

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年8月25日(25.08.2022)



(10) 国際公開番号

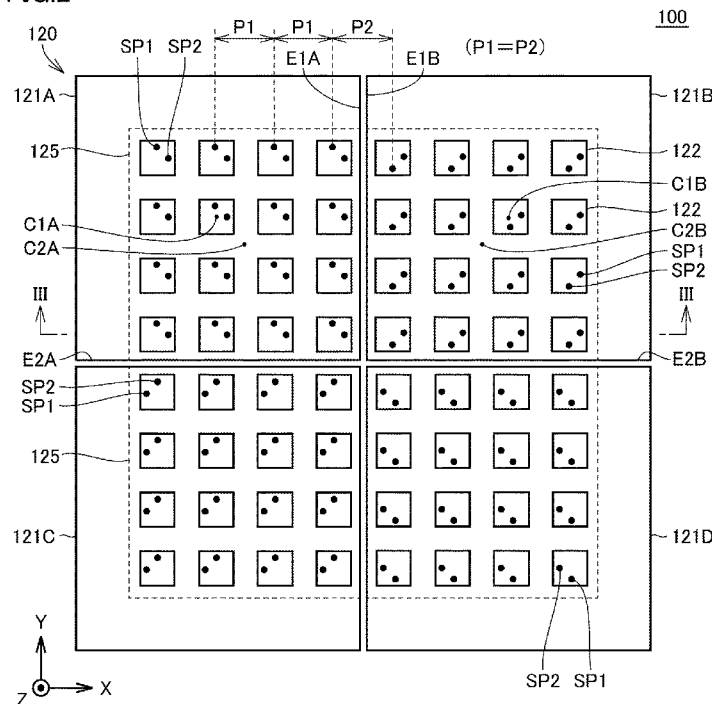
WO 2022/176646 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 21/06 (2006.01) H01Q 21/24 (2006.01)
H01Q 13/08 (2006.01) H01Q 23/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/004436
- (22) 国際出願日: 2022年2月4日(04.02.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-024511 2021年2月18日(18.02.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
- JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 小村 良(KOMURA, Ryo); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目 2 番 4 号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (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,

(54) Title: ANTENNA MODULE AND ARRAY ANTENNA

(54) 発明の名称: アンテナモジュールおよびアレイアンテナ

FIG.2



(57) Abstract: An antenna array (100) is formed by disposing, adjacent to each, other a plurality of antenna modules (121) including antenna modules (121A, 121B). Each of the plurality of antenna modules comprises: a dielectric substrate (130); a ground electrode (GND), and a sub array (125). The sub array is formed of a plurality of radiation elements (122) that oppose the ground electrode. In the sub array, the plurality of radiation elements are arranged in a matrix. The sub array is disposed along an edge (E1) of the dielectric substrate. The center (C2) of the sub array is disposed towards the

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

edge (E1) of the dielectric substrate from the center (C1) thereof. When the direction from the antenna module (121A) to the antenna module (121B) is a first direction, the edge (E1A) of the antenna module (121A) in the first direction faces the edge (E1B) of the antenna module (121B).

(57) 要約: アレイアンテナ (100) は、アンテナモジュール (121A, 121B) を含む複数のアンテナモジュール (121) を隣接配置して形成されている。複数のアンテナモジュールの各々は、誘電体基板 (130) と、接地電極 (GND) と、サブアレイ (125) とを備える。サブアレイは、接地電極に対向した複数の放射素子 (122) によって形成されている。サブアレイにおいて、複数の放射素子はマトリクス状に配列されている。サブアレイは、誘電体基板の端部 (E1) に沿って配置されている。サブアレイの中心 (C2) は、誘電体基板の中心 (C1) から端部 (E1) 側に偏っている。アンテナモジュール (121A) からアンテナモジュール (121B) に向かう方向を第1方向とすると、第1方向において、アンテナモジュール (121A) の端部 (E1A) はアンテナモジュール (121B) の端部 (E1B) に対向している。

明 細 書

発明の名称： アンテナモジュールおよびアレイアンテナ

技術分野

[0001] 本開示は、アンテナモジュールおよびアレイアンテナに関し、より特定のには、アレイアンテナにおけるアンテナ特性を向上させる技術に関する。

背景技術

[0002] 特開平 3－1 5 7 0 0 6 号公報（特許文献 1）には、4つの円偏波アンテナ素子を用いて形成された複数個のサブアレイを、誘電体基板に互いに 90° 回転させて配置したアレイアンテナが開示されている。特開平 3－1 5 7 0 0 6 号公報（特許文献 1）のアレイアンテナにおいては、各サブアレイ単位でペア構成としているため、軸比に及ぼす悪影響を阻止することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 3－1 5 7 0 0 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年では、携帯電話あるいはスマートフォンなどの携帯端末に代表される通信装置において、ミリ波あるいはマイクロ波のような高い周波数帯域の高周波信号を用いる技術の開発が進められている。

[0005] 一般的に、通信装置に用いられるアンテナモジュールは、使用する周波数帯域が高くなるにつれて、電波を放射する放射素子のサイズが小さくなる。また、複数の放射素子を用いるアレイアンテナの場合には、周波数帯域が高くなるにつれて放射素子間のピッチも小さくなり、誘電体基板上において放射素子が配列される領域が小さくなる。

[0006] アレイアンテナの場合、1枚の誘電体基板に全ての放射素子を配置すると、基板サイズが大きくなってしまい、製造時のハンドリングが困難になった

り、誘電体基板に発生する反りに起因した実装性の低下、あるいは、反り矯正による工程追加および製造コストの増加が生じたりするおそれがある。このような課題を解決するために、たとえば特開平3-157006号公報（特許文献1）のように、複数のサブアレイを組み合わせることによって1つのアレイアンテナを形成する場合がある。

[0007] 各サブアレイにおいては、搭載される放射素子は誘電体基板の中央付近に配置される場合が多い。しかしながら、より高い周波数帯域の電波を対象とする場合には、各サブアレイにおける放射素子の間隔（ピッチ）と、隣接するサブアレイ間における放射素子の間隔とが異なる状態となり得る。そうすると、アレイアンテナにおいて合成波の放射方向をビームフォーミングによって変更する際に、ピッチの不均一によってアンテナ特性が低下するおそれがある。

[0008] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、複数のサブアレイを隣接配置して形成されるアレイアンテナにおけるアンテナ特性を向上することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の第1の局面に係るアレイアンテナは、複数のアンテナモジュールを隣接配置して形成されている。複数のアンテナモジュールの各々は、誘電体基板と、誘電体基板に配置された第1接地電極と、サブアレイとを備える。誘電体基板は、互いに対向する第1面および第2面を含む。サブアレイは、第1接地電極に対向した複数の放射素子によって形成されている。サブアレイにおいて、複数の放射素子はマトリクス状に配列されている。サブアレイは、誘電体基板の第1端部に沿って配置されている。サブアレイの中心は、誘電体基板の中心から第1端部側に偏っている。複数のアンテナモジュールは、互いに隣接した第1アンテナモジュールおよび第2アンテナモジュールを含む。第1アンテナモジュールから第2アンテナモジュールに向かう方向を第1方向とすると、第1アンテナモジュールの第1端部は、第1方向において第2アンテナモジュールの第1端部と対向している。

[0010] 本開示の第2の局面に係るアンテナモジュールは、隣接配置することによってアレイアンテナを形成することが可能に構成されている。アンテナモジュールは、誘電体基板と、誘電体基板に配置された接地電極と、サブアレイとを備える。サブアレイは、接地電極に対向した複数の放射素子によって形成されている。複数の放射素子は、マトリクス状に配列されている。サブアレイは、誘電体基板の第1端部に沿って配置されている。サブアレイの中心は、誘電体基板の中心から第1端部側に偏っている。

[0011] 本開示の第2の局面に係るアレイアンテナは、第1誘電体基板と、第1誘電体基板に配置された接地電極と、第1誘電体基板上において隣接配置された複数のアンテナモジュールとを備える。複数のアンテナモジュールの各々は、第2誘電体基板と、上記接地電極に対向した複数の放射素子で形成されたサブアレイとを含む。サブアレイにおいて、複数の放射素子はマトリクス状に配列されている。サブアレイは、第2誘電体基板の第1端部に沿って配置されている。サブアレイの中心は、第2誘電体基板の中心から第1端部側に偏っている。複数のアンテナモジュールは、互いに隣接した第1アンテナモジュールおよび第2アンテナモジュールを含む。第1アンテナモジュールから第2アンテナモジュールに向かう方向を第1方向とすると、第1アンテナモジュールの第1端部は、第1方向において第2アンテナモジュールの第1端部と対向している。

発明の効果

[0012] 本開示に係るアレイアンテナにおいては、アレイアンテナを形成する複数のアンテナモジュールの各々について、複数の放射素子によって形成されたサブアレイが、誘電体基板の第1端部側に偏って配置されている。そして、隣接するアンテナモジュールは、当該第1端部同士が対向するように配置されている。このような構成によって、隣接するサブアレイ間の放射素子の間隔を狭めることができるので、アレイアンテナにおけるアンテナ特性を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態1に係るアレイアンテナが適用される通信装置のブロック図である。

[図2]図1におけるアレイアンテナの平面図である。

[図3]図2の線ⅠⅠⅠーⅠⅠⅠにおける断面図である。

[図4]比較例のアレイアンテナの平面図である。

[図5]放射素子が4×4に配列された場合のアレイアンテナの平面図である。

[図6]図5のアレイアンテナにおいて、接地電極の拡張幅と指向性への影響を説明するための図である。

[図7]図5のアレイアンテナにおいて、接地電極の拡張幅による各放射素子のビームパターンの変化を説明するための図である。

[図8]実施の形態2に係るアレイアンテナの平面図である。

[図9]実施の形態3に係るアレイアンテナの平面図である。

[図10]実施の形態4に係るアレイアンテナの平面図である。

[図11]変形例1のアレイアンテナの断面図である。

[図12]変形例2のアレイアンテナの断面図である。

[図13]変形例3のアレイアンテナの断面図である。

[図14]変形例4のアレイアンテナの断面図である。

[図15]変形例5のアレイアンテナの断面図である。

[図16]変形例6のアレイアンテナの第1例の断面図である。

[図17]変形例6のアレイアンテナの第2例の断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0015] [実施の形態1]

(通信装置の基本構成)

図1は、本実施の形態に係るアレイアンテナ100が適用される通信装置10のブロック図の一例である。通信装置10は、たとえば、携帯電話、ス

スマートフォンあるいはタブレットなどの携帯端末、通信機能を備えたパーソナルコンピュータ、または基地局などである。本実施の形態に係るアレイアンテナ100に用いられる電波の周波数帯域の一例は、たとえば28GHz、39GHzおよび60GHzなどを中心周波数とするミリ波帯の電波であるが、上記以外の周波数帯域の電波についても適用可能である。

[0016] 図1を参照して、通信装置10は、アレイアンテナ100と、ベースバンド信号処理回路を構成するBBIC200とを備える。アレイアンテナ100は、アンテナ装置120と、給電回路の一例であるRFIC110A~110Dとを備える。なお、以下の説明において、RFIC110A~110Dを包括的に「RFIC110」と称する場合がある。

[0017] 通信装置10は、BBIC200からアレイアンテナ100へ伝達された信号を、RFIC110で高周波信号にアップコンバートしてアンテナ装置120から放射するとともに、アンテナ装置120で受信した高周波信号をRFIC110でダウンコンバートしてBBIC200にて信号を処理する。

[0018] アンテナ装置120は、2×2の二次元配列された4つのアンテナモジュール121A~121Dを含む。各アンテナモジュールには、複数の放射素子122が二次元のマトリクス状に配列されている。各アンテナモジュールにおいて、複数の放射素子122によりサブアレイ125が形成される。サブアレイ125は、各アンテナモジュールにおける図中の破線の内部で示される、複数の放射素子122が一様に配置された領域である。図1の例においては、サブアレイ125は、4×4の合計16個の放射素子122が配置された領域である。言い換えれば、サブアレイ125は、複数の放射素子122が内接する矩形領域である。

[0019] 4つのアンテナモジュール121A~121Dが隣接配置されることによって、アンテナ装置120全体として8×8の合計64個の放射素子122を含むアレイアンテナが形成される。本実施の形態においては、放射素子122は、略正方形の平板状を有するパッチアンテナを例として説明するが、

放射素子 1 2 2 の形状は円形、楕円形、あるいは、六角形のような他の多角形であってもよい。

[0020] アレイアンテナの場合、1 枚の誘電体基板に全ての放射素子を配置すると、基板サイズが大きくなってしまい、製造時のハンドリングが困難になったり、誘電体基板に発生する反りに起因した実装性の低下、あるいは、反り矯正による工程追加および製造コストの増加が生じたりするおそれがある。本実施の形態のように、複数のアンテナモジュールを組み合わせることで 1 つのアレイアンテナを形成することによって、上記のようなハンドリングの困難性、および／または、製造時のそりの発生を抑制することができる。

[0021] R F I C 1 1 0 A ~ 1 1 0 D は、アンテナモジュール 1 2 1 A ~ 1 2 1 D にそれぞれ接続されている。R F I C 1 1 0 A ~ 1 1 0 D は、同じ回路構成を有している。なお、図 1 においては、説明を容易にするために、R F I C 1 1 0 A についてのみ回路構成の詳細が示されており、R F I C 1 1 0 B ~ 1 1 0 D の回路構成は省略されている。以下の説明においては、代表的に R F I C 1 1 0 A について説明する。

[0022] R F I C 1 1 0 A においては、4 つの信号経路を有する例が示されている。この例の場合、アンテナモジュール 1 2 1 A において、各出力信号が 4 つの放射素子 1 2 2 に分配される。なお、R F I C 1 1 0 A に含まれる信号経路は 4 つの場合に限られない。たとえば、R F I C 1 1 0 A が 1 つの信号経路のみを含む場合であってもよいし、対応するアンテナモジュールに含まれる放射素子 1 2 2 と同じ数の信号経路を含む場合であってもよい。

[0023] R F I C 1 1 0 A は、スイッチ 1 1 1 A ~ 1 1 1 D, 1 1 3 A ~ 1 1 3 D, 1 1 7 と、パワーアンプ 1 1 2 A T ~ 1 1 2 D T と、ローノイズアンプ 1 1 2 A R ~ 1 1 2 D R と、減衰器 1 1 4 A ~ 1 1 4 D と、移相器 1 1 5 A ~ 1 1 5 D と、信号合成／分波器 1 1 6 と、ミキサ 1 1 8 と、増幅回路 1 1 9 とを備える。

[0024] 高周波信号を送信する場合には、スイッチ 1 1 1 A ~ 1 1 1 D, 1 1 3 A ~ 1 1 3 D がパワーアンプ 1 1 2 A T ~ 1 1 2 D T 側へ切換えられるとともに

に、スイッチ 117 が増幅回路 119 の送信側アンプに接続される。高周波信号を受信する場合には、スイッチ 111A～111D、113A～113D がローノイズアンプ 112AR～112DR 側へ切換えられるとともに、スイッチ 117 が増幅回路 119 の受信側アンプに接続される。

[0025] BBIC200 から伝達された信号は、増幅回路 119 で増幅され、ミキサ 118 でアップコンバートされる。アップコンバートされた高周波信号である送信信号は、信号合成／分波器 116 で 4 分波され、4 つの信号経路を通過して、対応するアンテナモジュール 121A に含まれる放射素子 122 に給電される。このとき、各信号経路に配置された移相器 115A～115D の移相度が個別に調整されることにより、アンテナ装置 120 全体の指向性を調整することができる。また、減衰器 114A～114D は送信信号の強度を調整する。

[0026] アンテナモジュール 121A の放射素子 122 で受信された高周波信号である受信信号は、それぞれ、異なる 4 つの信号経路を経由し、信号合成／分波器 116 で合波される。合波された受信信号は、ミキサ 118 でダウンコンバートされ、増幅回路 119 で増幅されて BBIC200 へ伝達される。

[0027] なお、RFIC110A は、例えば、上記回路構成を含む 1 チップの集積回路部品として形成される。あるいは、RFIC110A における各放射素子 122 に対応する機器（スイッチ、パワーアンプ、ローノイズアンプ、減衰器、移相器）については、対応する放射素子 122 毎に 1 チップの集積回路部品として形成されてもよい。また、図 1 においては、RFIC110 がアンテナ装置 120 とは分離した構成として記載されているが、図 3 等で後述するように、RFIC110 は対応するアンテナモジュール 121 の誘電体基板に実装されて、一体としてアンテナ装置 120 を形成するものであってもよい。

[0028] （アレイアンテナの構成）

次に、図 2 および図 3 を用いて、図 1 のアレイアンテナ 100 の詳細について説明する。図 2 は、図 1 におけるアレイアンテナ 100 の平面図である

。図3は、図2の線ⅠⅠⅠーⅠⅠⅠにおける断面図であり、アンテナ装置120のうちのアンテナモジュール121A、121Bが示されている。

[0029] なお、以下の説明では、アンテナモジュール121A～121Dにおいて共通する要素については、包括的に同じ参照符号を用いて説明する場合がある。たとえば、誘電体基板130A、130Bを「誘電体基板130」と称し、給電配線140A、140Bを「給電配線140」と称する。また、接続端子150A、150Bを「接続端子150」と称し、はんだバンプ160A、160Bを「はんだバンプ160」と称する。

[0030] 図2および図3を参照して、アンテナ装置120の各アンテナモジュール121A～121Dは、放射素子122およびRFIC110に加えて、誘電体基板130と、給電配線140と、接地電極GNDとを含む。以降の説明において、各図における誘電体基板130の法線方向をZ軸とし、アンテナモジュール121Aからアンテナモジュール121Bに向かう方向をX軸とし、アンテナモジュール121Cからアンテナモジュール121Aに向かう方向をY軸とする。また、Z軸の正方向を上面側、負方向を下面側と称する場合がある。

[0031] 誘電体基板130は、たとえば、低温同時焼成セラミックス（LTCC：Low Temperature Co-fired Ceramics）多層基板、エポキシ、ポリイミドなどの樹脂から構成される樹脂層を複数積層して形成された多層樹脂基板、より低い誘電率を有する液晶ポリマー（Liquid Crystal Polymer：LCP）から構成される樹脂層を複数積層して形成された多層樹脂基板、フッ素系樹脂から構成される樹脂層を複数積層して形成された多層樹脂基板、PET（Polyethylene Terephthalate）材から構成される樹脂層を複数積層して形成された多層樹脂基板、あるいは、LTCC以外のセラミックス多層基板である。なお、誘電体基板130は必ずしも多層構造でなくてもよく、単層の基板であってもよい。

[0032] 誘電体基板130は、法線方向（Z軸方向）から平面視すると正方形の形状を有している。誘電体基板130の上面131側には、二次元配列された

複数の放射素子 1 2 2 で形成されるサブアレイ 1 2 5 が配置されている。放射素子 1 2 2 は、図 3 に示されるように、誘電体基板 1 3 0 の上面 1 3 1 に露出する態様で配置されてもよいし、誘電体基板 1 3 0 の内層の上面 1 3 1 付近に配置されていてもよい。誘電体基板 1 3 0 の下面 1 3 2 に近い位置において、誘電体基板 1 3 0 の全面にわたって接地電極 GND が配置される。接地電極 GND は、サブアレイ 1 2 5 の各放射素子 1 2 2 に対向している。

[0033] なお、誘電体基板 1 3 0 の上面 1 3 1 には、アンテナ特性への影響を防止するために、サブアレイ 1 2 5 以外の部品を配置しないことが好ましい。ただし、アンテナ特性への影響が許容される範囲内であれば、筐体に接続するための接続部材等を誘電体基板 1 3 0 の上面 1 3 1 に配置してもよい。

[0034] 誘電体基板 1 3 0 の下面 1 3 2 には、R F I C 1 1 0 のような電子部品を実装するための複数の接続端子 1 5 0 が配置されている。接続端子 1 5 0 は、誘電体基板 1 3 0 を平面視した場合に、サブアレイ 1 2 5 と重ならない範囲にも配置されている。当該接続端子 1 5 0 には、はんだバンプ 1 6 0 を介して R F I C 1 1 0 が接続されている。

[0035] 給電配線 1 4 0 は、R F I C 1 1 0 から接地電極 GND を貫通して、各放射素子 1 2 2 の給電点に接続される。放射素子 1 2 2 には、給電配線 1 4 0 によって R F I C 1 1 0 から高周波信号が伝達される。なお、図 3 においては、各放射素子 1 2 2 が、個別の給電配線 1 4 0 によって R F I C 1 1 0 と接続されている例が示されているが、給電配線 1 4 0 を途中で分岐させて複数の放射素子 1 2 2 に高周波信号を供給する態様であってもよい。

[0036] 実施の形態 1 のアレイアンテナ 1 0 0 においては、各放射素子 1 2 2 には、2 つの給電点 S P 1, S P 2 が形成されており、R F I C 1 1 0 からは、各給電点 S P 1, S P 2 に個別に高周波信号が供給される。給電点 S P 1, S P 2 の一方は放射素子 1 2 2 の中心から X 軸方向にオフセットしており、他方は放射素子 1 2 2 の中心から Y 軸方向にオフセットしている。これにより、各放射素子 1 2 2 からは、X 軸方向を偏波方向とする電波および Y 軸方向を偏波方向とする電波が放射される。すなわち、アレイアンテナ 1 0 0 は

、いわゆるデュアル偏波タイプのアレイアンテナである。

[0037] アンテナモジュール121Aの場合には、給電点SP1は放射素子122の中心からY軸の正方向にオフセットしており、給電点SP2は放射素子122の中心からX軸の正方向にオフセットしている。アンテナモジュール121Bの場合には、給電点SP1は放射素子122の中心からX軸の正方向にオフセットしており、給電点SP2は放射素子122の中心からY軸の負方向にオフセットしている。アンテナモジュール121Cの場合には、給電点SP1は放射素子122の中心からX軸の負方向にオフセットしており、給電点SP2は放射素子122の中心からY軸の正方向にオフセットしている。アンテナモジュール121Dの場合には、給電点SP1は放射素子122の中心からY軸の負方向にオフセットしており、給電点SP2は放射素子122の中心からX軸の負方向にオフセットしている。

[0038] すなわち、アンテナモジュール121A～121Dは、互いに回転対称の形状となっている。アンテナモジュール121Bは、アンテナモジュール121Aを時計回り（CW）方向に90°回転した形状であり、アンテナモジュール121Dは、アンテナモジュール121BをCW方向にさらに90°回転した形状である。また、アンテナモジュール121Cは、アンテナモジュール121DをCW方向にさらに90°回転した形状である。このように、同一形状の複数のアンテナモジュールを回転対称に配置してアンテナモジュールを形成することによって、少ない種類のモジュールを用いてサイズの大きなアレイアンテナを形成することができる。

[0039] 実施の形態1のアレイアンテナ100においては、図2の平面図に示されるように、誘電体基板130の法線方向（Z軸方向）から平面視した場合に、各アンテナモジュール121におけるサブアレイ125は、アレイアンテナ100の中心方向にオフセットして配置されている。言い換えれば、サブアレイ125は、隣接する他のアンテナモジュールに対向する端部（辺）側に偏って配置されている。より具体的には、アンテナモジュール121Aにおいては、サブアレイ125の中心C2Aは、誘電体基板130Aの中心C

1 A から、アンテナモジュール 1 2 1 B に対向する端部 E 1 A（第 1 端部）側およびアンテナモジュール 1 2 1 C に対向する端部 E 2 A（第 2 端部）側に偏って配置されている。同様に、アンテナモジュール 1 2 1 B においては、サブアレイ 1 2 5 の中心 C 2 B は、誘電体基板 1 3 0 の中心 C 1 B から、アンテナモジュール 1 2 1 A に対向する端部 E 1 B（第 1 端部）側およびアンテナモジュール 1 2 1 D に対向する端部 E 2 B（第 2 端部）側に偏って配置されている。アンテナモジュール 1 2 1 C, 1 2 1 D についても同様である。アンテナモジュール 1 2 1 の形状は正方形であるので、各アンテナモジュール 1 2 1 において、第 2 端部は第 1 端部に直交している。

[0040] 各アンテナモジュールにおいて、誘電体基板 1 3 0 の法線方向から平面視した場合に、誘電体基板 1 3 0 における R F I C 1 1 0 が配置される領域は、サブアレイ 1 2 5 が配置される領域よりも大きい。言い換えれば、R F I C 1 1 0 の少なくとも一部は、サブアレイ 1 2 5 が配置される領域外に配置される。

[0041] サブアレイ 1 2 5 においては、複数の放射素子 1 2 2 は、X 軸方向および Y 軸方向にピッチ P 1（第 1 ピッチ）で等間隔に配置されている。また、隣接するサブアレイ 1 2 5 同士は、誘電体基板 1 3 0 の端部を挟んで隣接する放射素子 1 2 2 間の間隔がピッチ P 2（第 2 ピッチ）となるように配置されている。そして、実施の形態 1 のアレイアンテナ 1 0 0 においては、ピッチ P 1 とピッチ P 2 とが同じになるように各アンテナモジュールが配置されている（ $P 1 = P 2$ ）。このように、回転対称のアンテナモジュール 1 2 1 においてサブアレイ 1 2 5 を誘電体基板 1 3 0 に対してオフセットさせた位置に配置するとともに、アンテナモジュール間の放射素子間ピッチ（ピッチ P 2）がサブアレイ 1 2 5 内の放射素子間ピッチ（ピッチ P 1）と同じになるように各アンテナモジュール 1 2 1 を配置することによって、アンテナ装置 1 2 0 全体において、複数の放射素子 1 2 2 が X 軸方向および Y 軸方向に等間隔に配置される。

[0042] 各アンテナモジュールにおいて、第 1 端部に最も近接する放射素子 1 2 2

の端部と第1端部との距離は、放射素子122から放射される電波の波長を λ とすると、 $\lambda/4$ （すなわち、ピッチP1の $1/2$ ）以下になるように設定されている。同様に、第2端部に最も近接する放射素子122の端部と第2端部との距離も、 $\lambda/4$ （すなわち、ピッチP1の $1/2$ ）以下になるように設定されている。

[0043] 図4は、比較例のアレイアンテナ100Xの平面図である。アレイアンテナ100Xにおいても、アンテナ装置120Xは、 2×2 の二次元配列された4つのアンテナモジュール121V~121Yを含む。しかしながら、アレイアンテナ100Xにおいては、各アンテナモジュールのサブアレイ125が誘電体基板の中央に配置されている。このような配置の場合、サブアレイ125の4つの辺について、サブアレイ125の端部から誘電体基板の端部までの間に、均等にマージンが形成される。そのため、アンテナモジュール間において誘電体基板の端部を挟んで対向する放射素子122間のピッチP2は、サブアレイ125内の放射素子122間ピッチP1よりも大きくなる（ $P1 < P2$ ）。すなわち、アレイアンテナ100X全体において、放射素子122間ピッチが部分的に不均一になる。このような不均一な配置では、アレイアンテナ100Xから放射される合成波の放射方向をビームフォーミングによってチルトした場合に、広がったピッチの影響により所望のチルト角度が実現できなかったり、特定のチルト角度におけるピークゲインが低下したりするなどのアンテナ特性の低下が生じるおそれがある。

[0044] このような特性低下を抑制するために、誘電体基板のサイズを小さくしてサブアレイの端部と誘電体基板の端部との距離を短くすることが考えられる。一方で、RFIC等の実装部品のサイズは、放射する電波の周波数には依存しないため、誘電体基板のサイズが小さくなると、誘電体基板における実装エリアを確保することができなくなる可能性がある。特に、放射する電波の周波数が高くなる（すなわち、波長が短くなる）と、それに伴って放射素子のサイズおよび放射素子間の間隔も小さくなり、誘電体基板のサイズがさらに小さくなるため、実装エリアの確保がさらに困難になり得る。

[0045] しかしながら、実施の形態1のアレイアンテナ100においては、誘電体基板のサイズを小さくすることなく、誘電体基板に対して隣接するアンテナモジュール側にオフセットするようにサブアレイ125が配置されている。このような構成によって、対象とする周波数が高くなった場合でも、誘電体基板130のサイズを所定以上に維持することができるとともに、アレイアンテナ100全体において放射素子122の等間隔配置を実現することができる。したがって、実装部品の実装エリアを確保しつつ、アンテナ特性の低下を抑制することができる。

[0046] (誘電体基板の拡張幅の影響)

上述のように、実施の形態1のアレイアンテナ100においては、サブアレイ125が誘電体基板130に対して偏って配置されている。このとき、誘電体基板130において、サブアレイ125が近接する辺(端部)に対して反対の辺については、サブアレイ125との間にマージン(拡張幅)が形成される。上記のように、誘電体基板130の全体にわたって接地電極GNDが配置されている。誘電体基板130に対してサブアレイ125をオフセットさせて配置することで、拡張幅の部分の接地電極GNDはアンテナ特性に影響し得る。図5～図7においては、この拡張幅のアンテナ特性への影響について説明する。

[0047] 図5は、アレイアンテナ100が4×4に配置された放射素子122を有する場合の平面図である。図5の場合にも、アンテナ装置120を形成する各アンテナモジュールにおいては、複数の放射素子122で形成されるサブアレイが、隣接するアンテナモジュール側にオフセットして配置されている。ここで、4つのサブアレイを取り囲む領域をAR1とし、当該領域AR1の各辺に対向する誘電体基板の端部までの距離を拡張幅D1と規定する。なお、以下の図6および図7のシミュレーションにおいて、アレイアンテナから放射される電波の周波数帯域は28GHzであり、放射される電波の波長λは約10mmである。

[0048] 図6は、図5の構成を有するアレイアンテナ100において、拡張幅D1

の値を変化させたときの、合成波の指向性への影響を説明するための図である。図6において、横軸には拡張幅D1が示されており、縦軸にはピークゲインが示されている。なお、図6において、実線LN1は、誘電体基板130の法線方向、すなわちボアサイト方向（Z軸方向）に電波を放射させた場合のピークゲインを示している。また、破線LN2は、放射方向をエレベーション方向（Y軸方向）に60°傾斜させた場合のピークゲインを示しており、一点鎖線LN3は、放射方向をアジマス方向（X軸方向）に60°傾斜させた場合のピークゲインを示している。

[0049] 図6に示されるように、放射方向をチルトさせない場合（線LN1）においては、拡張幅D1を0mmから増加するにつれてピークゲインが増大する傾向を有しており、拡張幅D1が5mmのときにピークゲインは極大になる。しかしながら、拡張幅D1が5mmを超えると、逆に拡張幅D1が増加するにつれて徐々にピークゲインが低下する傾向を有している。

[0050] 一方、アジマス方向およびエレベーション方向に放射方向をチルトさせた場合（線LN2, LN3）は、上記の拡張幅D1が0mmから増加するにつれてピークゲインが低下する傾向を有しており、拡張幅D1が5mmのときにピークゲインは極小になる。そして、拡張幅D1が5mmを超えると、逆に拡張幅D1が増加するにつれて徐々にピークゲインが増大する傾向を有している。言い換えれば、放射方向をチルトさせた場合には、拡張幅D1が0mmおよび10mmの場合に極大になる。

[0051] 5mm拡張幅D1は、放射される電波の半波長（ $\lambda/2$ ）に相当する。すなわち、放射方向をチルトさせない場合には、拡張幅D1を $(n+1/2)\lambda$ とすることで、ピークゲインを最大化できる。また、放射方向をチルトさせる場合には、拡張幅を $n\lambda$ とすることで、ピークゲインを最大化できる。なお、「n」はゼロ以上の整数である。なお、実際の製造においては、拡張幅D1は上記の条件に対して $\pm\lambda/4$ 程度のずれが許容される。

[0052] 図7は、拡張幅D1を0mmとした場合（左図）、および、拡張幅D1を5mmとした場合（右図）の、アンテナモジュール121Aにおける各放射

素子 1 2 2 のビームパターンの変化を説明するための図である。図 7 においては、アレイアンテナ 1 0 0 を平面視した場合の、各放射素子 1 2 2 におけるゲインの分布の一例が示されている。図 7 において、ハッチングが濃くなるほどゲインが高いことを示している。

[0053] 図 7 に示されるように、拡張幅 D 1 を 5 mm とした場合には、図 5 における領域 A R 1 の端部側の放射素子 1 2 2 A, 1 2 2 B, 1 2 2 C については、拡張幅 D 1 を 0 mm とした比較例に比べて、中央付近（すなわち、ボアサイト方向）のゲインが増大している。一方で、領域 A R 1 の中央側の放射素子 1 2 2 D については、逆に中央付近のゲインが減少している。これより、接地電極 G N D の拡張幅 D 1 を広くした場合には、当該拡張幅 D 1 に隣接した放射素子のゲインへの影響が大きいことがわかる。

[0054] 図 6 で示したように、合成波の傾斜方向によって接地電極 G N D の拡張幅 D 1 の影響が異なる。そのため、アンテナの設計の段階において、目標とする合成波の放射方向に応じて拡張幅 D 1 を適宜設定することによって、アレイアンテナのゲインを改善することができる。

[0055] 以上説明したように、実施の形態 1 に係るアレイアンテナにおいては、複数のアンテナモジュールを隣接配置することにより 1 つのアンテナモジュールを形成するとともに、各アンテナモジュールにおいて、誘電体基板に対して隣接するアンテナモジュール側にオフセットするようにサブアレイが配置することによって、アレイアンテナ全体において放射素子の等間隔配置を実現することができる。したがって、アレイアンテナにおける、放射素子の不均一配置に起因するアンテナ特性の低下を抑制することができる。

[0056] なお、実施の形態 1 における「アンテナモジュール 1 2 1 A ~ 1 2 1 D」は、本開示における「第 1 アンテナモジュール」～「第 4 アンテナモジュール」にそれぞれ対応する。実施の形態 1 における「接地電極 G N D」は、本開示における「第 1 接地電極」に対応する。

[0057] [実施の形態 2]

実施の形態 1 のアレイアンテナ 1 0 0 においては、アンテナ装置 1 2 0 を

形成する各アンテナモジュール121A～121Dが正方形である場合の例について説明した。しかしながら、各アンテナモジュールの形状は正方形には限られない。

[0058] 図8は、実施の形態2に係るアレイアンテナ100Aの平面図である。アレイアンテナ100Aにおいては、アンテナ装置120Aを形成する各アンテナモジュール121A1～121D1が、正方形とは異なる形状を有している。具体的には、アンテナモジュール121A1～121D1の各々における誘電体基板は、矩形状の領域の1つの辺に突出部が形成された形状を有している。複数の放射素子122で形成されたサブアレイは、各アンテナモジュールの誘電体基板の矩形状領域における隣り合う端部（辺）に近接して配置されている。そして、アンテナモジュール121A1～121D1は互いに回転対称に配置されている。

[0059] そして、アレイアンテナ100Aにおいても、アンテナモジュール内の放射素子122間ピッチと、アンテナモジュール間の放射素子122間ピッチとが同じピッチとなるように設計されている。

[0060] このように、誘電体基板の形状が正方形以外の形状であっても、誘電体基板において他のアンテナモジュールに隣接する端部にサブアレイを偏らせて配置することによって、アレイアンテナ全体において放射素子を等間隔で配置することができる。これにより、アレイアンテナにおける、放射素子の不均一配置に起因するアンテナ特性の低下を抑制することができる。

[0061] [実施の形態3]

実施の形態1および実施の形態2においては、同一形状の4つのアンテナモジュールを組み合わせることによってアンテナ装置を形成する構成について説明した。

[0062] 実施の形態3においては、同一形状の2つのアンテナモジュールを組み合わせるアンテナ装置を形成する構成について説明する。

[0063] 図9は、実施の形態3に係るアレイアンテナ100Bの平面図である。アレイアンテナ100Bのアンテナ装置120Bは、X軸方向に隣接配置され

た2つのアンテナモジュール121A2, 121B2によって形成されている。

[0064] アンテナモジュール121A2, 121B2の各々において、誘電体基板は矩形状を有している。アンテナモジュール121A2において、複数の放射素子122によって形成されるサブアレイ125は、誘電体基板の中心からアンテナモジュール121B2に対向する端部側に偏って配置されている。同様に、アンテナモジュール121B2におけるサブアレイ125は、誘電体基板の中心からアンテナモジュール121A2に対向する端部側に偏って配置されている。

[0065] このように、同一形状の2つのアンテナモジュールを組み合わせるアンテナモジュールが形成されるアレイアンテナにおいては、サブアレイは、他方のアンテナモジュールに対向する1つの端部側に偏って配置される。そして、2つのアンテナモジュール間の放射素子間ピッチが、各アンテナモジュール内での放射素子間ピッチと同じになるように、2つのアンテナモジュールが配置される。

[0066] このような構成によって、アレイアンテナ全体において、8×4の32個の放射素子間ピッチを均一化できるので、アレイアンテナのアンテナ特性を向上することができる。

[0067] [実施の形態4]

実施の形態4においては、6つのアンテナモジュールによってアンテナ装置が形成されるアレイアンテナの構成の例について説明する。

[0068] 図10は、実施の形態4に係るアレイアンテナ100Cの平面図である。アレイアンテナ100Cにおけるアンテナ装置120Cは、実施の形態1のアレイアンテナ100と同様の正方形形状の4つのアンテナモジュール121A3～121D3に加えて、矩形状の2つのアンテナモジュール121E3, 121F3を含んで構成されている。

[0069] アンテナモジュール121E3は、X軸方向において、アンテナモジュール121A3とアンテナモジュール121B3との間に隣接して配置されて

いる。また、アンテナモジュール121F3は、X軸方向において、アンテナモジュール121C3とアンテナモジュール121D3との間に隣接して配置されている。そして、アンテナモジュール121E3とアンテナモジュール121F3とは、Y軸方向において互いに隣接している。すなわち、アンテナモジュール121E3, 121F3は、3方向において他のアンテナモジュールと隣接している。

[0070] アンテナモジュール121E3, 121F3の各々は、 6×4 の合計24個の放射素子122によって形成されるサブアレイ126を含む。サブアレイ126は、アンテナモジュール121E3, 121F3の誘電体基板において、隣接する他のアンテナモジュールに対向する3つの端部に偏って配置されている。そして、アンテナモジュール121A3～121F3の各々は、隣接するアンテナモジュール間の放射素子間ピッチが、アンテナモジュール内の放射素子間ピッチと同じになるように配置されている。

[0071] このような構成によって、アレイアンテナ全体において、 14×8 の112個の放射素子間ピッチを均一化できるので、アレイアンテナのアンテナ特性を向上することができる。

[0072] [変形例]

図11～図15を用いて、アンテナモジュール内の接地電極の変形例（変形例1～3）、および、誘電体基板の変形例（変形例4, 5）について説明する。以下に説明する変形例は、上述した実施の形態1～4のアレイアンテナに適用可能である。

[0073] （変形例1）

図11は、変形例1のアレイアンテナ100Dの断面図である。アレイアンテナ100Dにおいては、アンテナ装置120Dの各アンテナモジュールの接地電極GND1の一部が、誘電体基板130における異なる層に配置される構成を有している。

[0074] 具体的には、各アンテナモジュールにおいて、誘電体基板130の法線方向から平面視した場合に、接地電極GND1とサブアレイ125とが重なら

ない領域を領域 R G 1（第 1 領域）とし、接地電極 G N D 1 とサブアレイ 1 2 5 とが重なる領域を領域 R G 2（第 2 領域）とすると、領域 R G 1 における接地電極 G N D 1 は、領域 R G 2 における接地電極 G N D 1 よりも誘電体基板 1 3 0 の上面 1 3 1 側の位置に配置されている。言い換えると、領域 R G 1 における接地電極 G N D 1 は、領域 R G 2 における接地電極 G N D 1 と上面 1 3 1 との間の位置に配置されている。

[0075] 上述の各実施の形態で説明したアレイアンテナにおいては、サブアレイは誘電体基板（すなわち接地電極）に対して偏った位置に配置されている。サブアレイが配置されている領域（領域 R G 2）においては、誘電体基板の上面側および下面側の双方に電極が配置されるが、サブアレイが配置されていない領域（領域 R G 1）においては下面側のみに電極が配置される。この場合、誘電体基板の製造時における加熱および冷却の際に、誘電体基板の厚み方向における熱膨張係数の差によって、誘電体基板に反りが生じる場合がある。

[0076] 変形例 1 のアレイアンテナ 1 0 0 D においては、サブアレイが配置されていない領域 R G 1 における接地電極 G N D 1 が、領域 R G 2 における接地電極 G N D 1 よりも上面 1 3 1 側に配置されている。このような構成によって、領域 R G 1 における、上面 1 3 1 側と下面 1 3 2 側との熱膨張係数差を低減できるので、誘電体基板製造時における反りによる変形を抑制することができる。

[0077] また、領域 R G 1 において、接地電極 G N D 1 と下面 1 3 2 との間に形成されるスペースを配線層として利用することもできる。

[0078] なお、変形例 1 における「接地電極 G N D 1」は、本開示における「第 1 接地電極」に対応する。

[0079] （変形例 2）

図 1 2 は、変形例 2 のアレイアンテナ 1 0 0 E の断面図である。アレイアンテナ 1 0 0 E においては、アンテナ装置 1 2 0 E の各アンテナモジュールにおける接地電極が、部分的に誘電体基板 1 3 0 の 2 つの層に形成される構

成について説明する。

[0080] 具体的には、各アンテナモジュールにおいて、誘電体基板 130 の法線方向から平面視した場合に接地電極 GND とサブアレイ 125 とが重ならない領域 RG1 については、接地電極 GND と下面 132 との間に接地電極 GND2 が配置される。

[0081] これによって、領域 RG1 における厚み方向の残銅率を、領域 RG2 における残銅率に近づけることができるので、誘電体基板 130 の製造時における反り等の発生を抑制することができる。

[0082] なお、変形例 2 における「接地電極 GND」および「接地電極 GND2」は、本開示における「第 1 接地電極」および「第 2 接地電極」にそれぞれ対応する。

[0083] (変形例 3)

図 13 は、変形例 3 のアレイアンテナ 100F の断面図である。アレイアンテナ 100F においても、アンテナ装置 120F の各アンテナモジュールにおける接地電極が部分的に誘電体基板 130 の 2 つの層に形成されているが、変形例 2 のアレイアンテナ 100E とは異なり、誘電体基板 130 の法線方向から平面視した場合に接地電極 GND とサブアレイ 125 とが重なる領域 RG2 において、接地電極 GND と下面 132 との間に接地電極 GND3 が配置されている。

[0084] なお、変形例 3 における「接地電極 GND」および「接地電極 GND3」は、本開示における「第 1 接地電極」および「第 3 接地電極」にそれぞれ対応する。

[0085] (変形例 4)

図 14 は、変形例 4 のアレイアンテナ 100G の断面図である。アレイアンテナ 100G においては、アンテナ装置 120G の各アンテナモジュールの誘電体基板が、2 つの基板で形成される構成について説明する。

[0086] 図 14 を参照して、アンテナモジュール 121A においては、放射素子 122 は第 1 基板 135A に配置されており、接地電極 GND は第 2 基板 13

6 Aに配置されている。第1基板135 Aおよび第2基板136 Aは、誘電体基板を法線方向から平面視した場合に同じ形状に形成されている。給電配線140 Aは、第1基板135 Aと第2基板136 Aとの間において、はんだバンプなどの接続部材170 Aによって接続されている。

[0087] 同様に、アンテナモジュール121 Bにおいては、放射素子122は第1基板135 Bに配置されており、接地電極GNDは第2基板136 Bに配置されている。第1基板135 Bおよび第2基板136 Bは、誘電体基板を法線方向から平面視した場合に同じ形状に形成されている。給電配線140 Bは、第1基板135 Bと第2基板136 Bとの間において、はんだバンプなどの接続部材170 Bによって接続されている。

[0088] このような構成は、たとえば、放射素子122が通信装置10の筐体に配置され、RFIC110および接地電極GNDが別基板で提供される場合などに適用される。この場合、第1基板135 A、135 Bが通信装置10の筐体に対応する。

[0089] このような構成とすることによって、通信装置10内における配置の自由度を高めることができる。

[0090] (変形例5)

図15は、変形例5のアレイアンテナ100 Hの断面図である。アレイアンテナ100 Hについても、変形例4と同様に、アンテナ装置120 Hにおいて、放射素子122が配置される第1基板137と、接地電極GNDが配置される第2基板138が別個に設けられる構成となっている。ただし、変形例5のアレイアンテナ100 Hにおいては、誘電体基板を法線方向から平面視した場合の第1基板137 A、137 Bの大きさは、第2基板138 A、138 Bよりも小さい。

[0091] このような構成においては、放射素子122のサイズに基づいて第1基板137を設計し、実装部品のサイズに基づいて第2基板138を設計することができるので、誘電体基板の最適設計をすることができる。また、各基板の構造を対称的にできるので、誘電体基板の反りあるいは変形を低減するこ

とができる。さらに、通信装置 10 内における配置の自由度を高めることができる。

[0092] (変形例 6)

上記の変形例 4, 5 においては、各アンテナモジュールにおける誘電体基板が、放射素子を含む第 1 基板と、接地電極を含む第 2 基板とにより構成される場合について説明した。変形例 6 においては、アレイアンテナ全体において、接地電極を含む第 2 基板が一体で構成される場合について説明する。

[0093] 図 16 および図 17 は、それぞれ変形例 6 のアレイアンテナ 100I, 100J の断面図である。図 16 のアレイアンテナ 100I は、上述の変形例 4 の構成における第 2 基板 136A, 136B が一体の基板 136Z で形成された場合の例である。また、図 17 のアレイアンテナ 100J は、上述の変形例 5 の構成における第 2 基板 138A, 138B が一体の基板 138Z で形成された場合の例である。これらの例においては、放射素子 122 が配置された第 1 基板 135A, 135B, 137A, 137B の各々がアンテナモジュール 121A, 121B となり、各第 1 基板に配置された複数の放射素子 122 によってサブアレイが形成される。

[0094] なお、この場合、放射素子 122 に高周波信号を供給する RFIC は、変形例 4, 5 のように各アンテナモジュールごとに配置されていてもよいし、図 16 および図 17 のようにアレイアンテナ全体として 1 つの RFIC 100Z が配置されてもよい。

[0095] このような構成とすることによって、接地電極が配置された共通の基板上に、放射素子のみが配置されたアンテナモジュールを組み合わせることによって、多様な構成のアレイアンテナを形成することができる。

[0096] なお、変形例 6 における「第 2 基板 136Z, 138Z」の各々は本開示における「第 1 誘電体基板」に対応し、「第 1 基板 135A, 135B, 137A, 137B」の各々は本開示における「第 2 誘電体基板」に対応する。

[0097] 今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なもので

はないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0098] 10 通信装置、100, 100A~100J, 100X アレイアンテナ、110, 110A~110D, 110Z RFIC、111A~111D, 113A~113D, 117 スイッチ、112AR~112DR ローノイズアンプ、112AT~112DT パワーアンプ、114A~114D 減衰器、115A~115D 移相器、116 信号合成／分波器、118 ミキサ、119 増幅回路、120, 120A~120H, 120X アンテナ装置、121, 121A~121D, 121A1~121A3, 121B1~121B3, 121C1, 121C3, 121D1, 121D3, 121E3, 121F3, 121V~121Y アンテナモジュール、122, 122A~122D 放射素子、125, 126 サブアレイ、130, 130A, 130B 誘電体基板、131 上面、132 下面、135A, 135B, 137, 137A, 137B 第1基板、136A, 136B, 136Z, 138, 138A, 138B, 138Z 第2基板、140, 140A, 140B 給電配線、150, 150A, 150B 接続端子、160, 160A, 160B はんだバンプ、170A, 170B 接続部材、200 BBIC、E1A, E1B, E2A, E2B 端部、GND, GND1~GND3 接地電極、SP1, SP2 給電点。

請求の範囲

- [請求項1] 複数のアンテナモジュールを隣接配置して形成されたアレイアンテナであって、
- 前記複数のアンテナモジュールの各々は、
- 互いに対向する第1面および第2面を含む誘電体基板と、
- 前記誘電体基板に配置された第1接地電極と、
- 前記第1接地電極に対向した複数の放射素子によって形成されたサブアレイとを備え、
- 前記サブアレイにおいて、前記複数の放射素子はマトリクス状に配列されており、
- 前記サブアレイは、前記誘電体基板の第1端部に沿って配置されており、
- 前記サブアレイの中心は、前記誘電体基板の中心から前記第1端部側に偏っており、
- 前記複数のアンテナモジュールは、互いに隣接した第1アンテナモジュールおよび第2アンテナモジュールを含み、
- 前記第1アンテナモジュールから前記第2アンテナモジュールに向かう方向を第1方向とすると、前記第1アンテナモジュールの前記第1端部は、前記第1方向において前記第2アンテナモジュールの前記第1端部と対向している、アレイアンテナ。
- [請求項2] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、
- 前記サブアレイは、前記誘電体基板において前記第1接地電極よりも前記第1面側に配置されており、
- 前記複数のアンテナモジュールの各々は、前記誘電体基板の前記第2面に配置された複数の接続端子をさらに備え、
- 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、
- 前記第1接地電極は、前記サブアレイの領域よりも大きく、

前記複数の接続端子の少なくとも一部は、前記誘電体基板における前記第1接地電極と前記サブアレイとが重ならない領域に配置されている、請求項1に記載のアレイアンテナ。

[請求項3] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記複数の放射素子は、第1ピッチの間隔でマトリクス状に配列されており、

前記第1アンテナモジュールおよび前記第2アンテナモジュールは、前記第1端部を挟んで隣接する放射素子間の間隔が第2ピッチとなるように配置されており、

前記第1ピッチは前記第2ピッチと同じである、請求項1または2に記載のアレイアンテナ。

[請求項4] 前記第1アンテナモジュールおよび前記第2アンテナモジュールは、互いに回転対称である、請求項1～3のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。

[請求項5] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、

前記誘電体基板は、前記第1端部に直交する第2端部を含み、

前記サブアレイは、前記第2端部に沿って配置されており、

前記サブアレイの中心は、前記誘電体基板の中心から前記第2端部側に偏っている、請求項1～4のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。

[請求項6] 前記複数のアンテナモジュールは、

前記第1アンテナモジュールの前記第2端部側に隣接して配置された第3アンテナモジュールと、

前記第2アンテナモジュールの前記第2端部側に隣接するとともに、前記第3アンテナモジュールにも隣接する第4アンテナモジュールとをさらに備える、請求項5に記載のアレイアンテナ。

[請求項7] 前記複数のアンテナモジュールの各々は、前記第1方向に偏波を有する電波、および、前記第1方向と直交する第2方向に偏波を有する電波を放射可能である、請求項1～6のいずれか1項に記載のアレイ

アンテナ。

[請求項8] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板は正方形である、請求項1～7のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。

[請求項9] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、
前記サブアレイから放射される電波の波長を λ とし、
前記複数の放射素子の配列方向における前記サブアレイの端部から前記誘電体基板の端部までの最大距離は $(n + 1 / 2) \lambda$ であり、
 n はゼロ以上の整数である、請求項8に記載のアレイアンテナ。

[請求項10] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板の前記第1面には、前記サブアレイ以外の部品は配置されていない、請求項1～9のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。

[請求項11] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第1接地電極と前記サブアレイとが重ならない領域を第1領域とし、前記第1接地電極と前記サブアレイとが重なる第2領域とすると、
前記第1領域における前記第1接地電極は、前記誘電体基板の法線方向において、前記第1面と前記第2領域における前記第1接地電極との間の位置に配置される、請求項1～10のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。

[請求項12] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第1接地電極と前記サブアレイとが重ならない領域を第1領域とし、前記第1接地電極と前記サブアレイとが重なる第2領域とすると、
前記複数のアンテナモジュールの各々は、前記第1領域における、前記第1接地電極と前記第2面との間に配置された第2接地電極をさらに備える、請求項1～10のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。

- [請求項13] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記第1接地電極と前記サブアレイとが重ならない領域を第1領域とし、前記第1接地電極と前記サブアレイとが重なる第2領域とすると、
- 前記複数のアンテナモジュールの各々は、前記第2領域における、前記第1接地電極と前記第2面との間に配置された第3接地電極をさらに備える、請求項1～10のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。
- [請求項14] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板は、前記サブアレイが配置された第1基板と、前記第1接地電極が配置された第2基板とを含む、請求項1～13のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。
- [請求項15] 前記複数のアンテナモジュールの各々は、前記複数の放射素子に高周波信号を供給する給電回路をさらに備える、請求項1～14のいずれか1項に記載のアレイアンテナ。
- [請求項16] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記誘電体基板における前記給電回路が配置される領域は、前記サブアレイが配置される領域よりも大きい、請求項15に記載のアレイアンテナ。
- [請求項17] 前記複数のアンテナモジュールの各々において、前記誘電体基板の法線方向から平面視した場合に、前記給電回路の少なくとも一部は、前記誘電体基板において前記サブアレイが配置される領域外に配置されている、請求項15または16に記載のアレイアンテナ。
- [請求項18] 隣接配置することによってアレイアンテナを形成することが可能なアンテナモジュールであって、
- 誘電体基板と、
- 前記誘電体基板に配置された接地電極と、
- 前記接地電極に対向した複数の放射素子によって形成されたサブア

レイとを備え、

前記複数の放射素子は、マトリクス状に配列されており、

前記サブアレイは、前記誘電体基板の第1端部に沿って配置されており、

前記サブアレイの中心は、前記誘電体基板の中心から前記第1端部側に偏っている、アンテナモジュール。

[請求項19]

前記複数の放射素子は、第1ピッチの間隔でマトリクス状に配列されており、

前記サブアレイは、前記サブアレイと前記第1端部との距離が前記第1ピッチの $1/2$ となるように配置される、請求項18に記載のアンテナモジュール。

[請求項20]

第1誘電体基板と、

前記第1誘電体基板に配置された接地電極と、

前記第1誘電体基板上において、隣接配置された複数のアンテナモジュールとを備え、

前記複数のアンテナモジュールの各々は、

第2誘電体基板と、

前記接地電極に対向した複数の放射素子で形成されたサブアレイとを含み、

前記サブアレイにおいて、前記複数の放射素子はマトリクス状に配列されており、

前記サブアレイは、前記第2誘電体基板の第1端部に沿って配置されており、

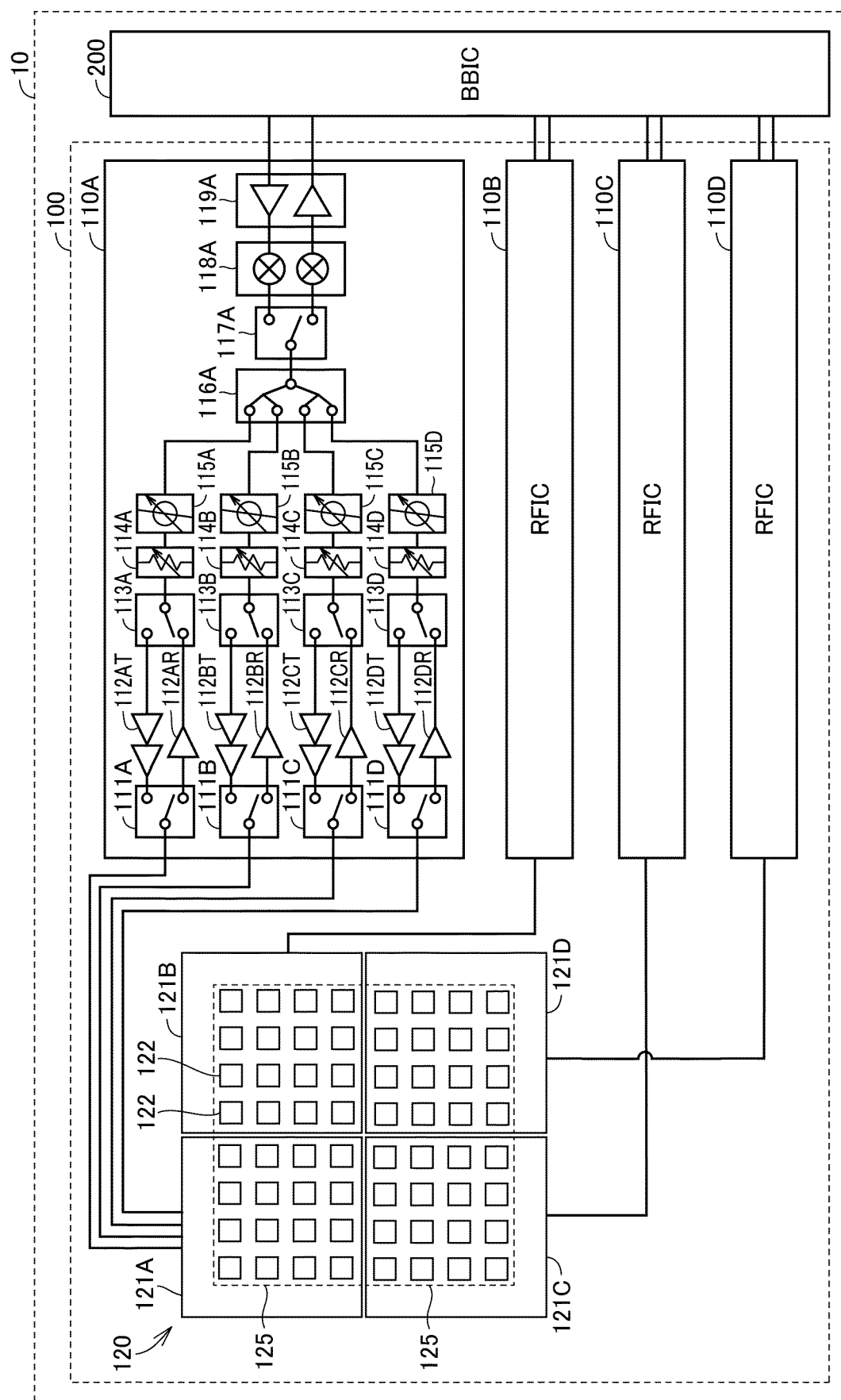
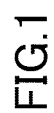
前記サブアレイの中心は、前記第2誘電体基板の中心から前記第1端部側に偏っており、

前記複数のアンテナモジュールは、互いに隣接した第1アンテナモジュールおよび第2アンテナモジュールを含み、

前記第1アンテナモジュールから前記第2アンテナモジュールに向

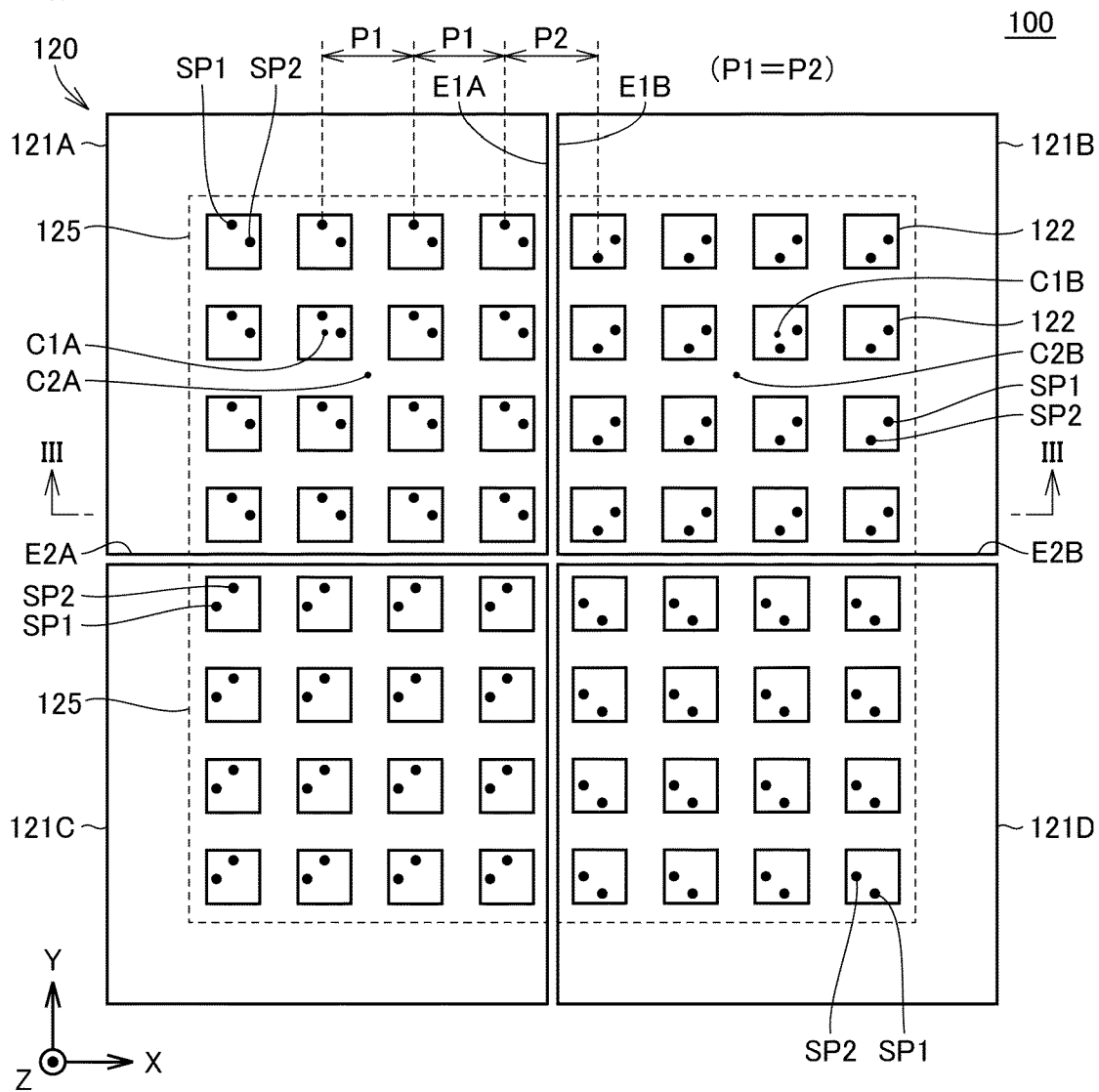
かう方向を第1方向とすると、前記第1アンテナモジュールの前記第1端部は、前記第1方向において前記第2アンテナモジュールの前記第1端部と対向している、アレイアンテナ。

[図1]



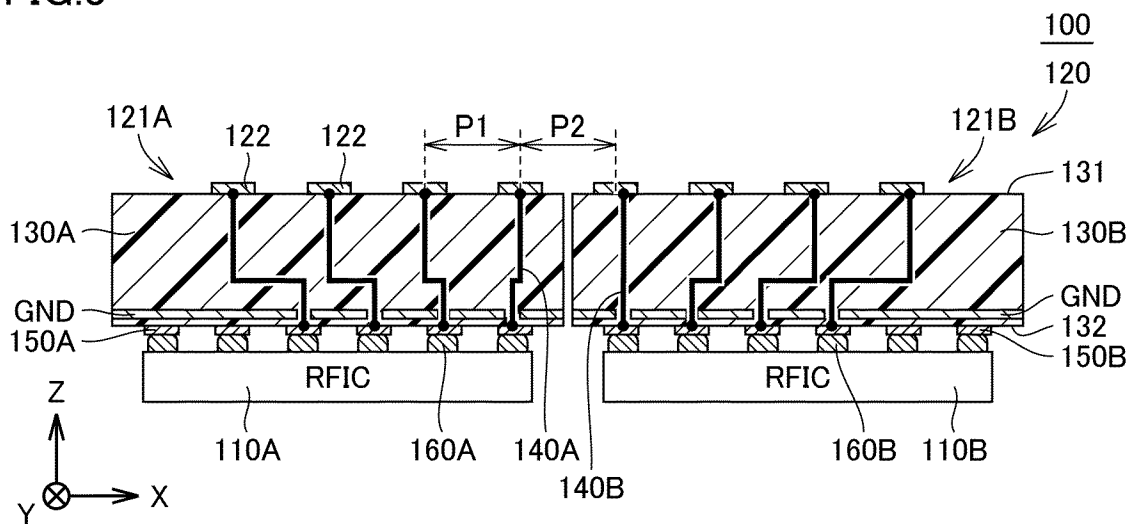
[図2]

FIG.2



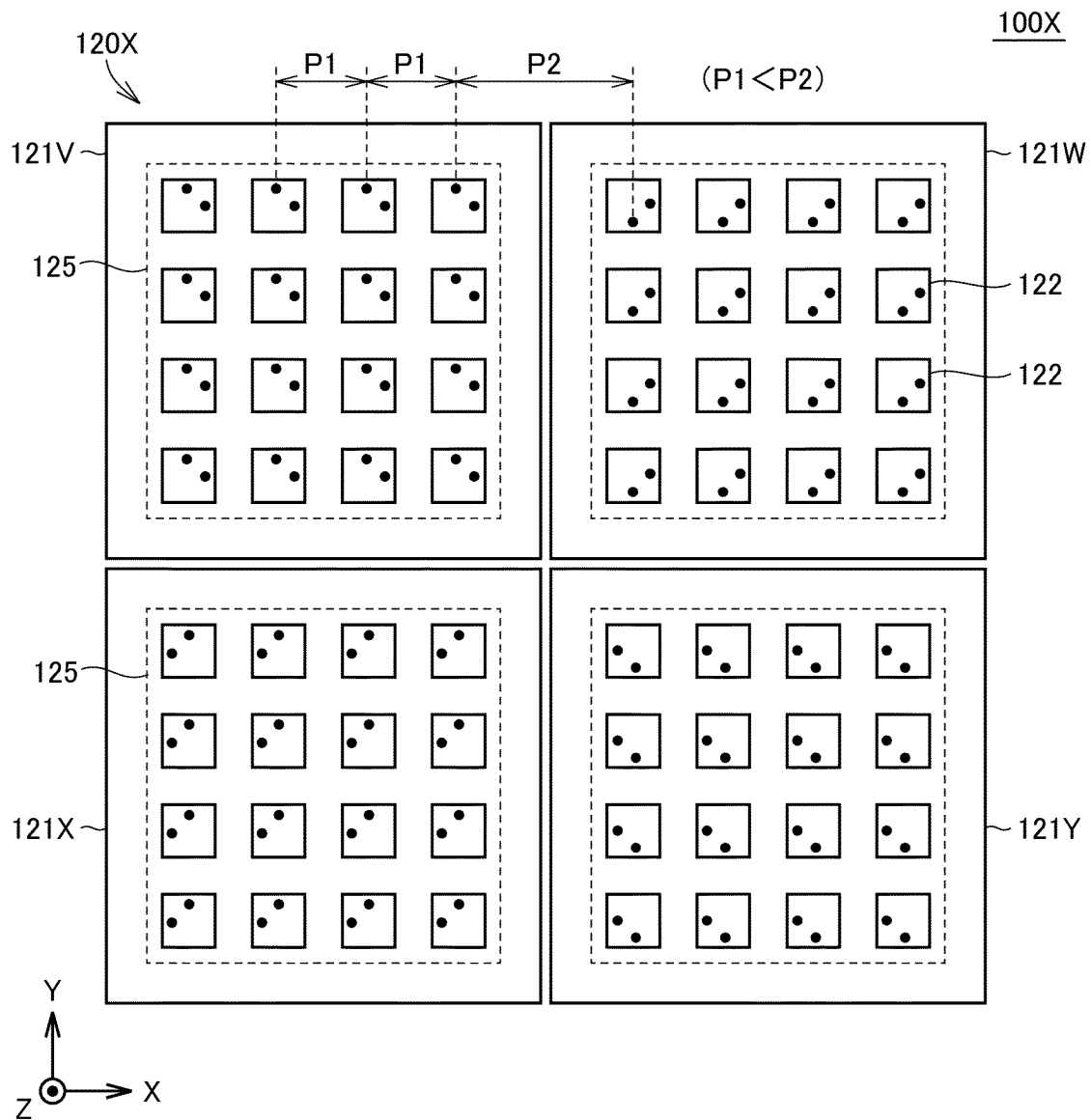
[図3]

FIG.3



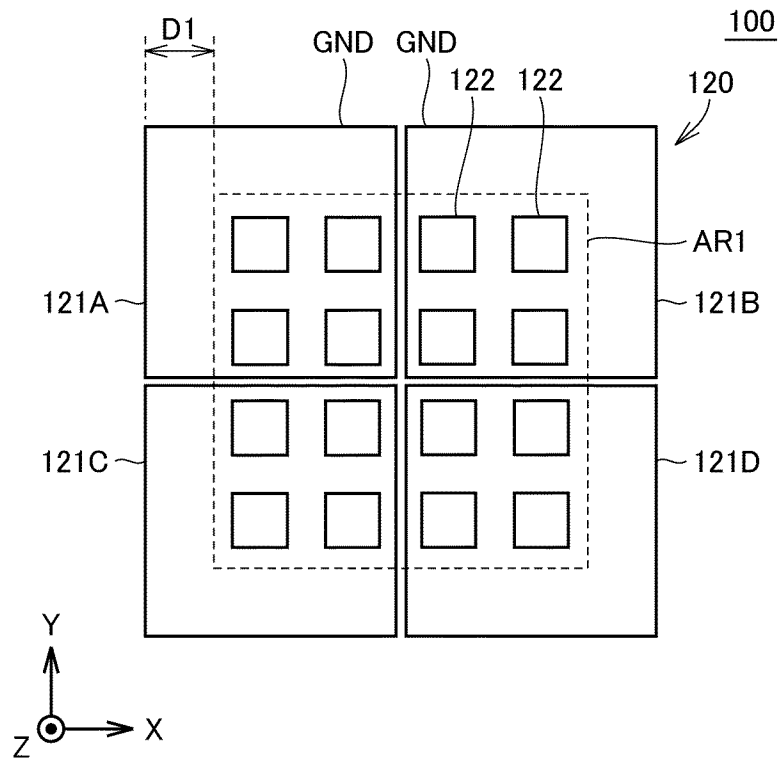
[図4]

FIG.4



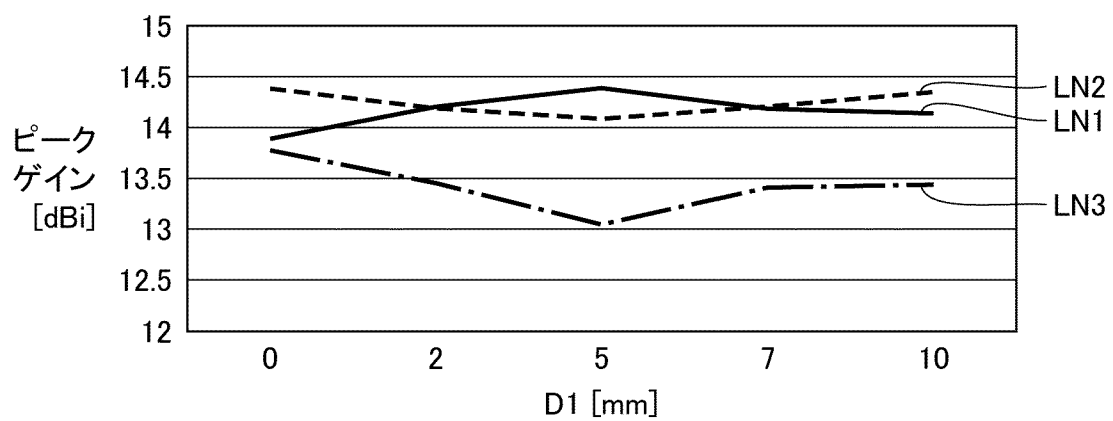
[図5]

FIG.5



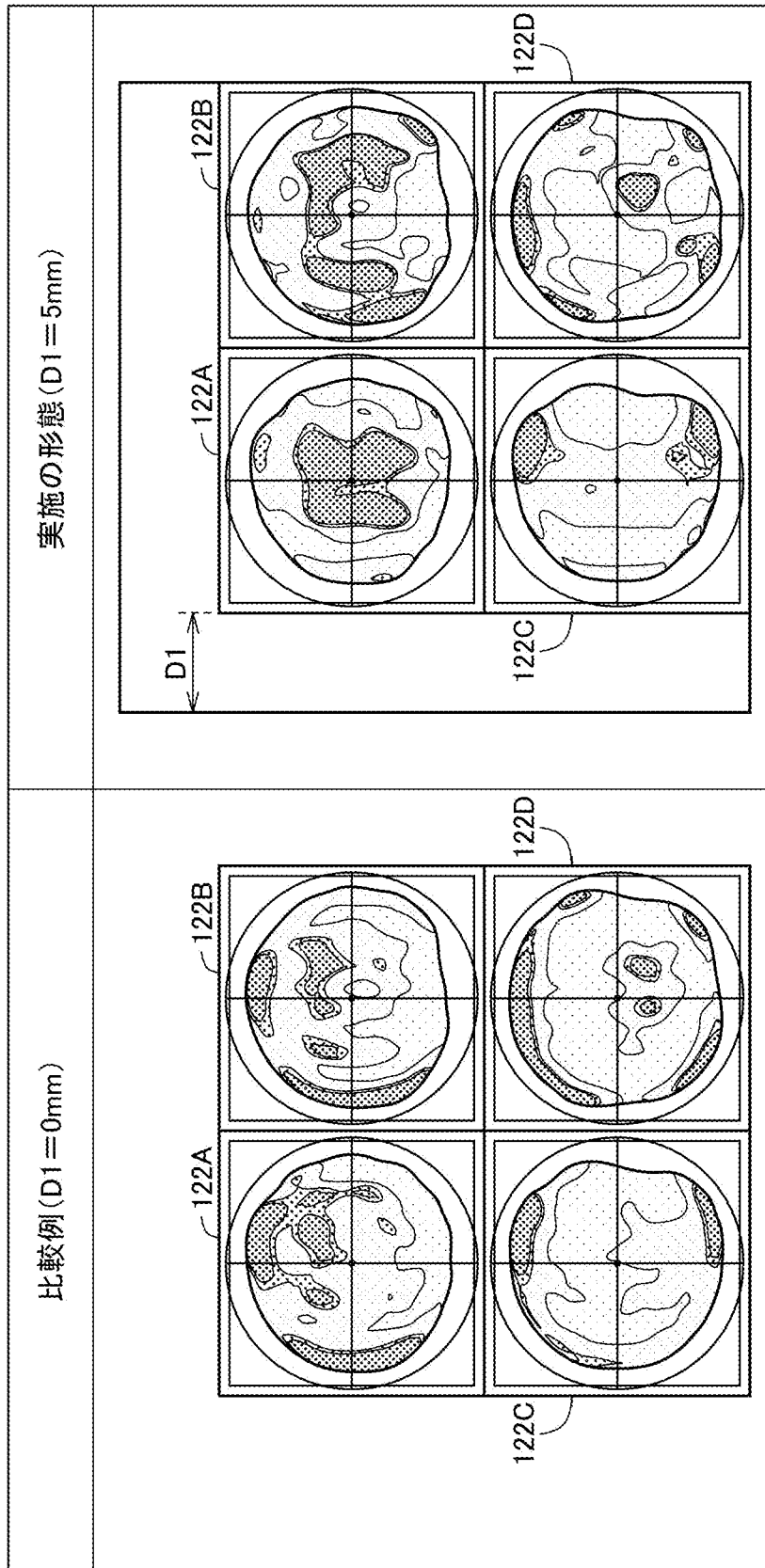
[図6]

FIG.6



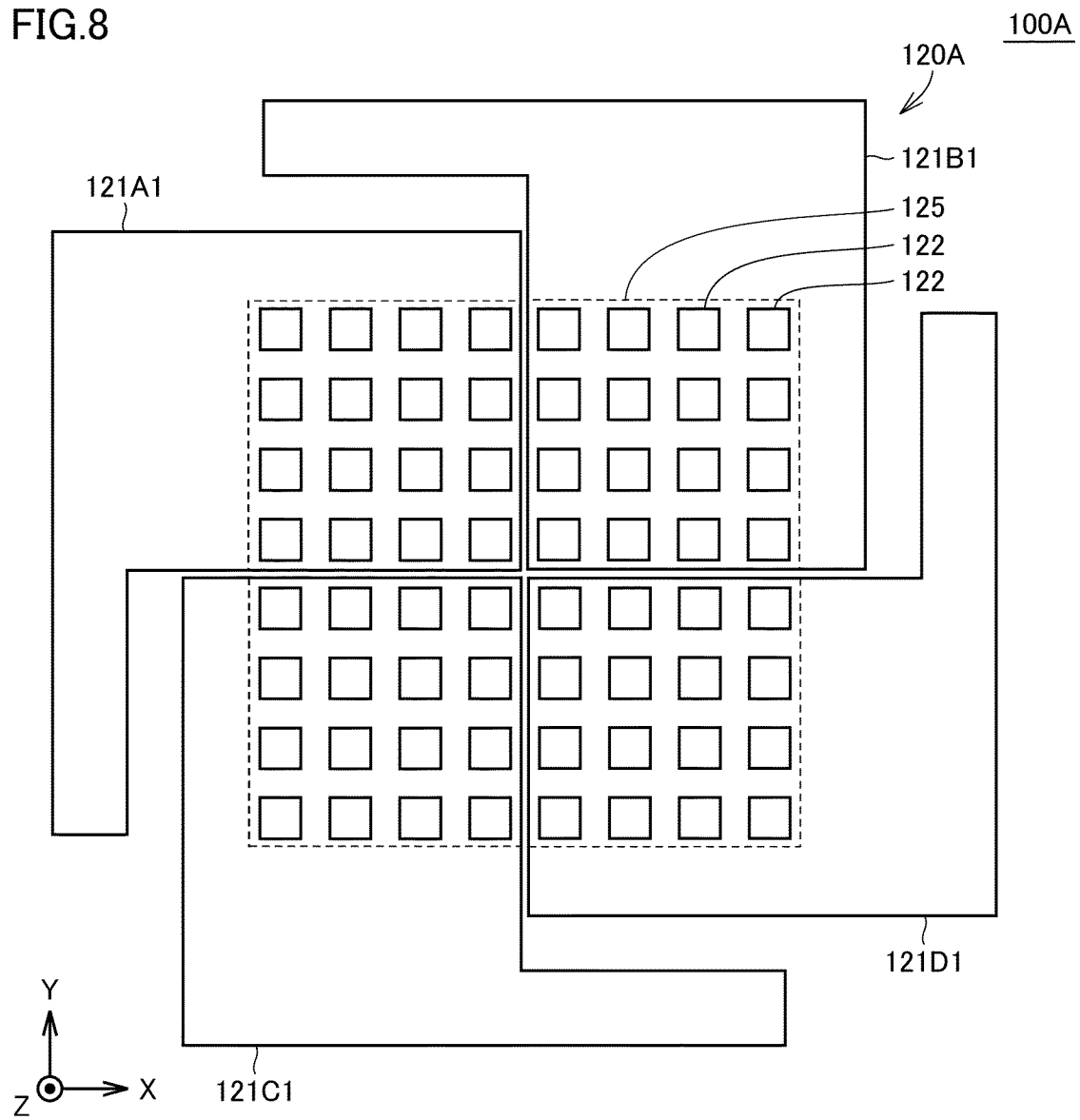
[図7]

FIG. 7



[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9

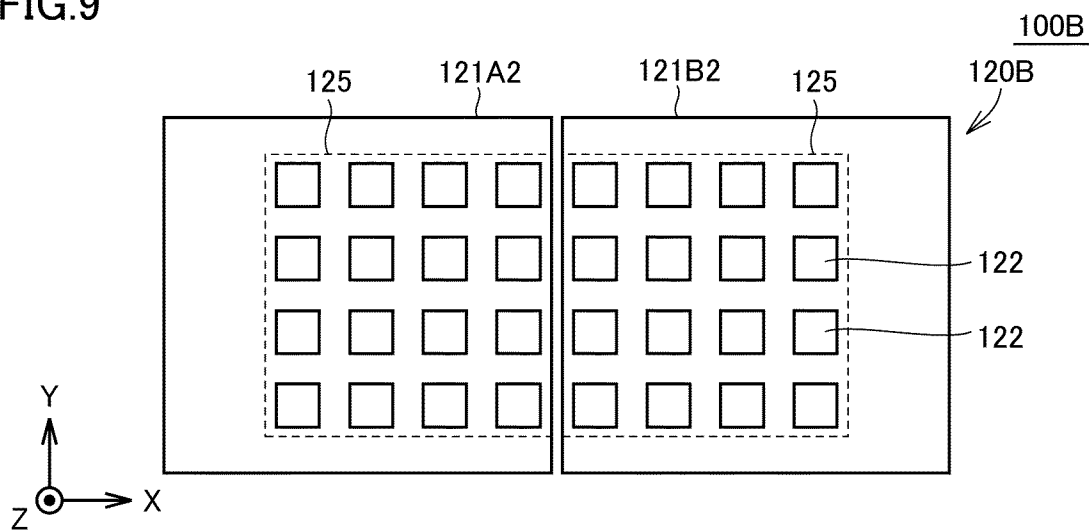
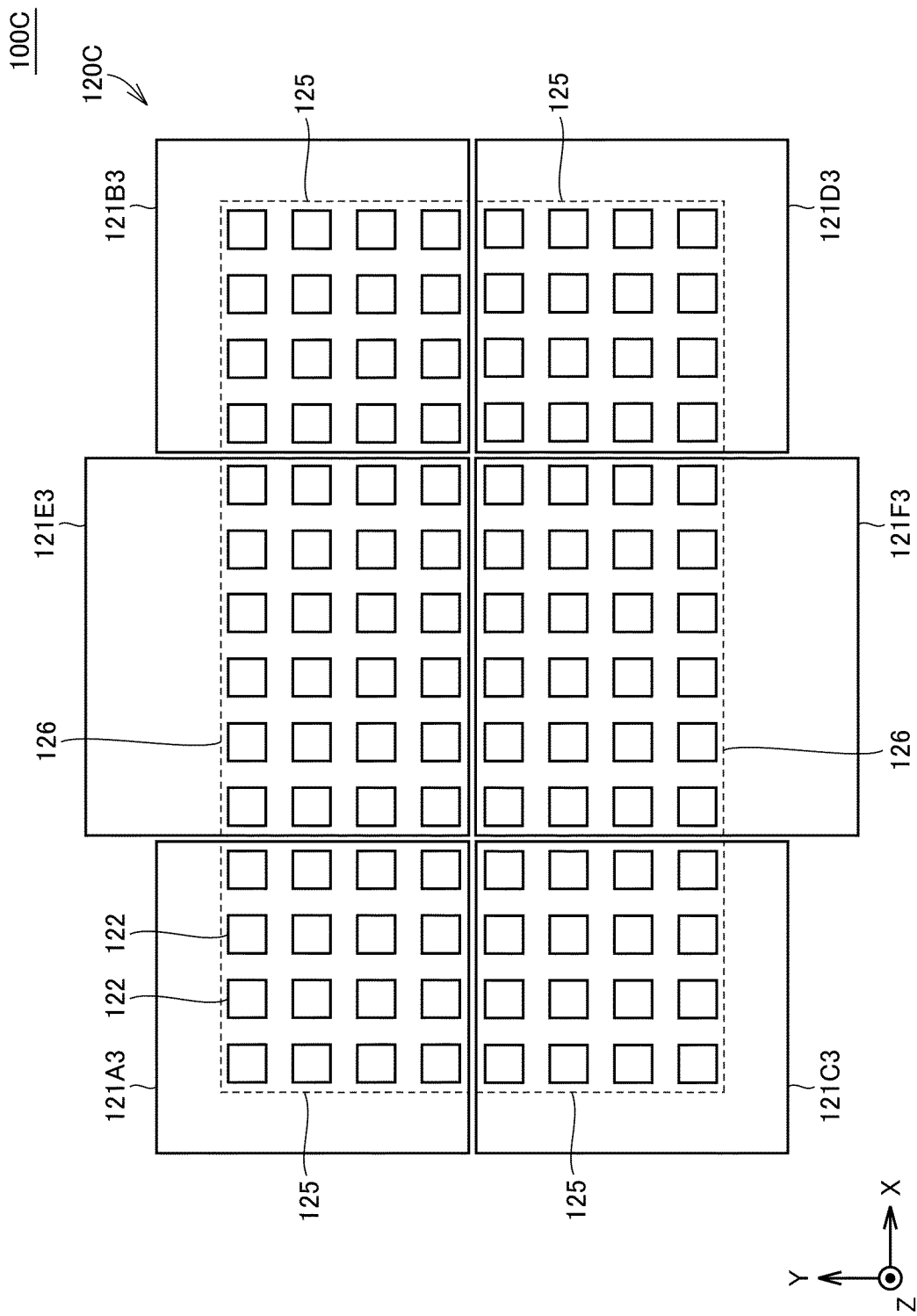


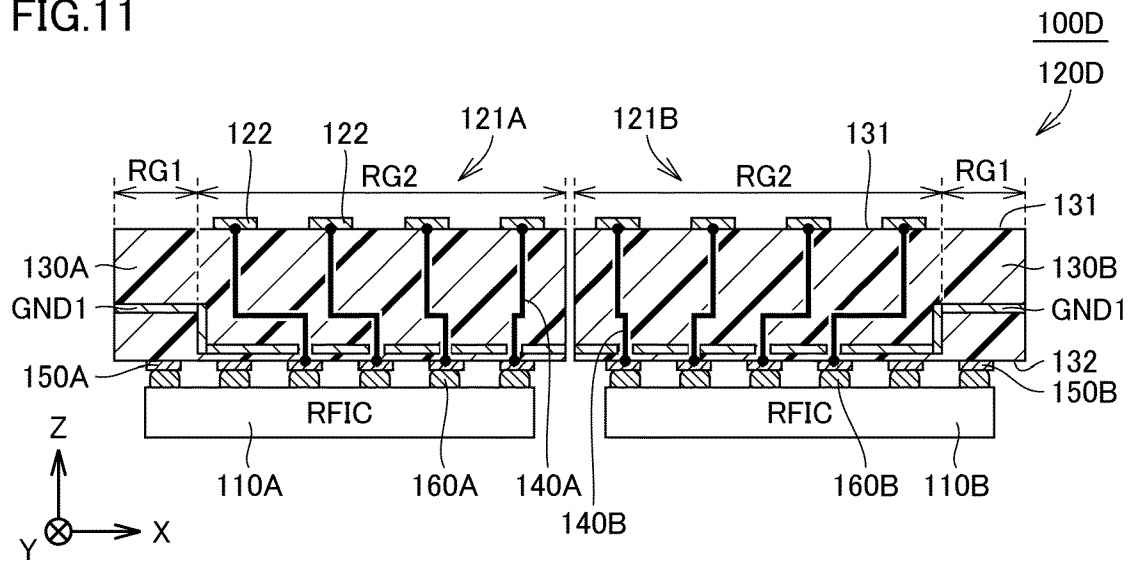
FIG. 10

[図10]



[図11]

FIG.11



[図12]

FIG.12

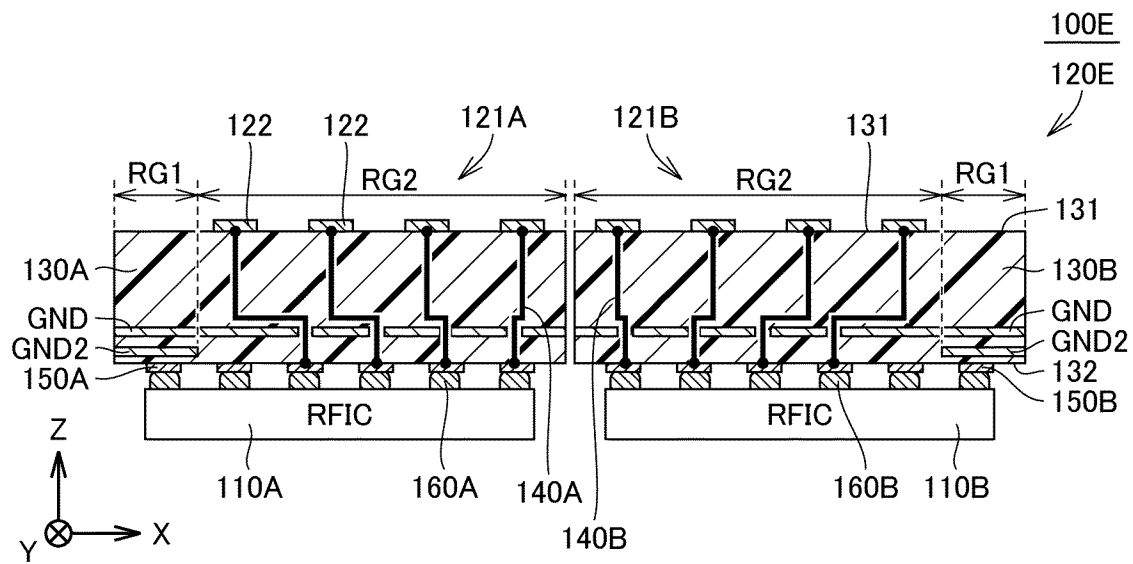


FIG.13

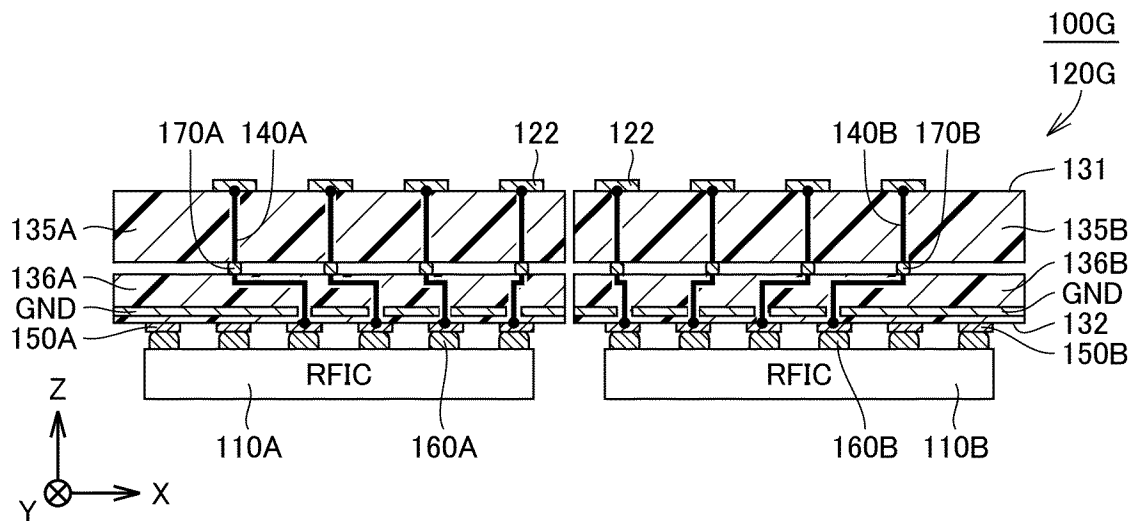
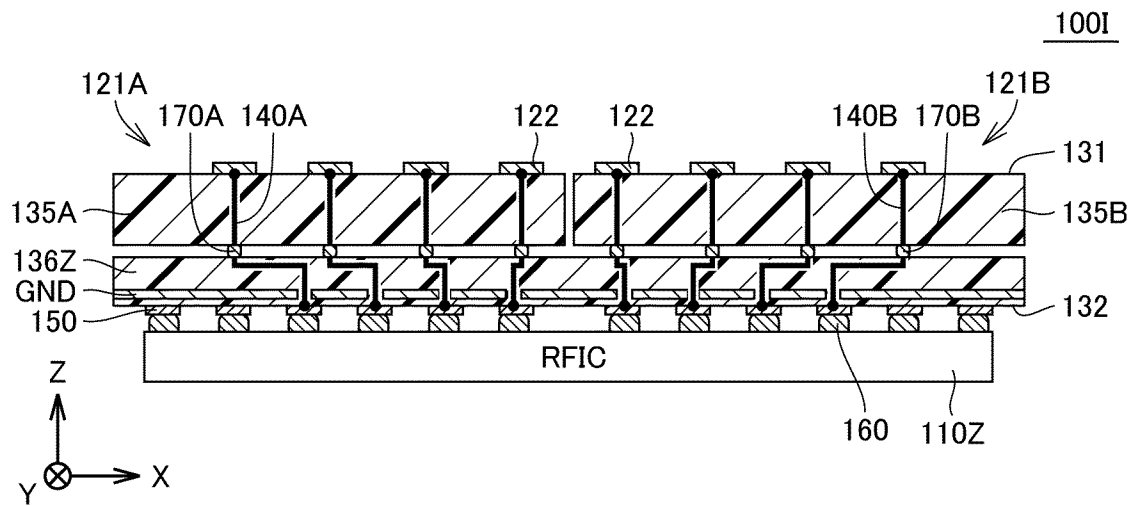


FIG.15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/004436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01Q 21/06**(2006.01)i; **H01Q 13/08**(2006.01)i; **H01Q 21/24**(2006.01)i; **H01Q 23/00**(2006.01)i

FI: H01Q21/06; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q23/00

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)

H01Q21/06; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q23/00

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/241271 A1 (MURATA MANUFACTURING COMPANY LIMITED) 03 December 2020 (2020-12-03) paragraphs [0021], [0030]-[0038], [0040]-[0044], [0047]-[0049], [0051], [0053], fig. 2-5	1-20
Y	JP 2007-534181 A (RAYSAT CYPRUS LIMITED) 22 November 2007 (2007-11-22) paragraph [0019], fig. 1, 4	1-20
Y	JP 2018-507654 A (KYMETA CORPORATION) 15 March 2018 (2018-03-15) paragraphs [0075]-[0077], fig. 13	1-20
Y	US 2020/0313306 A1 (INTEL CORPORATION) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraphs [0029], [0035], fig. 1-3	15-17

☐ 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

05 April 2022

Date of mailing of the international search report

19 April 2022

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/JP2022/004436

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/241271	A1	03 December 2020	US 2022/085502 A1 paragraphs [0040], [0049]- [0058], [0060]-[0064], [0067]- [0069], [0071], [0073], fig. 2-5	
JP	2007-534181	A	22 November 2007	US 2006/0152414 A1 paragraph [0028], fig. 1, 4 WO 2005/004284 A1 CA 2531387 A	
JP	2018-507654	A	15 March 2018	WO 2016/141342 A1 paragraphs [0073]-[0075], fig. 13 KR 10-2017-0117204 A CN 107851902 A	
US	2020/0313306	A1	01 October 2020	US 2015/0171523 A1 US 2017/0179612 A1 US 2019/0288404 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01Q 21/06(2006.01)i; H01Q 13/08(2006.01)i; H01Q 21/24(2006.01)i; H01Q 23/00(2006.01)i FI: H01Q21/06; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q23/00														
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）） H01Q21/06; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q23/00														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	WO 2020/241271 A1（株式会社村田製作所）03.12.2020（2020-12-03） 段落[0021], [0030]-[0038], [0040]-[0044], [0047]-[0049], [0051], [0053], 図2-5	1-20												
Y	JP 2007-534181 A（レイサット・サイプラス・リミテッド）22.11.2007（2007-11-22） 段落[0019], 図1, 4	1-20												
Y	JP 2018-507654 A（カイメタ コーポレイション）15.03.2018（2018-03-15） 段落[0075]-[0077], 図13	1-20												
Y	US 2020/0313306 A1（INTEL CORPORATION）01.10.2020（2020-10-01） 段落[0029], [0035], 図1-3	15-17												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 参考文献のカテゴリー</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 参考文献のカテゴリー	"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	"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	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 参考文献のカテゴリー	"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													
"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	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日 05.04.2022	国際調査報告の発送日 19.04.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 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/JP2022/004436

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/241271	A1	03.12.2020	US 2022/085502 A1 段落[0040], [0049]- [0058], [0060]-[0064], [0067]-[0069], [0071], [0073], 図2-5	
JP	2007-534181	A	22.11.2007	US 2006/0152414 A1 段落[0028], 図1, 4 WO 2005/004284 A1 CA 2531387 A	
JP	2018-507654	A	15.03.2018	WO 2016/141342 A1 段落[0073]-[0075], 図13 KR 10-2017-0117204 A CN 107851902 A	
US	2020/0313306	A1	01.10.2020	US 2015/0171523 A1 US 2017/0179612 A1 US 2019/0288404 A1	