(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年11月2日(02.11.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/210118 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 21/28 (2006.01) *H01Q 21/24* (2006.01)
H01Q 1/52 (2006.01) *H01Q 21/30* (2006.01)
H01Q 13/08 (2006.01) *H01Q 23/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/005375

(22) 国際出願日： 2023年2月16日(16.02.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-073406 2022年4月27日(27.04.2022) 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: 尾仲 健吾 (**ONAKA, Kengo**); 〒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). 佐藤 洋介 (**SATO, Yosuke**); 〒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). 森 弘嗣 (**MORI, Hirotsugu**); 〒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).

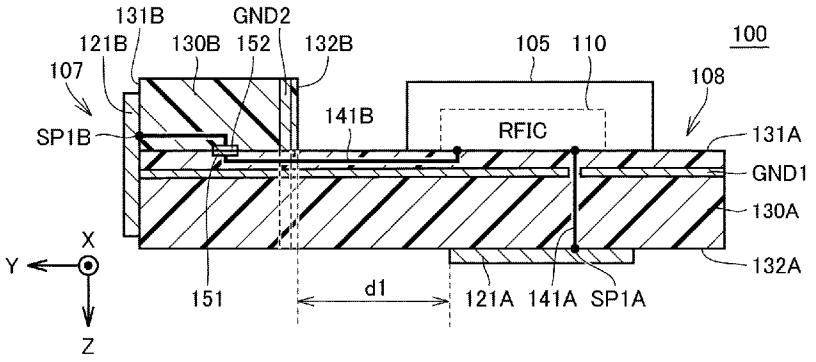
(74) 代理人: 弁理士法人深見特許事務所 (**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目２番４号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) **Title:** ANTENNA MODULE

(54) 発明の名称： アンテナモジュール

FIG.3



(57) **Abstract:** This antenna module (100) comprises a dielectric substrate (130A) on which a flat plate-type radiating electrode (121A) is disposed, and a dielectric substrate (130B) on which a flat plate-type radiating electrode (121B) is disposed. The dielectric substrate (130A) has principal surfaces (131A, 132A) that face each other. The radiating electrode (121A) is disposed on the principal surface (131A) or in a position between the principal surface (131A) and the principal surface (132A) in the dielectric substrate (130A). A recess section (170) that is recessed in the normal direction of the principal surface (131A) is formed on the principal surface (131A) of the dielectric substrate (130A). The dielectric substrate (130B) includes a region (RG1) that is disposed so as to enter the inside of the recess section (170), and a region (RG2) that is in contact with the principal surface (131A) of the dielectric substrate (130A). The normal direction of the radiating electrode (121B) is different from the normal direction of the radiating electrode (121A).

WO 2023/210118 A1

[続葉有]

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

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

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:アンテナモジュール(１００)は、平板形状の放射電極(１２１Ａ)が配置された誘電体基板(１３０Ａ)と、平板形状の放射電極(１２１Ｂ)が配置された誘電体基板(１３０Ｂ)とを備える。誘電体基板(１３０Ａ)は、互いに対向する主面(１３１Ａ，１３２Ａ)を有する。放射電極(１２１Ａ)は、誘電体基板(１３０Ａ)において主面(１３２Ａ)上、または、主面(１３１Ａ)と主面(１３２Ａ)との間の位置に配置されている。誘電体基板(１３０Ａ)の主面(１３１Ａ)には、主面(１３１Ａ)の法線方向に凹んだ凹部(１７０)が形成されている。誘電体基板(１３０Ｂ)は、凹部(１７０)の内部に入り込むように配置された領域(ＲＧ１)と、誘電体基板(１３０Ａ)の主面(１３１Ａ)上に接する領域(ＲＧ２)とを含む。放射電極(１２１Ｂ)の法線方向は、放射電極(１２１Ａ)の法線方向とは異なる。

明　細　書

発明の名称 ： アンテナモジュール

技術分野

[0001] 本開示は、アンテナモジュールに関し、より特定的には、２方向に電波を放射可能なアンテナモジュールの小型化のための技術に関する。

背景技術

[0002] 米国特許第１１１０８１５７号明細書（特許文献１）には、屈曲させた誘電体基板を有するアンテナモジュールにおいて、法線方向が互いに異なる２つの面に放射素子がそれぞれ配置された構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第１１１０８１５７号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 米国特許第１１１０８１５７号明細書（特許文献１）に開示されたアンテナモジュールは、たとえば、携帯電話あるいはスマートフォンのような携帯端末に代表される通信装置に用いられる場合がある。このような通信装置においては、さらなる小型化および薄型化が望まれており、これに伴って、当該通信装置に搭載されるアンテナモジュールについても、さらなる小型化および低背化が必要とされている。

[0005] 一方で、米国特許第１１１０８１５７号明細書（特許文献１）のように屈曲させた誘電体基板を用いる構成において、さらなる低背化を行なった場合には、屈曲部における機械的強度が低下したり、当該屈曲部を介した給電が困難となったりすることが懸念される。

[0006] 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、２方向に電波を放射可能なアンテナモジュールにおいて、機械的強度を確保しつつ低背化を実現することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係るアンテナモジュールは、平板形状の第１放射素子が配置された第１基板と、平板形状の第２放射素子が配置された第２基板とを備える。第１基板は、互いに対向する第１面および第２面を有する。第１放射素子は、第１基板において第２面上、または、第１面と第２面との間の位置に配置されている。第１基板の第１面には、第１面の法線方向に凹んだ凹部が形成されている。第２基板は、凹部の内部に入り込むように配置された第１領域と、第１基板の第１面上に接する第２領域とを含む。第２放射素子の法線方向は、第１放射素子の法線方向とは異なる。

発明の効果

[0008] 本開示に係るアンテナモジュールによれば、第１放射素子が配置された第１基板に形成された凹部に、放射方向（法線方向）の異なる第２放射素子が配置された第２基板がはめ込まれており、当該第２基板が第１基板の主面（第１面）上で固定されている。このような構成とすることによって、屈曲部を設けることなく２つの基板同士を固定することができる。したがって、２方向に電波を放射可能なアンテナモジュールにおいて、機械的強度を確保しつつ低背化を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係るアンテナモジュールが適用される通信装置のブロック図である。

[図2]図１のアンテナモジュールの斜視図である。

[図3]図１のアンテナモジュールの側面透視図である。

[図4]アンテナブロックを説明するための図である。

[図5]変形例のアンテナブロックを説明するための図である。

[図6]実施の形態２に係るアンテナモジュールの側面透視図である。

[図7]実施の形態１および実施の形態２のアンテナモジュールにおけるメイン基板側の放射素子のアンテナ特性を説明するための図である。

[図8]実施の形態３に係るアンテナモジュールの側面透視図である。

[図9]実施の形態２および実施の形態３のアンテナモジュールにおけるアンテナブロック側の放射素子のアンテナ特性を説明するための図である。

[図10]実施の形態４に係るアンテナモジュールの側面透視図である。

[図11]実施の形態５に係るアンテナモジュールの斜視図である。

[図12]変形例のアンテナモジュールの斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 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。

[0011] ［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ンテナモジュール１００が適用される通信装置１０のブロック図である。通信装置１０は、たとえば、携帯電話、スマートフォンあるいはタブレットなどの携帯端末や、通信機能を備えたパーソナルコンピュータなどである。本実施の形態に係るアンテナモジュール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。

[0012] 図１を参照して、通信装置１０は、アンテナモジュール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。アンテナモジュール１００は、給電装置の一例であるＲＦＩＣ１１０と、アンテナ装置１２０とを備える。通信装置１０は、ＢＢＩＣ２００からアンテナモジュール１００へ伝達された信号を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ダウンコンバートしてＢＢＩＣ２００にて信号を処理する。

[0013] アンテナ装置１２０は、誘電体基板１３０Ａと、複数の誘電体基板１３０Ｂとを含む。誘電体基板１３０Ａには、複数の放射素子１２５Ａが配置されている。各放射素子１２５Ａは、平板形状を有する放射電極１２１Ａおよび

放射電極１２２Ａを含んでいる。各誘電体基板１３０Ｂには放射素子１２５Ｂが配置されている。放射素子１２５Ｂは、平板形状を有する放射電極１２１Ｂおよび放射電極１２２Ｂを含んでいる。

[0014] 放射素子１２５Ａ，１２５Ｂに含まれる各放射電極は、円形、楕円形あるいは多角形を有する平板形状のパッチアンテナである。本実施の形態１の例においては、各放射電極は、略正方形を有するマイクロストリップアンテナである。放射素子１２５Ａにおいて、放射電極１２１Ａのサイズは放射電極１２２Ａのサイズよりも小さい。そのため、放射電極１２１Ａから放射される電波の周波数帯域は、放射電極１２２Ａから放射される電波の周波数帯域よりも高い。同様に、放射素子１２５Ｂにおいて、放射電極１２１Ｂのサイズは放射電極１２２Ｂのサイズよりも小さく、放射電極１２１Ｂから放射される電波の周波数帯域は、放射電極１２２Ｂから放射される電波の周波数帯域よりも高い。すなわち、図１の例のアンテナモジュール１００は、２つの誘電体基板１３０Ａ，１３０Ｂの各々から、異なる２つの周波数帯域の電波を放射することが可能な、いわゆるデュアルバンドタイプのアンテナモジュールである。

[0015] なお、以下の説明においては、複数の放射素子１２５Ａが配置された誘電体基板１３０Ａを「メイン基板１０８」とも称し、放射素子１２５Ｂが配置された個々の誘電体基板１３０Ｂの構成を「アンテナブロック１０７」とも称する。図２において後述するように、アンテナ装置１２０は、メイン基板１０８に、複数のアンテナブロック１０７が取り付けられた構成を有している。

[0016] 図１においては、アンテナ装置１２０が４つの誘電体基板１３０Ｂを含んでおり、誘電体基板１３０Ａに４つの放射素子１２５Ａが配置された構成の例が示されているが、誘電体基板１３０Ｂおよび放射素子１２５Ａの数はこれに限られない。また、図１においては、誘電体基板１３０Ａ上に放射素子１２５Ａが一列に配置された一次元のアレイ状に配置された例が示されているが、誘電体基板１３０Ａ上に放射素子１２５Ａが二次元のアレイ状に配置

されていてもよい。あるいは、誘電体基板１３０Ａ上に単独の放射素子１２５Ａが配置される構成であってもよい。

[0017] ＲＦＩＣ１１０は、４つの給電回路１１０Ａ～１１０Ｄを含む。給電回路１１０Ａは、メイン基板１０８側の放射電極１２１Ａに高周波信号を供給するための回路である。給電回路１１０Ｂは、メイン基板１０８側の放射電極１２２Ａに高周波信号を供給するための回路である。給電回路１１０Ｃは、アンテナブロック１０７側の放射電極１２２Ｂに高周波信号を供給するための回路である。給電回路１１０Ｄは、アンテナブロック１０７側の放射電極１２１Ｂに高周波信号を供給するための回路である。なお、給電回路１１０Ａ～１１０Ｄの内部構成は共通であるため、図１においては、説明を容易にするために、給電回路１１０Ａについてのみ詳細構成が記載されており、給電回路１１０Ｂ～１１０Ｄの構成は省略されている。以下では、代表として給電回路１１０Ａの機能について説明する。

[0018] 給電回路１１０Ａは、スイッチ１１１Ａ～１１１Ｄ，１１３Ａ～１１３Ｄ，１１７と、パワーアンプ１１２ＡＴ～１１２ＤＴと、ローノイズアンプ１１２ＡＲ～１１２ＤＲと、減衰器１１４Ａ～１１４Ｄと、移相器１１５Ａ～１１５Ｄと、信号合成／分配器１１６と、ミキサ１１８と、増幅回路１１９とを備える。

[0019] 高周波信号を送信する場合には、スイッチ１１１Ａ～１１１Ｄ，１１３Ａ～１１３Ｄがパワーアンプ１１２ＡＴ～１１２ＤＴ側へ切換えられるとともに、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。

[0020] ＢＢＩＣ２００から伝達された中間周波数の信号は、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／分配器１１６で４分波され、対応する信号経路を通過して、それぞれ異なる放射電極１２１Ａに給電される。

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、放射電極１２１Ａから出力される電波の指向性を調整することができる。

[0021] 各放射電極１２１Ａで受信された高周波信号である受信信号はＲＦＩＣ１１０の給電回路１１０Ａに伝達され、異なる４つの信号経路を経由して信号合成／分配器１１６において合波される。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、さらに増幅回路１１９で増幅されてＢＢＩＣ２００へ伝達される。

[0022] ＲＦＩＣ１１０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、各給電回路ごとに個別の集積回路部品として形成されてもよい。さらに、各放射素子に対応する機器（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、対応する放射素子毎に１チップの集積回路部品として形成されてもよい。

[0023] （アンテナモジュールの構造）

次に、図２～図４を用いて、実施の形態１におけるアンテナモジュール１００の構成の詳細を説明する。図２は、実施の形態１に係るアンテナモジュール１００の斜視図である。図２においては、上段の（Ａ）には、メイン基板１０８とアンテナブロック１０７が分離した状態が示されている。また、図２の下段の（Ｂ）には、メイン基板１０８にアンテナブロック１０７が取り付けられた状態が示されている。図３は、図２の（Ｂ）の状態において、Ｘ軸の正方向からアンテナモジュール１００を見たときの側面透視図である。図４はアンテナブロック１０７単体の斜視図である。図４の上段（Ａ）は、アンテナブロック１０７のＹ軸方向の面を正面とした場合の斜視図である。また、図４の下段（Ｂ）は、アンテナブロック１０７のＺ軸方向の面を正面とした場合の斜視図である。

[0024] なお、図２～図４においては、説明を容易にするために、放射素子１２５Ａが単独の放射電極１２１Ａを有し、放射素子１２５Ｂが単独の放射電極１２１Ｂを有する場合について説明する。また、図２～図４では、誘電体基板

１３０Ａには５つの放射素子が配置され、それに対応して５つのアンテナブロック１０７が設けられる構成となっている。

[0025] 図２～図４を参照して、アンテナモジュール１００は、誘電体基板１３０Ａ，１３０Ｂ、放射電極１２１Ａ，１２１ＢおよびＲＦＩＣ１１０に加えて、給電配線１４１Ａ，１４１Ｂ、接続電極１５１，１５２、および接地電極ＧＮＤ１，ＧＮＤ２をさらに含む。なお、以降の説明において、誘電体基板１３０Ａの主面の法線方向をＺ軸方向とする。また、誘電体基板１３０Ａの主面において、放射電極１２１Ａおよびアンテナブロック１０７の配列方向をＸ軸とし、Ｘ軸に直交する方向をＹ軸として規定する。言い換えれば、放射電極１２１Ａからの電波の放射方向をＺ軸の正方向とし、放射電極１２１Ｂからの電波の放射方向をＹ軸の正方向とする。すなわち、放射電極１２１Ａの法線方向と、放射電極１２１Ｂの法線方向とは直交している。

[0026] 誘電体基板１３０Ａ，１３０Ｂ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１３０Ａ，１３０Ｂ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。

[0027] メイン基板１０８の誘電体基板１３０Ａは、Ｚ軸方向から平面視した場合に、Ｘ軸方向を長辺とする略矩形形状を有している。そして、誘電体基板１３０ＡのＸ軸に沿った一方の長辺（Ｙ軸の正方向の端部）に、複数の凹部（切欠部）１７０が形成されている。凹部１７０は、誘電体基板１３０Ａにおけるｙ軸の正方向の側面（端部）まで形成されており、かつ、Ｚ軸方向に貫通している。この凹部１７０の凹んだ部分に、アンテナブロック１０７が部

分的にはめ込まれて固定される。なお、凹部１７０は、必ずしも図２のように誘電体基板１３０ＡをＺ軸方向に貫通していなくてもよく、主面１３１ＡからＺ軸方向に凹んでいればよい。また、凹部１７０の位置は、誘電体基板１３０Ａの端部でなくてもよい。

[0028] 主面１３１Ａにおいて、アンテナブロック１０７と接する部分には、平板形状の接続電極１５１が配置されている。この接続電極１５１は、アンテナブロック１０７とメイン基板１０８との間の電気的接続に用いられる。

[0029] 誘電体基板１３０Ａは、Ｚ軸の正方向に位置する主面１３２ＡおよびＺ軸の負方向に位置する１３１Ａを有している。誘電体基板１３０Ａの主面１３２Ａ上、あるいは、主面１３２Ａに近い内部に、複数の放射電極１２１ＡがＸ軸方向に一列に配置されている。主面１３１Ａには、ＲＦＩＣ１１０およびパワーモジュールＩＣ（図示せず）などが内蔵されたＳｉＰ（System In Package）モジュール１０５、ならびに、外部機器との接続に用いられるコネクタ１０６が実装されている。また、誘電体基板１３０Ａにおいて、放射電極１２１Ａと主面１３１Ａとの間のある層において、全面にわたって放射電極１２１Ａに対向した接地電極ＧＮＤ１が配置されている。

[0030] 各放射電極１２１Ａには、給電配線１４１ＡによってＲＦＩＣ１１０から高周波信号が供給される。給電配線１４１Ａは、誘電体基板１３０Ａ内において、接地電極ＧＮＤ１を貫通して、放射電極１２１Ａの給電点ＳＰ１Ａに接続されている。図３の例においては、給電点ＳＰ１Ａは、放射電極１２１Ａの中心からＹ軸の負方向にオフセットした位置に配置されている。そのため、放射電極１２１Ａからは、Ｙ軸方向を偏波方向とする電波がＺ軸の正方向に放射される。

[0031] アンテナブロック１０７の誘電体基板１３０Ｂは、図４に示されるように、放射電極１２１Ｂが配置される中央部分の領域ＲＧ１と、当該領域ＲＧ１から、Ｘ軸の正方向および負方向に突出した領域ＲＧ２とを有する。領域ＲＧ２のＺ軸方向の寸法は、領域ＲＧ１のＺ軸方向の寸法よりも短い。すなわち、誘電体基板１３０Ｂは、Ｙ軸方向から平面視すると略Ｔ字形状を有して

いる。図２に示されるように、誘電体基板１３０Ｂは、領域ＲＧ１の部分が誘電体基板１３０Ｂの凹部１７０の内部に入り込むように、かつ、領域ＲＧ２のＺ軸の正方向の面が誘電体基板１３０Ａの主面１３１Ａに接するように配置されている。

[0032] 図３に示されるように、誘電体基板１３０ＢにおけるＹ軸の正方向の主面１３１Ｂには、放射電極１２１Ｂが配置されている。また、誘電体基板１３０Ｂにおいて、Ｙ軸の負方向の主面１３２Ｂに近い位置には、領域ＲＧ１の全面にわたって、放射電極１２１Ｂに対向した接地電極ＧＮＤ２が配置されている。

[0033] 誘電体基板１３０Ｂの領域ＲＧ２におけるＺ軸の正方向の面には、平板形状の接続電極１５２が配置されている。接続電極１５２は、アンテナブロック１０７をメイン基板１０８にはめ込んだ状態において、メイン基板１０８側の主面１３１Ａに配置された接続電極１５１と接する位置に配置されている。接続電極１５１と接続電極１５２は、たとえば、はんだにより電気的に接続される。なお、接続電極１５１と接続電極１５２との間の電気的結合は、直接接続に限られず、電極同士を非接触とした容量結合としてもよい。

[0034] アンテナブロック１０７の放射電極１２１Ｂには、給電配線１４１Ｂを介して、ＲＦＩＣ１１０から高周波信号が伝達される。給電配線１４１Ｂは、ＲＦＩＣ１１０から、誘電体基板１３０Ａ、接続電極１５１，１５２および誘電体基板１３０Ｂを通過して、放射電極１２１Ｂの給電点ＳＰ１Ｂに接続される。図３の例においては、給電点ＳＰ１Ｂは、放射電極１２１Ｂの中心からＺ軸の負方向にオフセットした位置に配置されている。そのため、放射電極１２１Ｂからは、Ｚ軸方向を偏波方向とする電波がＹ軸の正方向に放射される。

[0035] 実施の形態１のアンテナモジュール１００においては、アンテナブロック１０７は、メイン基板１０８の放射電極１２１ＡからＹ軸方向に距離ｄ１の位置に配置されている。なお、放射電極１２１Ａから放射される電波の波長をλとすると、少なくとも距離ｄ１を０．０５λ以上に設定すると２方向へ

の電波の放射が可能である。アンテナブロック１０７の誘電体基板１３０Ｂの主面１３１Ｂは、誘電体基板１３０ＡのＹ軸の正方向の端部からは突出していない。言い換えれば、誘電体基板１３０Ａを法線方向（Ｚ軸方向）から平面視した場合に、アンテナブロック１０７の誘電体基板１３０Ｂは、誘電体基板１３０Ａの最外周の端部よりも内側になるように配置されている。

[0036] ２方向に電波を放射可能なアンテナモジュールを、上述した米国特許第１１１０８１５７号明細書（特許文献１）に開示されるような屈曲させた誘電体基板を用いて実現した場合、屈曲した側の一方の基板の他方基板からの突出量が大きくなりやすいため、さらなる低背化を行なう場合には寸法上の制限が生じ得る。また、２つの基板面をつなぐ屈曲部の位置および数が制限され、さらに当該屈曲部の誘電体厚みを薄くする必要があるため、屈曲部の機械的強度が十分に得られなかったり、複数の放射電極を用いる場合には給電配線の通過経路が確保できない状態となる可能性がある。

[0037] 一方で、本実施の形態１のアンテナモジュール１００においては、一方の放射電極１２１Ｂを別の誘電体基板１３０Ｂに配置したアンテナブロック１０７を用い、当該アンテナブロック１０７をメイン基板１０８の凹部１７０にはめ込むとともに、メイン基板１０８の主面１３１Ａ上でアンテナブロック１０７が固定されるように構成する。これにより、２つの誘電体基板１３０Ａ，１３０Ｂが重なった状態で面接触で固定されるため、さらなる低背化が実現できるとともに機械的強度を確保することができる。

[0038] さらに、アンテナブロック１０７を別個の誘電体基板で構成することができるため、誘電体厚み（すなわち、放射電極１２１Ｂと接地電極ＧＮＤ２との距離）を確保することができ、これによって放射される電波の周波数帯域などのアンテナ特性を向上させることができる。特に、アンテナブロック１０７の誘電体基板１３０Ｂの誘電率を、メイン基板１０８側の誘電体基板１３０Ａの誘電率よりも大きくすることで、同じ誘電率の誘電体基板で構成する場合よりも、放射電極１２１Ｂおよびアンテナブロック１０７全体のサイズを小さくすることができるので、さらなる低背化および小型化を図ること

ができる。

[0039] なお、上記の図２～図４においては、説明を容易にするために、放射素子として放射電極１２１，１２１Ｂのみが配置されたシングルバンドタイプのアンテナモジュールの構成について説明したが、図１のように各誘電体基板に異なるサイズの放射電極がスタック配置されたデュアルバンドタイプの構成についても、同様の構成が適用可能である。また、各放射電極から異なる２つの偏波方向に電波を放射可能な、デュアル偏波タイプのアンテナモジュールについても、上記の構成が適用可能である。

[0040] なお、実施の形態１における「放射素子１２５Ａ」および「放射素子１２５Ｂ」は、本開示における「第１放射素子」および「第２放射素子」にそれぞれ対応する。実施の形態１における「放射電極１２１Ａ」および「放射電極１２２Ａ」は、本開示における「第１素子」および「第２素子」にそれぞれ対応する。実施の形態１における「放射電極１２１Ｂ」および「放射電極１２２Ｂ」は、本開示における「第３素子」および「第４素子」にそれぞれ対応する。

[0041] 実施の形態１において、アレイアンテナの場合には、隣接した放射素子１２５Ａのうちの一方が本開示における「第１放射素子」に対応し、他方が本開示における「第３放射素子」に対応する。同様に、隣接した放射素子１２５Ｂのうちの一方が本開示における「第２放射素子」に対応し、他方が本開示における「第４放射素子」に対応する。実施の形態１における「Ｘ軸方向」は、本開示における「第１方向」および「第２方向」に対応する。実施の形態１における「Ｙ軸方向」は、本開示における「第３方向」に対応する。

[0042] 実施の形態１における「誘電体基板１３０Ａ」および「誘電体基板１３０Ｂ」は、本開示における「第１基板」および「第２基板」にそれぞれ対応する。実施の形態１における「主面１３１Ａ」および「主面１３２Ａ」は、本開示における「第１面」および「第２面」にそれぞれ対応する。実施の形態１における「領域ＲＧ１，ＲＧ２」は、本開示における「第１領域」および「第２領域」にそれぞれ対応する。実施の形態１における「接地電極ＧＮＤ

１，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。

[0043] （変形例）

変形例においては、アンテナブロックの別の構成について説明する。図５は、変形例のアンテナブロック１０７Ａを説明するための図である。図４と同様に、図５の上段（Ａ）は、アンテナブロック１０７ＡのＹ軸方向の面を正面とした場合の斜視図であり、図５の下段（Ｂ）は、アンテナブロック１０７ＡのＺ軸方向の面を正面とした場合の斜視図である。

[0044] 図５を参照して、アンテナブロック１０７Ａにおいては、図４のアンテナブロック１０７と比べると、メイン基板１０８の主面１３１Ａに固定するための領域ＲＧ２の構成が異なっている。より具体的には、アンテナブロック１０７Ａにおける誘電体基板１３０Ｂ１は、アンテナブロック１０７の領域ＲＧ２に代えて、放射電極１２１Ｂが配置される領域ＲＧ１の裏面（すなわち、Ｙ軸の負方向の主面）から突出した領域ＲＧ２Ａを有している。言い換えれば、誘電体基板１３０Ｂ１は、Ｘ軸方向から平面視すると略Ｌ字形状となっている。そして、領域ＲＧ２ＡのＺ軸の正方向の面に、接続電極１５２が配置されている。

[0045] アンテナブロック１０７Ａを、図２に示したメイン基板１０８に配置すると、凹部１７０からＳｉＰ１０５に向かう位置の主面１３１Ａにて、領域ＲＧ２Ａが誘電体基板１３０Ａに固定される。

[0046] 変形例のアンテナブロック１０７Ａを用いた場合においても、実施の形態１と同様に、機械的強度を確保しながら低背化を実現することができる。

[0047] なお、変形例における「誘電体基板１３０Ｂ１」は、本開示における「第２基板」に対応する。

[0048] ［実施の形態２］

実施の形態２においては、メイン基板１０８においてアンテナブロック１０７が異なる位置に配置される構成について説明する。

[0049] 図６は、実施の形態２に係るアンテナモジュール１００Ａの側面透視図で

ある。アンテナモジュール１００Ａにおいては、実施の形態１のアンテナモジュール１００と比べると、アンテナブロック１０７がメイン基板１０８の外側に張り出した位置に配置されている点が異なっている。なお、図６において、実施の形態１のアンテナモジュール１００と重複する構成に説明は繰り返さない。

[0050] 図６を参照して、アンテナモジュール１００Ａにおけるアンテナブロック１０７は、放射電極１２１ＡからＹ軸の正方向にｄ２（＞ｄ１）だけ離間した位置に配置されている。これにより、アンテナブロック１０７における誘電体基板１３０Ｂの一部が、メイン基板１０８の誘電体基板１３０ＡのＹ軸の正方向の端部（すなわち最外周の端部）よりも、Ｙ軸の正方向に突出している。

[0051] アンテナブロック１０７の誘電体基板１３０Ｂには、接地電極ＧＮＤ２が配置されている。そのため、放射電極１２１Ａと誘電体基板１３０Ｂとの間の距離が近いと、放射電極１２１Ａから誘電体基板１３０Ｂに向かうＹ軸方向を偏波方向とする電波については、放射電極１２１Ａから生じる電気力線が接地電極ＧＮＤ２に干渉し、アンテナ特性に影響を及ぼす可能性がある。

[0052] このような場合には、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａのように、アンテナブロック１０７の一部をメイン基板１０８から突出させるように配置して、放射電極１２１Ａと接地電極ＧＮＤ２との間の離隔距離を確保することによって、放射電極１２１Ａのアンテナ特性の低下を抑制することができる。

[0053] 図７は、実施の形態１のアンテナモジュール１００、および、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａにおけるメイン基板１０８側の放射電極１２１Ａのアンテナ特性を説明するための図である。図７においては、実施の形態１（左欄）および実施の形態２（右欄）についての、アンテナモジュールの概略構成図（上段）、放射電極１２１Ａのアンテナゲインのグラフ（中段）、ならびに、Ｚ軸方向におけるピークゲインの値（下段）が示されている。放射電極１２１Ａからは、Ｚ軸の正方向（図７中の矢印ＡＲ１の方向）

に電波が放射される。なお、図７の例においては、ｄ１＝０．４４［ｍｍ］であり、ｄ２＝０．９４［ｍｍ］である。

[0054] 図７に示されるように、実施の形態１の場合のピークゲインが３．２８［ｄＢｉ］であるのに対して、実施の形態２の場合のピークゲインが５．１６［ｄＢｉ］となっており、放射電極１２１Ａとアンテナブロック１０７との距離を大きくしたほうが、放射電極１２１Ａのゲイン特性が向上している。

[0055] ただし、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａの場合、Ｙ軸方向の寸法がアンテナモジュール１００に比べて大きくなるため、小型化の観点からは逆の効果となる。すなわち、アンテナ特性と小型化とがトレードオフの関係となっている。したがって、アンテナモジュール１００，１００Ａのいずれの構成を採用するかについては、要求される仕様を考慮して適宜選択される。

[0056] ［実施の形態３］

実施の形態３においては、アンテナブロック１０７側の放射素子のアンテナ特性を向上させる構成について説明する。

[0057] 図８は、実施の形態３に係るアンテナモジュール１００Ｂの側面透視図である。アンテナモジュール１００Ｂにおいては、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａのアンテナブロック１０７Ａが、アンテナブロック１０７Ｂに置き換わった構成となっている。アンテナモジュール１００Ｂのその他の構成はアンテナモジュール１００Ａと同様である。図８において、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａと重複する構成に説明は繰り返さない。

[0058] 図８を参照して、アンテナモジュール１００Ｂのアンテナブロック１０７Ｂにおいては、誘電体基板１３０Ｂ２のＺ軸方向の寸法が、アンテナブロック１０７の誘電体基板１３０Ｂよりも長くなっている。これにより、接地電極ＧＮＤ２のＺ軸方向の寸法も大きくなっている。そして、誘電体基板１３０Ｂ２は、メイン基板１０８の誘電体基板１３０Ａから、Ｚ軸の正方向および負方向に突出するように配置されている。言い換えれば、誘電体基板１３

０Ｂ２は、誘電体基板１３０Ａの主面１３１Ａ，１３２Ａから、法線方向であるＺ軸方向に突出している。

[0059] 一般的にパッチアンテナにおいては、放射電極に対向して配置される接地電極の面積が十分に大きいと、良好なアンテナ特性が得られることが知られている。接地電極の面積が小さい場合には、放射電極から生じた電気力線が接地電極の裏面側に回り込んでしまい、誘電体基板の側面側および裏面側への放射成分が増加してアンテナゲインの低下の要因になり得る。

[0060] 本実施の形態のアンテナモジュールにおいては、図４に示されるように、低背化を図るために、アンテナブロックの誘電体基板のＺ軸方向の寸法が、Ｘ軸方向に比べて極端に短くされている。そのため、Ｚ軸方向を偏波方向とする電波については、Ｘ軸方向を偏波方向とする電波に比べてアンテナ特性が低下しやすい。

[0061] したがって、Ｚ軸方向を偏波方向とする電波のアンテナ特性が所望の要求特性に満たない場合には、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ｂのように、誘電体基板１３０Ｂ２のＺ軸方向の寸法を大きくすることで、アンテナ特性を調整することができる。

[0062] ただし、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ｂの場合には、アンテナモジュール１００Ａに比べると、アンテナモジュール１００Ｂ全体のＺ軸方向の寸法が大きくなってしまうため、小型化の観点からは逆の効果となる。したがって、アンテナモジュール１００Ａ，１００Ｂのいずれの構成を採用するかについては、要求される仕様を考慮して適宜選択される。

[0063] 図９は、実施の形態２のアンテナモジュール１００Ａ、および、実施の形態３のアンテナモジュール１００Ｂにおけるアンテナブロック側の放射素子のアンテナ特性を説明するための図である。図９においても、図７と同様に、実施の形態２（左欄）および実施の形態３（右欄）についての、アンテナモジュールの概略構成図（上段）、放射電極１２１Ｂのアンテナゲインのグラフ（中段）、ならびに、Ｙ軸方向におけるピークゲインの値（下段）が示されている。放射電極１２１Ｂからは、Ｙ軸の正方向（図９中の矢印ＡＲ２

の方向）に電波が放射される。

[0064] 図９に示されるように、実施の形態２の場合のピークゲインが２．２３［ｄＢｉ］であるのに対して、実施の形態３の場合のピークゲインが２．５７［ｄＢｉ］となっており、アンテナブロック１０７Ｂにおける接地電極ＧＮＤ２の面積をＺ軸方向に拡大することによって、放射電極１２１Ｂのゲイン特性が向上している。

[0065] ［実施の形態４］

実施の形態４においては、アンテナブロックから放射される電波の方向を異ならせた構成について説明する。

[0066] 図１０は、実施の形態４に係るアンテナモジュール１００Ｃの側面透視図である。アンテナモジュール１００Ｃにおいては、実施の形態１のアンテナモジュール１００におけるアンテナブロック１０７が、アンテナブロック１０７Ｃに置き換わった構成となっている。また、アンテナモジュール１００Ｃにおいては、メイン基板１０８において、放射電極１２２Ａおよび給電配線１４２Ａが追加された構成となっている。アンテナモジュール１００Ｃのその他の構成はアンテナモジュール１００と同様である。図１０において、アンテナモジュール１００と重複する要素の説明は繰り返さない。

[0067] 図１０を参照して、メイン基板１０８においては、誘電体基板１３０Ａにおける放射電極１２１Ａと接地電極ＧＮＤ１との間の層に、放射電極１２２Ａが、放射電極１２１Ａに対向して配置されている。放射電極１２２Ａには、給電配線１４２Ａを介してＲＦＩＣ１１０から高周波信号が伝達される。給電配線１４２Ａは、ＲＦＩＣ１１０から接地電極ＧＮＤ１を貫通して、放射電極１２２Ａの給電点ＳＰ２Ａに接続されている。放射電極１２１Ａ，１２２Ａからは、矢印ＡＲ１で示されるＺ軸の正方向に電波が放射される。

[0068] アンテナブロック１０７Ｃは、誘電体基板１３０Ｂ３と、放射電極１２１Ｂ，１２２Ｂと、接地電極ＧＮＤ２Ａとを含む。誘電体基板１３０Ｂ２は、Ｘ軸方向から平面視した場合に、矩形形状の一部の角が切り取られた断面となっている。より具体的には、誘電体基板１３０Ｂ２は、Ｙ軸の正方向とＺ

軸の負方向の間の斜め方向を法線方向とする主面１３３Ｂを有する形状となっている。

[0069] 放射電極１２１Ｂ，１２２Ｂは、誘電体基板１３０Ｂ３において、主面１３３Ｂに平行となるように配置されている。また、接地電極ＧＮＤ２Ａは、主面１３３Ｂと平行な面を有する金属体である。接地電極ＧＮＤ２Ａは、たとえば、主面１３３Ｂに平行な複数の平板電極を積層し、これらの平板電極同士を１つ以上のビアで接続した構成とすることができる。放射電極１２２Ｂは、放射電極１２１Ｂと接地電極ＧＮＤ２Ａとの間に、放射電極１２１Ｂに対向して配置されている。

[0070] 放射電極１２１Ｂ，１２２Ｂには、それぞれ給電配線１４１Ｂ，１４２Ｂを介して、ＲＦＩＣ１１０からの高周波信号が伝達される。給電配線１４１Ｂは、ＲＦＩＣ１１０から、誘電体基板１３０Ａ、および、対応する接続電極１５１，１５２を通り、誘電体基板１３０Ｂ３内において接地電極ＧＮＤ２Ａおよび放射電極１２２Ｂを貫通して、放射電極１２１Ｂの給電点ＳＰ１Ｂに接続される。給電配線１４２Ｂは、ＲＦＩＣ１１０から、誘電体基板１３０Ａ、および、対応する接続電極１５１，１５２を通り、誘電体基板１３０Ｂ３内において接地電極ＧＮＤ２Ａを貫通して、放射電極１２２Ｂの給電点ＳＰ２Ｂに接続される。

[0071] このような構成とすることによって、アンテナブロック１０７Ｃからは、図１０の矢印ＡＲ３の方向に電波が放射される。なお、アンテナブロック１０７Ｃの放射素子１２５Ｂ（放射電極１２１Ｂ，１２２Ｂ）から放射される電波の放射方向すなわち放射素子１２５Ｂの法線方向（矢印ＡＲ３）と、メイン基板１０８の放射素子１２５Ａ（放射電極１２１Ａ，１２２Ａ）から放射される電波の放射方向すなわち放射素子１２５Ａの法線方向（矢印ＡＲ１）とのなす角は、９０°より大きく１８０°よりも小さい。アンテナモジュール１００Ｃにおいては、実施の形態１のアンテナモジュール１００と比べて、アンテナモジュール全体から放射される電波のカバレッジ範囲を拡大することができる。

[0072] なお、接地電極ＧＮＤ２Ａにおいて、放射電極１２２Ｂに対向する部分の一部に凹部を形成し、放射電極１２２Ｂと接地電極ＧＮＤ２Ａとの間の誘電体層の厚みを厚くしてもよい。このような構成とすることによって、放射される電波の帯域幅を拡大することができる。

[0073] ［実施の形態５］

実施の形態１のアンテナモジュール１００においては、メイン基板１０８における誘電体基板１３０Ａの一方の長辺に沿ってアンテナブロック１０７を配置し、アンテナブロック１０７を用いて一方向に電波を放射する構成について説明した。実施の形態５においては、アンテナブロックを用いて２つの方向に電波を放射する構成について説明する。

[0074] 図１１は、実施の形態５に係るアンテナモジュール１００Ｄの斜視図である。アンテナモジュール１００Ｄにおいては、誘電体基板１３０Ａにおける Ｘ軸の正方向の端部に、アンテナブロック１０７Ｄがさらに配置された構成を有している。すなわち、Ｙ軸およびＺ軸の正方向への電波の放射に加えて、アンテナブロック１０７ＤからＸ軸の正方向へも電波を放射することができる。

[0075] なお、アンテナモジュール１００Ｄの例においては、アンテナブロック１０７に供給する高周波信号の一部が分岐されて、アンテナブロック１０７Ｄに供給される。このような構成とすることによって、より広範囲に電波を放射することができるため、総放射電力（ＴＲＰ：Total Radiation Power）を維持するとともに、誘電体基板１３０ＡのＸ軸方向の寸法の増大を抑制しつつ、等価等方放射電力（ＥＩＲＰ：Equivalent Isotopically Radiated Power）および放射電力の累積分布関数（ＣＤＦ：Cumulative Distribution Function）を改善することができる。

[0076] （変形例）

変形例においては、誘電体基板１３０ＡのＸ軸の負方向の端部にさらにアンテナブロックを配置する構成について説明する。

[0077] 図１２は、変形例のアンテナモジュール１００Ｅの斜視図である。アンテ

ナモジュール１００Ｅにおいては、実施の形態５のアンテナモジュール１００Ｄと同様に誘電体基板１３０ＡのＸ軸の正方向の端部にはアンテナブロック１０７Ｄが配置され、さらに、Ｘ軸の負方向の端部にはアンテナブロック１０７Ｅが配置されている。アンテナブロック１０７Ｅからは、Ｘ軸の負方向に向かって電波が放射される。

[0078] なお、アンテナモジュール１００Ｅにおいては、誘電体基板１３０Ａの長辺方向に沿って配置されたアンテナブロック１０７が１つ削除されて４つとなっている。言い換えれば、アンテナモジュール１００Ｄにおけるアンテナブロック１０７の１つの位置を、Ｘ軸の負方向の端部に変更した構成となっている。これに加えて、アンテナモジュール１００Ｅにおいては、ＳｉＰモジュール１０５ＥのＸ軸方向の寸法がアンテナモジュール１００の場合よりも短く小型化され、それによって誘電体基板１３０ＡのＸ軸方向の全体の寸法が短くなっている。

[0079] このような構成とすることによって、Ｘ軸の負方向への電波の放射も可能となるため、より広範囲に電波を放射することができる。したがって、ＴＲＰを維持しながら、ＥＩＲＰおよびＣＤＦを改善することができる。

[0080] ［態様］

（第１項）一態様に係るアンテナモジュールは、平板形状の第１放射素子が配置された第１基板と、平板形状の第２放射素子が配置された第２基板とを備える。第１基板は、互いに対向する第１面および第２面を有する。第１放射素子は、第１基板において第２面上、または、第１面と第２面との間の位置に配置されている。第１基板の第１面には、第１面の法線方向に凹んだ凹部が形成されている。第２基板は、凹部の内部に入り込むように配置された第１領域と、第１基板の第１面上に接する第２領域とを含む。第２放射素子の法線方向は、第１放射素子の法線方向とは異なる。

[0081] （第２項）第１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第２基板は、第２領域に配置され、第１基板との間で電気的な接続を可能とするための接続電極とを含む。上記接続電極を介して、第２放射素子に高周波信号が伝達さ

れる。

[0082] （第３項）第１項または第２項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１基板の法線方向から平面視した場合に、第２基板の少なくとも一部は、第１基板の最外周の端部よりも外側に突出している。

[0083] （第４項）第１項～第３項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第２基板は第１面から第１基板の法線方向に突出している。

[0084] （第５項）第４項に記載のアンテナモジュールにおいて、第２基板は、第２面から第１基板の法線方向に突出している。

[0085] （第６項）第１項～第５項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、凹部は、第１基板の側面まで形成されている。

[0086] （第７項）第１項～第６項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第２放射素子の法線方向は、第１放射素子の法線方向と直交している。

[0087] （第８項）第１項～第６項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第２放射素子の法線方向と、第１放射素子の法線方向とのなす角は、９０°より大きく１８０°よりも小さい。

[0088] （第９項）第１項～第８項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第１基板において第１面と第１放射素子との間に配置された第１接地電極と、第２基板において第２放射素子に対向して配置された第２接地電極とをさらに備える。

[0089] （第１０項）第１項～第９項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１放射素子および第２放射素子の各々は、異なる２つの偏波方向の電波を放射可能である。

[0090] （第１１項）第１項～第１０項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１放射素子は、互いに対向して配置され、第１周波数帯域の電波を放射可能な第１素子と、第１素子よりも低い第２周波数帯域の電波を放射可能な第２素子とを含む。

[0091] （第１２項）第１項～第１１項のいずれか１項に記載のアンテナモジュー

ルにおいて、第２放射素子は、互いに対向して配置され、第３周波数帯域の電波を放射可能な第３素子と、第３素子よりも低い第４周波数帯域の電波を放射可能な第４素子とを含む。

[0092] （第１３項）第１項～第１２項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第１放射素子および第２放射素子に高周波信号を供給する給電装置をさらに備える。

[0093] （第１４項）第１３項に記載のアンテナモジュールにおいて、給電装置は第１面に配置される。

[0094] （第１５項）第１項に記載のアンテナモジュールは、給電装置と、給電配線とをさらに備える。給電装置は、第１放射素子および第２放射素子に高周波信号を供給する。給電配線は、給電装置から第２放射素子に高周波信号を伝達する。記第２基板は、第２領域に配置され、第１基板との間で電気的な接続を可能とするための接続電極とを含む。給電配線は、第１基板を通り、接続電極を介して第２放射素子に接続される。

[0095] （第１６項）第１項～第１５項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、平板形状の第３放射素子が配置された第３基板をさらに備える。第３基板は、第２基板に対して第１方向に隣接して配置されている。第３放射素子の法線方向は、第２放射素子の法線方向と同じである。

[0096] （第１７項）第１６項に記載のアンテナモジュールは、第１基板において、第１放射素子に対して第１方向に隣接して配置された、平板形状の第４放射素子をさらに備える。

[0097] （第１８項）第１項～第１７項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第１領域から第１放射素子に向かう方向に直交し、かつ、第１面に沿った方向を第２方向とすると、第２領域は、第１領域から第２方向に延在している。

[0098] （第１９項）第１項～第１７項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールにおいて、第２領域は、第１領域から第１放射素子に向かう第３方向に延在している。

[0099] （第２０項）第１項～第１９項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールは、第１面に配置され、外部機器と電気的に接続するためのコネクタをさらに備える。

[0100] （第２１項）第１項～第２０項のいずれか１項に記載のアンテナモジュールを搭載した、通信装置。

[0101] 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

[0102] １０　通信装置、１００，１００Ａ～１００Ｅ　アンテナモジュール、１０５，１０５Ｅ　ＳｉＰモジュール、１０６　コネクタ、１０７，１０７Ａ～１０７Ｅ　アンテナブロック、１０８　メイン基板、１１０Ａ～１１０Ｄ　給電回路、１１０　ＢＢＩＣ、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／分配器、１１８　ミキサ、１１９　増幅回路、１２０　アンテナ装置、１２１，１２１Ａ，１２１Ｂ，１２２Ａ，１２２Ｂ　放射電極、１２５Ａ，１２５Ｂ　放射素子、１３０Ａ，１３０Ｂ，１３０Ｂ１～１３０Ｂ３　誘電体基板、１３１Ａ，１３１Ｂ，１３２Ａ，１３３Ｂ　主面、１４１Ａ，１４１Ｂ，１４２Ａ，１４２Ｂ　給電配線、１５１，１５２　接続電極、１７０　凹部、２００　ＢＢＩＣ、ＧＮＤ１，ＧＮＤ２，ＧＮＤ２Ａ　接地電極、ＳＰ１Ｂ，ＳＰ１Ａ，ＳＰ２Ｂ，ＳＰ２Ａ　給電点。

請求の範囲

[請求項1] 互いに対向する第１面および第２面を有し、平板形状の第１放射素子が配置された第１基板と、

平板形状の第２放射素子が配置された第２基板とを備え、

前記第１放射素子は、前記第１基板において前記第２面上、または、前記第１面と前記第２面との間の位置に配置されており、

前記第１基板の前記第１面には、前記第１面の法線方向に凹んだ凹部が形成されており、

前記第２基板は、

前記凹部の内部に入り込むように配置された第１領域と、

前記第１基板の前記第１面上に接する第２領域とを含み、

前記第２放射素子の法線方向は、前記第１放射素子の法線方向とは異なる、アンテナモジュール。

[請求項2] 前記第２基板は、前記第２領域に配置され、前記第１基板との間で電気的な接続を可能とするための接続電極とを含み、

前記接続電極を介して、前記第２放射素子に高周波信号が伝達される、請求項１に記載のアンテナモジュール。

[請求項3] 前記第１基板の法線方向から平面視した場合に、前記第２基板の少なくとも一部は、前記第１基板の最外周の端部よりも外側に突出している、請求項１または２に記載のアンテナモジュール。

[請求項4] 前記第２基板は、前記第１面から前記第１基板の法線方向に突出している、請求項１～３のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項5] 前記第２基板は、前記第２面から前記第１基板の法線方向に突出している、請求項４に記載のアンテナモジュール。

[請求項6] 前記凹部は、前記第１基板の側面まで形成されている、請求項１～５のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項7] 前記第２放射素子の法線方向は、前記第１放射素子の法線方向と直交している、請求項１～６のいずれか１項に記載のアンテナモジュー

ル。

[請求項8] 前記第２放射素子の法線方向と、前記第１放射素子の法線方向とのなす角は、９０°より大きく１８０°よりも小さい、請求項１～６のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項9] 前記第１基板において、前記第１面と前記第１放射素子との間に配置された第１接地電極と、

前記第２基板において、前記第２放射素子に対向して配置された第２接地電極とをさらに備える、請求項１～８のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項10] 前記第１放射素子および前記第２放射素子の各々は、異なる２つの偏波方向の電波を放射可能である、請求項１～９のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項11] 前記第１放射素子は、互いに対向して配置され、第１周波数帯域の電波を放射可能な第１素子と、前記第１素子よりも低い第２周波数帯域の電波を放射可能な第２素子とを含む、請求項１～１０のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項12] 前記第２放射素子は、互いに対向して配置され、第３周波数帯域の電波を放射可能な第３素子と、前記第３素子よりも低い第４周波数帯域の電波を放射可能な第４素子とを含む、請求項１～１１のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項13] 前記第１放射素子および前記第２放射素子に高周波信号を供給する給電装置をさらに備える、請求項１～１２のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項14] 前記給電装置は、前記第１面に配置される、請求項１３に記載のアンテナモジュール。

[請求項15] 前記第１放射素子および前記第２放射素子に高周波信号を供給する給電装置と、

前記給電装置から前記第２放射素子に高周波信号を伝達するための

給電配線とをさらに備え、

前記第２基板は、前記第２領域に配置され、前記第１基板との間で電気的な接続を可能とするための接続電極とを含み、

前記給電配線は、前記第１基板を通り、前記接続電極を介して前記第２放射素子に接続される、請求項１に記載のアンテナモジュール。

[請求項16] 平板形状の第３放射素子が配置された第３基板をさらに備え、

前記第３基板は、前記第２基板に対して第１方向に隣接して配置されており、

前記第３放射素子の法線方向は、前記第２放射素子の法線方向と同じである、請求項１～１５のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項17] 前記第１基板において、前記第１放射素子に対して前記第１方向に隣接して配置された、平板形状の第４放射素子をさらに備える、請求項１６に記載のアンテナモジュール。

[請求項18] 前記第１領域から前記第１放射素子に向かう方向に直交し、かつ、前記第１面に沿った方向を第２方向とすると、

前記第２領域は、前記第１領域から前記第２方向に延在している、請求項１～１７のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項19] 前記第２領域は、前記第１領域から前記第１放射素子に向かう第３方向に延在している、請求項１～１７のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[請求項20] 前記第１面に配置され、外部機器と電気的に接続するためのコネクタをさらに備える、請求項１～１９のいずれか１項に記載のアンテナモジュール。

[図1]

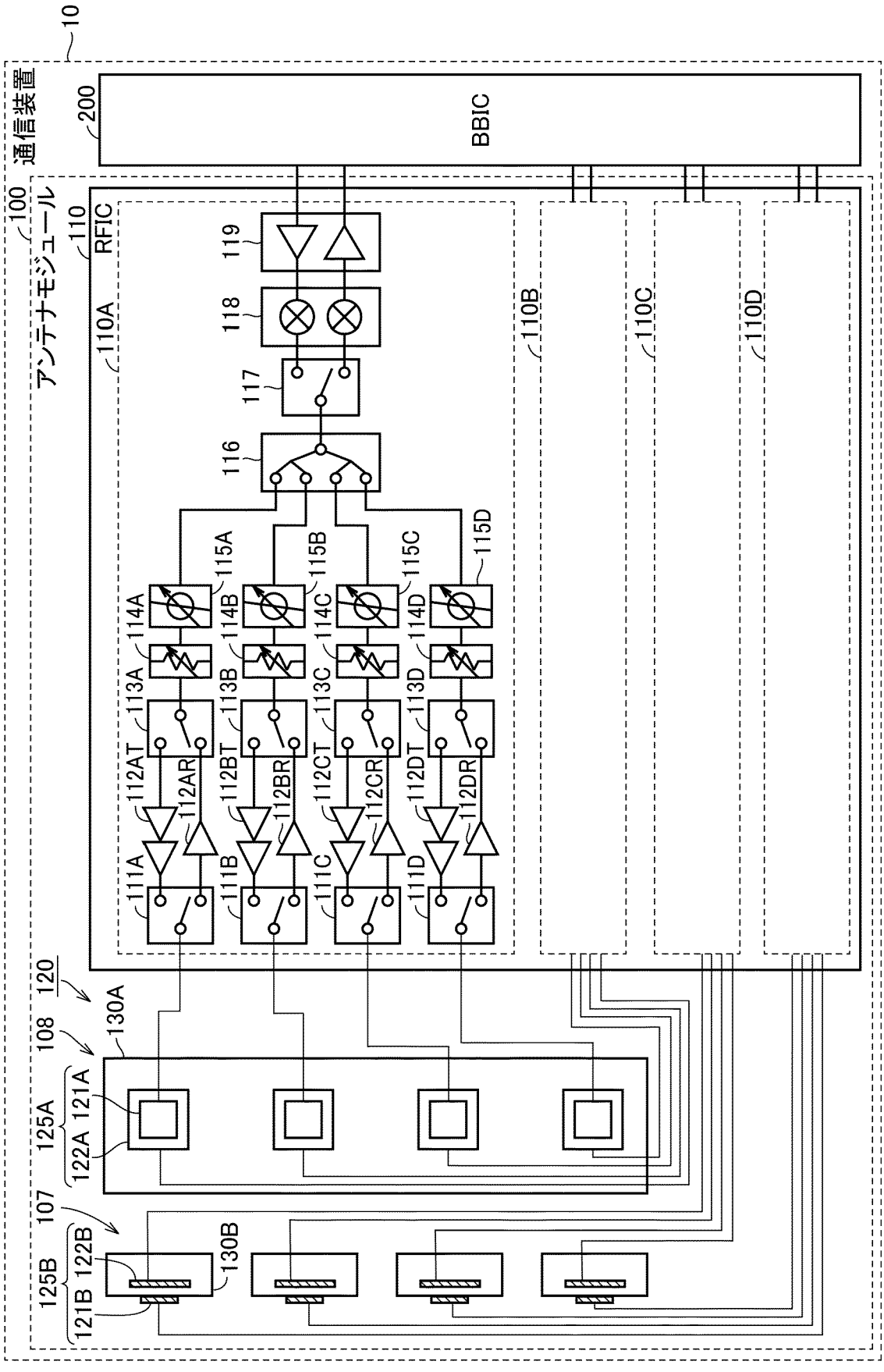

10
通信装置
200
BBIC
100
アンテナモジュール
110
RFIC
110A
110B
110C
110D
119
118
117
116
115A
115B
115C
115D
114A
114B
114C
114D
113A
113B
113C
113D
112AT
112AR
112BT
112BR
112CT
112CR
112DT
112DR
111A
111B
111C
111D
120
108
130A
125A
121A
122A
107
125B
122B
121B
130B

FIG.1

[図2]

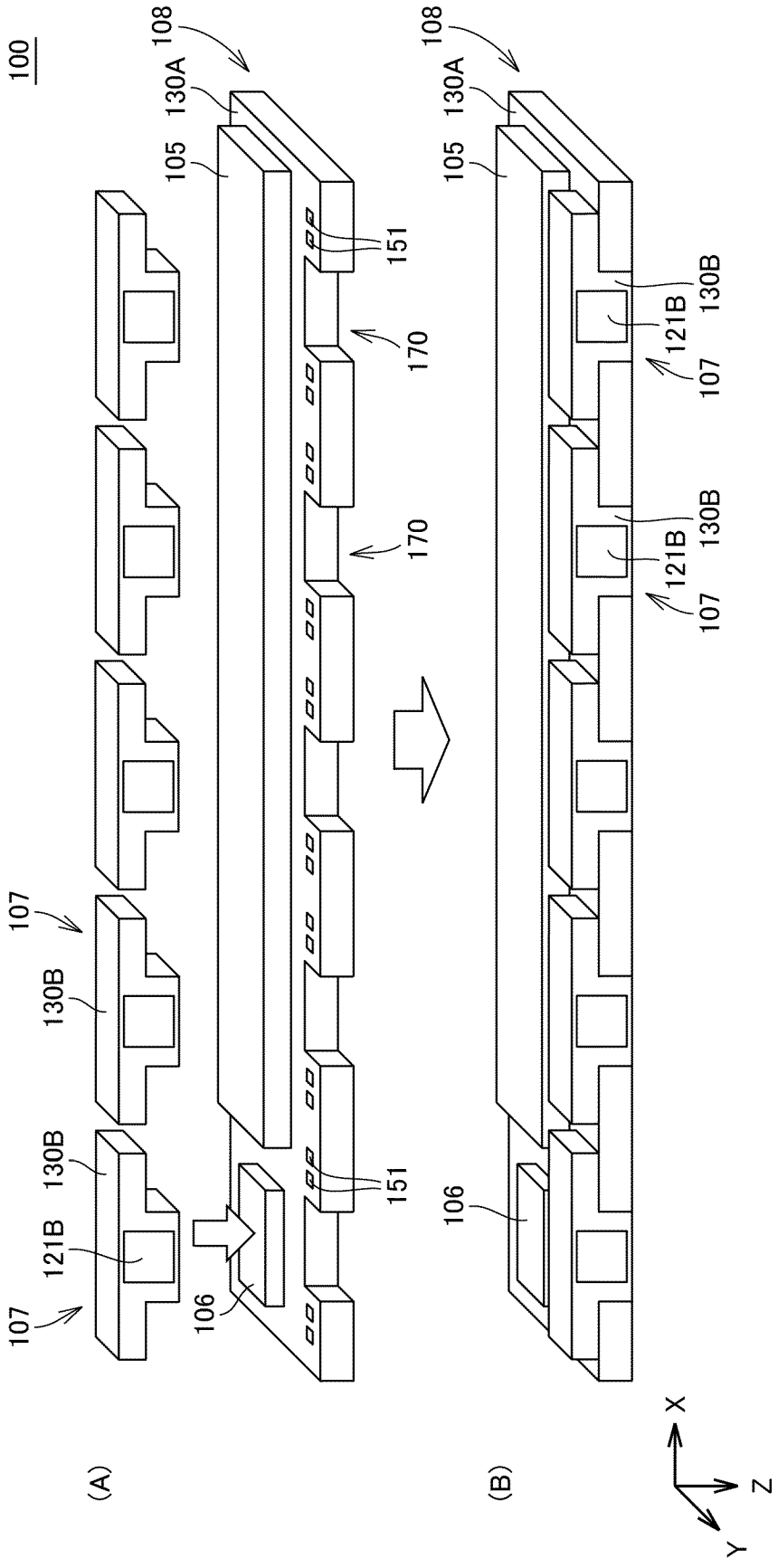
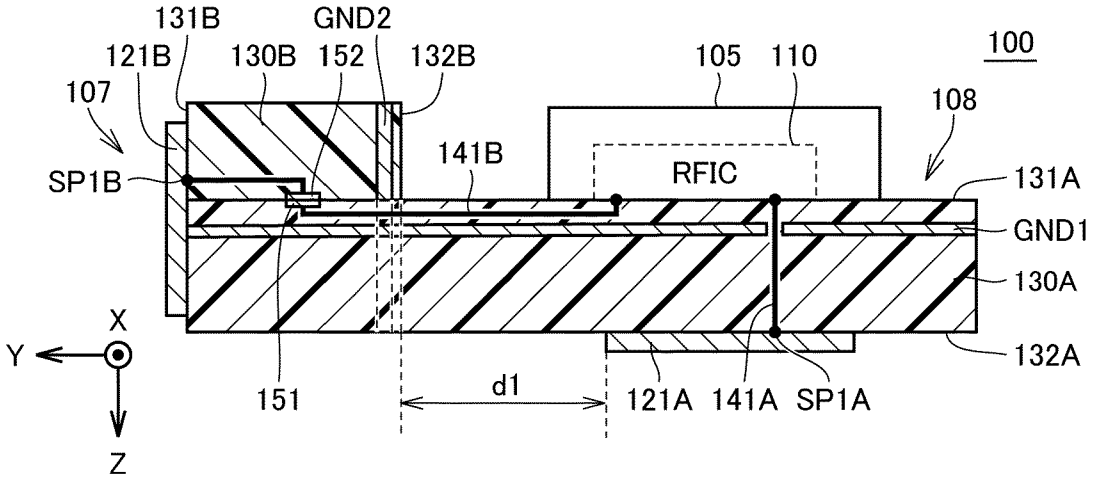


FIG.2

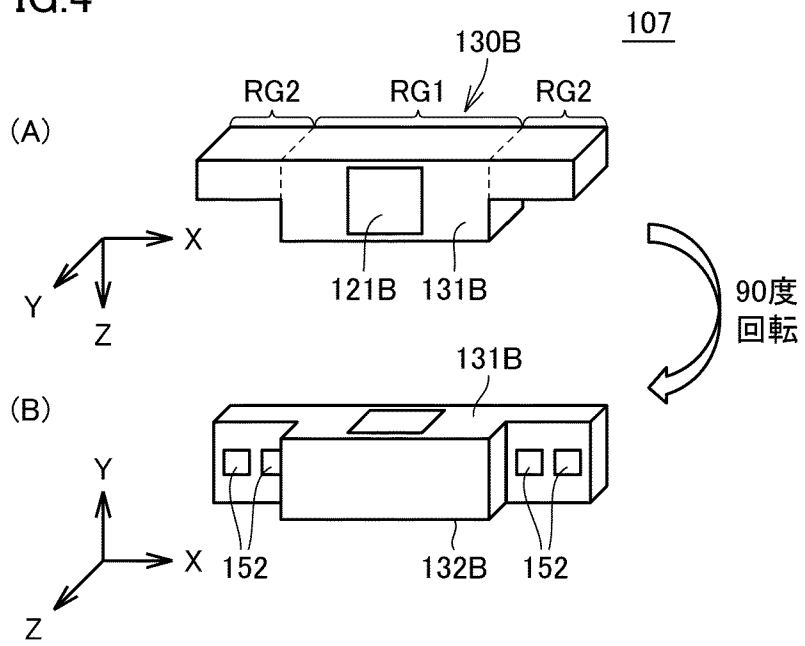
[図3]

FIG.3



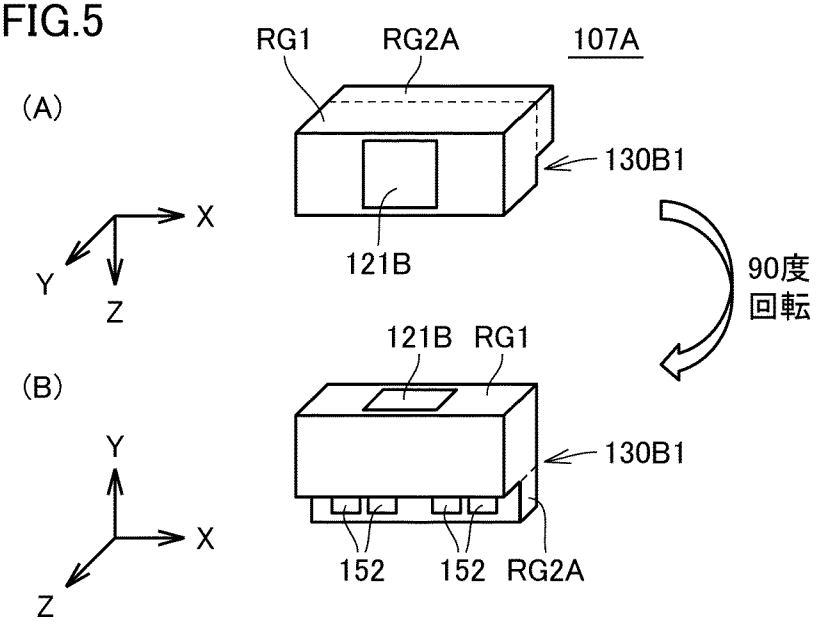
[図4]

FIG.4



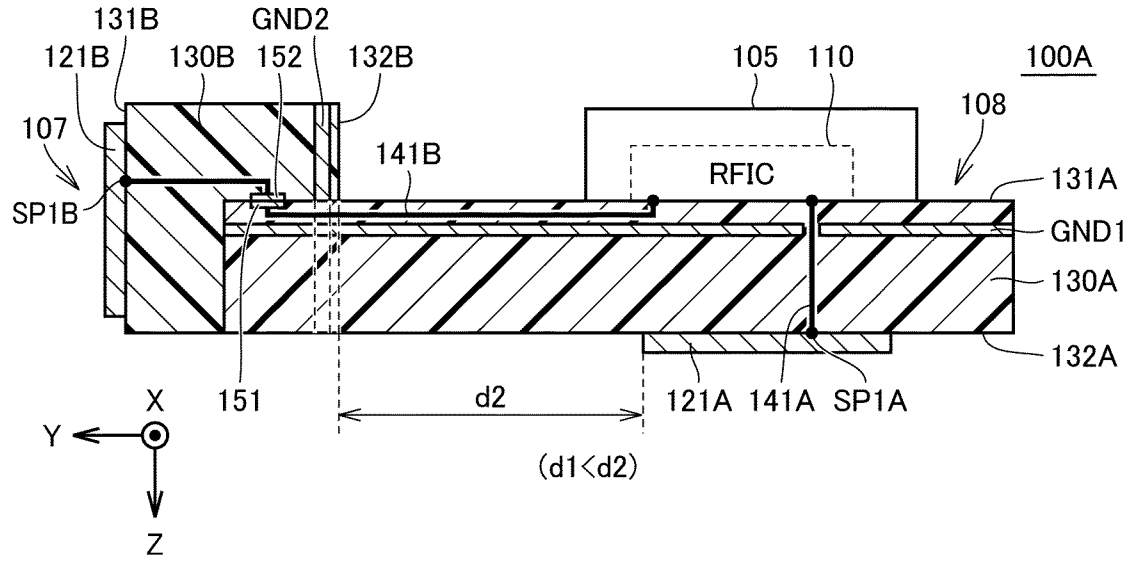
[図5]

FIG.5



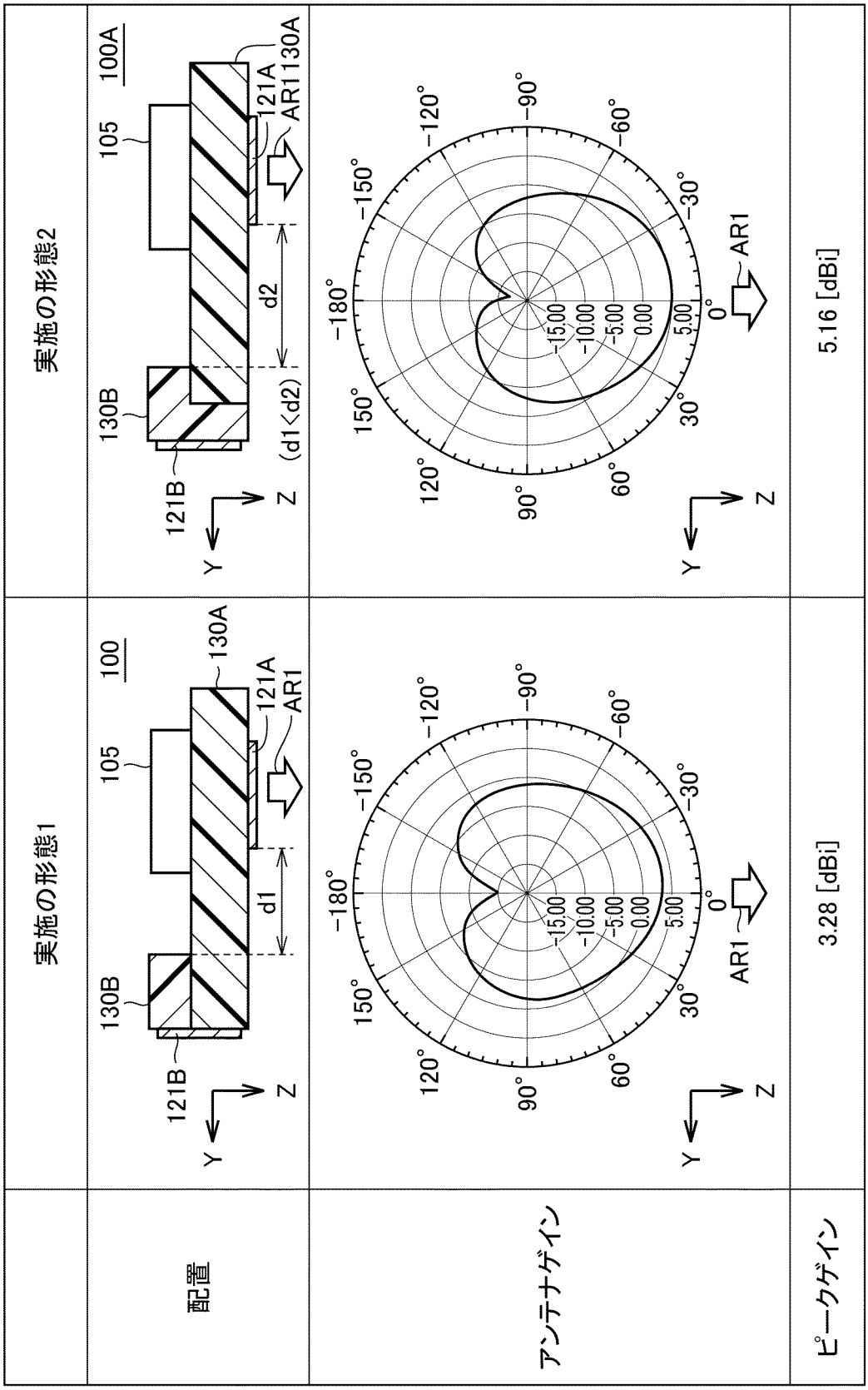
[図6]

FIG.6



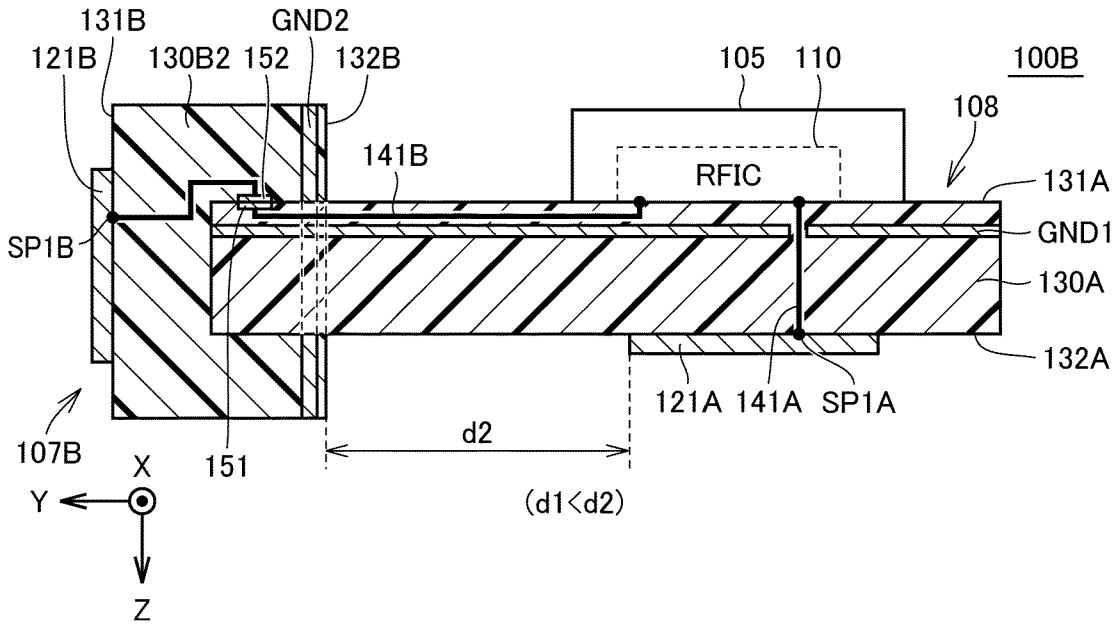
[図7]

FIG.7


実施の形態1
実施の形態2
配置
アンテナゲイン
ピークゲイン
100
100A
105
130A
130B
121A
121B
AR1
AR1130A
d1
d2
(d1<d2)
Y
Z
-180°
-150°
-120°
-90°
-60°
-30°
0°
30°
60°
90°
120°
150°
-15.00
-10.00
-5.00
0.00
5.00
3.28 [dBi]
5.16 [dBi]

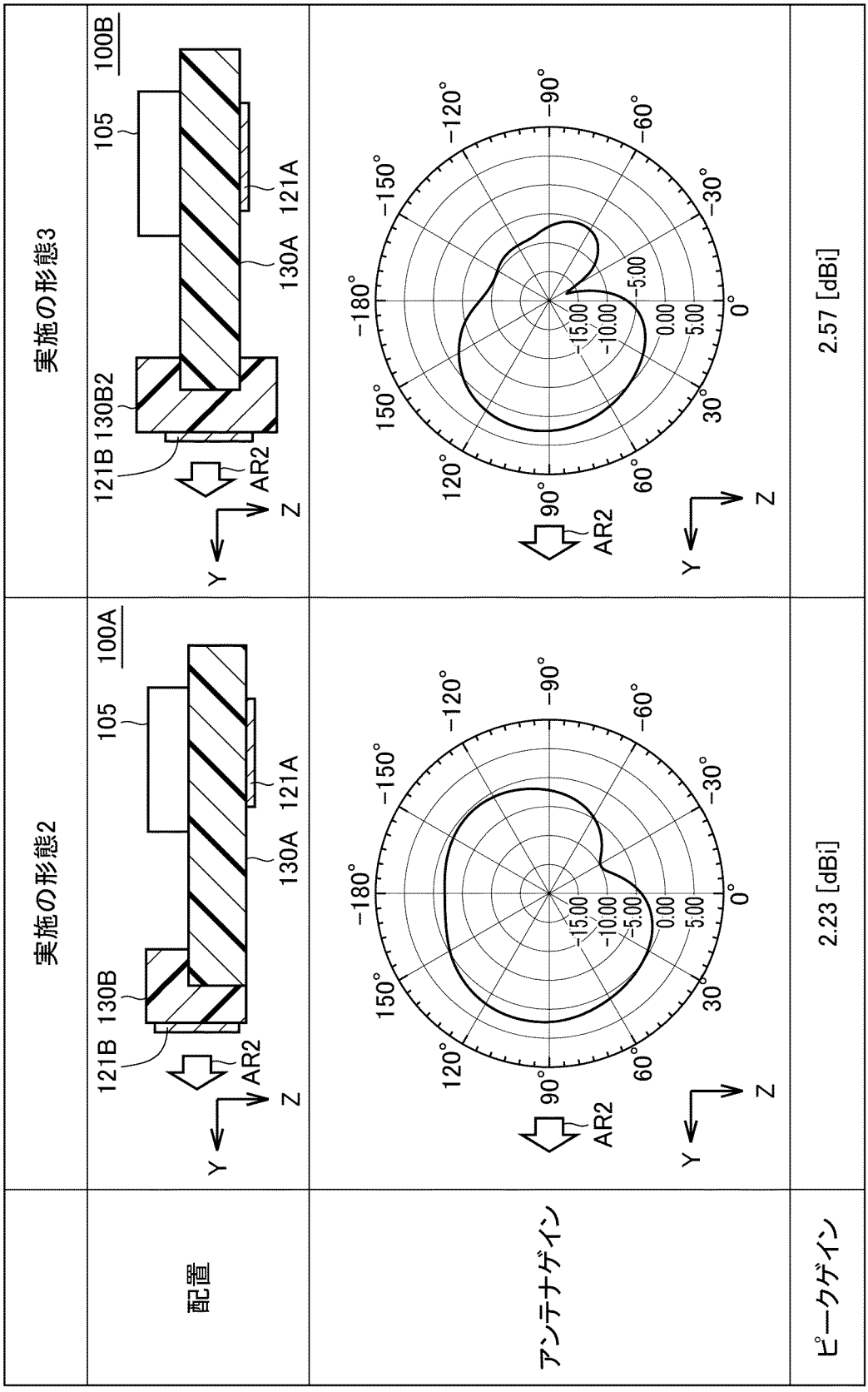
[図8]

FIG.8


131B
121B
130B2
152
GND2
132B
105
110
100B
108
141B
RFIC
131A
GND1
SP1B
130A
132A
121A
141A
SP1A
107B
151
d2
(d1<d2)
X
Y
Z

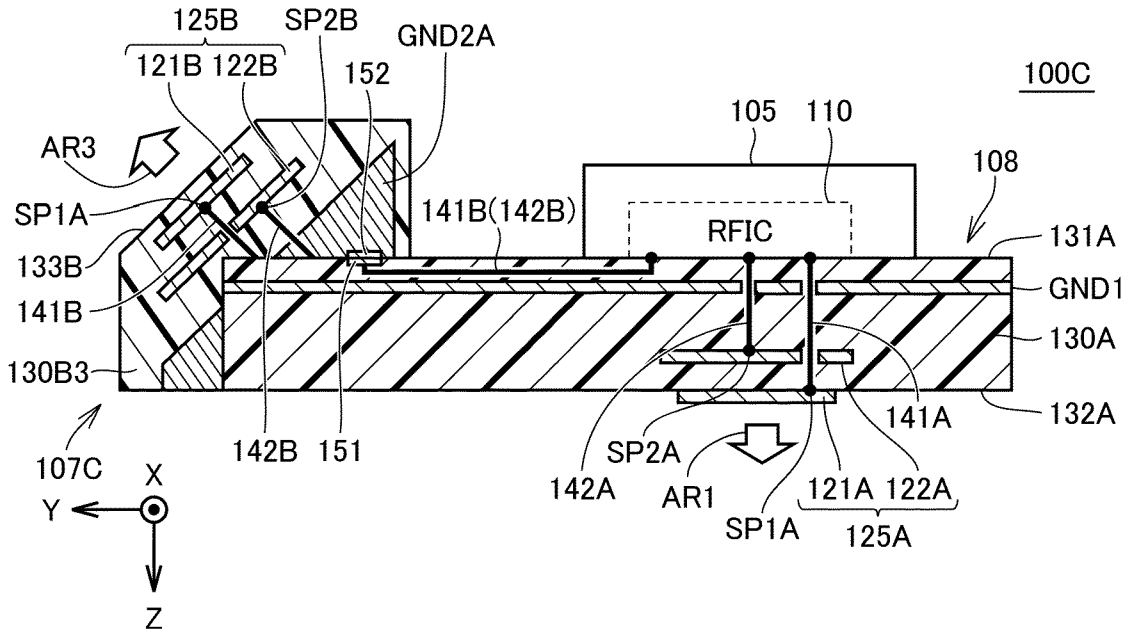
[図9]

FIG.9


実施の形態2
実施の形態3
配置
アンテナゲイン
ピークゲイン
100A
100B
105
121A
130A
130B
121B
130B2
AR2
Y
Z
-180°
-150°
-120°
-90°
-60°
-30°
0°
30°
60°
90°
120°
150°
-15.00
-10.00
-5.00
0.00
5.00
2.23 [dBi]
2.57 [dBi]

[図10]

FIG.10


125B
121B 122B
SP2B
GND2A
152
100C
105
110
AR3
108
SP1A
141B(142B)
RFIC
131A
133B
GND1
141B
130A
130B3
141A
132A
107C
142B
151
SP2A
142A
AR1
121A 122A
SP1A
125A
X
Y
Z

[図11]

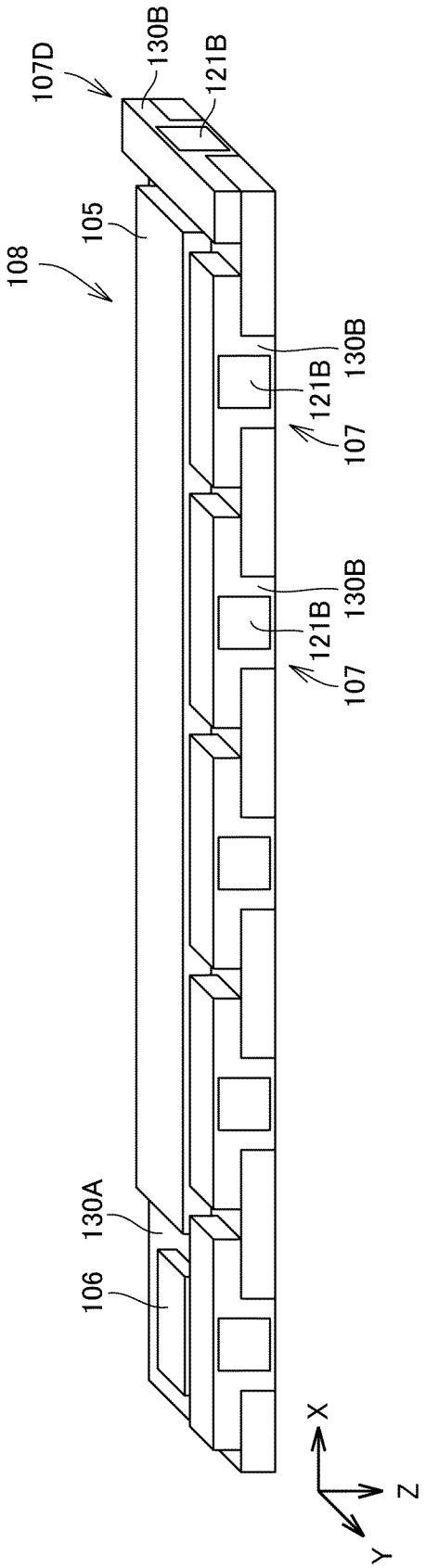

100D
107D
130B
121B
105
108
121B
130B
107
121B
130B
107
130A
106
X
Z
Y

FIG.11

[図12]

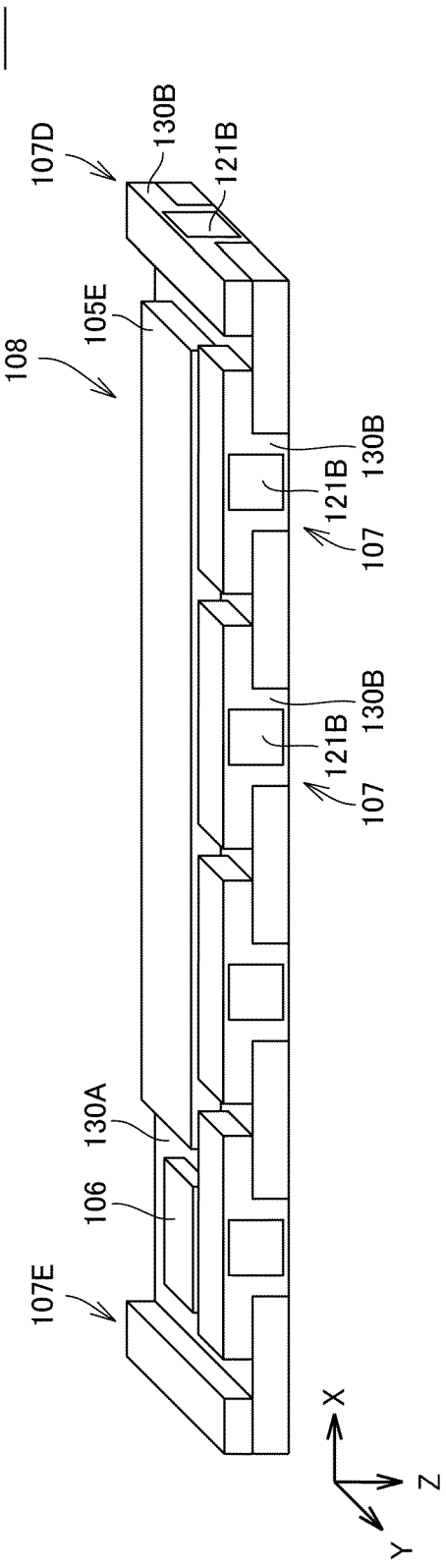

100E
107D
130B
121B
105E
108
121B
130B
107
121B
130B
107
130A
106
107E
X
Z
Y

FIG.12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/005375

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 21/28(2006.01)i; ***H01Q 1/52***(2006.01)i; ***H01Q 13/08***(2006.01)i; ***H01Q 21/24***(2006.01)i; ***H01Q 21/30***(2006.01)i; ***H01Q 23/00***(2006.01)i
FI: H01Q21/28; H01Q1/52; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q21/30; 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)

H01Q21/28; H01Q1/52; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q21/30; 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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/170722 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 27 August 2020 (2020-08-27) paragraphs [0013]-[0030], fig. 1, 2	1-20
Y	JP 2010-245893 A (MURATA MANUFACTURING CO) 28 October 2010 (2010-10-28) paragraphs [0011]-[0016], fig. 2	1-20

☐ 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	Date of mailing of the international search report
14 April 2023	**25 April 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/005375

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/170722 A1	27 August 2020	US 2021/0028546 A1 paragraphs [0056]-[0075], fig. 1, 2 KR 10-2020-0103844 A CN 113540776 A	
JP 2010-245893 A	28 October 2010	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/005375

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01Q 21/28(2006.01)i; H01Q 1/52(2006.01)i; H01Q 13/08(2006.01)i; H01Q 21/24(2006.01)i; H01Q 21/30(2006.01)i; H01Q 23/00(2006.01)i
FI: H01Q21/28; H01Q1/52; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q21/30; 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））

H01Q21/28; H01Q1/52; H01Q13/08; H01Q21/24; H01Q21/30; 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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	WO 2020/170722 A1 (株式会社村田製作所) 27.08.2020 (2020-08-27) 段落 [0013]-[0030], 図1, 2	1-20
Y	JP 2010-245893 A (株式会社村田製作所) 28.10.2010 (2010-10-28) 段落 [0011]-[0016], 図2	1-20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
14.04.2023	25.04.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
白井　亮 5K 3363
電話番号 03-3581-1101 内線 3556

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/005375

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/170722 A1	27.08.2020	US 2021/0028546 A1 段落 [0056]-[0075], 図1, 2 KR 10-2020-0103844 A CN 113540776 A	
JP 2010-245893 A	28.10.2010	（ファミリーなし）	