくとも一方の板面は、電波が透過可能で互いに離間した複数の電波透過領域と、前記電波透過領域の周囲に前記電波の遮断性がある導電膜によって全体が被覆された導電膜領域と、を含んでおり、

夫々の前記電波透過領域には、前記電波を通過させる互いに離間した複数の電波通過部と、隣り合う前記電波通過部の間で前記導電膜が形成された導電膜部と、を有するパターンニング部が形成されているガラス体。

【請求項 2】

夫々の前記電波透過領域は、所定の周波数帯を有する前記電波のみを透過させるように構成された共通のシンメトリー形状である請求項 1 に記載のガラス体。

【請求項 3】

隣り合う前記電波透過領域の最短距離となる前記導電膜領域の幅が均等である請求項 1 又は 2 に記載のガラス体。

【請求項 4】

隣り合う前記電波透過領域の最短距離となる前記導電膜領域の幅が 0.5 mm 以上 10 mm 以下である請求項 3 に記載のガラス体。

【請求項 5】

前記電波透過領域は、中心を通る線分の最大長が、0.5 mm 以上 30 mm 以下である請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のガラス体。

【請求項 6】

前記パターンニング部は、前記電波通過部が 1 μm 以上 100 μm 以下の線幅を有する細線で形成されており、隣り合う前記細線の間隔が 200 μm 以上 3 mm 以下である請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のガラス体。

【請求項 7】

複数の前記細線は、前記電波透過領域の外形線と平行、又は、同心円状に形成されている請求項 6 に記載のガラス体。

【請求項 8】

前記電波透過領域は、円環状である請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のガラス体。

【請求項 9】

前記電波透過領域の可視光透過率が前記導電膜領域の可視光透過率の 1.1 倍以下になるように設定されている請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のガラス体。

【請求項 10】

前記導電膜は、Low-E 膜である請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載のガラス体。

【請求項 11】

前記第 2 面に対向する第 3 面と、当該第 3 面とは反対側の第 4 面と、を有する第 2 ガラス板と、

前記第 2 面と前記第 3 面とに接触し、前記第 1 ガラス板と前記第 2 ガラス板との間に空隙層を形成するスペーサと、を更に備え、

前記電波透過領域は、前記第 2 面又は前記第 3 面に形成されている請求項 10 に記載のガラス体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス体に関する。

【背景技術】

【0002】

車両や建物の窓ガラスの板面に Low-E 膜（低放射膜）が形成された、断熱性又は遮熱性を有するガラス体が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この Low-E 膜は

10

20

30

40

50

、数百MHz～数十GHzの周波数帯域の電波に対して透過性が低い（遮断性を有する）といった問題がある。

【0003】

そこで、特許文献2に記載のガラス体は、平行な複数の線で構成される開口部をLow-E膜に設けており、この複数の線の長さとの比率を規定することで、数百MHz～数十GHzの周波数帯域の電波に対して電波透過性を高めている。

【0004】

また、特許文献3に記載のガラス体は、不連続な複数の島をLow-E膜を有する第1膜領域に設けており、この第1膜領域が電波透過性を有している。また、特許文献3には、第1ガラス板の第2面に第1膜領域を設け、第2ガラス板の第4面のうち第1膜領域に

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-226235号公報

【特許文献2】国際公開第2020/054762号

【特許文献3】国際公開第2021/095885号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献2に記載の開口部や特許文献3に記載の第1膜領域は、電波透過領域として電波透過性を担保する形状に設定されている。特に、特許文献2に記載の開口部は、平行な複数の線を導電膜（Low-E膜）に設けているため、縞模様として視認されやすく、外観上の影響が大きくなってしまふ。また、特許文献2に記載の開口部や特許文献3に記載の第1膜領域は、広い周波数帯域での電波透過性を担保するために導電膜（Low-E膜）を多く除去して開口面積を確保しているため、ガラス体において導電膜による性能（断熱性又は遮熱性や電波遮断性）が損なわれやすい。

20

【0007】

そこで、外観上において電波透過領域が目立ち難く導電膜による性能を高く保持可能なガラス体が望まれている。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るガラス体の特徴構成は、第1面と、当該第1面とは反対側の第2面と、を有する第1ガラス板を備え、前記第1面及び前記第2面の少なくとも一方の板面は、電波が透過可能で互いに離間した複数の電波透過領域と、前記電波透過領域の周囲に前記電波の遮断性がある導電膜によって全体が被覆された導電膜領域と、を含んでおり、夫々の前記電波透過領域には、前記電波を通過させる互いに離間した複数の電波通過部と、隣り合う前記電波通過部の間で前記導電膜が形成された導電膜部と、を有するパターンニング部が形成されている点にある。

【0009】

ガラス体を通過する電波は、第1ガラス板の導電膜のない領域に対向する範囲内において電波強度が高くなるので、ガラス体は所定の周波数帯を有する電波の受信感度が良好になる。したがって、ガラス体において電波受信エリアを大きくするには、ガラス体に導電膜を設けなければよい。しかし、その場合には、ガラス体において、導電膜による性能（断熱性又は遮熱性や電波遮断性）が無くなり、導電膜による性能と電波透過性とはトレードオフの関係にあった。

40

【0010】

そこで、本構成のガラス体では、電波を透過可能で互いに離間した複数の電波透過領域と、電波透過領域の周囲に導電膜によって全体が被覆された導電膜領域と、を設け、さらに、電波透過領域は、電波を通過させる互いに離間した複数の電波通過部と、隣り合う電

50

波通過部の間で導電膜が形成された導電膜部と、を有する。つまり、電波透過領域においても導電膜部を設けることにより、導電膜による性能を高く保持することができ、複数の電波透過領域の夫々に複数の電波通過部を設けることにより、電波透過性を高めている。

【0011】

また、本構成の電波透過領域には、複数の電波通過部と隣り合う電波通過部の間に導電膜部とを有するパターンニング部が形成されている。つまり、電波透過領域は、導電膜を有しない部分（電波通過部）と、導電膜で覆われた部分（導電膜部）とが所定のパターンで混在する。これにより、導電膜領域と電波透過領域との間で外観上の影響を小さくすることができる。さらに、パターンニング部の形状を設定することにより、周波数選択性を持たせることができる。その結果、ガラス体は、電波透過領域が外観上目立ち難くなるため外観が良好になり、周波数選択性を兼ね備えることも可能となる。このように、外観上において電波透過領域が目立ち難く導電膜による性能を高く保持可能なガラス体となっている。

10

【0012】

他の特徴構成として、夫々の前記電波透過領域は、所定の周波数帯を有する前記電波のみを透過させるように構成された共通のシンメトリー形状である点にある。

【0013】

本構成のように、電波透過領域の夫々が共通のシンメトリー形状であることで、電波通過部は透過する電波の周波数選択性を保持させ易くなる。これにより、所定の周波数帯を有する電波に対して最適な電波透過領域を形成することができる。

20

【0014】

他の特徴構成として、隣り合う前記電波透過領域の最短距離となる前記導電膜領域の幅が均等である点にある。

【0015】

本構成のように、隣り合う複数の電波透過領域の最短距離となる導電膜領域（導電膜）の幅が均等となっていることで、導電膜による性能と電波透過性とを適正に両立させることができる。

【0016】

他の特徴構成として、隣り合う前記電波透過領域の最短距離となる前記導電膜領域の幅が0.5mm以上10mm以下である点にある。

30

【0017】

本構成のように、隣り合う電波透過領域の最短距離となる導電膜領域の幅が0.5mm以上10mm以下であれば、電波透過性を担保しつつ、外観上の影響を小さくすることができる。隣り合う電波透過領域の最短距離となる導電膜領域の幅が0.5mmより小さくなれば、導電膜による性能が低下し、10mmより大きくなれば、電波透過性が低下しやすくなる。

【0018】

他の特徴構成として、前記電波透過領域は、中心を通る線分の最大長が、0.5mm以上30mm以下である点にある。

【0019】

本構成のように、電波透過領域は、中心を通る線分の最大長が、0.5mm以上30mm以下であれば、電波透過性を担保しつつ、外観上の影響を小さくすることができる。中心を通る線分の最大長が0.5mmより小さくなれば、電波透過性が低下し、30mmより大きくなれば、導電膜による性能が低下しやすくなる。

40

【0020】

他の特徴構成として、前記パターンニング部は、前記電波通過部が1μm以上100μm以下の線幅を有する細線で形成されており、隣り合う前記細線の間隔が200μm以上3mm以下である点にある。

【0021】

本構成のように、パターンニング部は、電波通過部が1μm以上100μm以下の線幅を

50

有する細線が形成されており、隣り合う細線の間隔が $200\mu\text{m}$ 以上 3mm 以下であれば、電波透過性を担保しつつ、外観上の影響を小さくすることができる。なお、細線の線幅が $1\mu\text{m}$ より小さくなれば電波透過性が低下し、 $100\mu\text{m}$ より大きくなれば、導電膜による性能が低下しやすくなる。また、隣り合う細線の間隔が $200\mu\text{m}$ より小さくなれば、外観上パターンング部が視認され易くなり、且つ、導電膜による性能が低下し、 3mm より大きくなれば、電波透過性が低下しやすくなる。

【0022】

他の特徴構成として、複数の前記細線は、前記電波透過領域の外形線と平行、又は、同心円状に形成されている点にある。

【0023】

本構成のように、複数の細線が、電波透過領域の外形線と平行、又は、同心円状に形成されていれば、電波透過領域において、パターンング加工が容易であり、所定の周波数帯における電波透過性が良好になる。

【0024】

他の特徴構成として、前記電波透過領域は、円環状である点にある。

【0025】

本構成のように、電波透過領域が円環状であれば、所望の周波数帯を有する電波に対する電波透過性が良好になり、所望の周波数帯のみを透過させる周波数選択性を有するガラス体を構成することができる。

【0026】

他の特徴構成として、前記電波透過領域の可視光透過率が前記導電膜領域の可視光透過率の 1.1 倍以下になるように設定されている点にある。

【0027】

本構成のように、電波透過領域の可視光透過率が導電膜領域の可視光透過率の 1.1 倍以下であると、導電膜領域と電波透過領域との間で外観上の影響を確実に小さくすることができる。

【0028】

他の特徴構成として、前記導電膜は、Low-E膜である点にある。

【0029】

本構成のように導電膜をLow-E膜とすれば、断熱性能または遮熱性能を高めつつ、電波透過性を担保できる。

【0030】

他の特徴構成として、前記第2面に対向する第3面と、当該第3面とは反対側の第4面と、を有する第2ガラス板と、前記第2面と前記第3面とに接触し、前記第1ガラス板と前記第2ガラス板との間に空隙層を形成するスペーサと、を更に備え、前記電波透過領域は、前記第2面又は前記第3面に形成されている点にある。

【0031】

本構成のような複層ガラスにおいて、第1ガラス板の第2面、又は、第2ガラス板の第3面にLow-E膜を配置すれば断熱性能が高まる。この断熱性能を高めたガラス体において、電波透過領域を第2面又は第3面に形成すれば、上記構成のガラス体を採用することによる有意性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】第1実施形態のガラス体の平面図である。

【図2】電波透過領域を示す平面図である。

【図3】図2のIII-III矢視断面図である。

【図4】比較例を示す図である。

【図5】実験例1及び比較例の外観撮影画像を示す図である。

【図6】実験例1及び比較例1の周波数に対する減衰量を示すグラフである。

【図7】実験例1～3の周波数に対する減衰量を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 8】第 2 実施形態のガラス体の断面図である。

【図 9】図 8 の I X - I X 矢視断面図である。

【図 10】別形態の電波透過領域の形状を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下に、本発明に係るガラス体の実施形態について、図面に基づいて説明する。ただし、以下の実施形態に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。

【0034】

本実施形態におけるガラス体 100 は、種々の用途に用いることができ、例えば、建物の窓ガラス、自動車、航空機、船舶、列車などの移動体の窓ガラスとして用いることができる。なお、ガラス体 100 は、外気と接する窓ガラスであっても良いし、室内を区画する窓ガラスであっても良い。

【0035】

図 1 に示すように、ガラス体 100 は、板面が矩形の外形を有する第 1 ガラス板 1 を備えている。ガラス体 100 は、直進性を有する 4 G や 5 G の周波数帯域 700 MHz ~ 30 GHz (波長 428 mm ~ 10 mm) に対応する電波が透過可能な電波透過領域 21 と、電波透過領域 21 の周囲に Low - E 膜 23 (導電膜の一例) が形成された導電膜領域 22 とを含んでいる。

【0036】

< 第一実施形態：単板ガラス >

図 3 に示すように、第 1 ガラス板 1 は、第 1 面 11 と第 1 面 11 とは反対側の第 2 面 12 とを有する。第 1 ガラス板 1 の第 1 面 11 及び第 2 面 12 の少なくとも一方の板面に、電波遮断性を有する Low - E 膜 23 (導電膜の一例) が形成されている。図 1 ~ 図 3 では、第 1 ガラス板 1 の第 2 面 12 に、Low - E 膜 23 が形成されている。Low - E 膜 23 は、電波の遮断性がある導電性薄膜である。導電性薄膜の表面抵抗率は 20 未満であると好ましい。こうすると、Low - E 膜 23 は赤外域から電波域 (数百 MHz ~ 数十 GHz の周波数帯域) にわたる波長領域で高い反射率を有する。そのため Low - E 膜 23 が形成されている第 1 ガラス板 1 の板面は、電波の透過性は低くなるが、放射率も低くなる。第 1 ガラス板 1 の第 2 面 12 に、Low - E 膜 23 が全域に形成されている導電膜領域 22 を有する。また、Low - E 膜 23 が形成された板面である第 2 面 12 の一部 (図では中央部分) に、Low - E 膜 23 の一部がレーザ加工等により除去された複数 (図では 9 個) の電波透過領域 21 を含む矩形の区画領域 30 が設けられている。区画領域 30 には、複数の電波透過領域 21 が互いに離間して配置されている。この電波透過領域 21 は、直進性を有する 4 G の周波数帯域である 700 MHz ~ 3.5 GHz (波長 428 mm ~ 85 mm) や 5 G 周波数帯域 3.6 GHz ~ 30 GHz (波長 83 mm ~ 10 mm) に対応する電波の透過を可能にするように配置される。電波透過領域 21 の詳細は後述する。なお、第 1 ガラス板 1 の第 1 面 11 に、導電膜領域 22 及び電波透過領域 21 を設けても良い。

【0037】

第 1 ガラス板 1 (後述する第 2 ガラス板 2 も同様) の材料は特には限定されず、公知のガラス板を用いることができる。例えば、熱線吸収ガラス、クリアガラス、グリーンガラス、UV グリーンガラス、ソーダライムガラスなど種々のガラス板を用いることができる。第 1 ガラス板 1 の厚みは、特には限定されないが、例えば、2 ~ 15 mm であることが好ましく、2.5 ~ 8 mm であることがさらに好ましい。

【0038】

< Low - E 膜 >

Low - E 膜 23 は、本発明の目的を阻害しない限り特に限定されないが、好ましくは、銀を主成分とする層を含む多層膜である。また、Low - E 膜 23 は、金属層、金属酸化物層、金属窒化物層および金属酸窒化物層から選ばれる 2 種以上の層を積層した多層が

10

20

30

40

50

らなるのも好ましい。金属層の好適な例としては銀層が挙げられる。金属酸化物層の好適な例としては、酸化スズ層、酸化チタン層または酸化亜鉛層が挙げられる。金属窒化物層の好適な例としては窒化ケイ素が挙げられる。金属酸窒化物層の好適な例としては酸窒化ケイ素が挙げられる。Low-E膜23は、物理的気相成長法(PVD)等の真空成膜法が好ましく、特にスパッタリング法が大面積を均一に成膜できるため好ましい。電波透過領域21は、例えば、スパッタリング法によりガラス板にLow-E膜23を成膜した後、レーザ加工等によりLow-E膜23を除去することで形成される。電波透過領域21は、各種のマスキング材を用いて形成してもよい。電波透過領域21は、このような手法で形成することで、ガラス板の所望の位置に容易に配置することができる。

【0039】

また、Low-E膜23は、酸化スズ層、窒化ケイ素層、酸窒化ケイ素層、酸化チタン層、酸化亜鉛層および銀層から選ばれる3種以上の層を積層した多層からなるのがより好ましく、ガラス板表面から順次、(1)酸化スズ層(第1反射防止層)、酸化亜鉛層(第1反射防止層)、銀層(金属層)、酸化亜鉛層(第2反射防止層)および酸化スズ層(第2反射防止層)、(2)窒化ケイ素層(第1反射防止層)、酸化亜鉛層(第1反射防止層)、銀層(金属層)および酸化亜鉛層(第2反射防止層)を積層した3層または5層からなるのが最も好ましい。

【0040】

Low-E膜23は、銀を主成分とする金属層を含有する。金属層の膜厚は5nm以上15nm以下であることが好ましく、5nm以上10nm以下であることが更に好ましい。Low-E膜23が、銀を主成分とする所定の膜厚の金属層を有することで、熱の放射を抑制することができる。これにより、ガラス体100は、断熱性能を向上させることができる。また、金属層の膜厚が15nm以下であることで、Low-E膜23による外観上の影響を小さくすることができる。

【0041】

Low-E膜23は、金属層の内側である、Low-E膜23が形成された板面に近い側に第1反射防止層を有し、第1反射防止層の光学膜厚の合計が20nm以上120nm以下であると好適である。Low-E膜23は、金属層の外側である、Low-E膜23が形成された板面から遠い側に第2反射防止層を有し、第2反射防止層の光学膜厚の合計が60nm以上120nm以下であると好適である。光学膜厚は、(屈折率 n)×(膜厚 d)によって算出することができる。第1反射防止層(第2反射防止層)が複数の膜によって構成される場合には、それぞれの膜で算出される光学膜厚の合計が第1反射防止層(第2反射防止層)の光学膜厚となる。光学膜厚を算出する上で、屈折率は可視光の波長により値が変動する。ここでは、可視光の波長を一般的な可視域の基準波長(550nm)の場合の屈折率に基づいた光学膜厚である。

【0042】

上記のように、Low-E膜23は、金属層を基準にして第1ガラス板1の第2面12に近い側に所定の膜厚の第1反射防止層が存在することで、金属層が保護されてLow-E膜23は低反射性能を有することになり、熱を確実に遮断することができる。また、ガラス体100において高い可視光透過率と好適な反射色調を実現できる。

【0043】

また、Low-E膜23は、金属層を基準にして第1ガラス板1の第2面12に遠い側に所定の膜厚の第2反射防止層が存在する場合においても、金属層が保護されてLow-E膜23は低反射性能を有することになり、熱を確実に遮断することができる。また、ガラス体100において高い可視光透過率と好適な反射色調を実現できる。

【0044】

<電波透過領域>

本実施形態では、図1及び図2に示すように、第1ガラス板1の第2面12の中央に、複数の電波透過領域21が配置されている。複数の電波透過領域21は、第2面12において上下及び左右に複数ずつ配置されている。複数の電波透過領域21は、夫々が共通の

10

20

30

40

50

シンメトリー形状であって、所定の周波数帯（例えば4 Gや5 G等の周波数帯域700 MHz～30 GHzから選択された任意の周波数帯）を有する電波のみを透過させるように構成されている。図2に示すように、本実施形態では、夫々の電波透過領域21は円環状に形成され、円環状の電波透過領域21の内側に位置する内方領域31にはLow-E膜23が残存する。電波透過領域21の夫々が共通のシンメトリー形状であることで、電波透過部24は透過する電波の周波数選択性を保持させ易くなる。これにより、所定の周波数帯を有する電波に対して最適な電波透過領域21を形成することができる。また、電波透過領域21が円環状であれば、所望（一例として、3 GHz～5 GHzから選択された任意の値）の周波数帯を有する電波に対する電波透過性が良好になり、所望の周波数帯のみを透過させる周波数選択性を有するガラス体100を構成することができる。このように周波数選択性を有するガラス体100を、機密性が高い部屋の窓ガラスに設ければ、特定の周波数帯以外の電波を透過させないため、機密情報の漏洩を防止することができる。

10

【0045】

図2に示すように、円環状の電波透過領域21には、電波を透過させる互いに離間した複数の電波透過部24と、隣り合う電波透過部24の間でLow-E膜23が形成された導電膜部25と、を有するパターンング部26が形成されている。パターンング部26は、電波透過部24が複数の細線24aで形成されている。細線24aは、例えば、スパッタリング法によりガラス板にLow-E膜23を成膜した後、レーザ加工等によりLow-E膜23のみを除去することで、隣り合う導電膜部25の間に形成される。このように細線24aを形成すれば、ガラス板に傷が付かず、細線24aを目立たなくすることができる。

20

【0046】

複数の電波透過領域21は、夫々が縦辺a1、a2及び横辺b1、b2を有する正方形の単位区画30a内に配置されており、単位区画30aは電波透過領域21の外側及び内側（内方領域31）に導電膜領域22を含んでいる。すなわち、電波透過領域21は単位区画30aの一部に設けられており、導電膜領域22は電波透過領域21の周囲に電波の遮断性があるLow-E膜23によって全体が被覆された領域となっている。1つの単位区画30aは、一辺（辺a1、a2、b1、b2）の長さW1が1 mm以上40 mm以下であり、好ましくは3 mm以上15 mm以下である。電波透過領域21は、1つの単位区画30aにおいて、外径W2が一辺の長さW1未満であり、0.5 mm以上30 mm以下、好ましくは1 mm以上10 mm以下に設定されている。外径W2は、電波透過領域21の中心を通る線分の最大長に相当し、この外径W2が0.5 mmより小さくなれば電波透過性が低下し、30 mmより大きくなればLow-E膜23による性能が低下しやすくなる。なお、電波透過部24及び導電膜部25を全て含む曲線部分の線幅W3は、2 mm以上5 mm以下である。

30

【0047】

2つの単位区画30aにおいて隣接する電波透過領域21の最短距離は、単位区画30aの辺部（例えば縦辺a2）と電波透過領域21の外縁との間の間隙W4の2倍になる。間隙W4は0.25 mm以上5 mm以下、好ましくは0.5 mm以上3 mm以下であり、最短距離（W4×2）は0.5 mm以上10 mm以下、好ましくは1 mm以上6 mm以下に設定される。隣り合う電波透過領域21の最短距離となる導電膜領域22の幅（W4×2）が0.5 mmより小さくなれば、Low-E膜23による性能が低下し、10 mmより大きくなれば電波透過性が低下しやすくなる。複数の電波透過領域21は、区画領域30に均等に分散配置される。すなわち、区画領域30において、隣り合う電波透過領域21の最短距離（間隙W4×2）が均等である。隣り合う複数の電波透過領域21の最短距離となる導電膜領域22（Low-E膜23）の幅が均等となっていることで、Low-E膜23による性能と電波透過性とを適正に両立させることができる。

40

【0048】

電波透過部24を構成する細線24aの線幅W5は、1 μm以上100 μm以下であることが好ましく、5 μm以上30 μm以下であることが更に好ましい。細線24aの線幅

50

W5が1 μ mより小さくなれば電波透過性が低下し、100 μ mより大きくなれば、Low-E膜23の性能(断熱性または遮断性)が低下しやすくなると共に細線24aが視認されやすくなる。

【0049】

1つの電波透過領域21において隣り合う細線24aの間隔(ピッチ)W6は、200 μ m以上3mm以下であることが好ましく、500 μ m以上1mm以下であることが更に好ましい。隣り合う細線24aの間隔W6が200 μ mより小さくなれば、Low-E膜23の性能(断熱性または遮断性)が低下しやすくなると共に細線24aが視認されやすくなり、3mmより大きくなれば、電波透過性が低下しやすくなる。

【0050】

このように、ガラス体100は、第1ガラス板1の第2面12に、導電膜領域22をLow-E膜23によって形成し、さらに、電波透過領域21においてもLow-E膜23による導電膜部25を設けることにより、Low-E膜23による性能を高く保持することができ、複数の電波透過領域21の夫々に複数の電波通過部24を設けることにより、電波透過性を高めている。こうして、ガラス体100は、外観上において電波透過領域21が目立ち難くLow-E膜23による性能を高く保持可能となっている。

【0051】

また、電波透過領域21には、複数の電波通過部24と隣り合う電波通過部24の間に導電膜部25とを有するパターン部26が形成されている。つまり、電波透過領域21は、Low-E膜23(導電膜)を有しない部分(電波通過部24)と、Low-E膜23で覆われた部分(導電膜部25)とが所定のパターンで混在する。これにより、導電膜領域22と電波透過領域21との間で外観上の影響を小さくすることができる。その結果、ガラス体100は、電波透過領域21が外観上目立ち難くなるため、外観が良好になる。さらに、パターン部26の形状を設定することにより、周波数選択性を持たせることができる。

【0052】

本実施形態では、電波透過領域21が円環状であり、複数の細線24aは電波透過領域21の外形に沿うように同心円状に形成されている。電波透過領域21が円環状であれば、所望の周波数帯を有する電波に対する電波透過性が良好になり、所望の周波数帯のみを透過させる周波数選択性を有するガラス体100となる。複数の細線24aは、電波透過領域21において左右方向(セルの横辺b1、b2に沿う方向)及び上下方向(セルの縦辺a1、a2に沿う方向)の一方または所定間隔を空けて形成してもよい。また、複数の細線24a左右方向及び上下方向の両方に形成される場合は、夫々の細線24aが直交してもよい。複数の細線24aが、電波透過領域21の外形線と平行、又は、同心円状に形成されていれば、電波透過領域21において、パターン加工が容易であり、所定の周波数帯における電波透過性が良好になる。

【0053】

電波透過領域21の可視光透過率は、例えば導電膜領域22の可視光透過率の1.1倍以下になるように設定されていると好ましい。電波透過領域21の可視光透過率が導電膜領域22の可視光透過率の1.1倍以下であると、ガラス体100において、導電膜領域22と電波透過領域21との間で外観上の影響を確実に小さくすることができる。

【0054】

<評価試験>

(試験条件)

第1ガラス板1の板面が50cm \times 50cm、厚みが6mmのソーダライムガラスを用い、第2面12を覆うLow-E膜23は、第1ガラス板1の第2面12側から、SnO₂/ZnO/Ag/SUS/ZnO/SnO₂として、合計膜厚が80nm、放射率が0.1とした。Low-E膜23を除去するレーザ加工条件は、ガラスを除去すること無くLow-E膜23のみ除去できるように、YAG:Ndレーザを用いて、繰り返し周波数100kHz、波長355nm、操作速度300mm/secとした。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

実施例 1 は、第 1 ガラス板 1 の第 2 面 1 2 の全面に図 2 に示される円環状の電波透過領域 2 1 を形成した。実施例 1 の電波透過領域 2 1 は、外径 W 2 が 2 2 . 5 mm、円環部分の幅 W 3 が 3 mm、細線 2 4 a の幅 W 5 が 1 0 μ m、隣り合う細線 2 4 a の間隔 W 6 (ピッチ) が 5 0 0 μ m に設定した。比較例は、図 4 に示されるように、電波透過領域 2 1 A において L o w - E 膜 2 3 が全て除去されている。すなわち、比較例の電波透過領域 2 1 A は、実施例 1 の電波透過領域 2 1 とは外形は同じであるが、導電膜部 2 5 (L o w - E 膜 2 3) を有しない点で実施例 1 とは構成が異なる。比較例において電波透過領域 2 1 A 以外の構成は実施例 1 と同じである。

10

【 0 0 5 6 】

以下の表 1 に、実施例 1 及び比較例における、電波透過領域 2 1 (2 1 A) の外径 W 2 、内径、隣りあう電波透過領域 2 1 (2 1 A) の間隙 (W 4 × 2)、線幅 (実施例 1 : W 5 、比較例 : W 3)、線数、細線 2 4 a の間隔 (ピッチ) W 6、第 1 ガラス板 1 の第 2 面 1 2 における導電膜 (L o w - E 膜 2 3) 残存率を示す。

【表 1】

	外径 W 2	内径	間隙 W 4 × 2	線幅	線数	間隔 W 6	導電膜 残存率
実施例 1	22.5 mm	16.5 mm	2 mm	10 μ m	7	0.5mm	99%
比較例	22.5 mm	16.5 mm	2 mm	3 mm	1	—	77%

20

【 0 0 5 7 】

(外 観)

実施例 1 及び比較例のガラス体を黒フェルト上に載置し、カメラで実施例 1 及び比較例のガラス体の第 2 面 1 2 を撮影した。図 5 に実施例 1 及び比較例の撮影画像を示す。図 5 に示されるように、比較例では、電波透過領域 2 1 A の色調と導電膜領域 2 2 の色調との差異が大きいため、電波透過領域 2 1 A 形状が容易に視認できて目立つ印象であった。この原因は、比較例では、電波透過領域 2 1 A の線幅 W 3 が広く、 L o w - E 膜 2 3 の除去面積が大きい (すなわち、 L o w - E 膜 2 3 の残存率が小さい) ためと考えられる。一方、実施例では、電波透過領域 2 1 は、隣接する導電膜領域 2 2 と色調が近いため、形状がほとんど視認できず目立ち難い印象であった。これは、実施例では、細線 2 4 a の線幅 W 5 が狭く、 L o w - E 膜 2 3 の除去面積が少ない (すなわち、 L o w - E 膜 2 3 の残存率が大きい) ためと考えられる。なお、比較例における電波透過領域 2 1 A の可視光透過率 (平均) は導電膜領域 2 2 の可視光透過率 (平均) の 1 . 5 3 倍、実施例 1 における電波透過領域 2 1 の可視光透過率 (平均) は導電膜領域 2 2 の可視光透過率 (平均) の 1 . 0 1 倍であった。

30

【 0 0 5 8 】

(電 波 透 過 性)

実施例 1 及び比較例の電波透過特性は、 L o w - E 膜 2 3 を有しないガラス板 (基準ガラス板) を基準とした伝搬損失 (減衰量) (d B) に基づいて評価した。すなわち、 L o w - E 膜 2 3 を有しないガラス板の伝搬損失 (減衰量) は 0 d B に設定したうえで、実施例 1 及び比較例のガラス体の伝搬損失 (減衰量) (d B) を以下の条件で計測した。伝搬損失 (減衰量) (d B) を計測する電波の周波数帯は、 0 . 7 ~ 8 . 5 G H z とした。第 1 ガラス板 1 の設置角度は、地面に対して垂直 (9 0 度) にした。第 1 ガラス板 1 と送信アンテナとの距離、及び、第 1 ガラス板 1 と受信アンテナとの距離は、いずれも 5 0 mm とした。電波の周波数に対する電波透過特性 (伝搬損失) の評価結果を図 6 のグラフに示す。

40

【 0 0 5 9 】

図 6 のグラフに示されるように、比較例と実施例 1 とでは、導電膜 (L o w - E 膜 2 3

50

の残存率が大きく異なるにも関わらず、伝播損失（減衰量）（dB）の差異は小さい。ちなみに、電波の周波数が3GHzでは、比較例の減衰量は-2.3（dB）であり、実施例1の減衰量は-3.6dBであり、比較例よりも実施例1において減衰率が大きい。一方、電波の周波数が7GHzでは、比較例の減衰量は-16.1（dB）であり、実施例1が-14.5（dB）であり、比較例よりも実施例1において減衰量が小さい。

【0060】

このように、実施例1は、比較例と同じく十分な電波透過特性を有し、比較例と実施例1との間において電波の周波数選択特性に大きな差異がないことが確認された。したがって、実施例1のように、電波透過領域21を細線パターンとすることで、電波の周波数選択特性を大きく損うことなく、ガラス体100において、外観を大きく改善した電波の周波数選択性を備えた電波透過領域21が形成できる。

10

【0061】

実施例1に加え、実施例1の電波透過領域21の外径W2を増減させた実施例2及び3を用意し、シミュレーションソフト（DiffractionMOD）を用いて、実施例1～3について所定の範囲の周波数の電波における減衰計算を行った。実施例2は、電波透過領域21の外径W2が実施例1よりも0.5mm小さい22.0mmである。実施例3の電波透過領域21は外径W2を実施例1よりも0.5mm大きい23.0mmとした。実施例2及び実施例3の他の構成は実施例1と同じである。

【0062】

実施例1、実施例2、及び実施例3の電波透過特性（伝播損失）の評価結果を図7のグラフに示す。実施例1、実施例2、及び実施例3について、周波数帯が5GHzまでは伝播損失が同じであったが、周波数が5～8GHzの電波では、減衰計算によると外径W2が小さい実施例2が最も伝播損失が小さくなった。これらから、電波透過領域21は外径W2が22mm以上23mm以下の範囲であれば、3GHz～5GHzから選択された任意の周波数帯に対して電波透過性に差異がないことが分かる。

20

【0063】

< 第二実施形態：複層ガラス >

第二実施形態のガラス体100は、図8及び図9に示すように、板面がほぼ同じ矩形の外形を有する2つのガラス板、つまり第1ガラス板1及び第2ガラス板2を有する複層ガラスである。一对のガラス板1, 2は、その周縁部に配置されたスペーサ5によって互いに連結されている。スペーサ5により、一对のガラス板1, 2間には空隙層3が形成される。第1ガラス板1は、室外側の板面である第1面11と、第1面11とは反対側の空隙層3側の板面である第2面12とを有する。第2ガラス板2は、空隙層3側の板面である第3面13と、第3面13とは反対側の室内側の板面である第4面14とを有する。つまり、スペーサ5は、第2面12と第3面13とに接触している。空隙層3の側の板面（第2面12）に、電波遮断性を有するLow-E膜23（導電膜の一例）が形成されている。なお、図示を省略するが、スペーサ5よりも外側に配置されたシール材が配置された枠体により、空隙層3は密閉されている。

30

【0064】

第1ガラス板1の第2面12に、Low-E膜23が全域に形成されている導電膜領域22を有する。また、Low-E膜23が形成された板面である第2面12に、Low-E膜23の一部がレーザ加工等により除去された電波透過領域21が設けられている。この電波透過領域21は、直進性を有する4Gや5G等の周波数帯域700MHz～30GHz（波長428mm～10mm）に対応する電波の透過を可能にするように配置される。なお、本実施形態のような複層ガラスにおいて、第1ガラス板1の第2面12、又は、第2ガラス板2の第3面13にLow-E膜23を配置すれば断熱性能が高まる。また、第1ガラス板1の第1面11又は第2ガラス板2の第4面14に、導電膜領域22及び電波透過領域21を設けても良い。また、ガラス体100の室内側の板面（第4面14）に、電波送受信のアンテナ（不図示）を設置してもよいし、室内の天井等にアンテナを設置しても良い。

40

50

【 0 0 6 5 】

[その他の実施形態]

(1) 上記の実施形態では、電波透過領域 2 1 の形状が円環状である例を示したが、電波透過領域 2 1 の形状は円環状に限定されず、図 1 0 において (a) ~ (j) に示される形状であってもよい。図 1 0 の (a) ~ (j) に示される電波透過領域 2 1 についても、図 2 に示される電波透過領域 2 1 と同じく、一定の線幅で形成された形状であり、複数の細線 2 4 a と導電膜部 2 5 とを有するパターンニング部 2 6 が形成されている。また、複数の細線 2 4 a は、左右方向及び上下方向の両方に形成してもよい。

【 0 0 6 6 】

図 1 0 に示される電波透過領域 2 1 の形状のうち、(a) [Three legged] 及び (b) [Anchor] は、電波透過領域 2 1 が中心から三角形の夫々の頂点に向かう 3 本の線を含む点で共通する。(c) [Cross]、(d) [Jerusalem cross]、及び (e) [Square spiral] は、電波透過領域 2 1 が十字線を含む点で共通する。(f) [Three legged loaded]、(g) [Four legged loaded]、(h) [Square loop]、(i) [Hexagonal loop]、及び (j) [Mixed (d) and (g)] は、電波透過領域 2 1 が環状である点で共通する。電波透過領域 2 1 の外形が直線状である場合には、複数の細線 2 4 a は電波透過領域 2 1 の外形線に平行に形成することができる。図 1 0 に示される電波透過領域 2 1 についても、特定の周波数帯に対して電波透過性が高くなり、特定の周波数帯のみを透過させる周波数選択性を有する。

【 0 0 6 7 】

(2) 電波透過領域 2 1 は、L o w - E 膜 2 3 を除去してガラス板を露出させる必要はなく、少なくとも銀を主成分とする金属層が除去されていれば良い。

【 0 0 6 8 】

(3) 第二実施形態における複層ガラスにおいて、第 1 ガラス板 1 の第 2 面 1 2 に遮熱膜を配置し、第 2 ガラス板 2 の第 3 面 1 3 に L o w - E 膜 2 3 を配置しても良い。遮熱膜は、好ましくは、チタンの窒化物を主成分とする層を含む多層膜である。金属窒化物層の好適な例としては窒化チタン層が挙げられる。遮熱膜の膜厚は、積層される膜の種類により適宜選択されるが、通常、5 ~ 1 0 0 n m であり、好ましくは 1 0 ~ 5 0 n m である。遮熱膜は、例えば熱線吸収膜によって構成されている。遮熱膜が熱線吸収膜であると、遮熱膜によって赤外線を吸収することができるので、ガラス体 1 0 0 において遮熱性を向上することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 9 】

本発明は、本発明は、建物の窓ガラス、自動車、航空機、船舶、列車などの移動体の窓ガラスとしてのガラス体に利用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

- 1 : 第 1 ガラス板
- 2 : 第 2 ガラス板
- 3 : 空隙層
- 5 : スペース
- 1 1 : 第 1 面
- 1 2 : 第 2 面
- 1 3 : 第 3 面
- 1 4 : 第 4 面
- 2 1 : 電波透過領域
- 2 2 : 導電膜領域
- 2 3 : L o w - E 膜 (導電膜)
- 2 4 : 電波通過部
- 2 4 a : 細線

10

20

30

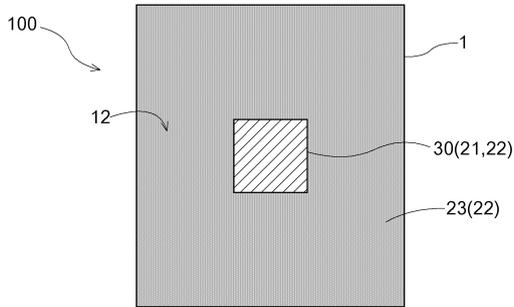
40

50

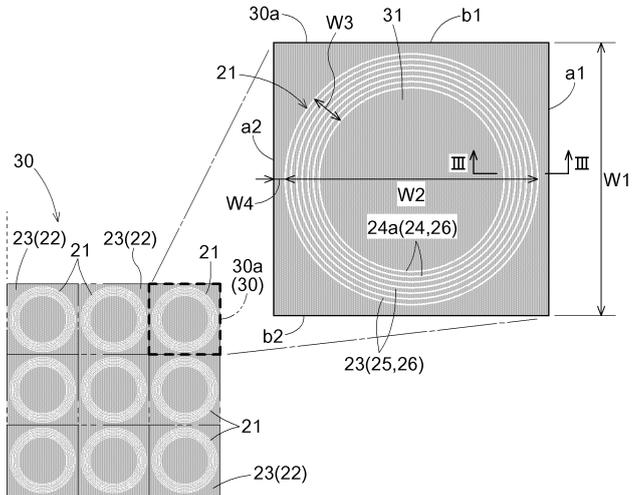
- 2 5 : 導電膜部
- 2 6 : パターニング部
- 3 0 : 区画領域
- 3 0 a : 単位区画
- 1 0 0 : ガラス体
- W 2 : 外径
- W 3 : 線幅
- W 4 : 間隙
- W 5 : 線幅

【 図 面 】

【 図 1 】



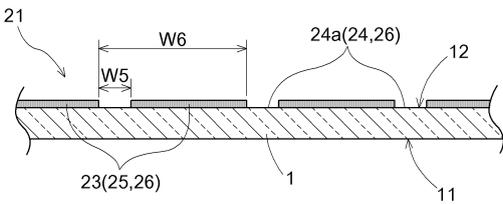
【 図 2 】



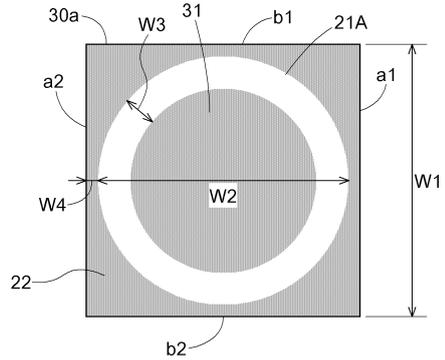
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

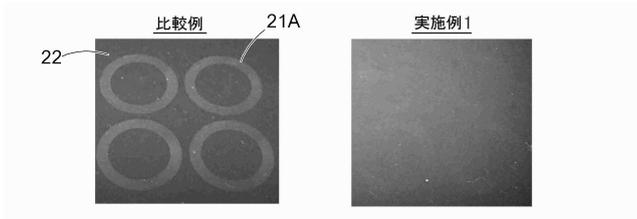


30

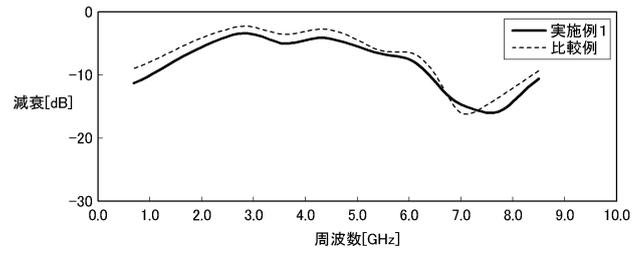
40

50

【 図 5 】

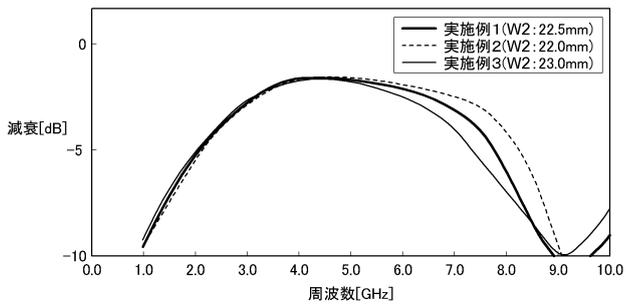


【 図 6 】

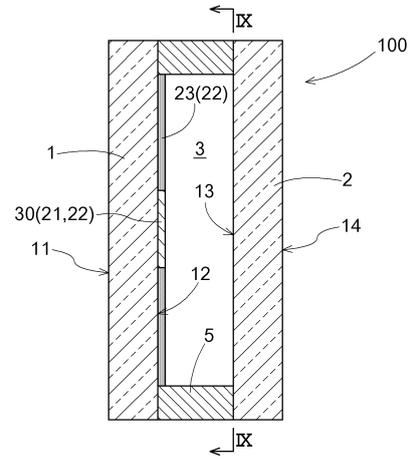


10

【 図 7 】



【 図 8 】



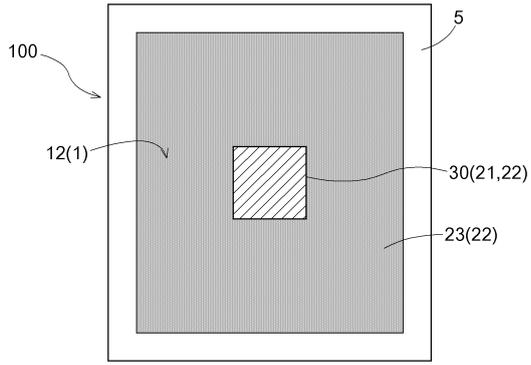
20

30

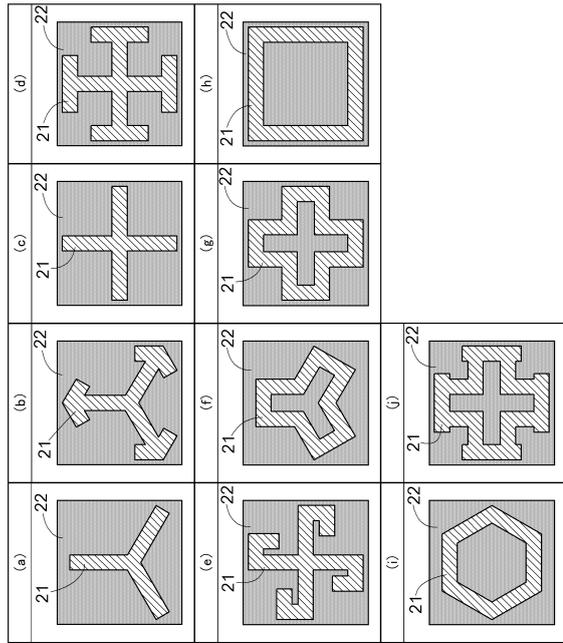
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都港区三田三丁目5番27号 日本板硝子株式会社内

Fターム(参考) 2E016 AA01 AA07 CA01 CB01 CC02 EA05
4G059 AA01 AB07 AC06 AC30 DA01 DB02 EA01 EA02 EA04 EA12
EB03 EB04 GA02 GA04 GA14
4G061 AA21 AA29 BA01 BA02 CB02 CB06 CD02 CD21 DA09 DA14