

(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
2020年1月30日(30.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/021594 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 13/10 (2006.01) *H01Q 21/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/027488

(22) 国際出願日: 2018年7月23日(23.07.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 渡辺 光 (WATANABE, Hikaru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中本 成洋 (NAKAMOTO, Narihiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 深沢 徹(FUKASAWA, Toru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

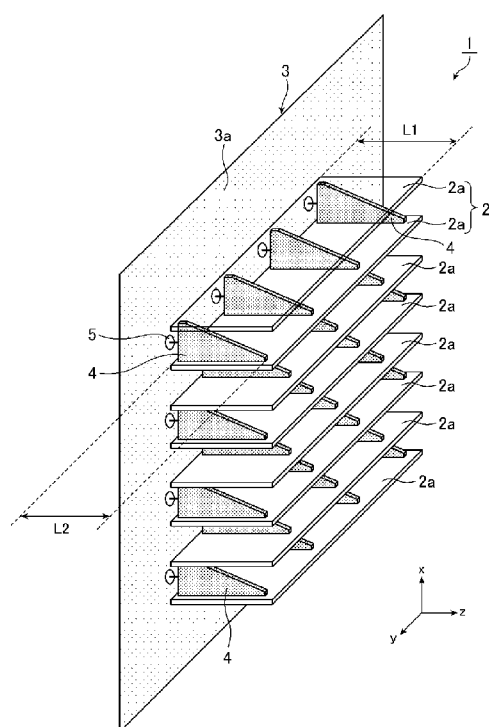
(74) 代理人:田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).

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

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置



(57) Abstract: In this antenna device (1), a length (L1) from a surface (3a) of a conductive shorting plate (3) to the edge of parallel flat plates (2) along a direction normal to the surface (3a) is greater than a length (L2) from the surface (3a) to the edge of a tapered conductor plate (4) along the direction normal to the surface (3a).

(57) 要約: アンテナ装置(1)において、導体短絡板(3)の面(3a)の法線方向に沿った面(3a)から平行平板(2)の端部までの長さ(L1)が、面(3a)の法線方向に沿った面(3a)からテーパ状導体板(4)の端部までの長さ(L2)よりも長い。

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] 本発明は、アンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] 超広帯域アンテナの一種として、テーパスロットアンテナ（Tapered Slot Antenna；以下、TSAと略して記載する）が知られている。例えば、特許文献1には、平行平板装荷TSAが記載されている。平行平板装荷TSAは、アンテナ開口を、送受信に使用される周波数帯域の上限周波数における半波長以下まで小型化しても容易に給電系との整合をとることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-250094号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 超広帯域特性が必要なアレーアンテナとして平行平板装荷TSAを使用した場合、周波数帯域の低域側では、波長に換算したときの複数の素子アンテナ間の間隔が高域側よりも非常に狭くなる。このため、各々の素子アンテナが励振されたときに放射される電波が、平行平板を跨いで近接する他の素子アンテナに漏洩することがある。

[0005] 前述した電波の漏洩が発生すると、近接する素子アンテナから電波の再放射が起こり、アレーアンテナを構成する複数の素子アンテナを各々1素子だけ励振したときに得られる放射パターン、すなわちアレー素子パターンのビーム幅が狭くなる。アレー素子パターンのビーム幅が狭くなると、アレーアンテナとしての覆域によっては、ビーム走査したときの利得低下が大きくなってしまいうという課題があった。

[0006] 本発明は上記課題を解決するものであり、アレーアンテナの素子アンテナとして用いた場合、平行平板を跨いだ素子アンテナ同士の電波の漏洩を抑圧することができるアンテナ装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係るアンテナ装置は、互いに平行に配置された一对の導体平板である平行平板と、一对の導体平板の両方が電氣的に接続された第1の面を有し、第1の面にて平行平板を短絡する導体短絡板と、一对の導体平板の間で、かつ、第1の面の法線方向と導体平板の法線方向とに平行な平面に沿って設けられ、導体平板の法線方向に導体幅が減少する形状を有したテーパ状導体板とを備え、第1の面の法線方向に沿った第1の面から平行平板の端部までの長さは、第1の面の法線方向に沿った第1の面からテーパ状導体板の端部までの長さよりも長いことを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、導体短絡板の第1の面の法線方向に沿った、第1の面から平行平板の端部までの長さは、第1の面の法線方向に沿った第1の面からテーパ状導体板の端部までの長さよりも長い。これにより、平行平板を跨いだ素子アンテナ同士の電波の漏洩を抑圧することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]実施の形態1に係るアンテナ装置の構成を示す斜視図である。
- [図2]実施の形態1に係るアンテナ装置における素子アンテナの構成を示す斜視図である。
- [図3]図1の+y方向に見たアンテナ装置を示す図である。
- [図4]図1の-x方向に見たアンテナ装置を示す図である。
- [図5]図1の-z方向に見たアンテナ装置を示す図である。
- [図6]電波の放射パターンの全素子平均値を示すグラフである。
- [図7]実施の形態1に係るアンテナ装置の変形例の構成を示す斜視図である。
- [図8]実施の形態2に係るアンテナ装置の構成を示す斜視図である。
- [図9]実施の形態2に係るアンテナ装置の変形例の構成を示す斜視図である。

[図10]実施の形態3に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

[図11]実施の形態3に係るアンテナ装置の変形例の構成を示す図である。

[図12]実施の形態3に係るアンテナ装置の別の変形例の構成を示す図である。

[図13]実施の形態4に係るアンテナ装置における素子アンテナ配列を示す正面図である。

[図14]実施の形態4に係るアンテナ装置の変形例における素子アンテナ配列を示す正面図である。

[図15]実施の形態4に係るアンテナ装置の別の変形例における素子アンテナ配列を示す正面図である。

[図16]実施の形態4に係るアンテナ装置のさらに別の変形例における素子アンテナ配列を示す正面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係るアンテナ装置1の構成を示す斜視図であり、アンテナ装置1がアレーアンテナである場合を示している。図2は、アンテナ装置1における素子アンテナ1aの構成を示す斜視図である。なお、以降では、アンテナ装置1がアレーアンテナである場合について説明するが、アンテナ装置1は、図2に示した素子アンテナ1a単体であってもよい。図1および図2において、平行平板2に設けられたテーパ状導体板4が見えるように、最上段の導体平板2aを透明に記載している。図3は、図1の+y方向に見たアンテナ装置1を示す図である。図4は、図1の-x方向に見たアンテナ装置1を示す図である。図4において、平行平板2に設けられたテーパ状導体板4が見えるように、平行平板2である一对の導体平板2a、2aのうち、+x方向に配置される導体平板2aの記載を省略している。図5は、図1の-z方向に見たアンテナ装置1を示す図である。

[0011] 図1において、アンテナ装置1は、複数の平行平板2、導体短絡板3および複数のテーパ状導体板4を備える。平行平板2は、互いに平行に配置され

た一对の導体平板 2 a, 2 a である。図 1、図 3、図 4 および図 5 において、各々が平行に配置された複数の導体平板 2 a のうち、隣接している導体平板 2 a と導体平板 2 a がいずれも平行平板 2 である。導体短絡板 3 は、接地電位とされた導体板部材であり、導体短絡板 3 の面 3 a は、一对の導体平板 2 a, 2 a の両方が電氣的に接続される第 1 の面である。

[0012] テーパ状導体板 4 は、一对の導体平板 2 a, 2 a の間で、かつ、面 3 a の法線方向と導体平板 2 a の法線方向に平行な平面に沿って設けられ、導体平板 2 a の法線方向 (x 方向) に沿って導体幅が減少する形状を有している。図 1 から図 5 において、導体平板 2 a の平板面が y-z 面に平行に設けられ、テーパ状導体板 4 の平板面が z-x 面に平行に設けられ、アンテナ装置 1 における電波の主放射方向は、+z 方向である。

なお、実施の形態 1 における法線方向は、面に直交した方向に加え、面に対する角度が面に直交した方向に近似され得る角度範囲の方向であってもよい。

[0013] 平行平板 2 である一对の導体平板 2 a, 2 a のそれぞれの端面 2 a-1 は、導体短絡板 3 の面 3 a に対向する端面である。端面 2 a-1 は、図 2 に示すように面 3 a に電氣的に接続されている。一对の導体平板 2 a, 2 a である平行平板 2 は、導体短絡板 3 の面 3 a にて短絡される。テーパ状導体板 4 の端面 4-1 は、導体平板 2 a の平板面に対向する端面である。端面 4-1 は、導体平板 2 a の平板面に電氣的に接続されている。テーパ状導体板 4 は、同軸線路 5 における内部導体 6 によって給電され、導体短絡板 3 は、同軸線路 5 の外部導体 7 によって給電される。

[0014] 図 1、図 2、図 3 および図 4 に示すように、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向 (z 方向) に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さである L1 は、z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 の端部までの長さである L2 よりも長い。L1 は、アンテナ装置 1 の動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の 4 分の 1 の奇数倍の長さである。以降の説明では、L1 を、動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の 4 分の 3 の長さで

あるものとする。

[0015] 素子アンテナ 1 a は、図 2 に示すように、一对の導体平板 2 a, 2 a、一对の導体平板 2 a, 2 a の両方が電氣的に接続された導体短絡板 3、および一对の導体平板 2 a, 2 a の間に設けられた一枚のテーパ状導体板 4 を備えて構成されている。アンテナ装置 1 は、例えば、図 5 に示すように、複数の素子アンテナ 1 a が三角配列されたアレーアンテナである。三角配列は、例えば、図 5 に示した $-x$ 方向の最も端部にある平行平板 2 を 1 行目とし、これに $+x$ 方向に隣接する平行平板 2 を 2 行目とした場合に、奇数行に配列された平行平板 2 と偶数行に配列された平行平板 2 とで、隣接したテーパ状導体板 4, 4 の間隔が半分ずつずれている配列である。なお、隣接したテーパ状導体板 4, 4 がずれる大きさは、厳密にこれらの間隔の半分であってもよいが、半分と近似し得る範囲の大きさであればよい。

[0016] 次に動作について説明する。

同軸線路 5 から給電された電波は、同軸線路 5 の内部導体 6 が接続されたテーパ状導体板 4 と、同軸線路 5 の外部導体 7 が接続された導体短絡板 3 との間で逆相で給電される。同軸線路 5 から給電された電波が、導体短絡板 3 とテーパ状導体板 4 との間で逆相で給電されることにより、導体短絡板 3 とテーパ状導体板 4 との間には電界が生じる。この電界は、導体短絡板 3 とテーパ状導体板 4 とで形成されるスロット線路から、テーパ状導体板 4 と平行平板 2 とで形成されるテーパスロット線路を伝搬して、平行平板 2 から自由空間に放射される。

[0017] アンテナ装置 1 では、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向 (z 方向) に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L_1 が、 z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 の端部までの長さ L_2 よりも長い。 L_1 は、アンテナ装置 1 の動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の $\frac{4}{3}$ の長さである。平行平板 2 の端部までの長さ L_1 がテーパ状導体板 4 の端部までの長さ L_2 よりも高い位置にあるため、テーパ状導体板 4 の端部で反射される電波の一部は同軸線路 5 に戻らずに平行平板 2 に漏れ出し、良好な反射特性を

維持することができる。

[0018] 導体短絡板 3 に電氣的に接続され、各々が平行に配置された複数の導体平板 2 a、2 a は、図 3 に示すように溝の深さが L_1 であるコルゲート構造とみなすことができる。この構造において、 L_1 は、例えば、自由空間波長の $4/3$ の長さであり、溝の底部である導体短絡板 3 は短絡され、溝の開口部では電界に対して開放されている。すなわち、溝に対して垂直な偏波、すなわち、 x 方向の偏波について高インピーダンス境界条件となり、溝の開口部表面は磁気壁となる。従って、溝の開口部表面では x 方向に進行する偏波成分の電波は伝搬しにくくなる。

[0019] 従来の平行平板装荷 T S A では、自由空間を伝搬してきた電波が平行平板の配列方向 (x 方向) に近接した素子アンテナに伝搬した場合、アレーアンテナを構成する複数の素子アンテナをそれぞれ 1 素子だけ励振したときに得られる放射パターン、すなわち、アレー素子パターンのビーム幅が狭くなる。これに対し、アンテナ装置 1 では、自由空間を伝搬してきた電波が x 方向に近接した素子アンテナに伝搬することが抑圧されるので、導体平板 2 a を跨いだ素子アンテナからの電波の再放射成分が抑えられる。このため、 $z-x$ 面におけるアレー素子パターンのビーム幅が拡大される。

[0020] 次に、アンテナ装置 1 の利点を説明するため、 L_1 が L_2 よりも長く、 L_1 が $(3/4)\lambda_L (=0.75\lambda_L)$ であるアンテナ装置 1 のアレー素子パターンと、平行平板の長さがテーパ状導体板の長さと同じの $0.47\lambda_L$ であるアンテナ装置 (1) のアレー素子パターンとを比較する。ただし、 λ_L は、動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長である。なお、平行平板の長さとは、平行平板である一对の導体平板の両方が電氣的に接続された導体短絡板の面の法線方向に沿った上記面から平行平板の端部までの長さである。さらに、テーパ状導体板の長さは、平行平板である一对の導体平板の両方が電氣的に接続された導体短絡板の面の法線方向に沿った上記面からテーパ状導体板の端部までの長さである。

[0021] アンテナ装置 1 として複数の素子アンテナ 1 a が三角配列されたアレーア

ンテナを想定する。複数の平行平板 2 が配列された x 方向のテーパ状導体板 4 の間隔 L_3 が $0.141\lambda_L$ であり、同一の平行平板 2 に配列されたテーパ状導体板 4 の y 方向の間隔 L_4 が $0.155\lambda_L$ である。 x 方向は、アンテナ装置 1 の電界方向に相当し、 y 方向は、アンテナ装置 1 の磁界方向に相当する。

[0022] 図 6 は、アレー素子パターンの全素子平均値を示すグラフである。図 6 に示すアレー素子パターンの全素子平均値は、アンテナ装置 1 とアンテナ装置 (1) の $z-x$ 面におけるアレー素子パターンの全素子平均値である。アレー素子パターンの全素子平均値は、アレーアンテナが備える複数の素子アンテナを 1 つずつ給電したと仮定して算出される。図 6 のグラフにおける横軸はテーパ状導体板 4 が z 軸から x 軸になす角度を示しており、縦軸はアンテナ装置 (1) のアレー素子パターンのボアサイト方向 (z 方向) のレベルで規格化された利得を示している。

[0023] 破線の曲線 (A) は、アンテナ装置 (1) についての $z-x$ 面のアレー素子パターンの全素子平均値である。実線の曲線 (B) は、 L_1 が $(3/4)\lambda_L (=0.75\lambda_L)$ であるアンテナ装置 1 についての $z-x$ 面のアレー素子パターンの全素子平均値を示している。両者を比較すると、アンテナ装置 (1) よりもアンテナ装置 1 の方が、 $z-x$ 面におけるアレー素子パターンのビーム幅が広い。これにより、アンテナ装置 1 では、アレーアンテナとしてビーム走査する場合に、ビーム走査における利得の低下を小さくすることが可能である。

[0024] 次に、実施の形態 1 に係るアンテナ装置の変形例について説明する。

図 7 は、アンテナ装置 1 の変形例であるアンテナ装置 1 A の構成を示す斜視図である。図 7 において、平行平板 2 に設けられたテーパ状導体板 4 が見えるように、最上段の導体平板 2 a を透明に記載している。また、図 1 と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略する。

[0025] 図 7 に示すように、アンテナ装置 1 A において、複数の平行平板 2 が x 方向に沿って配列され、平行平板 2 である一対の導体平板 2 a, 2 a の間には

、複数の誘電体基板 8 が y 方向に沿って配列されている。複数の誘電体基板 8 は、導体平板 2 a, 2 a の間で、かつ導体短絡板 3 の法線方向と導体平板 2 a の法線方向とに平行な平面に沿って設けられる。

[0026] また、一つの誘電体基板 8 には、導体幅の減少する方向が逆である一对のテーパ状導体板 4 a, 4 a が形成されている。例えば、誘電体基板 8 には、図 7 に示す + x 方向に導体幅が減少するテーパ状導体板 4 a と、- x 方向に導体幅が減少するテーパ状導体板 4 a とが形成されている。なお、アンテナ装置 1 A は、一对の導体平板 2 a, 2 a である平行平板 2、導体短絡板 3、および一对のテーパ状導体板 4 a, 4 a が形成された一枚の誘電体基板 8 を備えて構成された素子アンテナ単体であってもよい。

[0027] アンテナ装置 1 A においても、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向 (z 方向) に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L_1 は、z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 a の端部までの長さ L_2 よりも長い。 L_1 は、例えば、アンテナ装置 1 A の動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の 4 分の 3 の長さである。

[0028] この構成を有することにより、アンテナ装置 1 A において、テーパ状導体板 4 a の端部で反射される電波の一部は、同軸線路 5 に戻らず平行平板 2 に漏れ出すため、良好な反射特性を維持することができる。さらに、アンテナ装置 1 A は、アンテナ装置 1 と同様に、溝の深さが L_1 であるコルゲート構造とみなせるので、z-x 面におけるアレー素子パターンのビーム幅が拡大される。

[0029] また、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向 (z 方向) に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L_1 は、アンテナ装置 1 または 1 A の動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長 λ_L の 4 分の 3 の長さに限られず、自由空間波長 λ_L の 4 分の 1 の奇数倍の長さであればよい。例えば、 L_1 が $(1/4)\lambda_L$ または $(5/4)\lambda_L$ であっても、溝の底部で短絡され溝の開口部で電界に対して開放されたコルゲート構造とみなせるので、上記と同様の効果が得られる。

[0030] さらに、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向（ z 方向）に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L_1 は、アンテナ装置 1 または 1 A の動作周波数帯域の特定の周波数における自由空間波長の 4 分の 1 の奇数倍の長さであってもよい。なお、特定の周波数とは、動作周波数帯域の下限周波数以外の周波数において L_1 が自由空間波長の 4 分の 1 の奇数倍の長さとなる周波数である。このように構成されたアンテナ装置 1 または 1 A では、アレー素子パターンのビーム幅が広がるので、ビーム走査するときの利得の低下を小さくすることができる。

[0031] z 方向に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L_1 は、アンテナ装置 1 または 1 A の動作周波数帯域の各々の周波数における、覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さである。例えば、 L_1 が、アンテナ装置 1 または 1 A の動作周波数帯域の特定の周波数における自由空間波長の 4 分の 1 の奇数倍の長さであると、アンテナ装置 1 または 1 A の動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値は最も大きくなる。

[0032] 以上のように、実施の形態 1 に係るアンテナ装置 1 または 1 A において、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L_1 が、面 3 a の法線方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 または 4 a の端部までの長さ L_2 よりも長い。このような構成を有することで、アンテナ装置 1 は、平行平板 2 を跨いだ素子アンテナ 1 a 同士の電波の漏洩を抑圧することができる。

[0033] 実施の形態 1 に係るアンテナ装置 1 において、平行平板 2 の長さ L_1 は、動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長 λ_L の 4 分の 3 の長さである。このように構成することにより、アレー素子パターンのビーム幅が広がるので、ビーム走査するときの利得の低下を小さくすることができる。

[0034] 実施の形態 2.

実施の形態 2 では、実施の形態 1 と同様の効果が得られ、かつ、アレーアンテナとした場合に素子アンテナの高さを低くすることができるアンテナ装置について説明する。

図8は、実施の形態2に係るアンテナ装置1Bの構成を示す斜視図である。図8において、平行平板2に設けられたテーパ状導体板4が見えるように、最上段の導体平板2aと誘電体9を透明に記載している。図1と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略する。アンテナ装置1Bにおいて、互いに平行に配置された一对の導体平板2a、2aの間には、テーパ状導体板4が完全に埋まるまで全体的に誘電体9が充填されている。

[0035] アンテナ装置1Bにおいて、導体短絡板3の面3aの法線方向（z方向）に沿った面3aから平行平板2の端部までの長さL1は、z方向に沿った面3aからテーパ状導体板4aの端部までの長さL2よりも長い。L1は、アンテナ装置1Bの動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さであり、例えば、L1は、アンテナ装置1Bの動作周波数帯域の下限周波数における、誘電体9内の電波の伝搬波長の4分の1の奇数倍の長さである。

[0036] 導体平板2a、2aの間を伝搬する電波は、導体平板2a、2aの間に充填された誘電体9によって波長が短縮される。一方、平行平板2の長さL1を、誘電体9における電波の波長の短縮分（ $1/\sqrt{\epsilon_r}$ ）だけ短くしても、実施の形態1と同様に、ビーム幅は拡大する。なお、 ϵ_r は、誘電体9の比誘電率である。そこで、アンテナ装置1Bにおいて、L1がL2よりも長いという条件を維持しつつ、誘電体9によって電波の波長が短縮された分だけL1を短くすることで、アレーアンテナを構成する素子アンテナの高さを低くすることができる。

[0037] 次に、実施の形態2に係るアンテナ装置の変形例について説明する。

図9は、アンテナ装置1Bの変形例である、アンテナ装置1B'の構成を示す斜視図である。図9において、平行平板2に設けられたテーパ状導体板4が見えるように、最上段の導体平板2aおよび誘電体9を透明に記載している。また、図8と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。アンテナ装置1B'において、互いに平行に配置された一对の導体平板2a、2aの間には、テーパ状導体板4の一部が露出する程度に部分的に誘電

体 9 が充填されている。

[0038] アンテナ装置 1 B' においても、 z 方向に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L_1 は、 z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 a の端部までの長さ L_2 よりも長い。 L_1 は、アンテナ装置 1 B' の動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さであり、例えば、アンテナ装置 1 B' の動作周波数帯域の下限周波数における、誘電体 9 内の電波の伝搬波長の 4 分の 1 の奇数倍の長さである。

[0039] アンテナ装置 1 B' は、アンテナ装置 1 B に比べて誘電体 9 の充填量が少ないが、一对の導体平板 2 a, 2 a の間を伝搬する電波は、誘電体 9 によって波長が短縮される。このため、誘電体 9 によって電波の波長が短縮された分だけ L_1 を短くしても、実施の形態 1 と同様にビーム幅が拡大する。そこで、アンテナ装置 1 B' においても、 L_1 が L_2 よりも長いという条件を維持しつつ、誘電体 9 によって電波の波長が短縮された分だけ L_1 を短くすることで、アレーアンテナを構成する素子アンテナの高さを低くすることが可能である。

[0040] 実施の形態 3.

実施の形態 3 は、実施の形態 1 と同様の効果が得られ、かつ、レドームに収納することができるアンテナ装置について説明する。

図 10 は、実施の形態 3 に係るアンテナ装置 1 C の構成を示す図であって、 $-x$ 方向に見たアンテナ装置 1 C を示している。図 10 において、平行平板 2 に設けられたテーパ状導体板 4 が見えるように、平行平板 2 である導体平板 2 a, 2 a のうち、 $+x$ 方向に配置された導体平板 2 a の記載を省略している。

[0041] アンテナ装置 1 C が備える導体平板 2 a における導体短絡板 3 の面 3 a とは反対側の端辺 2 a - 2 は、図 10 に示すように、曲線状の辺である。面 3 a の法線方向 (z 方向) に沿った面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さは、 y 方向の側端部が長さ L_1' で最も短く、 y 方向の中央部に向かうにつれて徐々に長くなり、 y 方向の中央部が長さ L_1 で最も長い。ただし、導体

平板 2 a の側端部の長さ L_1' は、 z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 の端部までの長さ L_2 よりも長い。なお、 y 方向は、アンテナ装置 1 C の磁界方向に相当する。

[0042] L_1 は、アンテナ装置 1 の動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の 4 分の 3 の長さである。面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さが L_1 である素子アンテナでは、アレー素子パターンのビーム幅が拡大する。このため、アンテナ装置 1 C では、面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さが L_1 である y 方向の中央部の素子アンテナにおいて、アレー素子パターンのビーム幅が拡大する。導体平板 2 a の端辺 2 a - 2 が曲線状の辺であるので、アンテナ装置 1 C を曲面状のレドームに収納することができる。

[0043] また、曲線状の端辺 2 a - 2 は、 z 方向に沿った面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さが、動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さとなる曲率を有する。この端辺 2 a - 2 を有することで、アンテナ装置 1 C は、動作周波数帯域の全周波数に亘って覆域内の利得の最小値が高いアンテナとなる。

[0044] 次に、実施の形態 3 に係るアンテナ装置の変形例について説明する。

図 1 1 はアンテナ装置 1 C の変形例であるアンテナ装置 1 C' の構成を示す図であり、 $-x$ 方向に見たアンテナ装置 1 C' を示している。図 1 1 において、平行平板 2 に設けられたテーパ状導体板 4 が見えるように、平行平板 2 である一对の導体平板 2 a、2 a のうち、 $+x$ 方向に配置された導体平板 2 a の記載を省略している。

[0045] アンテナ装置 1 C' が備える導体平板 2 a における導体短絡板 3 の面 3 a とは反対側の端辺 2 a - 2 は、図 1 1 に示すように、凹凸状の辺である。面 3 a の法線方向 (z 方向) に沿った面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さは、 y 方向の側端部が長さ L_1' であり、 y 方向の中央部が長さ L_1 である。ただし、導体平板 2 a の側端部の長さ L_1' は、 z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 の端部までの長さ L_2 よりも長い。アンテナ装置 1 C' では、面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さが L_1 である y 方向の中

央部の素子アンテナにおいて、アレー素子パターンのビーム幅が拡大する。

[0046] また、凹凸状の端辺 2 a - 2 は、z 方向に沿った面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さが、動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さとなる凹凸量を有する。この端辺 2 a - 2 を有することで、アンテナ装置 1 C' は、動作周波数帯域の全周波数に亘って覆域内の利得の最小値が高いアンテナとなる。

[0047] 図 1 2 はアンテナ装置 1 C の変形例であるアンテナ装置 1 C'' の構成を示す図であり、+ y 方向に見たアンテナ装置 1 C'' を示している。アンテナ装置 1 C'' において、導体平板 2 a の法線方向 (x 方向) に沿って配列された複数の平行平板 2 のそれぞれの導体平板 2 a は、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向 (z 方向) に沿った面 3 a からの長さが複数の平行平板 2 の配列方向 (x 方向) に沿って徐々に変化している。x 方向は、アンテナ装置 1 C の電界方向に相当する。

[0048] 例えば、z 方向に沿った面 3 a から導体平板 2 a の端部までの長さは、x 方向に配列された複数の導体平板 2 a のうち、x 方向の端部にある導体平板 2 a の長さが L_1' で最も短く、x 方向の中央部に向かうにつれて導体平板 2 a の長さが徐々に長くなり、x 方向の中央部にある導体平板 2 a の長さが L_1 で最も長い。ただし、 L_1' は、z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 の端部までの長さ L_2 よりも長い。

[0049] アンテナ装置 1 C'' では、x 方向の中央部にある導体平板 2 a の長さが L_1 であることから、x 方向の中央部にある素子アンテナにおいてアレー素子パターンのビーム幅が拡大する。また、アンテナ装置 1 C'' では、x 方向に並んだ複数の導体平板 2 a の + z 方向の端部を結んだ線が、y 方向から見て曲線状の線になる。これにより、アンテナ装置 1 C'' は、x 方向に曲面状のレドームに収納することができる。

[0050] さらに、図 1 1 に示したように導体平板 2 a の端辺を y 方向に曲線状の辺とし、図 1 2 に示したように、x 方向に配列された複数の導体平板 2 a の長さを x 方向に沿って曲線状に変化させたアンテナ装置であれば、y 方向と x

方向に曲面状のレドームに収納することが可能である。

[0051] 実施の形態 4.

実施の形態 4 では、三角配列以外の素子アンテナの配列について説明する。

図 1 3 は、実施の形態 4 に係るアンテナ装置 1 D における素子アンテナ配列を示す正面図である。図 1 3 において、素子アンテナは、一对の導体平板 2 a, 2 a である平行平板 2、導体短絡板 3 および一枚のテーパ状導体板 4 を備えて構成される。アンテナ装置 1 D では、一对の導体平板 2 a, 2 a において複数のテーパ状導体板 4 が y 方向に沿って一次元に配列されている。

[0052] 図 1 4 は、実施の形態 4 の変形例であるアンテナ装置 1 E における素子アンテナ配列を示す正面図である。図 1 4 において、素子アンテナは、一对の導体平板 2 a, 2 a である平行平板 2、導体短絡板 3 および一枚のテーパ状導体板 4 を備えて構成される。アンテナ装置 1 E は、一枚のテーパ状導体板 4 を有する複数の平行平板 2 が、x 方向に沿って一次元に配列されている。

[0053] アンテナ装置 1 D およびアンテナ装置 1 E においても、導体短絡板 3 の面 3 a の法線方向（z 方向）に沿った面 3 a から平行平板 2 の端部までの長さ L 1 は、z 方向に沿った面 3 a からテーパ状導体板 4 a の端部までの長さ L 2 よりも長い。L 1 は、動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の 4 分の 3 の長さである。このように構成されたアンテナ装置 1 D およびアンテナ装置 1 E においても実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

[0054] また、アンテナ装置 1 D またはアンテナ装置 1 E の素子アンテナが、図 7 に示した一对のテーパ状導体板 4 a, 4 a を備える構成であっても、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。さらに、アンテナ装置 1 D またはアンテナ装置 1 E において、互いに平行に配置された一对の導体平板 2 a, 2 a の間に部分的または全体的に誘電体 9 を充填することで、実施の形態 2 と同様の効果が得られる。さらに、アンテナ装置 1 D が備える平行平板 2 をアンテナ磁界方向に沿って L 1 を変化させた構造、あるいは、アンテナ装置 1 E が備える平行平板 2 をアンテナ電界方向に L 1 を変化させた構造にすることによ

り、実施の形態3と同様の効果が得られる。

[0055] 図15は、実施の形態4の変形例であるアンテナ装置1Fにおける素子アンテナ配列を示す正面図である。図15に示すように、アンテナ装置1Fにおいて、素子アンテナは、一对の導体平板2a、2aである平行平板2、導体短絡板3および一枚のテーパ状導体板4を備えて構成され、複数の素子アンテナが四角配列されている。なお、四角配列では、導体短絡板3の法線方向から見て、複数の素子アンテナが、隣接した導体平板2a、2aと隣接したテーパ状導体板4、4がそれぞれ辺をなす四角形を形成するように二次元配列されている。

[0056] 図16は、実施の形態4の変形例であるアンテナ装置1Gにおける素子アンテナ配列を示す正面図である。図16に示すように、アンテナ装置1Gにおいて、素子アンテナが、一对の導体平板2a、2aである平行平板2、導体短絡板3および一枚のテーパ状導体板4を備えて構成され、複数の素子アンテナが非周期配列されている。

[0057] アンテナ装置1Fおよびアンテナ装置1Gにおいても、導体短絡板3の面3aの法線方向（z方向）に沿った面3aから平行平板2の端部までの長さL1は、z方向に沿った面3aからテーパ状導体板4aの端部までの長さL2よりも長い。L1は、例えば、動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の4分の3の長さである。この構成を有するアンテナ装置1Fおよびアンテナ装置1Gにおいても、実施の形態1と同様の効果が得られる。

[0058] また、アンテナ装置1Fまたはアンテナ装置1Gの素子アンテナが、図7に示したように一对のテーパ状導体板4a、4aを備える構成であっても、実施の形態1と同様の効果が得られる。さらに、アンテナ装置1Fまたはアンテナ装置1Gにおいて、互いに平行に配置された一对の導体平板2a、2aの間に部分的または全体的に誘電体9を充填することで、実施の形態2と同様の効果が得られる。さらに、アンテナ装置1Fが備える平行平板2を、アンテナ磁界方向にL1を変化させた構造、あるいはアンテナの電界方向にL1を変化させた構造にすることにより、実施の形態3と同様の効果が得ら

れる。

[0059] なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内において、実施の形態のそれぞれの自由な組み合わせまたは実施の形態のそれぞれの任意の構成要素の変形もしくは実施の形態のそれぞれにおいて任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0060] 本発明に係るアンテナ装置は、平行平板を跨いだ素子アンテナ同士の電波の漏洩を抑圧することができるので、アレーアンテナのビーム幅を広くすることができ、例えばレーダまたは移動体通信機器に利用可能である。

符号の説明

[0061] 1, 1 A, 1 B, 1 B', 1 C, 1 C', 1 C'', 1 D, 1 E, 1 F, 1 G
アンテナ装置、1 a 素子アンテナ、2 平行平板、2 a 導体平板、2 a
- 1, 4 - 1 端面、2 a - 2 端辺、3 導体短絡板、3 a 面、4, 4
a テーパー状導体板、5 同軸線路、6 内部導体、7 外部導体、8 誘
電体基板、9 誘電体。

請求の範囲

- [請求項1] 互いに平行に配置された一対の導体平板である平行平板と、
前記一対の前記導体平板の両方が電氣的に接続された第1の面を有し、前記第1の面にて前記平行平板を短絡する導体短絡板と、
前記一対の前記導体平板の間で、かつ、前記第1の面の法線方向と前記導体平板の法線方向とに平行な平面に沿って設けられ、前記導体平板の法線方向に沿って導体幅が減少する形状を有したテーパ状導体板とを備え、
前記第1の面の法線方向に沿った前記第1の面から前記平行平板の端部までの長さは、前記第1の面の法線方向に沿った前記第1の面から前記テーパ状導体板の端部までの長さよりも長いことを特徴とするアンテナ装置。
- [請求項2] 前記一対の前記導体平板の間に部分的または全体的に充填された誘電体を備えることを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記第1の面の法線方向に沿った前記第1の面から前記平行平板の端部までの長さは、動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さであること
を特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記第1の面の法線方向に沿った前記第1の面から前記平行平板の端部までの長さは、動作周波数帯域の特定の周波数における自由空間波長の4分の1の奇数倍の長さであること
を特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項5] 前記第1の面の法線方向に沿った前記第1の面から前記平行平板の端部までの長さは、動作周波数帯域の下限周波数における自由空間波長の4分の1の奇数倍の長さであること
を特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。
- [請求項6] 前記第1の面の法線方向に沿った前記第1の面から前記平行平板の

端部までの長さは、動作周波数帯域の下限周波数における前記誘電体内の電波の伝搬波長の4分の1の奇数倍の長さであること

を特徴とする請求項2記載のアンテナ装置。

[請求項7] 前記導体平板における前記第1の面とは反対側の端辺は、曲線状の辺であること

を特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

[請求項8] 前記曲線状の辺は、前記第1の面の法線方向に沿った前記平行平板の前記第1の面からの長さが、動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さとなる曲率を有すること

を特徴とする請求項7記載のアンテナ装置。

[請求項9] 前記導体平板における前記第1の面とは反対側の端辺は、凹凸状の辺であること

を特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

[請求項10] 前記凹凸状の辺は、前記第1の面の法線方向に沿った前記平行平板の前記第1の面からの長さが、動作周波数帯域の各々の周波数における覆域内の利得の最小値が最も大きくなる長さとなる凹凸量を有すること

を特徴とする請求項9記載のアンテナ装置。

[請求項11] 複数の前記平行平板が前記導体平板の法線方向に沿って配列されている場合、前記第1の面の法線方向に沿った前記第1の面から前記導体平板の端部までの長さは、複数の前記平行平板の配列方向に沿った端部から中央部に向けて徐々に長くなっていること

を特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

[請求項12] 素子アンテナは、前記一対の前記導体平板である前記平行平板、前記導体短絡板および一枚の前記テーパ状導体板を備えて構成され、

複数の前記素子アンテナは、アンテナ電界方向またはアンテナ磁界方向に沿って配列されていること

を特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

[請求項13] 素子アンテナは、前記一对の前記導体平板である前記平行平板、前記導体短絡板および一枚の前記テーパ状導体板を備えて構成され、

複数の前記素子アンテナは、二次元配列されていること

を特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

[請求項14] 複数の前記素子アンテナは、四角配列されていること

を特徴とする請求項 1 3 記載のアンテナ装置。

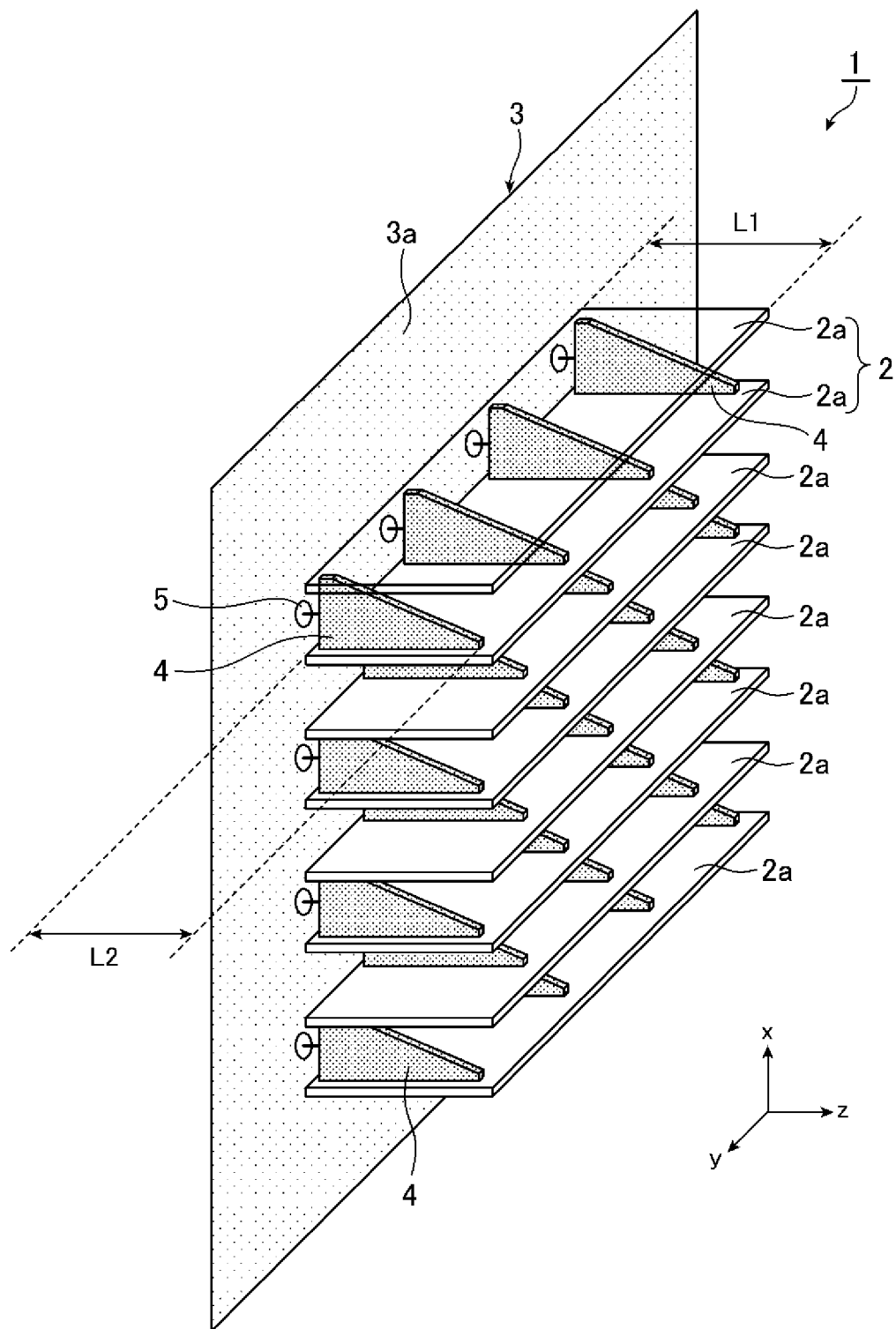
[請求項15] 複数の前記素子アンテナは、三角配列されていること

を特徴とする請求項 1 3 記載のアンテナ装置。

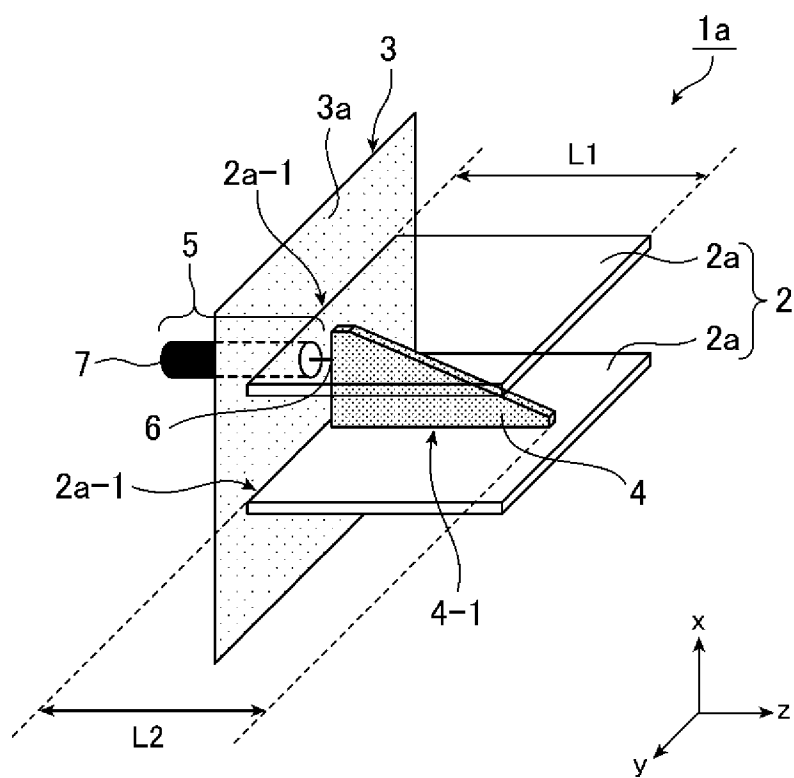
[請求項16] 複数の前記素子アンテナは、非周期配列されていること

を特徴とする請求項 1 3 記載のアンテナ装置。

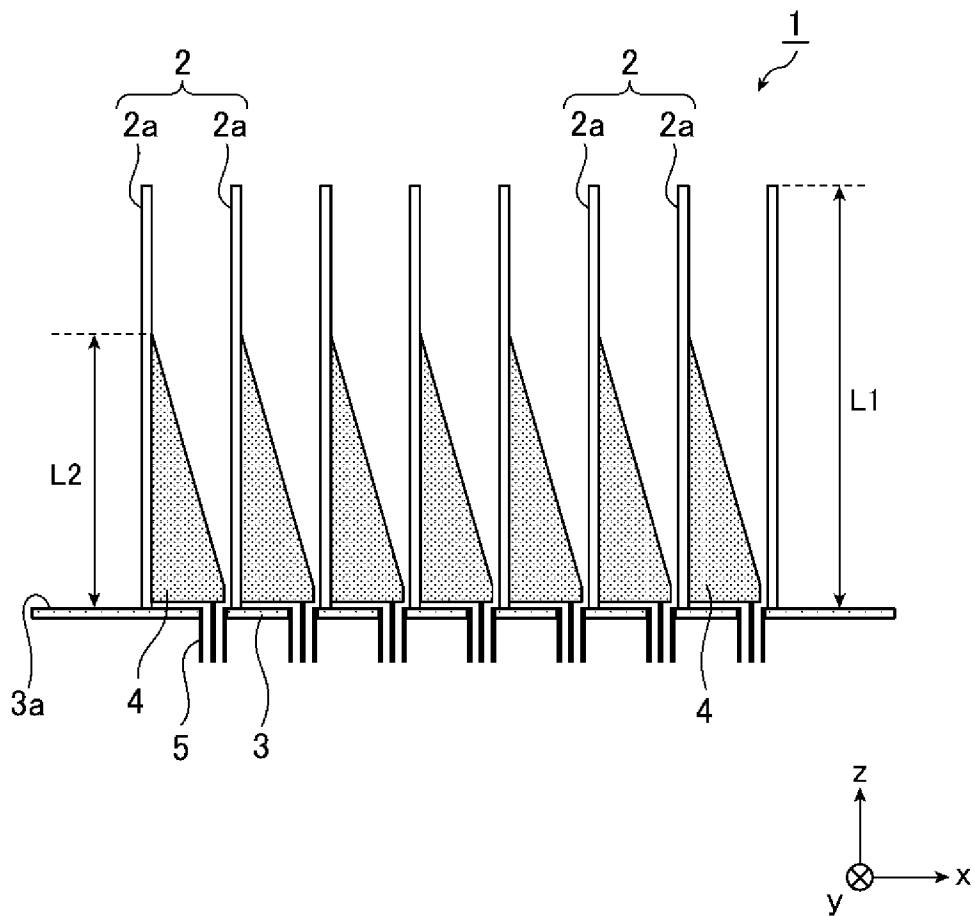
[図1]



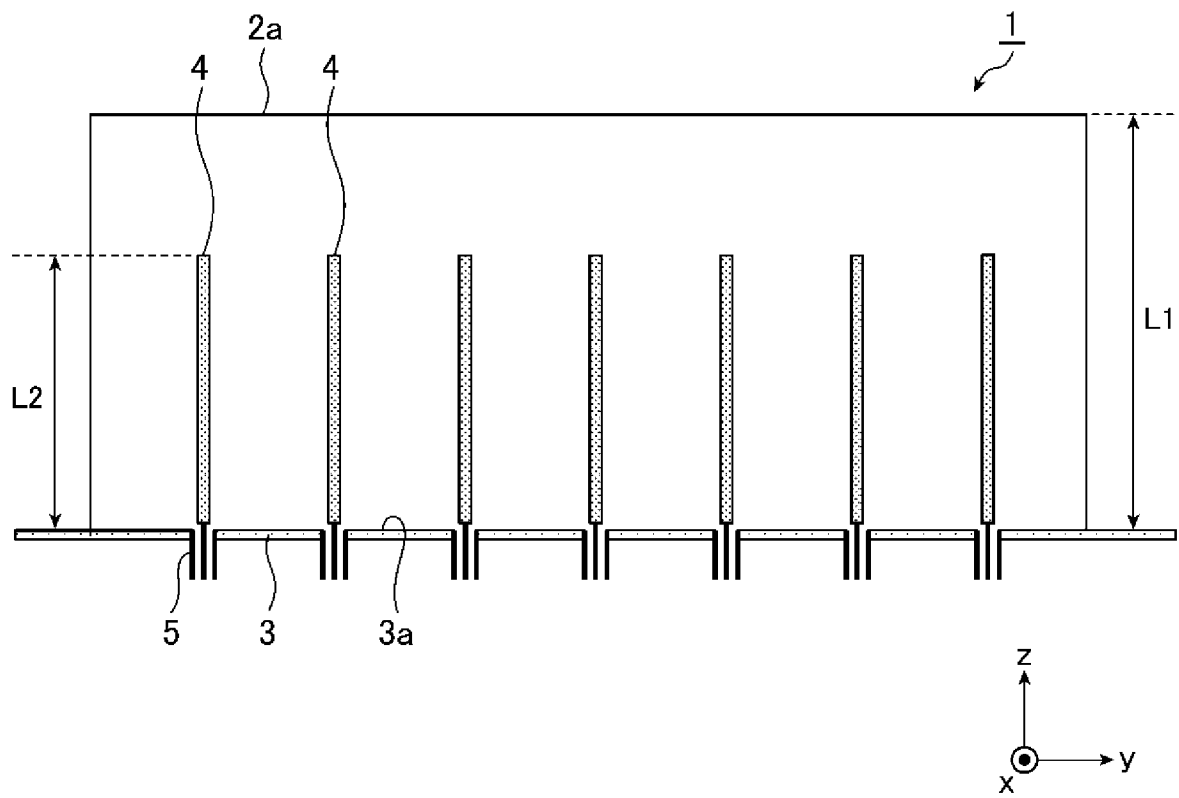
[図2]



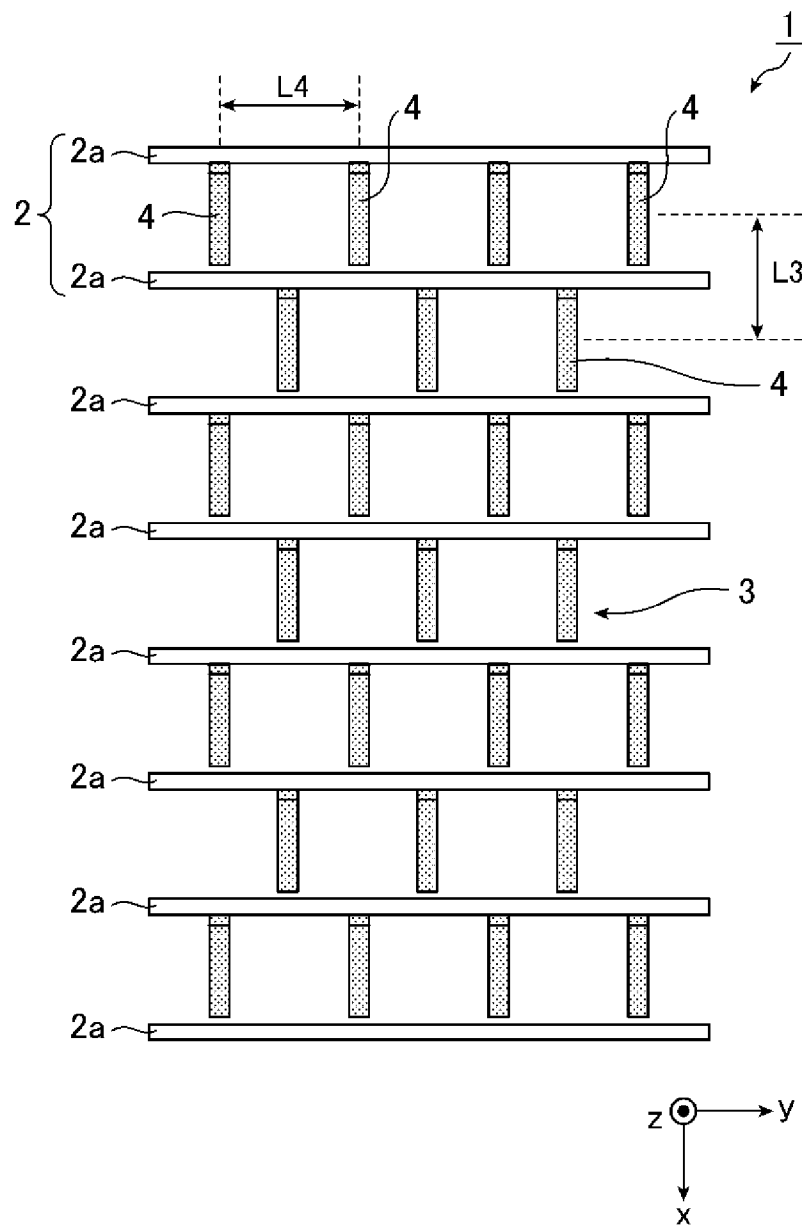
[図3]



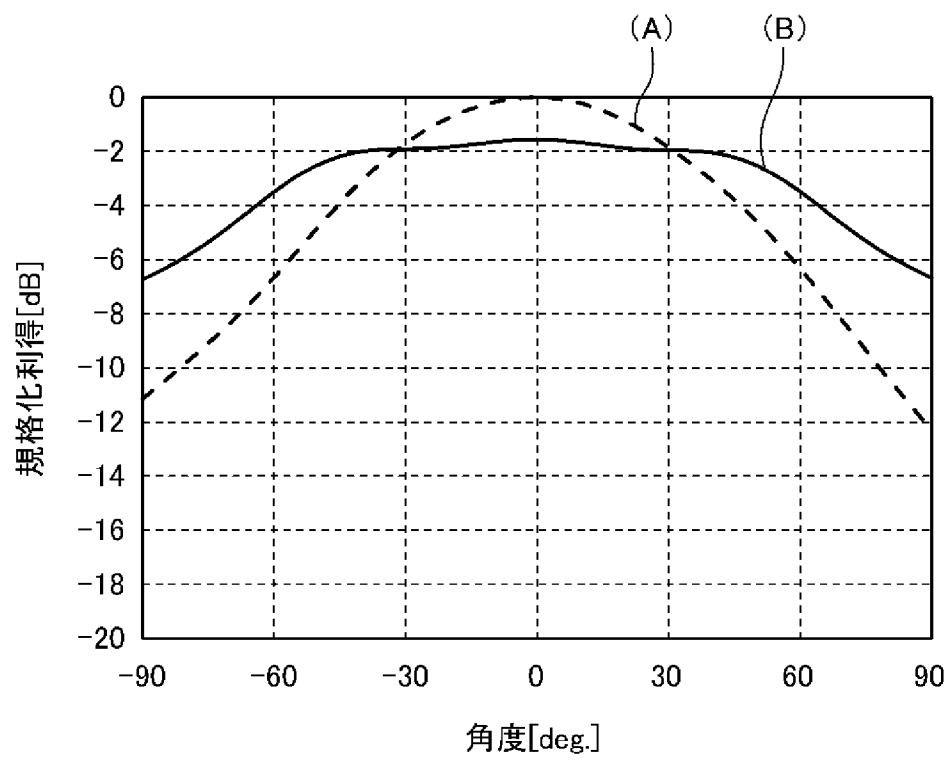
[図4]



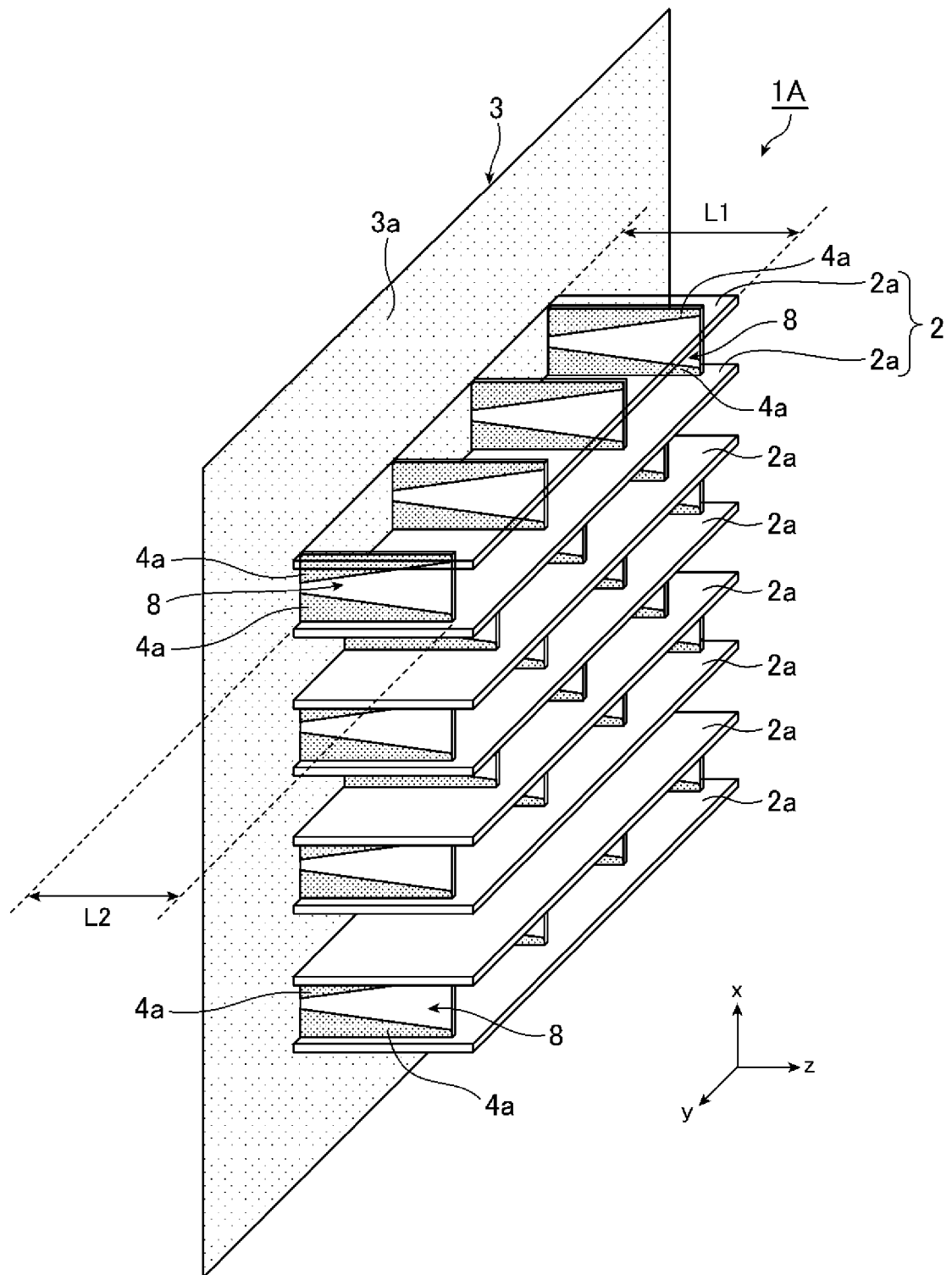
[図5]



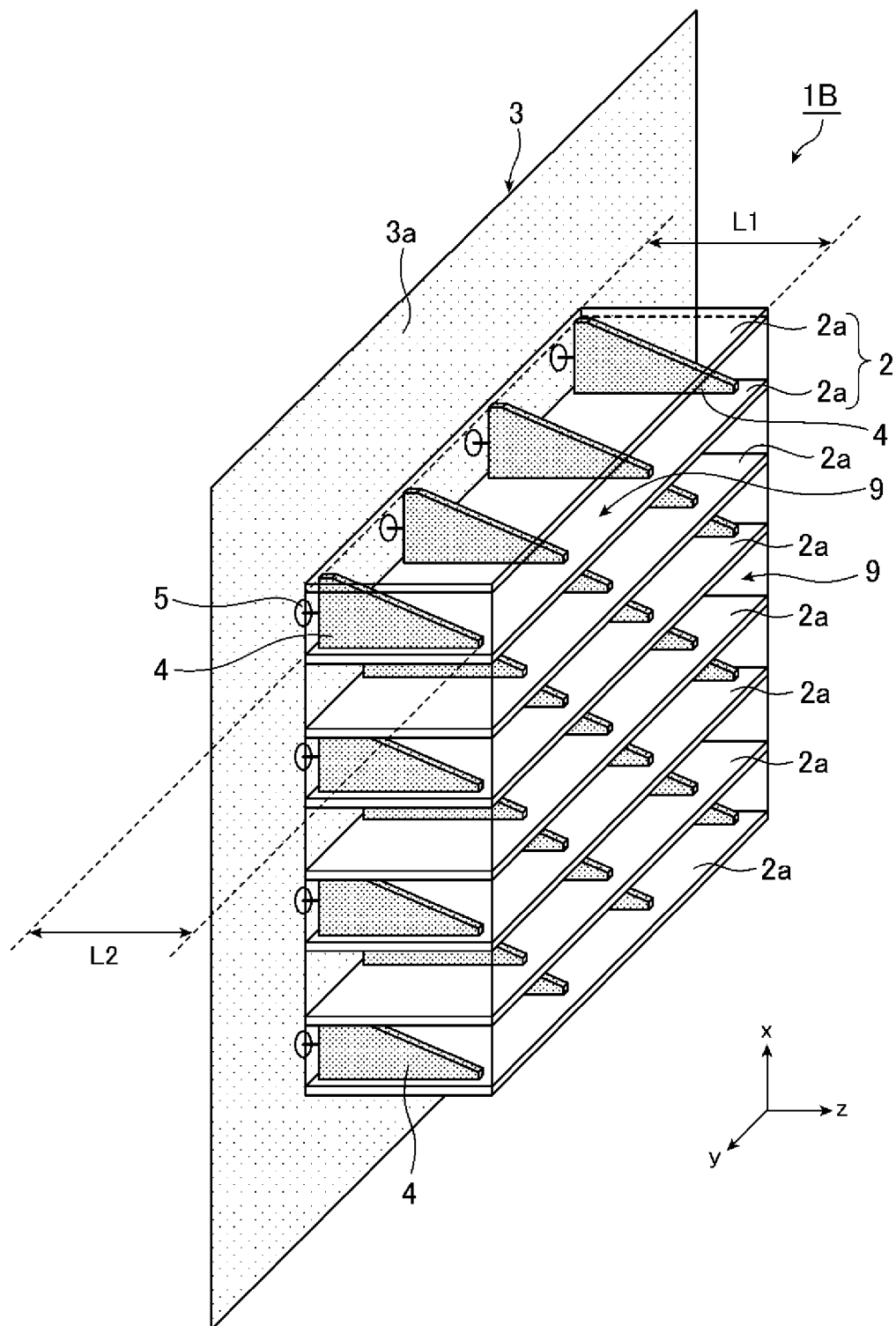
[図6]



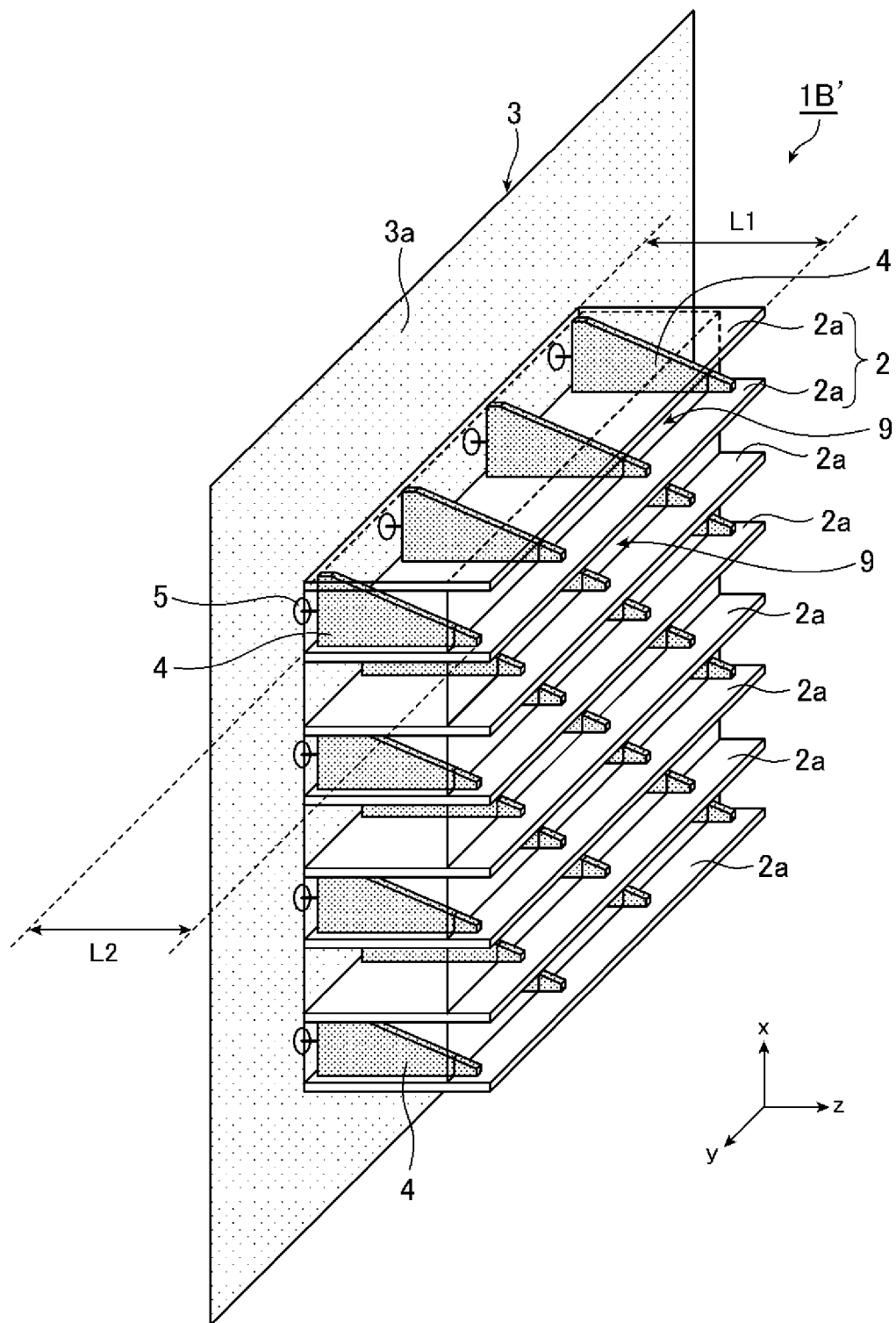
[図7]



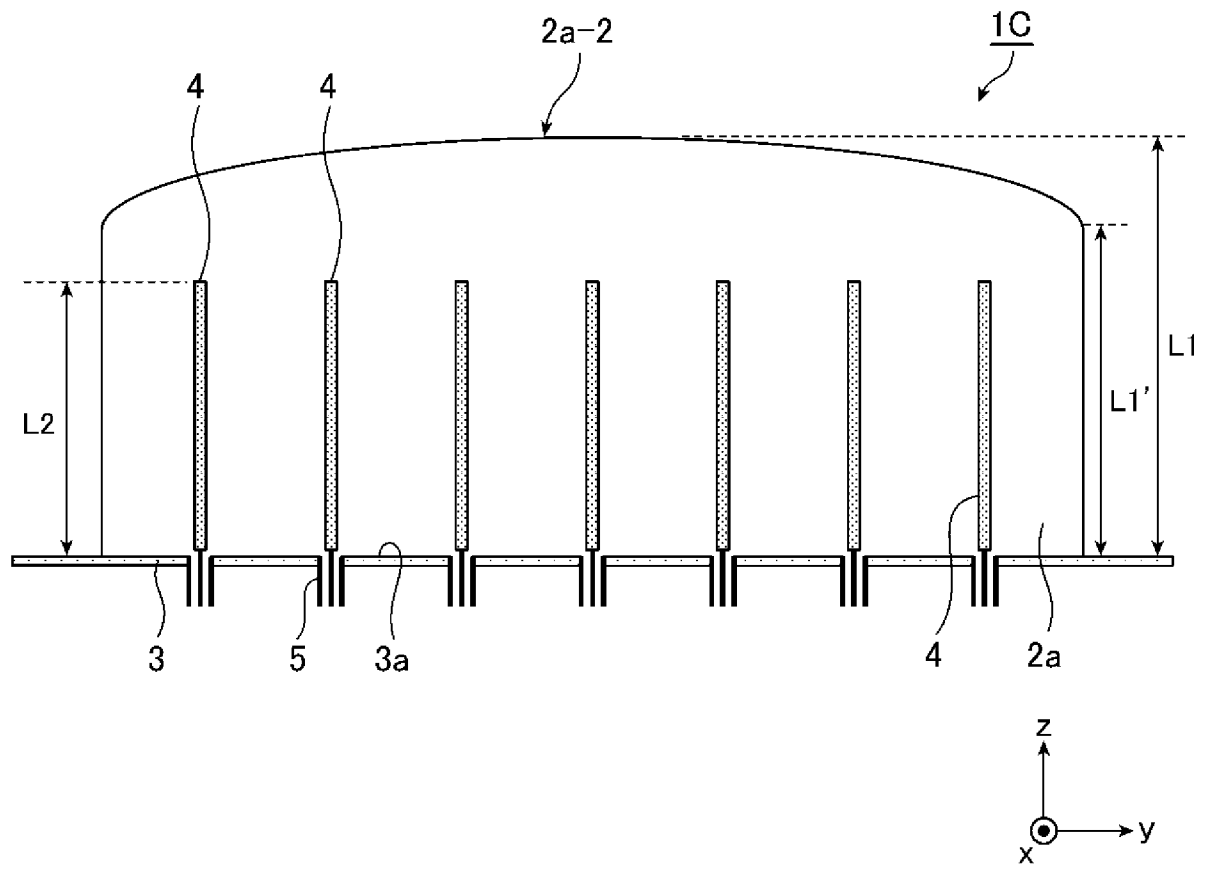
[図8]



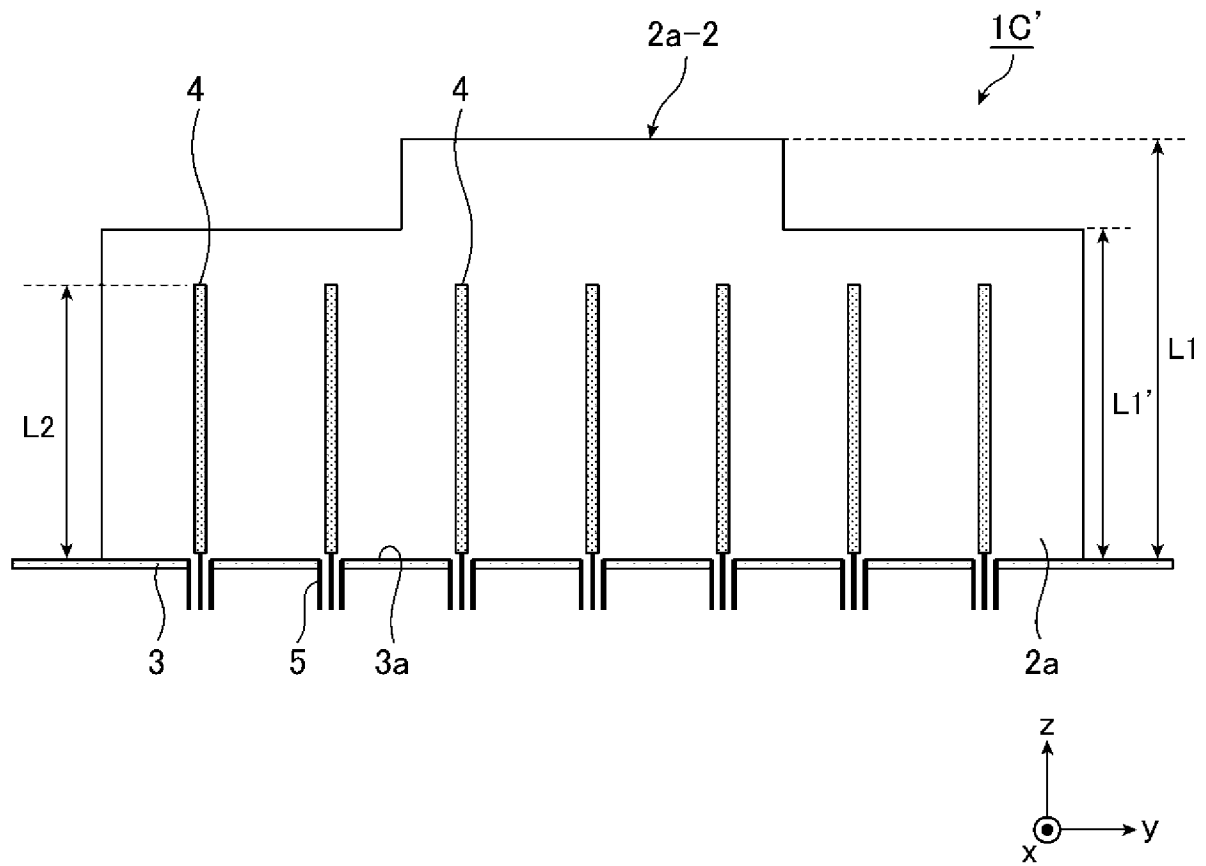
[図9]



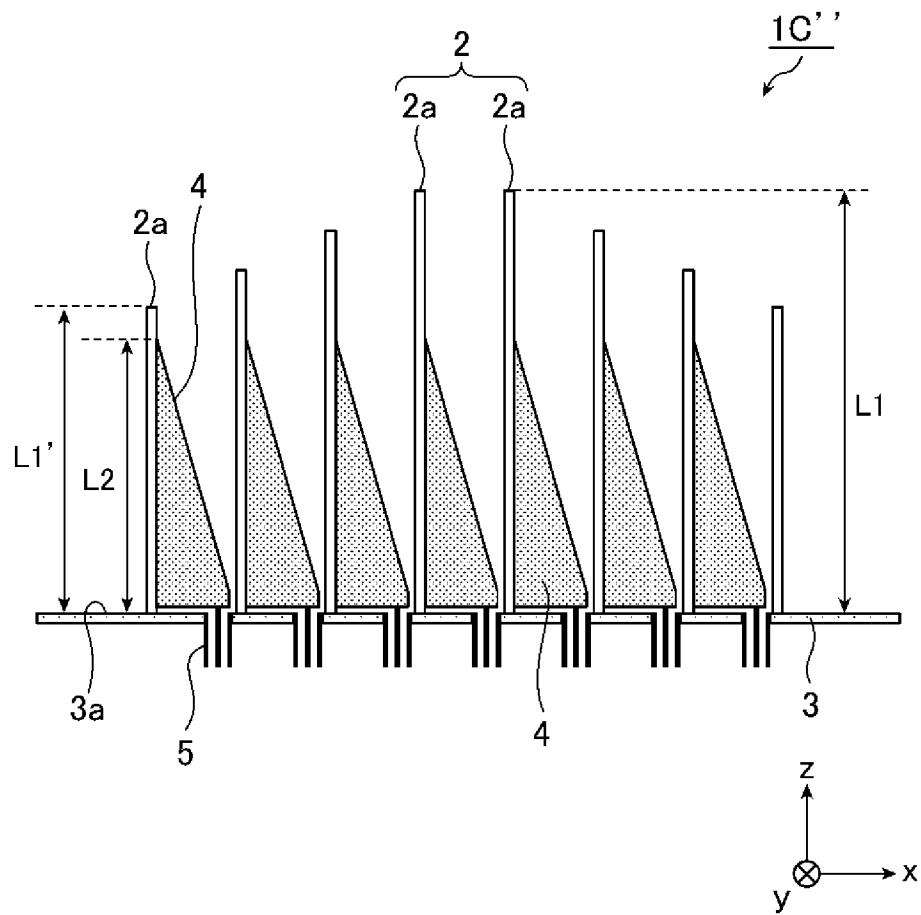
[図10]



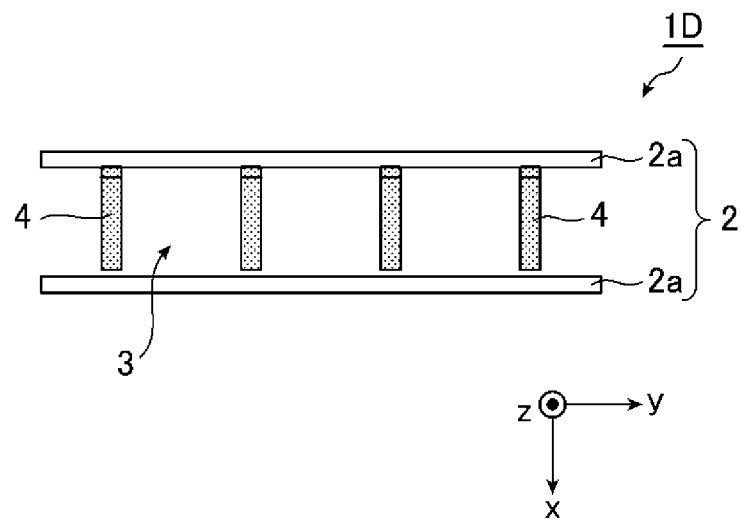
[図11]



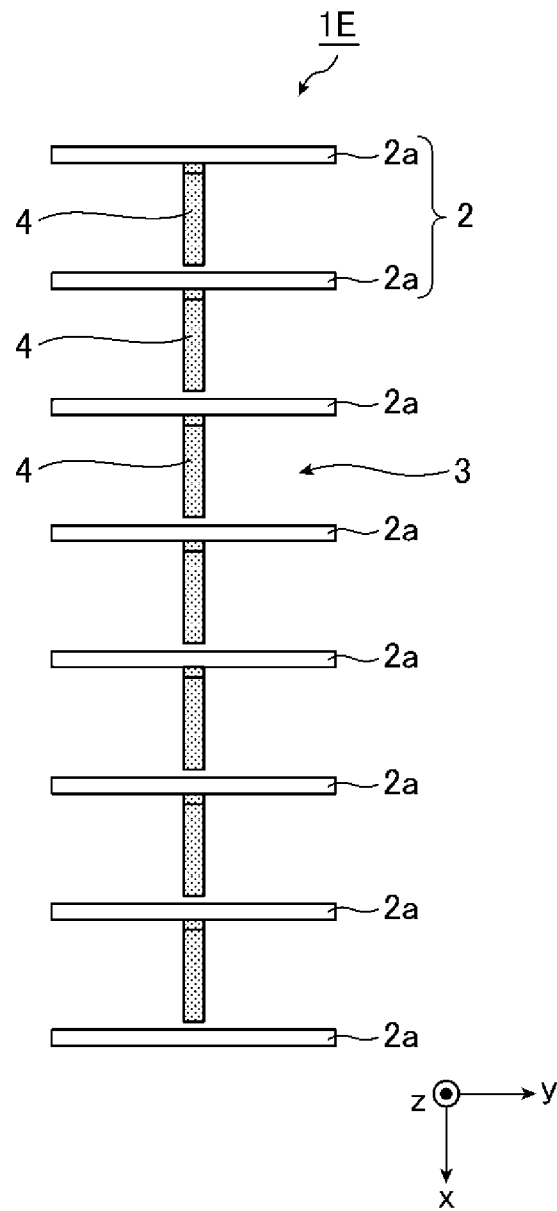
[図12]



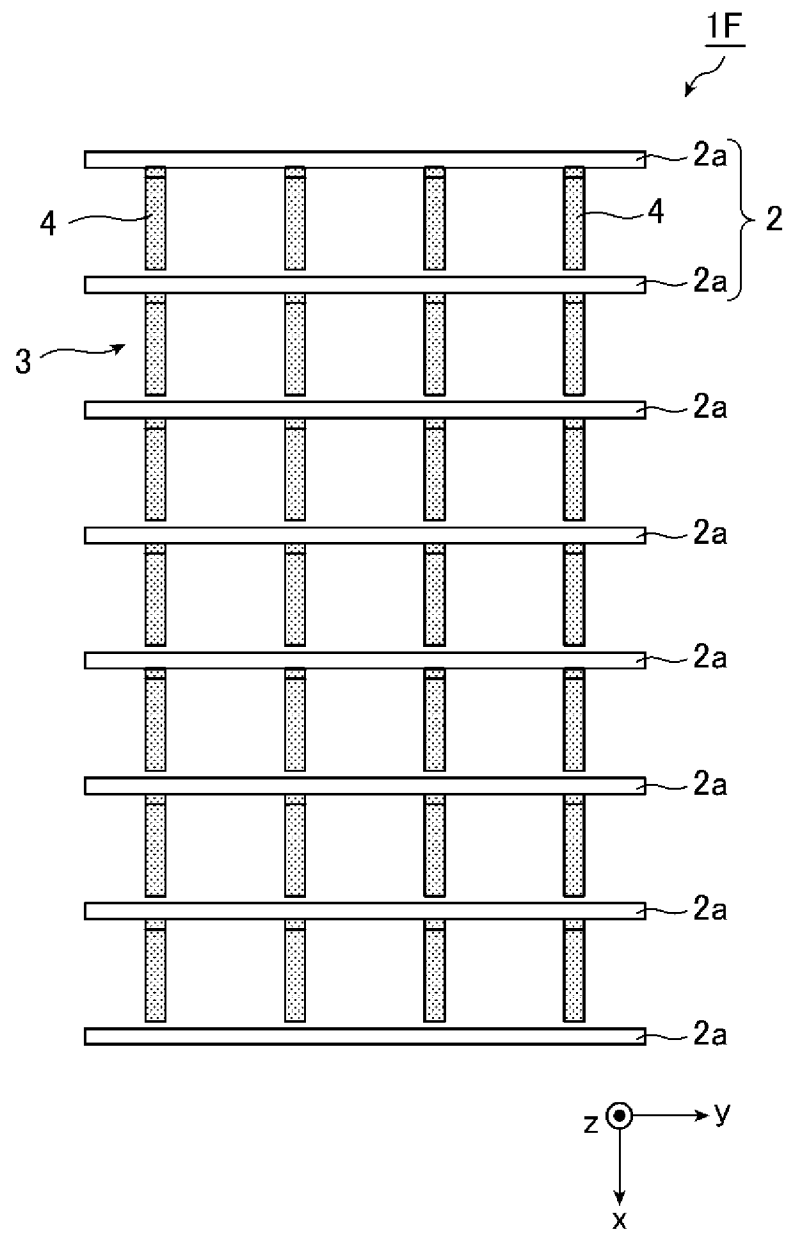
[図13]



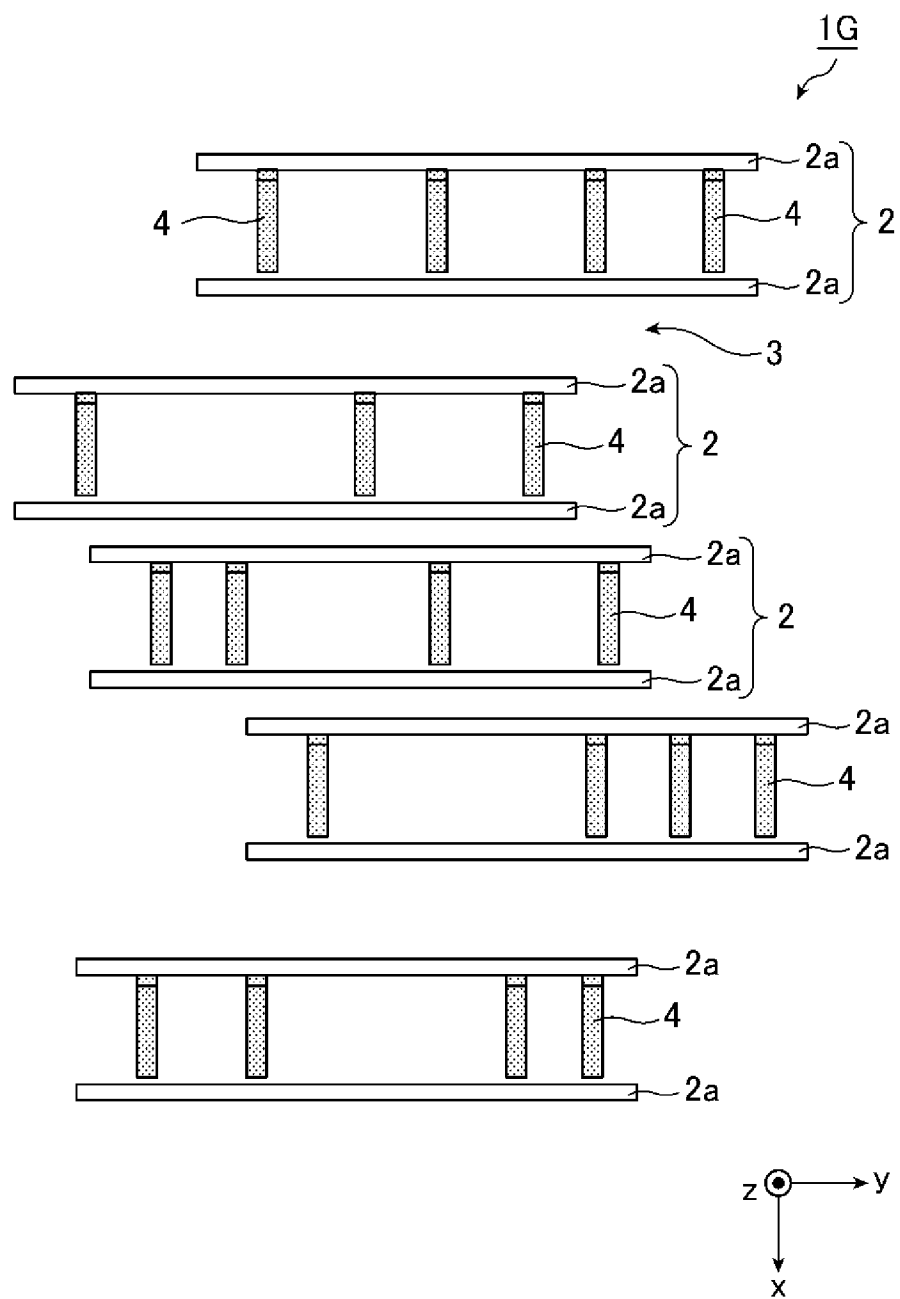
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01Q13/10 (2006.01) i, H01Q21/06 (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)

Int. Cl. H01Q13/10, H01Q21/06

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	JP 2003-152433 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 23 May 2003, paragraphs [0019]-[0036], fig. 1-4, paragraphs [0059]-[0082], fig. 8-12 (Family: none)	1, 2, 12-16 3-11
A	JP 2010-251960 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 November 2010 (Family: none)	1-16

☐ 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
27.09.2018

Date of mailing of the international search report
09.10.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01Q13/10(2006.01)i, H01Q21/06(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. H01Q13/10, H01Q21/06

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	JP 2003-152433 A（三菱電機株式会社）2003.05.23, 段落 [0019]-[0036], 図 1-4 および段落[0059]-[0082], 図 8-12（ファミリーなし）	1, 2, 12-16 3-11
A	JP 2010-251960 A（三菱電機株式会社）2010.11.04, （ファミリーなし）	1-16

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 | 「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

27.09.2018

国際調査報告の発送日

09.10.2018

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）

岸田 伸太郎

5 K

9183

電話番号 03-3581-1101 内線 3556