(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年8月25日(25.08.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/176591 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 7/03 (2006.01)　*C08J 9/36* (2006.01)
B32B 7/025 (2019.01)　*H01Q 1/42* (2006.01)
C08J 9/16 (2006.01)　*H01Q 15/08* (2006.01)
C08J 9/228 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2022/003692

(22) 国際出願日：　2022年1月31日(31.01.2022)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2021-025597　2021年2月19日(19.02.2021)　JP
特願 2021-126256　2021年7月30日(30.07.2021)　JP

(71) 出願人：旭化成株式会社 (**ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]；〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目１番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：葛西 辰昌(**KASAI Tatsuaki**)；〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目１番２号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：杉村　憲司 (**SUGIMURA Kenji**)；〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目２番１号 霞が関コモンゲート西館３６階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：
— 国際調査報告（条約第21条(3)）

(54) Title: COVER

(54) 発明の名称： カバー

(57) Abstract: This cover is for an electronic device for receiving and transmitting electric waves in a high frequency band, and is characterized by containing a resin and by satisfying the relation indicated by the following formula. (100-Forward transmissivity X) × (100-Oblique transmissivity Y) < 55 (Forward transmissivity X(%): Electric wave transmissivity (%) at frequency f(Hz) at an incidence angle of 0° in relation to the cover. Oblique transmissivity Y(%): Electric wave transmissivity (%) of TE waves at frequency f(Hz) at an incidence angle of 60° in relation to the cover.)

(57) 要約：樹脂を含み、下記式の関係を満たすことを特徴とする、高周波数帯の電波を送受信する電子機器のカバー。（１００－正面透過率Ｘ）×（１００－斜め透過率Ｙ）＜５５（正面透過率Ｘ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角０°での電波透過率（％）、斜め透過率Ｙ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角６０°でのＴＥ波の電波透過率（％））

WO 2022/176591 A1

明　細　書

発明の名称 ： カバー

技術分野

[0001] 本発明は、高周波数帯の電波を送受信する電子機器のカバーに関する。

背景技術

[0002] 電波は周波数が高くなるほど減衰しやすく、且つ電波の直進性が高くなることが知られている。このため、１～１００ＧＨｚ帯の高周波の電波を送受信する電子機器においては、入射角０°の正面方向からの電波だけに限らず、広範囲の入射角の電波に対して電波強度及び電波到達距離を大きくすることが重要である。このため、高周波数帯の電波を送受信する電子機器に用いるカバーには、高い電波透過性が求められている（例えば、特許文献１及び２を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２０－１５９９８５号公報

特許文献2：特開２０２０－１８０９８６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記従来のカバーは、広範囲の入射角の電波に対する透過性を高める点で更なる改良の余地がある。

[0005] そこで、本発明は、上記課題を鑑みて実施されたものであり、正面方向（入射角０°）の電波に対して高い電波透過性を有し、且つ広範囲の入射角の電波に対しても高い電波透過性を有するカバーを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者は、上述の課題を解決するために鋭意検討した結果、（１００－正面透過率Ｘ）×（１００－斜め透過率Ｙ）で示される値が特定の範囲であ

るカバーとすることで、上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成させた。

なお、正面透過率Ｘ（％）は周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角０°での電波透過率（％）、斜め透過率Ｙ（％）は周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角６０°でのＴＥ波の電波透過率（％）を指す。

[0007] すなわち、本発明は以下のとおりである。

［１］

樹脂を含み、下記式の関係を満たすことを特徴とする、高周波数帯の電波を送受信する電子機器のカバー。

（１００－正面透過率Ｘ）×（１００－斜め透過率Ｙ）＜５５

（正面透過率Ｘ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角０°での電波透過率（％）、斜め透過率Ｙ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角６０°でのＴＥ波の電波透過率（％））

［２］

Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であり、

下記特性行列の式において、正面方向（入射角０°）におけるm_{12}成分の大きさM_{12}と、m_{21}成分の大きさM_{21}との差の絶対値（$|M_{12}-M_{21}|$）が０．３５以下である、［１］に記載のカバー。

特性行列の各成分は下記式より算出する。

[数1]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

なお、第ｉ層目の複素屈折率n_iは、下記式により求められる。また、得られた複素屈折率n_iから、その大きさN_iを求められる。

[数2]

$$n_i = n_i' + jn_i'' = \sqrt{\varepsilon_{ri}\mu_{ri}}$$

$$\varepsilon_{ri} = \varepsilon_i' + j\varepsilon_i''$$

$$n_i' = \left\{\sqrt{2\varepsilon_i' + \sqrt{\varepsilon_i''^2 + 4\varepsilon_i'^2}}\right\}/2$$

$$n_i'' = \frac{\varepsilon_i''}{2n_i'}$$

$$\tan\delta = \frac{\varepsilon_i''}{\varepsilon_i'}$$

（n_i：第ｉ層目の複素屈折率、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、ｔａｎδ：誘電正接、ε_i'：比誘電率、ε_i''：比誘電損率）

［３］

下記式の関係を満たす、［１］又は［２］に記載のカバー。

｜正面透過率Ｘ－斜め透過率Ｙ｜＜２５

（正面透過率Ｘ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角０°での電波透過率（％）、斜め透過率Ｙ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角６０°でのＴＥ波の電波透過率（％））

［４］

Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であり、

下記式で求められるΛの値の最小値が０．１５以下である、［１］～［３］のいずれかに記載のカバー。

[数3]

$$\Lambda = \left| \sum_{i=1}^{N} \left(d_i \times N_i \div \lambda_0 \right) - 0.5K \right|$$

（d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、N_i：第ｉ層目の複素屈折率n_iの大きさ、λ_0：空気中における電磁波の波長［ｍ］、Ｋ：任意の整数）

なお、第ｉ層目の複素屈折率n_iは、下記式により求められる。また、得られた複素屈折率n_iから、その大きさN_iを求められる。

[数4]

$$n_i = n_i' + jn_i'' = \sqrt{\varepsilon_{ri}\mu_{ri}}$$

$$\varepsilon_{ri} = \varepsilon_i' + j\varepsilon_i''$$

$$n_i' = \left\{ \sqrt{2\varepsilon_i' + \sqrt{\varepsilon_i''^2 + 4\varepsilon_i'^2}} \right\} / 2$$

$$n_i'' = \frac{\varepsilon_i''}{2n_i'}$$

$$\tan\delta = \frac{\varepsilon_i''}{\varepsilon_i'}$$

（n_i：第ｉ層目の複素屈折率、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、ｔａｎδ：誘電正接、ε_i'：比誘電率、ε_i''：比誘電損率）

［５］

Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であり、

下記特性行列の式において、入射角６０°におけるＴＥ波のm_{11}成分の大きさM_{11}が０．５以上である、［１］～［４］のいずれかに記載のカバー。

[数5]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

［６］

前記複素屈折率n_iの大きさN_iが１．８以下である、［１］～［５］のいずれかに記載のカバー。

［７］

単層体又は積層体であり、少なくとも１層の密度が０．９０ｇ／ｃｍ^{3}未満である、［１］～［６］のいずれかに記載のカバー。

［８］

複数の層を有する積層体である、［１］～［７］のいずれかに記載のカバー。

［９］

隣接する層間の複素屈折率の大きさの差の最大値が０．８以下である、［８］に記載のカバー。

［１０］

前記複数の層が互いに直接接して積層されている、［８］又は［９］に記載のカバー。

［１１］

発泡体からなる層を含み、

前記発泡体からなる層の１０体積％以上において、

前記発泡体が発泡粒子からなる発泡体以外の発泡体である場合は、前記発泡体の表面と接している気泡の径の平均値Ａに対する、前記発泡体の表面から厚み方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡の径の平均値Ｂの割合（Ｂ／Ａ）が、０．３以上３．０未満であり、

前記発泡体が発泡粒子からなる発泡体である場合は、前記発泡体の表面から厚み方向に１０～９０％の範囲に含まれる発泡粒子について、前記発泡粒子の表面と接している気泡の径の平均値Ａ’に対する、前記発泡粒子の表面から径方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡の径の平均値Ｂ’の割合（Ｂ’／Ａ’）が、０．３以上３．０未満である、［１］～［１０］のいずれかに記載のカバー。

［１２］

発泡体からなる層を含み、

前記発泡体からなる層の１０体積％以上において、最大気泡径が１．５ｍｍ以下である、［１］～［１１］のいずれかに記載のカバー。

［１３］

複数の層を有する積層体であり、少なくとも１層の密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ未満である層と、少なくとも１層の密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ以上である層とを含む、［１］～［１２］のいずれかに記載のカバー。

［１４］

前記密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ以上である層のうちの少なくとも１層が、前記カバーの外表面を構成する表層である、［１３］に記載のカバー。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、正面方向（入射角０°）の電波に対して高い電波透過性を有し、且つ広範囲の入射角の電波に対しても高い電波透過性を有するカバーを提供することができる。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明を実施するための形態（以下、「本実施形態」ともいう）について詳細に説明する。なお、本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々変形して実施することができる。

[0010] ［カバー］

本実施形態のカバーは樹脂を含むことを特徴とし、樹脂を含む層からなる単層体であっても、樹脂を含む層が２層以上積層されてなる積層体であってもよい。

カバーを構成する層の数は、特に限定されないが、電波透過率の入射角度依存性を低減する観点、剛性を高めやすい観点、意匠性を高めやすい観点から、２層以上であることが好ましい。また、製造が容易であること、剛性を高めやすいことから、５層以下であることが好ましく、より好ましくは３層以下である。また、特に３層である場合、第１層と第３層は複素屈折率の値が近い材料で構成されることが好ましい。この場合、第１層と第３層における界面反射率が近い値となるため、後述するように反射波を効果的に打ち消すことができ、透過率を高めやすい。

[0011] 樹脂を含む層は、樹脂板であっても、発泡体であってもよいが、後述のように少なくとも１層は発泡体からなる層を含むことが好ましい。

樹脂を含む層には、樹脂板や発泡体を互いに貼合するために一般に用いられる、粘着剤・接着剤からなる層も含まれる。しかしながら、このような粘着剤・接着剤は、一般に複素屈折率の大きさが大きく、界面反射や誘電損失等が起きやすくなるため、粘着剤・接着剤層を含む場合、カバー全体の電波透過率が低下する。そのため、カバーは、粘着剤・接着剤層を含まず、樹脂板や発泡体が直接接して積層されていることが好ましい。

上記粘着剤・接着剤としては、例えば、感圧式の粘接着剤、熱や紫外線等により硬化する粘接着剤、溶融状態で塗布して冷却により固化させる粘接着剤等を適宜使用することができる。上記粘接着剤に用いられる樹脂としては、例えば、アクリル樹脂、酢酸ビニル樹脂、ニトリルゴム樹脂、スチレンブ

タジエンゴム、クロロプレンゴム、デンプン、エポキシ樹脂、シアノアクリレート樹脂、シリコーンゴム等が挙げられる。

粘着剤・接着剤層の厚みは、特に限られないが、電波透過性に与える影響が小さくする観点で、薄い方が好ましい。

また、一般に高周波数の電波を透過させるカバーは、水や氷が含まれていたり、付着したりしていると、透過性が大きく悪化する傾向がある。このため、本実施形態のカバーには、前記樹脂を含む層とは別に、例えば水や氷を除去するためのヒーターが含まれていても良いが、一般にヒーターは金属から成り電波透過性低いため、出来るだけ電波透過性への影響を小さくするために厚みが薄く、また線幅が小さい方が好ましい。

上記に記載の各層には、必要に応じて、塗装、プライマー層、ハードコート層、撥水処理層などの付帯層を付与しても良い。この場合、付帯層が与える電波透過率への影響が十分小さい場合（例えば、正面方向の電波透過率で０．１％以内の差）は、当該付帯層を無視して以降に記載のカバーを設計することができる。電波透過率への影響が大きい場合には、付帯層も一つの層として取り扱い、各層の誘電特性などを考慮してカバーを設計することにより、本実施形態のカバーを作製できる。

[0012] カバーの形状は、特に限定されず、カバーが用いられる電波を送受信する電子機器の形状に応じて定められてよいが、意匠性や電子機器スペースの削減の観点から、板状であることが好ましい。本実施形態のカバーを用いることで正面方向、斜め方向の電波透過率を向上させることができるため、電子機器のデザインの自由度が向上する。

また、カバーのサイズも、特に限定されず、カバーが用いられる電波を送受信する電子機器の大きさに応じて定められてよいが、電波を送受信する電子機器の筐体において、電波が透過する部分を構成するのに十分なサイズであることが好ましい。特に、厚みは、電波透過性及び機械強度を高める観点から、１～２０ｍｍであることが好ましく、より好ましくは１～１０ｍｍ、更に好ましくは２～８ｍｍである。

[0013] また、前記の通りカバーは電波を送受信する電子機器を保護する目的で使用されるため、適切な機械強度を有することが必要である。例えば、１０ｍｍ幅に加工したカバーが１ｍｍたわむときの荷重（１ｍｍたわみ時の荷重）は０．５Ｎ以上であることが好ましく、より好ましくは１．０Ｎ以上、さらに好ましくは３．０Ｎ以上である。

前記カバーが１ｍｍたわむときの荷重は、各層を構成する材料の曲げ弾性率、厚み、各層の接合方法などによって変化する。中でもカバーの厚みが大きくなると顕著にたわみに必要な荷重が大きくなるが、厚みを大きくすると一般に電波透過性が悪化する傾向がある。

なお、１０ｍｍ幅に加工したカバーの１ｍｍたわみ時の荷重（Ｎ）は、具体的には、後述の実施例に記載の方法にて測定することができる。

[0014]（発泡体）

発泡体は、熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂を含む基材樹脂を含み、任意選択的に難燃剤等の添加剤を更に含む樹脂組成物を発泡させたものとしてよい。

発泡体としては、例えば、押出発泡体、射出発泡体、ビーズ発泡体（発泡粒子からなる発泡体）、延伸発泡体、溶剤抽出発泡体等が挙げられ、それぞれ後述する押出発泡法、射出発泡法、ビーズ発泡法、延伸発泡法、溶剤抽出発泡法により製造された発泡体を指す。

中でも、賦形性が良好であること、予め賦形させることで発泡体の２次加工を省略できるとともに、切断面が露出せず、粉塵等の発生を低減できること、樹脂板層と接着する際に発泡体の切断面に樹脂等が入り込むことを低減し、良好な外観、密着性、電波透過性が得られること、独立気泡構造をとるため機械強度を高めやすいこと、気泡径や分布の制御がしやすいことから、ビーズ発泡体であることが好ましい。

[0015] 基材樹脂の含有量は、樹脂組成物を１００質量％として、好適には２０質量％以上であり、より好適には４０質量％以上であり、更に好適には６０質量％以上であり、特に好適には７０質量％以上であり、また、好適には１０

０％以下であり、より好適には９５％以下である。誘電率及び誘電正接を下げるために、基材樹脂が、極性が低い樹脂からなることが好ましい。

[0016] 熱可塑性樹脂としては、ポリフェニレンエーテル系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、ＡＢＳ樹脂、塩化ビニル系樹脂、アクリル系樹脂、メタクリル酸メチル樹脂、ナイロン系樹脂、フッ素系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル系樹脂等が挙げられ、耐熱性、経済性、発泡性の観点からは、ポリフェニレンエーテル系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリプロピレン系樹脂、アクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂が好ましい。

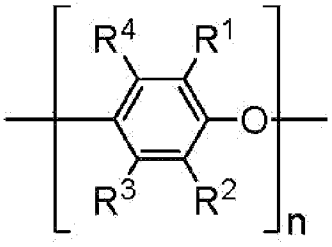
これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

なお、発泡体に用いられる基材樹脂の比誘電率及び誘電正接ｔａｎδを下げる方法としては、未発泡樹脂の密度が低いもの、未発泡樹脂の極性が低いもの、分子鎖末端極性基が少ないもの等を基材樹脂として選定することが挙げられる。この観点から特に好適な樹脂としては、ポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリフェニレンエーテル系樹脂、ポリイミド系樹脂、フッ素系樹脂、高分子液晶樹脂、ポリフェニレンサルファイド系樹脂等が挙げられる。中でも、加工性、コスト、難燃性の観点も考慮すると、ポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリフェニレンエーテル系樹脂が好ましい。

[0017] ポリフェニレンエーテル（ＰＰＥ）系樹脂は、下記一般式（１）で表される重合体であってよい。

ここで、式（１）中、R^1、R^2、R^3及びR^4は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、フェニル基、又はハロゲンと一般式（１）中のベンゼン環との間に少なくとも２個の炭素原子を有するハロアルキル基若しくはハロアルコキシ基で第３α－炭素原子を含まないもの、を示す。また、式（１）中、ｎは、重合度を表す整数である。

[化1]



（1）

[0018] ポリフェニレンエーテル系樹脂の例としては、ポリ（２，６－ジメチル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジエチル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－メチル－６－エチル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－メチル－６－プロピル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジプロピル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－エチル－６－プロピル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジブチル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジラウリル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジフェニル－１，４－ジフェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジメトキシ－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジエトキシ－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－メトキシ－６－エトキシ－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－エチル－６－ステアリルオキシ－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジクロロ－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－メチル－６－フェニル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジベンジル－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－エトキシ－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２－クロロ－１，４－フェニレン）エーテル、ポリ（２，６－ジブロモ－１，４－フェニレン）エーテル等が挙げられるが、これに限定されるものではない。この中でも特に、R^1及びR^2が炭素数１～４のアルキル基であり、R^3及びR^4が水素若しくは炭素数１～４のアルキル基のものが好ましい。

これらは一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0019] 本実施形態におけるポリフェニレンエーテル系樹脂の含有量は、基材樹脂

１００質量％に対して、２０～８０質量％であることが好ましく、より好ましくは３０～７０質量％であり、更に好ましくは３５～６０質量％である。ＰＰＥ系樹脂の含有量が２０質量％以上の場合、優れた耐熱性及び難燃性を得やすくなるとともに、誘電率及び誘電正接を低減しやすい。また、ＰＰＥ系樹脂の含有量が８０質量％以下の場合、優れた加工性を得やすくなる。

[0020] ポリフェニレンエーテル系樹脂の重量平均分子量（Ｍｗ）としては、２０，０００～６０，０００であることが好ましい。

なお、重量平均分子量（Ｍｗ）は、樹脂についてゲルパーミュエーションクロマトグラフィー（ＧＰＣ）による測定を行い、クロマトグラムのピークの分子量を、市販の標準ポリスチレンについての測定から求めた検量線（標準ポリスチレンのピーク分子量を使用して作成）を使用して求めた重量平均分子量をいう。

[0021] ポリスチレン系樹脂とは、スチレン及びスチレン誘導体のホモポリマー、スチレン及びスチレン誘導体を主成分（ポリスチレン系樹脂中に５０質量％以上含まれる成分）とする共重合体をいう。

スチレン誘導体としては、ｏ－メチルスチレン、ｍ－メチルスチレン、ｐ－メチルスチレン、ｔ－ブチルスチレン、α－メチルスチレン、β－メチルスチレン、ジフェニルエチレン、クロロスチレン、ブロモスチレン等が挙げられる。

[0022] ホモポリマーのポリスチレン系樹脂としては、例えば、ポリスチレン、ポリα－メチルスチレン、ポリクロロスチレン等が挙げられる。

共重合体のポリスチレン系樹脂としては、スチレン－ブタジエン共重合体、スチレン－アクリロニトリル共重合体、スチレン－マレイン酸共重合体、スチレン－無水マレイン酸共重合体、スチレン－マレイミド共重合体、スチレン－Ｎ－フェニルマレイミド共重合体、スチレン－Ｎ－アルキルマレイミド共重合体、スチレン－Ｎ－アルキル置換フェニルマレイミド共重合体、スチレン－アクリル酸共重合体、スチレン－メタクリル酸共重合体、スチレン－メチルアクリレート共重合体、スチレン－メチルメタクリレート共重合体

、スチレン－ｎ－アルキルアクリレート共重合体、スチレン－ｎ－アルキルメタクリレート共重合体、エチルビニルベンゼン－ジビニルベンゼン共重合体等の二元共重合体；ＡＢＳ、ブタジエン－アクリロニトリル－α－メチルベンゼン共重合体等の三元共重合体；スチレングラフトポリエチレン、スチレングラフトエチレン－酢酸ビニル共重合体、（スチレン－アクリル酸）グラフトポリエチレン、スチレングラフトポリアミド等のグラフト共重合体；等が挙げられる。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0023] ポリエチレン系樹脂としては、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、直鎖状低密度ポリエチレン、エチレンとα－オレフィンとの共重合体、プロピレン－エチレン共重合体等の樹脂が挙げられる。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

また、これらのポリエチレン系樹脂は架橋剤等により適宜架橋構造を有していても良い。

[0024] ポリアミド系樹脂としては、例えば、ポリアミド、ポリアミド共重合体、これらの混合物が挙げられる。ポリアミド系樹脂には、アミノカルボン酸の自己縮合、ラクタムの開環重合、ジアミンとジカルボン酸との重縮合により得られる重合体を含んでよい。

ポリアミドとしては、ジアミンとジカルボン酸との重縮合により得られる、ナイロン６６、ナイロン６１０、ナイロン６１２、ナイロン４６、ナイロン１２１２等、ラクタムの開環重合により得られるナイロン６、ナイロン１２等が挙げられる。

ポリアミド共重合体としては、例えば、ナイロン６／６６、ナイロン６６／６、ナイロン６６／６１０、ナイロン６６／６１２、ナイロン６６／６Ｔ（Ｔは、テレフタル酸成分を表す）、ナイロン６６／６Ｉ（Ｉは、イソフタル酸成分を表す）、ナイロン６Ｔ／６Ｉ等が挙げられる。

これらの混合物としては、例えば、ナイロン６６とナイロン６との混合物、ナイロン６６とナイロン６１２との混合物、ナイロン６６とナイロン６１

０との混合物、ナイロン６６とナイロン６Ｉとの混合物、ナイロン６６とナイロン６Ｔとの混合物等が挙げられる。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0025] 本実施形態において、ＰＰＥ系樹脂以外の上記熱可塑性樹脂の含有量は、発泡体の加工性の観点から、基材樹脂１００質量％に対して、１０～１００質量％であることが好ましく、より好ましくは２０～８０質量％である。

[0026] 熱硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン、メラミン樹脂等が挙げられ、中でもフェノール樹脂、メラミン樹脂が好ましい。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0027] 添加剤としては、難燃剤、難燃助剤、熱安定剤、酸化防止剤、帯電防止剤、無機充填剤、滴下防止剤、紫外線吸収剤、光吸収剤、可塑剤、離型剤、染顔料、ゴム成分、上記基材樹脂以外の樹脂等が挙げられ、本発明の効果を損なわない範囲で添加することができる。

[0028] 添加剤の含有量としては、基材樹脂を１００質量部として、好適には０～４０質量部であり、より好適には５～３０質量部である。

[0029] ここで、難燃剤としては、特に限定されないが、有機系難燃剤、無機系難燃剤が挙げられる。

有機系難燃剤としては、臭素化合物に代表されるハロゲン系化合物、リン系化合物、及びシリコーン系化合物に代表される非ハロゲン系化合物等が挙げられる。

無機系難燃剤としては、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウムに代表される金属水酸化物、三酸化アンチモン、五酸化アンチモンに代表されるアンチモン系化合物等が挙げられる。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0030] 上記難燃剤の中でも、環境性の観点から、有機系難燃剤の非ハロゲン系難燃剤が好ましく、リン系の難燃剤、シリコーン系の難燃剤がより好ましい。

[0031] リン系の難燃剤には、リン又はリン化合物を含むものを用いることができ

る。リンとしては赤リンが挙げられる。また、リン化合物として、リン酸エステル、リン原子と窒素原子の結合を主鎖に有するホスファゼン化合物等が挙げられる。

リン酸エステルとしては、例えば、トリメチルホスフェート、トリエチルホスフェート、トリプロピルホスフェート、トリブチルホスフェート、トリペンチルホスフェート、トリヘキシルホスフェート、トリシクロヘキシルホスフェート、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、トリキシレニルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、ジクレジルフェニルホスフェート、ジメチルエチルホスフェート、メチルジブチルホスフェート、エチルジプロピルホスフェート、ヒドロキシフェニルジフェニルホスフェート、レゾルシノールビスジフェニルホスフェート等が挙げられ、また、これらを各種の置換基で変性したタイプのリン酸エステル化合物、各種の縮合タイプのリン酸エステル化合物も挙げられる。

この中でも、耐熱性、難燃性、発泡性の観点から、トリフェニルホスフェート及び縮合タイプのリン酸エステル化合物が好ましい。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0032] また、シリコーン系難燃剤としては、（モノ又はポリ）オルガノシロキサンが挙げられる。

（モノ又はポリ）オルガノシロキサンとしては、例えば、ジメチルシロキサン、フェニルメチルシロキサン等のモノオルガノシロキサン；これらを重合して得られるポリジメチルシロキサン、ポリフェニルメチルシロキサン；これらの共重合体等のオルガノポリシロキサン等が挙げられる。

オルガノポリシロキサンの場合、主鎖及び分岐した側鎖の結合基は、水素、アルキル基、フェニル基であり、好ましくはフェニル基、メチル基、エチル基、プロピル基であるが、これに限定されない。末端結合基は、水酸基、アルコキシ基、アルキル基、フェニル基であってよい。シリコーン類の形状にも特に制限はなく、オイル状、ガム状、ワニス状、粉体状、ペレット状などの任意のものが利用可能である。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0033] 難燃剤の含有量としては、添加剤の含有量の範囲内としてよいところ、基材樹脂を１００質量部として、好適には０～３０質量部であり、より好適には５～２５質量部である。添加する難燃剤が多いほど発泡体の難燃性が向上する効果が得られやすいが、一般に難燃剤を添加すると誘電率及び誘電正接を増加させる傾向がある。

[0034] また、ゴム成分としては、例えば、ブタジエン、イソプレン、１，３－ペンタジエン等が挙げられるが、これに限定されるものではない。これらは、ポリスチレン系樹脂からなる連続相中に粒子状に分散しているものが好ましい。これらゴム成分を添加する方法として、ゴム成分そのものを加えてもよく、スチレン系エラストマー及びスチレン－ブタジエン共重合体等の樹脂をゴム成分供給源として用いてもよい。

ゴム成分を添加する場合、ゴム成分の含有量は、添加剤の含有量の範囲内としてよいところ、基材樹脂を１００質量部として、０．３～１５質量部が好ましく、０．５～８質量部がより好ましく、１～５質量部が更に好ましい。０．３質量部以上であると、樹脂の柔軟性、伸びに優れ、発泡時に発泡セル膜が破膜しにくく、成形加工性及び機械強度に優れる発泡体が得られやすい。

[0035] 本実施形態において、カバーの難燃性を向上させるためには、樹脂組成物に難燃剤をより多く添加する方が好ましいが、難燃剤の添加量が増えると発泡性に悪影響を与える。そのような場合において、樹脂組成物に発泡性を付与させるのにゴム成分は好適に用いられる。特に、常温から徐々に温度を上げ、非溶融状態で樹脂を発泡させるビーズ発泡において、上記ゴム成分は重要である。

[0036] （発泡体の製造方法）

本実施形態の発泡体の製造方法は、特に限定されないが、例えば、押出発泡法、射出発泡法、ビーズ発泡法（型内発泡法）、延伸発泡法、溶剤抽出発泡法等が挙げられる。

押出発泡法は、押出機を用いて溶融状態の樹脂に有機又は無機発泡剤を圧入し、押出機出口で圧力を開放することによって、一定の断面形状を有する、板状、シート状、又は柱状の発泡体を得る方法である。

射出発泡法は、発泡性を備える樹脂を射出成形し、金型内にて発泡させることによって、空孔を有する発泡体を得る方法である。

ビーズ発泡法（型内発泡法）は、発泡粒子を型内に充填し、水蒸気等で加熱して発泡粒子を膨張させると同時に発泡粒子同士を熱融着させることによって、発泡体を得る方法である。

延伸発泡法は、予めフィラーなどの添加剤を樹脂中に混錬させておき、樹脂を延伸させることでマイクロボイドを発生させて発泡体を作る方法である。

溶剤抽出発泡法は、樹脂中に所定の溶剤に溶解する添加剤を添加しておき、成形品を所定の溶剤に浸して添加剤を抽出させて発泡体を作る方法である。

[0037] 押出発泡の場合、得られる発泡体は板状、シート状等となり、これを加工するには所望の形状に切断する抜き工程、切り取ったパーツを貼り合わせる熱貼り工程等が必要になる。

一方、ビーズ発泡法の場合、所望の形状の型を作成し、そこに発泡粒子を充填させて成形するため、発泡体をより微細な形状や複雑な形状に成形しやすい。

射出発泡法の場合でも、発泡体を複雑な形状に成形することは可能であるが、ビーズ発泡の場合には、発泡体の発泡倍率を高めやすく、断熱性に加えて柔軟性を発現しやすい。

[0038] 発泡剤としては、特には限定されず、一般的に用いられているガスを使用することができる。

その例として、空気、炭酸ガス、窒素ガス、酸素ガス、アンモニアガス、水素ガス、アルゴンガス、ヘリウムガス、ネオンガス等の無機ガス；トリクロロフルオロメタン（Ｒ１１）、ジクロロジフルオロメタン（Ｒ１２）、ク

ロロジフルオロメタン（Ｒ２２）、テトラクロロジフルオロエタン（Ｒ１１２）ジクロロフルオロエタン（Ｒ１４１ｂ）クロロジフルオロエタン（Ｒ１４２ｂ）、ジフルオロエタン（Ｒ１５２ａ）、ＨＦＣ－２４５ｆａ、ＨＦＣ－２３６ｅａ、ＨＦＣ－２４５ｃａ、ＨＦＣ－２２５ｃａ等のフルオロカーボン；プロパン、ｎ－ブタン、ｉ－ブタン、ｎ－ペンタン、ｉ－ペンタン、ネオペンタン等の飽和炭化水素；ジメチルエーテル、ジエチルエーテル、メチルエチルエーテル、イソプロピルエーテル、ｎ－ブチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、フラン、フルフラール、２－メチルフラン、テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン等のエーテル類；ジメチルケトン、メチルエチルケトン、ジエチルケトン、メチルｎ－プロピルケトン、メチルｎ-ブチルケトン、メチルｉ－ブチルケトン、メチルｎ－アミルケトン、メチルｎ－ヘキシルケトン、エチルｎ－プロピルケトン、エチルｎ－ブチルケトン等のケトン類；メタノール、エタノール、プロピルアルコール、ｉ－プロピルアルコール、ブチルアルコール、ｉ－ブチルアルコール、ｔ－ブチルアルコール等のアルコール類；蟻酸メチルエステル、蟻酸エチルエステル、蟻酸プロピルエステル、蟻酸ブチルエステル、蟻酸アミルエステル、プロピオン酸メチルエステル、プロピオン酸エチルエステル等のカルボン酸エステル類；塩化メチル、塩化エチル等の塩素化炭化水素類；等が挙げられる。

これらは、一種単独で用いても、二種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0039] 難燃性の観点から、発泡剤は可燃性及び支燃性がないか又は少ないことが好ましく、ガスの安全性の観点から、無機ガスがより好ましい。また、無機ガスは炭化水素等の有機ガスに比べて樹脂に溶けにくく、発泡工程又は成形工程の後に樹脂からガスが抜けやすいので、成形後の発泡体の経時での寸法安定性がより優れる利点もある。更に、無機ガスを用いた場合、残存ガスによる樹脂の可塑化も起こりにくく、熟成等の工程を経ずに、より早い段階から優れた耐熱性を発現しやすいメリットもある。無機ガスの中でも、樹脂への溶解性、取り扱いの容易さの観点から、炭酸ガスが好ましい。また、炭化水素系の有機ガスは一般に可燃性が高く、発泡体中に残存した場合に難燃性

が悪化する傾向にある。

[0040] 本実施形態の発泡体は、前述のビーズ発泡法により製造されることが好ましく、発泡粒子からなることが好ましい。

ビーズ発泡法を用いて成形を行うことによって、カバーの賦形性を向上させることができる。

[0041] ビーズ発泡法に用いる発泡粒子は、基材樹脂に発泡剤を含有（含浸）させて、発泡を生じさせることにより得ることができる。具体的には、例えば、特開平４－３７２６３０号公報の実施例１に記載の方法に準じ、基材樹脂（ペレット状、ビーズ状等）を耐圧容器に収容し、容器内の気体を乾燥空気で置換した後、発泡剤（ガス）を圧入して基材樹脂に発泡剤（ガス）を含浸させた後、圧力を開放して圧力容器から発泡炉に基材樹脂ペレットを移送し、基材樹脂ペレットを発泡炉内で攪拌羽を回転させながら加圧水蒸気により加温して発泡させることにより、発泡粒子を製造する方法が挙げられる。

基材樹脂に対して発泡剤（ガス）を含浸させる際の条件は、特には限定されることなく、発泡剤（ガス）の基材樹脂への含浸をより効率的に進める観点から、例えば、含浸圧０．３～３０ＭＰａ、含浸温度－２０～１００℃、含浸時間１０分～９６時間であることが好ましい。また、発泡炉内の加圧水蒸気の最大蒸気圧は、所望の倍率を得やすく外観を良化する観点から、３０～７００ｋＰａ・Ｇであることが好ましい。

上記発泡粒子の製造方法において、耐圧容器内の放圧（含浸圧の開放）を完了してから発泡炉内で加圧水蒸気により加温を開始するまでの時間は、６００秒未満であることが好ましく、３００秒以内であることがより好ましく、１２０秒以内であることが更に好ましく、６０秒以内であることが特に好ましい。当該時間が上記範囲内であると、基材樹脂に含浸させたガスが不均一に拡散することを抑制することができるため、気泡径を均一にすると共に、気泡径の増大を防ぐことができる。

[0042] 発泡粒子を用いて発泡体を成形する方法としては、特に限定されないが、例えば、発泡粒子を成形用金型のキャビティ内に充填し、加熱することによ

って膨張を生じさせると同時に発泡粒子同士を熱融着させた後、冷却により生成物を固化し、成形する方法が挙げられる。発泡粒子の充填方法は、特には限定されず、公知の方法を用いることができる。

発泡粒子を成形用金型のキャビティ内に充填する前に、発泡粒子に対してガスによる加圧処理を行うことが好ましい。発泡粒子の気泡に一定のガス圧力を付与することで、得られる発泡体を構成する発泡粒子同士を強固に融着させ、成形体の剛性及び外観を改善することができる。加圧処理に用いるガスとしては、特には限定されないが、取り扱い容易性及び経済性の観点から、空気及び無機ガスが好ましい。加圧処理の方法としては、特には限定されないが、発泡粒子を加圧容器内に充填後、加圧ガスを導入し、最大圧力０．１～２０ＭＰａまで１０分～９６時間かけて昇圧することにより、該加圧容器内にガスを供給する手法等が挙げられる。

発泡粒子を成形する際の加熱方法は、水蒸気等の熱媒体を用いた加熱、ＩＲヒーター等のヒーターによる加熱、マイクロ波を用いた加熱等が挙げられる。熱媒体を用いた加熱を行う際は、汎用の熱媒体としてよく、樹脂を効率的に加熱する観点から、水蒸気であることが好ましい。

[0043] 本実施形態において発泡体を目的の形状に加工する方法としては、特には限定されないが、発泡粒子又は溶融樹脂を金型に充填し成形する方法、鋸刃及び型ぬき刃等の刃物により切断する方法、ミルにより切削する方法、複数の発泡体を熱又は粘着剤・接着剤により接着させる方法等が挙げられる。

[0044] 発泡体の発泡倍率は、比誘電率や誘電正接を小さくすることで複素屈折率の大きさを小さくし、それにより電波の透過率を高めやすくなるとともに、電波透過率の入射角度依存性を低減しやすくなる観点から、１．２（ｃｍ^3／ｇ）以上であることが好ましく、より好ましくは１．５（ｃｍ^3／ｇ）以上、更に好ましくは１．７（ｃｍ^3／ｇ）以上である。また、発泡体の発泡倍率は、機械強度を向上させる観点から、３０（ｃｍ^3／ｇ）以下であることが好ましく、より好ましくは１５（ｃｍ^3／ｇ）以下、更に好ましくは１０（ｃｍ^3／ｇ）以下である。

発泡体の形状、大きさ、厚み等は、特に限定されず、カバーの形状、大きさ、厚み等に応じて適宜定められてよいが、厚みは、電波透過性を高めつつ、機械強度も確保する観点から、１～２０ｍｍであることが好ましく、より好ましくは２～１０ｍｍ、更に好ましくは２～８ｍｍである。

なお、発泡体の発泡倍率は、具体的には、後述の実施例に記載の方法により求めることができる。

[0045]（樹脂板）

樹脂板を構成する樹脂としては、例えば、上述の熱可塑性樹脂及び熱硬化性樹脂が挙げられるが、機械強度、電波透過性の観点から、ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、変性ポリフェニレンエーテル樹脂等が好適である。

樹脂板は、任意選択的に難燃剤等の上述の添加剤やガラス繊維、炭素繊維等を更に含んでいてよいが、一般に比誘電率や誘電正接が高くなる傾向にあり、電波の透過性向上や散乱、屈折などの低減のため、前記添加剤やガラス繊維、炭素繊維は含んでいないか、含有量が少ないことが好ましい。

樹脂板の形状、大きさ、厚み等は、特に限定されず、カバーの形状、大きさ、厚み等に応じて適宜定められてよいが、機械強度を高めつつ、電波透過性を向上させる観点から、厚みは０．１～５ｍｍであることが好ましく、より好ましくは０．３～３ｍｍである。

樹脂板の製造方法は、特に限定されず、例えば、射出成形、押出シート成形、熱ロールを用いるシート成形等の公知の熱プレス方法等を用いることができる。

[0046]（カバーの電波透過率）

本実施形態のカバーは、電波透過率に関し、下記式の関係を満たす。

（１００－正面透過率Ｘ）×（１００－斜め透過率Ｙ）＜５５

（正面透過率Ｘ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角０°での電波透過率（％）、斜め透過率Ｙ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角６０°でのＴＥ波の電波透過率（％））

上記式で表される値は５５未満であり、好ましくは５０以下、より好ましくは４５以下、更に好ましくは４０以下である。なお、透過率は、原理上、ＴＭ波よりもＴＥ波の方が入射角度に対する依存性が高く、また一般に入射角が大きくなるほどＴＥ波の電波透過率が下がる傾向にあるが、６０°におけるＴＥ波の電波透過率が高い場合には、０～６０°範囲において入射角の増加に伴うＴＥ波の電波透過率の低下が抑制できる傾向にある。上記値においては、（１００－正面透過率Ｘ）で示される値が正面透過率に大きく依存し、且つ（１００－斜め透過率Ｙ）で示される値が透過率の角度依存性を反映するため、上記値がこの範囲内にあると、正面方向の透過率が高く、且つ入射角依存性が小さくなる傾向にある。

なお、本願において、入射角とは、着目するカバーの電波が入射する側の表面について、接平面に対する法線方向と、電波が入射する方向とのなす角度を指す。また、カバーの電波が入射する部分について、単純な平板形状ではなく複数の曲面を有する形状である場合は、微小区間に区切ってそれぞれの場所について電波透過率を算出し、検討することとする。

[0047] さらに、本実施形態のカバーは、電波透過率に関し、下記式の関係を満たすことが好ましい。

｜正面透過率Ｘ－斜め透過率Ｙ｜＜２５

上記正面透過率Ｘと斜め透過率Ｙとの差の絶対値（｜正面透過率Ｘ－斜め透過率Ｙ｜）は、好ましくは２０％未満であり、より好ましくは１８％以下、更に好ましくは１５％以下である。透過率は、原理上、ＴＭ波よりもＴＥ波の方が入射角度に対する依存性が高いため、ＴＥ波の電波透過率である斜め透過率Ｙと正面透過率Ｘとの差の絶対値が上記範囲のように小さい値であると、全体として入射角度依存性が低くなり、広範囲の入射角に対して高い電波透過性を示すカバーとなる。また、一般に入射角が大きくなるほどＴＥ波の電波透過率が下がる傾向にあるが、６０°におけるＴＥ波の電波透過率が高い場合には０～６０°範囲において入射角の増加に伴うＴＥ波の電波透過率の低下が抑制できる傾向にある。正面透過率Ｘと斜め透過率Ｙの差の絶

対値が前記範囲を超えると、０～６０°範囲内において入射角依存性が大きくなる傾向にある。

正面透過率Ｘは、例えば、カバーを構成する各層の複素屈折率及び／又は厚みを調整することで制御することができ、後述の、正面方向特性行列のm_{12}成分の大きさとm_{21}成分の大きさとの差や、Λの値の最小値を小さくすると正面透過率Ｘは大きくなる。また、斜め透過率Ｙは、例えば、カバーを構成する各層の複素屈折率及び／又は厚み、及び後述の特性行列における入射角６０°でのＴＥ波のm_{11}成分の大きさ（絶対値）M_{11}を調整することで制御することができ、複素屈折率を小さくすること、層構成を調整すること、上記特性行列のm_{11}成分の大きさM_{11}を小さくすること等により、斜め透過率Ｙは大きくなる。

[0048] 本実施形態のカバーは、特定の電波の周波数における正面透過率Ｘが、８５％以上であることが好ましく、より好ましくは９０％以上、更に好ましくは９５％以上、最も好ましくは９７％以上である。

なお、本明細書において、「特定の電波の周波数」とは、電子機器が送受信する任意の電波の周波数を指す。一般に高周波数になるほど電波の直進性と減衰量が大きくなるとともに、カバーの電波透過率の角度依存性が大きくなるため、特に１～１００ＧＨｚの周波数において、本実施形態のカバーが好適である。

また、特定の電波の周波数における斜め透過率Ｙは、７０％以上であることが好ましく、より好ましくは８０％以上、更に好ましくは８５％、より更に好ましくは９０％以上である。特定の電波の周波数における斜め透過率Ｙが上記範囲であると、透過率の角度依存性が小さくなる傾向にあり、広範な角度で高い透過率を維持しやすい。また、カバーの電波が透過する部分の形状が、板状だけではなく曲面や角部を有するような構造であっても、透過率の角度依存性が小さいため形状の影響を受けにくくなり、カバーや電子機器のサイズ、設計などの自由度が向上する。

なお、上記正面透過率Ｘ及び斜め透過率Ｙは、既知の方法でカバーの電波

減衰量を測定するか、既知の方法で比誘電率や誘電特性、層構成、厚み等を測定し得られた情報より電波透過率を算出する方法（例えば、後述の特性行列から反射係数、透過係数を計算し、透過率や反射率に変換する方法）等により得られ、例えば、後述の実施例に記載の方法により測定することができる。

[0049] 本実施形態のカバーは、電波透過性を高める観点、電波を受信する機器は反射波の影響によりその送信／受信精度が低下しやすいという観点から、特定の電波の周波数における正面反射率（入射角０°での電波反射率）が、１０％以下であることが好ましく、より好ましくは５％以下、更に好ましくは３％以下である。

同様に、電波透過性を高める観点、電波を受信する機器は反射波の影響によりその送信／受信精度が低下しやすいという観点、広範囲の入射角の電波に対する電波透過性を高める観点から、特定の電波の周波数における斜め反射率（入射角６０°でのＴＥ波の電波反射率）は、３０％以下であることが好ましく、より好ましくは２０％以下、更に好ましくは１５％以下である。

なお、上記正面反射率及び斜め反射率は、既知の方法でカバーの反射減衰量を測定するか、既知の方法で比誘電率や誘電特性、層構成、厚み等を測定し得られた情報より電波反射率を算出する方法（例えば、後述の特性行列から反射係数、透過係数を計算し、透過率や反射率に変換する方法）等により得られ、例えば、後述の実施例に記載の方法により測定することができる。

[0050] 電波がカバーを透過する際、カバーの隣接する層間の界面、及びカバーの表層と空気層との界面（カバーの表面）で界面反射が発生し、その反射波による干渉が生じて強め合う状態になると、反射の影響が大きくなり、電波の透過率が小さくなる。また、界面反射はその界面における入射側の層と出射側の層との複素屈折率の大きさの差が大きいほど、大きくなる傾向にある。

例えば、主に正面方向からの電波（入射角０°で入射した電波）については、１つの層において、層の厚みが当該層中を透過する電波の１／２波長の整数倍に近いと、各界面（層の各面）で生じた反射波が互いに打ち消し合い

、反射率を低減できる。複数の層からなる積層体である場合には、各界面での反射波が全体として弱め合うことにより、反射による干渉が低減するが、一般にカバーの表層と空気層との界面が最も複素屈折率の大きさの差が大きくなりやすく、界面反射が大きくなる傾向にあるため、特に表層で発生する反射波が弱め合うような構成とすることが好ましい。

そのため、本実施形態のカバーは、Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であるとしたときに、下記式で求められるΛの値の最小値が０．１５以下であることが好ましい。

[数6]

$$\Lambda = \left| \sum_{i=I}^{N} \left(d_i \times N_i \div \lambda_0 \right) - 0.5K \right|$$

（d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、N_i：第ｉ層目の複素屈折率n_iの大きさ、λ_0：空気中における電磁波の波長［ｍ］、Ｋ：任意の整数）

上記Λの最小値は、０．１５以下であることが好ましく、より好ましくは０．１２以下、更に好ましくは０．１０以下である。Λの最小値が上記範囲であると、主に正面方向からの電波（入射角０°で入射した電波）に対し、反射波の弱め合いが大きくなり、反射波を低減することができるため、上述の正面透過率Ｘが高く、高い電波透過性を有するカバーとなる。

カバーが複数の層からなる積層体である場合、一般に複素屈折率の大きさが大きい（比誘電率、誘電正接が大きい）粘着剤・接着剤からなる層を含む（粘着剤・接着剤等を介して他の層が貼合されて積層されている）と、電波の減衰や屈折、隣接する層との複素屈折率の大きさの差によって発生する界面反射が大きくなる傾向にある。そのため、カバーは、粘着剤・接着剤からなる層を含まない（各層は、接着剤等を介さずに互いに直接接して積層されている）ことが好ましい。

[0051] カバーの各層は、特定の電波の周波数における複素屈折率n_iの大きさN_iが、１．８以下であることが好ましく、より好ましくは１．６～１．０、更に好ましくは１．５～１．０である。カバーの各層の複素屈折率n_iの大きさ

N_iが上記範囲であると、界面反射を低減しやすく、正面方向透過率を向上させやすいとともに、電波透過率の角度依存性を低減しやすく、また、隣接する界面との複素屈折率の差が小さくなりやすいとともに、各層の厚みd_iの増減によるΛの最小値の変化が小さくなるため、各層の厚みの設計マージンを大きくすることができ、製造安定性が向上するとともに、電磁波の透過率の角度依存性を小さくすることができる。

また、隣接する層間（空気層と表層との層間も含む）の複素屈折率の大きさの差の最大値が、０．８以下であることが好ましく、より好ましくは０．６以下、更に好ましくは０．５以下である。隣接する層間の複素屈折率の大きさの差の最大値が上記範囲であると、隣接する層間の界面における界面反射が低減されるため、電波透過率が向上しやすくなるとともに、電波透過率の入射角度依存性が低減する。また、層間が複数ある場合には、複素屈折率の大きさの差が最大となる層間だけでなく、その他の層間についても、その複素屈折率の大きさの差が小さい方が好ましい。

なお、本明細書において、「隣接する層」とは、カバーを構成する層同士で隣接する層を意味し、カバーの表面に接する空気層も含むものとする。

カバーの各層の複素屈折率（第ｉ層目の複素屈折率n_i）は既知の方法で測定でき、以下の式に従って比誘電率と誘電正接から算出することができる。また、得られた複素屈折率n_iからその大きさN_iを算出することができる。

[数7]

$$n_i = n_i' + jn_i'' = \sqrt{\varepsilon_{ri}\mu_{ri}}$$

$$\varepsilon_{ri} = \varepsilon_i' + j\varepsilon_i''$$

$$n_i' = \left\{\sqrt{2\varepsilon_i' + \sqrt{\varepsilon_i''^2 + 4\varepsilon_i'^2}}\right\}/2$$

$$n_i'' = \frac{\varepsilon_i''}{2n_i'}$$

$$\tan\delta = \frac{\varepsilon_i''}{\varepsilon_i'}$$

（n_i：第ｉ層目の複素屈折率、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、ｔａｎδ：誘電正接、ε_i'：比誘電率、ε_i''：比誘電損率）

[0052] 本実施形態のカバーは、特定の電波の周波数において、Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であるとしたときに、特性マトリックス法における下記特性行列の式において、下記式にて示されるように、正面方向（入射角０°）におけるm_{12}成分の大きさM_{12}と、m_{21}成分の大きさM_{21}の差の絶対値（$|M_{12}-M_{21}|$）が０．３５以下であることが好ましい。

$|M_{12}-M_{21}| \leqq 0.35$

（M_{12}：正面方向における特性行列m_{12}成分の大きさ、M_{21}：正面方向における特性行列m_{21}成分の大きさ）

上記値は好ましくは０．３５以下、より好ましくは０．３０以下、更に好ましくは０．２５以下である。この値の範囲内にあると、正面方向の反射率を低減しやすくなるため、カバーの電波透過率を向上しやすくなるとともに、反射波による電波を送受信する機器の送信／受信精度の悪化を抑制できる。下記特性行列の各成分は、以下式で示されるように、各層の比誘電率、誘電正接、厚み、及び層構成等により調整することができる。

[数8]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折

角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

より好適な実施形態としては、少なくとも１層の発泡体からなる層を有するものが挙げられる。樹脂単層のように比誘電率や誘電正接が比較的高い材料のみからなる場合には、各層の誘電特性や厚みを適切に設計することで正面方向の電波透過率を向上させることが可能だが、比誘電率や誘電正接が高いために斜め方向の電波透過率は悪化しやすい。一方で、発泡体層を少なくとも１層含むことにより正面方向の電波透過性を高めながら、斜め方向の電波透過性も高めることができる。

[0053] また、上記のより好適な実施形態である、少なくとも１層の発泡体層を有するカバーは、少なくとも１層の発泡体を含むことにより、カバー全体としての平均屈折率を下げることができるため、前記の通り正面方向の電波透過率が高くなるように設計した場合であっても、正面方向と斜め方向の光学的距離の差を低減できるため、斜め方向の電波透過率が高くなりやすい。より具体的な設計としては、特定の電波の周波数において、Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であるとしたときに、特性マトリックス法における下記特性行列の式において、入射角６０°におけるＴＥ波のm_{11}成分の大きさM_{11}が０．５以上であることが好ましい。

[数9]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素

屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

上記特性行列式の各成分大きさ（絶対値）は、カバーの電波透過率、電波反射率と相関しており、上記特性行列式のm_{11}成分の大きさM_{11}が、０．５以上であることが好ましく、より好ましくは０．６～１．４、更に好ましくは０．６５～１．３である。上記特性行列のm_{11}成分の大きさM_{11}が上記範囲であると、上述の斜め透過率Ｙが高くなりやすいため、広範囲の入射角に対して高い電波透過性を示すカバーとなる。特性行列の各成分は、以下式で示されるように、各層の比誘電率、誘電正接、厚み、及び層構成等により調整することができる。

なお、Ｎ＝２以上のＮ層の積層体からなるカバーにおいて、上記特性行列式のm_{11}成分は、１層目からＮ層目へ計算した場合と、Ｎ層目から１層目へ計算した場合とで異なる場合があるが、その実数部の数値が大きい方を使用するものとする。１層目からＮ層目へ計算した場合のm_{11}と、Ｎ層目から１層目へ計算した場合のm_{11}が一致する場合は、１層目からＮ層目へ計算した場合のm_{11}成分の値を用いた。

[0054] また、種々の入射角における前記ＴＥ波の特性行列の成分の計算値を用いて、以下のとおりＴＥ波における透過係数ｔ、反射係数ｒを計算し、そこからＴＥ波の透過率、反射率を計算できる。

[数10]

$$t = \frac{2p_0}{(m_{11} + m_{12}p_{n+1})p_0 + (m_{21} + m_{22}p_{n+1})}$$

$$r = \frac{(m_{11} + m_{12}p_{n+1})p_0 - (m_{21} + m_{22}p_{n+1})}{(m_{11} + m_{12}p_{n+1})p_0 + (m_{21} + m_{22}p_{n+1})}$$

$$p_0 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{r0}}{\mu_{r0}}}\cos\theta_0 \qquad p_{n+1} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{rn+1}}{\mu_{rn+1}}}\cos\theta_{n+1}$$

（μ_{r0}：入射側空気層の複素比誘電率、ε_{r0}：入射側空気層の複素比透磁率、θ_0：入射角［ｒａｄ］、μ_{rn+1}：出射側空気層の複素比誘電率、ε_{rn+1}：出射側空気層の複素比透磁率、θ_{n+1}：出射角［ｒａｄ］）

[0055] また、ＴＭ波の特性行列、透過係数、及び反射係数については、以下式を用いて特性行列、透過係数ｔ、反射係数ｒを計算し、そこからＴＭ波の透過率、反射率を計算できる。

[数11]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

$$t=\frac{2p_0}{(m_{11}+m_{12}p_{n+1})p_0+(m_{21}+m_{22}p_{n+1})}$$

$$r=\frac{(m_{11}+m_{12}p_{n+1})p_0-(m_{21}+m_{22}p_{n+1})}{(m_{11}+m_{12}p_{n+1})p_0+(m_{21}+m_{22}p_{n+1})}$$

$$p_0=\sqrt{\frac{\mu_{r0}}{\varepsilon_{r0}}}\cos\theta_0\qquad p_{n+1}=\sqrt{\frac{\mu_{rn+1}}{\varepsilon_{rn+1}}}\cos\theta_{n+1}$$

（μ_{r0}：入射側空気層の複素比誘電率、ε_{r0}：入射側空気層の複素比透磁率、θ_0：入射角［ｒａｄ］、μ_{rn+1}：出射側空気層の複素比誘電率、ε_{rn+1}：出射側空気層の複素比透磁率、θ_{n+1}：出射角[ｒａｄ]、ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率）

[0056] 本実施形態のカバーにおいて、少なくとも１層の密度は、０．９０ｇ／ｃｍ^{3}未満であることが好ましく、より好ましくは０．７５ｇ／ｃｍ^{3}未満、更に好ましくは０．５０ｇ／ｃｍ^{3}未満である。少なくとも１層の密度が上記範囲であると、複素屈折率n_iの大きさN_iが小さくなり、界面反射を低減できると共に、電波透過率の入射角度依存性が低減する。また、少なくとも１層の密度は、機械強度の観点から、０．０３ｇ／ｃｍ^{3}以上であることが好ましく、より好ましくは０．０５ｇ／ｃｍ^{3}以上、更に好ましくは０．１０ｇ／ｃｍ^{3}以上である。

なお、各層の密度は、具体的には、後述の実施例に記載の方法により求めることができる。

[0057] 本実施形態のカバーの構成は、各層の複素屈折率、密度、比誘電率、誘電正接等を調整し、電波透過率の入射角度依存性が小さくする観点から、密度及び比誘電率が高い樹脂板単層であるよりも、少なくとも１層の発泡体を含むことが好ましく、例えば発泡体単層からなる単層体や、密度の異なる複数の層からなる積層体、樹脂層と発泡体層との積層体、あるいは樹脂層／発泡体層／樹脂層のサンドイッチ構造の積層体であることが好ましい。

密度の異なる複数の層からなる積層体としては、例えば、密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ未満である層を少なくとも１層と、密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ以上である層を少なくとも１層含むものが挙げられる。

また、カバーが密度の異なる複数の層からなる場合、機械的強度を高める観点から、電波を送受信する電子機器に備え付けた際に外表面を構成する表層が密度の高い層であることが好ましく、最も密度の高い層であることがより好ましい。例えば、上述の密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ未満である層を少なくとも１層と、密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ以上である層を少なくとも１層含む積層体である場合、密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ以上である層のうちの少なくとも１層が、外表面を構成する表層であることが好ましく、密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ以上である層のうちの最も密度の高い層が外表面を構成する表層であることがより好ましい。

[0058]（カバー各層の難燃性）

本実施形態のカバーの各層は、特に発泡体である場合、一般に空気を含むため燃えやすく、カバーとして用いる場合には特に難燃性が重要である。そのため、カバーの各層は、厚みを発泡体層の場合は５．０ｍｍ、樹脂層の場合は１．０ｍｍとして、ＵＬ９４垂直燃焼試験に基づき測定した難燃レベルが、Ｖ－２以上であることが好ましく、より好ましくはＶ－１以上、更に好ましくはＶ－０である。

各層の難燃性は、製造時に樹脂の種類や樹脂とともに用いる難燃剤の種類及び含有量等を調整することにより変化させることができる。カバーが高い難燃性を備えることにより、仮に電波を送受信する電子機器において短絡（ショート）や爆発等により燃焼が生じたとしても、燃焼の広がりを抑制することができる。

なお、ＵＬ９４規格による断熱層の難燃性は、具体的には実施例に記載の方法により測定することができる。

[0059]（カバー各層の比誘電率及び誘電正接ｔａｎδ）

本実施形態のカバーの各層は、本実施形態の発泡体において、特定の電波の周波数における比誘電率が、１．００～３．００であることが好ましく、１．００～２．５０であることがより好ましく、１．００～２．００であることが更に好ましい。

また、本実施形態のカバーの各層は、特定の電波の周波数における誘電正接ｔａｎδが、０．０５以下であることが好ましく、０．０１以下であることがより好ましく、０．００５以下であることが更に好ましい。

カバーの各層に用いられる基材樹脂の比誘電率及び誘電正接ｔａｎδを下げる方法としては、未発泡樹脂の密度が低いもの、未発泡樹脂の極性が低いもの、分子鎖末端極性基が少ないもの等を基材樹脂として選定することが挙げられる。この観点から特に好適な樹脂としては、ポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリフェニレンエーテル系樹脂、ポリイミド系樹脂、フッ素系樹脂、高分子液晶樹脂、ポリフェニレンサルファイド系樹脂等が挙

げられる。中でも、加工性、コスト、難燃性の観点も考慮すると、ポリオレフィン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリフェニレンエーテル系樹脂が好ましい。

なお、比誘電率及び誘電正接ｔａｎδは、具体的には実施例に記載の方法により測定することができる。

[0060]（発泡体層の気泡径）

本実施形態のカバーは、発泡体層を含む場合、各発泡体層の１０体積％以上において、発泡体が発泡粒子からなる発泡体以外の発泡体である場合は、発泡体の表面と接している気泡の径の平均値Ａに対する、発泡体の表面から厚み方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡の径の平均値Ｂの割合（Ｂ／Ａ）が、０．３以上３．０未満であることが好ましい。

また、各発泡体層の１０体積％以上において、発泡体が発泡粒子からなる発泡体である場合は、発泡体の表面から厚み方向に１０～９０％の範囲に含まれる発泡粒子について、発泡粒子の表面と接している気泡の径の平均値Ａ’に対する、発泡粒子の表面から径方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡の径の平均値Ｂ’の割合（Ｂ’／Ａ’）が、０．３以上３．０未満であることが好ましい。

上記気泡径の関係を満たす部分の体積割合は、好ましくは各発泡体層の１０体積％以上であり、より好ましくは各発泡体層の２０体積％以上であり、更に好ましくは各発泡体層の２５体積％以上である。体積割合が上記範囲であると、電波を送受信する電子機器にカバーを備え付けた際に、上記気泡径の関係を満たす部分が、電波が透過する部分を十分に構成することができる。

[0061]（（発泡体中の気泡の表層気泡径及び中央部気泡径））

本明細書において、「発泡体の表面と接している気泡」（表層気泡）とは、発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡体中にその全体が含まれる気泡のうち、気泡の輪郭線の一部が、発泡体の表面を示す線と一致する気泡のことを指す。

また、本明細書において、「発泡体の表面から厚み方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡」（中央部気泡）とは、発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡体中にその全体が含まれる気泡のうち、発泡体の厚みを１００％として発泡体の表面から２０～８０％の厚みの範囲内にその少なくとも一部が含まれ、且つ、発泡体の表面と接していない（表層気泡ではない）気泡のことを指す。

なお、気泡径の測定は、発泡体を厚み方向に切断した断面を走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いて観察したときに、気泡の輪郭線上の２点を結ぶ線分の長さのうち、最も長い線分をその気泡の径として測定する。

表層気泡径の平均値Ａは、少なくとも１５個の表層気泡の径を測定し、その測定値を平均した値とする。また、中央部気泡径の平均値Ｂは、少なくとも３０個の中央部気泡の径を測定し、その測定値を平均した値とする。

表層気泡径及び中央部気泡径は、具体的には実施例に記載の方法により測定することができる。

[0062] 本実施形態の発泡体は、発泡粒子からなる発泡体（ビーズ発泡体）以外の発泡体（例えば、押出発泡体、射出発泡体、延伸発泡体、溶剤抽出発泡体等）である場合に、表層気泡径の平均値Ａに対する中央部気泡径の平均値Ｂの割合（Ｂ／Ａ）が、０．３以上３．０以下であることが好ましく、より好ましくは０．５以上２．０未満であり、更に好ましくは０．６～１．８である。Ｂ／Ａが上記範囲である発泡体は、発泡性が均一であるため誘電率の均一性に優れ、電波の屈折や散乱を低減することができる。

[0063] （（発泡粒子中の気泡の最外層気泡径及び中心気泡径））

本明細書において、「発泡粒子の表面と接している気泡」（最外層気泡）とは、発泡粒子からなる発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡粒子の表面を示す線（発泡粒子の輪郭線）で囲まれる各発泡粒子全体が発泡体の表面から厚み方向に１０～９０％の範囲に含まれる発泡粒子について、各発泡粒子中にその全体が含まれる気泡のうち、気泡の輪郭線の一部が、発泡粒子の表面を示す線（発泡粒子の輪郭線）と一致する気泡のことを

指す。

また、本明細書において、「発泡粒子の表面から径方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡」（中心気泡）とは、発泡粒子からなる発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡粒子の表面を示す線（発泡粒子の輪郭線）で囲まれる各発泡粒子全体が発泡体の表面から厚み方向に１０～９０％の範囲に含まれる発泡粒子について、各発泡粒子中にその全体が含まれる気泡のうち、発泡粒子の径を１００％として発泡粒子の表面から２０～８０％の径の範囲内にその少なくとも一部が含まれ、且つ、発泡粒子の表面と接していない（最外層気泡ではない）気泡のことを指す。

なお、発泡粒子からなる発泡体とは、発泡体における発泡粒子（予備発泡粒子由来のもの）が５０質量％以上であるものとする。

発泡粒子からなる発泡体は、発泡粒子中に存在する気泡以外は中実であり、発泡粒子間に空間（気泡）は生じないものとしてよい。

[0064] 気泡径の測定は、発泡体を厚み方向に切断した断面を走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）を用いて観察したときに、断面画像から鮮明に全体を観察可能な気泡のみを対象とし、気泡の輪郭線上の２点を結ぶ線分の長さのうち、最も長い線分をその気泡の径として測定する。

最外層気泡径の平均値Ａ’は、少なくとも１５個の表層気泡の径を測定し、その測定値を平均した値とする。また、中心気泡径の平均値Ｂ’は、少なくとも３０個の中央部気泡の径を測定し、その測定値を平均した値とする。

最外層気泡径及び中心気泡径は、具体的には実施例に記載の方法により測定することができる。

[0065] 本実施形態の発泡体は、発泡粒子からなる発泡体である場合に、最外層気泡径の平均値Ａ’に対する中心気泡径の平均値Ｂ’の割合（Ｂ’／Ａ’）が、０．３以上３．０以下であることが好ましく、より好ましくは０．５以上２．０未満であり、更に好ましくは０．６～１．８である。Ｂ’／Ａ’が上記範囲である発泡体は、発泡性が均一であるため発泡体内部の誘電率の均一性に優れ、電波の屈折や散乱を低減することができる。

また、本実施形態の発泡体は、発泡粒子からなる発泡体である場合に、表層気泡径の平均値Ａに対する中心気泡径の平均値Ｂ’の割合（Ｂ’／Ａ）が、０．３以上３．０以下であることが好ましく、より好ましくは０．５以上２．０未満であり、更に好ましくは０．６～１．８である。Ｂ’／Ａが上記範囲である発泡体は、発泡性が均一であるため発泡体表面付近における誘電率の均一性に優れ、電波の屈折や散乱を低減することができる。

[0066]（（発泡体中の気泡の最大気泡径））

本実施形態のカバーは、発泡体層を含む場合、各発泡体層の１０体積％以上において、発泡体中の気泡の最大気泡径が１．５００ｍｍ以下であることが好ましく、より好ましくは１．３００ｍｍ以下であり、更に好ましくは１．０００ｍｍ以下であり、より更に好ましくは０．８００ｍｍ以下であり、特に好ましくは０．５００ｍｍ以下である。高周波数帯では、波長に近い大きさの構造体が存在すると電波の散乱が生じるが、最大気泡径が１．５００ｍｍ以下であると、発泡体に含まれる気泡の径が小さいため、高周波数帯においても電波の散乱を低減することができる。特に、電波の波長に対して最大気泡径が小さいほど電波の散乱が起きにくくなる。

上記観点より、特定の電波の周波数における発泡体の最大気泡径／波長は、０．１５未満であることが好ましく、０．１２以下であることがより好ましく、０．１０以下であることが更に好ましい。

[0067] 本明細書において、発泡体中の気泡の「最大気泡径」とは、ビーズ発泡体以外の発泡体については、前述の発泡体の表層気泡径及び中央部気泡径の全ての測定値うち、最も大きい値とする。また、ビーズ発泡体については、前述の発泡体の表層気泡径、発泡粒子の最外層気泡径、及び中心気泡径の全ての測定値うち、最も大きい値とする。

最大気泡径は、具体的には実施例に記載の方法により測定することができる。

発泡体の最大気泡径を上記範囲に制御する方法としては、例えば、ビーズ発泡体の場合、前述のように基材樹脂へのガスの含浸圧の開放完了から加温

（発泡）開始までの時間を短縮することが挙げられ、これにより発泡する際の加温開始時における発泡粒子中のガスの含浸ムラを低減し、発泡体の気泡径を均一にすると共に、気泡径の増大を防ぐことができる。また、一般に、発泡体の最大気泡径を低減する方法としては、例えば、発泡工程における基材樹脂中の発泡剤の濃度を高めること、発泡剤が気体の場合には含浸工程において基材樹脂に含浸させる気体の圧力を高めたり温度を下げたりすること、発泡工程における発泡温度を調整すること、基材樹脂の表面張力を調整すること、基材樹脂のガラス転移温度を調整すること等が挙げられる。

[0068] 上記最大気泡径が１．５００ｍｍ以下である部分の体積割合は、好ましくは各発泡体層の１０体積％以上であり、より好ましくは各発泡体層の２０体積％以上であり、更に好ましくは各発泡体層の２５体積％以上である。体積割合が上記範囲であると、電波を送受信する電子機器にカバーを備え付けた際に、上記最大気泡径が１．５００ｍｍ以下である部分が、電波が透過する部分を十分に構成することができる。

[0069] ［電波を送受信する電子機器］

本実施形態の電波を送受信する電子機器は、上述の本実施形態のカバーを含むことを特徴とする。電波を送受信する電子機器において、本実施形態のカバーは、装置内部の機器（アンテナや制御基板等）を収容及び保護する筐体を構成する部材として用いられる。

本実施形態のカバーを備えることにより、通信品質が高く、通信範囲の広い電子機器となる。

実施例

[0070] 以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明は下記の実施例に何ら限定されるものではない。

[0071] 実施例及び比較例で用いた評価方法について以下に説明する。

[0072] （１）各層の密度

実施例及び比較例で得られたカバーの各層の作製方法を参考にして、３０ｍｍ角、１０ｍｍ厚さを目安に各層のサンプルを作製し、当該サンプルの質

量W［ｇ］を測定し、サンプル体積Ｖ［ｃｍ^3］で除して密度（ｇ／ｃｍ^3）を算出した。

なお、上記切り出しが難しい場合には各実施例及び各比較例と同じ材料を準備してサンプル質量を測定し、水没法により体積を測定し、それぞれの値を使用して密度を算出してもよい。

[0073]（２）各層の比誘電率及び誘電正接ｔａｎδ

実施例及び比較例で得られたカバーの各層から４５０ｍｍ×４５０ｍｍ×１０ｍｍ厚みのサンプルを切り出し、準備した。

続いて、ＫＥＹＣＯＭ社製周波数変化法誘電率・誘電正接測定装置ＤＰＳ１０－０２の誘電体レンズ付き透過減衰測定治具に前記サンプルをセットし、室温（温度２６℃、湿度６０％）の条件において、透過減衰量と位相変化量を測定した。得られた結果とサンプルの厚みをもとに、透過減衰量と位相変化量の計算値と実測値とのフィッティングを実施し、最も良くフィッティングされたときの比誘電率、誘電正接を求めて、比誘電率、誘電正接の測定値とした。

[0074]（３）各層の複素屈折率n_iとその大きさN_i

実施例及び比較例で得られたカバーについて、下記式に従って、上記「（２）各層の比誘電率及び誘電正接ｔａｎδ」で得られた比誘電率及び誘電正接から各層の複素屈折率n_iを算出した。また、得られた複素屈折率n_iから、その大きさN_iを算出した。

[数12]

$$n_i = n_i' + jn_i'' = \sqrt{\varepsilon_{ri}\mu_{ri}}$$
$$\varepsilon_{ri} = \varepsilon_i' + j\varepsilon_i''$$
$$n_i' = \left\{\sqrt{2\varepsilon_i' + \sqrt{\varepsilon_i''^2 + 4\varepsilon_i'^2}}\right\}/2$$
$$n_i'' = \frac{\varepsilon_i''}{2n_i'}$$
$$\tan\delta = \frac{\varepsilon_i''}{\varepsilon_i'}$$

（n_i：第ｉ層目の複素屈折率、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、ｔａｎδ：誘電正接、ε_i'：比誘電率、ε_i''：比誘電損率）

[0075] （４）各層の難燃性

実施例及び比較例で得られたカバーの各層について、米国ＵＬ規格のＵＬ－９４垂直法（２０ｍｍ垂直燃焼試験）に準拠した試験を行い、難燃性の評価を行った。

以下に測定方法の詳細を示す。

各層から、長さ：１２５ｍｍ、幅：１３ｍｍ、厚さ：発泡体層は５．０ｍｍ、樹脂層は厚み１．０ｍｍの試験片を５本準備して用いた。試験片をクランプに垂直に取付け、２０ｍｍ炎による１０秒間接炎を２回行い、その燃焼挙動によりＶ－０、Ｖ－１、Ｖ－２の判定を行った。

Ｖ－０：１回目、２回目ともに有炎燃焼持続時間は１０秒以内、更に２回目の有炎燃焼持続時間と無炎燃焼時間の合計が３０秒以内、更に５本の試験片の有炎燃焼時間の合計が５０秒以内、固定用クランプの位置まで燃焼する試料がない、燃焼落下物による綿着火なし。

Ｖ－１：１回目、２回目ともに有炎燃焼持続時間は３０秒以内、更に２回目の有炎燃焼持続時間と無炎燃焼時間の合計が６０秒以内、更に５本の試験片の有炎燃焼時間の合計が２５０秒以内、固定用クランプの位置まで燃焼す

る試料がない、燃焼落下物による綿着火なし。

Ｖ－２：１回目、２回目ともに有炎燃焼持続時間は３０秒以内、更に２回目の有炎燃焼持続時間と無炎燃焼時間の合計が６０秒以内、更に５本の試験片の有炎燃焼時間の合計が２５０秒以内、固定用クランプの位置まで燃焼する試料がない、燃焼落下物による綿着火有り。

なお、上記Ｖ－０、Ｖ－１、Ｖ－２のいずれにも該当しないものは不適合（×）とした。

[0076] （５）発泡体層の発泡倍率

実施例及び比較例に記載の方法を参考にして、３０ｍｍ角、１０ｍｍ厚みを目安に発泡体を作製し、当該サンプルの質量Ｗ［ｇ］を測定し、サンプル体積Ｖ［ｃｍ^3］を質量Ｗで除した値（Ｖ／Ｗ）を発泡倍率（ｃｍ^3／ｇ）とした。

なお、上記切り出しが難しい場合には各実施例及び各比較例と同じ材料を準備してサンプル質量を測定し、水没法により体積を測定し、それぞれの値を使用して発泡倍率を算出してもよい。

[0077] （６）発泡体の最大気泡径、表層気泡径の平均値Ａ、及び中央部気泡径の平均値Ｂ、発泡粒子の最外層気泡径の平均値Ａ’及び中心気泡径の平均値Ｂ’

実施例及び比較例にて得られた発泡体を厚み方向に切断し、その断面をキーエンス社製３Ｄリアルサーフェスビュー顕微鏡ＶＥ－９８００を用いて倍率３０～４００倍の範囲で観察し、後述する発泡体の最大気泡径、表層気泡径の平均値Ａ及び中央部気泡径の平均値Ｂ、ビーズ発泡体中の発泡粒子の最外層気泡径の平均値Ａ’及び中心気泡径の平均値Ｂ’を求めた。得られた各値から、ビーズ発泡体以外の発泡体についてはＢ／Ａを、ビーズ発泡体についてはＢ’／Ａ’、Ｂ’／Ａを算出した。

なお、気泡径を測定する際には、断面画像から鮮明に全体を観察可能な気泡のみを測定対象とし、気泡の輪郭線上の２点を結ぶ線分の長さのうち、最も長い線分をその気泡の径として測定した。また、１つの断面画像内に下記の規定の個数以上の気泡が存在しない場合は、規定の個数以上となるまで断

面画像を追加して、測定を実施した。

（６－１）発泡体の最大気泡径

発泡体の最大気泡径（μｍ）は、ビーズ発泡体以外の発泡体については、下記の発泡体の表層気泡径及び中央部気泡径の全ての測定値うち、最も大きい値とした。また、ビーズ発泡体については、下記の発泡体の表層気泡径、発泡粒子の最外層気泡径、及び中心気泡径の全ての測定値うち、最も大きい値とした。

（６－２）発泡体の表層気泡径の平均値Ａ

発泡体の表層気泡径とは、断面画像において発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡体中にその全体が含まれる気泡のうち、気泡の輪郭線の一部が、発泡体の表面を示す線と一致する気泡のことを指す。この発泡体の表層気泡径を１５個以上測定し、その測定値を平均して平均値Ａ（μｍ）とした。

（６－３）発泡体の中央部気泡径の平均値Ｂ

発泡体の中央部気泡径とは、断面画像において発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡体中にその全体が含まれる気泡のうち、発泡体の厚みを１００％として発泡体の表面から２０～８０％の厚みの範囲内にその少なくとも一部が含まれ、且つ、発泡体の表面と接していない（表層気泡ではない）気泡のことを指す。この発泡体の中央部気泡径を３０個以上測定し、その測定値を平均して平均値Ｂ（μｍ）とした。

（６－４）発泡粒子の最外層気泡径の平均値Ａ’

発泡粒子からなる発泡体における発泡粒子の最外層気泡径とは、断面画像において発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡粒子の表面を示す線（発泡粒子の輪郭線）で囲まれる各発泡粒子全体が発泡体の表面から厚み方向に１０～９０％の範囲に含まれる発泡粒子について、気泡の輪郭線の一部が、発泡粒子の表面を示す線（発泡粒子の輪郭線）と一致する気泡を指す。この発泡粒子からなる発泡体における発泡粒子の最外層気泡径を１５個以上測定し、その測定値を平均して平均値Ａ’（μｍ）とした。

（６－５）発泡粒子の中心気泡径の平均値Ｂ’

発泡粒子からなる発泡体における発泡粒子の中心気泡径とは、断面画像において発泡体を厚み方向に切断した断面を観察したときに、発泡粒子の表面を示す線（発泡粒子の輪郭線）で囲まれる各発泡粒子全体が発泡体の表面から厚み方向に１０～９０％の範囲に含まれる発泡粒子について、発泡粒子の径を１００％として発泡粒子の表面から２０～８０％の径の範囲内にその少なくとも一部が含まれ、且つ、発泡粒子の表面と接していない（最外層気泡ではない）気泡を指す。この発泡粒子からなる発泡体における発泡粒子の中心気泡径を３０個以上測定し、その測定値を平均して平均値Ｂ’（μｍ）とした。

[0078] （７）カバーの電波透過率

実施例及び比較例で得られたカバーについて、２８ＧＨｚにおける正面透過率Ｘ（入射角０°）、入射角６０°でのＴＥ波の斜め透過率Ｙを、以下の方法に従って測定した。

まず、カバーから２００ｍｍ×２００ｍｍ×各厚みのサイズでサンプルを準備した。続いて、ＫＥＹＣＯＭ社製周波数変化法誘電率・誘電正接測定装置ＤＰＳ１０－０２の誘電体レンズ付き透過減衰測定治具に前記サンプルをセットし、室温（温度２６℃、湿度６０％）の条件において、透過減衰量を測定した。透過減衰量（ｄＢ）の測定結果から正面電波透過率Ｘ（％）を換算した。また、ＴＥ波の斜め透過率Ｙ（％）については、入射角が６０°となるようにサンプルを回転させて設置した上で、同様の方法にて測定を行った。入射角６０°でのＴＭ波の斜め透過率（％）も、上記方法を参考に、測定時の偏波方向を調整することで測定した。

なお、実施例１～２８及び比較例１～４については、上記のとおり周波数２８ＧＨｚで測定し、実施例３１～４４及び比較例１１～１４については、それぞれ表２に記載の周波数で測定した。周波数が２８ＧＨｚではない場合は、上記方法を参考に、サンプルサイズを調整して測定した。

また、実施例３、１０、１１、１３、２１、２７、２８、比較例１につい

ては、入射角３０°、４５°でのＴＥ波の斜め透過率、入射角３０°、４５°、６０°でのＴＭ波の斜め透過率についても、入射角が指定の値となるようにサンプルを回転させて設置し、上記方法と同様にして測定した。

また、一部については、実測値と計算値とで乖離が無い事を確認した上で、前記特性行列の各成分から反射係数、透過係数を計算し、透過率を算出した。

[0079]（８）カバーの電波反射率

実施例及び比較例で得られたカバーについて、正面反射率（入射角０°）、入射角６０°でのＴＥ波の斜め反射率を、上記「（７）カバーの電波透過率」の測定方法を参考に、反射減衰量を測定することで算出した。

なお、実施例１～２８及び比較例１～４については、周波数２８ＧＨｚで測定し、実施例３１～４４及び比較例１１～１４については、それぞれ表２に記載の周波数で測定した。

また、一部については、実測値と計算値とで乖離が無い事を確認した上で、前記特性行列の各成分から反射係数、透過係数を計算し、反射率を算出した。

[0080]（９）カバーの１ｍｍたわみ時の荷重

実施例６、１０、１１、１３、２１、２７、比較例１で得られたカバーについて、１ｍｍたわみ時の荷重（Ｎ）を、以下のとおり測定した。

まず、上記実施例及び比較例で得られたカバーから幅１０ｍｍ×長さ１００ｍｍ×各厚みのサンプルを切り出した。続いて、オートグラフ（島津製作所社製、ＡＧ－Ｘ　ｐｌｕｓ　シリーズＡＧ－５０ｋＮＰｌｕｓ）を用いて、スパン６４ｍｍ、荷重速度１０ｍｍ／分の条件で、サンプルについて３点曲げ試験を行った。初期の状態からサンプルが１ｍｍたわんだ時の荷重を測定し、カバーの１ｍｍたわみ時の荷重とした。

[0081]（１０）特性行列の式における正面方向（入射角０°）のm_{12}成分の大きさM_{12}とm_{21}成分の大きさM_{21}との差の絶対値（$|M_{12}-M_{21}|$）

実施例及び比較例で得られたカバーについて、各測定値に基づいて、下記

特性行列の式において、正面方向（入射角０°）におけるm_{12}成分の大きさM_{12}と、m_{21}成分の大きさM_{21}との差の絶対値（$|M_{12}-M_{21}|$）を求めた。

なお、Ｎ＝２以上のＮ層の積層体からなるカバーにおいて、１層目からＮ層目へ計算した場合のm_{12}成分、m_{21}成分の値を用いた。

[数13]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

なお、本実施例においては磁性体を用いていないため、上記各層の比透磁率は、１．０とした。また、各層の複素屈折率は、上記「（３）各層の複素屈折率n_iとその大きさN_i」で得られた値を用いた。

[0082] （１１）特性行列の式における入射角６０°のＴＥ波のm_{11}成分の大きさM_{11}

実施例及び比較例で得られたカバーについて、各測定値に基づいて、下記特性行列の式において、入射角６０°におけるＴＥ波のm_{11}成分の大きさ（絶対値）M_{11}を求めた。

なお、Ｎ＝２以上のＮ層の積層体からなるカバーにおいて、下記特性行列式のm_{11}成分は、１層目からＮ層目へ計算した場合と、Ｎ層目から１層目へ

計算した場合とで異なる場合があるが、その実数部の数値が大きい方を使用した。１層目からＮ層目へ計算した場合のｍ$_{11}$と、Ｎ層目から１層目へ計算した場合のｍ$_{11}$が一致する場合は、１層目からＮ層目へ計算した場合のｍ$_{11}$成分の値を用いた。

[数14]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、ｎ$_i$：第ｉ層目の複素屈折率、ｄ$_i$：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、ｎ$_0$：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

なお、本実施例においては磁性体を用いていないため、上記各層の比透磁率は、１．０とした。また、各層の複素屈折率は、上記「（３）各層の複素屈折率ｎ$_i$とその大きさＮ$_i$」で得られた値を用いた。

[0083] 実施例、比較例で用いた材料は以下のとおりである。

[0084] ［発泡体］

（１）発泡体２．５（発泡倍率２．５（ｃｍ^3／ｇ））

ポリフェニレンエーテル系樹脂（ＰＰＥ）としてＳ２０１Ａ（旭化成株式会社製）を６０質量％と、非ハロゲン系難燃剤としてビスフェノールＡ－ビス（ジフェニルホスフェート）（ＢＢＰ）を１５質量％と、ゴム濃度が６質量％の耐衝撃性ポリスチレン樹脂（ＨＩＰＳ）を１０質量％と、汎用ポリスチレン樹脂（ＰＳ）としてＧＰ６８５（ＰＳジャパン（株）製）を１５質量

％とを加え、押出機にて加熱溶融混練の後に押出し、基材樹脂ペレットを作製した。

特開平４－３７２６３０号公報の実施例１に記載の方法に準じ、基材樹脂ペレットを耐圧容器に収容し、容器内の気体を乾燥空気で置換した後、発泡剤として二酸化炭素（気体）を注入し、圧力３．０ＭＰａ、温度１０℃の条件下で３時間かけて基材樹脂ペレットに対して二酸化炭素を含浸させた後、圧力容器から取り出してすぐに基材樹脂ペレットを移送し、基材樹脂ペレットを発泡炉内で攪拌羽を７７ｒｐｍにて回転させながら最大１９０ｋＰａ・Ｇの加圧水蒸気により発泡し、発泡粒子を得た。

なお、前記発泡粒子の発泡工程において、圧力容器から取り出して加圧水蒸気により加熱を開始するまでの時間は１０秒であった。また、発泡粒子の炭化水素ガスの含有量を発泡直後にガスクロマトグラフィーにより測定したが、検出限界（０．０１質量％）以下であった。

その後、この発泡粒子を容器内に入れ、加圧空気を導入（０．４ＭＰａまで４時間かけて昇圧し、その後０．４ＭＰａで１６時間保持）することで、加圧処理を施した。これを、水蒸気孔を有する型内成形金型内に充填し、水蒸気で加熱して発泡粒子を相互に膨張・融着させた後、冷却し、成形金型より取り出して、発泡粒子からなる発泡体２．５（発泡倍率２．５（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（２）発泡体３（発泡倍率３（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を２００ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体３（発泡倍率３倍）を得た。

（３）発泡体３．５（発泡倍率３．５（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を２１０ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体３．５（発泡倍率３．５（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（４）発泡体５（発泡倍率５（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を２６０ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体５（発泡倍率５（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（５）発泡体１．５（発泡倍率１．５（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を１６０ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体１．５（発泡倍率１．５（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（６）発泡体１０（発泡倍率１０（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を３３０ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体１０（発泡倍率１０（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（７）発泡体５．８（発泡倍率５．８（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を２７０ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体５．８（発泡倍率５．８（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（８）発泡体７（発泡倍率７．０（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を２８０ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体７（発泡倍率７．０（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（９）発泡体２（発泡倍率２（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を１８０ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体７（発泡倍率２（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（１０）発泡体２．３（発泡倍率２．３（ｃｍ^3／ｇ））

二酸化炭素を含浸させた後の加熱工程において、加圧水蒸気の圧力を１８５ｋＰａ・Ｇとした以外は発泡体２．５と同様にして、発泡粒子からなる発泡体２．３（発泡倍率２．３（ｃｍ^3／ｇ））を得た。

（１１）発泡体ＥＥ１５

特開平４－３７２６３０号公報の実施例３記載の内容を参考に発泡温度を調整することで、最終的に得られる発泡体の倍率が１５．０（ｃｍ^3／ｇ）となるように、２次発泡粒子の製造工程における発泡粒子の内圧を調整し、得られた２次発泡粒子を用いて発泡体２．５の製造方法を参考にして成形し、発泡体ＥＥ１５（発泡倍率１５（ｃｍ^3／ｇ））を得た。得られた発泡粒子（２次発泡粒子）の炭化水素ガスの含有量を発泡直後に測定したが、検出限界（０．０１質量％）以下であった。

（１２）発泡体ＸＥ１０

特開２００６－０７７２１８号公報を参考に、以下の手順で発泡体を作製した。

まず、１５０ｍｍのバレル内径を有するスクリュー型押出機の供給領域に、９００ｋｇ／時間の速度で、低密度ポリエチレン（ＰＥ）（密度９２２ｋｇ／ｍ^3、ＭＩ＝７．０ｇ／１０分）を、この樹脂１００質量部に対し気泡核形成剤として１．２質量部のタルク粉末（粒径８．０μｍ）と０．８質量部のガス透過調整剤（ステアリン酸モノグリセリド）とともに供給した。押出機のバレル温度を１９０～２１０℃に調整し、押出機の先端に取り付けた発泡剤注入口からｎ－ブタン１００質量％からなる発泡剤をこの樹脂１００質量部に対し３質量部を圧入し、当該溶融樹脂組成物と混合して発泡性溶融混合物とした。

この発泡性溶融混合物を押出機の出口に取り付けた冷却装置で１０８℃まで冷却した後、約４．０ｍｍの平均厚みと約２２６ｍｍ幅の開口部形状を有するオリフィスプレートより、常温、大気圧下の雰囲気中に連続的に押し出して発泡させ、樹脂発泡体の引き取り速度を調整しながら成形して、厚み５２ｍｍ、幅５６０ｍｍ、長さ１０００ｍｍ、密度１００ｋｇ／ｍ^{3}の板状発泡体を得た。この樹脂発泡体中に含まれる炭化水素ガスの含有量は、２．４質量％であった。４０℃環境下で３か月保管し、炭化水素ガスの含有量が検出下限以下（０．０１質量％）となったことを確認した後に、発泡体ＸＥ１０（発泡倍率１０（ｃｍ^3／ｇ））を得た。なお、得られた発泡体は板状押出発

泡体であったため、切削、接着等の２次加工を行うことにより、カバーの作製に用いた。

[0085] ［樹脂板］

（１）４４２Ｚ

ザイロン４４２Ｚ（旭化成株式会社製）を型枠内に敷き詰め、温度３００℃、型締め力１０ＭＰａで熱プレス法により樹脂板を作製した。

（２）ＰＣ

ポリカーボネート（サビック社製レキサンＥＸＬ９３３０）を型枠内に敷き詰め、温度３００℃、型締め力１０ＭＰａで熱プレス法により樹脂板を作製した。

（３）３４０Ｚ

ザイロン３４０Ｚ（旭化成株式会社製）を型枠内に敷き詰め、温度３００℃、型締め力１０ＭＰａで熱プレス法により樹脂板を作製した。

[0086] （実施例１）

第１層に発泡体２．５（厚み３ｍｍ）、第２層に発泡体３（厚み３ｍｍ）を用い、両層の接合面をヒートガンで温めながら貼合することにより、カバー（３００ｍｍ×３００ｍｍ×厚み６ｍｍ）を得た。

得られたカバーについて、各物性の測定結果を表１に示す。

[0087] （実施例２～２８、比較例１～４）

各層の材料、厚み、層数等を表１に示すとおりに変更したこと以外は、実施例１と同様にしてカバーを得た。

得られたカバーについて、各物性の測定結果を表１に示す。

なお、実施例３、１０、１１、１３、２１、２７、２８、比較例１について、上述のとおり、入射角３０°、４５°でのＴＥ波の斜め透過率、入射角３０°、４５°、６０°でのＴＭ波の斜め透過率についても測定した。

また、実施例３、１０、１１、１３、２１、２７、比較例１は、それぞれ各層の厚み比は変更せずにカバー全体の厚みを１ｍｍ増、１ｍｍ減としたカバーも作製し、表１に示すとおり、各種物性値を求めた。

[0088]（実施例３１～４４、比較例１１～１４）

各層の材料、厚み、層数等を表２に示すとおりに変更したこと以外は、実施例１と同様にしてカバーを得た。

得られたカバーについて、各物性の測定結果を表２に示す。

なお、上述のとおり、実施例３１～４４及び比較例１１～１４の電波透過率、電波反射率は、それぞれ表２に記載の周波数にて測定した。

[0089]（参考例１）

基材樹脂ペレットから発泡粒子を製造する際に、含浸圧の開放を完了した時点から加温（加圧蒸気の導入）開始までの時間を６００秒へ変更したこと以外は、発泡体１０と同様の方法にて倍率１０倍の発泡体を作製した。

得られた発泡体の最大気泡径は１７４５μｍであり、Ｂ’／Ａ、Ｂ’／Ａ’はそれぞれ、０．０３、０．０４だった。

[0090] 表１－１～表１－４は、周波数２８ＧＨｚにおける電波透過率及びその他測定結果を示す。表２－１、表２－２は、様々な周波数における電波透過率及びその他測定結果を示す。

[表1-1]

				実施例									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
カバー	第1層	材料	−	発泡体2.5	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体2.5	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体2.5	発泡体3	発泡体3	442Z
		厚みd_1	m	0.0030	0.0050	0.0050	0.0030	0.0020	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0003
		密度	g/cm^3	0.40	0.29	0.29	0.40	0.29	0.29	0.40	0.33	0.33	1.10
		比誘電率	−	1.60	1.41	1.41	1.60	1.41	1.41	1.60	1.49	1.49	2.50
		誘電正接	−	0.00405	0.00313	0.00313	0.00405	0.00313	0.00313	0.00405	0.00353	0.00353	0.00438
		複素屈折率の大きさN_1	−	1.263	1.190	1.190	1.263	1.190	1.190	1.263	1.220	1.220	1.581
		$d_1\times N_1\div\lambda_0$	−	0.354	0.555	0.555	0.354	0.222	0.333	0.354	0.342	0.342	0.044
		難燃レベル	−	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
		B/A	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		B'/A	−	0.66	0.61	0.61	0.66	0.61	0.61	0.66	0.65	0.65	−
		B'/A'	−	1.19	1.11	1.11	1.19	1.11	1.11	1.19	1.25	1.25	−
		最大気泡径	μm	313	287	287	313	287	287	313	305	305	−
	第2層	材料	−	発泡体3	発泡体5	発泡体5	発泡体5	発泡体5	発泡体5	発泡体3.5	発泡体10	発泡体5.8	発泡体10
		厚みd_2	m	0.0030	0.0040	0.0030	0.0030	0.0020	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0027
		密度	g/cm^3	0.33	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.29	0.10	0.17	0.10
		比誘電率	−	1.49	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.41	1.14	1.24	1.14
		誘電正接	−	0.00353	0.00234	0.00234	0.00234	0.00234	0.00234	0.00313	0.00140	0.00206	0.00140
		複素屈折率の大きさN_2	−	1.220	1.134	1.134	1.134	1.134	1.134	1.190	1.068	1.115	1.068
		$d_2\times N_2\div\lambda_0$	−	0.342	0.423	0.318	0.318	0.212	0.318	0.333	0.299	0.313	0.269
		難燃レベル	−	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
		B/A	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		B'/A	−	0.65	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.61	0.91	0.78	0.91
		B'/A'	−	1.25	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.11	0.78	1.16	0.78
		最大気泡径	μm	305	78	78	78	78	78	267	103	126	103
	Λ		−	0.20	0.02	0.13	0.17	0.066	0.15	0.19	0.14	0.15	0.19
	正面方向透過率X		%	95.0	98.3	97.8	96.0	98.7	97.5	95.0	97.2	97.0	98.2
	TE波の斜め透過率（入射角: 30° ）		%	−	−	98.0	−	−	−	−	−	−	97.2
	TE波の斜め透過率（入射角: 45° ）		%	−	−	93.7	−	−	−	−	−	−	94.9
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	95.8	87.4	94.1	91.1	82.5	94.1	95.8	85.3	91.2	87.8
	TM波の斜め透過率（入射角: 30° ）		%	−	−	97.6	−	−	−	−	−	−	98.6
	TM波の斜め透過率（入射角: 45° ）		%	−	−	98.0	−	−	−	−	−	−	99.2
	TM波の斜め透過率（入射角: 60° ）		%	−	−	97.3	−	−	−	−	−	−	98.8
	(100-正面透過率X) ×(100-斜め透過率Y)		−	20.8	21.9	13.1	35.7	23.2	14.7	20.8	41.6	26.6	21.9
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	-0.8	10.9	3.6	4.9	16.1	3.4	-0.8	11.9	5.8	10.4
	正面方向反射率		%	3.4	0.0	0.7	2.7	0.6	1.5	3.4	1.8	1.9	1.4
	TE波の斜め反射率（入射角: 60° ）		%	1.9	10.2	3.5	7.1	16.5	4.5	1.9	13.4	7.3	11.5
	$\lvert$空気の屈折率-第1層の複素屈折率の大きさ$N_1\rvert$		−	0.263	0.190	0.190	0.263	0.190	0.190	0.263	0.220	0.220	0.581
	$\lvert$第1層の複素屈折率の大きさN_1-第2層の複素屈折率の大きさ$N_2\rvert$		−	0.043	0.056	0.056	0.130	0.056	0.056	0.074	0.153	0.105	0.513
	$\lvert$第2層の複素屈折率の大きさN_2-空気の屈折率$\rvert$		−	0.220	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.190	0.068	0.115	0.068
	幅10mmにおける1mmたわみ時の荷重		N	−	−	−	−	−	6.5	−	−	−	0.5
	$\lvert$特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさ$M_{21}\rvert$（入射角: 0° ）		−	0.37	0.00	0.17	0.29	0.12	0.24	0.37	0.17	0.24	0.09
	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		−	0.93	0.50	0.79	0.78	0.18	0.82	0.88	0.62	0.75	0.44
カバーの厚みを＋1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		−	−	−	0.50	−	−	−	−	−	−	0.10
	$\lvert$特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさ$M_{21}\rvert$（入射角: 0° ）		−	−	−	0.01	−	−	−	−	−	−	0.12
	正面方向透過率X		%	−	−	98.2	−	−	−	−	−	−	97.8
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	−	−	88.1	−	−	−	−	−	−	86.6
	(100-正面透過率X) ×(100-斜め透過率Y)		−	−	−	21.8	−	−	−	−	−	−	28.9
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	−	−	10.0	−	−	−	−	−	−	11.2
	Λ		−	−	−	0.02	−	−	−	−	−	−	0.082
カバーの厚みを－1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		−	−	−	0.80	−	−	−	−	−	−	0.74
	$\lvert$特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさ$M_{21}\rvert$（入射角: 0° ）		−	−	−	0.25	−	−	−	−	−	−	0.19
	正面方向透過率X		%	−	−	97.1	−	−	−	−	−	−	98.4
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	−	−	97.1	−	−	−	−	−	−	92.0
	(100-正面透過率X) ×(100-斜め透過率Y)		−	−	−	8.3	−	−	−	−	−	−	12.8
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	−	−	0.0	−	−	−	−	−	−	6.4
	Λ		−	−	−	0.24	−	−	−	−	−	−	0.21

[0091]

[表1-2]

				実施例									
				11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
カバー	第1層	材料	−	発泡体3.5	発泡体5	発泡体7	発泡体2	発泡体2	発泡体10	発泡体10	発泡体3	発泡体7	発泡体3.5
		厚みd_1	m	0.0050	0.0040	0.0050	0.0030	0.0020	0.0050	0.0040	0.0030	0.0030	0.0050
		密度	g/cm^3	0.29	0.20	0.14	0.50	0.50	0.10	0.10	0.33	0.14	0.29
		比誘電率	−	1.41	1.25	1.20	1.76	1.76	1.14	1.14	1.49	1.20	1.41
		誘電正接	−	0.00313	0.00290	0.00175	0.00477	0.00477	0.00140	0.00140	0.00353	0.00175	0.00313
		複素屈折率 の大きさN_1	−	1.190	1.118	1.096	1.326	1.328	1.068	1.068	1.220	1.096	1.190
		$d_1\times N_1\div\lambda_0$	−	0.555	0.418	0.512	0.372	0.248	0.499	0.399	0.342	0.307	0.555
		難燃レベル	−	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
		B/A	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		B'/A	−	0.61	0.61	0.70	0.61	0.61	0.91	0.91	0.65	0.70	0.61
		B'/A'	−	1.11	1.29	1.17	1.25	1.25	0.78	0.78	1.25	1.17	1.11
		最大気泡径	μm	287	78	122	363	363	103	103	305	122	287
	第2層	材料	−	−	−	−	発泡体3	発泡体3	発泡体3	発泡体3	発泡体10	発泡体3	発泡体5
		厚みd_2	m	−	−	−	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0050
		密度	g/cm^3	−	−	−	0.33	0.33	0.33	0.33	0.10	0.33	0.20
		比誘電率	−	−	−	−	1.49	1.49	1.49	1.49	1.14	1.49	1.28
		誘電正接	−	−	−	−	0.00353	0.00353	0.00353	0.00353	0.00140	0.00353	0.00234
		複素屈折率 の大きさN_2	−	−	−	−	1.220	1.220	1.220	1.220	1.068	1.220	1.134
		$d_2\times N_2\div\lambda_0$	−	−	−	−	0.342	0.342	0.342	0.342	0.299	0.342	0.529
		難燃レベル	−	−	−	−	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
		B/A	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		B'/A	−	−	−	−	0.65	0.65	0.65	0.65	0.91	0.65	0.81
		B'/A'	−	−	−	−	1.25	1.25	1.25	1.25	0.78	1.25	1.29
		最大気泡径	μm	−	−	−	305	305	305	305	103	305	78
	Λ		−	0.055	0.082	0.012	0.214	0.090	0.159	0.241	0.141	0.149	0.085
	正面方向透過率X		%	98.5	98.9	99.4	93.0	95.7	96.1	96.1	97.2	97.1	97.5
	TE波の斜め透過率(入射角: 30°)		%	98.8	−	99.3	−	−	−	−	−	−	−
	TE波の斜め透過率(入射角: 45°)		%	97.6	−	98.2	−	−	−	−	−	−	−
	TE波の斜め透過率Y(入射角: 60°)		%	88.0	88.0	92.1	94.3	90.0	87.9	88.6	85.3	89.0	82.1
	TM波の斜め透過率(入射角: 30°)		%	98.8	−	99.3	−	−	−	−	−	−	−
	TM波の斜め透過率(入射角: 45°)		%	98.6	−	99.3	−	−	−	−	−	−	−
	TM波の斜め透過率(入射角: 60°)		%	97.5	−	98.0	−	−	−	−	−	−	−
	(100-正面透過率X)×(100-斜め透過率Y)		−	17.6	12.6	4.5	39.6	43.0	47.0	43.9	41.6	31.6	44.8
	正面透過率X−斜め透過率Y		%	10.6	11.0	7.3	-1.3	5.7	8.2	7.5	11.9	8.2	15.4
	正面方向反射率		%	0.3	0.3	0.0	5.2	2.8	2.7	2.8	1.8	1.8	0.6
	TE波の斜め反射率(入射角: 60°)		%	10.6	10.9	7.0	3.0	8.0	10.0	9.6	13.4	9.4	15.4
	$\lvert$空気の屈折率-第1層の複素屈折率の大きさ$N_1\rvert$		−	0.190	0.118	0.096	0.326	0.328	0.068	0.068	0.220	0.096	0.190
	$\lvert$第1層の複素屈折率の大きさN_1-第2層の複素屈折率の大きさ$N_2\rvert$		−	−	−	−	0.107	0.107	0.153	0.153	0.153	0.124	0.056
	$\lvert$第N層[※]の複素屈折率の大きさN_N-空気の屈折率$\rvert$		−	0.190	0.118	0.096	0.220	0.220	0.220	0.220	0.068	0.220	0.134
	幅10mmにおける1mmたわみ時の荷重		N	2.3	−	1.3	−	−	−	−	−	−	−
	$\lvert$特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさ$M_{21}\rvert$(入射角: 0°)		−	0.12	0.11	0.01	0.46	0.31	0.34	0.31	0.17	0.21	0.16
	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}(入射角: 60° TE波)		−	0.73	0.09	0.39	0.85	0.77	0.72	0.72	0.62	0.70	0.11
カバーの厚みを+1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}(入射角: 60° TE波)		−	0.96	−	0.71	−	−	−	−	−	−	−
	$\lvert$特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさ$M_{21}\rvert$(入射角: 0°)		−	0.30	−	0.12	−	−	−	−	−	−	−
	正面方向透過率X		%	96.5	−	99.0	−	−	−	−	−	−	−
	TE波の斜め透過率Y(入射角: 60°)		%	98.2	−	94.8	−	−	−	−	−	−	−
	(100-正面透過率X)×(100-斜め透過率Y)		−	13.3	−	5.4	−	−	−	−	−	−	−
	正面透過率X−斜め透過率Y		%	0.292	−	4.174	−	−	−	−	−	−	−
	Λ		−	0.167	−	0.114	−	−	−	−	−	−	−
カバーの厚みを-1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}(入射角: 60° TE波)		−	0.34	−	0.01	−	−	−	−	−	−	−
	$\lvert$特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさ$M_{21}\rvert$(入射角: 0°)		−	0.12	−	0.10	−	−	−	−	−	−	−
	正面方向透過率X		%	98.8	−	99.3	−	−	−	−	−	−	−
	TE波斜め透過率Y(入射角: 60°)		%	80.4	−	91.2	−	−	−	−	−	−	−
	(100-正面透過率X)×(100-斜め透過率Y)		−	23.8	−	6.0	−	−	−	−	−	−	−
	正面透過率X−斜め透過率Y		%	18.342	−	3.122	−	−	−	−	−	−	−
	Λ		−	0.056	−	0.091	−	−	−	−	−	−	−

※「第N層」は、実施例11～13においては「第1層」、実施例14～20においては「第2層」を意味する。

[0092]

[表1-3]

				実施例							
				21	22	23	24	25	26	27	28
カバー	第1層	材料	−	340Z	442Z	発泡体3.5	発泡体3	発泡体3	発泡体3.5	442Z	442Z
		厚みd_1	m	0.0005	0.0003	0.0025	0.0030	0.0030	0.0015	0.0005	0.0005
		密度	g/cm^3	1.10	1.10	0.29	0.33	0.33	0.29	1.10	1.10
		比誘電率	−	2.58	2.50	1.41	1.49	1.49	1.41	2.50	2.50
		誘電正接	−	0.00450	0.00438	0.00313	0.00353	0.00353	0.00313	0.00438	0.00438
		複素屈折率 の大きさN_1	−	1.606	1.581	1.190	1.220	1.220	1.190	1.581	1.581
		$d_1 \times N_1 \div \lambda_0$	−	0.075	0.044	0.278	0.342	0.342	0.167	0.074	0.074
		難燃レベル	−	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
		B/A	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		B'/A	−	−	−	0.61	0.65	0.65	0.61	−	−
		B'/A'	−	−	−	1.11	1.25	1.25	1.11	−	−
		最大気泡径	μm	−	−	287	305	305	287	−	−
	第2層	材料	−	発泡体10	発泡体7	発泡体5	発泡体EE15	発泡体XE10	発泡体5	発泡体7	発泡体3.5
		厚みd_2	m	0.0015	0.0027	0.0021	0.0030	0.0035	0.0015	0.0020	0.0020
		密度	g/cm^3	0.10	0.14	0.20	0.07	0.10	0.20	0.14	0.29
		比誘電率	−	1.14	1.20	1.28	1.09	1.12	1.28	1.20	1.41
		誘電正接	−	0.00140	0.00175	0.00234	0.00020	0.00020	0.00234	0.00175	0.00313
		複素屈折率 の大きさN_2	−	1.068	1.086	1.134	1.044	1.058	1.134	1.086	1.190
		$d_2 \times N_2 \div \lambda_0$	−	0.150	0.278	0.222	0.293	0.348	0.159	0.205	0.222
		難燃レベル	−	V-0	V-0	V-0	×	×	V-0	V-0	V-0
		B/A	−	−	−	−	−	1.560	−	−	−
		B'/A	−	0.91	0.70	0.81	1.09	−	0.81	0.70	0.81
		B'/A'	−	0.78	1.17	1.29	1.16	−	1.29	1.17	1.11
		最大気泡径	μm	103	122	78	160	1439	78	122	287
	第3層	材料	−	発泡体2.3	−	−	−	−	−	442Z	442Z
		厚みd_3	m	0.003	−	−	−	−	−	0.0005	0.0005
		密度	g/cm^3	0.43	−	−	−	−	−	1.10	1.10
		比誘電率	−	1.65	−	−	−	−	−	2.50	2.50
		誘電正接	−	0.00431	−	−	−	−	−	0.00438	0.00438
		複素屈折率 の大きさN_3	−	1.286	−	−	−	−	−	1.581	1.581
		$d_3 \times N_3 \div \lambda_0$	−	0.380	−	−	−	−	−	0.074	0.074
		難燃レベル	−	V-0	−	−	−	−	−	V-0	V-0
		B/A	−	−	−	−	−	−	−	−	−
		B'/A	−	0.64	−	−	−	−	−	−	−
		B'/A'	−	1.28	−	−	−	−	−	−	−
		最大気泡径	μm	350	−	−	−	−	−	−	−
	Λ		−	0.085	0.179	0.000	0.134	0.188	0.175	0.148	0.130
	正面方向透過率X		%	92.2	98.1	98.9	97.2	96.9	97.6	99.2	98.9
	TE波の斜め透過率（入射角: 30° ）		%	93.0	−	−	−	−	−	98.5	97.3
	TE波の斜め透過率（入射角: 45° ）		%	95.3	−	−	−	−	−	94.6	91.8
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	95.8	85.1	84.4	82.0	86.1	82.7	80.1	74.3
	TM波の斜め透過率（入射角: 30° ）		%	96.3	−	−	−	−	−	99.0	98.5
	TM波の斜め透過率（入射角: 45° ）		%	98.1	−	−	−	−	−	99.0	98.8
	TM波の斜め透過率（入射角: 60° ）		%	97.3	−	−	−	−	−	98.2	97.3
	（100-正面透過率X）×（100-斜め透過率Y）		−	32.8	28.2	17.0	49.8	43.4	42.0	15.7	29.0
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	-3.5	13.0	14.5	15.2	10.7	14.8	19.1	24.8
	正面方向反射率		%	8.3	1.4	0.2	2.0	2.4	1.9	0.0	0.2
	TE波の斜め反射率（入射角: 60° ）		%	1.9	14.2	14.5	17.1	12.9	16.5	19.0	24.7
	｜空気の屈折率-第1層の複素屈折率の大きさN_1｜		−	0.606	0.581	0.190	0.220	0.220	0.190	0.581	0.581
	｜第1層の複素屈折率の大きさN_1-第2層の複素屈折率の大きさN_2｜		−	0.539	0.485	0.056	0.176	0.182	0.056	0.485	0.392
	｜第2層の複素屈折率の大きさN_2-第3層の複素屈折率の大きさN_3｜		−	0.218	−	−	−	−	−	0.485	0.392
	｜第N層※の複素屈折率の大きさN_N-空気の屈折率｜		−	0.286	0.096	0.134	0.044	0.058	0.134	0.581	0.581
	幅10mmにおける1mmたわみ時の荷重		N	9.9	−	−	−	−	−	5.4	−
	｜特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさM_{21}｜（入射角: 0° ）		−	0.42	0.13	0.00	0.13	0.24	0.27	0.00	0.09
	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		−	0.82	0.37	0.43	0.55	0.65	0.25	0.11	0.23
カバーの厚みを＋1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		−	0.83	−	−	−	−	−	0.67	−
	｜特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさM_{21}｜（入射角: 0° ）		−	0.50	−	−	−	−	−	0.11	−
	正面方向透過率X		%	88.4	−	−	−	−	−	90.2	−
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	86.9	−	−	−	−	−	96.2	−
	（100-正面透過率X）×（100-斜め透過率Y）		−	152.2	−	−	−	−	−	37.0	−
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	1.5	−	−	−	−	−	-6.0	−
	Λ		−	0.202	−	−	−	−	−	0.030	−
カバーの厚みを−1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		−	0.52	−	−	−	−	−	0.44	−
	｜特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさM_{21}｜（入射角: 0° ）		−	0.09	−	−	−	−	−	0.36	−
	正面方向透過率X		%	98.0	−	−	−	−	−	96.5	−
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	83.6	−	−	−	−	−	76.7	−
	（100-正面透過率X）×（100-斜め透過率Y）		−	33.3	−	−	−	−	−	82.6	−
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	14.4	−	−	−	−	−	19.7	−
	Λ		−	0.032	−	−	−	−	−	0.235	−

※「第N層」は、実施例22～26においては「第2層」、実施例21、27、28においては「第3層」を意味する。

[0093]

[表1-4]

				比較例			
				1	2	3	4
カバー	第1層	材料	―	PC	発泡体3.5	発泡体1.5	340Z
		厚みd_1	m	0.0030	0.0030	0.0030	0.0005
		密度	g/cm^3	1.19	0.29	0.67	1.10
		比誘電率	―	2.85	1.41	2.06	2.58
		誘電正接	―	0.00780	0.00313	0.00583	0.00450
		複素屈折率 の大きさN_1	―	1.688	1.190	1.435	1.606
		$d_1 \times N_1 \div \lambda_0$	―	0.473	0.333	0.402	0.075
		難燃レベル	―	V-0	V-0	V-0	V-0
		B/A	―	―	―	―	―
		B'/A	―	―	0.51	0.67	―
		B'/A'	―	―	1.11	1.19	―
		最大気泡径	μm	―	287	324	―
	第2層	材料	―	―	―	発泡体5	発泡体10
		厚みd_2	m	―	―	0.0030	0.0015
		密度	g/cm^3	―	―	0.20	0.10
		比誘電率	―	―	―	1.28	1.14
		誘電正接	―	―	―	0.00234	0.00140
		複素屈折率 の大きさN_2	―	―	―	1.134	1.068
		$d_2 \times N_2 \div \lambda_0$	―	―	―	0.318	0.150
		難燃レベル	―	―	―	V-0	V-0
		B/A	―	―	―	―	―
		B'/A	―	―	―	0.81	0.91
		B'/A'	―	―	―	1.29	0.78
		最大気泡径	μm	―	―	78	103
	第3層	材料	―	―	―	―	発泡体2.3
		厚みd_3	m	―	―	―	0.010
		密度	g/cm^3	―	―	―	0.43
		誘電率	―	―	―	―	1.65
		誘電正接	―	―	―	―	0.00431
		複素屈折率の大きさN_3	―	―	―	―	1.286
		$d_3 \times n_3 \div \lambda_0$	―	―	―	―	1.201
		難燃レベル	―	―	―	―	V-0
		B/A	―	―	―	―	―
		B'/A	―	―	―	―	0.64
		B'/A'	―	―	―	―	1.28
		最大気泡径	μm	―	―	―	350
	Λ		―	0.027	0.167	0.22	0.074
	正面方向透過率X		%	96.6	97.2	93.6	95.8
	TE波の斜め透過率（入射角: 30° ）		%	93.7	―	―	―
	TE波の斜め透過率（入射角: 45° ）		%	85.8	―	―	―
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	64.7	79.0	83.5	85.3
	TM波の斜め透過率（入射角: 30° ）		%	95.9	―	―	―
	TM波の斜め透過率（入射角: 45° ）		%	96.1	―	―	―
	TM波の斜め透過率（入射角: 60° ）		%	97.3	―	―	―
	（100-正面透過率X）×（100-斜め透過率Y）		―	118.6	59.7	106.1	62.4
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	32.0	18.1	10.1	10.5
	正面方向反射率		%	0.8	2.2	4.6	0.5
	TE波の斜め反射率（入射角: 60° ）		%	32.9	20.1	14.4	9.3
	｜空気の屈折率-第1層の複素屈折率の大きさN_1｜		―	0.688	0.190	0.435	0.606
	｜第1層の複素屈折率の大きさN_1-第2層の複素屈折率の大きさN_2｜		―	―	―	0.301	0.539
	｜第2層の複素屈折率の大きさN_2-第3層の複素屈折率の大きさN_3｜		―	―	―	―	0.218
	｜第N層の複素屈折率の大きさN_2-空気の屈折率｜		―	0.688	0.190	0.134	0.286
	幅10mmにおける1mmたわみ時の荷重		N	8.2	―	―	―
	｜特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさM_{21}｜（入射角: 0° ）		―	0.19	0.30	0.36	0.13
	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		―	0.83	0.13	0.67	1.15
カバーの厚みを+1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		―	0.97	―	―	―
	｜特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさM_{21}｜（入射角: 0° ）		―	0.80	―	―	―
	正面方向透過率X		%	83.5	―	―	―
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	85.6	―	―	―
	（100-正面透過率X）×（100-斜め透過率Y）		―	238.5	―	―	―
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	-2.1	―	―	―
	Λ		―	0.131	―	―	―
カバーの厚みを-1mmとした場合	特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}（入射角: 60° TE波）		―	0.13	―	―	―
	｜特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさM_{21}｜（入射角: 0° ）		―	1.00	―	―	―
	正面方向透過率X		%	78.8	―	―	―
	TE波の斜め透過率Y（入射角: 60° ）		%	38.0	―	―	―
	（100-正面透過率X）×（100-斜め透過率Y）		―	1313.5	―	―	―
	正面透過率X－斜め透過率Y		%	40.8	―	―	―
	Λ		―	0.185	―	―	―

※ 「第N層」は、比較例1、2においては「第1層」、比較例3は「第2層」、比較例4は「第3層」を意味する。

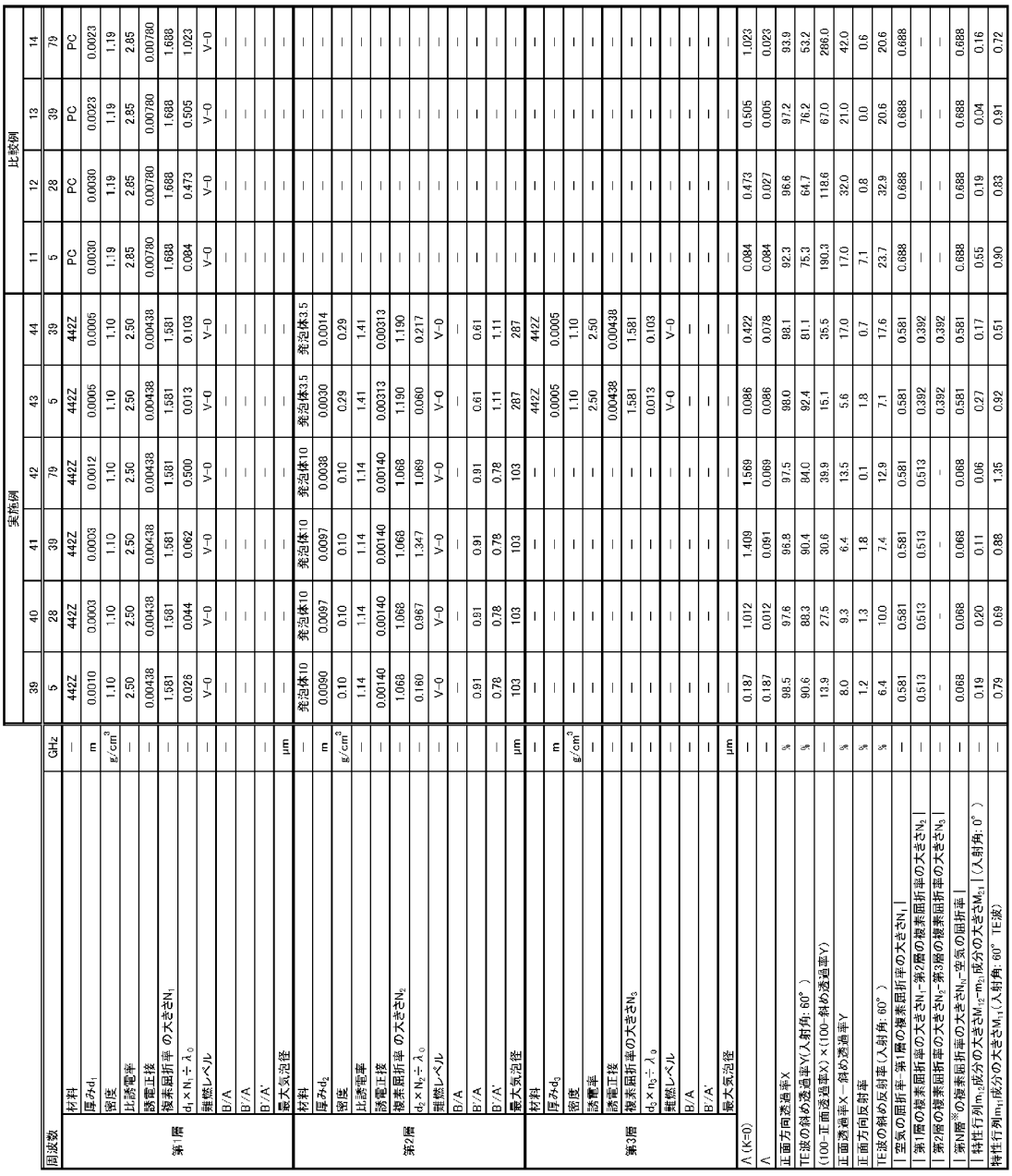
[0094] [表2-1]

周波数			GHz	実施例								
				31	32	33	34	35	36	37	38	
第1層	材料		—	5	28	39	79	5	28	39	79	
	厚みd_1		m	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体3.5	発泡体3.5	
	密度		g/cm^3	0.0050	0.0040	0.0050	0.0025	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	
	比誘電率		—	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	
	誘電正接		—	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	
	複素屈折率 の大きさN_1		—	0.00313	0.00313	0.00313	0.00313	0.00313	0.00313	0.00313	0.00313	
	$d_1 \times N_1 \div \lambda_0$		—	1.190	1.190	1.190	1.190	1.190	1.190	1.190	1.190	
	難燃レベル		—	0.099	0.444	0.774	0.784	0.099	0.555	0.774	1.567	
	B/A		—	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	
	B'/A		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B'/A'		—	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	
	最大気泡径		μm	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	
第2層	材料		—	287	287	287	287	287	287	287	287	
	厚みd_2		m	発泡体5	発泡体5	発泡体5	発泡体5	—	—	—	—	
	密度		g/cm^3	0.0050	0.0040	0.0050	0.0025	—	—	—	—	
	比誘電率		—	0.20	0.20	0.20	0.20	—	—	—	—	
	誘電正接		—	1.28	1.28	1.28	1.28	—	—	—	—	
	複素屈折率 の大きさN_2		—	0.00234	0.00234	0.00234	0.00234	—	—	—	—	
	$d_2 \times N_2 \div \lambda_0$		—	1.134	1.134	1.134	1.134	—	—	—	—	
	難燃レベル		—	0.095	0.423	0.737	0.747	—	—	—	—	
	B/A		—	V-0	V-0	V-0	V-0	—	—	—	—	
	B'/A		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	B'/A'		—	0.81	0.81	0.81	0.81	—	—	—	—	
	最大気泡径		μm	1.29	1.29	1.29	1.29	—	—	—	—	
				78	78	78	78	—	—	—	—	
Λ (K=0)			—	0.194	0.868	1.511	1.530	0.099	0.555	0.774	1.567	
Λ			—	0.194	0.132	0.011	0.030	0.099	0.055	0.226	0.067	
正面方向透過率X			%	97.7	97.4	97.2	97.1	98.8	98.5	95.7	96.4	
TE波の斜め透過率Y(入射角: 60°)			%	89.7	93.0	95.7	95.2	95.3	88.0	96.6	90.5	
(100-正面透過率X)×(100-斜め透過率Y)			—	23.9	18.3	12.2	13.8	5.8	17.6	14.6	33.7	
正面透過率X－斜め透過率Y			%	8.0	4.4	1.5	1.9	3.4	10.6	−1.0	5.9	
正面方向反射率			%	2.0	1.1	0.2	0.3	1.0	0.3	2.8	0.5	
TE波の斜め反射率(入射角: 60°)			%	9.7	4.7	0.1	0.5	4.2	10.6	0.9	4.7	
|空気の屈折率-第1層の複素屈折率の大きさN_1|		—	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	0.190	
|第1層の複素屈折率の大きさN_1-第2層の複素屈折率の大きさN_2|		—	0.056	0.056	0.056	0.056	—	—	—	—	
|第2層の複素屈折率の大きさN_2-第3層の複素屈折率の大きさN_3|		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
|第N層※の複素屈折率の大きさN_N-空気の屈折率|		—	0.134	0.134	0.134	0.134	0.190	0.190	0.190	0.190	
|特性行列m_{12}成分の大きさM_{12}-m_{21}成分の大きさM_{21}|(入射角: 0°)		—	0.28	0.22	0.01	0.05	0.20	0.12	0.34	0.14	
特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}(入射角: 60° TE波)			—	0.71	0.79	1.00	1.00	0.91	0.73	0.98	0.89	

※「第N層」は、実施例31~34においては「第2層」、実施例35~38においては「第1層」を意味する。

[0095]

[表2-2]



			実施例								比較例				
			39	40	41	42	43	44	11	12	13	14			
周波数		GHz	5	28	39	79	5	39	5	28	39	79			
第1層	材料	—	442Z	442Z	442Z	442Z	442Z	442Z	PC	PC	PC	PC			
	厚みd_1	m	0.0010	0.0003	0.0003	0.0012	0.0005	0.0006	0.0030	0.0030	0.0023	0.0023			
	密度	g/cm^3	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.19	1.19	1.19	1.19			
	比誘電率	—	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.85	2.85	2.85	2.85			
	誘電正接	—	0.00438	0.00438	0.00438	0.00438	0.00438	0.00438	0.00780	0.00780	0.00780	0.00780			
	複素屈折率 の大きさN_1	—	1.581	1.581	1.581	1.581	1.581	1.581	1.688	1.688	1.688	1.688			
	$d_1 \times N_1 \div \lambda_0$	—	0.026	0.044	0.062	0.500	0.013	0.103	0.084	0.473	0.505	1.023			
	難燃レベル	—	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0			
	B/A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	B'/A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	B'/A'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	最大気泡径	μm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
第2層	材料	—	発泡体10	発泡体10	発泡体10	発泡体10	発泡体3.5	発泡体3.5	—	—	—	—			
	厚みd_2	m	0.0090	0.0097	0.0097	0.0038	0.0030	0.0014	—	—	—	—			
	密度	g/cm^3	0.10	0.10	0.10	0.10	0.29	0.29	—	—	—	—			
	比誘電率	—	1.14	1.14	1.14	1.14	1.41	1.41	—	—	—	—			
	誘電正接	—	0.00140	0.00140	0.00140	0.00140	0.00313	0.00313	—	—	—	—			
	複素屈折率 の大きさN_2	—	1.068	1.068	1.068	1.068	1.190	1.190	—	—	—	—			
	$d_2 \times N_2 \div \lambda_0$	—	0.160	0.967	1.347	1.069	0.060	0.217	—	—	—	—			
	難燃レベル	—	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	—	—	—	—			
	B/A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	B'/A	—	0.91	0.91	0.91	0.91	0.61	0.61	—	—	—	—			
	B'/A'	—	0.78	0.78	0.78	0.78	1.11	1.11	—	—	—	—			
	最大気泡径	μm	103	103	103	103	287	287	—	—	—	—			
第3層	材料	—	—	—	—	—	442Z	442Z	—	—	—	—			
	厚みd_3	m	—	—	—	—	0.0005	0.0005	—	—	—	—			
	密度	g/cm^3	—	—	—	—	1.10	1.10	—	—	—	—			
	誘電率	—	—	—	—	—	2.50	2.50	—	—	—	—			
	誘電正接	—	—	—	—	—	0.00438	0.00438	—	—	—	—			
	複素屈折率の大きさN_3	—	—	—	—	—	1.581	1.581	—	—	—	—			
	$d_3 \times n_0 \div \lambda_0$	—	—	—	—	—	0.013	0.103	—	—	—	—			
	難燃レベル	—	—	—	—	—	V-0	V-0	—	—	—	—			
	B/A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	B'/A'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	最大気泡径	μm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
A (K=0)		—	0.187	1.012	1.409	1.569	0.086	0.422	0.084	0.473	0.505	1.023			
A		—	0.187	0.012	0.091	0.069	0.086	0.078	0.084	0.027	0.005	0.023			
正面方向透過率X		%	98.5	97.6	96.8	97.5	98.0	98.1	92.3	96.6	97.2	93.9			
TE波の斜め透過率Y(入射角: 60°)		%	90.6	88.3	90.4	94.0	92.4	81.1	75.3	64.7	76.2	53.2			
(100-正面透過率X)×(100-斜め透過率Y)		—	13.9	27.5	30.6	39.9	15.1	35.5	190.3	118.6	67.0	286.0			
正面透過率X－斜め透過率Y		%	8.0	9.3	6.4	13.5	5.6	17.0	17.0	32.0	21.0	42.0			
正面方向反射率		%	1.2	1.3	1.8	0.1	1.8	0.7	7.1	0.8	0.0	0.6			
TE波の斜め反射率(入射角: 60°)		%	6.4	10.0	7.4	12.9	7.1	17.6	23.7	32.9	20.6	20.6			
「空気の屈折率－第1層の複素屈折率の大きさN_1」		—	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.688	0.688	0.688	0.688			
「第1層の複素屈折率の大きさN_1－第2層の複素屈折率の大きさN_2」		—	0.513	0.513	0.513	0.513	0.392	0.392	—	—	—	—			
「第2層の複素屈折率の大きさN_2－第3層の複素屈折率の大きさN_3」		—	—	—	—	—	0.392	0.392	—	—	—	—			
「第N層※の複素屈折率の大きさN_n－空気の屈折率」		—	0.068	0.068	0.068	0.068	0.581	0.581	0.688	0.688	0.688	0.688			
「特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}－m_{11}成分の大きさ$2M_{11}$」(入射角: 0°)		—	0.19	0.20	0.11	0.06	0.27	0.17	0.55	0.19	0.04	0.16			
特性行列m_{11}成分の大きさM_{11}(入射角: 60°, TE波)		—	0.79	0.69	0.88	1.35	0.92	0.51	0.90	0.83	0.91	0.72			

※「第N層」は、39～42においては「第2層」、実施例43、44においては「第3層」、比較例11～14においては「第1層」を意味する。

産業上の利用可能性

[0096] 本発明のカバーは、正面方向（入射角０°）の電波に対して高い電波透過性を有し、且つ広範囲の入射角の電波に対しても高い電波透過性を示すため、高周波数帯の電波を送受信する電子機器のカバーとして好適に用いることができる。

請求の範囲

[請求項1] 樹脂を含み、下記式の関係を満たすことを特徴とする、高周波数帯の電波を送受信する電子機器のカバー。

（１００－正面透過率Ｘ）×（１００－斜め透過率Ｙ）＜５５

（正面透過率Ｘ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角０°での電波透過率（％）、斜め透過率Ｙ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角６０°でのＴＥ波の電波透過率（％））

[請求項2] Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であり、

下記特性行列の式において、正面方向（入射角０°）におけるm_{12}成分の大きさM_{12}と、m_{21}成分の大きさM_{21}との差の絶対値（$|M_{12}-M_{21}|$）が０．３５以下である、請求項１に記載のカバー。

特性行列の各成分は下記式より算出する。

[数1]

$$M=\prod_{i=1}^{N}M_i=\begin{bmatrix}m_{11} & m_{12}\\ m_{21} & m_{22}\end{bmatrix}$$

$$M_i=\begin{bmatrix}\cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i\sin\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c}n_i d_i\cos\theta_i\right)\end{bmatrix}$$

$$n_i\sin\theta_i=n_0\sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

なお、第ｉ層目の複素屈折率n_iは、下記式により求められる。また、得られた複素屈折率n_iから、その大きさN_iを求められる。

[数2]

$$n_i = n_i' + jn_i'' = \sqrt{\varepsilon_{ri}\mu_{ri}}$$
$$\varepsilon_{ri} = \varepsilon_i' + j\varepsilon_i''$$
$$n_i' = \left\{\sqrt{2\varepsilon_i' + \sqrt{\varepsilon_i''^2 + 4\varepsilon_i'^2}}\right\}/2$$
$$n_i'' = \frac{\varepsilon_i''}{2n_i'}$$
$$\tan\delta = \frac{\varepsilon_i''}{\varepsilon_i'}$$

（n_i：第ｉ層目の複素屈折率、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、ｔａｎδ：誘電正接、ε_i'：比誘電率、ε_i''：比誘電損率）

[請求項3] 下記式の関係を満たす、請求項１又は２に記載のカバー。

｜正面透過率Ｘ－斜め透過率Ｙ｜＜２５

（正面透過率Ｘ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角０°での電波透過率（％）、斜め透過率Ｙ（％）：周波数ｆ（Ｈｚ）におけるカバーの入射角６０°でのＴＥ波の電波透過率（％））

[請求項4] Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であり、

下記式で求められるΛの値の最小値が０．１５以下である、請求項１～３のいずれか一項に記載のカバー。

[数3]

$$\Lambda = \left| \sum_{i=1}^{N} (d_i \times N_i \div \lambda_0) - 0.5K \right|$$

（d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、N_i：第ｉ層目の複素屈折率n_iの大きさ、λ_0：空気中における電磁波の波長［ｍ］、Ｋ：任意の整数）

なお、第ｉ層目の複素屈折率n_iは、下記式により求められる。また、得られた複素屈折率n_iから、その大きさN_iを求められる。

[数4]

$$n_i = n_i' + jn_i'' = \sqrt{\varepsilon_{ri}\mu_{ri}}$$
$$\varepsilon_{ri} = \varepsilon_i' + j\varepsilon_i''$$
$$n_i' = \left\{\sqrt{2\varepsilon_i' + \sqrt{\varepsilon_i''^2 + 4\varepsilon_i'^2}}\right\}/2$$
$$n_i'' = \frac{\varepsilon_i''}{2n_i'}$$
$$\tan\delta = \frac{\varepsilon_i''}{\varepsilon_i'}$$

（n_i：第ｉ層目の複素屈折率、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、ｔａｎδ：誘電正接、ε_i'：比誘電率、ε_i''：比誘電損率）

[請求項5] Ｎ層（Ｎは１以上の整数）からなる単層体又は積層体であり、

下記特性行列の式において、入射角６０°におけるＴＥ波のm_{11}成分の大きさM_{11}が０．５以上である、請求項１～４のいずれか一項に記載のカバー。

[数5]

$$M = \prod_{i=1}^{N} M_i = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{bmatrix}$$

$$M_i = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\omega}{c} n_i d_i \cos\theta_i\right) & -\frac{j}{\cos\theta_i}\sqrt{\frac{\mu_{ri}}{\varepsilon_{ri}}}\sin\left(\frac{\omega}{c} n_i d_i \cos\theta_i\right) \\ -j\sqrt{\frac{\varepsilon_{ri}}{\mu_{ri}}}\cos\theta_i \sin\left(\frac{\omega}{c} n_i d_i \cos\theta_i\right) & \cos\left(\frac{\omega}{c} n_i d_i \cos\theta_i\right) \end{bmatrix}$$

$$n_i \sin\theta_i = n_0 \sin\theta_0$$

（ω：角周波数［ｒａｄ／ｓ］、ｃ：光速［ｍ／ｓ］、n_i：第ｉ層目の複素屈折率、d_i：第ｉ層目の厚み［ｍ］、θ_i：第ｉ層へ入射する電磁波の屈折角［ｒａｄ］、ｊ：虚数単位、ε_{ri}：第ｉ層目の複素比誘電率、μ_{ri}：第ｉ層目の複素比透磁率、n_0：空気の屈折率、θ_0：入射角[ｒａｄ]）

[請求項6] 前記複素屈折率n_iの大きさN_iが１．８以下である、請求項１～５のいずれか一項に記載のカバー。

[請求項7] 単層体又は積層体であり、少なくとも１層の密度が０．９０ｇ／ｃｍ^{3}未満である、請求項１～６のいずれか一項に記載のカバー。

[請求項8] 複数の層を有する積層体である、請求項１～７のいずれか一項に記載のカバー。

[請求項9] 隣接する層間の複素屈折率の大きさの差の最大値が０．８以下である、請求項８に記載のカバー。

[請求項10] 前記複数の層が互いに直接接して積層されている、請求項８又は９に記載のカバー。

[請求項11] 発泡体からなる層を含み、

前記発泡体からなる層の１０体積％以上において、

前記発泡体が発泡粒子からなる発泡体以外の発泡体である場合は、前記発泡体の表面と接している気泡の径の平均値Ａに対する、前記発泡体の表面から厚み方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡の径の平均値Ｂの割合（Ｂ／Ａ）が、０．３以上３．０未満であり、

前記発泡体が発泡粒子からなる発泡体である場合は、前記発泡体の表面から厚み方向に１０～９０％の範囲に含まれる発泡粒子について、前記発泡粒子の表面と接している気泡の径の平均値Ａ’に対する、前記発泡粒子の表面から径方向に２０～８０％の範囲に含まれる気泡の径の平均値Ｂ’の割合（Ｂ’／Ａ’）が、０．３以上３．０未満である、請求項１～１０のいずれか一項に記載のカバー。

[請求項12] 発泡体からなる層を含み、

前記発泡体からなる層の１０体積％以上において、最大気泡径が１．５ｍｍ以下である、請求項１～１１のいずれか一項に記載のカバー。

[請求項13] 複数の層を有する積層体であり、少なくとも１層の密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ未満である層と、少なくとも１層の密度が０．９０ｃｍ^3

／ｇ以上である層とを含む、請求項１～１２のいずれか一項に記載のカバー。

[請求項14] 前記密度が０．９０ｃｍ^3／ｇ以上である層のうちの少なくとも１層が、前記カバーの外表面を構成する表層である、請求項１３に記載のカバー。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/003692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 7/03(2006.01)i; ***B32B 7/025***(2019.01)i; ***C08J 9/16***(2006.01)i; ***C08J 9/228***(2006.01)i; ***C08J 9/36***(2006.01)i; ***H01Q 1/42***(2006.01)i; ***H01Q 15/08***(2006.01)i
FI: G01S7/03 246; H01Q1/42; H01Q15/08; B32B7/025; C08J9/16; C08J9/228 CER; C08J9/36 CEZ

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S7/00-7/42; G01S13/00-13/95; H01Q1/42; H01Q15/08; B32B7/025; C08J9/16; C08J9/228; C08J9/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2020-159985 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraphs [0010]-[0035], fig. 1-7	1-5
Y		6-14
Y	JP 3-119807 A (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 22 May 1991 (1991-05-22) p. 3, lower right column, line 18 to p. 5, lower right column, line 15, fig. 1-5	6, 8-10
Y	JP 2020-176895 A (SANKEI GIKEN KOGYO CO LTD) 29 October 2020 (2020-10-29) paragraphs [0018]-[0025], [0063], fig. 1	6, 8-10
Y	JP 2003-078325 A (HITACHI CABLE LTD) 14 March 2003 (2003-03-14) paragraphs [0022]-[0039], fig. 1-4	7, 11-14
Y	JP 10-150316 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 02 June 1998 (1998-06-02) claims, fig. 1	7, 11-14
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 52169/1992 (Laid-open No. 7077/1994) (ANRITSU CORP) 28 January 1994 (1994-01-28), paragraphs [0002], [0004], fig. 3	13-14

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 March 2022	**22 March 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/003692

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/006186 A1 (NITTO DENKO CORP) 14 January 2021 (2021-01-14) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2009-047633 A (PANASONIC CORP) 05 March 2009 (2009-03-05) entire text, all drawings	1-14
A	US 2020/0058991 A1 (LUFTHANSA TECHNIK AG) 20 February 2020 (2020-02-20) entire text, all drawings	1-14
P, A	JP 2021-136540 A (ASAHI KASEI CORP) 13 September 2021 (2021-09-13) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/003692

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-159985 A	01 October 2020	(Family: none)	
JP 3-119807 A	22 May 1991	US 5017939 A column 3, line 66 to column 5, line 47, fig. 1-5 EP 420137 A2 DE 69013839 C ES 2062243 T CA 2024118 A1 IL 95519 A AU 6221090 A KR 10-1991-0007176 A	
JP 2020-176895 A	29 October 2020	WO 2020/213309 A1 paragraphs [0018]-[0025], [0063], fig. 1	
JP 2003-078325 A	14 March 2003	(Family: none)	
JP 10-150316 A	02 June 1998	(Family: none)	
JP 6-7077 U1	28 January 1994	(Family: none)	
WO 2021/006186 A1	14 January 2021	(Family: none)	
JP 2009-047633 A	05 March 2009	(Family: none)	
US 2020/0058991 A1	20 February 2020	WO 2018/077823 A1 entire text, all drawings EP 3533108 A1 DE 102016221143 A1 CN 109891669 A BR 112019008319 A	
JP 2021-136540 A	13 September 2021	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/003692

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01S 7/03(2006.01)i; B32B 7/025(2019.01)i; C08J 9/16(2006.01)i; C08J 9/228(2006.01)i; C08J 9/36(2006.01)i; H01Q 1/42(2006.01)i; H01Q 15/08(2006.01)i
FI: G01S7/03 246; H01Q1/42; H01Q15/08; B32B7/025; C08J9/16; C08J9/228 CER; C08J9/36 CEZ

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01S7/00-7/42; G01S13/00-13/95; H01Q1/42; H01Q15/08; B32B7/025; C08J9/16; C08J9/228; C08J9/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2020-159985 A (三菱電機株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) [0010]-[0035],図1-7	1-5
Y		6-14
Y	JP 3-119807 A (ヒューズ・エアクラフト・カンパニー) 22.05.1991 (1991-05-22) 第3頁右下欄第18行-第5頁右下欄第15行,図1-5	6,8-10
Y	JP 2020-176895 A (三恵技研工業株式会社) 29.10.2020 (2020-10-29) [0018]-[0025],[0063],図1	6,8-10
Y	JP 2003-078325 A (日立電線株式会社) 14.03.2003 (2003-03-14) [0022]-[0039],図1-4	7,11-14
Y	JP 10-150316 A (古河電気工業株式会社) 02.06.1998 (1998-06-02) [特許請求の範囲],図1	7,11-14
Y	日本国実用新案登録出願4-52169号(日本国実用新案登録出願公開6-7077号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM（アンリツ株式会社）28.01.1994 (1994-01-28) [0002],[0004],図3	13-14

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
04.03.2022	22.03.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
東　治企 2S 9708
電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2021/006186 A1 (日東電工株式会社) 14.01.2021 (2021-01-14) 全文全図	1-14
A	JP 2009-047633 A (パナソニック株式会社) 05.03.2009 (2009-03-05) 全文全図	1-14
A	US 2020/0058991 A1 (LUFTHANSA TECHNIK AG) 20.02.2020 (2020-02-20) 全文全図	1-14
P, A	JP 2021-136540 A (旭化成株式会社) 13.09.2021 (2021-09-13) 全文全図	1-14

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/003692

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-159985 A	01.10.2020	（ファミリーなし）	
JP 3-119807 A	22.05.1991	US 5017939 A 第3欄第66行-第5欄第47行， 図1-5 EP 420137 A2 DE 69013839 C ES 2062243 T CA 2024118 A1 IL 95519 A AU 6221090 A KR 10-1991-0007176 A	
JP 2020-176895 A	29.10.2020	WO 2020/213309 A1 [0018]-[0025]，[0063]，図1	
JP 2003-078325 A	14.03.2003	（ファミリーなし）	
JP 10-150316 A	02.06.1998	（ファミリーなし）	
JP 6-7077 U1	28.01.1994	（ファミリーなし）	
WO 2021/006186 A1	14.01.2021	（ファミリーなし）	
JP 2009-047633 A	05.03.2009	（ファミリーなし）	
US 2020/0058991 A1	20.02.2020	WO 2018/077823 A1 全文全図 EP 3533108 A1 DE 102016221143 A1 CN 109891669 A BR 112019008319 A	
JP 2021-136540 A	13.09.2021	（ファミリーなし）	