

(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
2023年11月2日(02.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/210414 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 15/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/015236

(22) 国際出願日: 2023年4月14日(14.04.2023)

(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 2022-075131 2022年4月28日(28.04.2022) JP

(71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 平松 信樹 (HIRAMATSU, Nobuki); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町

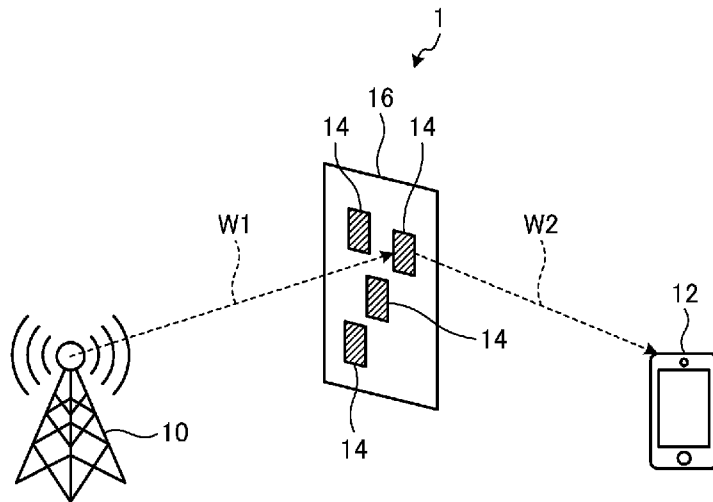
6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 富樫 大輔(TOGASHI, Daisuke); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 杉山 憲吾(SUGIYAMA, Kengo); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, RADIO WAVE REFRACTION PLATE, AND METHOD FOR CALCULATING PLACEMENT POSITION OF RADIO WAVE REFRACTION PLATE

(54) 発明の名称: 通信システム、電波屈折板および電波屈折板の設置位置の算出方法



(57) Abstract: This communication system comprises: a base station that is configured to transmit and receive radio waves; a terminal that is configured to transmit and receive the radio waves to and from the base station; and a plurality of radio wave refraction plates that are placed on the same plane between the base station and the terminal and that are configured to refract and emit the radio waves toward the terminal as refracted radio waves when the radio waves transmitted from the base station go through the refraction plates.

(57) 要約: 通信システムは、電波を送受信するように構成される基地局と、基地局との間で電波を送受信するように構成される端末と、基地局と端末の間において同一平面に複数設置され、基地局から送信された電波が透過する際に、電波を端末の方向に屈折させて屈折電波とし出射するように構成される電波屈折板と、を含む。

[続葉有]

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

明 細 書

発明の名称：

通信システム、電波屈折板および電波屈折板の設置位置の算出方法

技術分野

[0001] 本開示は、通信システム、電波屈折板および電波屈折板の設置位置の算出方法に関する。

背景技術

[0002] 誘電体レンズを用いずに、電磁波を制御する技術が知られている。例えば、特許文献1には、共振器素子を配列した構造において、各素子のパラメータを変化させることで、電波を屈折させる技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-231182号公報

発明の概要

[0004] 本開示の通信システムは、電波を送受信するように構成される基地局と、前記基地局との間で前記電波を送受信するように構成される端末と、前記基地局と前記端末の間において同一平面に複数設置され、前記基地局から送信された前記電波が透過する際に、前記電波を前記端末の方向に屈折させて屈折電波とし出射するように構成される電波屈折板と、を含む。

[0005] 本開示の電波屈折板は、電波を送受信するように構成される基地局と、前記基地局との間で前記電波を送受信するように構成される端末の間において同一平面に複数設置され、前記基地局から送信された前記電波が透過する際に、前記電波を前記端末の方向に屈折させて屈折電波とし出射するように構成される。

[0006] 本開示の電波屈折板の設置位置の算出方法は、設置されている複数の電波屈折板の中心点の幾何中心を算出するステップと、前記幾何中心を通過し、かつ前記複数の電波屈折板に電波を送信する送信点と、前記電波屈折板が屈

折させた前記電波を受信する受信点とを結ぶ直線に垂直な平面を設定するステップと、前記複数の電波屈折板を前記平面に投影するステップと、前記平面において奇数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積が、偶数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積よりも大きくなるように、前記複数の電波屈折板の設置位置を算出するステップと、を含む。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

[図2]図2は、電波屈折板の一例を模式的に示す図である。

[図3]図3は、本実施形態の比較例に係る電波の受信方法を説明する方法を説明するための図である。

[図4]図4は、本実施形態の比較例に係る電波の受信方法を説明する方法を説明するための図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る電波の受信方法を説明する方法を説明するための図である。

[図6]図6は、本実施形態に係る電波の受信方法を説明する方法を説明するための図である。

[図7]図7は、本実施形態に係る電波屈折板の設置方法を説明するための図である。

[図8]図8は、本実施形態に係るフレネルゾーンを説明するための図である。

[図9]図9は、本実施形態に係る電波屈折板の設置位置を算出する処理の流れを示すフローチャートである。

[図10]図10は、比較例に係る受信電力の角度依存性を説明するための図である。

[図11]図11は、実施形態に係る受信電力の角度依存性を説明するための図である。

[図12]図12は、実施形態に係る隣接して設置される電波屈折板の透過特性を説明するための図である。

[図13]図 1 3 は、実施形態に係る隣接して設置される電波屈折板の透過特性を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、添付図面を参照して、本発明に係る実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0009] 以下の説明においては、 $X Y Z$ 直交座標系を設定し、この $X Y Z$ 直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。水平面内の X 軸と平行な方向を X 軸方向とし、 X 軸と直交する水平面内の Y 軸と平行な方向を Y 軸方向とし、水平面と直交する Z 軸と平行な方向を Z 軸方向とする。 X 軸及び Y 軸を含む平面を適宜、 $X Y$ 平面と称する。 X 軸及び Z 軸を含む平面を適宜、 $X Z$ 平面と称する。 Y 軸及び Z 軸を含む平面を適宜、 $Y Z$ 平面と称する。 $X Y$ 平面は、水平面と平行である。 $X Y$ 平面と $X Z$ 平面と $Y Z$ 平面とは直交する。

[0010] [実施形態]

図 1 を用いて、実施形態に係る通信システム構成例について説明する。図 1 は、実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

[0011] 図 1 に示すように、通信システム 1 は、基地局 1 0 と、端末 1 2 と、複数の電波屈折板 1 4 と、を含む。通信システム 1 は、例えば、第 5 世代移動通信システム（以下、「5 G」とも称する）または第 6 世代移動通信システム（以下、「6 G」とも称する）などの大容量のデータ通信を高速で実行可能なミリ波通信に対応した通信システムであり得る。

[0012] 基地局 1 0 は、各種の外部装置と電波の送受信を行うように構成された無線通信装置である。基地局 1 0 は、例えば、端末 1 2 との間で 5 G または 6 G に対応した電波を送受信することで、端末 1 2 と無線通信を行うように構成される。本実施形態では、基地局 1 0 は、同一平面に設置された複数の電波屈折板 1 4 を介して、端末 1 2 と無線通信を行うように構成されている。

[0013] 端末 12 は、各種の外部装置電波の送受信を行うように構成された無線通信装置である。端末 12 は、例えば、基地局 10 との間で 5 G または 6 G に対応した電波を送受信することで、基地局 10 と無線通信を行うように構成される。本実施形態では、端末 12 は、同一平面に設置された複数の電波屈折板 14 を介して、基地局 10 と無線通信を行うように構成されている。端末 12 としては、例えば、ユーザによって使用されるスマートフォンが例示されるが、本開示はこれに限定されない。端末 12 は、例えば、基地局 10 と、ユーザによって使用されるスマートフォンとの間の通信を中継する中継装置であってもよい。

[0014] 電波屈折板 14 は、基地局 10 が送信した電波が透過可能に構成された板状の部材である。電波屈折板 14 は、例えば、基地局 10 が送信した電波を受けると、その電波を所定の角度に屈折させて、屈折電波として出射するように構成されている。具体的には、電波屈折板 14 は、基地局 10 が送信した電波を受けると、その電波を端末 12 の方向に屈折させて、端末 12 に向けて出射するように構成されている。電波屈折板 14 は、例えば、入射光の位相を変化させるメタマテリアルなどで構成され得る。

[0015] 図 2 は、電波屈折板 14 の一例を模式的に示す図である。図 2 に示すように、電波屈折板 14 は、例えば、基板 20 と、素子 22 と、素子 24 と、素子 26 と、素子 28 と、を含み得る。

[0016] 素子 22 と、素子 24 と、素子 26 と、素子 28 とは、基板 20 上に形成され得る。基板 20 は、例えば、矩形形状を有し得るが、これに限定されない。素子 22 と、素子 24 と、素子 26 と、素子 28 とは、基板 20 上に 2 次元に配列され得る。具体的には、図 2 において、基板 20 の最下段には、複数の素子 22 が一行に設置され得る。基板 20 において、素子 22 が設置されている段の上の段には、複数の素子 24 が一行に設置され得る。基板 20 において、素子 24 が設置されている段の上の段には、複数の素子 26 が一行に設置され得る。基板 20 において、素子 26 が設置されている段の上の段には、複数の素子 28 が一行に設置され得る。すなわち、電波屈折板 1

4は、サイズの異なる複数の素子が周期的に配列された構造を有し得る。素子22から素子28は、それぞれ、変化させる電波の周波数帯域および位相の変化量が異なり得る。素子22から素子28は、それぞれ矩形形状有しているが、これに限定されない。素子22と、素子24と、素子26と、素子28との大きさおよび形状等を変化させることで、屈折させる電波の周波数帯域および位相の変化量を調整し得る。

[0017] 図1に示すように、本実施形態では、通信システム1は、複数の電波屈折板14を含む。複数の電波屈折板14は、同一の平面16内に設置され得る。図1に示す例では、平面16には4個の電波屈折板14が設置されているが、これは例示であり、本開示を限定するものではない。平面16は、空間であってもよいし、窓ガラスなどの透明な構造物の表面であってもよい。複数の電波屈折板14は、基地局10から送信された電波W1を屈折させて、屈折電波W2として端末12に出射する。

[0018] [比較例]

実施形態を説明する前に、本実施形態の比較例に係る電波の受信方法を説明する。図3と、図4とは、本実施形態の比較例に係る電波の受信方法を説明する方法を説明するための図である。比較例では、基地局10からの電波を反射させて端末12で受信する方法を示している。

[0019] 図3に示す例では、電波反射板30-1と、電波反射板30-2との2つの電波反射板が示されている。電波反射板30-1と、電波反射板30-2とは、基地局10から送信された電波W1を反射電波W3として所定の角度で反射するように構成されている。図3において、電波W1および反射電波W3に付された矢印は、それぞれ、電波W1および反射電波W3の進行方向を示す。電波反射板30-1と、電波反射板30-2とは、原点OにおいてZ軸方向に沿って、間隔を空けて、互いに反射した反射電波W3の位相を強め合うように設置されているものとする。図3に示す例では、例えば、ZX平面の直線41上の位置において、電波反射板30-1により反射された反射電波W3と、電波反射板30-2により反射された反射電波W3との位相

が同相となる。すなわち、電波反射板 30-1 により反射された反射電波 W3 と、電波反射板 30-2 により反射された反射電波 W3 とは、ZX 平面の直線 41 上の位置において、受信電力が強め合う。

[0020] 図 4 では、電波 W1 の波長を λ とすると、原点 O から電波反射板 30-2 が X 軸の正方向側に $\lambda/4$ ずれた例を示す。 $\lambda/4$ は、例えば、 λ が 28 GHz（ギガヘルツ）である場合、2.7 mm（ミリメートル）である。この場合、図 4 に示すように、ZX 平面の直線 41 上の位置において、電波反射板 30-1 により反射された反射電波 W3 と、電波反射板 30-2 により反射された反射電波 W3 との位相が逆位相となる。すなわち、電波反射板 30-1 により反射された反射電波 W3 と、電波反射板 30-2 により反射された反射電波 W3 とは、ZX 平面の直線 41 上の位置において、受信電力が弱め合う。このように、複数の電波反射板を用いて反射板の面積を増やしても、必ずしも反射電波が強め合うとは限らず、受信電力が向上しない場合があった。

[0021] 次に、本実施形態に係る電波の受信方法を説明する。図 5 と、図 6 とは、本実施形態に係る電波の受信方法を説明する方法を説明するための図である。

[0022] 図 5 に示す例では、電波屈折板 14-1 と、電波屈折板 14-2 との 2 つの反射板が示されている。電波屈折板 14-1 と、電波屈折板 14-2 とは、基地局 10 から送信された電波 W1 を屈折電波 W2 として所定の角度 θ で反射するように構成されている。図 5 において、電波 W1 および屈折電波 W2 に付された矢印は、それぞれ、電波 W1 および屈折電波 W2 の進行方向を示す。電波屈折板 14-1 と、電波屈折板 14-2 とは、原点 O において Z 軸方向に沿って、間隔を空けて、互いに屈折させた屈折電波 W2 の位相を強め合うように設置されているものとする。図 5 に示す例では、例えば、ZX 平面の直線 42 上の位置において、電波屈折板 14-1 により屈折された屈折電波 W2 と、電波屈折板 14-2 により屈折された屈折電波 W2 との位相が同相となる。すなわち、電波屈折板 14-1 により屈折された屈折電波 W

2と、電波屈折板14-2により屈折された屈折電波W2とは、ZX平面の直線32上の位置において、受信電力が強め合う。

[0023] 図6では、電波W1の波長を λ とすると、原点Oから電波屈折板14-2がX軸の正方向側に $\lambda/4$ ずれた例を示す。本実施形態では、図6に示すように、電波屈折板14-2がX軸の正方向側にずれたとしても、経路長はほぼ変わらない。そのため、本実施形態では、電波屈折板14-2がX軸の正方向側にずれたとしても、ZX平面の直線32上の位置において、電波屈折板14-1により屈折された屈折電波W2と、電波屈折板14-2により屈折された屈折電波W2との位相が同相となる。すなわち、本実施形態では、受信電力が弱まることはないので、複数の電波反射板を用いて反射板の面積を増やすことで、受信電力を向上させることができる。

[0024] 本実施形態では、電波屈折板14-1と、電波屈折板14-2との間の間隔を s 、屈折電波W2の屈折角度を θ としたときに、電波屈折板14-1および電波屈折板14-2の厚み方向（図6ではX軸方向）のずれが、 $s/\tan\theta$ 以下であることが好ましい。電波屈折板14-1および電波屈折板14-2の厚み方向（図5ではX軸方向）のずれを $s/\tan\theta$ 以下とすることで、受信電力を向上させることができる。

[0025] [電波屈折板の設置方法]

次に、本実施形態に係る電波屈折板の設置方法について説明する。図7は、本実施形態に係る電波屈折板の設置方法を説明するための図である。

[0026] 本実施形態では、電波の送信点Tから電波屈折板14上の点を通り受信用点Rに到達する経路を考えたときに、電波が強め合う領域に設置されている面積が、電波が弱め合う領域に設置されている面積よりも大きくなるように電波屈折板14を設置する。これにより、本実施形態は、より高い受信電力を得ることができる。本実施形態では、電波が強め合う領域を奇数次フレネルゾーンと呼び、電波が弱め合う領域を偶数次フレネルゾーンと呼ぶ。

[0027] (フレネルゾーン)

本実施形態に係るフレネルゾーンの定義について説明する。図7に示すよ

うに、送信点Tからの電波が、複数の電波屈折板14を通過して、受信点Rに到達する状況を考える。送信点Tは、基地局10のアンテナの位置を示し、受信点Rは、端末12のアンテナの位置を示す。図7において、複数の電波屈折板14の中心点の幾何中心（重心）を幾何中心Cとする。送信点Tと、幾何中心Cとの間の直線距離を d_1 とする。受信点Rと、幾何中心Cとの間の距離を d_2 とする。幾何中心Cを通り、送信点Tと受信点Rとを結ぶ直線TRに垂直な平面Pを考える。ここで、平面P上において、幾何中心Cを中心として、半径が以下の式（1）で定義される円を考える。

[0028] [数1]

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad \dots (1)$$

[0029] 式（1）において、 n は自然数、 λ は電波の波長である。

[0030] 図8は、本実施形態に係るフレネルゾーンを説明するための図である。本実施形態では、式（1）において、半径 R_{n-1} から半径 R_n の範囲の円環部を第 n フレネルゾーンと定義する。図8に示す例では、第1フレネルゾーン50と、第2フレネルゾーン52と、第3フレネルゾーン54と、第4フレネルゾーン56とが示されている。

[0031] 図8と、図9とを用いて、本実施形態に係る電波屈折板の設置位置を算出する方法について説明する。図9は、本実施形態に係る電波屈折板の設置位置を算出する処理の流れを示すフローチャートである。

[0032] 図9に示す処理は、例えば、図示しないパーソナルコンピュータ等の情報処理装置が実行する処理である。

[0033] 情報処理装置は、設置されている複数の電波屈折板14の中心点の幾何中心Cを算出する（ステップS10）。そして、ステップS12に進む。

[0034] 情報処理装置は、幾何中心Cを通過し、送信点Tと受信点Rとを結ぶ直線TRに垂直な平面Pを設定する（ステップS12）。そして、ステップS14に進む。

[0035] 情報処理装置は、複数の電波屈折板14を平面Pに投影する（ステップS

14)。そして、ステップS16に進む。

[0036] 情報処理装置は、複数の電波屈折板14の設置位置を算出する（ステップS16）。具体的には、情報処理装置は、奇数次フレネルゾーンに含まれる電波屈折板14の面積が、偶数次フレネルゾーンに含まれる電波屈折板14の面積よりも大きくなるように、複数の電波屈折板14の設置位置を算出する。より具体的には、図7に示す例でいえば、第1フレネルゾーン50および第3フレネルゾーン54に含まれる電波屈折板14の面積が、第2フレネルゾーン52および第4フレネルゾーン56に含まれる電波屈折板14の面積よりも大きくなるように、複数の電波屈折板14の設置位置を算出する。そして、ステップS18に進む。

[0037] 情報処理装置は、複数の電波屈折板14の設置位置に関する設置位置情報を出力する（ステップS18）。これにより、ユーザは、設置位置情報に基づいて、複数の電波屈折板14の設置位置を調整することができる。

[0038] （距離設定方法）

次に、本実施形態に係る端末12と、複数の電波屈折板14との間の距離の設定方法を説明する。

[0039] 電波屈折板14からの距離が、電波屈折板14の長辺に比べて十分短い距離（近傍領域）では、電波屈折板14からの屈折電波のビーム幅が広く、電力が分散されるため高い受信電力を得ることは困難である。複数の電波屈折板14の中心点の幾何中心Cと受信点Rとの間の直線距離を d_2 、設置した複数の電波屈折板14の最大寸法（例えば、対角線）の和を L_{sum} とすると、 d_2 は以下の式（2）を満たすことが好ましい。

[0040] [数2]

$$d_2 > 0.62 \sqrt{\frac{L_{sum}^3}{\lambda}} \quad \dots (2)$$

[0041] 直線距離 d_2 が式（2）を満たすとき、屈折電波のビーム幅が狭くなり、電波屈折板14を1枚しか設置しなかった場合と比べて、高い受信電力を得ることができる。

[0042] (受信電力の角度依存性)

図10と、図11とを用いて、受信電力の角度依存性について説明する。
図10は、比較例に係る受信電力の角度依存性を説明するための図である。
図11は、実施形態に係る受信電力の角度依存性を説明するための図である。
。

[0043] 図10は、上記の式(2)を満たさない場合の受信電力の角度依存性を示す。具体的には、図10は、 d_2 が0.75m、 L_{sum} が0.6m、 λ が28GHzの場合の受信電力の角度依存性を示す。

[0044] 図10は、波形101と、波形102と、を示す。図10は、横軸が屈折角度[deg(度)]、縦軸が利得[dB]を示す。波形101は、電波屈折板14を1枚設置した場合の、受信電力の角度依存性を示す。波形102は、電波屈折板14を2枚設置した場合の、受信電力の角度依存性を示す。波形101と、波形102とが示すように、電波屈折板14を2枚設置することで屈折電波の電力分布が広がる。

[0045] 図11は、上記の式(2)を満たす場合の受信電力の角度依存性を示す。具体的には、図11は、 d_2 が5.0m、 L_{sum} が0.6m、 λ が28GHzの場合の受信電力の角度依存性を示す。

[0046] 図11は、波形103と、波形104と、を示す。図11は、横軸が屈折角度[deg]、縦軸が利得[dB]を示す。波形103は、電波屈折板14を1枚設置した場合の、受信電力の角度依存性を示す。波形104は、電波屈折板14を2枚設置した場合の、受信電力角度依存性を示す。波形103と、波形104とが示すように、電波屈折板14を2枚設置することで受信電力の利得が向上し、電力分布が狭くなる。

[0047] すなわち、図10と、図11とに示すように、 d_2 が上記の式(2)を満たす条件の場合、電波屈折板14を複数枚設置することで、より高い受信電力を得ることができる。

[0048] (相対関係)

次に、複数の電波屈折板14を設置する際に、他の電波屈折板14に隣接

して電波屈折板 14 を設置する際の、好ましい設置方法について説明する。

[0049] 図 12 と、図 13 とは、実施形態に係る隣接して設置される電波屈折板の透過特性を説明するための図である。

[0050] 図 12 において、電波屈折板 14-1 と、電波屈折板 14-2 とは、奇数次フレネルゾーンに含まれる面積が偶数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きくなるように設置され、かつ隣接して設置されているものとする。電波屈折板 14-1 と、電波屈折板 14-2 とは、同一の奇数次フレネルゾーンに設置されていてもよいし、異なる奇数次フレネルゾーンに設置されていてもよい。

[0051] 電波屈折板 14-1 は、素子 22A と、素子 24A と、素子 26A と、
・
・
・、を含むものとする。電波屈折板 14-2 は、素子 22B と、素子 24B と、
・
・
・、を含むものとする。図 12 に示す例では、素子 22A と、素子 24A と、素子 26A と、
・
・
・と、素子 22B と、素子 24B と、
・
・とは、隣接して設置されているものとする。

[0052] 図 12 のグラフは、横軸が電波屈折板 14 の設置位置を示し、縦軸が位相変化量 [度] を示す。点 P1 は、素子 22A の設置位置と位相変化量を示す。点 P2 は、素子 24A の設置位置と位相変化量を示す。点 P3 は、素子 26A の設置位置と位相変化量を示す。点 P4 は、素子 22B の設置位置と位相変化量を示す。点 P5 は、素子 24B の設置位置と位相変化量を示す。

[0053] 図 12 に示すように、本実施形態では、点 P1 から点 P5 が直線 61 上に乗るように電波屈折板 14-1 と、電波屈折板 14-2 とを設置する。これにより、電波屈折板 14-1 と、電波屈折板 14-2 は、屈折電波の受信電力を高くすることができるので、特性をより向上させることができる。

[0054] 図 13 に示す例では、電波屈折板 14-1 は、奇数次フレネルゾーンに含まれる面積が偶数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きくなるように設置されているものとする。電波屈折板 14-3 は、偶数次フレネルゾーンに含まれる面積が奇数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きくなるように設置されているものとする。また、電波屈折板 14-1 と、電波屈折板

14-3とは、隣接して設置されているものとする。

[0055] 図13のグラフは、横軸が電波屈折板14の設置位置を示し、縦軸が位相変化量[度]を示す。点P1は、素子22Aの設置位置と位相変化量を示す。点P2は、素子24Aの設置位置と位相変化量を示す。点P3は、素子26Aの設置位置と位相変化量を示す。点P11は、素子22Cの設置位置と位相変化量を示す。点P12は、素子24Cの設置位置と位相変化量を示す。

[0056] 図13に示すように、本実施形態では、点P1から点P3が直線61上に乗るように電波屈折板14-1を設置し、点P11および点P12は直線61から外れるように電波屈折板14-3を設置する。すなわち、偶数次フレネルゾーンに含まれる面積が奇数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きい電波屈折板については、直線61から外れるように設置する。

[0057] 図13に示す例では、電波屈折板14-3は、点P11と、点P12とは直線62上に乗るように設置されている。すなわち、電波屈折板14-3は、位相変化量が電波屈折板14-1からずれるように設置されている。偶数次フレネルゾーンは電波を弱め合う領域なので、直線61から外れるように電波屈折板14-3を設置することで、屈折電波の受信電力を高くすることができ、特性をより向上させることができる。

[0058] 直線61と、直線62との間の矢印は、直線61と、直線62との位相変化量のずれを示す。直線61と、直線62との位相変化量のずれは、例えば、 180° とすることにより、より特性を向上させることができる。なお、直線61と、直線62との位相変化量のずれは、 180° に限定されない。

[0059] 以上、本開示の実施形態を説明したが、これら実施形態の内容により本開示が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、前述した実施形態の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

符号の説明

- [0060] 1 通信システム
- 1 0 基地局
- 1 2 端末
- 1 4 電波屈折板
- 1 6 平面
- 2 0 基板
- 2 2, 2 4, 2 6, 2 8 素子
- 3 0－1, 3 0－2 電波反射板
- 5 0 第1フレネルゾーン
- 5 2 第2フレネルゾーン
- 5 4 第3フレネルゾーン
- 5 6 第4フレネルゾーン

請求の範囲

[請求項1] 電波を送受信するように構成される基地局と、
前記基地局との間で前記電波を送受信するように構成される端末と、
、
前記基地局と前記端末の間において同一平面に複数設置され、前記基地局から送信された前記電波が透過する際に、前記電波を前記端末の方向に屈折させて屈折電波とし出射するように構成される電波屈折板と、
を含む、通信システム。

[請求項2] 前記複数の電波屈折板の各々は、前記複数の電波屈折板の幾何中心を通り前記基地局のアンテナと前記端末のアンテナとを結ぶ直線に垂直な設置平面において、前記基地局のアンテナと前記複数の電波屈折板の各々の幾何中心との第1直線距離と、前記端末のアンテナと前記複数の電波屈折板の各々の幾何中心との第2直線距離とに基づいて定義される領域に設置されている、
請求項1に記載の通信システム。

[請求項3] 前記第1直線距離を d_1 、前記第2直線距離を d_2 としたとき、前記平面において、幾何中心Cを中心として、半径が以下の式(1)で定義される円を考え、

[数1]

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad \dots (1)$$

前記式(1)において、 n は自然数、 λ は電波の波長であり、
前記電波屈折板は、半径 R_{n-1} から半径 R_n の範囲の円環部を第 n フレネルゾーンと定義したとき、奇数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積が、偶数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積よりも大きくなるように設置されている、
請求項2に記載の通信システム。

- [請求項4] 前記第1直線距離と、前記第2直線距離とに基づいて定義される領域は、奇数次フレネルゾーンと、偶数次フレネルゾーンとを含み、
前記複数の電波屈折板の各々は、前記設置平面に前記複数の電波屈折板の各々を投影した面積を考えたとき、前記奇数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きくなるように設置されている、
請求項2に記載の通信システム。
- [請求項5] 前記複数の電波屈折板は、隣接する前記電波屈折板の間隔を s 、前記電波の屈折角度を θ 、としたときに、隣接する前記電波屈折板との厚み方向のずれが、 $s / \tan \theta$ 以内である、
請求項1または2に記載の通信システム。
- [請求項6] 前記複数の電波屈折板の最大寸法の和を L_{sum} 、前記電波の波長を λ としたとき、前記端末のアンテナと前記複数の電波屈折板の各々の幾何中心との間の距離が、 $0.62 \times (L_{sum}^3 / \lambda)$ 以上である、
請求項1または2に記載の通信システム。
- [請求項7] 前記複数の電波屈折板に含まれる複数の単位構造各々の座標を、横軸が位置、縦軸が透過位相を示すグラフにプロットしたとき、直線状に乗るように前記複数の電波屈折板を設置する、
請求項1または2に記載の通信システム。
- [請求項8] 前記複数の電波屈折板に含まれる複数の単位構造各々の座標を、横軸が位置、縦軸が透過位相を示すグラフにプロットしたとき、前記複数の電波屈折板のうち、前記奇数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きいものについては直線上に乗り、前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記奇数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きいものについては前記直線上からはずれるように設置する、
請求項4に記載の通信システム。
- [請求項9] 前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記奇数次フレネルゾ

ーンに含まれる面積よりも大きいものについては前記直線から位相変化量が 180° ずれるように設置する、

請求項8に記載の通信システム。

[請求項10] 電波を送受信するように構成される基地局と、前記基地局との間で前記電波を送受信するように構成される端末の間において同一平面に複数設置され、前記基地局から送信された前記電波が透過する際に、前記電波を前記端末の方向に屈折させて屈折電波とし出射するように構成される、電波屈折板。

[請求項11] 前記複数の電波屈折板の幾何中心を通り前記基地局のアンテナと前記端末のアンテナとを結ぶ直線に垂直な設置平面において、前記基地局のアンテナと前記複数の電波屈折板の各々の幾何中心との第1直線距離と、前記端末のアンテナと前記複数の電波屈折板の各々の幾何中心との第2直線距離とに基づいて定義される領域に設置されている、請求項10に記載の電波屈折板。

[請求項12] 前記第1直線距離を d_1 、前記第2直線距離を d_2 としたとき、前記平面において、幾何中心Cを中心として、半径が以下の式(1)で定義される円を考え、

[数2]

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad \dots (1)$$

前記式(1)において、 n は自然数、 λ は電波の波長であり、

半径 R_{n-1} から半径 R_n の範囲の円環部を第 n フレネルゾーンと定義したとき、奇数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積が、偶数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積よりも大きくなるように設置されている、

請求項11に記載の電波屈折板。

[請求項13] 前記第1直線距離と、前記第2直線距離とに基づいて定義される領域は、奇数次フレネルゾーンと、偶数次フレネルゾーンとを含み、

前記設置平面に前記複数の電波屈折板の各々を投影した面積を考えたとき、前記奇数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きくなるように設置されている、請求項 11 に記載の電波屈折板。

[請求項14] 前記複数の電波屈折板は、隣接する前記電波屈折板の間隔を s 、前記電波の屈折角度を θ 、としたときに、隣接する前記電波屈折板との厚み方向のずれが、 $s / \tan \theta$ 以内である、請求項 10 または 11 に記載の電波屈折板。

[請求項15] 前記複数の電波屈折板の最大寸法の和を L_{sum} 、前記電波の波長を λ としたとき、前記端末のアンテナと前記複数の電波屈折板の各々の幾何中心との間の距離が、 $0.62 \times (L_{sum}^3 / \lambda)$ 以上である、請求項 10 または 11 に記載の電波屈折板。

[請求項16] 前記複数の電波屈折板に含まれる複数の単位構造各々の座標を、横軸が位置、縦軸が透過位相を示すグラフにプロットしたとき、直線状に乗るように設置されている、請求項 10 または 11 に記載の電波屈折板。

[請求項17] 前記複数の電波屈折板に含まれる複数の単位構造各々の座標を、横軸が位置、縦軸が透過位相を示すグラフにプロットしたとき、前記複数の電波屈折板のうち、前記奇数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きいものについては直線上に乗り、前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記奇数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きいものについては前記直線上からはずれるように設置されている、請求項 13 に記載の電波屈折板。

[請求項18] 前記偶数次フレネルゾーンに含まれる面積が前記奇数次フレネルゾーンに含まれる面積よりも大きいものについては前記直線から位相変化量が 180° ずれるように設置する、請求項 17 に記載の電波屈折板。

[請求項19] 設置されている複数の電波屈折板の中心点の幾何中心を算出するステップと、

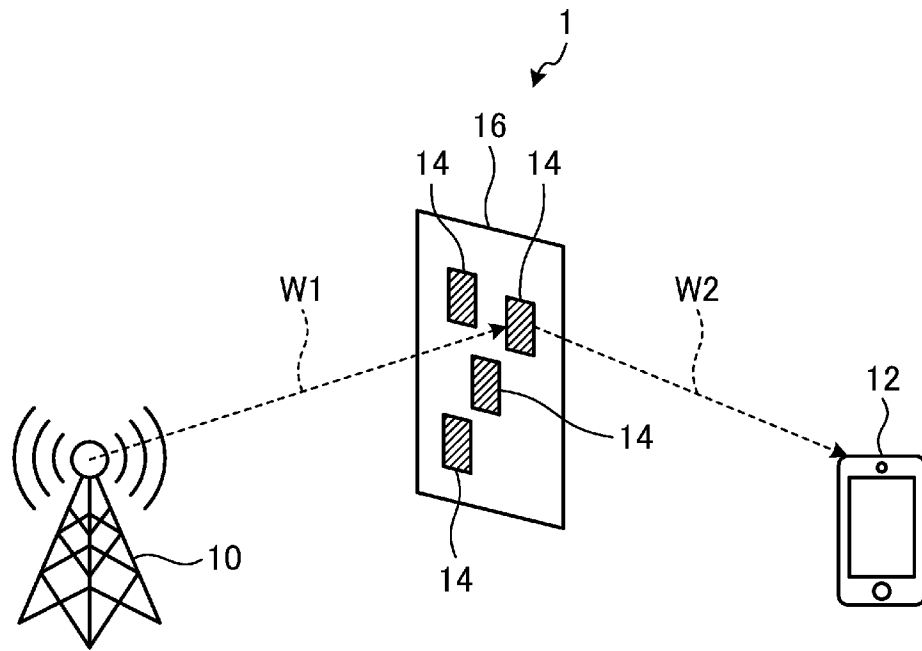
前記幾何中心を通過し、かつ前記複数の電波屈折板に電波を送信する送信点と、前記電波屈折板が屈折させた前記電波を受信する受信点とを結ぶ直線に垂直な平面を設定するステップと、

前記複数の電波屈折板を前記平面に投影するステップと、

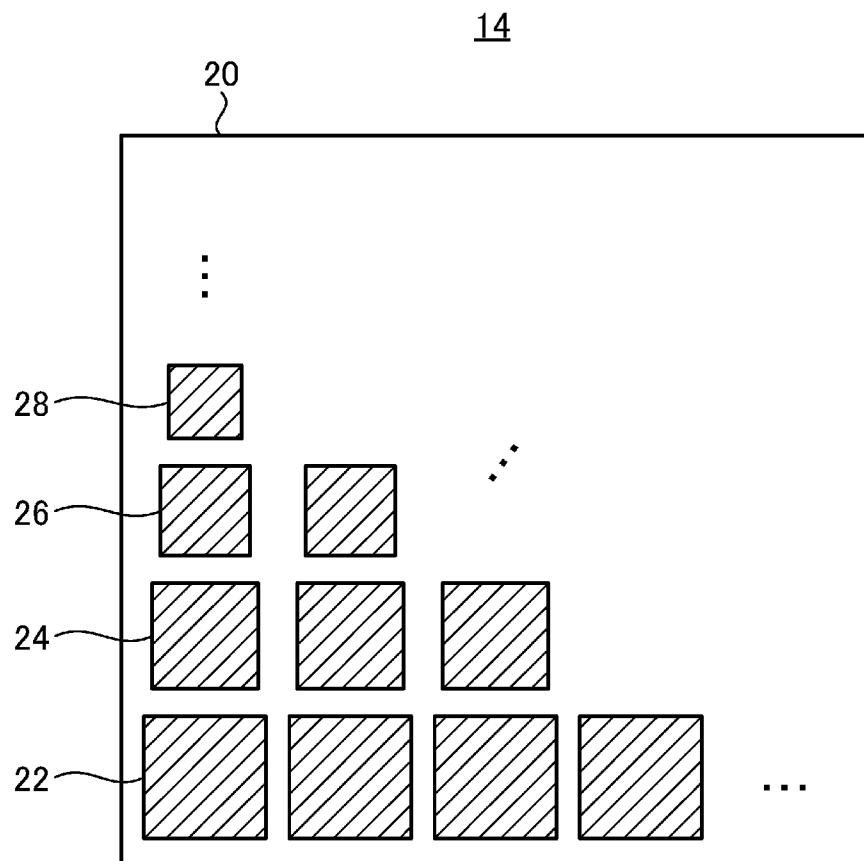
前記平面において奇数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積が、偶数次フレネルゾーンに含まれる前記複数の電波屈折板の面積よりも大きくなるように、前記複数の電波屈折板の設置位置を算出するステップと、

を含む、電波屈折板の設置位置の算出方法。

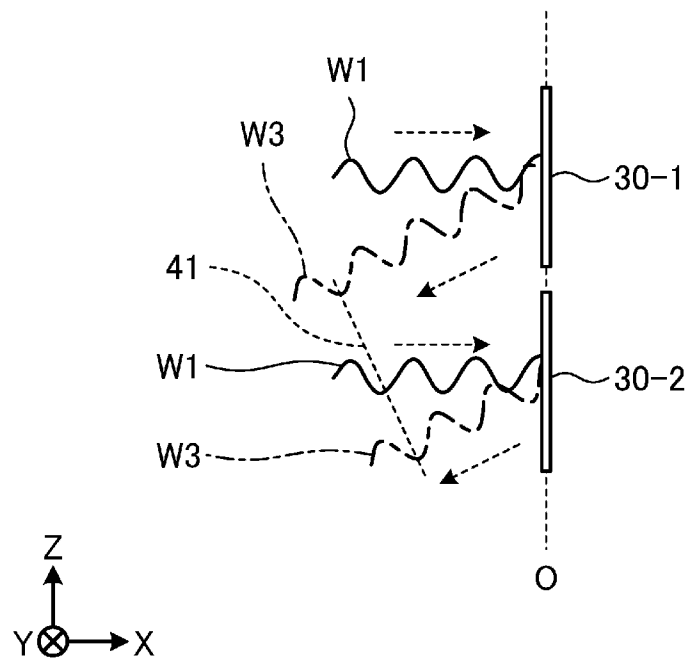
[図1]



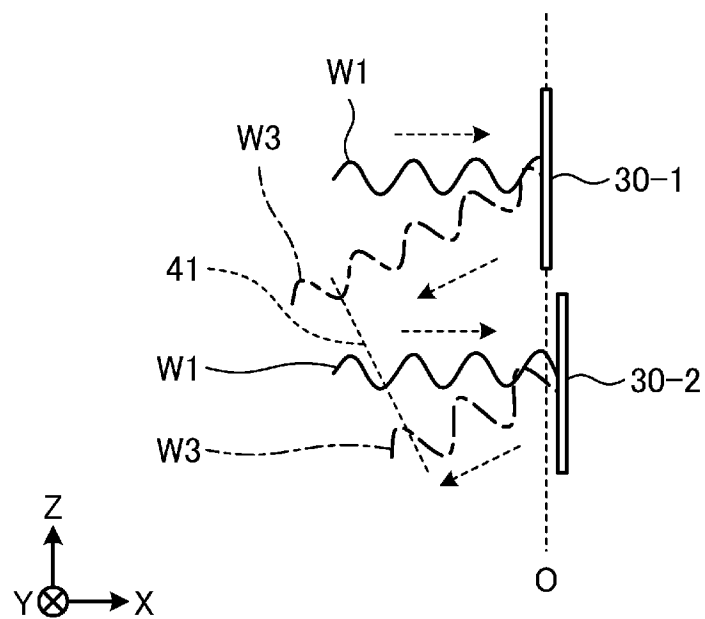
[図2]



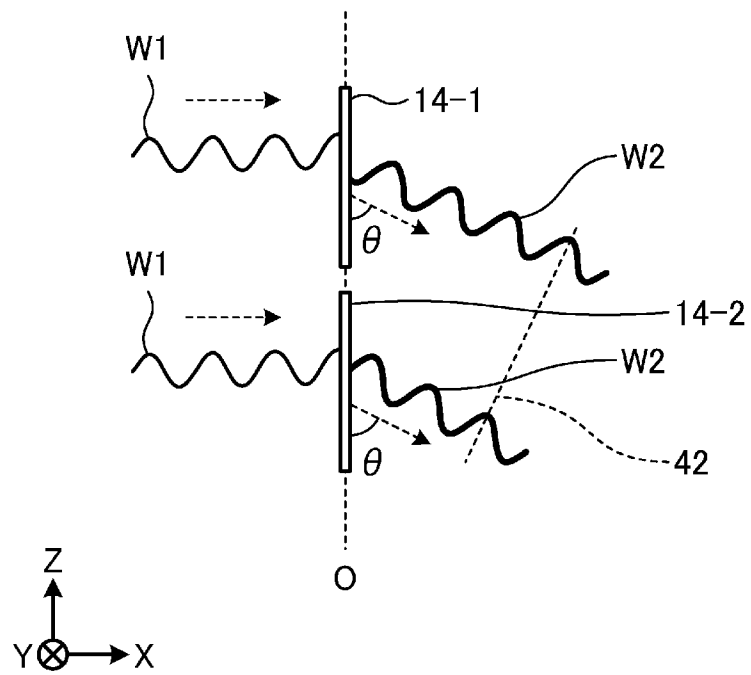
[図3]



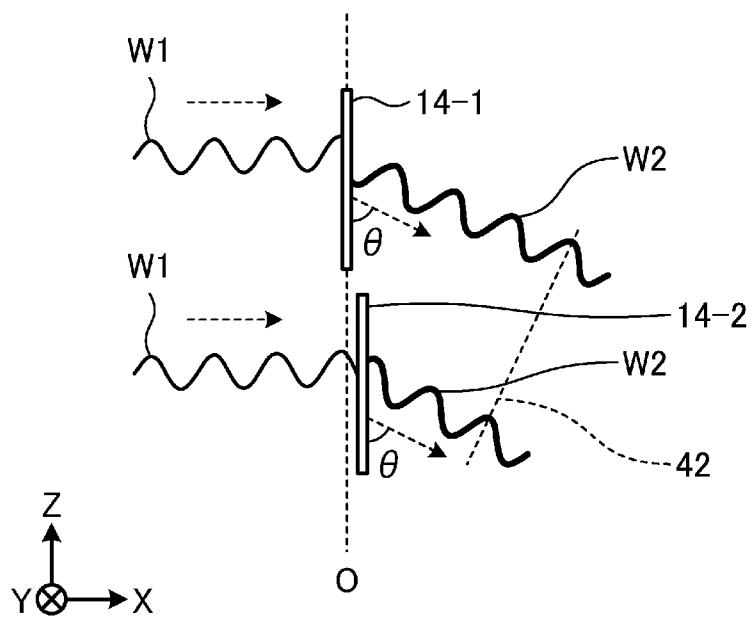
[図4]



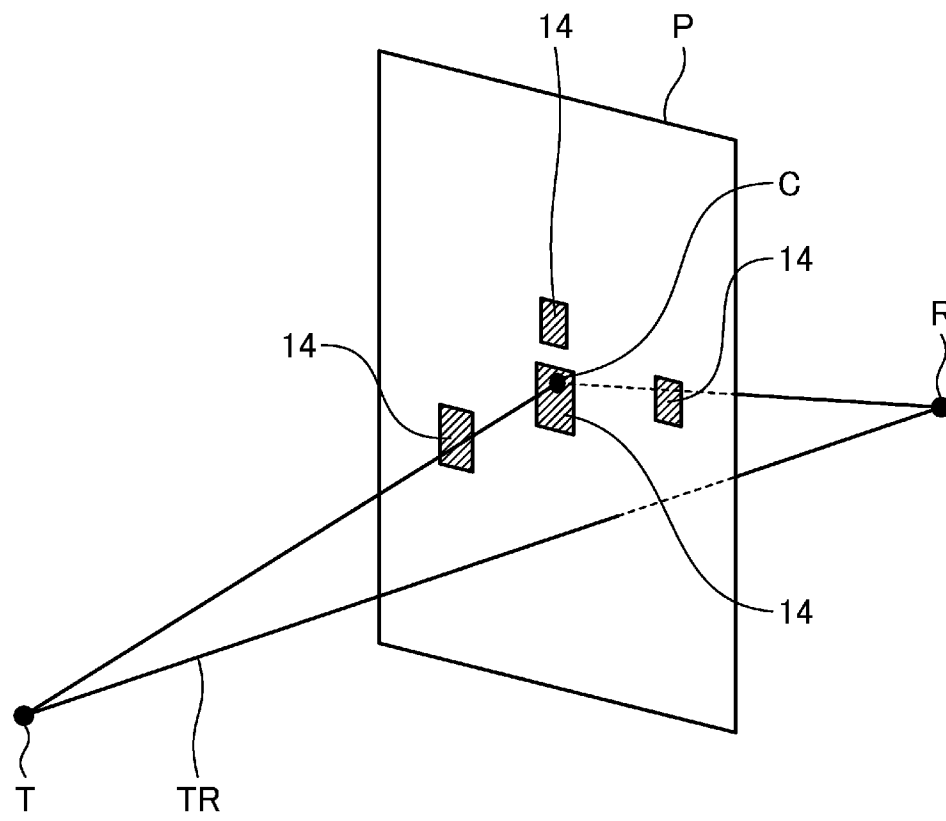
[図5]



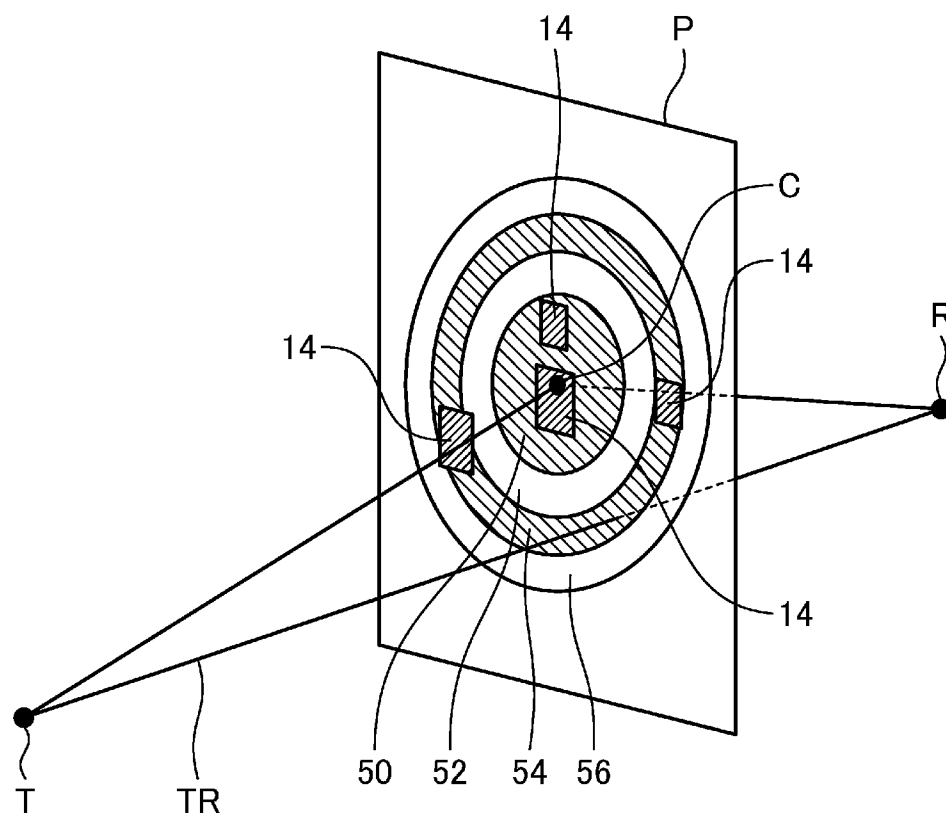
[図6]



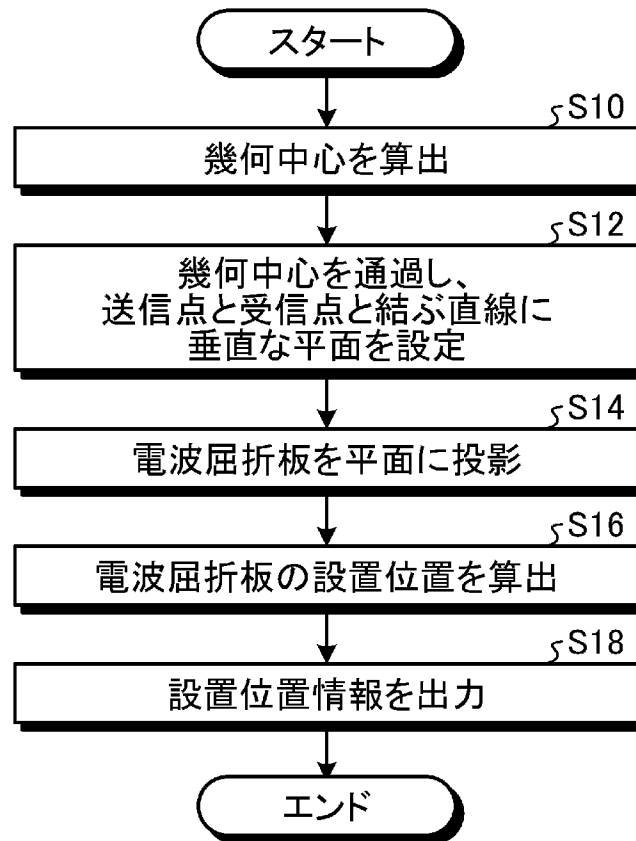
[図7]



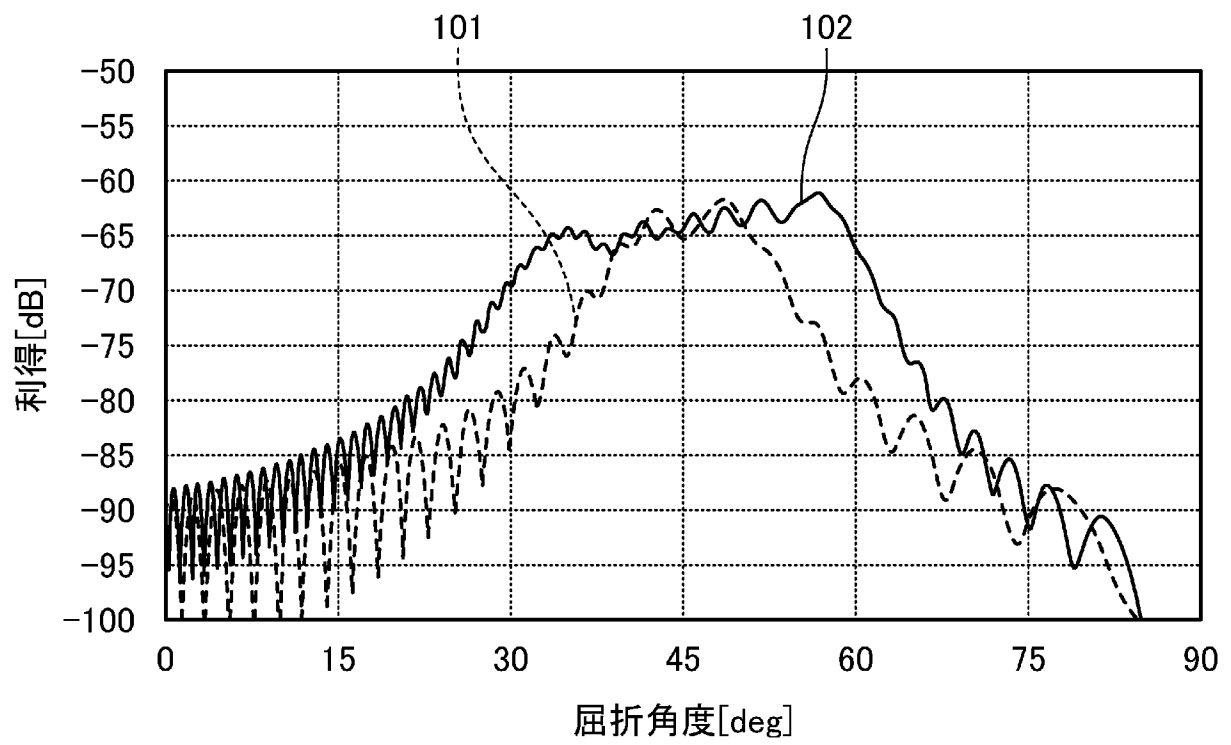
[図8]



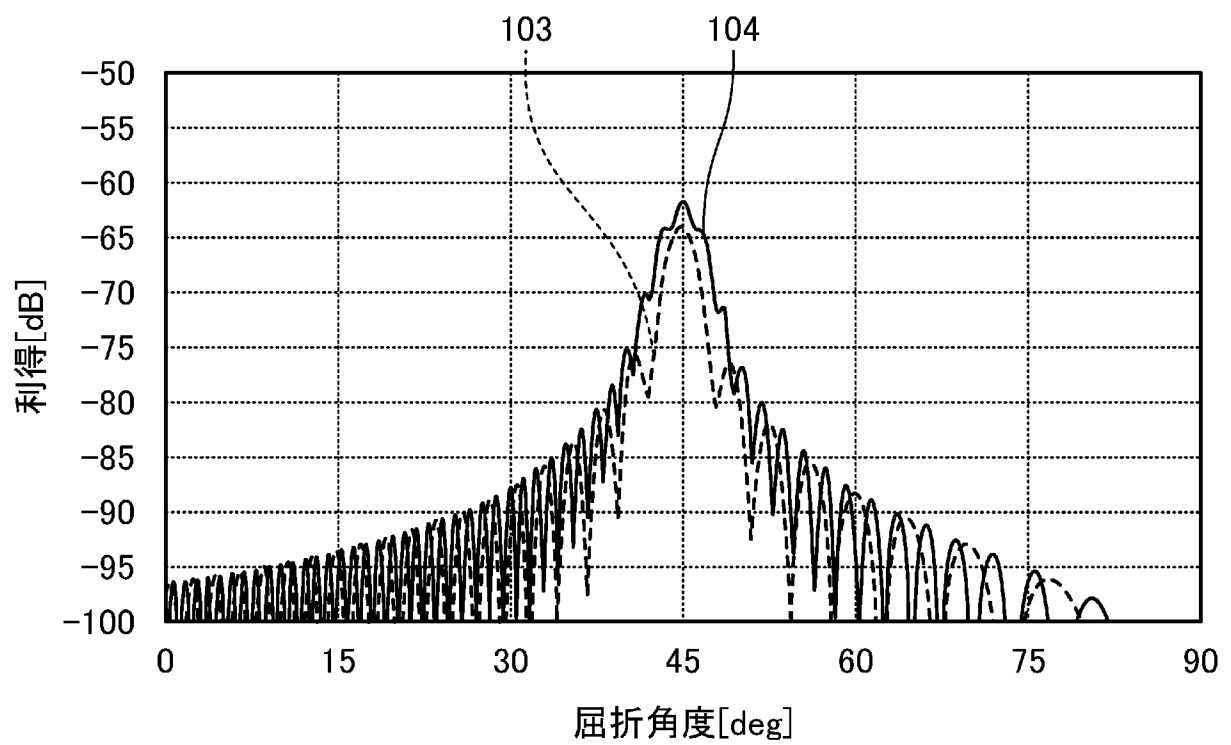
[図9]



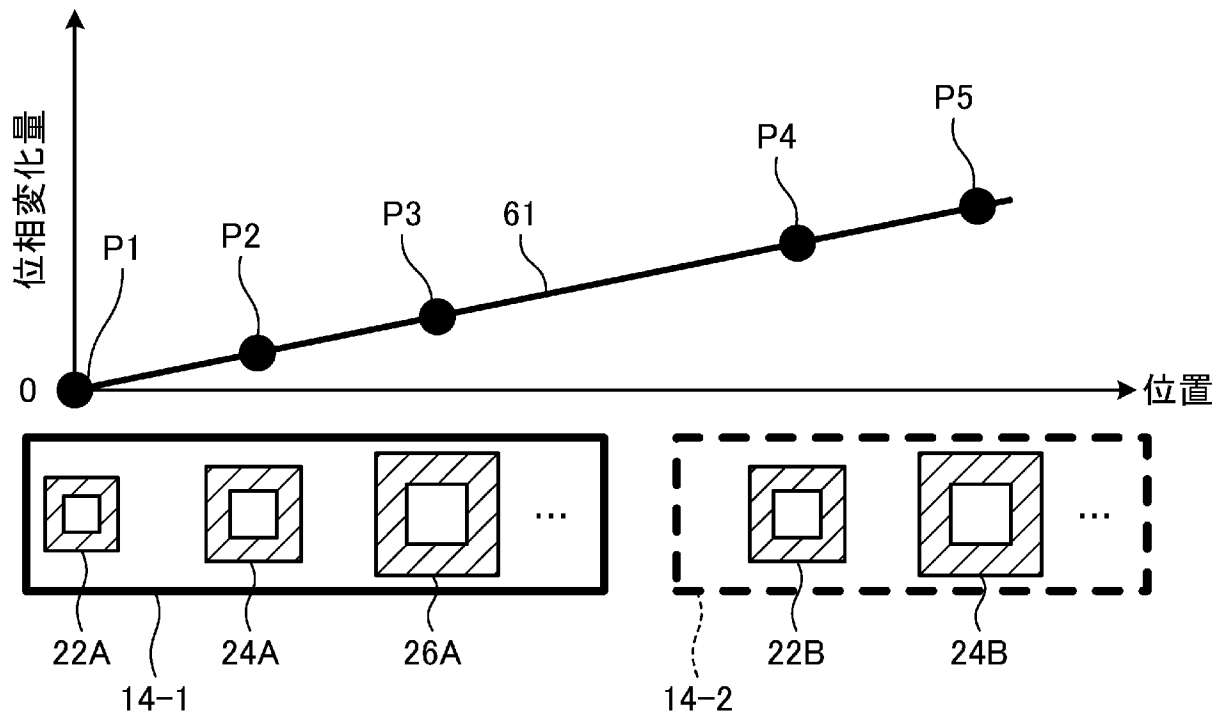
[図10]



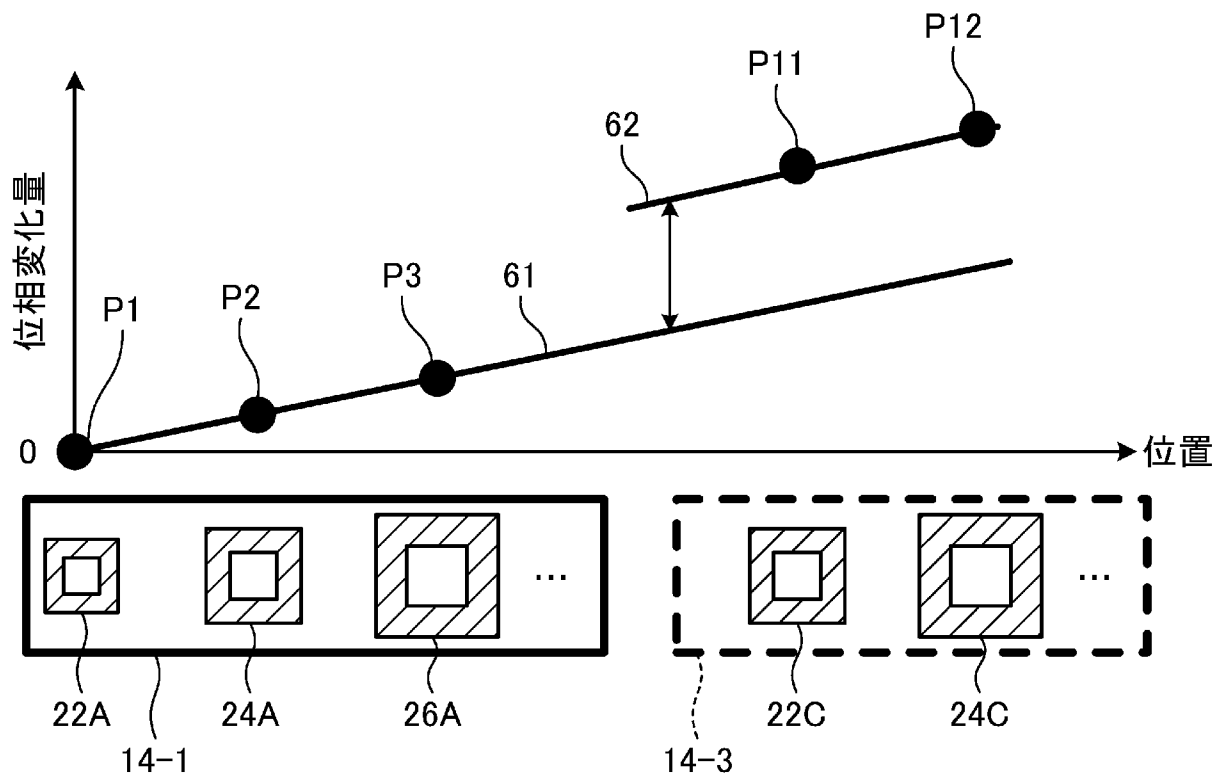
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/015236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01Q 15/02**(2006.01)i

FI: H01Q15/02

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)

H01Q15/02

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2002-237717 A (ASAHI GLASS CO., LTD.) 23 August 2002 (2002-08-23) paragraphs [0015]-[0020], fig. 2, 3	1-3, 10-12
A		4-9, 13-19
P, X	WO 2022/138397 A1 (AGC INC.) 30 June 2022 (2022-06-30) paragraphs [0012]-[0031], fig. 2-7C	1-2, 10-11



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

12 June 2023

Date of mailing of the international search report

20 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/015236

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2002-237717	A	23 August 2002	US 2002/0101390 A1	paragraphs [0045]-[0054], fig. 2, 3
				EP 1213787 A2	
				EP 1351335 A1	
WO	2022/138397	A1	30 June 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01Q 15/02(2006.01)i FI: H01Q15/02		
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）） H01Q15/02 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2002-237717 A (旭硝子株式会社) 23.08.2002 (2002 - 08 - 23) [0015]-[0020], 図2-3	1-3, 10-12
A		4-9, 13-19
P, X	WO 2022/138397 A1 (AGC株式会社) 30.06.2022 (2022 - 06 - 30) [0012]-[0031], 図2-7C	1-2, 10-11
☐ 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 12.06.2023	国際調査報告の発送日 20.06.2023	
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） 岸田 伸太郎 5K 9183 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	

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/JP2023/015236

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2002-237717	A	23.08.2002	US 2002/0101390 A1 [0045]-[0054], Figs.2-3 EP 1213787 A2 EP 1351335 A1	
WO	2022/138397	A1	30.06.2022	(ファミリーなし)	