

(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1月27日(27.01.2022)



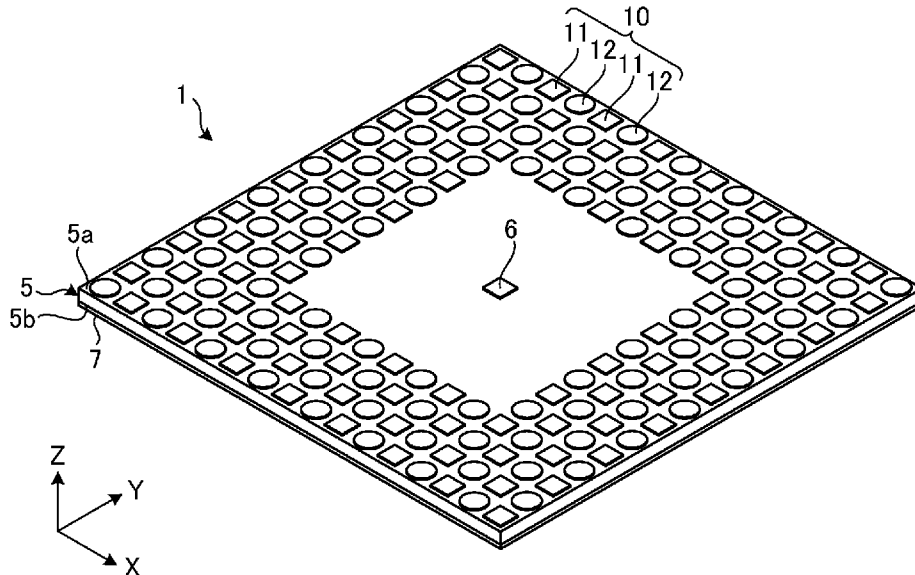
(10) 国際公開番号

WO 2022/019148 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 1/00 (2006.01) *H01Q 13/08* (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01) *G01S 7/03* (2006.01)
H01Q 1/52 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/025926
- (22) 国際出願日: 2021年7月9日(09.07.2021)
- (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 2020-124390 2020年7月21日(21.07.2020) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 高橋 勇大 (TAKAHASHI, Yudai); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務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, 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,

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置



(57) Abstract: An antenna device (1) is provided with an antenna element (6) and a plurality of EBG elements (10). The plurality of EBG elements (10) include a plurality of first EBG elements (11) and a plurality of second EBG elements (12) having a structure different from that of the plurality of the first EBG elements (11).

(57) 要約: アンテナ装置(1)は、アンテナ素子(6)と、複数のEBG素子(10)と、を備え、複数のEBG素子(10)は、複数の第1のEBG素子(11)と、複数の第1のEBG素子(11)は異なる構造を有する複数の第2のEBG素子(12)と、を含む。

[続葉有]

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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本開示は、アンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] 電磁波を減衰させるために、電磁バンドギャップ（E B G : Electromagnetic Band Gap）素子が用いられることが知られている。例えば特許文献 1 は、E B G 素子を用いてアンテナ間アイソレーションを確保する手法を開示する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 8 - 1 2 9 6 2 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] E B G 素子によって得られる電磁波の減衰特性が十分でない場合がある。
この問題について、特許文献 1 では検討は行われていない。

[0005] 本開示の一側面は、E B G 素子による減衰特性を改善することが可能なアンテナ装置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] 本開示の一側面に係るアンテナ装置は、アンテナ素子と、複数の E B G 素子と、を備え、複数の E B G 素子は、複数の第 1 の E B G 素子と、複数の第 1 の E B G 素子は異なる構造を有する複数の第 2 の E B G 素子と、を含む。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す図である。

[図2]実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す図である。

[図3] E B G 素子の概略構成の例を示す図である。

[図4] E B G素子の概略構成の例を示す図である。

[図5]実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す図である。

[図6]減衰特性を検討するための構成の例を示す図である。

[図7]減衰特性を検討するための構成の例を示す図である。

[図8]減衰特性を検討するための構成の例を示す図である。

[図9]減衰特性を検討するための構成の例を示す図である。

[図10]減衰特性を検討するための構成の例を示す図である。

[図11]シミュレーション結果の例を示す図である。

[図12]シミュレーション結果の例を示す図である。

[図13]レーダ装置の概略構成の例を示す図である。

[図14]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図15]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

[図16]シミュレーション結果の例を示す図である。

[図17]シミュレーション結果の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、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] 以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

1. 実施形態
2. 応用例
3. 効果

[0010] 1. 実施形態

図1及び図2は、実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す図である。例示されるアンテナ装置1は、平面アンテナであり、基板5に設けられる。図にはXYZ座標が示される。X軸方向及びY軸方向は、基板5の面方向に相当する。Z軸方向は、基板5の厚さ方向に相当する。図1はアンテナ装置1の斜視図であり、図2はアンテナ装置1の一部の側面図である。ア

ンテナ装置 1 は、基板 5 と、アンテナ素子 6 と、地板 7 と、複数の E B G 素子 10 とを含む。

[0011] 基板 5 は、例えば樹脂、セラミック等で構成される誘電体基板である。樹脂の一例は、L C P（液晶ポリマ基板材）である。基板 5 の Z 軸正方向側の面を、主面 5 a と称し図示する。基板 5 の Z 軸負方向側の面を、裏面 5 b と称し図示する。

[0012] アンテナ素子 6 及び地板 7 について説明する。アンテナ素子 6 は、電磁波の送信（発信を含む）及び／又は受信を行う。アンテナ素子 6 の形状等は、アンテナ装置 1 の仕様等に応じて適宜定められる。この例では、アンテナ素子 6 は、マイクロストリップアンテナ（M S L アンテナ）であり、基板 5 の主面 5 a 上に形成された金属パターンである。地板 7 は、基準電位を与える。この例では、地板 7 は、基板 5 の裏面 5 b のほぼ全面上に形成された金属パターンである。アンテナ素子 6 が基板 5 の主面 5 a に設けられ、地板 7 が基板 5 の裏面 5 b に設けられるので、アンテナ装置 1 は、基板 5 の主面 5 a 側に指向性（主ビーム）を有する。

[0013] 複数の E B G 素子 10 は、E B G（電磁バンドギャップ）を与えるように、基板 5 の主面 5 a 上に並んで設けられる。複数の E B G 素子 10 の各々は、基板 5 の主面 5 a 上に設けられた金属パターン（後述のパッチ 10 a に相当）を含んで構成される。例示される複数の E B G 素子 10 は、マッシュルーム構造等と称される構造を有し、特定の周波数帯域の電磁波を減衰させる（遮断する）。具体的に、複数の E B G 素子 10 は、電磁波の伝送経路を構成するとともに、特定の周波数帯域の電磁波に対して減衰乗数を与える。この減衰乗数によって減衰する電磁波の周波数帯域が、E B G に相当する。なお、以下では、周波数帯域を、単に帯域という場合もある。

[0014] 基板 5 の主面 5 a 上において、複数の E B G 素子 10 は、アンテナ素子 6 から離間して設けられる。複数の E B G 素子 10 がアンテナ素子 6 からある程度離れて配置されることで、アンテナ素子 6 本来の放射特性への影響（指向性変化、アンテナ共振周波数ずれ等）を低減することができる。複数の E

B G素子 1 0 とアンテナ素子 6 との離間距離は、隣り合う E B G素子 1 0 とうしの離間距離よりも大きくてよい。図 1 に示される例では、複数の E B G素子 1 0 は、アンテナ素子 6 から一定の間隔をあけた領域内に集約して配置される。複数の E B G素子 1 0 は、アンテナ素子 6 と、基板 5 の縁との間に設けられる。この例では、複数の E B G素子 1 0 は、アンテナ素子 6 を囲むように配置される。これにより、アンテナ素子 6 から基板 5 の縁に向かって進む（X Y 平面方向に進む）電磁波が、複数の E B G素子 1 0 が設けられた領域で減衰する。また、図 1 に示される例では、複数の E B G素子 1 0 が設けられる領域は、基板 5 の縁まで延在する。すなわち、複数の E B G素子 1 0 が設けられる領域は、基板 5 の縁部を含む。これにより、複数の E B G素子 1 0 の配置面積が確保しやすくなる。基板 5 縁部は、例えば、基板 5 の縁に沿って E B G素子 1 0 が一列に並んで設けることが可能な部分として定められてよい。

[0015] 仮に複数の E B G素子 1 0 が設けられていないと、アンテナ素子 6 から基板 5 の縁に向かって進む電磁波が減衰せずに基板 5 の縁に至る。基板 5 の縁に到達した電磁波の少なくとも一部は、基板 5 の裏面 5 b 側に回り込む。その結果、基板 5 の裏面 5 b 方向に電磁波が放射され、不要なバックローブが発生する。このバックローブは、上述の複数の E B G素子 1 0 による減衰効果により抑制される。E B G素子 1 0 について、図 3 及び図 4 も参照してさらに説明する。

[0016] 図 3 及び図 4 は、E B G素子の概略構成の例を示す図である。例示される E B G素子 1 0 の形状は、E B G素子 1 1 及び E B G素子 1 2 のうち E B G素子 1 1 の形状に類似するが、以下の説明は、E B G素子 1 1 及び E B G素子 1 2 の両方に適用される。なお、図 4 には、基板 5 の図示が省略される一方で、E B G素子 1 0 の等価回路の例が重ねて示される。図 3 及び図 4 に示されるように、E B G素子 1 0 は、パッチ 1 0 a と、ビア 1 0 b とを含む。パッチ 1 0 a は、例えば先に述べたように基板 5 の主面 5 a 上に形成された金属パターンである。ビア 1 0 b は、一端がパッチ 1 0 a に接続され他端が

地板 7 に接続され、パッチ 10 a を地板 7 に接続する。

[0017] EBG 素子 10 のパッチ 10 a は、その延在方向（XY 平面方向）にインダクタンスを有し、このインダクタンスが、等価回路のコイル L_R を構成する。

[0018] 隣り合う EBG 素子 10 のパッチ 10 a どうしは、キャパシタンスを形成し、このキャパシタンスが、等価回路のコンデンサ C_L を構成する。

[0019] EBG 素子 10 のビア 10 b は、延在方向（Z 軸方向）にインダクタンスを有し、このインダクタンスが、等価回路のコイル L_L を構成する。

[0020] EBG 素子 10 のパッチ 10 a 及び地板 7 は、キャパシタンスを与え、このキャパシタンスが、等価回路の C_R を構成する。

[0021] 複数の EBG 素子 10 が並んで設けられるので、コンデンサ C_L 及びコイル L_R の LC 直列回路が、その直列方向に繰り返し存在する。各 LC 直列回路は、コイル L_L 及びコンデンサ C_R の並列回路を介して、地板 7 に接続される。したがって、図 4 に示される等価回路が得られる。

[0022] 例えば上述の等価回路における素子の値（インダクタンス及びキャパシタンス）を調整することで、複数の EBG 素子 10 による電磁波の減衰特性を設計できる。減衰特性の例は、減衰帯域幅、減衰量等である。素子の値は、複数の EBG 素子 10 の構造を規定するパラメータを変えることで調整できる。パラメータのいくつかの例について説明する。

[0023] パラメータの第 1 の例は、EBG 素子 10 のビア 10 b の大きさ（ビアサイズ）である。ビアが円形断面形状を有する場合、ビアサイズは、ビア径であってよい。ビアサイズを変えることで、コイル L_L のインダクタンスを調整できる。

[0024] パラメータの第 2 の例は、EBG 素子 10 のパッチ 10 a の大きさ（パッチサイズ）である。パッチサイズを変えることで、コイル L_R のインダクタンス及びコンデンサ C_R のキャパシタンスを調整できる。パッチサイズの調整は、パッチ長さ、パッチ幅、パッチ面積、パッチ形状等の変更を含む。パッチの形状の例は、円形形状、多角形形状等である。

- [0025] パラメータの第3の例は、隣り合うEBG素子10どうしの間隔であり、より具体的には隣り合うパッチ10aどうしの間隔（パッチ間隔）である。パッチ間隔を変えることで、コンデンサ C_L のキャパシタンスを調整できる。
- [0026] 例えば以上説明したようなパラメータを調整することとで、複数のEBG素子10による減衰特性を設計することができる。ここで、複数のEBG素子10が単一の構造を有すると、例えば減衰帯域幅が狭過ぎたり、減衰量が小さ過ぎたりする等、十分な減衰特性が得られない場合がある。減衰特性が十分でないと、例えばバックローブ抑制効果も低減する。そこで、アンテナ装置1では、複数のEBG素子10が、複数のEBG素子11（複数の第1のEBG素子）と、複数のEBG素子12（複数の第2のEBG素子）とを含む。複数のEBG素子12は、複数のEBG素子11とは異なる構造を有する。上述のパラメータの観点から述べると、複数のEBG素子12を規定するパラメータが、複数のEBG素子11を規定するパラメータとは異なる。
- [0027] パラメータのうち、上記で例示したビアサイズ、パッチサイズ及びパッチ間隔の3つのパラメータについて述べる。ビアサイズに関して、図1にはとくに図示されておらず、複数のEBG素子11及び複数のEBG素子12それぞれのビアサイズは、同じであってもよいし異なってもよい。
- [0028] パッチサイズに関して、EBG素子11のパッチが四角形状を有し、EBG素子12のパッチが円形状を有するように、複数のEBG素子11及び複数のEBG素子12のパッチサイズが設定される。
- [0029] パッチ間隔に関して、複数のEBG素子11の各々と複数のEBG素子12の各々とが交互に配置されるように、複数のEBG素子11及び複数のEBG素子12のパッチ間隔が設定される。なお、図1に示される例では、X軸方向及びY軸方向において、複数のEBG素子11の各々と、複数のEBG素子12の各々とが交互に配置される。
- [0030] ここで、複数のEBG素子12が複数のEBG素子11とは異なる構造を有するので、複数のEBG素子12によって与えられる減衰特性は、複数の

E B G素子 1 1 によって与える減衰特性とは異なる。したがって、異なる 2 つの減衰特性を併せ持った減衰特性が得られる。例えば、一つの減衰特性しか与えられない場合と比較して、より広い減衰帯域幅が得られたり、より大きな減衰量が得られたりする等、減衰特性が改善する。減衰特性の改善により、例えばバックローブ抑制効果を向上させることができる。

[0031] なお、上述の複数の E B G 素子 1 1 及び複数の E B G 素子 1 2 以外にも、さまざまな構造の複数の E B G 素子が用いられてよい。一例について、図 5 を参照して説明する。

[0032] 図 5 は、実施形態に係るアンテナ装置の概略構成の例を示す図である。例示されるアンテナ装置 2 は、アンテナ装置 1（図 1）と比較して、複数の E B G 素子 1 0 に代えて複数の E B G 素子 2 0 を備える点において相違する。複数の E B G 素子 2 0 は、複数の E B G 素子 2 1（複数の第 1 の E B G 素子）と、複数の E B G 素子 2 2（複数の第 2 の E B G 素子）とを含む。この例では、複数の E B G 素子 2 1 がアンテナ素子 6 を囲んでおり、複数の E B G 素子 2 2 が複数の E B G 素子 2 1 を囲んでいる。

[0033] 複数の E B G 素子 2 1 及び E B G 素子 2 2 の構造を規定するパラメータのうち、ビアサイズ及びパッチサイズについては、複数の E B G 素子 1 1 及び複数の E B G 素子 1 2（図 1）と同様であるので説明は繰り返さない。パッチ間隔に関して、複数の E B G 素子 2 1 と、複数の E B G 素子 2 2 とが、アンテナ素子 6 から基板 5 の縁に向かう方向に（X Y 平面方向に）順に設けられるように、複数の E B G 素子 2 1 及び複数の E B G 素子 2 1 のパッチ間隔が設定される。

[0034] アンテナ装置 2 が備える複数の E B G 素子 2 0 によっても、複数の E B G 素子 2 1 及び複数の 2 2 によって異なる 2 つの減衰特性が与えられるので、一つの減衰特性しか与えられない場合と比較して、減衰特性が改善する。

[0035] 以上説明したアンテナ装置 1 及びアンテナ装置 2 における減衰特性の検討結果について、図 6～図 1 2 を参照して説明する。

[0036] 図 6～図 1 0 は、減衰特性を検討するための構成の例を示す図である。検

討用の構成においては、基板の同一面に2つのアンテナ素子が設けられ、また、2つのアンテナ素子の間に複数のEBG素子が設けられる。このような構成において2つのアンテナ素子どうしの結合の大きさをシミュレーションすることで、複数のEBG素子によって与えられる減衰特性が確認できるからである。なの、2つのアンテナ素子どうしの結合の大きさを示し指標として、本開示ではS₂₁が用いられる。

[0037] 図6及び図7に例示される構成E1は、先に図1等を参照して説明したアンテナ装置1において、EBG素子10によって与えられる減衰特性を検討するための構成である。構成E1では、基板5Eの主面5Ea上に、間隔をあけて設けられた2つのアンテナ素子61E及びアンテナ素子62Eが設けられる。アンテナ素子61Eとアンテナ素子62Eとの間には、複数のEBG素子10Eが配置される。複数のEBG素子10Eは、複数のEBG素子11E及び複数のEBG素子12Eを含む。複数のEBG素子11E及び複数のEBG素子12Eは、それらの素子数及びそれらがアンテナ素子を囲んでいない点を除き、複数のEBG素子11及び複数のEBG素子12（図1）と同様に配置される。基板5Eの裏面5Eb上には、地板7Eが設けられる。

[0038] 構成E1の具体的な構成について述べる。基板5Aの比誘電率は、2.97である。この比誘電率は、LCPを想定した値である。基板5Aの厚さは、0.1mmである。アンテナ素子61Eの形状及びアンテナ素子62Eの形状は、いずれも、1.042mm×1.042mmの四角形状（共振周波数が約76GHz～77GHz）である。地板7E、EBG素子10E、EBG素子20E、アンテナ素子61E、アンテナ素子62E及び地板7Eを構成する金属パターンの導電率は、銅の導電率である。金属パターンの厚さは、0.043mmである。EBG素子11Eのパッチの形状は、1.031mm×1.031mmの四角形状である。EBG素子12Eのパッチの形状は、半径が0.625の円形状である。それらのパッチに設けられるビア（不図示）は、半径が0.05mmであり、パッチ中央に設けられる

。

[0039] さらに図7に示される距離D1～D5も用いて述べると、隣り合うEBG素子11E及びEBG素子12Eの縁どうしの間の距離D1は、0.125mmである。アンテナ素子61Eから最も近いEBG素子11Eまでの距離D2は、2.714mmである。アンテナ素子62Eについても同様である。アンテナ素子61Eから最も近いEBG素子12Eまでの距離D3は、2.604mmである。アンテナ素子62Eについても同様である。アンテナ素子61Eから基板5Eの縁までの距離は、X軸方向における距離D4が5.479mmであり、Y軸方向における距離D5が4.479mmである。アンテナ素子62Eについても同様である。なお、次の図8～図10に示される構成については、構成E1と相違する部分を除き同様であり、相違する部分の構成は推測できるので、説明は省略する。

[0040] 図8に例示される構成E2は、先に図5を参照して説明したアンテナ装置2において、EBG素子20によって与えられる減衰特性を検討するための構成である。構成E2は、構成E1と比較して、複数のEBG素子10E（図7）に代えて、複数のEBG素子20Eを含む。複数のEBG素子20Eは、複数のEBG素子21E及び複数のEBG素子22Eを含む。複数のEBG素子21E及び複数のEBG素子22Eは、それらの素子数及びそれらがアンテナ素子を囲んでいない点を除き、複数のEBG素子21及び複数のEBG素子22（図5）と同様に配置される。

[0041] 図9に例示される構成E3は、比較例の構成である。構成E3は、構成E2と比較して、複数のEBG素子20Eに代えて、複数のEBG素子30Eを含む。複数のEBG素子30Eは、複数のEBG素子21E（図8）と同じであり、複数のEBG素子22Eに相当する構成は備えていない。

[0042] 図10に例示される構成E4は、比較例の構成である。構成E4は、構成E2と比較して、複数のEBG素子20Eに代えて、複数のEBG素子40Eを含む。複数のEBG素子40Eは、複数のEBG素子22E（図8）と同じであり、複数のEBG素子21Eに相当する構成は備えていない。

- [0043] 図11及び図12は、シミュレーション結果の例を示す図である。グラフの横軸は周波数を示し、グラフの縦軸はアンテナ素子61Eからアンテナ素子62Eまでの S_{21} (dB)を示す。周波数範囲は、65GHz～85GHzである。
- [0044] 図11に示されるグラフ線C0は、複数のEBG素子が存在しない場合の S_{21} を示す。グラフ線C1～グラフ線C4は、構成E1～構成E4の S_{21} を示す。図12に示されるグラフ線C1～C4は、複数のEBG素子が存在しない場合の S_{21} を基準としたときの、構成E1～構成E4の S_{21} の相対値を示す。
- [0045] 図11及び図12に示されるように、約76GHz～81GHzの周波数範囲では、構成E1～構成E4のいずれにおいても電磁波がある程度減衰する。約71GHz～86GHzの周波数範囲では、構成E2において減衰量が弱まる方向への変動が含まれるものの、構成E1及び構成E2のいずれにおいても、全体としての電磁波の減衰量は、構成E3及び構成E4における減衰量よりも大きい。すなわち、構成E1及び構成E2においては、構成E3及び構成E4よりも減衰帯域幅が広がるとともに減衰量も大きくなり、減衰特性が改善している。とくに構成E1における減衰量は、構成E2における減衰量よりもさらに大きく、構成E1における減衰特性は、構成E2における減衰特性よりもさらに改善している。
- [0046] 構成E1及び構成E2における減衰特性の改善は、アンテナ装置1及びアンテナ装置2における減衰特性の改善を示す。このことから、アンテナ装置1及びアンテナ装置2によって減衰特性が改善することが分かる。
- [0047] 以上説明した実施形態に係るアンテナ装置は、例えばレーダ装置に搭載されて用いられる。これについて、図13を参照して説明する。
- [0048] 図13は、レーダ装置の概略構成の例を示す図である。レーダ装置8は、送信部81と、アンテナ装置82と、アンテナ装置83と、受信部84と、制御部85とを含む。
- [0049] 送信部81は、送信処理を行う。送信処理は、変調処理、周波数変換処理

(アップコンバート)、増幅処理、フィルタリング処理等を含みうる。変調の例はFM変調であるが、これ以外にもレーダに適したさまざまな変調が用いられてよい。

[0050] アンテナ装置82及びアンテナ装置83について説明する。アンテナ装置82は、送信信号を送信(放射)する。アンテナ装置83は、アンテナ装置82から送信された送信信号のうち、図示しないオブジェクトで反射した信号の一部を受信する。オブジェクトの例は、車両、人、建物等である。アンテナ装置82及びアンテナ装置83として、これまで説明したアンテナ装置1(図1)又はアンテナ装置2(図5)が用いられてよい。

[0051] 受信部84は、受信処理を行う。受信処理は、増幅処理、フィルタリング処理、周波数変換処理(ダウンコンバート)、復調処理等を含みうる。

[0052] 制御部85は、レーダ装置8の全体制御を行う。制御部85による制御は、送信部81による送信処理の制御、及び、受信部84による受信処理の制御を含む。これらの送信処理及び受信処理を制御することにより、制御部85は、例えばオブジェクトまでの距離を検出(測距)したり、オブジェクトの方位を検出(測位)したりする。このような測距及び／又は測位を行う機能ブロックとして、図13には、測距測位部85aが例示される。測距及び測位の手法自体は公知であるので、ここでは詳細な説明は省略する。

[0053] 上述のレーダ装置8の構成は例示であり、適宜変更されてよい。例えば、アンテナ装置82及びアンテナ装置83が、送受信切替え可能に構成された一つのアンテナで構成されてもよい。

[0054] レーダ装置8によれば、バックローブ抑制効果が向上されているので、その分、例えば主ビームのエネルギーを大きくするなどして、より遠くのオブジェクトに対しても測距測位を行うことができるようになる。同じ距離に存在するオブジェクトに対しては、例えば測距測位精度が向上する。したがって、レーダ装置8の性能を向上させることができる。

[0055] 2. 応用例

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開

示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車などのいずれかの種類の車両に搭載される装置として実現されてもよい。

[0056] 図14は、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システム2000の概略的な構成の一例を示すブロック図である。車両制御システム2000は、通信ネットワーク2010を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図14に示した例では、車両制御システム2000は、駆動系制御ユニット2100、ボディ系制御ユニット2200、バッテリー制御ユニット2300、車外情報検出装置2400、車内情報検出装置2500、及び統合制御ユニット2600を備える。これらの複数の制御ユニットを接続する通信ネットワーク2010は、例えば、CAN (Controller Area Network)、LIN (Local Interconnect Network)、LAN (Local Area Network) 又はFlexRay (登録商標) 等の任意の規格に準拠した車載通信ネットワークであってよい。

[0057] 各制御ユニットは、各種プログラムにしたがって演算処理を行うマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータにより実行されるプログラム又は各種演算に用いられるパラメータ等を記憶する記憶部と、各種制御対象の装置を駆動する駆動回路とを備える。各制御ユニットは、通信ネットワーク2010を介して他の制御ユニットとの間で通信を行うためのネットワークI/Fを備えるとともに、車内外の装置又はセンサ等との間で、有線通信又は無線通信により通信を行うための通信I/Fを備える。図13では、統合制御ユニット2600の機能構成として、マイクロコンピュータ2610、汎用通信I/F2620、専用通信I/F2630、測位部2640、ビーコン受信部2650、車内機器I/F2660、音声画像出力部2670、車載ネットワークI/F2680及び記憶部2690が図示されている。他の制御ユニットも同様に、マイクロコンピュータ、通信I/F及び記憶部等を備える。

[0058] 駆動系制御ユニット2100は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット2100

は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。駆動系制御ユニット2100は、ABS (Antilock Brake System) 又はESC (Electronic Stability Control) 等の制御装置としての機能を有してもよい。

[0059] 駆動系制御ユニット2100には、車両状態検出部2110が接続される。車両状態検出部2110には、例えば、車体の軸回転運動の角速度を検出するジャイロセンサ、車両の加速度を検出する加速度センサ、あるいは、アクセルペダルの操作量、ブレーキペダルの操作量、ステアリングホイールの操舵角、エンジン回転数又は車輪の回転速度等を検出するためのセンサのうちの少なくとも一つが含まれる。駆動系制御ユニット2100は、車両状態検出部2110から入力される信号を用いて演算処理を行い、内燃機関、駆動用モータ、電動パワーステアリング装置又はブレーキ装置等を制御する。

[0060] ボディ系制御ユニット2200は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット2200は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット2200には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット2200は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0061] バッテリー制御ユニット2300は、各種プログラムにしたがって駆動用モータの電力供給源である二次電池2310を制御する。例えば、バッテリー制御ユニット2300には、二次電池2310を備えたバッテリー装置から、バッテリー温度、バッテリー出力電圧又はバッテリーの残存容量等の情報が入力される。バッテリー制御ユニット2300は、これらの信号を用いて演算処理を行

い、二次電池 2310 の温度調節制御又はバッテリー装置に備えられた冷却装置等の制御を行う。

[0062] 車外情報検出装置 2400 は、車両制御システム 2000 を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出装置 2400 には、撮像部 2410 及び車外情報検出部 2420 のうちの少なくとも一方が接続される。撮像部 2410 には、ToF (Time of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラ及びその他のカメラのうちの少なくとも一つが含まれる。車外情報検出部 2420 には、例えば、現在の天候又は気象を検出するための環境センサ、あるいは、車両制御システム 2000 を搭載した車両の周囲の他の車両、障害物又は歩行者等を検出するための周囲情報検出センサが含まれる。

[0063] 環境センサは、例えば、雨天を検出する雨滴センサ、霧を検出する霧センサ、日照度合いを検出する日照センサ、及び降雪を検出する雪センサのうちの少なくとも一つであってよい。周囲情報検出センサは、超音波センサ、レーダ装置及び LIDAR (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) 装置のうちの少なくとも一つであってよい。これらの撮像部 2410 及び車外情報検出部 2420 は、それぞれ独立したセンサないし装置として備えられてもよいし、複数のセンサないし装置が統合された装置として備えられてもよい。

[0064] ここで、図 15 は、撮像部 2410 及び車外情報検出部 2420 の設置位置の例を示す。撮像部 2910, 2912, 2914, 2916, 2918 は、例えば、車両 2900 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部のうちの少なくとも一つの位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 2910 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 2918 は、主として車両 2900 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 2912, 2914 は、主として車両 2900 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 2916 は、主として車両 2900 の後方の

画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 2918 は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0065] なお、図 15 には、それぞれの撮像部 2910, 2912, 2914, 2916 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 a は、フロントノーズに設けられた撮像部 2910 の撮像範囲を示し、撮像範囲 b, c は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 2912, 2914 の撮像範囲を示し、撮像範囲 d は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 2916 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 2910, 2912, 2914, 2916 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 2900 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0066] 車両 2900 のフロント、リア、サイド、コーナ及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部 2920, 2922, 2924, 2926, 2928, 2930 は、例えば超音波センサ又はレーダ装置であってよい。車両 2900 のフロントノーズ、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部 2920, 2926, 2930 は、例えば L I D A R 装置であってよい。これらの車外情報検出部 2920 ~ 2930 は、主として先行車両、歩行者又は障害物等の検出に用いられる。

[0067] 図 14 に戻って説明を続ける。車外情報検出装置 2400 は、撮像部 2410 に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像データを受信する。また、車外情報検出装置 2400 は、接続されている車外情報検出部 2420 から検出情報を受信する。車外情報検出部 2420 が超音波センサ、レーダ装置又は L I D A R 装置である場合には、車外情報検出装置 2400 は、超音波又は電磁波等を発信させるとともに、受信された反射波の情報を受信する。車外情報検出装置 2400 は、受信した情報に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出装置 2400 は、受信した情報に基づいて、降雨、霧

又は路面状況等を認識する環境認識処理を行ってもよい。車外情報検出装置 2400 は、受信した情報に基づいて、車外の物体までの距離を算出してもよい。

[0068] また、車外情報検出装置 2400 は、受信した画像データに基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等を認識する画像認識処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出装置 2400 は、受信した画像データに対して歪補正又は位置合わせ等の処理を行うとともに、異なる撮像部 2410 により撮像された画像データを合成して、俯瞰画像又はパノラマ画像を生成してもよい。車外情報検出装置 2400 は、異なる撮像部 2410 により撮像された画像データを用いて、視点変換処理を行ってもよい。

[0069] 車内情報検出装置 2500 は、車内の情報を検出する。車内情報検出装置 2500 には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部 2510 が接続される。運転者状態検出部 2510 は、運転者を撮像するカメラ、運転者の生体情報を検出する生体センサ又は車室内の音声を集音するマイク等を含んでもよい。生体センサは、例えば、座面又はステアリングホイール等に設けられ、座席に座った搭乗者又はステアリングホイールを握る運転者の生体情報を検出する。車内情報検出装置 2500 は、運転者状態検出部 2510 から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。車内情報検出装置 2500 は、集音された音声信号に対してノイズキャンセリング処理等の処理を行ってもよい。

[0070] 統合制御ユニット 2600 は、各種プログラムにしたがって車両制御システム 2000 内の動作全般を制御する。統合制御ユニット 2600 には、入力部 2800 が接続されている。入力部 2800 は、例えば、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン、スイッチ又はレバー等、搭乗者によって入力操作され得る装置によって実現される。入力部 2800 は、例えば、赤外線又はその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよいし、車両制御システム 2000 の操作に対応した携帯電話又は PDA (Personal D

igital Assistant) 等の外部接続機器であってもよい。入力部 2800 は、例えばカメラであってもよく、その場合搭乗者はジェスチャにより情報を入力することができる。さらに、入力部 2800 は、例えば、上記の入力部 2800 を用いて搭乗者等により入力された情報に基づいて入力信号を生成し、統合制御ユニット 2600 に出力する入力制御回路などを含んでもよい。搭乗者等は、この入力部 2800 を操作することにより、車両制御システム 2000 に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

[0071] 記憶部 2690 は、マイクロコンピュータにより実行される各種プログラムを記憶する RAM (Random Access Memory)、及び各種パラメータ、演算結果又はセンサ値等を記憶する ROM (Read Only Memory) を含んでもよい。また、記憶部 2690 は、HDD (Hard Disc Drive) 等の磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス又は光磁気記憶デバイス等によって実現してもよい。

[0072] 汎用通信 I/F 2620 は、外部環境 2750 に存在する様々な機器との間の通信を仲介する汎用的な通信 I/F である。汎用通信 I/F 2620 は、GSM (Global System of Mobile communications) (登録商標)、WiMAX、LTE (Long Term Evolution) 若しくは LTE-A (LTE-Advanced) などのセルラー通信プロトコル、又は無線 LAN (Wi-Fi (登録商標) ともいう) などのその他の無線通信プロトコルを実装してよい。汎用通信 I/F 2620 は、例えば、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク (例えば、インターネット、クラウドネットワーク又は事業者固有のネットワーク) 上に存在する機器 (例えば、アプリケーションサーバ又は制御サーバ) へ接続してもよい。また、汎用通信 I/F 2620 は、例えば P2P (Peer To Peer) 技術を用いて、車両の近傍に存在する端末 (例えば、歩行者若しくは店舗の端末、又は MTC (Machine Type Communication) 端末) と接続してもよい。

[0073] 専用通信 I/F 2630 は、車両における使用を目的として策定された通信プロトコルをサポートする通信 I/F である。専用通信 I/F 2630 は

、例えば、下位レイヤのIEEE 802.11pと上位レイヤのIEEE 1609との組合せであるWAVE (Wireless Access in Vehicle Environment)、又はDSRC (Dedicated Short Range Communications) といった標準プロトコルを実装してよい。専用通信I/F 2630は、典型的には、車車間 (Vehicle to Vehicle) 通信、路車間 (Vehicle to Infrastructure) 通信及び歩車間 (Vehicle to Pedestrian) 通信のうちの1つ以上を含む概念であるV2X通信を遂行する。

[0074] 測位部2640は、例えば、GNSS (Global Navigation Satellite System) 衛星からのGNSS信号 (例えば、GPS (Global Positioning System) 衛星からのGPS信号) を受信して測位を実行し、車両の緯度、経度及び高度を含む位置情報を生成する。なお、測位部2640は、無線アクセスポイントとの信号の交換により現在位置を特定してもよく、又は測位機能を有する携帯電話、PHS若しくはスマートフォンといった端末から位置情報を取得してもよい。

[0075] ビーコン受信部2650は、例えば、道路上に設置された無線局等から発信される電波あるいは電磁波を受信し、現在位置、渋滞、通行止め又は所要時間等の情報を取得する。なお、ビーコン受信部2650の機能は、上述した専用通信I/F 2630に含まれてもよい。

[0076] 車内機器I/F 2660は、マイクロコンピュータ2610と車内に存在する様々な機器との間の接続を仲介する通信インタフェースである。車内機器I/F 2660は、無線LAN、Bluetooth (登録商標)、NFC (Near Field Communication) 又はWUSB (Wireless USB) といった無線通信プロトコルを用いて無線接続を確立してもよい。また、車内機器I/F 2660は、図示しない接続端子 (及び、必要であればケーブル) を介して有線接続を確立してもよい。車内機器I/F 2660は、例えば、搭乗者が有するモバイル機器若しくはウェアラブル機器、又は車両に搬入され若しくは取り付けられる情報機器との間で、制御信号又はデータ信号を交換する。

- [0077] 車載ネットワーク 1/F 2680 は、マイクロコンピュータ 2610 と通信ネットワーク 2010 との間の通信を仲介するインタフェースである。車載ネットワーク 1/F 2680 は、通信ネットワーク 2010 によりサポートされる所定のプロトコルに則して、信号等を送受信する。
- [0078] 統合制御ユニット 2600 のマイクロコンピュータ 2610 は、汎用通信 1/F 2620、専用通信 1/F 2630、測位部 2640、ビーコン受信部 2650、車内機器 1/F 2660 及び車載ネットワーク 1/F 2680 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、各種プログラムにしたがって、車両制御システム 2000 を制御する。例えば、マイクロコンピュータ 2610 は、取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット 2100 に対して制御指令を出力してもよい。例えば、マイクロコンピュータ 2610 は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、自動運転等を目的とした協調制御を行ってもよい。
- [0079] マイクロコンピュータ 2610 は、汎用通信 1/F 2620、専用通信 1/F 2630、測位部 2640、ビーコン受信部 2650、車内機器 1/F 2660 及び車載ネットワーク 1/F 2680 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、車両の現在位置の周辺情報を含むローカル地図情報を作成してもよい。また、マイクロコンピュータ 2610 は、取得される情報に基づき、車両の衝突、歩行者等の近接又は通行止めの道路への進入等の危険を予測し、警告用信号を生成してもよい。警告用信号は、例えば、警告音を発生させたり、警告ランプを点灯させたりするための信号であってよい。
- [0080] 音声画像出力部 2670 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 14 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 2710、表示部 2720 及びインストルメントパネル 2730 が例示されている。表示部 2720 は、例えば、オンボードディスプレ

イ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。表示部2720は、AR (Augmented Reality) 表示機能を有していてもよい。出力装置は、これらの装置以外の、ヘッドホン、プロジェクタ又はランプ等の他の装置であってもよい。出力装置が表示装置の場合、表示装置は、マイクロコンピュータ2610が行った各種処理により得られた結果又は他の制御ユニットから受信された情報を、テキスト、イメージ、表、グラフ等、様々な形式で視覚的に表示する。また、出力装置が音声出力装置の場合、音声出力装置は、再生された音声データ又は音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して聴覚的に出力する。

[0081] なお、図14に示した例において、通信ネットワーク2010を介して接続された少なくとも二つの制御ユニットが一つの制御ユニットとして一体化されてもよい。あるいは、個々の制御ユニットが、複数の制御ユニットにより構成されてもよい。さらに、車両制御システム2000が、図示されていない別の制御ユニットを備えてもよい。また、上記の説明において、いずれかの制御ユニットが担う機能の一部又は全部を、他の制御ユニットに持たせてもよい。つまり、通信ネットワーク2010を介して情報の送受信がされるようになっていけば、所定の演算処理が、いずれかの制御ユニットで行われるようになってもよい。同様に、いずれかの制御ユニットに接続されているセンサ又は装置が、他の制御ユニットに接続されるとともに、複数の制御ユニットが、通信ネットワーク2010を介して相互に検出情報を送受信してもよい。

[0082] 以上説明した車両制御システム2000において、図1及び図5等を用いて説明した本実施形態に係るアンテナ装置1及びアンテナ装置2、さらには図13等を用いて説明した本実施形態に係るレーダ装置8は、図14に示した応用例の車外情報検出部2420に適用することができる。すなわち、バックローブ抑制効果が向上されたアンテナ装置1、アンテナ装置2又はレーダ装置8を用いることで、例えば検出性能を向上させることができる。

[0083] 3. 効果

以上説明した実施形態に係るアンテナ装置は、例えば次のように特定される。図1等を参照して説明したように、アンテナ装置1は、アンテナ素子6と、複数のEBG素子10と、を備える。複数のEBG素子10は、複数のEBG素子11と、複数のEBG素子11とは異なる構造を有する複数のEBG素子12とを含む。

[0084] 上記のアンテナ装置1によれば、複数のEBG素子12が複数のEBG素子11とは異なる構造を有するので、複数のEBG素子12によって与えられる減衰特性は、複数のEBG素子11によって与える減衰特性とは異なる。したがって、異なる2つの減衰特性を併せ持った減衰特性が得られる。例えば、一つの減衰特性しか与えられない場合と比較して、より広い減衰帯域幅が得られたり、より大きな減衰量が得られたりする等、減衰特性が改善する。減衰特性の改善により、例えばバックローブの抑制効果を向上させることができる。

[0085] 図1等を参照して説明したように、複数のEBG素子10は、アンテナ素子6を囲んでいてよい。これにより、アンテナ素子6及びEBG素子10を含む平面（例えばXY平面）において、アンテナ素子6からその平面方向に向かって進む電磁波を減衰させることができる。

[0086] 図1等を参照して説明したように、複数のEBG素子11の各々と、複数のEBG素子12の各々が、交互に配置されていてよい。例えばこのようにして、互いに異なる構造を有する複数のEBG素子11及び複数のEBG素子12を配置することができる。図5等を参照して説明したように、複数のEBG素子21は、アンテナ素子6を囲んでおり、複数のEBG素子22は、EBG素子21を囲んでいてよい。このようにして、互いに異なる構造を有する複数のEBG素子21及び複数のEBG素子22を配置することもできる。

[0087] 図1等を参照して説明したように、アンテナ素子6及び複数のEBG素子10は、基板5の主面5a上に配置されていてよい。これにより、アンテナ装置1を平面アンテナとして用いることができる。アンテナ装置1をコンパクト

にできる等のメリットがある。

[0088] 図1等を参照して説明したように、複数のEBG素子11は、アンテナ素子6から離間して設けられ、複数のEBG素子10とアンテナ素子6との離間距離は、隣り合うEBG素子11どうしの離間距離より大きくてよい。これにより、主ビームにある程度の幅を持たせることができる。

[0089] 図1等を参照して説明したように、複数のEBG素子11が設けられる領域は、基板5の縁部を含んでよい。これにより、複数のEBG素子10の配置面積が確保しやすくなる。

[0090] 図3及び図4等を参照して説明したように、複数のEBG素子10の各々は、基板5の主面5a上に設けられたパッチ10aと、基板5の裏面5b上に設けられた地板7及びパッチ10aを接続するビア10bと、を含んでよい。例えばこのようなマッシュルーム構造を用いることで、複数のEBG素子10を平面アンテナに組み入れることができる。

[0091] 複数のEBG素子10の構造を規定するパラメータは、パッチ10aのサイズ、ビア10bのサイズ、及び、隣り合うEBG素子10のパッチ10aどうしの間の間隔の少なくとも一つを含み、複数のEBG素子12の構造を規定するパラメータは、複数のEBG素子11の構造を規定するパラメータと異なっていてよい。例えばこのようにして、複数のEBG素子12に、複数のEBG素子11とは異なる構造を持たせることができる。

[0092] 図13等を参照して説明したように、アンテナ装置82及びアンテナ装置83は、レーダ装置8に搭載されてよい。これにより、レーダ装置8の性能を向上させることができる。

[0093] 図14及び図15等を参照して説明したように、アンテナ装置は、車両に搭載されてよい。これにより、車外情報検出部の検出性能を向上させることができる。

[0094] 最後に、アンテナ装置（図1）のシミュレーション結果の一例について、図16及び図17を参照して説明する。図16及び図17は、シミュレーション結果の例を示す図である。図16は、周波数76GHzにおける指向性

のシミュレーション結果を示す。グラフの上側は基板5の主面5a側（Z軸正方向側）の指向性を示し、グラフの下側は基板5の裏面5b側（Z軸負方向側）の指向性を示す。グラフ線G0は、アンテナ装置1（図1）において複数のEBG素子10が存在しない構成の指向性を示す。グラフ線G1は、アンテナ装置1のように複数のEBG素子11及び複数のEBG素子12が混在する構成の指向性を示す。グラフ線G2は、アンテナ装置1において複数のEBG素子10がいずれも複数のEBG素子11である構成の指向性を示す。

[0095] 図17のグラフの横軸は周波数を示し、グラフの縦軸は裏面放射量（dB）を示す。グラフの横軸は周波数を示し、グラフの縦軸はアンテナ装置1において複数のEBG素子10が存在しない構成の放射量を基準としたときの裏面放射量（dB）を示す。

[0096] 図16及び図17に示されるように、EBG素子が存在しない場合（グラフ線G0）と比較して、EBG素子が存在する場合（グラフ線G1及びグラフ線G2）の方が、基板5の裏面5b側への放射量が少なくなっていることがわかる。また、同じ構造の複数のEBG素子11だけを備える構成（グラフ線G2）に比べて、異なる構造の複数のEBG素子11及び複数のEBG素子12を備える構成（グラフ線G1）の方が、放射量が少なくなる帯域が広帯域化されていることが分かる（この例では74GHz付近）。

[0097] なお、本開示に記載された効果は、あくまで例示であって、開示された内容に限定されない。他の効果があってもよい。

[0098] 以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0099] また、本明細書に記載された各実施形態における効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0100] 上記実施形態では、複数のEBG素子が、互いに異なる構造を有する2種

類の複数のE B G素子を備える例について説明した。ただし、複数のE B G素子は、それぞれが異なる構造を有する3種類以上の複数のE B G素子を備えていてもよい。

[0101] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

アンテナ素子と、

複数のE B G素子と、

を備え、

前記複数のE B G素子は、

複数の第1のE B G素子と、

前記複数の第1のE B G素子は異なる構造を有する複数の第2のE B G素子と、

を含む、

アンテナ装置。

(2)

前記複数のE B G素子は、前記アンテナ素子を囲んでいる、

(1)に記載のアンテナ装置。

(3)

前記複数の第1のE B G素子の各々と、前記複数の第2のE B G素子の各々が、交互に配置されている、

(1)又は(2)に記載のアンテナ装置。

(4)

前記複数の第1のE B G素子は、前記アンテナ素子を囲んでおり、

前記複数の第2のE B G素子は、前記複数の第1のE B G素子を囲んでいる、

(1)又は(2)に記載のアンテナ装置。

(5)

前記アンテナ素子及び前記複数のE B G素子は、基板の主面上に配置され

る、

(1) ~ (4) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(6)

前記複数の E B G 素子は、前記アンテナ素子から離間して設けられ、

前記複数の E B G 素子と前記アンテナ素子との離間距離は、前記複数の E B G 素子のうちの隣り合う E B G 素子どうしの離間距離よりも大きい、

(5) に記載のアンテナ装置。

(7)

前記複数の E B G 素子が設けられる領域は、前記基板の縁部を含む、

(5) 又は (6) に記載のアンテナ装置。

(8)

前記複数の E B G 素子の各々は、

前記基板の前記主面上に設けられたパッチと、

前記基板の裏面上に設けられた地板及び前記パッチを接続するビアと、を含む、

(5) ~ (7) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(9)

前記複数の E B G 素子の構造を規定するパラメータは、前記パッチのサイズ、前記ビアのサイズ、及び、隣り合う前記 E B G 素子の前記パッチどうしの間の間隔の少なくとも一つを含み、

前記複数の第 2 の E B G 素子の構造を規定する前記パラメータは、前記複数の第 1 の E B G 素子を規定する前記パラメータとは異なる、

(8) に記載のアンテナ装置。

(10)

レーダ装置に搭載される、(1) ~ (7) のいずれかに記載のアンテナ装置。

(11)

車両に搭載される、(1) ~ (8) のいずれかに記載のアンテナ装置。

符号の説明

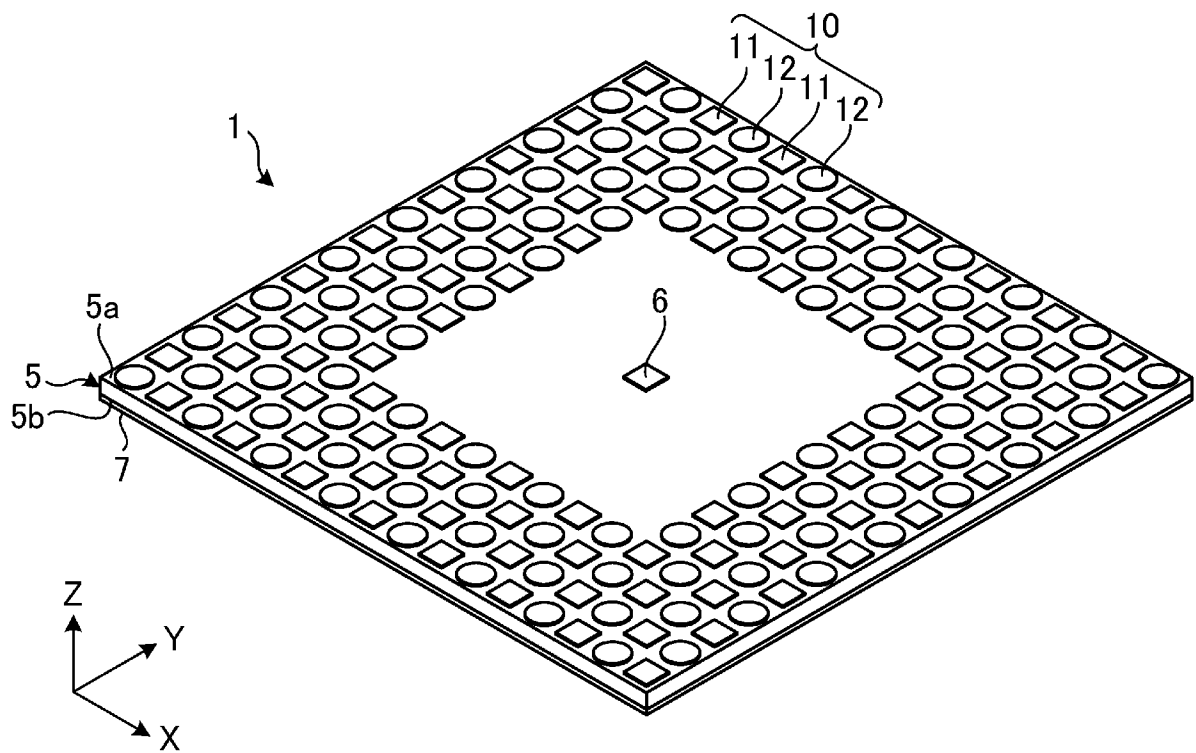
[0102]	1	アンテナ装置
	2	アンテナ装置
	5	基板
	6	アンテナ素子
	7	地板
	8	レーダ装置
	10	E B G素子
	11	E B G素子
	12	E B G素子
	20	E B G素子
	21	E B G素子
	22	E B G素子
	81	送信部
	82	アンテナ装置
	83	アンテナ装置
	84	受信部
	85	制御部
	85a	測距測位部

請求の範囲

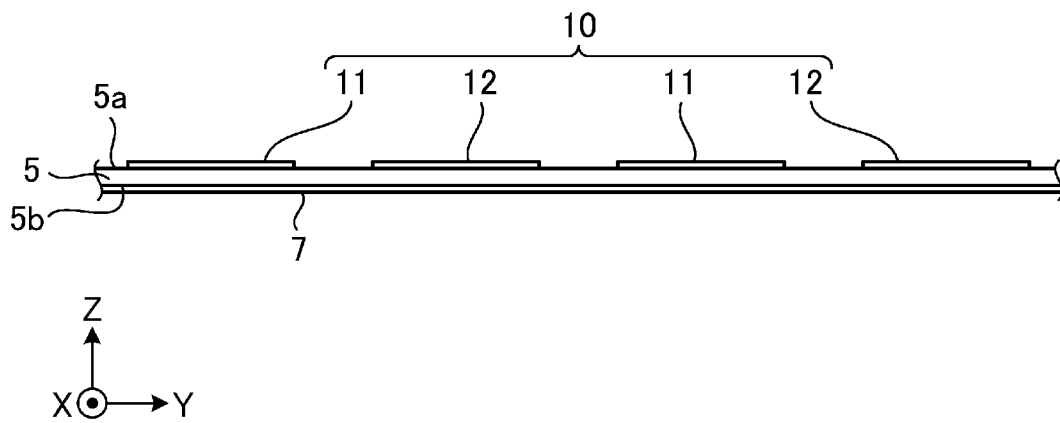
- [請求項1] アンテナ素子と、
 複数のE B G素子と、
 を備え、
 前記複数のE B G素子は、
 複数の第1のE B G素子と、
 前記複数の第1のE B G素子は異なる構造を有する複数の第2の
E B G素子と、
 を含む、
 アンテナ装置。
- [請求項2] 前記複数のE B G素子は、前記アンテナ素子を囲んでいる、
 請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記複数の第1のE B G素子の各々と、前記複数の第2のE B G素
子の各々とが、交互に配置されている、
 請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記複数の第1のE B G素子は、前記アンテナ素子を囲んでおり、
 前記複数の第2のE B G素子は、前記複数の第1のE B G素子を囲
んでいる、
 請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項5] 前記アンテナ素子及び前記複数のE B G素子は、基板の主面上に配
置される、
 請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項6] 前記複数のE B G素子は、前記アンテナ素子から離間して設けられ
、
 前記複数のE B G素子と前記アンテナ素子との離間距離は、前記複
数のE B G素子のうちの隣り合うE B G素子どうしの離間距離よりも
大きい、
 請求項5に記載のアンテナ装置。

- [請求項7] 前記複数のE B G素子が設けられる領域は、前記基板の縁部を含む、
- 請求項5に記載のアンテナ装置。
- [請求項8] 前記複数のE B G素子の各々は、
- 前記基板の前記主面上に設けられたパッチと、
- 前記基板の裏面上に設けられた地板及び前記パッチを接続するビアと、
- を含む、
- 請求項5に記載のアンテナ装置。
- [請求項9] 前記複数のE B G素子の構造を規定するパラメータは、前記パッチのサイズ、前記ビアのサイズ、及び、隣り合う前記E B G素子の前記パッチどうしの間の間隔の少なくとも一つを含み、
- 前記複数の第2のE B G素子の構造を規定する前記パラメータは、前記複数の第1のE B G素子を規定する前記パラメータとは異なる、
- 請求項8に記載のアンテナ装置。
- [請求項10] レーダ装置に搭載される、請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項11] 車両に搭載される、請求項1に記載のアンテナ装置。

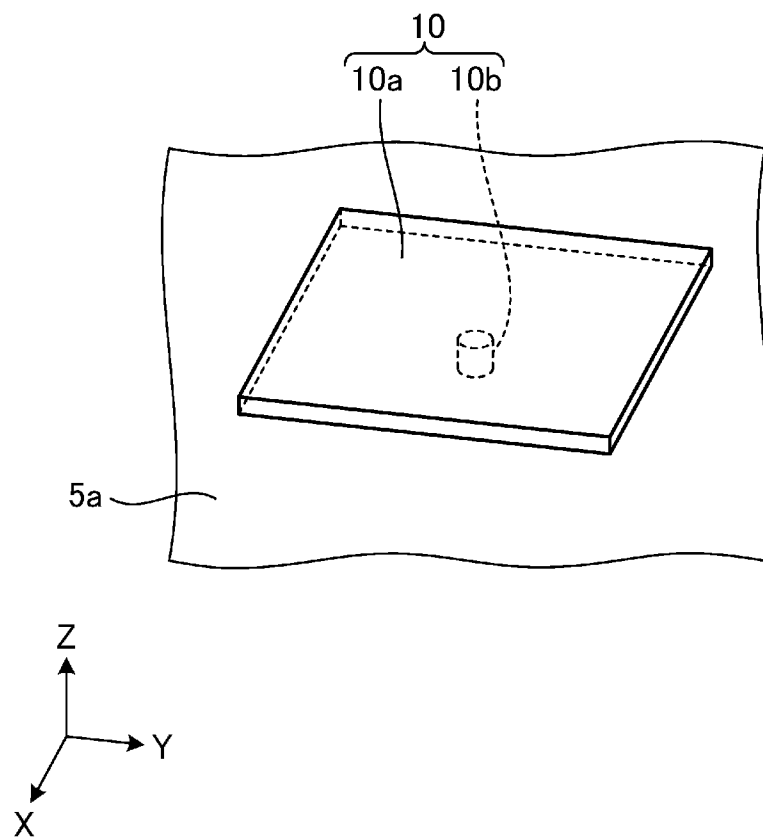
[図1]



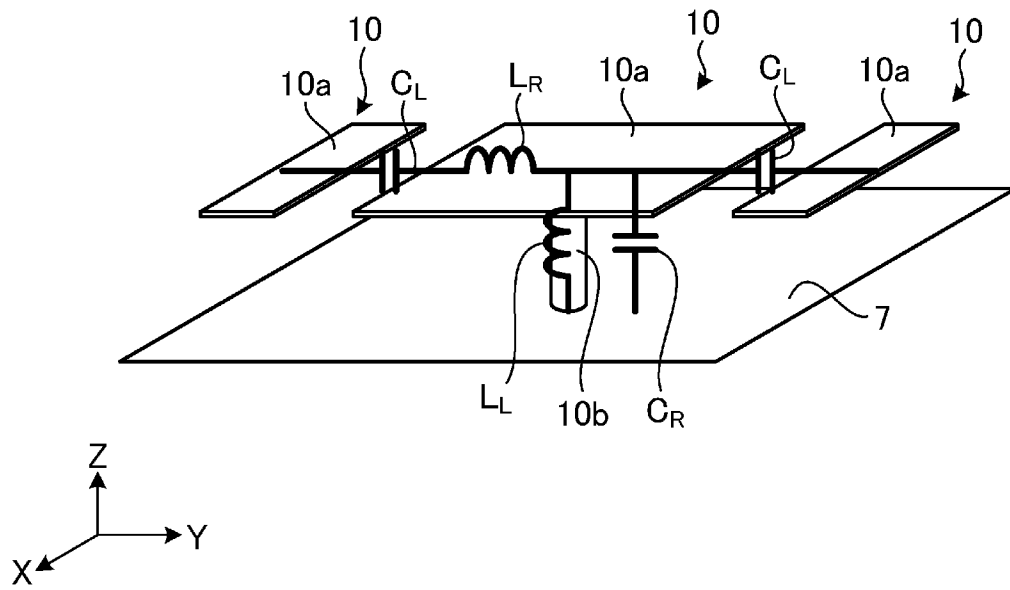
[図2]



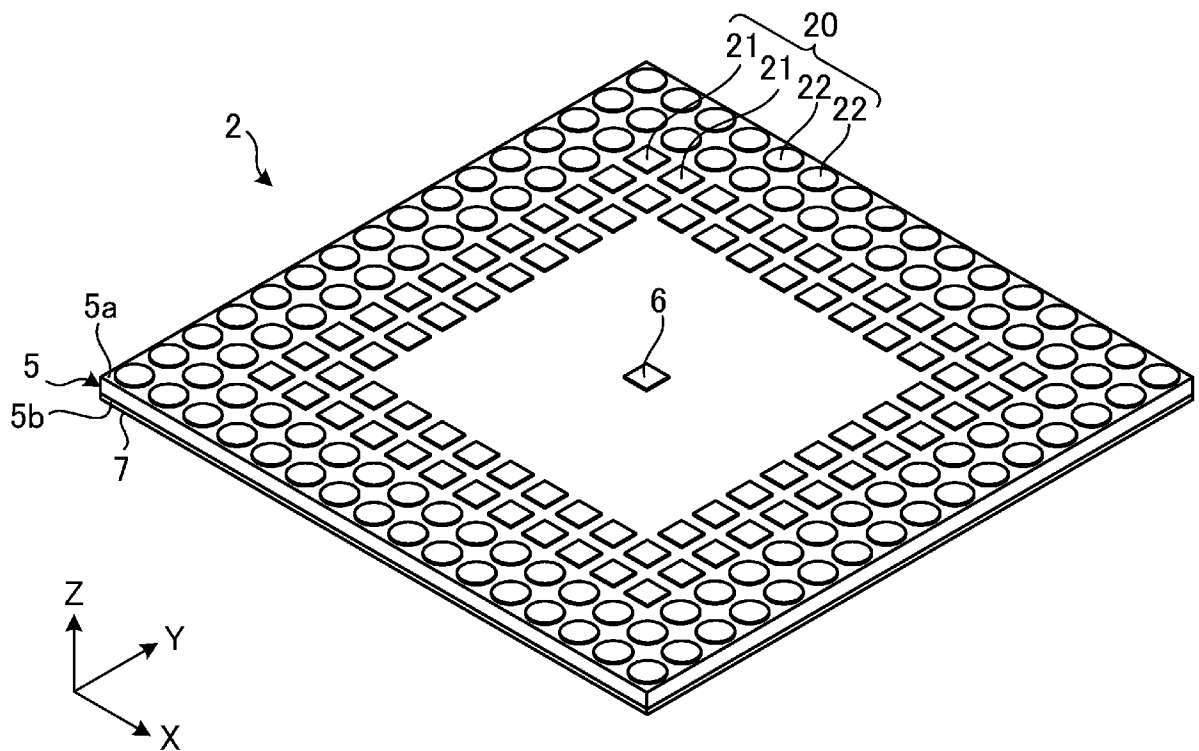
[図3]



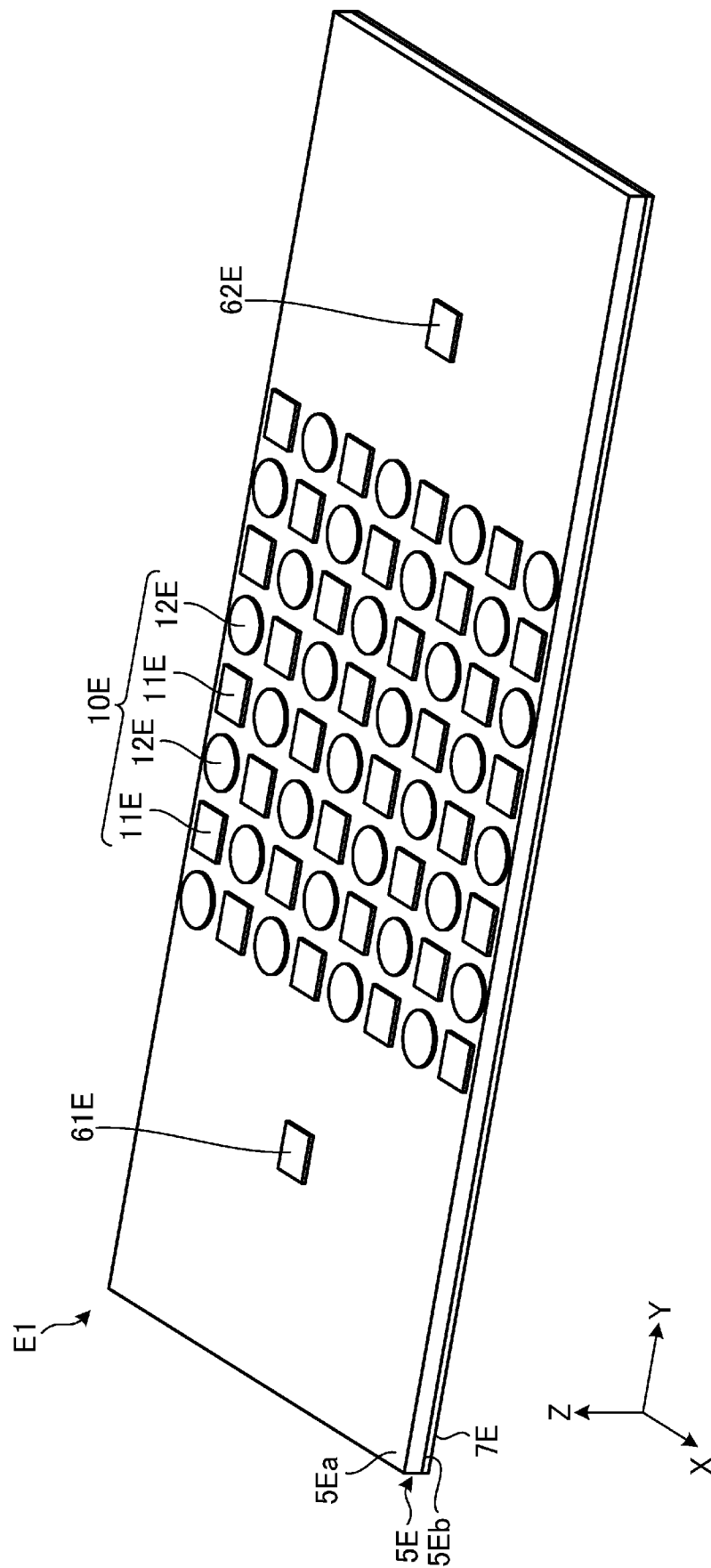
[図4]



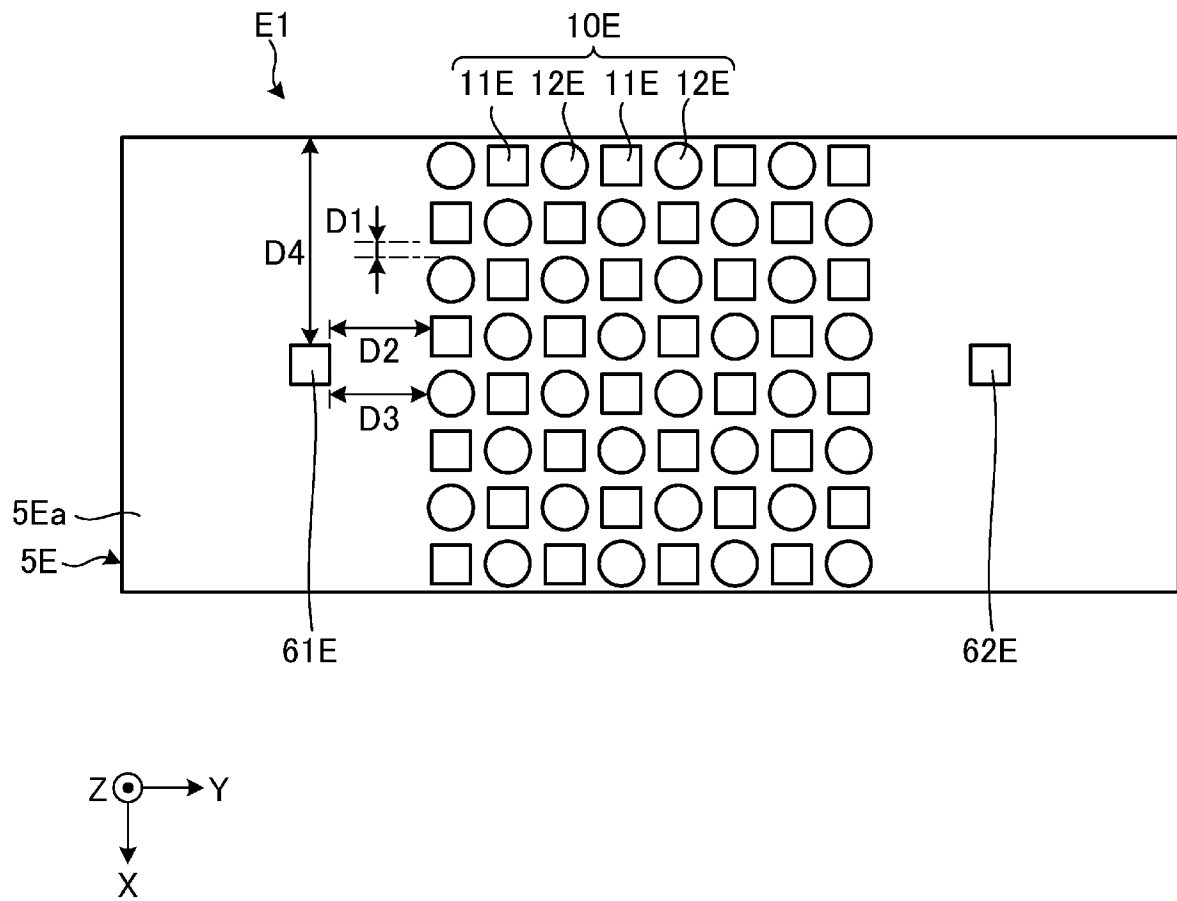
[図5]



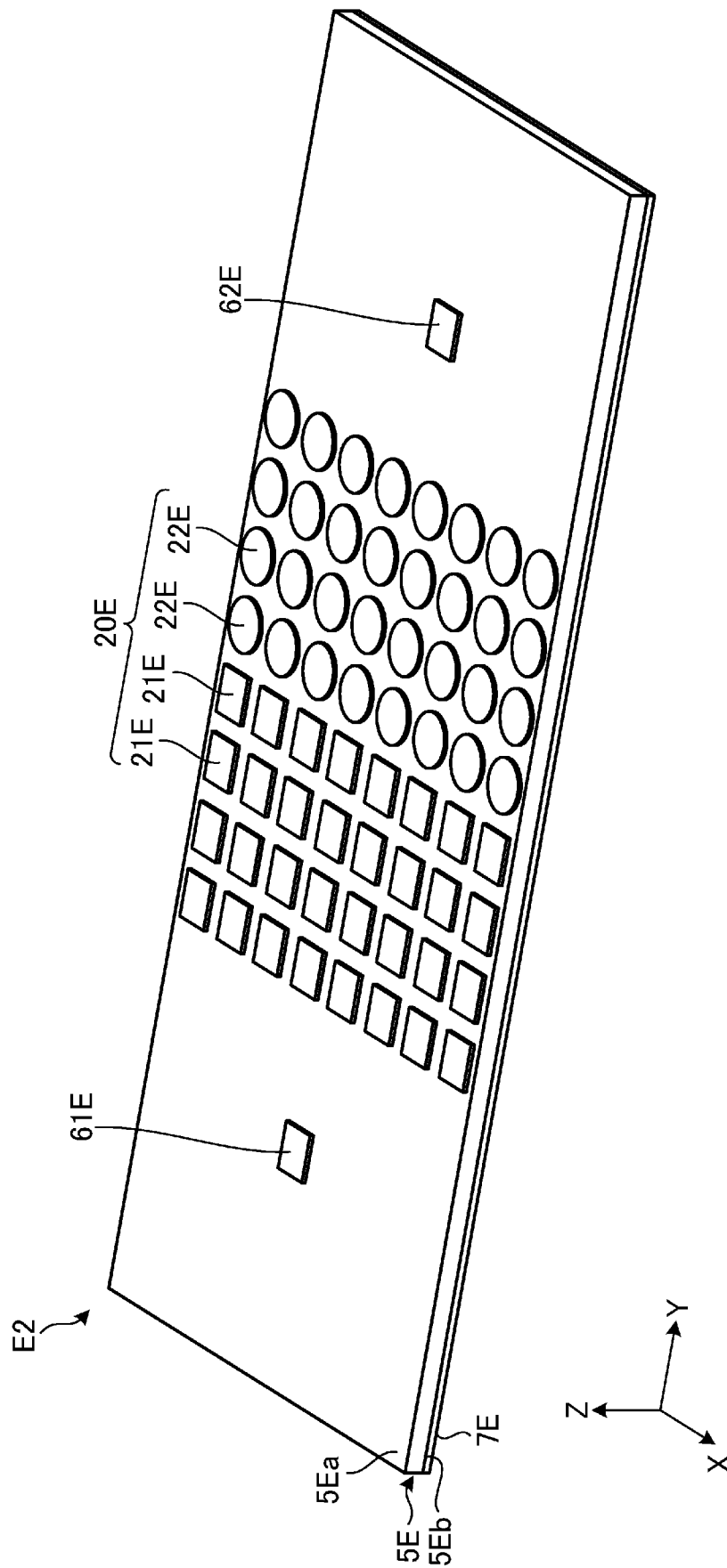
[図6]



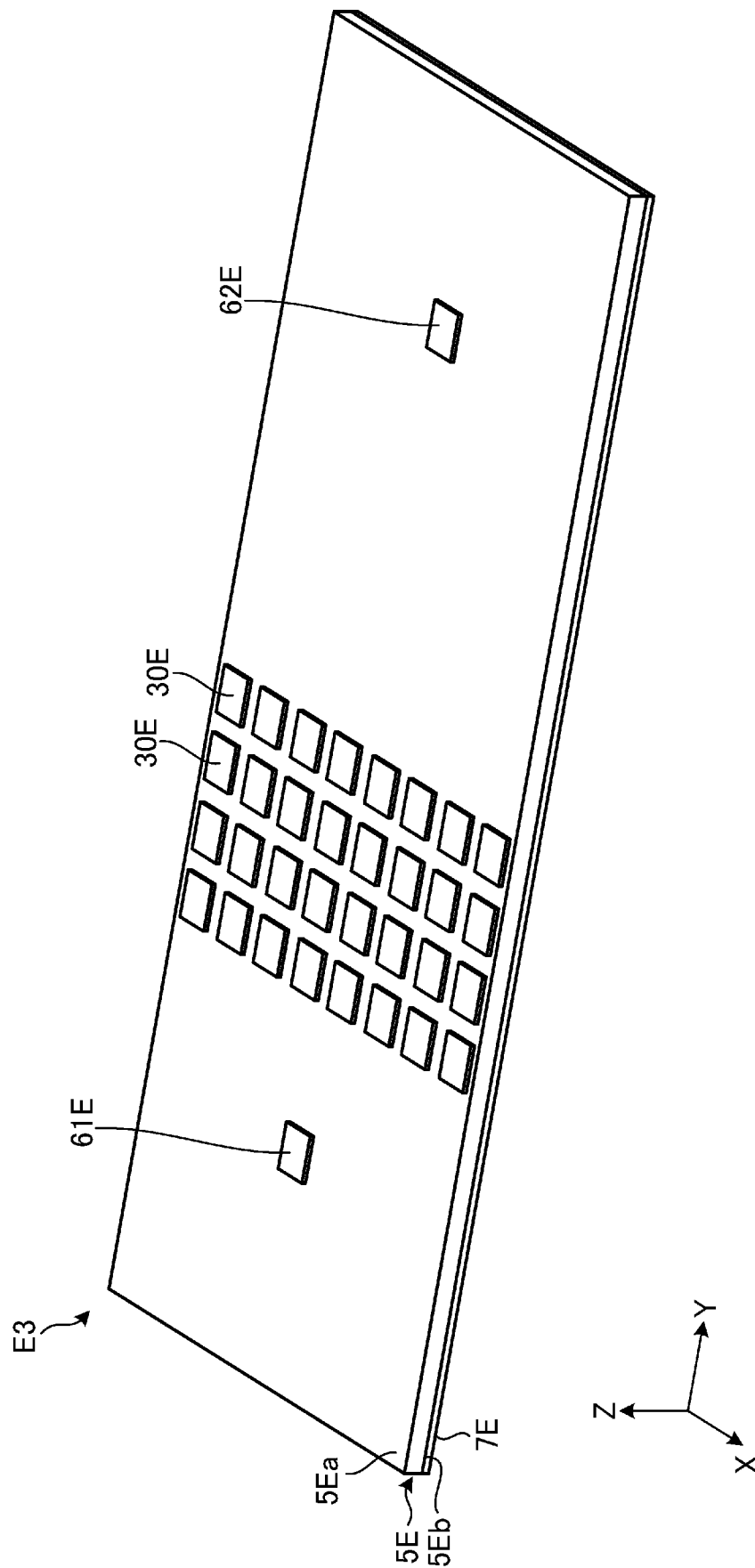
[図7]



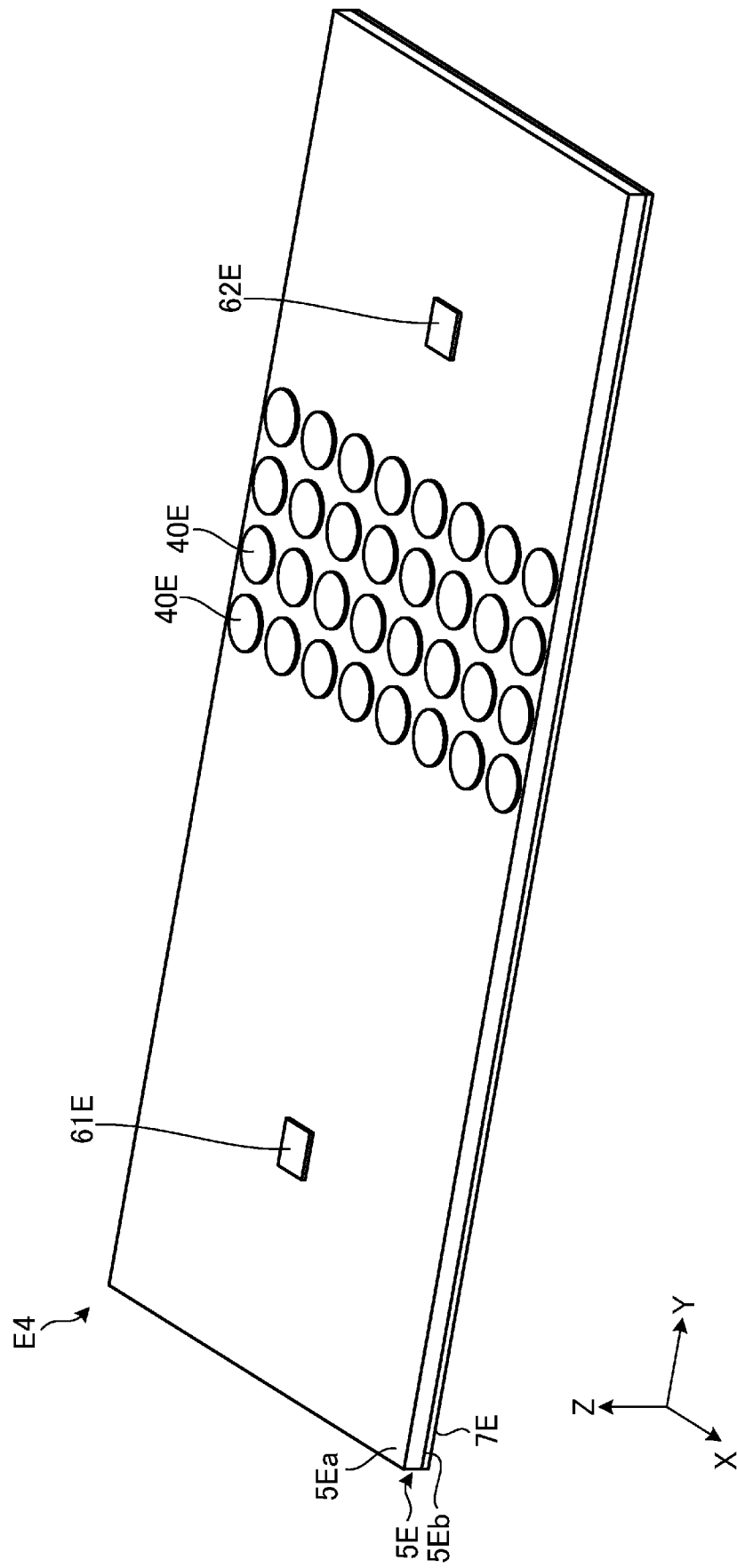
[図8]



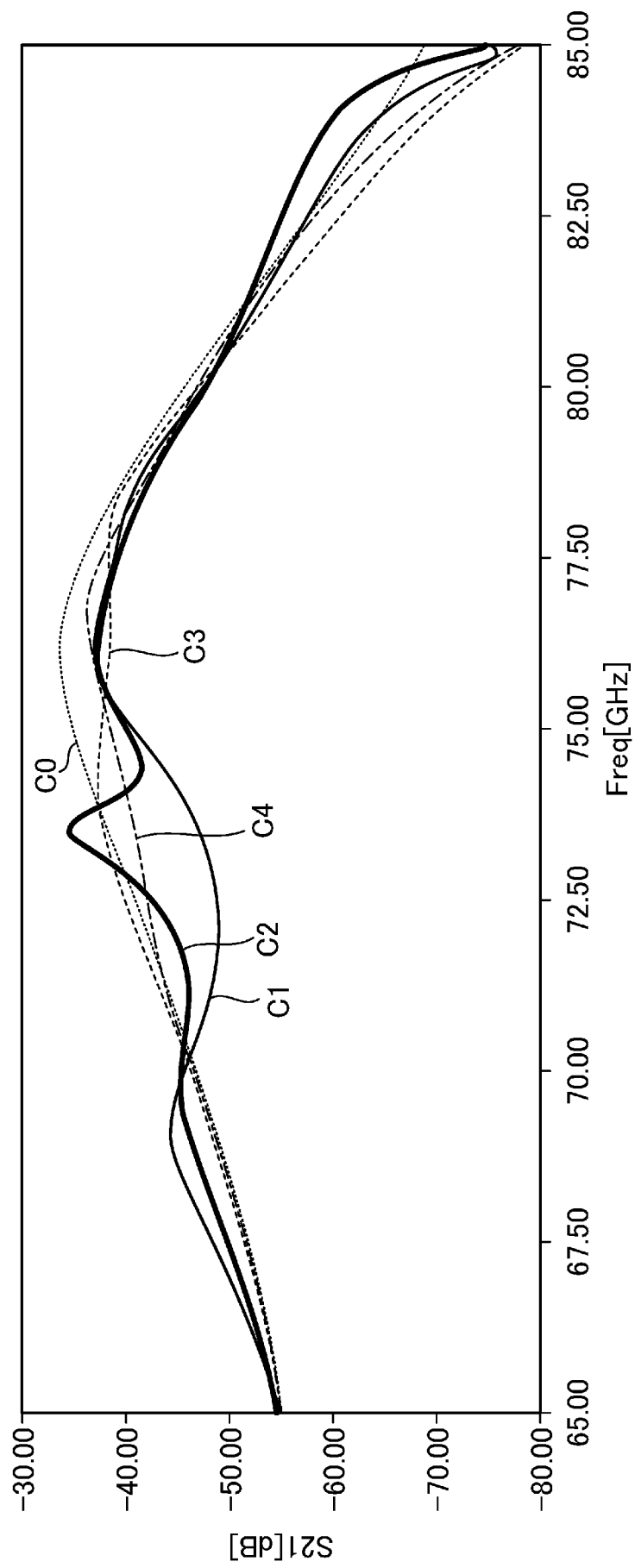
[図9]



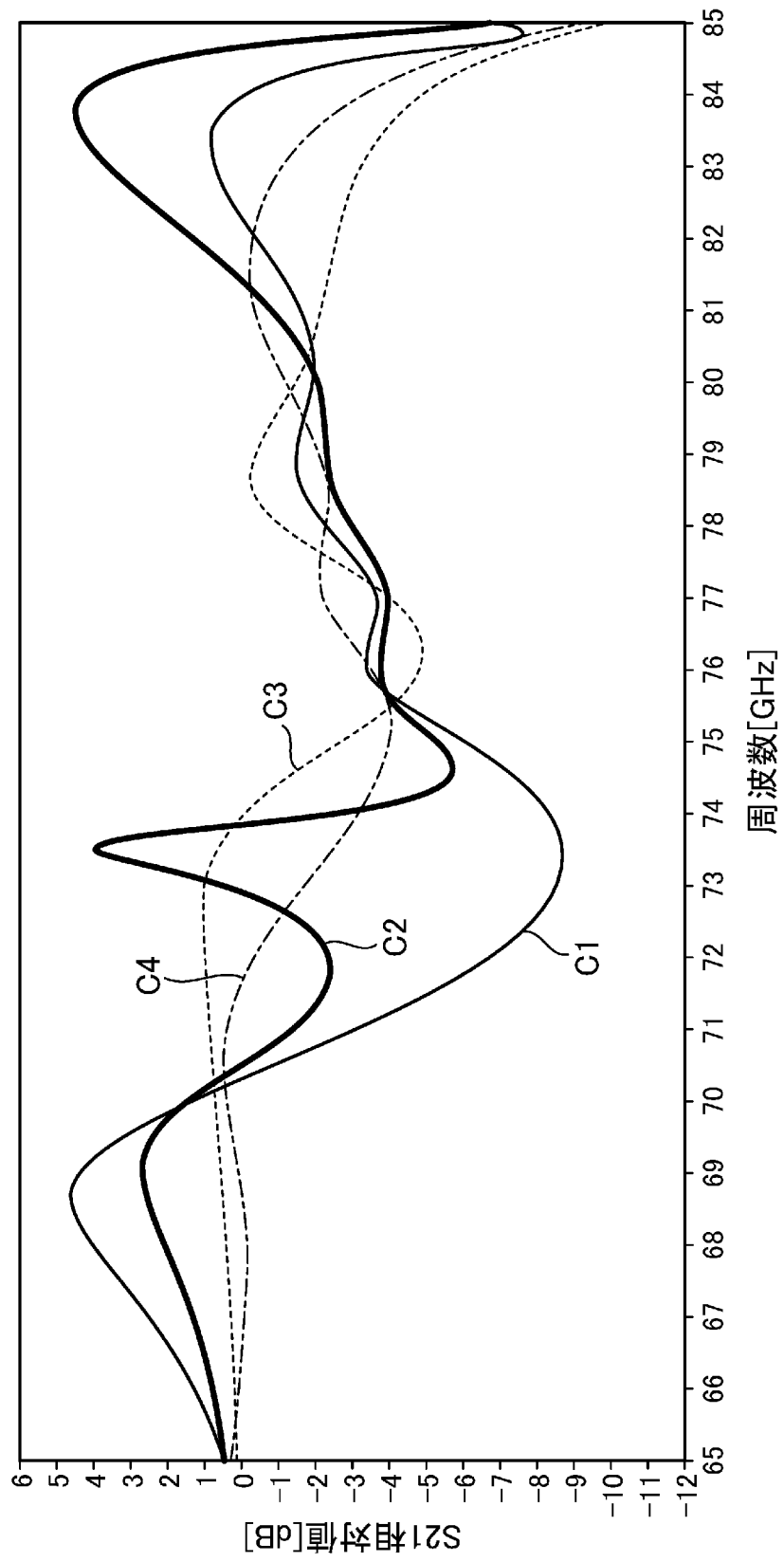
[図10]



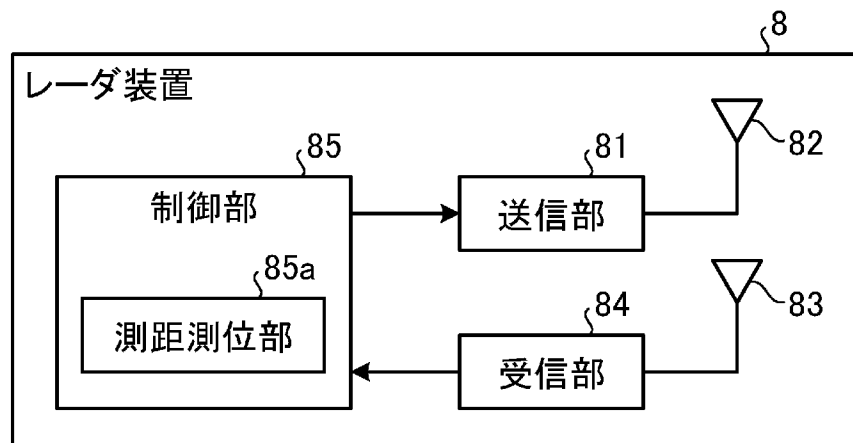
[図11]



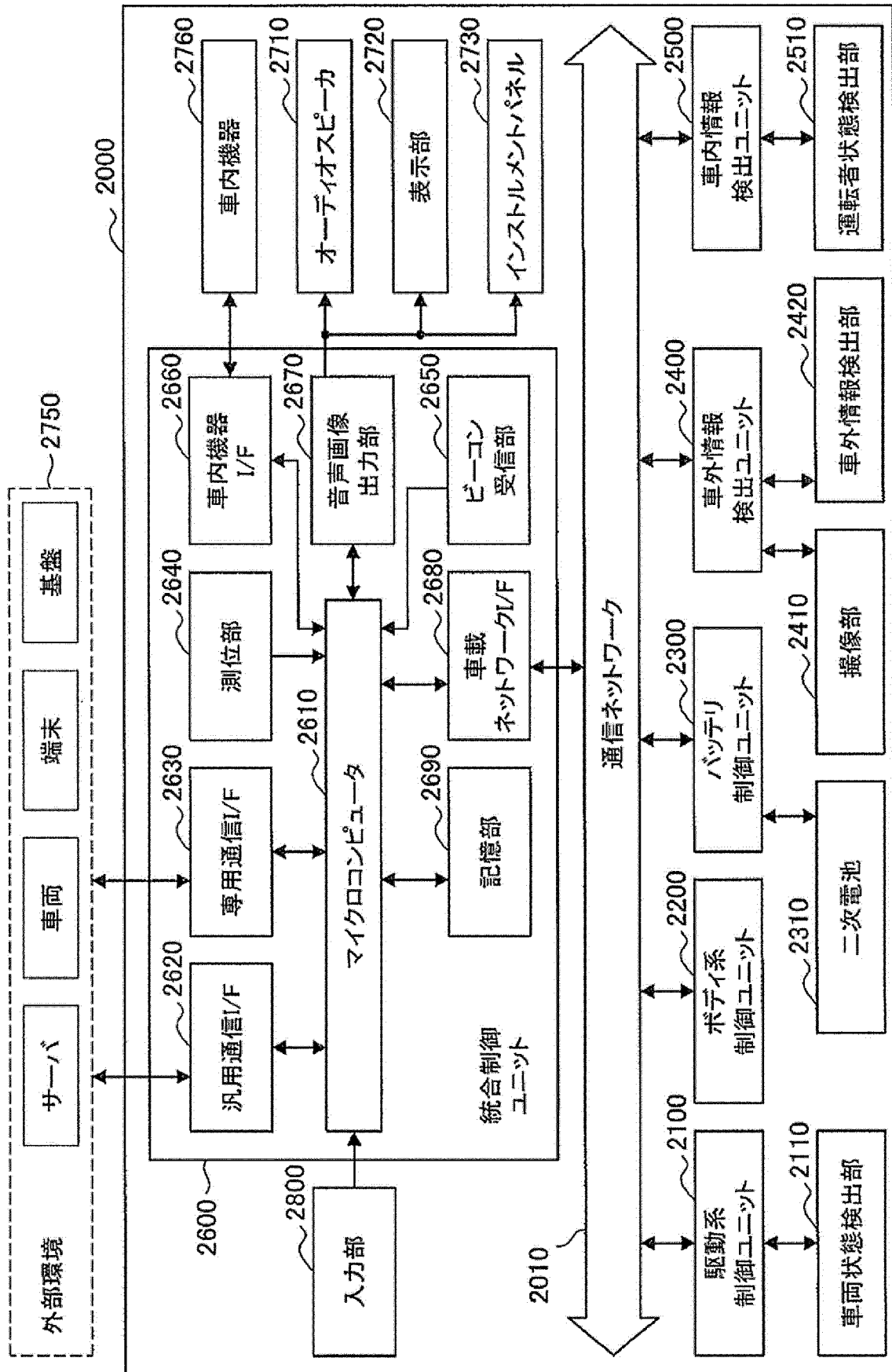
[図12]



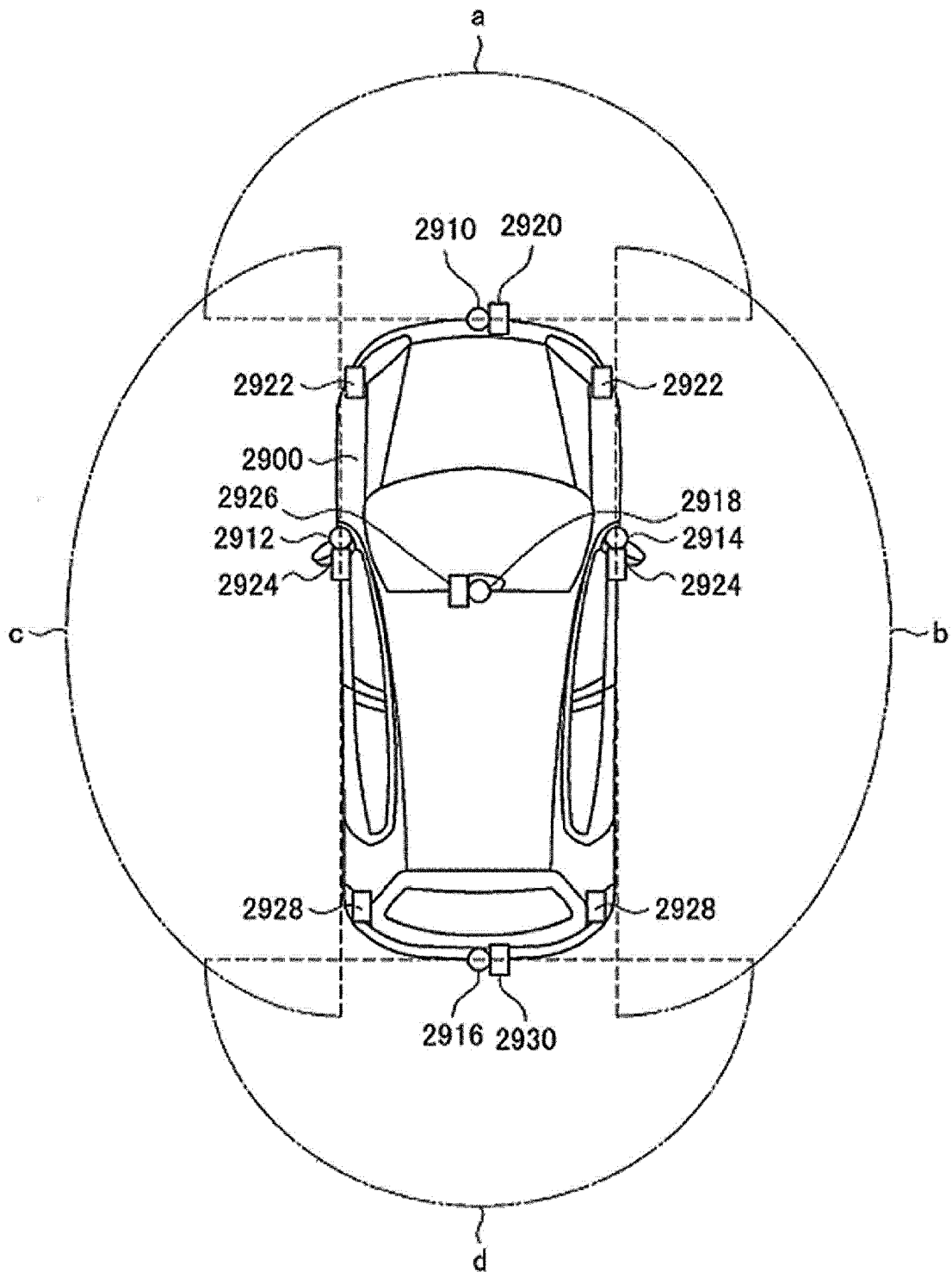
[図13]



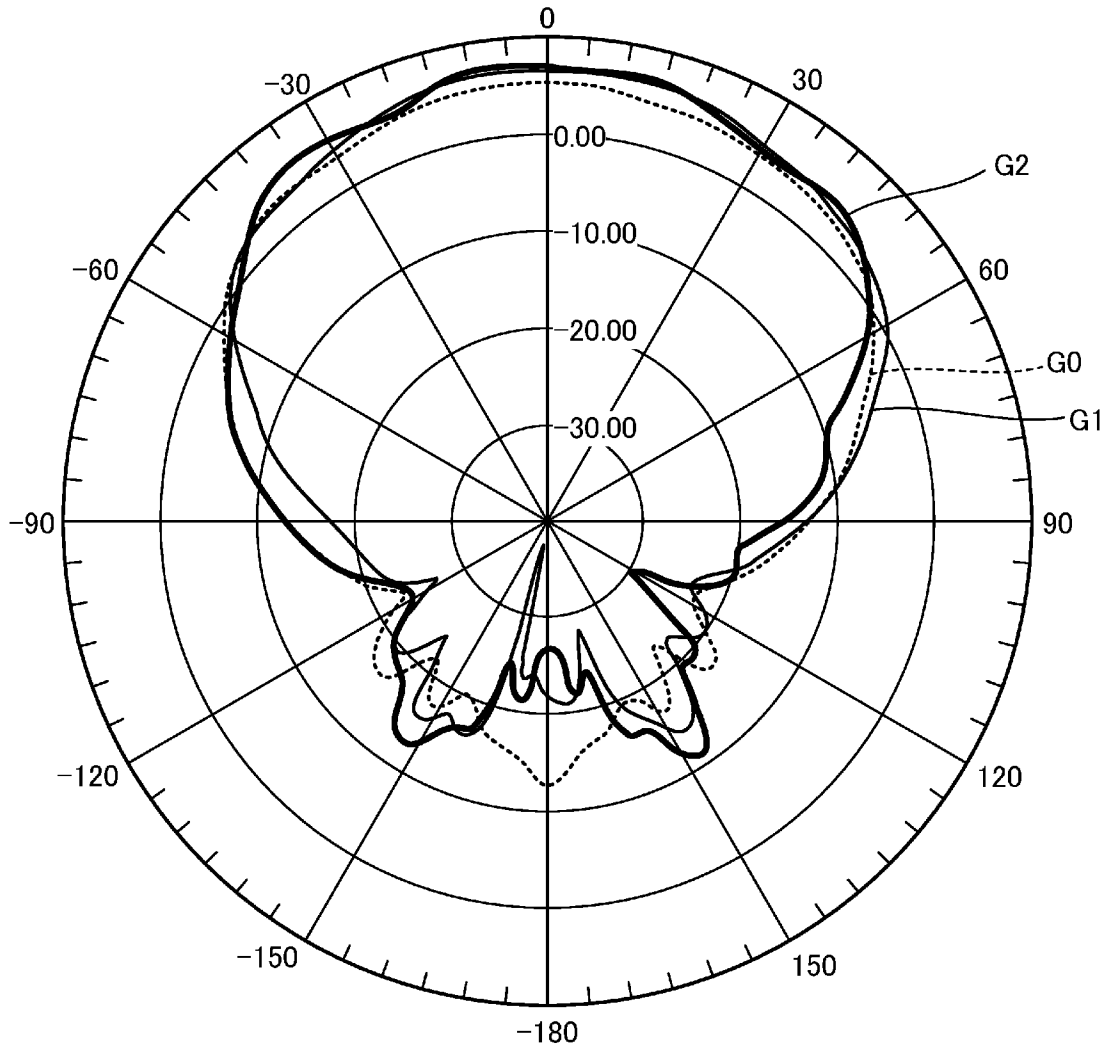
[図14]



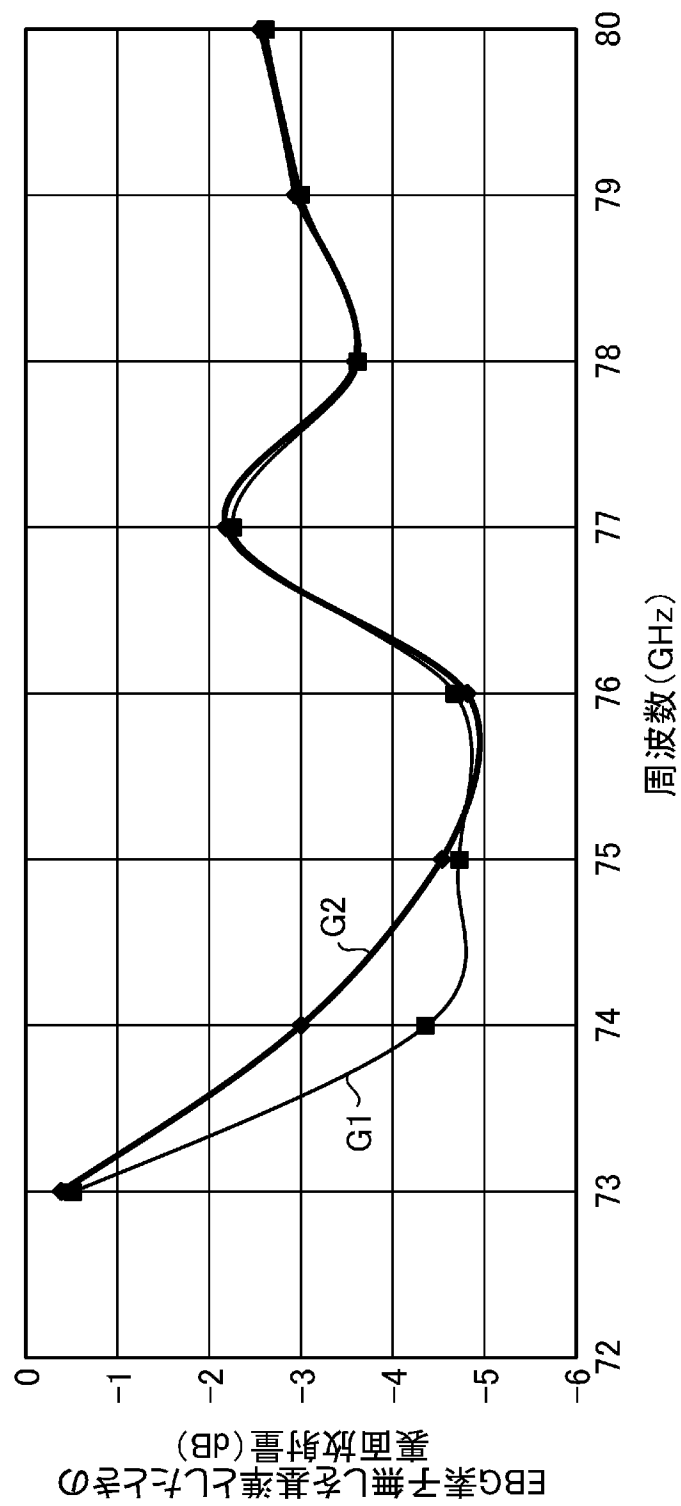
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/025926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01P1/00 (2006.01) i, H01Q1/38 (2006.01) i, H01Q1/52 (2006.01) i,
H01Q13/08 (2006.01) i, G01S7/03 (2006.01) i

FI: H01P1/00 Z, G01S7/03 230, H01Q1/38, H01Q1/52, H01Q13/08

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)

Int. Cl. H01P1/00, H01Q1/38, H01Q1/52, H01Q13/08, G01S7/03

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2016-39541 A (NIPPON SOKEN, INC.) 22 March 2016	1, 3, 5-11
Y	(2016-03-22), paragraphs [0008], [0023]-[0031], [0057], [0066], [0072], [0076], [0087], [0088], [0094], fig. 3, 6-9	2, 4
Y	JP 2018-129623 A (PANASONIC CORP.) 16 August 2018 (2018-08-16), paragraphs [0062]-[0064], fig. 8A-8B	2, 4
Y	WO 2013/001692 A1 (NEC CORP.) 03 January 2013 (2013-01-03), paragraphs [0012], [0046]-[0048], fig. 3	2, 4
X	WO 2008/050441 A1 (PANASONIC CORP.) 02 May 2008 (2008-05-02), paragraphs [0023]-[0026], fig. 1	1



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
07.09.2021

Date of mailing of the international search report
14.09.2021

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/025926

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-199881 A (NEC CORP.) 09 September 2010 (2010-09-09), fig. 24-26	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/025926

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2016-39541 A	22.03.2016	US 2017/0244174 A1 paragraphs [0008], [0039]-[0050], [0077], [0086], [0094], [0098], [0109], [0110], [0116], fig. 3, 6-9 WO 2016/021372 A1	
JP 2018-129623 A	16.08.2018	US 2018/0226727 A1 paragraphs [0081]- [0083], fig. 8A-8B EP 3358676 A1 CN 108400423 A	
WO 2013/001692 A1	03.01.2013	(Family: none)	
WO 2008/050441 A1	02.05.2008	US 2010/0039343 A1 paragraphs [0051]- [0054], fig. 1	
JP 2010-199881 A	09.09.2010	US 2010/0214178 A1 fig. 24-26 US 2014/0091879 A1 US 2014/0152520 A1 EP 2221923 A1 CN 101814651 A CN 105280993 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01P 1/00(2006.01)i; H01Q 1/38(2006.01)i; H01Q 1/52(2006.01)i; H01Q 13/08(2006.01)i; G01S 7/03(2006.01)i FI: H01P1/00 Z; G01S7/03 230; H01Q1/38; H01Q1/52; H01Q13/08		
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）） H01P1/00; H01Q1/38; H01Q1/52; H01Q13/08; G01S7/03		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で利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 2016-39541 A（株式会社日本自動車部品総合研究所）22.03.2016（2016-03-22） 段落[0008], [0023]-[0031], [0057], [0066], [0072], [0076], [0087]-[0088], [0094], 図3, 6-9	1, 3, 5-11
Y		2, 4
Y	JP 2018-129623 A（パナソニック株式会社）16.08.2018（2018-08-16） 段落[0062]-[0064], 図8A-8B	2, 4
Y	WO 2013/001692 A1（日本電気株式会社）03.01.2013（2013-01-03） 段落[0012], [0046]-[0048], 図3	2, 4
X	WO 2008/050441 A1（パナソニック株式会社）02.05.2008（2008-05-02） 段落[0023]-[0026], 図1	1
A	JP 2010-199881 A（日本電気株式会社）09.09.2010（2010-09-09） 図24-26	1-11
☐ 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、一般的な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 07.09.2021		国際調査報告の発送日 14.09.2021
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） 鈴木 肇 5K 9847 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/JP2021/025926

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-39541	A	22.03.2016	US 2017/0244174 A1 段落[0008], [0039]- [0050], [0077], [0086], [0094], [0098], [0109]-[0 110], [0116], 図3, 6-9 WO 2016/021372 A1	
JP	2018-129623	A	16.08.2018	US 2018/0226727 A1 段落[0081]-[0083], 図8A- 8B EP 3358676 A1 CN 108400423 A	
WO	2013/001692	A1	03.01.2013	(ファミリーなし)	
WO	2008/050441	A1	02.05.2008	US 2010/0039343 A1 段落[0051]-[0054], 図1	
JP	2010-199881	A	09.09.2010	US 2010/0214178 A1 図24-26 US 2014/0091879 A1 US 2014/0152520 A1 EP 2221923 A1 CN 101814651 A CN 105280993 A	