

(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
2015年2月5日(05.02.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/016067 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 1/32 (2006.01) H01Q 9/26 (2006.01)
H01Q 1/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068926
- (22) 国際出願日: 2014年7月16日(16.07.2014)
- (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 2013-159258 2013年7月31日(31.07.2013) JP
- (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 末永 幸太郎 (SUENAGA, Kotaro); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 加賀谷 修 (KAGAYA, Osamu); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 井川 耕司 (IKAWA, Koji); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITOH, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号

丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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).

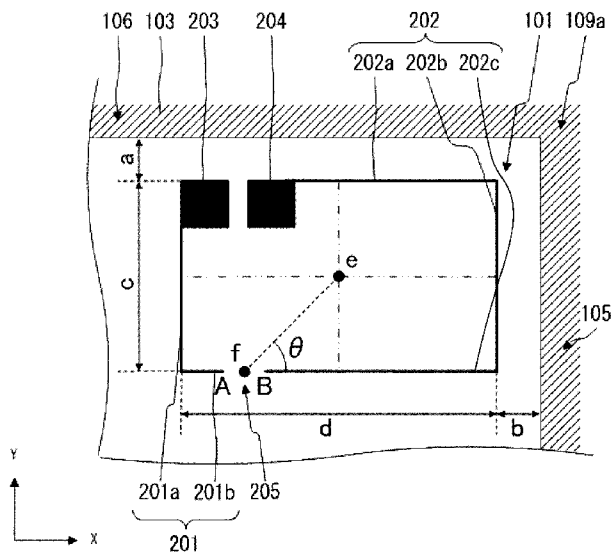
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置

[図2]



(57) Abstract: [Problem] To provide an antenna that has a high reception sensitivity with respect to vertically polarized waves and has a high gain in relation to the forward direction of the vehicle, and that makes it possible for power to be supplied from the roof. [Solution] An antenna device provided with: an antenna conductor on a window pane; a power feed point provided to the antenna conductor, the power feed point having a first power feed unit and a second power feed unit in close proximity to each other; and an auxiliary conductor, wherein: the auxiliary conductor has a horizontal conductor and a vertical conductor which is electrically connected to the horizontal conductor; the antenna conductor is provided near the section of connection between the horizontal conductor and the vertical conductor and shaped as a half-loop in which a cutout is present at a part of a loop shape; the power feed point is positioned at a portion along the horizontal conductor of the antenna conductor; the cutout is provided on the side opposite the vertical conductor with respect to a vertical line that passes through a center point of a region surrounded by the half-loop element and on the side opposite the horizontal conductor with respect to a horizontal line that passes through the center point; and when λ_g represents the wavelength on the window pane, the length of a first element forming a part of the antenna conductor is $0.2\lambda_g-0.35\lambda_g$.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/016067 A1



【課題】垂直偏波に対して高い受信感度を有し、車両正面方向に対する利得が高く、かつループからの給電を可能とするアンテナの提供。【解決手段】窓ガラス上のアンテナ導体と、アンテナ導体に設けられ互いに近接する第1の給電部と第2の給電部とを有する給電点と、補助導体とを備えたアンテナ装置において、補助導体は、水平導体と、水平導体と電気的に結合する垂直導体とを有し、アンテナ導体は、水平導体と垂直導体との結合部近傍に配設され、ループ形状の一部に切り欠き部を有する半ループ形状であり、給電点は、アンテナ導体の水平導体に沿う部位に位置し、切り欠き部は、半ループエレメントで囲まれる領域の中心点を通る水平線に対して水平導体とは反対側かつ中心点を通る垂直線に対して垂直導体とは反対側に設けられ、窓ガラス上での波長を λ_g とすると、アンテナ導体の一部を形成する第1のエレメントの長さが $0.2\lambda_g$ 以上 $0.35\lambda_g$ 以下とする。

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本発明は、自動車用ガラスアンテナに関する。

背景技術

[0002] 700MHz帯の電波を利用した高度道路交通システム（Intelligent Transport System：ITS）の一つとして検討されている車車間通信では、地表面に対して垂直な方向に偏波した垂直偏波が用いられている。車車間通信の送受信を効率良く行うためには、垂直偏波に対して高い受信感度を有し、かつ車両正面方向に対する利得を高める必要がある。

[0003] このような特性を示すアンテナは、例えば特許文献1に提案されている。特許文献1では、中央部に給電点を有する第1主線路と、第1の主線路と異なる設置位置に設けられる第2主線路と、二つの主線路の端部を繋ぐ二つの接続線で構成されるループ形状で、接続線路上にリアクタンス素子を有するアンテナが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-100053号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1のアンテナでは、垂直偏波で高い送受信性能を得るための構成上、給電点を垂直偏波の送受信を担う主線路の中央部に設けなければならない。すなわち、アンテナを自動車用フロントガラスに配置した場合、給電点を自動車のピラーに近接して配置させるピラー給電が必須となる。そのため、車体の設計上、給電点を自動車のルーフ側に配置させるルーフ給電が必要な場合には採用できないなど設計の自由度に制限があった。また、垂直偏波を送受信するには、垂直方向に延伸した導体が好適であり、

ループのように水平方向に延伸した導体の近くで給電する構成は、垂直偏波の送受信には不利である。

[0006] そこで本発明は、垂直偏波に対して高い受信感度を有し、車両正面方向に対する指向性が大きく、かつループ給電を可能とするアンテナ装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明の一観点によれば、窓ガラスに設けられたアンテナ導体と、前記アンテナ導体に設けられ互いに近接して配置される第1の給電部と第2の給電部とを有する給電点と、補助導体とを備えたアンテナ装置において、前記補助導体は、水平方向に直線状に設けられた水平導体と、前記水平導体と電気的に結合し垂直方向に直線状に設けられた垂直導体とを有し、前記アンテナ導体は、前記水平導体と前記垂直導体との結合部近傍に配設され、かつ一端が前記第1の給電部に接続される第1の要素と、一端が前記第2の給電部に接続される第2の要素とを有し、前記給電点は、前記アンテナ導体の前記水平導体に沿う部位に位置し、前記第1の要素と前記第2の要素とは、前記第1の要素の他端と前記第2の要素の他端とが近接されてループ形状の一部に切り欠き部を形成させるように半ループ要素を構成し、前記切り欠き部は、前記半ループ要素で囲まれる領域の中心点を通る水平線に対して前記水平導体とは反対側かつ前記中心点を通る垂直線に対して前記垂直導体とは反対側に設けられ、前記第1の要素の長さは、所定の周波数帯の中心周波数における空気中の波長を λ_0 とし、窓ガラスの波長短縮率を k とし、前記窓ガラス上での波長を $\lambda_g = \lambda_0 \cdot k$ として、 $0.2\lambda_g$ 以上 $0.35\lambda_g$ 以下であるアンテナ装置が提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、垂直偏波に対して高い受信感度を有し、車両正面方向に対する指向性が大きく、かつループ給電を可能とするアンテナ装置を提供する。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1A]ルーフ106を水平導体、ピラー105を垂直導体とした場合の、本発明の第1の実施形態のアンテナ101の実装位置を示した平面図である。
- [図1B]ルーフ106を水平導体、導電体108vを垂直導体とした場合の、本発明の第1の実施形態のアンテナ101の実装位置を示した平面図である。
- 。
- [図1C]導電体108hを水平導体、導電体108vを垂直導体とした場合の、本発明の第1の実施形態のアンテナ101の実装位置を示した平面図である。
- [図1D]ルーフ106を水平導体、ピラー105と導電体110を垂直導体とした場合の、本発明の第1の実施形態のアンテナ101の実装位置を示した平面図である。
- [図2]本発明の第1の実施形態のガラスアンテナの平面図である。
- [図3A]本発明の第2の実施形態のガラスアンテナの平面図である。
- [図3B]本発明の第2の実施形態のガラスアンテナの変形例を示す平面図である。
- [図3C]本発明の第2の実施形態のガラスアンテナの変形例を示す平面図である。
- [図4]本発明の第3の実施形態のガラスアンテナの平面図である。
- [図5]ループエレメントでの電流の流れと電界の放射方向を示した模式図である。
- [図6]半ループエレメントでの電流の流れと電界の放射方向を示した模式図である。
- [図7]ループエレメントと半ループエレメントの指向性についての実測データである。
- [図8]オーバーラップ部803を有した半ループエレメントを形成するガラスアンテナの平面図である。
- [図9]オーバーラップ部803が指向性に与える影響についての実測データで

ある。

[図10]交差点付近を上方から見た解析モデル図である。

[図11]切り欠き部205を設ける角度と受信率との関係を示した図である。

[図12]ケース1で第1の要素の長さで受信利得の関係を示した図である。

[図13]ケース2で第1の要素の長さで受信利得の関係を示した図である。

[図14]ケース3で第1の要素の長さで受信利得の関係を示した図である。

[図15]ピラー105からの距離と受信率との関係を示した図である。

[図16]ルーフ106からの距離と受信率との関係を示した図である。

[図17]半ループ要素のアスペクト比と受信率との関係を示した図である。

[図18]半ループ要素の周長と受信率との関係を示した図である。

[図19]アンテナ導体101, 301b, 301cを同一の条件で測定した場合のループ形成要素304及びオーバーラップ形成要素305と受信率との関係を示した図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。なお、実施形態を説明するための図面において、線の平行、直角、角部の曲率などは、本発明の効果を損なわない程度のズレを許容するものである。また、それらの図面は、後述する自動車用窓ガラス102が車両に取り付けられた状態での車内視の図であるが、車外視の図として参照しても良い。また、図面上での左右方向が車幅方向に相当し、水平方向と称し、図面の上下方向が車高方向に相当し、垂直方向と称する。なお、以下の説明では、図内左下に矢印で座標を定義しており、必要があればこの座標を用いて説明する。

[0011] (第1の実施形態)

図1は本発明の第1の実施形態によるアンテナ装置の平面図を示している

。図1において、自動車用窓ガラス102は、車体に取り付けられた状態の車内視である。自動車用窓ガラス102は、車体の窓開口部を形成する金属フランジ103に設置される。また、自動車用窓ガラス102は、自動車用窓ガラスの外縁102aから所定の幅の領域にかけて、車体の金属フランジ103との接着部分を隠すために、接着剤劣化防止の点及び美観の点から黒色遮蔽膜104を設けている。図1においては黒色遮蔽膜104を設けた例を示すが、不要であれば設けなくても良い。

[0012] 本実施形態のアンテナ装置は、自動車用窓ガラス102に設けられたアンテナ導体101と、アンテナ導体に設けられ互いに近接して配置される第1の給電部と第2の給電部とを有する給電点と、補助導体とを備えている。

[0013] 補助導体は、水平方向に直線状に設けられた水平導体と、水平導体と電氣的に結合し垂直方向に直線状に設けられた垂直導体とで構成される。水平導体と垂直導体とでT字状またはL字状または十字状を形成する。給電点及び補助導体については、図2以降とともにより詳細に説明する。

[0014] アンテナ導体101は、水平導体と垂直導体との結合部近傍に設けられる。給電点は、アンテナ導体の水平導体に沿う部位に位置する。結合部近傍とは、水平導体と垂直導体とが平面視で重なる部分である結合部の近傍である。アンテナ導体101の中で水平導体に最も近い部分と水平導体との距離a（以後、「水平導体からの距離a」と表記する）は、所定の周波数帯の中心周波数における空気中の波長を λ_0 とし、自動車用窓ガラス102の波長短縮率をkとし、自動車用窓ガラス102上での波長を $\lambda_g = \lambda_0 \cdot k$ とした場合に $0.27\lambda_g$ 以下であることが望ましい。

[0015] 例えば、所望の周波数として車車間通信を設定した場合、その中心周波数は760MHzである。したがって、車車間通信のアンテナ利得を向上させたい場合、電波の速さを $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とし、波長短縮率kを0.64とすると、水平導体からの距離aは70mm以内が望ましい。

[0016] また、アンテナ導体101の中で垂直導体に最も近い部分と垂直導体との距離b（以後、「垂直導体からの距離b」と表記する）は $0.19\lambda_g$ 以下で

あることが垂直偏波の受信感度向上の点から望ましい。例えば、中心周波数が760MHzであるITSを想定した場合、垂直導体からの距離bは50mm以内が望ましい。

[0017] 以下、図1A、図1B、図1C、及び図1Dにおいて、アンテナ導体101と水平導体、垂直導体の位置関係の実施例を示す。なお、本配置位置は、後述するアンテナ301a、301b、301c、401の配置位置にも同様に適用できるものとする。なお、本実施形態でいう水平導体は、本実施形態の効果を損なわない程度に水平のズレを許容するものであり、特に窓ガラスが設置される車体の窓開口部のルーフ側フランジの形状に沿って曲率を有していても良い。また、本実施形態でいう垂直導体は、本実施形態の効果を損なわない程度に垂直のズレを許容するものであり、特に窓ガラスが設置される車体の窓開口部のピラー側フランジの形状に沿って斜め方向に設けられていても良い。

[0018] 図1Aでは、アンテナ導体101は、車両の金属フランジ103の上辺側を構成するルーフ側フランジ106と側辺側を構成するピラー側フランジ105とが所定角度で結合する結合部109a付近に配置される。以後図中の金属フランジ103の側辺をピラー105、上辺をルーフ106と称する。図1Aの実施形態においては、ルーフ106は水平導体に、ピラー105は垂直導体にそれぞれ相当する。ピラー105が垂直よりも大きい所定の角度で設けられている場合、アンテナ導体101の垂直導体からの距離bは、アンテナ導体101の右上端部からピラーまでの距離となる。

[0019] 図1Bでは、図1Aのアンテナ導体101がX方向に鏡映された（Y方向を軸とした線対称の）パターンのアンテナ導体（以後、「アンテナ導体101b」と表記する）が、ルーフ106と自動車用窓ガラス102の重心を通る上下方向のセンターライン107上に設けられた導電体108vとの結合部109bの近傍に配置されている。ここでルーフ106は水平導体に、導電体108vは垂直導体にそれぞれ相当する。

[0020] 導電体108vは、第1のガラス板と第2のガラス板とが中間膜を介して

貼り合わされた合わせガラスである場合、合わせガラスの中間膜に設けられる構成でも良く、二枚のガラス板のいずれの表面に設けられる構成でも良い。中間膜に設けられる構成とは、合わせガラスの中間膜自体に導電体108vが設けられた構成でも良く、中間膜とは別体である導電体108vを二枚のガラス板の間に挟み込む構成でも良い。またガラス板の表面とは、合わせガラスの二枚のガラス板それぞれの内外面のいずれでも良い。導電体108vは特に、透明導電膜であると好ましい。

[0021] また、結合部109bにおいて、ルーフ106と導電体108vは電氣的に結合している。電氣的に結合しているとは、交流的な結合と直流的な結合のいずれであっても良いが、特に直流的に結合していることが好ましい。交流的な結合とは、例えば結合部109bにおいて、ルーフ106と導電体108vが自動車用窓ガラス102の厚み方向あるいは同一面上で絶縁物を介して容量結合している状態を指す。厚み方向で容量結合する場合は、ルーフ106と導電体108vは、図1Bのように結合部109bにおいて重なり合っているとしても良く、同一面上で容量結合する場合は、ルーフ106と導電体108vは結合部109bにおいて離間しているとしても良い。

[0022] 導電体108vのY方向の長さは、送受に用いる電波の波長と比べて長いことが望ましく、自動車用窓ガラス102の上端から下端までの全長にわたって設けなくても良い。また、導電体108vのX方向の長さは、垂直偏波が得られる電流容量が得られる範囲であれば特に限られないが、送受に用いる電波の波長と比べて短いことが望ましい。

[0023] 図1Cは、図1Bの構成に加え、水平方向に導電体108hを配置した例である。アンテナ導体101bは、導電体108hと導電体108vとの結合部109cの近傍に配置される。ここで、導電体108hは水平導体に、導電体108vは垂直導体にそれぞれ相当する。導電体108hと導電体108vとは、第1のガラス板と第2のガラス板とが中間膜を介して貼り合わされた合わせガラスである場合、合わせガラスの中間膜に設けられる構成でも良く、二枚のガラス板のいずれの表面上に設けられる構成でも良い。導電

体108hと導電体108vとは、特に、透明導電膜であると好ましい。また、導電体108hと導電体108vが同じ構成を取る必要はなく、どちらか一方が中間膜に設けられ、どちらか一方はガラス面上に設けられても良い。

[0024] 結合部109cにおいて、導電体108hと導電体108vは電氣的に結合している。電氣的に結合しているとは、交流的な結合と直流的な結合のいずれであっても良いが、特に直流的に結合していることが好ましい。交流的な結合とは、例えば結合部109cにおいて、導電体108hと導電体108vが自動車用窓ガラス102の厚み方向あるいは同一面上で絶縁物を介して容量結合している状態を指す。厚み方向で容量結合する場合は、導電体108hと導電体108vは結合部109cにおいて重なり合っても良く、同一面上で容量結合する場合は、導電体108hと導電体108vは結合部109bにおいて離間していても良い。

[0025] また、図1Cでは導電体108vと導電体108hが結合してT字状を構成しているが、本構成に限定されない。例えば、導電体108vと導電体108hの結合は、L字状、または十字状の構成としても良い。また、本実施形態のようにルーフ106以外の導電体を水平導体とみなす場合、導電体108hはルーフ106と電氣的に結合していることがアンテナ利得を向上させる点で好ましい。導電体108hとルーフ106とが電氣的に結合している位置関係にあることで、アンテナ導体101に対してルーフ給電が可能となる。

[0026] また、図1Dは、ピラー105よりも内側のガラス面上に導電体110を配置した例である。アンテナ導体101は、ルーフ106とピラー105との結合部109dの近傍に配置される。ここで、ルーフ106は水平導体に相当し、ピラー105と導電体110とは電氣的に結合しているため、両者を一体として垂直導体とみなせる。導電体110は、第1のガラス板と第2のガラス板とが中間膜を介して貼り合わされた合わせガラスである場合、合わせガラスの中間膜に設けられる構成でも良く、二枚のガラス板の表面上に

設けられる構成でも良い。導電体110は、透明導電膜であっても良いし、銅箔などの金属箔や導電ペーストの焼成体で形成された除雪用ないし曇り止め用のヒータ線やバスバーなどであっても良い。

[0027] また、図1Dに示すとおり、ルーフ106とピラー105が電氣的に結合しており、かつ導電体110がピラー105と十分に容量結合している場合には、導電体110はルーフ106と間接的に電氣的に結合することとなる。したがって、導電体110がルーフ106と直接的に電氣的に結合していなくとも、導電体110は垂直導体の一部とみなせる。導電体110のY方向の長さは、送受に用いる電波の波長と比べて長いことが望ましい。また、導電体110のX方向の長さは、垂直偏波が得られる範囲であれば特に限られないが、送受に用いる電波の波長と比べて短いことが望ましい。

[0028] また、本実施形態ではアンテナ導体101は自動車用窓ガラス102の面内右上に設けられているが、本実施形態に限られない。自動車用窓ガラス102の重心を通る上下方向のセンターライン107を対象軸とした位置にアンテナ導体101bを設けても良い。

[0029] このように、アンテナ導体を水平方向に直線状に設けられた水平導体と、水平導体と電氣的に結合し垂直方向に直線状に設けられた垂直導体との結合部近傍に設けることで、垂直偏波の到来によって垂直導体に生じる電流と、その垂直導体から水平導体に伝わる電流の両者から、垂直偏波を効率的に送受信することができる。

[0030] 図2は、図1Aにおいてアンテナ導体101を補助導体であるルーフ106（水平導体）と側辺側を構成するピラー105（垂直導体）とが所定角度で結合する結合部109a付近に配置した場合のアンテナ装置を拡大した平面図を示している。図2では、図面が煩雑になることを避けるため、黒色遮蔽膜104の図示を省略している。また、ピラー105とルーフ106は垂直に交わるものとする。

[0031] 図2に示すように、アンテナ導体101は、アンテナ導体の給電点（以下、給電点と表記する）と、第1の要素201と、第2の要素2

02とを備え、給電点は、第1の給電部203と、第2の給電部204を備える。

[0032] 第1の元素201は、一端が第1の給電部203に接続され、図2中下方へ延伸する部分元素201aと、部分元素201aの終端部を起点に右方向に延伸する部分元素201bとを備える。部分元素201bは、第1の元素201の延伸の終端Aまで延伸する。終端Aが部分元素201aの途中に設けられる場合は、部分元素201bは形成されなくても良い。

[0033] ところで、本実施形態において第1の元素201の長さは、所定の周波数帯の中心周波数における空気中の波長を λ_0 とし、自動車用窓ガラス102の波長短縮率を k とし、自動車用窓ガラス102上での波長を $\lambda_g = \lambda_0 \cdot k$ とした場合に $0.2\lambda_g$ 以上 $0.35\lambda_g$ 以下の範囲である。

[0034] 例えば、所望の周波数として車車間通信を設定した場合、その中心周波数は760MHzである。したがって、車車間通信のアンテナ利得を向上させたい場合、電波の速さを $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とし、波長短縮率 k を0.64とすると、第1の元素201の長さを50mm以上89mm以下とすることが望ましい。

[0035] 第2の元素202は、一端が第2の給電部204に接続され、図2中右方向に延伸する部分元素202aと、部分元素202aの終端部を起点として下方に延伸する部分元素202bと、部分元素202bの終端部を起点として左方向に延伸する部分元素202cとを備える。部分元素202cは、第2の元素202の延伸の終端Bまで延伸する。

[0036] 給電点は、アンテナ導体101のルーフ106に沿う部位、すなわち、アンテナ導体101のうちルーフ106に近い側のルーフ106に沿った元素に位置し、図2においては、部分元素202aを含むルーフ106に沿った延長線上に設けられる。また、第2の給電部204は、第1の給電部203よりもピラー105側に配置される。

- [0037] 第1の要素201と第2の要素202とは、第1の要素201の他端である終端Aと第2の要素202の他端であると終端Bが近接されて配置されることにより、終端Aと終端Bとの間に切り欠き部205を形成される。したがって、アンテナ導体101の全体形状は、ループ形状の一部に切り欠き部205を有する半ループ形状となる。以後、第1の要素201と第2の要素202を一つの要素とみなして言及する場合は、「半ループ要素」と表現する。
- [0038] なお、部分要素201aが半ループ要素の左辺部を形成し、部分要素201bが半ループ要素の下辺部の一部を形成する。また、部分要素202aが半ループ要素の上辺部を形成してループ106に沿って延伸し、部分要素202bが半ループ要素の右辺部を形成してピラー105に沿って延伸し、部分要素202cが半ループ要素の下辺部の一部を形成する。
- [0039] また、本実施形態では、第1の要素201の終端Aと第2の要素202の終端Bとが同一のY座標上に存在するが、本実施形態に限定されない。すなわち、終端Aと終端Bが異なるY座標に存在し、アンテナ導体101は、全体形状として段差を有する半ループ要素を形成しても良い。また、部分要素201bと部分要素202cとがY方向に離間して、重なっていても良い（以後、要素同士が重なることを「オーバーラップする」と表現する）。
- [0040] また、部分要素202aと部分要素202bの接合部は、金属フランジ103のコーナー部の形状が円弧状である場合、その形状に合わせて円弧状としても良い。
- [0041] また、本実施形態ではアンテナ導体101の全体形状が長方形の半ループ要素を形成しているが、この形態に限定されない。すなわち、半ループ要素は、平行四辺形、台形、正方形、円形、多角形、または扇形であっても良い。特に、部分要素201aと部分要素202bはピラー105と平行または略平行に形成され、部分要素201bと部

分エレメント202cはルーフ106と平行または略平行に形成されていても良い。

[0042] 切り欠き部205は、第1のエレメント201の終端Aと第2のエレメント202の終端Bとを離間させ、第1のエレメント201と第2のエレメント202とが実施的に電氣的に結合しないように構成される。実質的に電氣的に結合しないとは、直流的に結合しないだけでなく、アンテナ導体101の動作周波数で交流的にも結合しないことを意味する。例えば、後述する図8のように半ループエレメントが切り欠き部205において部分エレメント201bと部分エレメント202cとがY方向に離間してオーバーラップするように形成されていたとしても、そのオーバーラップ部の長さgが、第1のエレメント201と第2のエレメント202が高周波的に導通するために十分な長さではない場合、実質的に電氣的に結合していないこととなる。本実施形態においては、オーバーラップ部の長さは 0.06λ 以下が望ましく、さらに好ましくは 0.04λ 以下が望ましい。例えば、中心周波数が760MHzであるITSを想定した場合、オーバーラップ部の長さは15mm未満が望ましく、さらに好ましくは10mm未満が望ましい。

[0043] 切り欠き部205は、半ループエレメントで囲まれる領域の中心点eを通る水平線に対してルーフ106とは反対側かつ中心点を通る垂直線に対してピラー105とは反対側に設けられる。さらに、切り欠き部205は、中心点eと切り欠き部205の中間点fを結ぶ直線と、X軸と平行な水平線となす角度（以後、「切り欠き部205が設けられる角度」と表記する）が 20° 以上 75° 以下の範囲に位置するように設けられることが好ましく、 30° 以上 65° 以下の範囲に設けられることがより好ましい。さらに、切り欠き部205が設けられる角度は、 35° 以上 60° 以下の範囲に設けられることがなお好ましい。半ループエレメントで囲まれる領域の中心点eとは、半ループエレメントの切り欠き部205がないとみなした場合のループ形状の重心を指す。また、切り欠き部205の中間点fとは、第1のエレメント201の終端Aと第2のエレメント202の終端Bとを結んだ直線の中点

を指す。

- [0044] 本実施形態では、切り欠き部205は半ループエレメントの下辺に設けられているが、これに限られない。すなわち、切り欠き部205が設けられる角度及び半ループエレメントのアスペクト比（半ループエレメントの高さを幅で除した値）によっては、切り欠き部205は半ループエレメントの左下頂点を含む位置に、もしくは半ループエレメントの左辺に設けられても良い。これについては後述する第3の実施形態とともに詳細に説明する。
- [0045] また、切り欠き部205の長さは、第1のエレメント201と第2のエレメント202が直接結合しなければ特に限られないが、0.1mm～5mmであることが好ましい。切り欠き部205の長さとは、切り欠き部において第1のエレメント201と第2のエレメント202とが最も近接している部分の間隔のことを指し、図2においては、第1のエレメント201の終端Aと第2のエレメント202の終端Bとを結んだ直線の長さに相当する。
- [0046] 第1の給電部203と第2の給電部204は、アンプ等の不図示の信号処理回路に所定の導電性部材を介して電氣的にアンテナ導体101を接続するための部位である。導電性部材として、例えば、同軸ケーブルなどの給電線が用いられる。同軸ケーブルを用いる場合には、同軸ケーブルの内部導体を第1の給電部203と第2の給電部204の一方に電氣的に接続し、同軸ケーブルの外部導体を他方に接続すれば良い。また、アンプ等の信号処理回路を給電点に電氣的に接続するためのコネクタを、給電点に実装する構成を採用しても良い。このようなコネクタによって、同軸ケーブルを給電点に取り付けることが容易になる。また、給電点に突起状の導電性部材を設置し、自動車用窓ガラス102が取り付けられる車体の金属フランジ103に設けられた接続部にその突起状の導電性部材が接触、及び／または嵌合するような構成としても良い。また、給電点は、黒色遮蔽膜104からなる周縁領域に一部分もしくは全体が設けられても良い。
- [0047] 第1の給電部203及び第2の給電部204は、互いに近接して配置される。ここで、第1の給電部203は、図2中アンテナ導体101の左上角部

付近に設けられる。前述の通り、第1の要素201の長さ、切り欠き部205が設けられる角度がある範囲に定まるため、両者によって第1の給電部203の位置も必然的に決定する。これについては後述する第2の実施形態とともに詳細に説明する。

[0048] また、半ループ要素の垂直方向の高さを c 、半ループ要素の水平方向の幅を d とした場合、半ループ要素の高さ c を幅 d で除したアスペクト比(c/d)は、0.3以上であれば十分な受信率を得ることができる。アスペクト比が0.3より小さくなると、半ループ要素の下辺と第1の給電部203または第2の給電部204もしくはその両者と近接するため、容量結合して給電点からの影響を受ける可能性があり、好ましくない。

[0049] また、半ループ要素の周長は、給電点の第1の給電部203と第2の給電部204との間の間隙と切り欠き部205とを有さない元のループ形状とみなした場合に $1.05\lambda_g \sim 1.5\lambda_g$ の長さとするのが送受信性能向上の点から望ましい。以後、「半ループ要素の周長」と表現した場合は、給電点の第1の給電部203と第2の給電部204との間の間隙と切り欠き部205を有さないループ形状とみなした場合の外周の長さを表す。

[0050] このようなアンテナ装置とすることで、垂直偏波の車両正面方向に対する利得が高く、かつループ給電が可能となり、給電位置の設計自由度が高くなる。

[0051] なお、アンテナ導体、給電点及び導電体は、銀ペースト等の、導電性金属を含有するペーストを、例えば自動車用窓ガラス102の車内側表面にプリントし、焼付けて形成される。しかし、この形成方法に限定されず、銅等の導電性物質からなる、線状体または箔状体を、自動車用窓ガラス102の車外側表面に形成しても良く、自動車用窓ガラス102に接着剤等により貼付しても良く、自動車用窓ガラス102自身の内部に設けても良い。また、アンテナ導体からなる導体層を合成樹脂製フィルム of 内部またはその表面に設け、導体層付き合成樹脂製フィルムを自動車用窓ガラス102の車内側表面

または車外側表面に形成してアンテナ導体としても良い。さらに、アンテナ導体が形成されたフレキシブル回路基板を自動車用窓ガラス102の車内側表面に設置してアンテナ導体としても良い。

[0052] 給電点の形状は、導電性部材またはコネクタの実装面の形状に応じて決めると良い。例えば、正方形、略正方形、長方形、略長方形などの方形状や多角形状が実装上好ましい。なお、給電点の形状は、円、略円、楕円、略楕円などの円状でも良い。

[0053] また、自動車用窓ガラス102は、ガラス板のみならず、透明樹脂板、あるいはガラス板と透明樹脂板との複合体からなる光透過部材も含まれる。

[0054] また、本実施形態ではアンテナ導体101を自動車用窓ガラス102に一箇所のみ設けたものであるが、同一窓ガラスに複数箇所、あるいは複数の窓ガラスにそれぞれにアンテナ導体101を設けて、これらの複数個のアンテナ導体101を用いてダイバーシティ受信をしても良い。ダイバーシティ受信を行うことで、さらに受信感度を向上させることができる。

[0055] (第2の実施形態)

第2の実施形態のアンテナ装置のアンテナ導体301aは、図3Aに示すように第1の実施形態のアンテナ導体101の変形である。第2の実施形態は、第1の実施形態と第1の要素302が異なり、その他の点では同一である。そのため同じ構成には同じ符号を付し、それらの説明は省略する。なお、下記では図1Aの配置位置の場合で説明するため、水平導体からの距離をルーフからの距離、垂直導体からの距離をピラーからの距離と表記する。

[0056] 第2の実施形態では、アンテナ導体101のルーフ106からの距離、ピラー105からの距離、切り欠き部205が設けられる角度、半ループエレメントのアスペクト比、半ループエレメントの全長は変えずに、第1の要素302の長さを伸ばし、給電点の位置が異なっている例を示す。

[0057] 第2の実施形態では、部分要素201aは第1の給電部203に直接接続せずに、第1の付設要素303を介して第1の給電部203と

接続されている。この場合、第1の付設エレメント303、部分エレメント201a及び部分エレメント201bを合わせて第1のエレメント302とし、第1のエレメント302の長さはそれぞれの長さを足し合わせた全長とする。前述の通り、第1のエレメントの長さ、切り欠き部205が設けられる角度は所定の範囲に定まるため、それらの値によっては、第1の給電部203の位置は図3A中左上角部でなくても良い。しかし、この例では、ループ給電を可能とするために、アンテナ導体301aの上辺に位置するものとし、最も第1のエレメント201の長さが最も短い場合でも、第1の給電部203の位置は、左辺と上辺に接合する左上角部とする。

[0058] 第2の実施形態のような変形であっても第1の実施形態と同様に良好な送受信性能が得られ、かつループ給電が可能であり、給電位置の設計自由度が高くなる。

[0059] また、他の付設エレメントの形成例を以下の図3B及び図3Cに示す。

[0060] 図3Bでは、第1のエレメント201として部分エレメント201aのみを有し、第1の給電部203と部分エレメント201aとループを形成する、ループ形成エレメント304が設けられている。

[0061] このように、半ループエレメントのいずれかの辺をループ化することによって、さらに高い受信感度が得られる。なお、本明細書において「ループ化する」とは、閉ループを形成することに限られず、いずれか一辺が閉ざされていない、例えばU字型などの不完全なループ形状を形成することも含むものとする。

[0062] なお、図3Bでは部分エレメント201aの外側にループ形成エレメント304を形成して、アンテナ導体301bの一辺の外側にループを形成した例を示したが、これに限定されない。すなわち、アンテナ導体301bの一辺の内側にループを形成しても良い。

[0063] なお、図3Bでは部分エレメント202Cが第1のエレメント201の終端AのX座標の位置を越えて延伸されているが、第1のエレメント201の終端Aと同じX座標の位置に、第2のエレメント202の終端Bが設けられ

ていても良い。

[0064] 図3Cでは、第2の給電部204に接続され、部分エレメント202aに沿って延伸されたオーバーラップ形成エレメント305が設けられ、部分エレメント202aは、第2の給電部204と直接接合せず、オーバーラップ形成エレメント305とオーバーラップ部で容量結合している。このように、半ループエレメントのいずれかの辺のうち、切り欠き部205以外の部分でオーバーラップ部を有し、互いのエレメントが容量結合するように近接させることで、アンテナ導体301cに給電するケーブルとのインピーダンス整合が向上するため、さらに高い受信感度を得られる。このように、オーバーラップ形成エレメント305は、一端を第2の給電部204（または第1の給電部203）に接続し、一部が半ループエレメントのいずれかの辺に沿って延伸して重なることでオーバーラップ部を形成する。

[0065] （第3の実施形態）

第3の実施形態のアンテナ装置のアンテナ導体401は、図4に示すように第1の実施形態のアンテナ導体101の変形である。第3の実施形態は、第1の実施形態と第1のエレメント402及び第2のエレメント403が異なり、その他の点では同一である。そのため同じ構成には同じ符号を付し、それらの説明は省略する。

[0066] 第3の実施形態では、アンテナ導体101のルーフ106からの距離、ピラー105からの距離、切り欠き部205が設けられる角度、半ループエレメントの全長、給電点の位置、第1のエレメント401の長さは変えずに、半ループエレメントのアスペクト比を変化させた例を示す。

[0067] 第1のエレメント402は、第1の実施形態のように部分エレメント201aと部分エレメント201bを有さない。このように、半ループエレメントのアスペクト比と切り欠き部205が設けられる角度によっては、部分エレメント201bは形成されなくても良い。

[0068] また、第2のエレメント403は、部分エレメント202cの終端部から上方にむかって部分エレメント404を有している。切り欠き部205が設

けられる角度によっては、このような部分エレメント404を設けても良い。

[0069] また、第3の実施形態では、第1のエレメント402の終端Aと第2のエレメント403の終端Bとが同一のX座標上に存在するが、本実施形態に限定されない。すなわち、終端Aと終端Bが異なるX座標に存在し、アンテナ導体全体として段差を有する半ループエレメントを形成しても良い。

[0070] 第3の実施形態のような変形であっても、第1の実施形態と同様に良好な送受信性能が得られ、かつループ給電が可能であり、給電位置の設計自由度が高くなる。

[0071] <原理説明>

次に、本願発明の一実施形態の車車間通信の送受信原理について説明する。なお、アンテナを介した送信と受信の原理の可逆性から、ここでは相手車両から発せられた電波をアンテナで受信する立場で説明する。また、以下では水平導体をルーフ106、垂直導体をピラー105として説明するが、水平導体を108h、垂直導体を108v及び110とした場合の送受信原理も同様である。

[0072] 車間通信で相手から発せられた垂直偏波の電波は、車体のピラー105に到達する。車体のピラー105は、水平線に対して所定の傾きを有しており、かつ送信電波の波長と比べ、ピラー105は幅が狭く、長さが長いので逆位相の電流が約半波長間隔で発生するアンテナ導体とみなせる。車両正面方向から電波が到来する場合、受信した電波によりピラー105に発生した電流は、複数生じている電流が強め合う関係になる。さらに、ピラー105に発生した電流は、ルーフ106へ伝播する。本実施形態のように、ピラー105とルーフ106の結合点付近にアンテナ導体101を配置すれば、ピラー105に発生した電流及びルーフ106へ伝播した電流とも、効率良く受信できるため、垂直偏波に対して高い受信感度を得ることができる。

[0073] 次に、図5及び図6を用いて、第1の実施形態における切り欠き部205を設けることの意義について説明する。なお、図5と図6に示すアンテナパ

ターンは、第1の実施形態と全く同一であるため、ここでは各部についての符号は省略する。また、アンテナを介した送信と受信の原理の可逆性から、ここではアンテナから情報を送信する際の電流の流れを用いて説明する。

[0074] 図5のように、切り欠き部205を有しないループアンテナの場合、アンテナ導体上には、矢印503から矢印504の方向に流れる電流と、それとは逆に矢印505から矢印506の方向に流れる二つの電流が発生する。ループアンテナは、平衡性を維持しようとする特性を有するため、二つの電流は定在波のような挙動を示す。このような状態では、例えば、点501と点502などに常に電流の流れない電流の節が存在するため、電界の放射方向は常に矢印507と矢印508の方向に常に固定され、受信する相手が利得を得にくい角度が生じる。

[0075] 一方で図6のように、切り欠き部205を有する半ループエレメントの場合、切り欠き部205を設けることにより、平衡性が維持されなくなる。この場合、切り欠き部205を起点として矢印603から矢印604、矢印605、矢印606、及び矢印607とアンテナ導体上を回転するように電流が流れる。このような状態では電流は点501にも流れ、電流は定在波の状態ではなくなるため、電界の放射方向も固定されない。すなわち、矢印507、矢印508だけでなく矢印609の方向など、より広範囲に電界が放射されるようになるため、受信する相手が利得を得にくい角度を生じにくくすることができる。

実施例

[0076] <アンテナ指向性の測定>

アンテナ導体を自動車用フロントガラスに設けたアンテナ付き自動車用フロントガラスを実際の自動車に取り付けて、そのアンテナ利得を実測した結果について説明する。

[0077] アンテナ利得は、アンテナ付き自動車用フロントガラスを、ターンテーブル上の自動車の窓枠に水平面に対して「約23°」傾けた状態で組みつけて実測した。給電点にはコネクタが取り付けられていて、フィーダ線を介して

ネットワークアナライザに接続される。水平方向から自動車用フロントガラスに対して全方向から電波が照射されるように、ターンテーブルが回転する。

[0078] アンテナの指向性の測定は、ターンテーブルの中心に、アンテナ導体101付き自動車用フロントガラスを組みつけた自動車の車両中心をセットして、自動車を360°回転させて行われる。アンテナの指向性のデータは、垂直偏波のアンテナ利得を各周波数において回転角度1°毎に360°回転させて、それぞれ測定した値として示す。電波の発信位置とアンテナ導体との仰角は略水平方向（地面と平行な面を仰角=0°、天頂方向を仰角=90°とする場合、仰角=0°の方向）で測定した。アンテナ利得は、半波長ダイポールアンテナに対する相対利得の測定値に対して、無指向性アンテナ (Isotropic antenna) で0 dBとなるように標準化し、dB_iとして算出した。なお、指向性の測定に際し、アンテナを図1Aの配置位置に設けて測定したため、水平導体からの距離をルーフ106からの距離、垂直導体からの距離をピラー105からの距離と表記する。

[0079] <切り欠き部205の有無による指向性変化>

切り欠き部205を有する図2で示したアンテナ導体101付き自動車用フロントガラス（図7において例1と表記する）と、アンテナ導体101の終端Aと終端Bとを結合させ、切り欠き部205を有さないループアンテナ付き自動車用フロントガラス（図7において例2と表記する）との指向性を測定し、比較した結果を図7に示す。図7を実測した時のアンテナ導体101の各部の寸法（単位はmm）は、

ピラー105からの距離 b : 10

ルーフ106からの距離 a : 15

半ループエレメントの周長 : 300

第1のエレメントの長さ : 53

第1の給電部203と第2の給電部204の縦辺 : 15

第1の給電部203と第2の給電部204の横辺 : 17.5

第1の給電部203と第2の給電部204の距離：5

切り欠き部205の長さ：2

であった。

[0080] また、切り欠き部205が設けられる角度は40度で、半ループエレメントのアスペクト比は0.875とした。

[0081] また、例2の場合は、切り欠き部205を設けなかった場合を測定した。なお、第1の給電部203と第2の給電部204の大きさや距離及び切り欠き部205の長さは以下、実施例全てにおいて同様である。

[0082] 図7に示すように、切り欠き部205を設けることで、太い実線で示す例2では、点線で示す例1と比較すると、45度方向の垂直偏波の利得が向上することが確認された。これは、前述の原理の通り、電流が回転するように流れることで電界の放射方向が固定されないため、利得が得にくい角度が生じづらくなっているためである。

[0083] <オーバーラップ部803の有無による指向性変化>

図8のように段差を有するように構成された半ループエレメントのアンテナ導体801において、終端Aと終端Bの位置を調整してオーバーラップ部803の長さgを調整し、それぞれの場合について指向性を測定し、比較した。オーバーラップ部803の長さgが50mm、30mm、10mmの3種類について測定し、それぞれ例3、例4、例5としてその結果を図9に示す。図9を測定した時のガラスアンテナ導体101の各部の寸法（単位はmm）は、

ピラー105からの距離b：10

ルーフ106からの距離a：15

半ループエレメントの周長：300

第1のエレメント802の長さ：50

オーバーラップ部803の長さg：10、30、50

であった。

[0084] また、切り欠き部205が設けられる角度は40度で、半ループエレメン

トのアスペクト比は0.875とした。

[0085] 図9の結果より、切り欠き部205を有していても、オーバーラップ部803が設けられている場合には、細い実線で示す例3、破線で示す例4、及び点線で示す例5のいずれの場合も、太い実線で示す例1と比較すると、45度方向の垂直偏波の利得は減少することが確認された。これは、オーバーラップ部803を設けることで、オーバーラップ部803では逆相の電流で打ち消し合うため、利得が低下するためである。さらに、オーバーラップ部803の長さgが例えば例3のように長い場合、切り欠き部205の容量が高まり、容量結合されるため、切り欠き部205を有しないループエレメントと同等の挙動に近づき、電流の回転が消失するため、利得が得にくい角度が生じたと考えられる。したがって、オーバーラップ部803は形成されないことが好ましい。しかし、オーバーラップ部803が10mm未満の場合には、アンテナ導体101の動作周波数で、実質的に電氣的に結合していないとみなせることから、10mm未満のオーバーラップは許容する。

[0086] <レイトレーシングシミュレーション>

次に、本発明の一実施形態のアンテナ装置が、本実施形態のアンテナ装置同士だけでなく、ルーフトップアンテナとも良好な通信性能を確保できる点について、レイトレーシングシミュレーション (Ray Tracing Simulation) の結果を示して説明する。

[0087] 以下の実施形態では、本発明を車車間通信用アンテナとして用いて、見通し悪い交差点でのお互いの位置を相手に知らせる通信に適用した場合を想定している。

[0088] 図10は、レイトレーシングシミュレーション上で設定された交差点付近の解析モデル図である。解析モデルは、交差点1001で直角に交差する2本の接続道路1002、1003と、接続道路1002、1003以外の4箇所の構造物1004、1005、1006、1007とを含むように構成されている。電波の反射回数を最大10回に設定し、電波の回折回数を1回に設定した。電波の反射面は、構造物1004、1005、1006、10

07の壁面及び大地のみとした。構造物1004、1005、1006、1007の高さは無限大とし、屋根による回折はないものとした。

[0089] また、交差点1001に交差する接続道路1002側に電波の送信点1008を設定し、交差点1001に交差する接続道路1003側に受信点1009を設定した。送信点1008の現在地から交差点1001の接続道路1002側の進入口（交差点1001と接続道路1002との接続部分）までを送信点1008のアプローチ距離 d_t とし、交差点1001の接続道路1003側の進入口（交差点1001と接続道路1003との接続部分）から受信点1009までを距離 d_r とした。ここで $d_t < d_r$ であり、交差点1001の近傍を送信、交差点遠方を受信とした。

[0090] 接続道路1002上に設定された送信点1008は、電波を送信するアンテナを搭載する自車の存在地点を想定する。接続道路1003上に設定された受信点1009は、送信点1008（自車のアンテナ）から送信された電波を受信する通信相手（例えば、他車両）の存在地点を想定している。送信点1008と受信点1009との間の伝搬損失は、生成されるパスの伝達関数の複素合成により求められる。

[0091] その他のレイトレーシングシミュレーションの諸元として、送信点1008と受信点1009との間で送受される電波の周波数を720MHz、送信点1008及び受信点1009のアンテナ高さを1.3m、構造物1004、1005、1006、1007の材質をコンクリート（比誘電率6.77、導電率0.023）、大地面の比誘電率を3.0、大地面の導電率を0.0001に設定した。

[0092] また、図10のように伝搬経路中に複数の構造物があると、マルチパスフェージングが生ずるため、自車両及び通信相手が各接続道路上のどの車線や位置を走行しているのかによって、伝搬損失が大きく変化する。

[0093] そこで、接続道路1008の幅員 w_t 及び接続道路1009の幅員 w_r 、並びに交差点1001からの距離 d_t 、 d_r に応じて変化する伝搬特性を一意的に評価するための指標として、「受信率P」を導入する。

- [0094] 受信率 P を定義するために、まず、接続道路1002上に M 個の送信点1008を幅員 w_t の方向に設定するとともに、接続道路1003上に N 個の受信点1009を幅員 w_r の方向に設定する。これにより、 M 個の送信点1008と N 個の受信点1009とを各々組み合わせることによって、 $(M \times N)$ 通りの送受信点間の伝搬特性データが得られる。そこで、損失が所定の閾値 t_h よりも小さい伝搬特性データの数を、伝搬特性データの総数 $(=M \times N)$ で除算した値を、「受信率 P 」と定義する。つまり、伝搬損失が小さく通信性能が良好な送受信条件ほど、受信率 P は高い値を示す。
- [0095] 受信率 P をシミュレーションするために、今回のレイトレーシングシミュレーションでは、送信点1008については、接続道路1002の道路幅中心位置から構造物1006側に1.5m離れた位置まで50cm間隔に4箇所を設定した。また、受信点1009については、接続道路1003の道路幅中心位置から構造物1007まで10cm間隔に設定した。さらに、受信点1009が他車両である場合、距離 d_r は、他車両が交差点1001に対し法定速度に10km/hを加えた速度で走行している状態で自車両からの信号を受信してからブレーキをかけて停止するのに必要な距離以上に設定されても良い。本実施形態では、接続道路1003の法定速度を60km/hに設定し、他車両の走行速度を70km/hとして、他車両がブレーキをかけて停止するのに必要な距離を約80mと想定し、それに10mの余裕を加えて、距離 d_r を一定の90mに固定した。
- [0096] また、今回のレイトレーシングシミュレーションでは、幅員 w_t 、 w_r 及びアプローチ距離 d_t を変化させて、受信率 P のシミュレーションを行った。具体的には、幅員 w_t を4mから12mまで2m間隔で5通り変化させ、幅員 w_r を4mから30mまで2m間隔で14通り変化させ、アプローチ距離 d_t を9mから11mまで1m間隔で3通り変化させた。また、受信率 P は、アプローチ距離 d_t 毎に算出した受信率の平均値とした。
- [0097] また、車車間通信で想定されるパターンとして、3つのケースを定めた。ケース1は送信点1008、受信点1009とも本実施形態のアンテナ装置

の場合、ケース2は送信点1008が本実施形態のアンテナ装置であり、受信点1009がルーフトップアンテナ相当の特性を有する場合、ケース3は送信点1008がルーフトップアンテナ相当の特性を有し、受信点1009が本実施形態のガラスアンテナである場合とした。ここで、ケース1の場合は垂直偏波だけでなく、水平偏波とも受信率に加味される。また、ルーフトップアンテナ相当の特性とは、垂直偏波利得が0 dBiで無指向性であり、水平偏波利得は $-\infty$ dBiとし、水平偏波では通信できない場合を想定した。また、アンテナ装置は、図1Aの配置位置に設けてシミュレーションを行ったため、水平導体からの距離をルーフ106からの距離、垂直導体からの距離をピラー105からの距離と表記する。

[0098] <切り欠き部205が設けられる角度>

図2で示したアンテナ導体101において、ピラー105からの距離、ルーフ106からの距離、第1の給電部203の位置、第2の給電部204の位置、半ループエレメントの周長を変えずに、第1のエレメントの長さと同半ループエレメントのアスペクト比を変化させることで、切り欠き部205が設けられる角度が受信率に及ぼす影響について検討した。各場合の受信率の計算結果を図11に示す。

[0099] 図11を計算した時のアンテナ導体101の各エレメントの長さ、各部の寸法及び設置位置は、単位をmmとすると、

ピラー105からの距離 b : 10

ルーフ106からの距離 a : 15

半ループエレメントの周長 : 300

であった。

[0100] また、第1の給電部203の位置は、半ループエレメントの左上角部に固定した。また、半ループエレメントのアスペクト比として、 c/d の値を90mm/60mm、70mm/80mm、50mm/100mmの3種類に変化させた。また、第1のエレメント201の長さとして、長さの値を33mm、53mm、73mmの3種類に変化させた。

[0101] 図11に示されるように、ケース1、ケース2及びケース3の全ての場合で切り欠き部205が設けられる角度が 20° 以上 75° 以下の範囲で望ましい特性が得られた。

[0102] <第1のエレメント201の長さ>

図2で示したアンテナ導体101において、ピラー105からの距離、ルーフ106からの距離、切り欠き部205が設けられる角度、半ループエレメントの周長を変えずに、第1のエレメント201の長さ半と半ループエレメントのアスペクト比を変化させることで、第1のエレメント201の長さが受信率に及ぼす影響について検討した。各ケース1、ケース2及びケース3の場合の受信率の計算結果を、それぞれ図12、図13、図14に示す。

[0103] 図12、図13、図14計算した時のガラスアンテナ導体101の各エレメントの長さ及び設置位置は、単位をmmとすると、

ピラー105からの距離 b : 10

ルーフ106からの距離 a : 15

半ループエレメントの周長 : 300

であった。

[0104] また、切り欠き部205が設けられる角度は 40° に固定した。また、半ループエレメントのアスペクト比として、 c/d の値を $90\text{mm}/60\text{mm}$ 、 $70\text{mm}/80\text{mm}$ 、 $50\text{mm}/100\text{mm}$ の3種類に変化させた（図の凡例ではmmを省略した表記とする）。また、第1のエレメント201の長さとして、長さの値を 53mm 、 78mm 、 88mm 、 98mm 、 108mm の5種類に変化させた。

[0105] 図12、図13、図14に示されるように、第1のエレメント201の長さが $0.2\lambda_g$ 以上 $0.35\lambda_g$ 以下の範囲でケース1、ケース2及びケース3の全ての場合で望ましい特性が得られた。中心周波数が 760MHz であるITSを想定した場合、第1のエレメント201の長さは 50mm 以上 90mm 以下の範囲が好ましい。なお、 $0.2\lambda_g$ は第1の給電部203が半ループエレメントの左角部に設けられた状態であり、ルーフ106からの給電

を可能とするため、この長さを第1の要素の最小値とした。

[0106] <アンテナ導体101の設置位置>

図2で示したアンテナ導体101において、切り欠き部205が設けられる角度、半ループ要素の周長、半ループ要素のアスペクト比、第1の要素201の長さを変えずにピラー105からの位置及びルーフ106からの位置を変え、それぞれの場合に受信率に及ぼす影響について検討した。各場合について、ケース1、ケース2及びケース3の受信率の計算結果を、図15及び図16に示す。

[0107] 図15及び図16を計算した時のアンテナ導体101の各要素の長さ、各部の寸法及び設置位置は、単位をmmとすると、
半ループ要素の周長：300
半ループ要素のアスペクト比：70/80
第1の要素201の長さ：53
であった。

[0108] また、切り欠き部205が設けられる角度は40度に固定した。

[0109] 図15に示されるように、ピラー105からの距離が50mm以下であればケース1、ケース2及びケース3の全ての場合で望ましい特性が得られた。

[0110] 図16に示されるように、ルーフ106からの距離が70mm以下であればケース1、ケース2及びケース3の全ての場合で望ましい特性が得られた。

[0111] <半ループ要素のアスペクト比>

図2で示したアンテナ導体101において、ピラー105からの距離、ルーフ106からの距離、半ループ要素の周長、第1の要素201の長さ、切り欠き部205が設けられる角度を変えずに、半ループ要素のアスペクト比のみを変え、受信率に及ぼす影響について検討した。各ケース1、ケース2及びケース3の場合の計算結果を図17に示す。

[0112] 図17を計算した時のアンテナ導体101の各要素の長さ、各部の

寸法及び設置位置は、単位をmmとすると、

ピラー105からの距離：10

ルーフ106からの距離：15

半ループエレメントの周長：300

第1のエレメント201の長さ：53

であった。また、切り欠き部205が設けられる角度は40度に固定した。

[0113] 図17に示されるように、半ループエレメントのアスペクト比が0.3以上であればケース1、ケース2及びケース3の全ての場合で望ましい特性が得られた。

[0114] <半ループエレメントの周長>

図2で示したアンテナ導体101において、ピラー105からの距離、ルーフ106からの距離、第1の給電部の位置、第2の給電部の位置、切り欠き部205が設けられる角度、半ループエレメントのアスペクト比を変えずに、半ループエレメントの周長を変え、受信率に及ぼす影響について検討した。各ケース1、ケース2及びケース3の場合の計算結果を図18に示す。

[0115] 図18を計算した時のアンテナ導体101の各エレメントの長さ、各部の寸法及び設置位置は、単位をmmとすると、

ピラー105からの距離：10

ルーフ106からの距離：15

であった。

[0116] また、切り欠き部205が設けられる角度は40度に固定し、半ループエレメントのアスペクト比は0.875で固定した。また、第1の給電部の位置は図2のように半ループエレメントの左上角部に固定とした。

[0117] なお、第1のエレメントの長さは、半ループ形状の全長の変化率を乗じ、切り欠き部205が設けられる角度が40度となるように対応させた。

[0118] 図18に示されるように、半ループエレメントの全長が $1.05\lambda_g$ 以上 $1.5\lambda_g$ 以下であればケース1、ケース2及びケース3の全ての場合で望ましい特性が得られた。中心周波数が760MHzであるITSを想定した場合

、半ループエレメントの全長は265mm以上380mm以下の範囲が好ましい。

[0119] <付設エレメントの効果>

図2で示したアンテナ導体101と、図3Bで示したループ形成エレメント304を設けたアンテナ導体301b、図3Cで示したオーバーラップ形成エレメント305を設けたアンテナ導体301cとを同一の条件で測定し、ループ形成エレメント304及びオーバーラップ形成エレメント305の効果について検討した。各ケース1、ケース2及びケース3の場合の計算結果を図19に示す。

[0120] 図19を計算した時のアンテナ導体101、301b及び301cの各エレメントの長さ、各部の寸法及び設置位置は、単位をmmとすると、

アンテナ導体101、301b及び301cの半ループエレメントの周長：
300

アンテナ導体101、301b及び301cの半ループエレメントのアスペクト比：70/80

第1のエレメント201の長さ：53

ループ形成エレメント304の横の長さ：15

ループ形成エレメント304の縦の長さ：53

オーバーラップ形成エレメント305の長さ：38

オーバーラップ形成エレメント305が設けられた場合の部分エレメント202aの長さ：38

オーバーラップ形成エレメント305が設けられた場合の部分エレメント202aと第2の給電部204との距離：2

であった。

[0121] また、切り欠き部205が設けられる角度はアンテナ導体101、301b及び301cで約40度とした。

[0122] 図19において、横軸はアンテナ導体101、301b、301cの各場合の受信率を示す。図19に示されるように、アンテナ導体101に比べて

、ループ形成エレメント304を有して半ループエレメントの一辺をループ化させたアンテナ導体301bは、ケース1～3の全ての場合において高い受信率が得られることが確認された。また、アンテナ導体101に比べて、オーバーラップ形成エレメント305を有して、半ループエレメントの切り欠き部205以外の部分でオーバーラップ部を有するアンテナ導体301cは、ケース1～3の全ての場合において高い受信率が得られることが確認された。

産業上の利用可能性

[0123] 本発明は、垂直偏波に対して高い受信感度を有するアンテナ装置であり、例えば、自動車の車車間の通信に好適に用いることができる。

[0124] 本出願は、2013年7月31日に日本国特許庁に出願された特願2013-159258に基づくものであり、その出願を優先権主張するものであり、その出願の全ての内容を参照することにより包含するものである。

符号の説明

[0125] 101、301a、301b、301c、401、801 アンテナ導体

101b アンテナ導体101をX方向に鏡映したパターン

102 自動車用窓ガラス

102a 自動車用窓ガラスの外縁

103 金属フランジ

104 黒色遮蔽膜

105 ピラー

106 ルーフ

107 自動車用窓ガラス102の重心を通る上下方向のセンターライン

108v、108h、110 導電体

109a、109b、109c、109d 結合部

201、302、402、802 第1のエレメント

- 201 a、201 b 部分エレメント
- 202、403 第2のエレメント
- 202 a、202 b、202 c、404 部分エレメント
- 203 第1の給電部
- 204 第2の給電部
- 205 切り欠き部
- 303 第1の付設エレメント
- 304 ループ形成エレメント
- 305 オーバーラップ形成エレメント
- 501、502 点
- 503、504、505、506、603、604、605、606、607 電流の流れる方向
- 507、508、609 電界の放射方向
- 803 オーバーラップ部
- 1001 交差点
- 1002、1003 接続道路
- 1004、1005、1006、1007 構造物
- 1008 送信点
- 1009 受信点
- a ガラスアンテナ101の中で水平導体に最も近い部分と水平導体との距離
- b ガラスアンテナ101の中で垂直導体に最も近い部分と垂直導体との距離
- c 半ループエレメントの高さ
- d 半ループエレメントの幅
- e 半ループエレメントで囲まれる領域の中心点
- f 切り欠き部205の中心点
- g オーバーラップ部の長さ

請求の範囲

[請求項1]

窓ガラスに設けられたアンテナ導体と、前記アンテナ導体に設けられ互いに近接して配置される第1の給電部と第2の給電部とを有する給電点と、補助導体とを備えたアンテナ装置において、

前記補助導体は、水平方向に直線状に設けられた水平導体と、前記水平導体と電氣的に結合し垂直方向に直線状に設けられた垂直導体とを有し、

前記アンテナ導体は、前記水平導体と前記垂直導体との結合部近傍に配設され、かつ一端が前記第1の給電部に接続される第1のエレメントと、一端が前記第2の給電部に接続される第2のエレメントとを有し、

前記給電点は、前記アンテナ導体の前記水平導体に沿う部位に位置し、

前記第1のエレメントと前記第2のエレメントとは、前記第1のエレメントの他端と前記第2のエレメントの他端とが近接されてループ形状の一部に切り欠き部を形成させるように半ループエレメントを構成し、

前記切り欠き部は、前記半ループエレメントで囲まれる領域の中心点を通る水平線に対して前記水平導体とは反対側かつ前記中心点を通る垂直線に対して前記垂直導体とは反対側に設けられ、

前記第1のエレメントの長さは、所定の周波数帯の中心周波数における空気中の波長を λ_0 とし、窓ガラスの波長短縮率を k とし、前記窓ガラス上での波長を $\lambda_g = \lambda_0 \cdot k$ として、 $0.2\lambda_g$ 以上 $0.35\lambda_g$ 以下である

ことを特徴とするアンテナ装置。

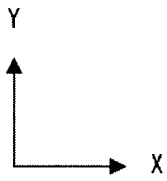
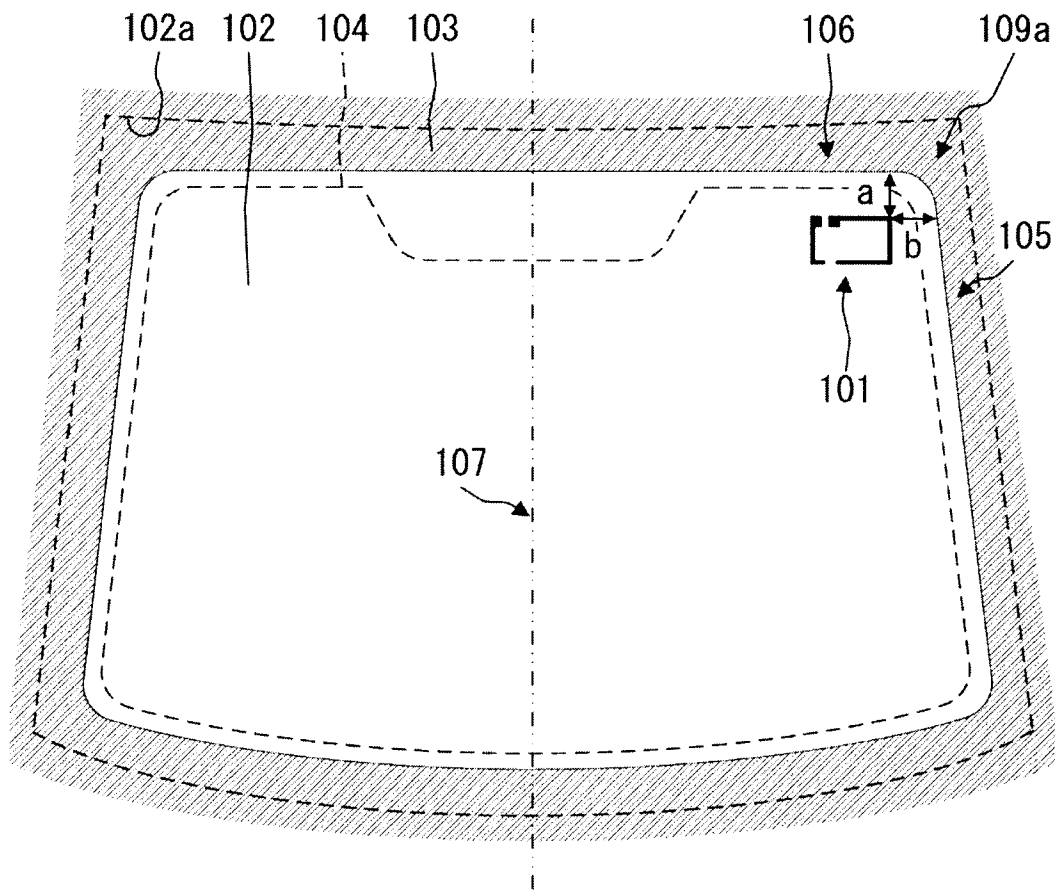
[請求項2]

前記切り欠き部は、前記中心点と前記切り欠き部の中間点を結ぶ直線と、水平線とがなす角度が 20° 以上 75° 以下の範囲に位置するように設けられた請求項1に記載のアンテナ装置。

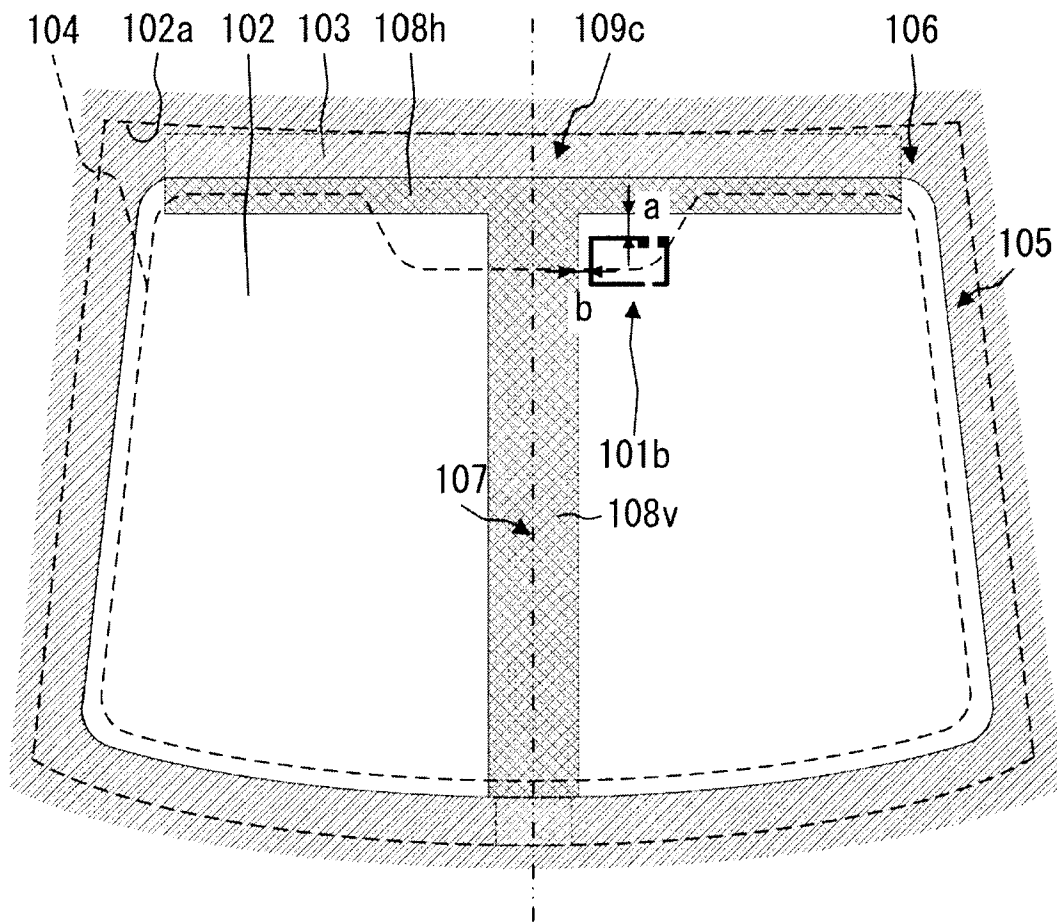
- [請求項3] 前記水平導体または前記垂直導体の少なくともいずれか一方は、前記窓ガラスの表面に設けられた導体である請求項1または2に記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記窓ガラスは、第1のガラス板と第2のガラス板とが中間膜を介して貼り合わされた合わせガラスであり、
前記水平導体または前記垂直導体の少なくともいずれか一方は、前記合わせガラスの前記中間膜に設けられた導体である請求項1から3のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項5] 前記水平導体は、前記窓ガラスが車体の窓開口部に設置される場合、前記車体の窓開口部のルーフ側フランジである請求項1から4のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項6] 前記垂直導体は、前記窓ガラスが設置される車体の窓開口部のピラー側フランジである請求項1から4のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項7] 前記水平導体は、前記窓ガラスが設置される車体の窓開口部のルーフ側フランジであり、前記垂直導体は、前記窓ガラスが設置される前記車体の窓開口部のピラー側フランジである請求項1または2に記載のアンテナ装置。
- [請求項8] 前記アンテナ導体のうち、前記水平導体に最も近接する部分は、前記水平導体から $0.19\lambda_g$ 以内の位置に設けられ、
前記アンテナ導体のうち、前記垂直導体に最も近接する部分は、前記垂直導体から $0.27\lambda_g$ 以内の位置に設けられる請求項1から7のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項9] 前記アンテナ導体のうち、前記水平導体に最も近接する部分は、前記水平導体から50mm以内の位置に設けられ、
前記アンテナ導体のうち、前記垂直導体に最も近接する部分は、前記垂直導体から70mm以内の位置に設けられる請求項1から7のいずれかに記載のアンテナ装置。

- [請求項10] 前記半ループエレメントの前記垂直方向の高さを前記半ループエレメントの前記水平方向の幅で除した値は、0.3以上となる請求項1から9のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項11] 前記切り欠き部の長さは0.1mm～5mmである請求項1から10のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項12] 前記半ループエレメントの周長は、 $1.05\lambda_g \sim 1.5\lambda_g$ である請求項1から11のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項13] 前記半ループエレメントは、前記半ループエレメントのいずれかの辺をループ化するループ形成エレメントを有する請求項1から12のいずれかに記載のアンテナ装置。
- [請求項14] 前記半ループエレメントは、オーバーラップ形成エレメントをさらに有し、
前記オーバーラップ形成エレメントは、一端を前記第1の給電部または前記第2の給電部に接続し、一部が前記半ループエレメントのいずれかの辺に沿って延伸して重なることでオーバーラップ部を形成し、
前記オーバーラップ部は、前記切り欠き部が存在しない位置に設けられる請求項1から13のいずれかに記載のアンテナ装置。

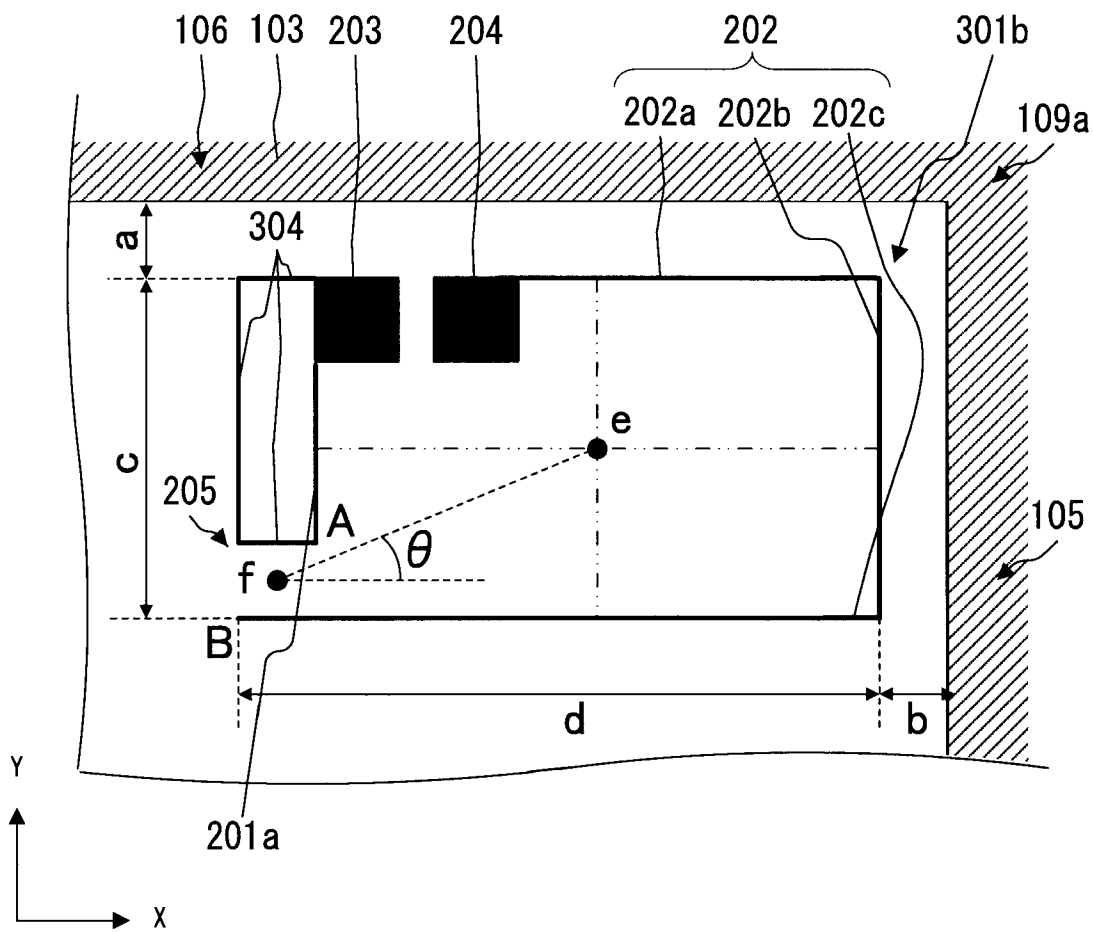
[図1A]



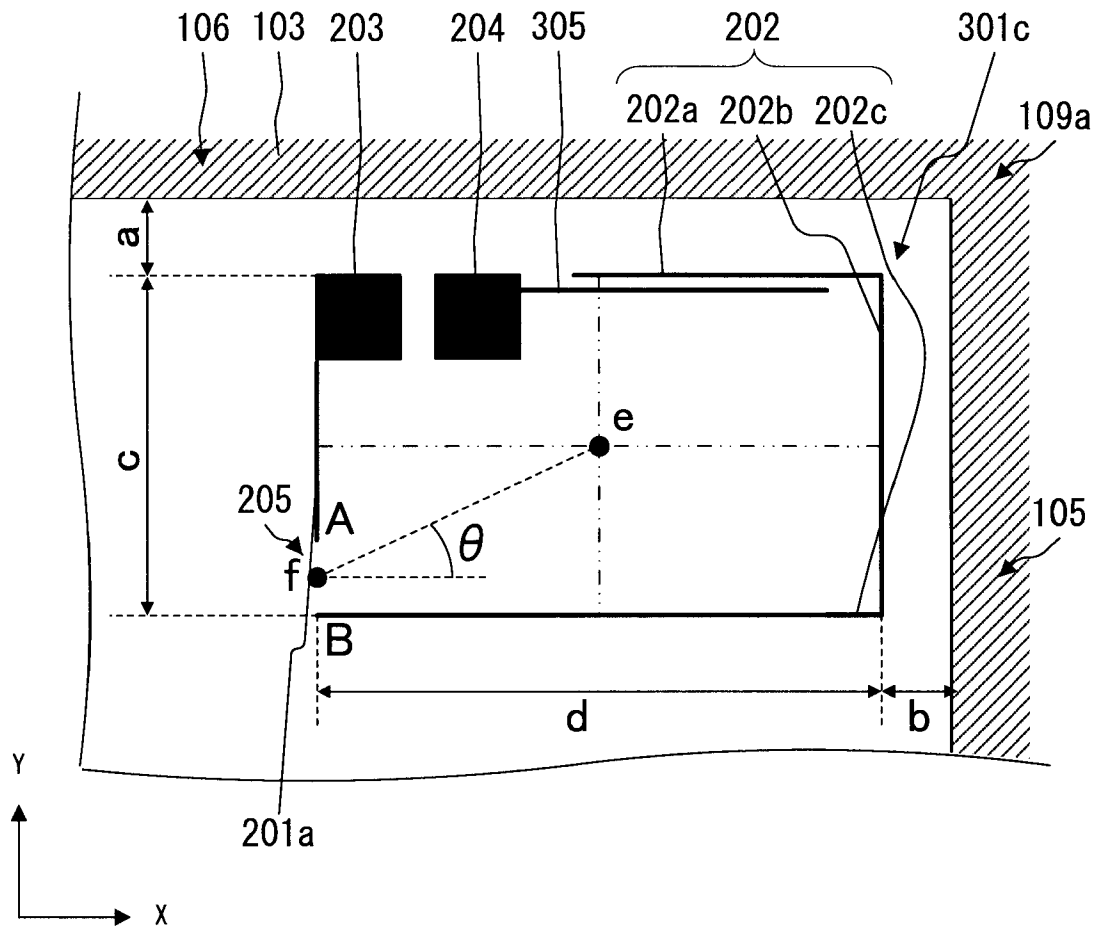
[図1C]



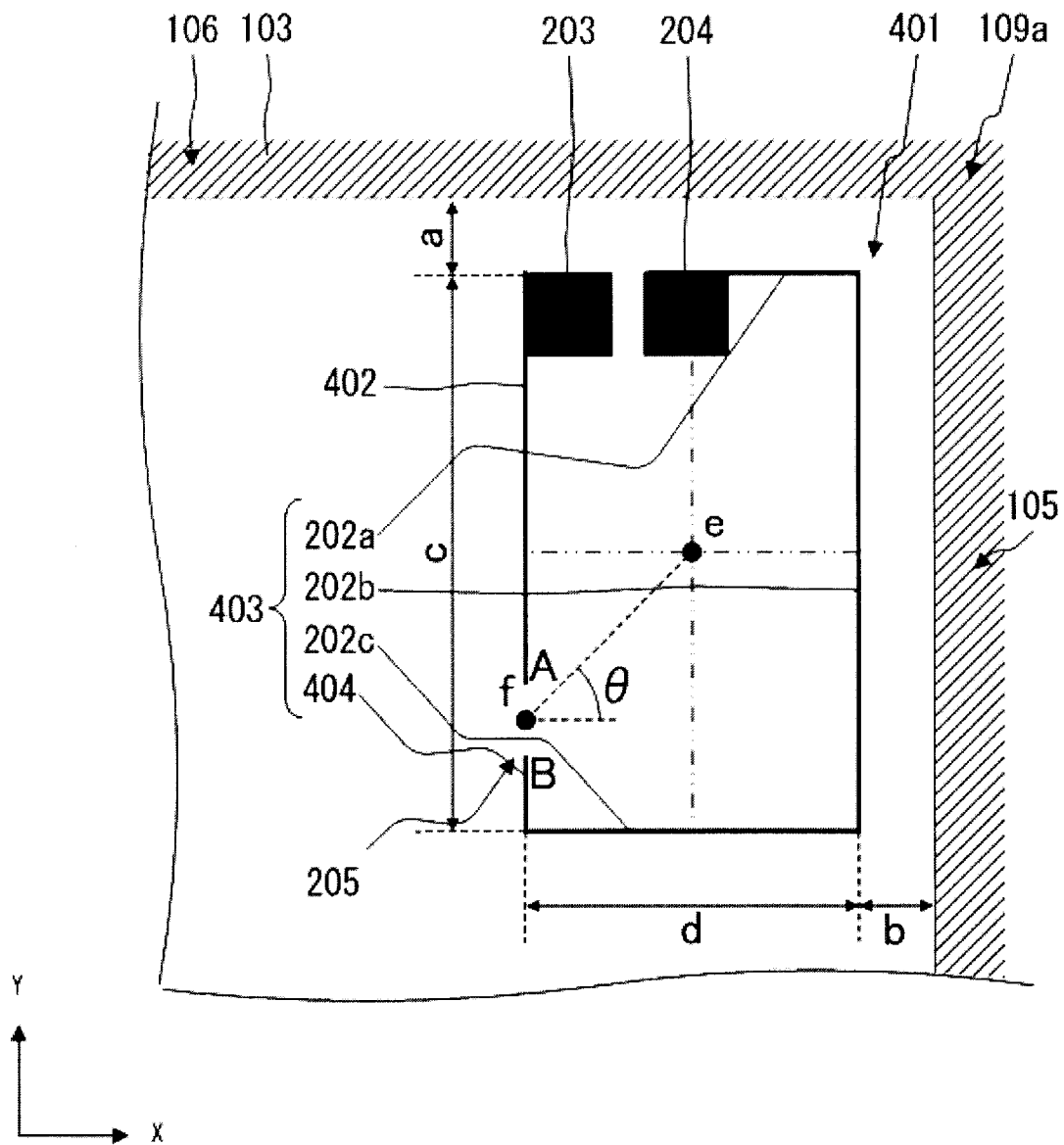
[図3B]



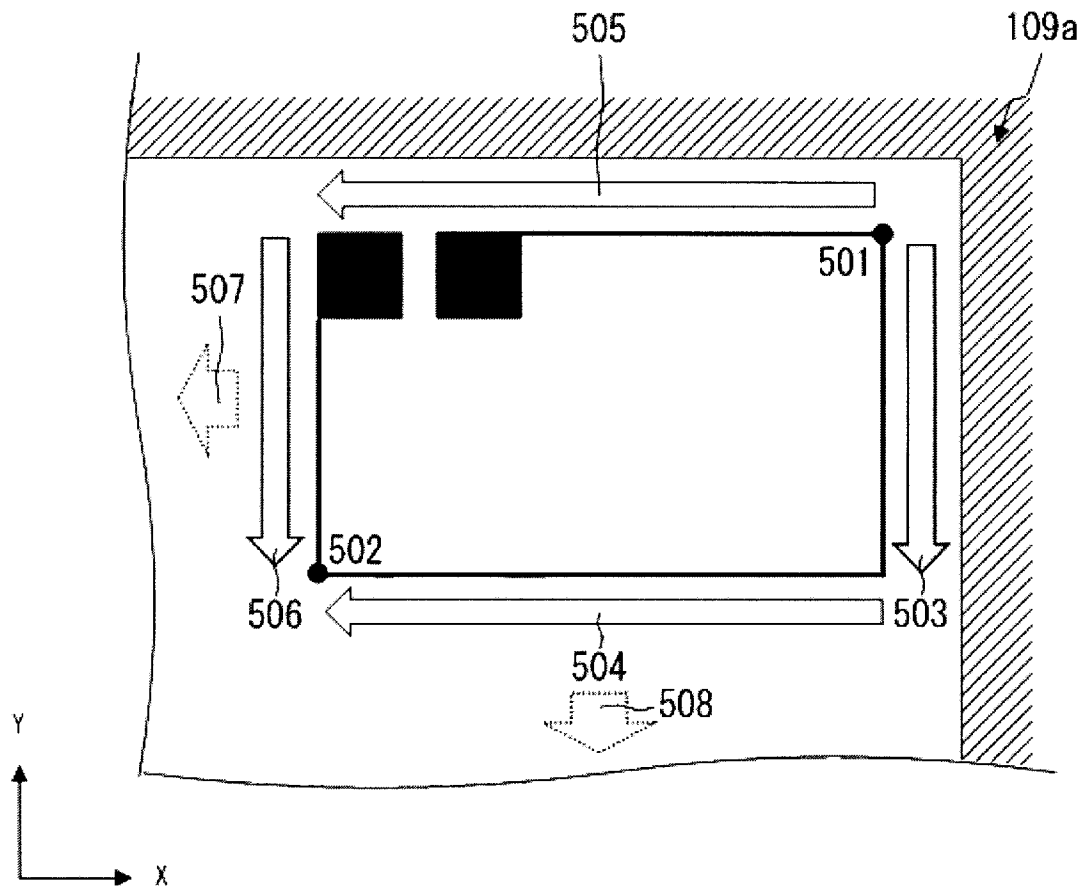
[図3C]



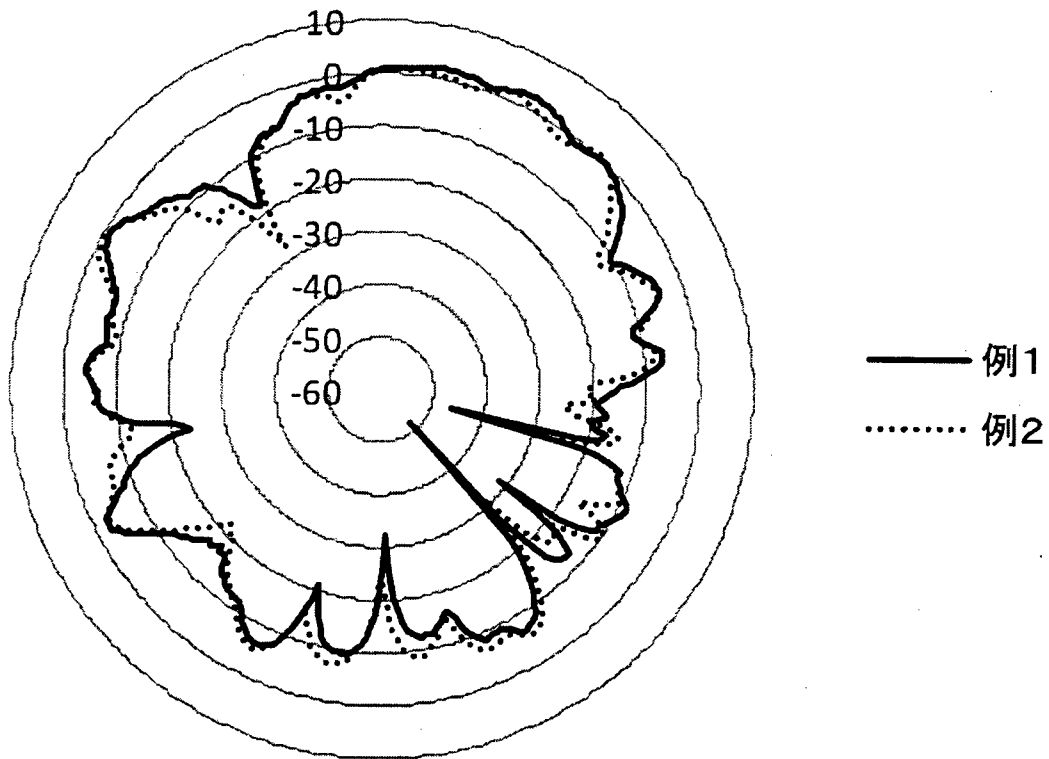
[図4]



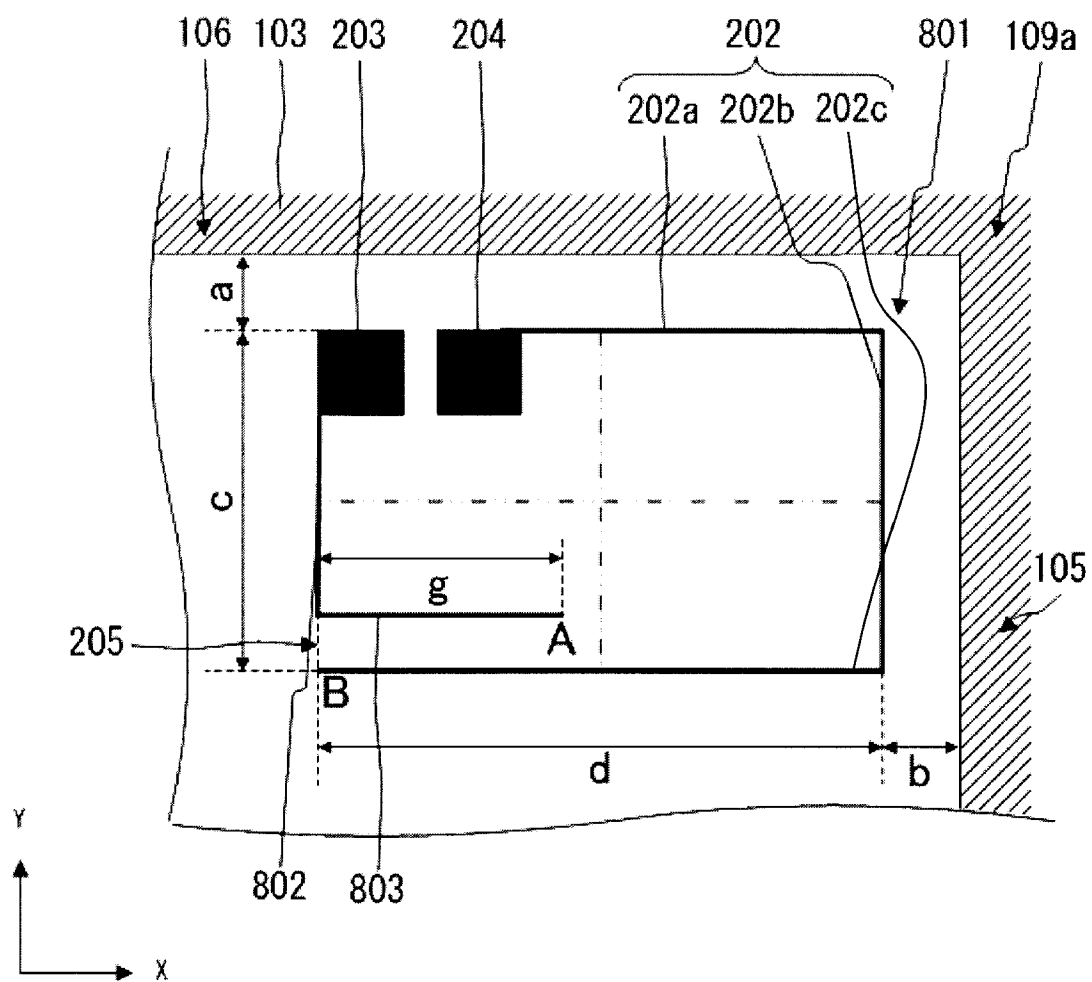
[図5]



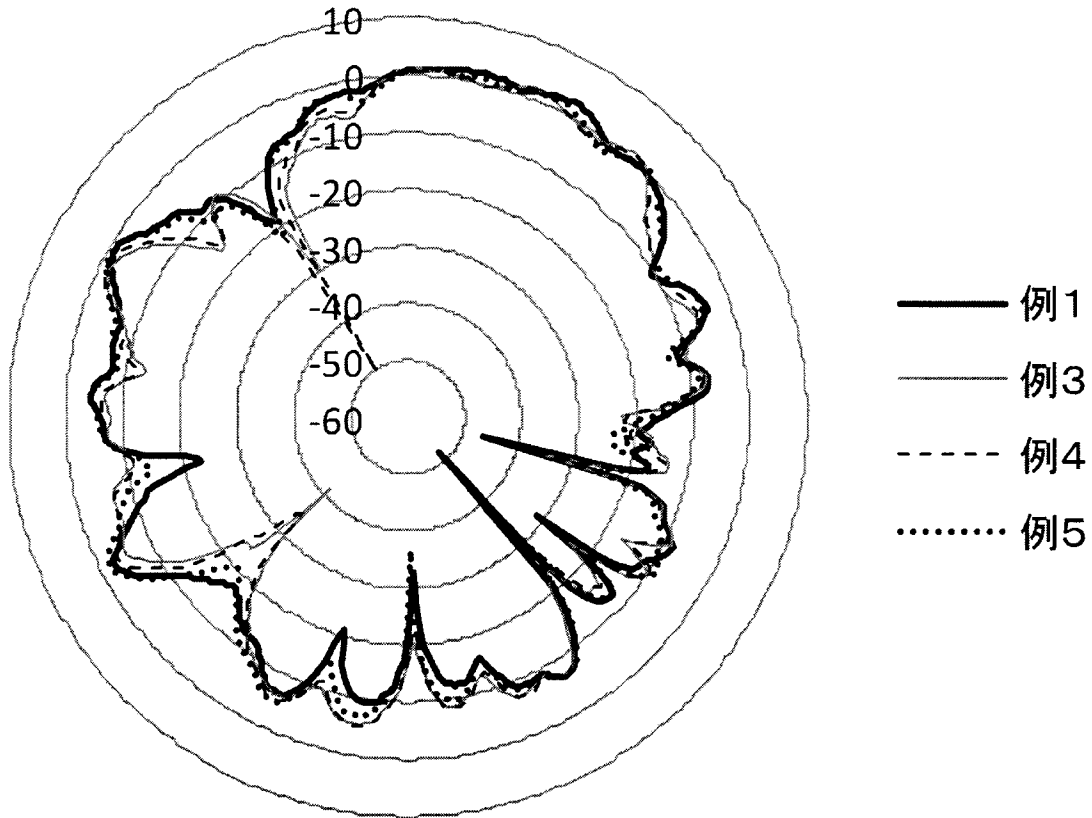
[図7]



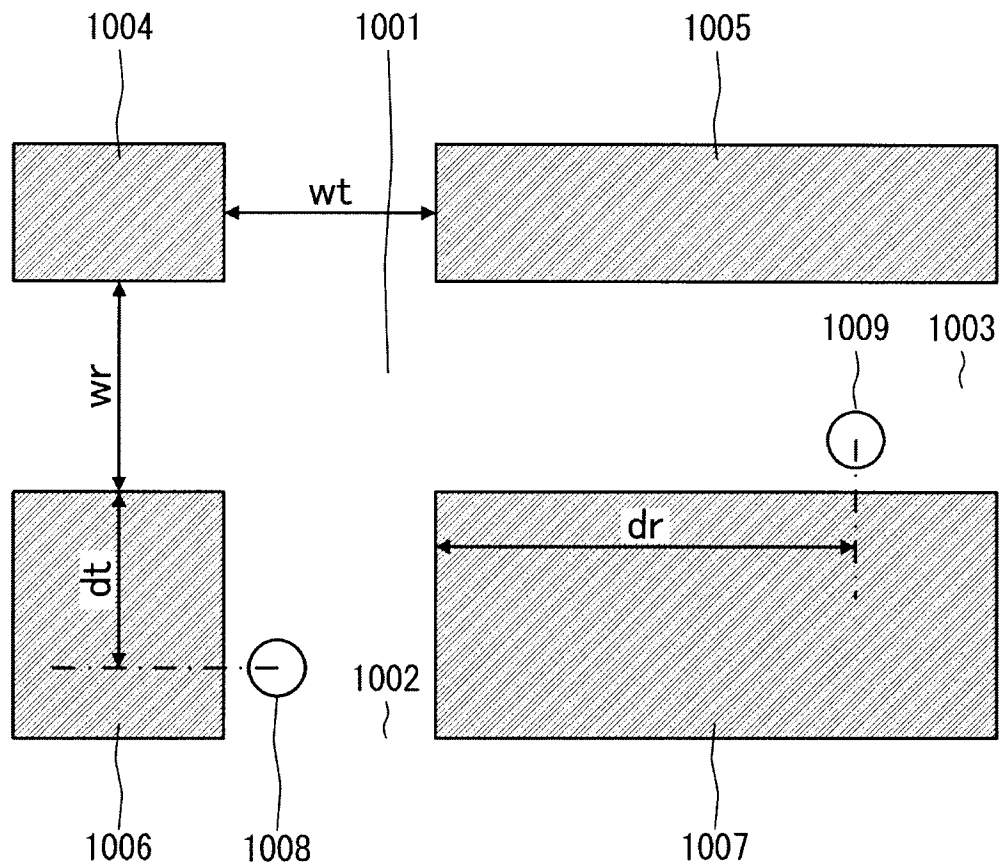
[図8]



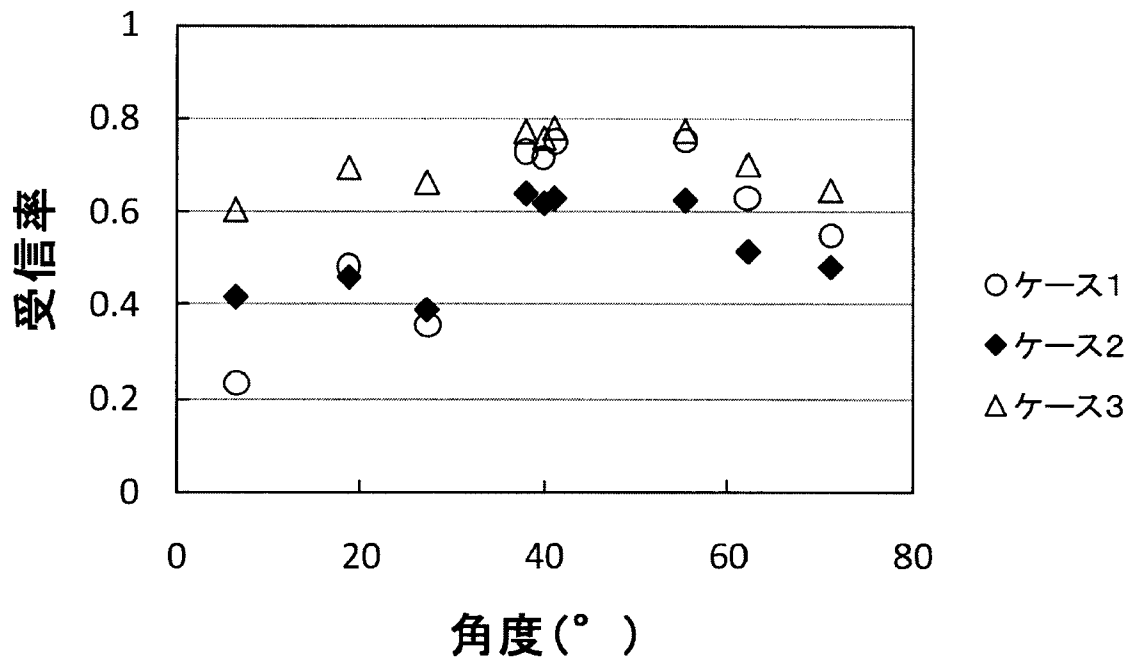
[図9]



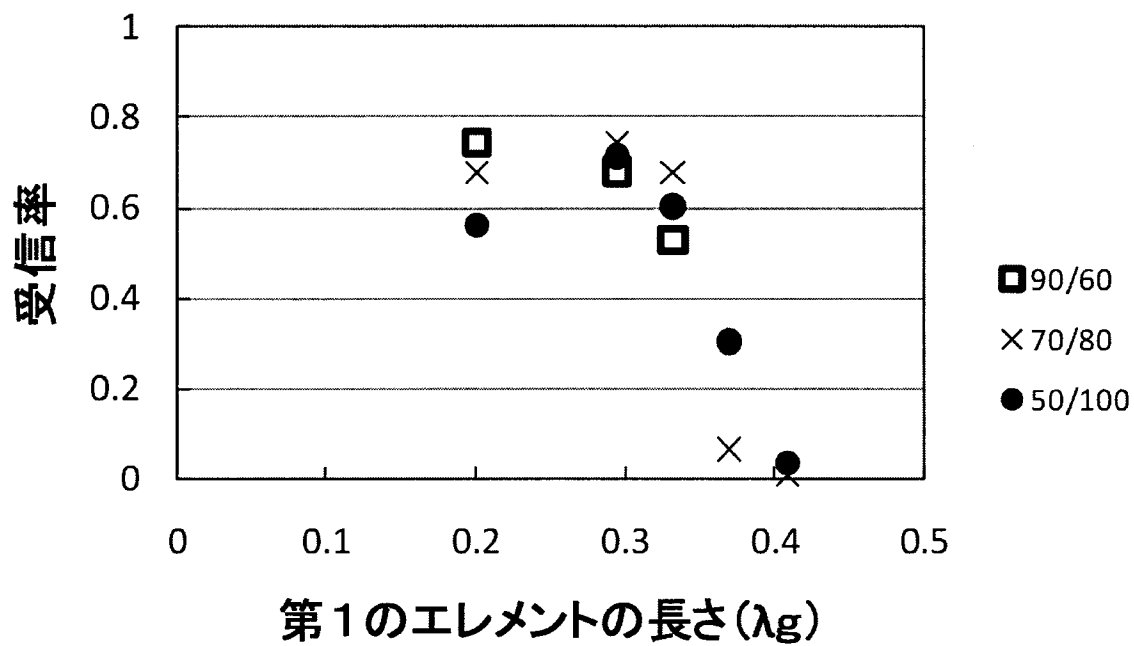
[図10]



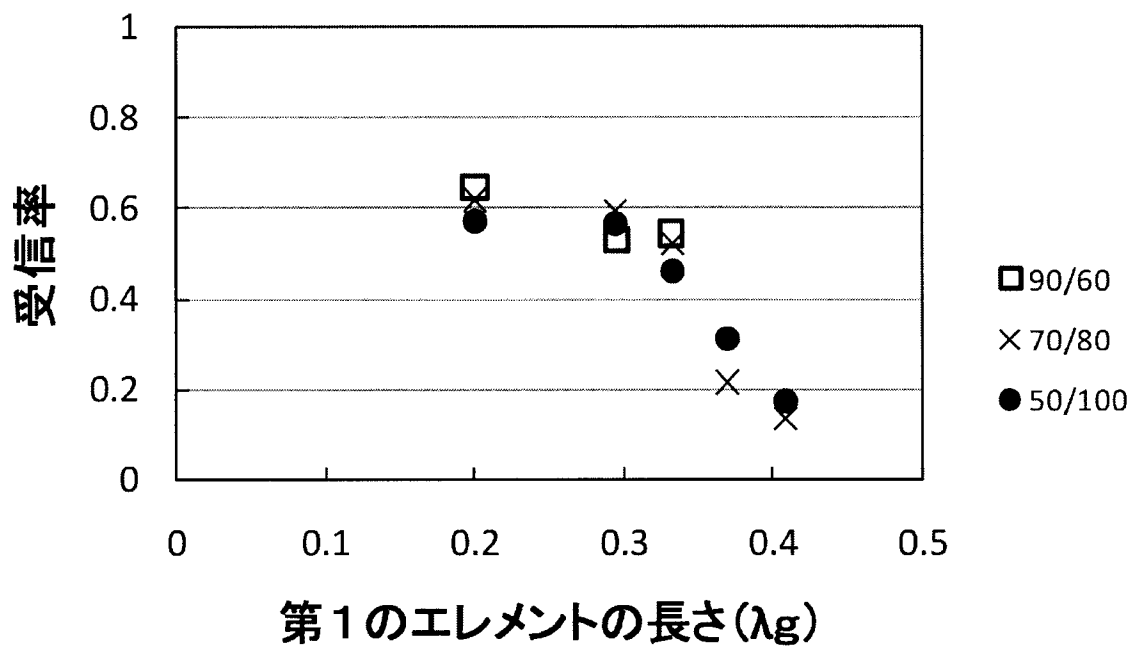
[図11]



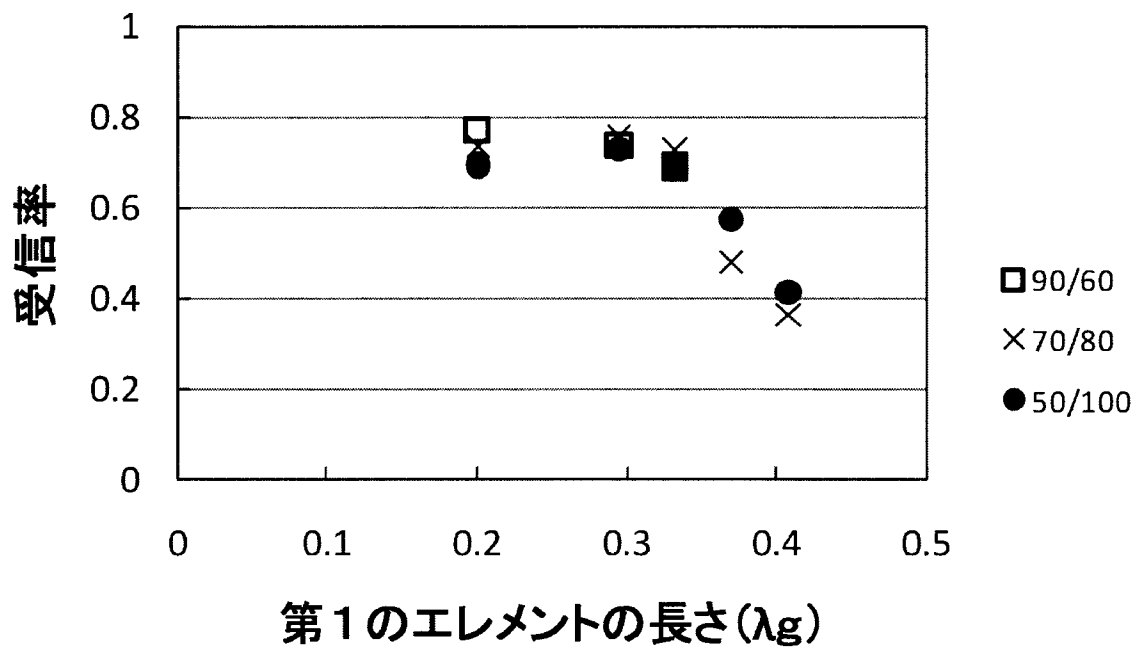
[図12]



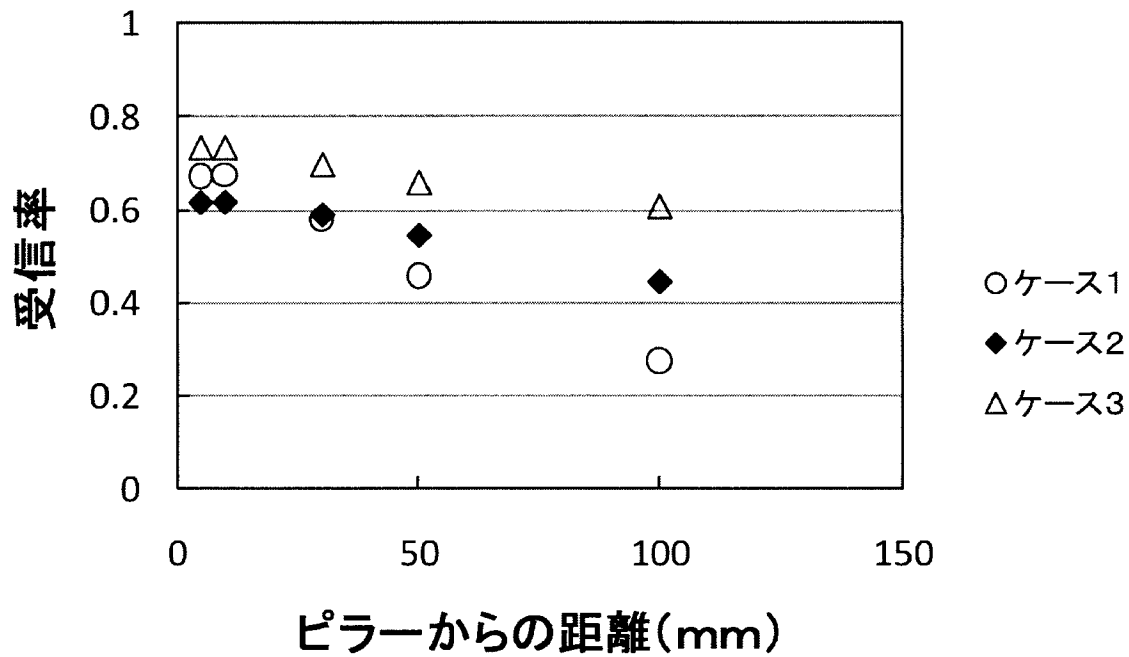
[図13]



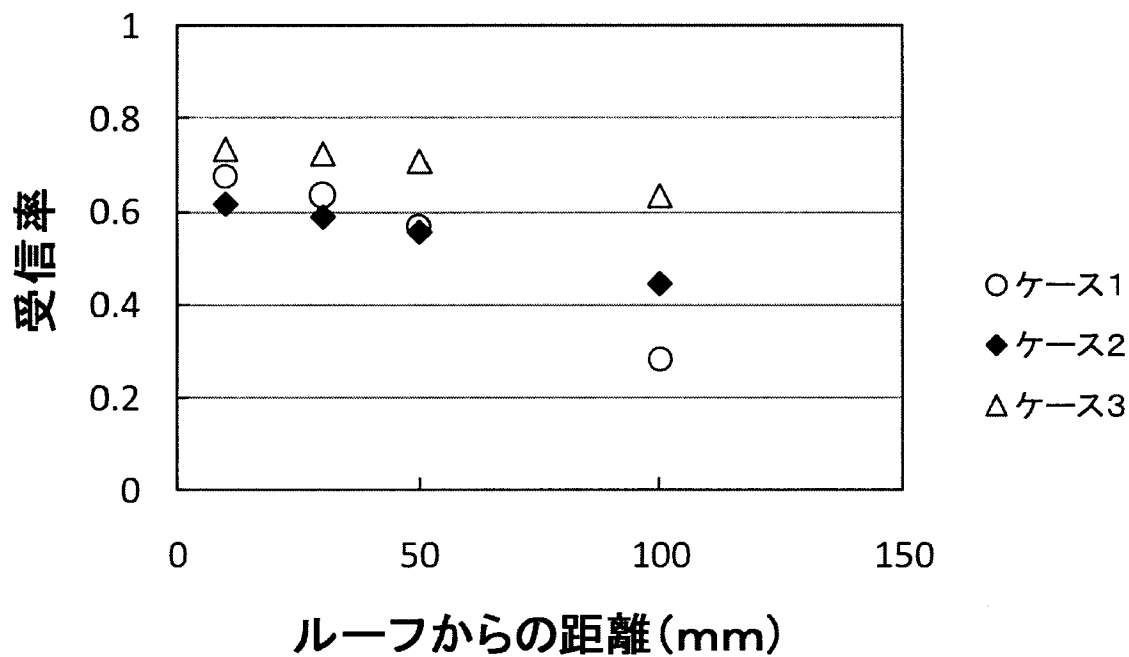
[図14]



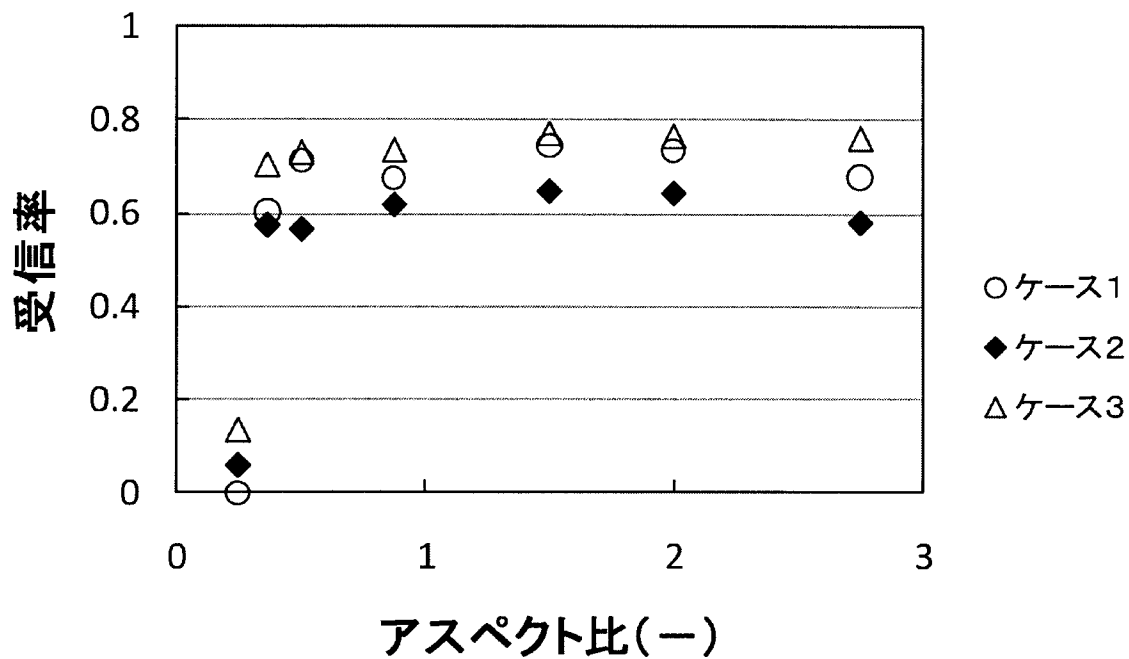
[図15]



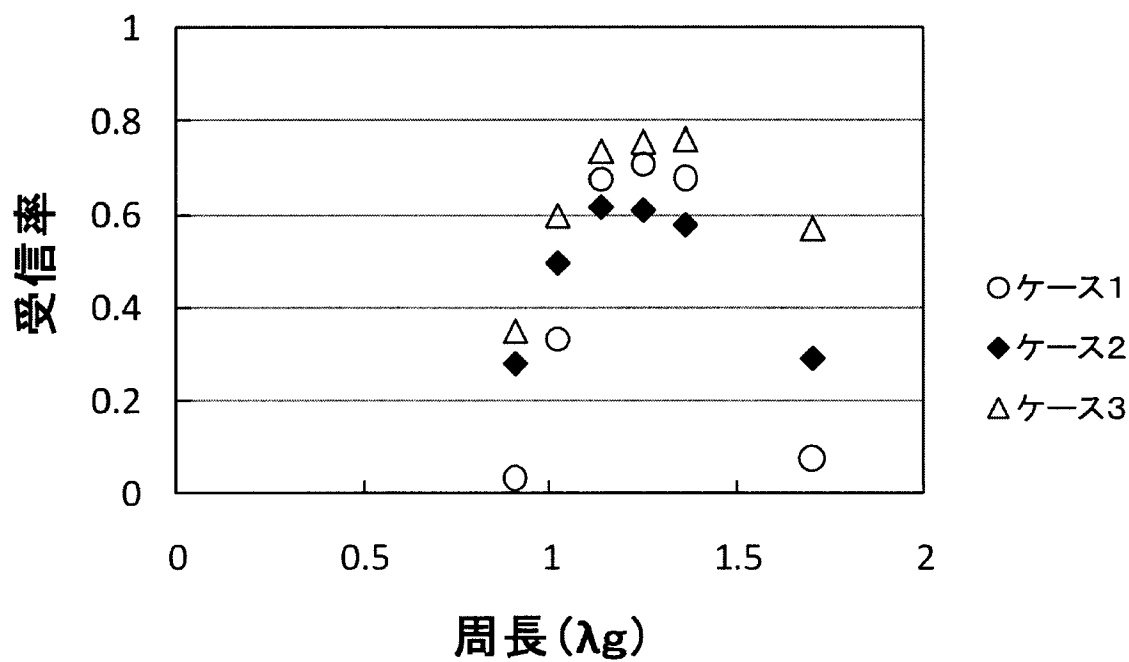
[図16]



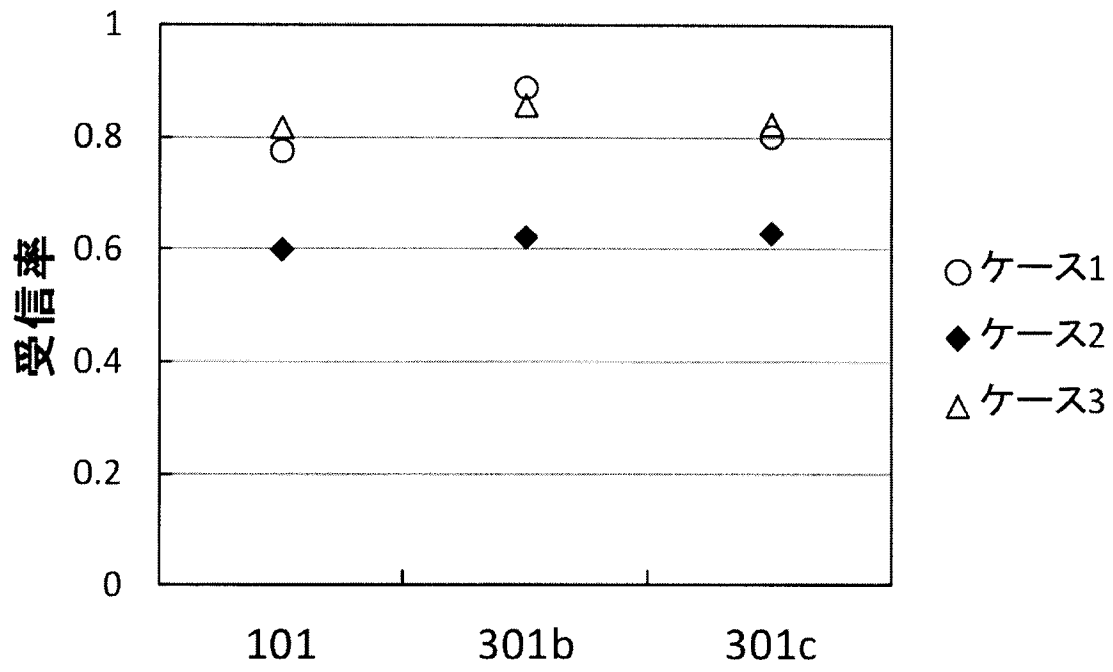
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q1/32(2006.01)i, H01Q1/22(2006.01)i, H01Q9/26(2006.01)i

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)

H01Q1/32, H01Q1/22, H01Q9/26

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 Y A	JP 2010-041256 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 18 February 2010 (18.02.2010), paragraphs [0011] to [0055]; fig. 1, 8 (Family: none)	1, 3-7, 12 13 2, 8-11, 14
Y	JP 2012-023707 A (Central Glass Co., Ltd.), 02 February 2012 (02.02.2012), paragraph [0088]; fig. 5 & EP 2581983 A1 & WO 2011/158602 A1 & AU 2011266380 A & CN 102971907 A	13
A	JP 2012-044254 A (Central Glass Co., Ltd.), 01 March 2012 (01.03.2012), entire text; all drawings & WO 2012/020605 A1	1-14

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
07 October, 2014 (07.10.14)

Date of mailing of the international search report
21 October, 2014 (21.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01Q1/32(2006.01)i, H01Q1/22(2006.01)i, H01Q9/26(2006.01)i

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））
 Int.Cl. H01Q1/32, H01Q1/22, H01Q9/26

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 1971-2014年
 日本国実用新案登録公報 1996-2014年
 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 Y A	JP 2010-041256 A（旭硝子株式会社）2010.02.18, [0011]-[0055], 図1, 8（ファミリーなし）	1, 3-7, 12 13 2, 8-11, 14
Y	JP 2012-023707 A（セントラル硝子株式会社）2012.02.02, [0088], 図5 & EP 2581983 A1 & WO 2011/158602 A1 & AU 2011266380 A & CN 102971907 A	13

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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 07.10.2014	国際調査報告の発送日 21.10.2014
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 米倉 秀明 電話番号 03-3581-1101 内線 3556
	5 K 4684

C (続き) . 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	JP 2012-044254 A (セントラル硝子株式会社) 2012. 03. 01, 全文, 全図 & WO 2012/020605 A1	1-14