

(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
2019年1月17日(17.01.2019)



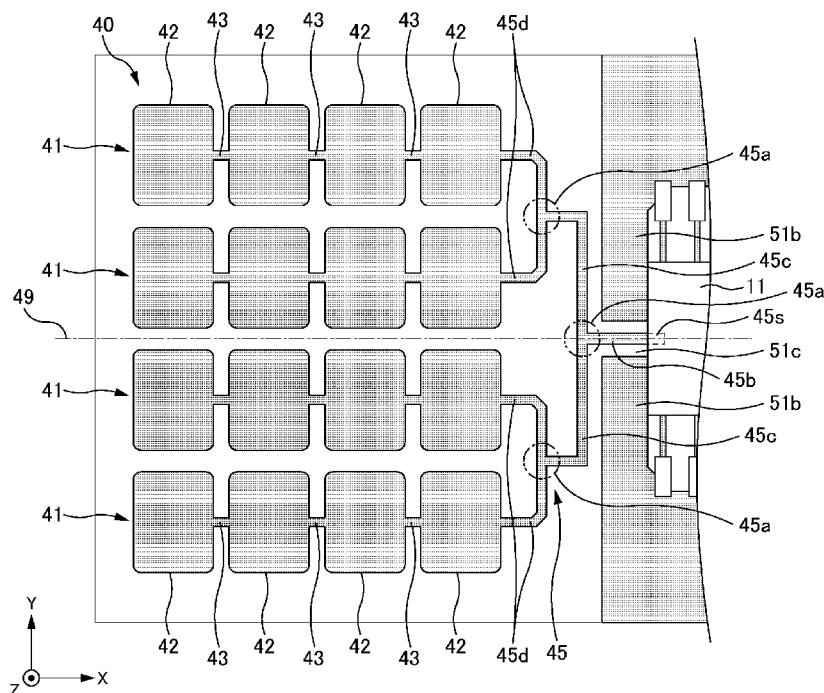
(10) 国際公開番号

WO 2019/012732 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 21/06 (2006.01) H01Q 9/04 (2006.01)
H01Q 1/50 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/007488
- (22) 国際出願日: 2018年2月28日(28.02.2018)
- (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 2017-138522 2017年7月14日(14.07.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 和田 英之(WADA, Hideyuki); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 一色 国際特許業務法人 (ISSHIKI & CO.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目11番36号 三田日東ダイビル 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, 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,

(54) Title: PLATE-LIKE ARRAY ANTENNA AND WIRELESS MODULE

(54) 発明の名称: 板状アレイアンテナ及び無線モジュール



(57) Abstract: The present invention makes it possible to appropriately set antenna directivity, and realize increased antenna gain. A plate-like array antenna 20 comprises: a dielectric substrate; a ground conductor layer 37 formed on one face of the dielectric substrate; a plurality of serial-type radiation element rows 41 formed on the other face of the dielectric substrate; and a parallel feeder line which is formed on the other face of the dielectric substrate and which supplies high-frequency power between a power supply end point 45s on the other face of the dielectric substrate and the

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, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

serial-type radiation element rows 41. The parallel feeder line 45 branches from the power supply end point 45s toward radiation elements 42 on the end closest to the power supply end point 45s, connecting the radiation elements 42 and the power supply end point 45s, and the path distance from the power supply end point 45s to the end radiation elements 42 is the same for all of the serial-type radiation element rows 41.

(57) 要約: アンテナの高利得化を実現するとともに、アンテナの指向性を適切に設定できるようにする。板状アレイアンテナ 20 は、誘電体基板と、誘電体基板の一方の面に形成された地導体層 37 と、誘電体基板の他方の面に形成された複数列の直列型放射素子列 41 と、誘電体基板の他方の面に形成され、誘電体基板の他方の面上の給電端点 45 s と直列型放射素子列 41 との間で高周波電力を給電する並列給電線路と、を備える。並列給電線路 45 は、給電端点 45 s から、給電端点 45 s に最も近い端の放射素子 42 にかけて分岐して、その放射素子 42 と給電端点 45 s を接続し、直列型放射素子列 41 の何れも、給電端点 45 s から端の放射素子 42 までの経路長が等しい。

明 細 書

発明の名称：板状アレイアンテナ及び無線モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、マイクロ波又はミリ波等といった高周波の周波数帯で使用される板状アレイアンテナ及び無線モジュールに関する。

背景技術

[0002] 特許文献１～３には、マイクロストリップアレイアンテナが開示されている。特に、特許文献１，３には、直列給電方式のマイクロストリップアレイアンテナと、並列給電方式のマイクロストリップアレイアンテナの両方が開示されている。

特許文献４には、導波管によって給電するスロットアレイアンテナが開示されている。導波管は、導体配線によって信号波を伝送するものではない。よって、信号波を増幅する電気回路（アンプ）を導波管の中途部に設けることができない。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１７－３４６４４号公報

特許文献２：特開２０１４－２１２３６１号公報

特許文献３：特開２００３－１７４３１８号公報

特許文献４：特開２０１４－１９５２０３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献１～３に記載されたマイクロストリップアレイアンテナの場合、放射素子の数を多くすることによって高利得化を図ったとしても、マイクロストリップライン給電線路の経路長が長くなってしまい、給電線路における伝送損失が高くなる。結局のところ、アンテナの高利得化を図ることができない。

特に、特許文献 1 に記載の並列給電方式のマイクロストリップアレイアンテナの場合（特許文献 1 の図 1 6 参照）、放射素子の数を増やすと、給電線路が非常に長くなってしまい、給電線路の伝送損失を無視することができない。一方、特許文献 3 に記載の並列給電方式マイクロストリップアレイアンテナの場合（特許文献 3 の図 7 参照）、給電線路が邪魔になって多くの放射素子を配置することができない上、仮に多くの放射素子を配置することができたものとしても、給電線路の伝送損失が高くなる。

また、マイクロストリップアレイアンテナの場合、放射素子の位置や給電方式に応じてアンテナの指向性が決まるので、電波を長距離に送受信するためには、アンテナの向きを適切に設置する必要がある。そのためには、アンテナの指向性を適切に設定する必要がある。

[0005] そこで、本発明は上記事情に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、アンテナの高利得化を実現することと、アンテナの指向性を適切に設定できるようにすることにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するための主たる発明は、誘電体基板と、前記誘電体基板の一方の面に形成された地導体層と、前記誘電体基板の他方の面に形成された複数列の直列型放射素子列と、前記誘電体基板の他方の面に形成され、前記誘電体基板の他方の面上の給電端点と前記複数列の直列型放射素子列との間で高周波電力を給電する並列給電線路と、を備え、前記直列型放射素子列は、等間隔に直線状に配列されて直列接続された複数の放射素子を有し、前記並列給電線路は、前記給電端点から、前記直列型放射素子列の前記複数の放射素子のうち前記給電端点に最も近い端の放射素子にかけて前記複数列の直列型放射素子列の列数に分岐して、前記最も近い端の放射素子と前記給電端点を接続し、前記複数の直列型放射素子列は何れも前記複数の放射素子のピッチが等しく、前記複数列の直列型放射素子列の何れも、前記給電端点から前記最も近い端の放射素子までの前記並列給電線路に沿った経路長が等しい板状アレイアンテナである。

[0007] 本発明の他の特徴については、後述する明細書及び図面の記載により明らかにする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、板状アレイアンテナの高利得化を図ることができる。また、板状アレイアンテナの指向性を適切に設定することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、第1実施形態の無線モジュールの平面図である。

[図2]図2は、第1実施形態の無線モジュールの側面図である。

[図3]図3は、第1実施形態の板状アレイアンテナの断面図である。

[図4]図4は、第1実施形態の板状アレイアンテナの要部の拡大平面図である。

[図5]図5は、第1実施形態の無線モジュールを利用した無線装置の内部構造を示した図面である。

[図6]図6は、第1実施形態の無線モジュールを利用した無線装置の内部構造を示した図面である。

[図7]図7は、第1実施形態の変形例の板状アレイアンテナの要部の拡大平面図である。

[図8]図8は、第1実施形態の変形例の板状アレイアンテナの要部の拡大平面図である。

[図9]図9は、第1実施形態の変形例の板状アレイアンテナの要部の拡大平面図である。

[図10]図10は、第2実施形態の無線モジュールの平面図である。

[図11]図11は、第2実施形態の板状アレイアンテナの断面図である。

[図12]図12は、第2実施形態の板状アレイアンテナの要部の拡大平面図である。

[図13]図13は、第2実施形態の変形例の板状アレイアンテナの要部の拡大平面図である。

[図14]図14は、第2実施形態の変形例の板状アレイアンテナの要部の拡大

平面図である。

[図15]図 15 は、第 2 実施形態の変形例の板状アレイアンテナの要部の拡大平面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 後述する明細書及び図面の記載から、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

[0011] 誘電体基板と、前記誘電体基板の一方の面に形成された地導体層と、前記誘電体基板の他方の面に形成された複数列の直列型放射素子列と、前記誘電体基板の他方の面に形成され、前記誘電体基板の他方の面上の給電端点と前記複数列の直列型放射素子列との間で高周波電力を給電する並列給電線路と、を備え、前記直列型放射素子列は、等間隔に直線状に配列されて直列接続された複数の放射素子を有し、前記並列給電線路は、前記給電端点から、前記直列型放射素子列の前記複数の放射素子のうち前記給電端点に最も近い端の放射素子にかけて前記複数列の直列型放射素子列の列数に分岐して、前記最も近い端の放射素子と前記給電端点を接続し、前記複数の直列型放射素子列はどれも前記複数の放射素子のピッチが等しく、前記複数列の直列型放射素子列のどれも、前記給電端点から前記最も近い端の放射素子までの前記並列給電線路に沿った経路長が等しい板状アレイアンテナが明らかとなる。

このような板状アレイアンテナにおいては、複数列の直列型放射素子列のどれも、給電端点からそれに最も近い端の放射素子までの経路長が等しいので、何れの直列型放射素子列においても給電位相が同相となる。従って、これら直列型放射素子列の配置に応じて板状アレイアンテナの指向性を適切に設定することができる。

また、並列給電線路は給電端点に最も近い端の放射素子と給電端点を接続するので、給電端点から放射素子までの経路長を最小限に抑えることができる。よって、並列給電線路における伝送損失の低減を図ることができるとともに、板状アレイアンテナの高利得化を図ることができる。

[0012] 前記複数列の直列型放射素子列が並列され、前記複数列の直列型放射素子

列の前記最も近い端の放射素子が前記直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に一行に配列されている。

これにより、板状アレイアンテナの最大放射強度の方角を誘電体基板の法線方向から給電端点側に傾けるように設定することができる。

[0013] 前記並列給電線路は、前記複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子と前記給電端点との間の領域内に配置されている。

これにより、給電端点から放射素子までの経路長を最小限に抑えることができる。よって、並列給電線路における伝送損失の低減を図ることができるとともに、板状アレイアンテナの高利得化を図ることができる。

[0014] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通して前記直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である。

これにより、板状アレイアンテナの最大放射強度の方角を、対称線を通して誘電体基板に垂直な面から対称線軸回りに傾かないように設定することができる。

[0015] 前記複数列の直列型放射素子列を2組に分けた場合の第1組に含まれる複数列の直列型放射素子列が並列され、前記第1組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に一行に配列され、第2組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して平行となるように並列され、前記第2組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第2組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に一行に配列され、前記第1組の複数列の直列型放射素子列と前記第2組の複数列の直列型放射素子列とは、それらの列方向に並んでいる。

これにより、板状アレイアンテナの最大放射強度の方角を誘電体基板の法線方向に設定することができる。

[0016] 前記給電端点が、前記第1組の複数列の直列型放射素子列と前記第2組の複数列の直列型放射素子列との間の領域内に配置されている。

前記並列給電線路が前記領域内に配置されている。

これにより、並列給電線路における伝送損失の低減を図ることができるとともに、板状アレイアンテナの高利得化を図ることができる。

[0017] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通じて前記直列型放射素子列の列方向に対して垂直な対称線に関して線対称な形状である。

前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通じて前記直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である。

前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を中心とした2回対称の回転対称性を有する。

これにより、板状アレイアンテナの最大放射強度の方角を誘電体基板の法線方向に設定することができる。

[0018] 前記複数列の直列型放射素子列を4組に分けた場合の第1組に含まれる複数列の直列型放射素子列が並列され、前記第1組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に配列され、第2組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して平行となるように並列され、前記第2組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第2組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に配列され、前記第1組の複数列の直列型放射素子列と前記第2組の複数列の直列型放射素子列とは、それらの列方向に並び、第3組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直となるように並列され、前記第3組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第3組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に配列され、第4組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第3組の直列型放射素子列の列方向に対して平行となるように並列され、前記第4組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第4組の直列型放射素子

列の列方向に対して垂直な方向に配列され、前記第3組の複数列の直列型放射素子列と前記第4組の複数列の直列型放射素子列とは、それらの列方向に並び、前記第1組の複数列の直列型放射素子列と前記第2組の複数列の直列型放射素子列との間の領域が、前記第3組の複数列の直列型放射素子列と前記第4組の複数列の直列型放射素子列との間にある。

これにより、板状アレイアンテナの最大放射強度の方角を誘電体基板の法線方向に設定することができる。また、放射素子の多数化を実現でき、板状アレイアンテナの高利得化を図ることができる。

[0019] 前記給電端点が、前記領域内に配置されている。

前記並列給電線路が前記領域内に配置されている。

これにより、並列給電線路における伝送損失の低減を図ることができるとともに、板状アレイアンテナの高利得化を図ることができる。

[0020] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通して前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である。

前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通して前記第3組の直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である。

前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を中心とした4回対称の回転対称性を有する。

これにより、板状アレイアンテナの最大放射強度の方角を誘電体基板の法線方向に設定することができる。

[0021] 前記板状アレイアンテナが、前記給電端点から前記給電端点に最も近い端の放射素子にかけての中途部において前記並列給電回路に接続され、前記並列給電回路を通過する信号を増幅する複数の増幅器を更に備える。

好ましくは、前記複数の増幅器が、前記給電端点に関して点対称な位置に配置されている。

これにより、信号の増幅によって電波の長距離伝送を実現することができ

る。

[0022] 前記板状アレイアンテナと、前記板状アレイアンテナに表面実装され電子部品と、を備え、前記電子部品の給電端子が前記給電端点に接続されている無線モジュールが明らかとなる。

これにより電子部品と並列給電線路との間における伝送損失を抑えることができる。

[0023] ===実施の形態===

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。但し、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

[0024] <第1の実施の形態>

1. 無線モジュールの概要

図1は無線モジュール1の平面図であり、図2は無線モジュール1の側面図であり、図3は図2に示すIII-IIIの断面図であり、図4は無線モジュール1の要部の拡大平面図である。図面には、方向を表す補助線又は記号としてX軸、Y軸及びZ軸を図示する。これらX軸、Y軸及びZ軸は互いに直交する。

[0025] 図1及び図2に示すように、この無線モジュール1は、マイクロ波又はミリ波の周波数帯の電波を送信し、受信し、又は送受信するためのモジュールである。無線モジュール1は、板状アレイアンテナ20と、板状アレイアンテナ20上に表面実装された電子部品11～17と、を備える。ここで、図1～図3に示すX軸は矩形状の板状アレイアンテナ20の長辺に対して平行であり、Y軸は板状アレイアンテナ20の短辺24、25に対して平行であり、X軸及びY軸は板状アレイアンテナ20の表（おもて）面と裏面に対して平行である。

[0026] 2. 板状アレイアンテナについて

図3に示すように、板状アレイアンテナ20は多層配線基板である。板状

アレイアンテナ20は、誘電体接着層31と、誘電体基材32、33と、導体パターン層34、35、36と、地導体層37と、パッシベーション膜38、39と、を有する。

[0027] 薄板状の誘電体基材32と薄板状の誘電体基材33が誘電体接着層31によって接合されている。これにより、誘電体基材32、誘電体接着層31及び誘電体基材33がこれらの順に積層されており、その積層体が誘電体基板となる。誘電体基材32、33は、例えば樹脂（例えば液晶ポリマー、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート）、繊維強化樹脂（例えばガラス布エポキシ樹脂）、フッ素樹脂又はセラミックからなる。誘電体接着層31は例えばエポキシ系樹脂からなる。

[0028] 誘電体基材32と誘電体接着層31の間には導体パターン層34が形成され、誘電体基材33と誘電体接着層31の間には導体パターン層35が形成されている。誘電体基材32と誘電体基材33が誘電体接着層31によって接合されることによって、導体パターン層34、35が誘電体接着層31によって被覆されている。ここで、導体パターン層34は、誘電体基材32の誘電体接着層31側の面に形成された導体層（例えば金属メッキ層）をフォトリソグラフィー法及びエッチング法等によって形状加工（パターニング）することによって得られたものである。導体パターン層35についても同様である。

[0029] 誘電体基材32の誘電体接着層31とは反対側の面には導体パターン層36が形成されている。更にその面には、パッシベーション膜38が導体パターン層36をコーティングするように形成されている。導体パターン層36は、誘電体基材32に形成された導体層をフォトリソグラフィー法及びエッチング法等によって形状加工することによって得られたものである。導体パターン層36については後に詳述する。

[0030] 誘電体基材33の誘電体接着層31とは反対側の面には地導体層37が形成されている。更にその面には、パッシベーション膜39が地導体層37をコーティングするように形成されている。地導体層37は、誘電体基材33

に形成された導体層をフォトリソグラフィー法及びエッチング法等によって形状加工することによって得られたものである。なお、地導体層 37 についてはパターニングされずに、誘電体基材 33 の誘電体接着層 31 とは反対側の面全体に形成された層であってもよい。

[0031] パッシベーション膜 38, 39 は絶縁性・誘電性材料からなる。パッシベーション膜 38 によって誘電体基材 32 及び導体パターン層 36 が保護され、パッシベーション膜 39 によって誘電体基材 33 及び地導体層 37 が保護される。

[0032] 3. 電子部品について

図 2 及び図 3 に示すように、以上のような板状アレイアンテナ 20 上には、つまり、誘電体基材 32 の誘電体接着層 31 とは反対側の面には電子部品 11 ~ 17 が表面実装されている。電子部品 11 は、いわゆる R F I C (Radio Frequency Integrated Circuit) と呼ばれるものであり、受信回路若しくは送信回路又はこれらの両方等が組み込まれた集積回路 (I C) からなる。なお、電子部品 11 に組み込まれた受信回路は例えば同調回路、復調回路及び増幅器などから構成され、電子部品 11 に組み込まれた送信回路は例えば発振回路、変調回路及び増幅器などから構成されている。

[0033] 電子部品 11 の端子は、はんだ等を用いて、例えば B G A (Ball Grid Array) 方式又は L G A (Land Grid Array) 方式により導体パターン層 36 に接続されている。電子部品 12 ~ 17 は例えばレジスタ (抵抗器)、キャパシタ (コンデンサ)、インダクタ (コイル) 又は振動子である。電子部品 12 ~ 17 の端子ははんだ等を用いて導体パターン層 36 に接続されている。

[0034] ここで、電子部品 11 ~ 17 の実装位置を詳細に説明するべく、図 1 及び図 2 に示すように板状アレイアンテナ 20 を 3 つの矩形状の領域 21 ~ 23 に区分けする。領域 21 は一方の短辺 24 側の矩形状領域であり、領域 23 は他方の短辺 25 側の矩形状領域であり、領域 22 は領域 21 と領域 23 の間の矩形状領域である。以下では、領域 21 をアンテナ形成領域 21 ということもあり、領域 22 を給電線路形成領域 22 ということもあり、領域 23

を信号線形成領域 2 3 ということもある。

[0035] 信号線形成領域 2 3 のうち給電線路形成領域 2 2 寄りには、電子部品 1 1 , 1 3 , 1 4 , 1 6 , 1 7 が搭載されている。また、給電線路形成領域 2 2 のうち信号線形成領域 2 3 寄りには、電子部品 1 2 , 1 5 が搭載されている。そして、これら電子部品 1 1 ~ 1 7 が互いに近接して配置されている。電子部品 1 1 は部分的に信号線形成領域 2 3 から給電線路形成領域 2 2 にはみ出ている。

[0036] 4. 板状アレイアンテナの導体パターン層について

上述のように、導体パターン層 3 6 はパターニング（形状加工）されたものであるので、図 1 及び図 4 を参照して、導体パターン層 3 6 について説明する。図 1 及び図 4 では、導体パターン層 3 6 を見やすくするべく、導体パターン層 3 6 を点状模様によって塗り潰して描画するとともに、パッシベーション膜 3 8 の図示を省略する。

[0037] 導体パターン層 3 6 がパターニングされることによって、導体パターン層 3 6 には、 2^n 列（ n は 1 以上の整数である。）の直列型放射素子列 4 1 と、 2^n 分配の並列給電線路 4 5 と、一对の地導体部 5 1 と、多数の配線 5 5 とが設けられている。図 1 及び図 4 に示す例では、 n が 2 であり、直列型放射素子列 4 1 の列数は 4 であるが、アンテナ形成領域 2 1 が図 1 及び図 4 に示す場合よりも広いのであれば、直列型放射素子列 4 1 の列数が更に多くてもよい。直列型放射素子列 4 1 の列数が多い程、アンテナの利得が高くなる。なお、以下の説明において、「直列型放射素子列」を「素子列」と略記する。

[0038] 一对の地導体部 5 1 はこれらの間に間隔を置いて信号線形成領域 2 3 の Y 方向両側部に形成されていて、地導体部 5 1 の一部 5 1 a が信号線形成領域 2 3 から給電線路形成領域 2 2 に及んでいる。地導体部 5 1 のうち給電線路形成領域 2 2 に及んだ部分 5 1 a 同士の間隔 5 1 c は、残りの部分 5 1 b の間隔よりも狭い。なお、電子部品 1 1 ~ 1 7 は、地導体部 5 1 のうち給電線路形成領域 2 2 に及んだ部分 5 1 a よりも板状アレイアンテナ 2 0 の短辺 2 5 側に配置されているとともに、残りの部分 5 1 b の間に配置されている。

- [0039] 地導体部 5 1 は電子部品 1 1 ~ 1 7 の端子に接続されており、地導体部 5 1 から電子部品 1 1 ~ 1 7 の端子に基準電位（接地電位）が印加される。また、地導体部 5 1 はビアホールで地導体層 3 7（図 3 参照）に接続されており、地導体部 5 1 から地導体層 3 7 に基準電位が印加される。
- [0040] 配線 5 5 は、板状アレイアンテナ 2 0 の短辺 2 5 から給電線路形成領域 2 2 に向かって板状アレイアンテナ 2 0 の長辺方向（X 方向）に引き回されるように、信号線形成領域 2 3 に形成されている。配線 5 5 の端部 5 5 a は、他の部分よりも幅広になるように島状に形成されているとともに、板状アレイアンテナ 2 0 の短辺 2 5 に沿って配列されている。これら配線 5 5 の端部 5 5 a は接続端子である。配線 5 5 の端部 5 5 a はパッシベーション膜 3 8 に覆われずに露出しており、無線モジュール 1 を他の機器に搭載する際にこれら配線 5 5 の端部 5 5 a が他の機器の端子に接続される。
- [0041] これら配線 5 5 のうち幾つかは、板状アレイアンテナ 2 0 の短辺 2 5 から地導体部 5 1 にまで引き回されて地導体部 5 1 に接続されており、残りは、一对の地導体部 5 1 の間を板状アレイアンテナ 2 0 の短辺 2 5 から電子部品 1 1 ~ 1 7 の近傍にまで引き回されて電子部品 1 1 ~ 1 7 の端子に接続される。電子部品 1 1 ~ 1 7 の端子に接続される配線 5 5 には、電子部品 1 1 ~ 1 7 の端子に直接接続されるものもあれば、ビアホール及び導体パターン層 3 4, 3 5 等を介して電子部品 1 1 ~ 1 7 の端子に接続されるものもある。電子部品 1 1 ~ 1 7 の端子に接続される配線 5 5 には、電子部品 1 1 に電源電圧を供給する電源ライン、動作クロックを電子部品 1 1 に供給するクロックライン、電子部品 1 1 ~ 1 7 に各種の信号を供給する信号ライン等がある。
- [0042] アンテナ形成領域 2 1 には、2ⁿ列の素子列 4 1 が形成されている。素子列 4 1 は複数のパッチ型放射素子 4 2 及び直結給電線路 4 3 を有する。図 1 及び図 4 に示す例では 1 列の素子列 4 1 に含まれる放射素子 4 2 の数が 4 であるが、その数が 2 ~ 3 であってもよいし、5 以上であってもよい。素子列 4 1 に含まれる放射素子 4 2 の数が多いほど、アンテナの利得が高くなる。ア

ンテナ形成領域 2 1 の大きさや形状に合わせて、可能な限り放射素子 4 2 を多くすることが望ましい。

[0043] 何れの素子列 4 1 でも、複数の放射素子 4 2 が板状アレイアンテナ 2 0 の長辺方向（X 方向）に直線状に等間隔で配列されている。これら放射素子 4 2 は、隣り同士の間設けられた直結給電線路 4 3 によって直列接続されている。

[0044] 以上のような 2^n 列の素子列 4 1 が板状アレイアンテナ 2 0 の短辺方向（Y 方向）に等間隔で並列されることによって、 2^n 列の素子列 4 1 の全体として、放射素子 4 2 が格子状に配列されている。

それぞれの素子列 4 1 の中で並列給電線路 4 5 の給電端点 4 5 s（電子部品 1 1 の給電端子）に最も近い端の放射素子 4 2 は、X 方向における位置が揃っている。つまり、それぞれの素子列 4 1 の中で並列給電線路 4 5 の給電端点 4 5 s に最も近い端の放射素子 4 2 は、素子列 4 1 の列方向（X 方向）に対して垂直な方向（Y 方向）に一行に配列されている。

[0045] 隣り合う素子列 4 1 の間隔（Y 方向に隣り合う放射素子 4 2 の間隔）は何れも等しい。Y 方向に隣り合う放射素子 4 2 の間隔と X 方向に隣り合う放射素子 4 2 の間隔は、等しくしてもよいし、異なってもよい。以下、素子列 4 1 が並列されたものを放射素子アレイ 4 0 という。

[0046] 放射素子アレイ 4 0 は、後述の並列給電線路 4 5 の給電端点 4 5 s（電子部品 1 1 の給電端子）を通して素子列 4 1 の列方向（X 方向）に対して平行な対称線 4 9 に関して線対称な形状に形成されている。素子列 4 1 の列数が偶数であるので、何れの素子列 4 1 も対称線 4 9 上に配置されていない。

[0047] 放射素子アレイ 4 0 がマイクロストリップアンテナとして機能すべく、地導体層 3 7（図 3 参照）がアンテナ形成領域 2 1 全体に広がるように形成されており、地導体層 3 7 と放射素子 4 2 の間には誘電体接着層 3 1 及び誘電体基材 3 2、3 3 が介在する。また、導体パターン層 3 4、3 5 は、アンテナ形成領域 2 1 まで及んでいない。

[0048] 給電線路形成領域 2 2 には、並列給電線路 4 5 が形成されている。並列給

電線路 4 5 は、 2^n 列の素子列 4 1 と電子部品 1 1 の給電端子とを接続している。並列給電線路 4 5 と電子部品 1 1 の給電端子との接続部が並列給電線路 4 5 の給電端点 4 5 s である。

電子部品 1 1 に送信回路が組み込まれている場合、電子部品 1 1 が給電端子及び給電端点 4 5 s を通じて並列給電線路 4 5 に高周波電力を供給する。そして、並列給電線路 4 5 は、電子部品 1 1 によって給電端点 4 5 s に供給された高周波電力を 2^n 列の素子列 4 1 に分配して伝送するものである。

一方、電子部品 1 1 に受信回路が組み込まれている場合、並列給電線路 4 5 は、電波の受信によって 2^n 列の素子列 4 1 に発生した高周波電力を合成して、給電端点 4 5 s 及び給電端子を通じて電子部品 1 1 に伝送するものである。

[0049] 並列給電線路 4 5 は、 n 段の T 型分配部 4 5 a を有するとともに、分配部 4 5 a によって給電端点 4 5 s から素子列 4 1（特に、並列給電線路 4 5 の給電端点 4 5 s に最も近い端の放射素子 4 2）にかけて 2^n に分岐したツリー状に形成されている。なお、電波の受信の場合、分配部 4 5 a が合成部である。

[0050] 電子部品 1 1 の給電端子から m 段目（ m は 1 から n の任意の整数である）の分配部 4 5 a の数は 2^{m-1} である。

電子部品 1 1 から 1 段目の分配部 4 5 a は、給電線路 4 5 b を介して電子部品 1 1 の給電端子に接続されている。給電線路 4 5 b と電子部品 1 1 の給電端子との接続部が、並列給電線路 4 5 の給電端点 4 5 s である。この給電線路 4 5 b は、地導体部 5 1 のうち給電線路形成領域 2 2 に及んだ部分 5 1 a 同士の間隔 5 1 c において X 方向に延在して、1 段目の分配部 4 5 a から給電端点 4 5 s まで引き回されている。

隣接する段の分配部 4 5 a は、給電線路 4 5 c によって接続されている。

電子部品 1 1 から n 段目の分配部 4 5 a は、給電線路 4 5 d を介して素子列 4 1（特に、並列給電線路 4 5 の給電端点 4 5 s に最も近い端の放射素子 4 2）に接続されている。

- [0051] 何れの分配部45aも、電子部品11又は前段の分配部45aから伝送された高周波電力を2分配して、後段の分配部45a又は素子列41（特に、並列給電線路45の給電端点45sに最も近い端の放射素子42）に伝送するものである（送信の場合）。また、何れの分配部45aも、後段の分配部45a又は素子列41（特に、並列給電線路45の給電端点45sに最も近い端の放射素子42）から伝送された高周波電力を合成して、電子部品11又は前段の分配部45aに伝送するものである（受信の場合）。
- [0052] 以上のような並列給電線路45は、対称線49に関して線対称な形状に形成されている。また、何れの素子列41も、並列給電線路45の給電端点45sに最も近い端の放射素子42から並列給電線路45を通して並列給電線路45の給電端点45sまでの経路長（電気長）が等しい。従って、並列給電線路45の給電端点45sに最も近い端の何れの放射素子42にも、同位相の給電が行われる。
- [0053] また、放射素子アレイ40が対称線49に関して線対称な形状に形成されているので、対称線49に関して互いに対称な位置に配置された放射素子42には、同位相の給電が行われる。更に、並列給電線路45側から同一番目に配置された放射素子42には、同位相の給電が行われる。
- [0054] 素子列41が直列給電方式であるので、同一の素子列41に含まれる放射素子42は、並列給電線路45から離れるにつれて給電の位相が遅れる。それゆえ、放射素子アレイ40は、板状アレイアンテナ20の法線方向に対して電子部品11側に傾斜した方角に最大放射強度となる電波指向性を有する（図2の矢印A参照）。放射素子アレイ40の最大放射強度角は、板状アレイアンテナ20の法線を基準として0°を超え、90°未満である。放射素子アレイ40の最大放射強度角が矢印Aのように板状アレイアンテナ20の法線方向に対して電子部品11～17側に傾斜していても、電子部品11～17が薄い上、素子列41から電子部品11までの距離も長いので、電子部品11～17の電波干渉の要因とならない。
- [0055] なお、並列給電線路45がマイクロストリップライン型の信号伝送路とし

て機能すべく、地導体層 37（図 3 参照）が給電線路形成領域 22 全体に広がるように形成されており、地導体層 37 と並列給電線路 45 の間には誘電体接着層 31 及び誘電体基材 32, 33 が介在する。また、導体パターン層 34, 35 は、給電線路形成領域 22 まで及んでいない。

[0056] 5. 効果

以上のように構成された無線モジュール 1 は、以下のような効果・利点を有する。

[0057] (1) 放射素子アレイ 40 は X 方向及び Y 方向に格子状に配列された複数の放射素子 42 を有するものである。それゆえ、放射素子 42 の数が多く、放射素子アレイ 40 の面積が広い。よって、放射素子アレイ 40 の高利得化が実現できるとともに、電波の長距離伝送を実現できる。

[0058] (2) 素子列 41 のうち並列給電線路 45 の給電端点 45s に最も近い放射素子 42 から並列給電線路 45 の給電端点 45s（電子部品 11 の給電端子）までの経路長は、何れの素子列 41 でも等しい。更に、素子列 41 の X 方向のピッチは、何れの素子列 41 でも等しい。よって、並列給電線路 45 側から同一番目に配置された放射素子 42 には、同位相の給電が行われる。よって、何れの素子列 41 でも最大放射強度方向が同一の方角になり、放射素子アレイ 40 の高利得化が実現できる。また、放射素子アレイ 40 の最大放射強度角を板状アレイアンテナ 20 の法線方向に対して傾斜させることができる。

[0059] (3) 並列給電線路 45 の全ての分配部 45a が、放射素子アレイ 40 と電子部品 11 との間の領域に配置されている。よって、放射素子 42 から給電端点までの経路長を最小限に抑えることができ、並列給電線路 45 における伝送損失を抑えることができる。

[0060] (4) 並列給電線路 45 は、素子列 41 のうち並列給電線路 45 の給電端点 45s に最も近い放射素子 42 に接続されている。よって、その放射素子 42 から並列給電線路 45 の給電端点 45s までの経路長を最小限に抑えることができ、並列給電線路 45 における伝送損失を抑えることができる。

[0061] (5) 並列給電線路45と放射素子アレイ40は共通の層に形成されている。つまり、並列給電線路45と放射素子アレイ40は、共通の導体層をパターンニングすることによって得られたものである。よって、素子列41のうち並列給電線路45の給電端点45sに最も近い放射素子42から並列給電線路45の給電端点45sまでの経路長を最小限に抑えることができ、並列給電線路45における伝送損失を抑えることができる。

[0062] (6) 並列給電線路45は複数の層にわたって設けられているのではなく、一層に形成されたものである。つまり、並列給電線路45は、ビアホールやスルーホールを有したものではない。よって、この並列給電線路45では、層と層との間での位置ずれに起因した伝送損失が生じない。

[0063] (7) 電子部品11が板状アレイアンテナ20に実装され、電子部品11の給電端子が並列給電線路45の給電端点45sに直接接続されている。よって、電子部品11と並列給電線路45との間の伝送損失の低減を図ることができる。

[0064] 6. 無線モジュールの利用例

図5は、無線モジュール1を用いた無線装置80の内部構造を示した図面である。図5に示すように、無線装置80は、無線モジュール1と、筐体81と、プリント回路基板82と、コネクタ83と、を備える。筐体81が箱状に形成されていて、筐体81内に無線モジュール1、プリント回路基板82及びコネクタ83が収容されている。プリント回路基板82は、筐体81の底面部81aに対して傾斜した状態で筐体81内に固定されている。プリント回路基板82にはコネクタ83が実装されている。このコネクタ83によって無線モジュール1がプリント回路基板82に搭載されている。具体的には、板状アレイアンテナ20がプリント回路基板82に対して立てた状態で板状アレイアンテナ20の短辺25側の端部がコネクタ83に嵌合することによって、配線55の端部55aがコネクタ83のターミナルを介してプリント回路基板82の回路に接続されている。プリント回路基板82の回路には、コントロールユニット、ベースバンドユニット、電源回路及び入出力

インターフェース等が設けられている。

[0065] 放射素子アレイ 40 の最大放射強度角が矢印 A のように板状アレイアンテナ 20 の法線方向に対して傾斜するので、プリント回路基板 82 は筐体 81 の底面部 81 a に対して傾斜した状態で筐体 81 内に設けられている。これにより、放射素子アレイ 40 の最大放射方向は、筐体 81 の前面部 81 b へ向いているとともに、筐体 81 の前面部 81 b に対してほぼ垂直である。なお、筐体 81 の前面部 81 b は誘電体材料からなり、電波が前面部 81 b によって遮蔽されない。

[0066] 図 6 は、無線モジュール 1 を用いた無線装置 90 の内部構造を示した図面である。図 6 に示すように、無線装置 90 は、無線モジュール 1 と、筐体 91 と、プリント回路基板 92 と、コネクタ 93 と、を備える。箱状の筐体 91 内に無線モジュール 1、プリント回路基板 92 及びコネクタ 93 が収容されている。プリント回路基板 92 は、筐体 91 の底面部 91 a に対して傾斜した状態で筐体 91 内に固定されている。プリント回路基板 92 にはコネクタ 93 が実装されている。このコネクタ 93 によって無線モジュール 1 がプリント回路基板 92 に搭載されている。具体的には、板状アレイアンテナ 20 がプリント回路基板 92 に対して伏せた状態で板状アレイアンテナ 20 の短辺 25 側の端部がコネクタ 93 に嵌合することによって、配線 55 の端部 55 a がコネクタ 93 のターミナルを介してプリント回路基板 92 の回路に接続されている。プリント回路基板 92 の回路には、コントロールユニット、ベースバンドユニット、電源回路及び入出力インターフェース等が設けられている。

[0067] プリント回路基板 92 は筐体 91 の底面部 91 a に対して傾斜した状態で筐体 91 内に設けられている。これにより、放射素子アレイ 40 の最大放射方向は、筐体 91 の前面部 91 b へ向いているとともに、筐体 91 の前面部 91 b に対してほぼ垂直である。筐体 91 の前面部 91 b は誘電体材料からなり、電波が前面部 91 b によって遮蔽されない。

[0068] 7. 無線モジュールの変形例

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、上記実施形態は本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を上記実施形態に限定して解釈するものではない。また、本発明の趣旨を逸脱することなく、上記実施形態から変更或いは改良してもよく、本発明にはその等価物も含まれる。以下に、上記実施形態からの変更点について幾つか説明する。

[0069] (1) 上記実施形態では、 n が2であり、素子列41の列数が4であり、並列給電線路45が2段の分配部45aを有した4分配のツリー状給電線路である。それに対して、図7に示すように、 n が3であり、素子列41の列数が8であり、並列給電線路45が3段の分配部45aを有した8分配のツリー状給電線路であってもよい。図7では、1列の素子列41に含まれる放射素子42の数が8である。図7に示す放射素子42の形状と図4に示す放射素子42の形状は合同である。図7に示す放射素子アレイ40は、図4に示す放射素子アレイ40よりも、放射素子42の数が多く、面積が広い。そのため、図7に示す放射素子アレイ40は、図4に示す放射素子アレイ40よりも高利得である。

[0070] (2) 図4及び図7に示す例では、何れの素子列41も、放射素子42の数が等しい。それに対して、アンテナ形成領域21の形状等の都合上、これら素子列41は放射素子42の数が異なってもよい。例えば図8に示すように、中央の2列の素子列41の放射素子42の数が6であり、両側2列の素子列41の放射素子42の数が4であり、列中の放射素子42の数が中央の列から側方の列に向かって漸減する。なお、図8に示す例では、アンテナ形成領域21の形状の都合上、列中の放射素子42の数が中央の列から側方の列に向かって2個単位で漸減したが、アンテナ形成領域21の形状が異なれば1個単位で漸減してもよい。アンテナの利得を高くするためには、可能な限り放射素子42は多い方が望ましい。また、図示を省略するが、列中の放射素子42の数が中央の列から側方の列に向かって漸増してもよい。

[0071] (3) 図4及び図7に示す並列給電線路45は、素子列41のうち並列給電線路45の給電端点45sに最も近い放射素子42に給電するものである

。それに対して、図9に示す並列給電線路45は、素子列41のうち並列給電線路45の給電端点45sから最も遠い放射素子42に給電するものである。ここで、図9に示す並列給電線路45の1段目の分配部45aが放射素子アレイ40と電子部品11との間の領域に配置されており、2段目以降の分配部45aが放射素子アレイ40に関して電子部品11の反対側の領域に配置されており、1段目の分配部45aと2段目の分配部45aと接続する給電線路45cが放射素子アレイ40の両側部を電子部品11側から電子部品11の反対側へ引き回されている。図9の場合、放射素子アレイ40の最大放射強度角は、板状アレイアンテナ20の法線方向に対して電子部品11～17の反対側に傾斜する。

[0072] <第2の実施の形態>

1. 無線モジュールの概要

図10は無線モジュール101の平面図であり、図11は無線モジュール101の板状アレイアンテナ120の断面図である。図12は無線モジュール101の要部の拡大平面図である。図面には、方向を表す補助線としてX軸、Y軸及びZ軸を図示する。これらX軸、Y軸及びZ軸は互いに直交する。

[0073] この無線モジュール101は、マイクロ波又はミリ波の周波数帯の電波を送信し、受信し、又は送受信するためのモジュールである。無線モジュール101は、板状アレイアンテナ120と、板状アレイアンテナ120上に表面実装された電子部品111～117と、を備える。ここで、X軸及びY軸は板状アレイアンテナ120の表（おもて）面と裏面に対して平行である。

[0074] 2. 板状アレイアンテナについて

図10に示すように、板状アレイアンテナ120は、矩形板状部126の短辺を矩形板状部127の一辺中央部に接続して一体化した形状に形成されている。図11に示すように、板状アレイアンテナ120は、第1実施形態の板状アレイアンテナ20と同様に、誘電体接着層131と、誘電体基材132、133と、導体パターン層134、135、136と、地導体層13

7と、パッシベーション膜138, 139と、を有する。第2実施形態の誘電体接着層131、誘電体基材132, 133、導体パターン層134, 135, 136、地導体層137、パッシベーション膜138, 139は、それぞれ、第1実施形態の誘電体接着層31、誘電体基材32, 33、導体パターン層34, 35, 36、地導体層37、パッシベーション膜38, 39に相当する。

[0075] ここで、図10に示すように板状アレイアンテナ120を3つの矩形状の領域121～123に区分けする。領域121は矩形板状部127の周辺部の矩形枠状領域であり、領域122は領域121によって囲繞された矩形板状部127の中央部の矩形状領域であり、領域123は矩形板状部126に相当する矩形状領域である。以下では、領域121をアンテナ形成領域121ということもあり、領域122を給電線路形成領域122ということもあり、領域123を信号線形成領域123ということもある。

[0076] 3. 電子部品について

図10及び図12に示すように、板状アレイアンテナ120上には、つまり、誘電体基材132の誘電体接着層131とは反対側の面には電子部品111～117が表面実装されている。電子部品111～117の実装位置は、給電線路形成領域122の中央部である。

第2実施形態の電子部品111～117は第1実施形態の電子部品11～17に相当する。

[0077] 4. 板状アレイアンテナの導体パターン層について

導体パターン層136はパターニング（形状加工）されたものであるので、図10及び図12を参照して、導体パターン層136について説明する。図10及び図12では、導体パターン層136を見やすくするべく、導体パターン層136を点状模様によって塗り潰して描画するとともに、パッシベーション膜138の図示を省略する。

[0078] 導体パターン層136がパターニングされることによって、導体パターン層136には、 2^n 列（ n は1以上の整数である。）の素子列141A, 14

1 B と、 2^n 分配の並列給電線路 1 4 5 と、地導体部 1 5 1 と、多数の配線 1 5 5 とが設けられている。なお、図 1 0 及び図 1 2 に示す例では、 n が 4 であり、素子列 1 4 1 A、1 4 1 B の総列数は 1 6 であり、素子列 1 4 1 A の列数が 8 であり、素子列 1 4 1 B の列数が 8 である。

[0079] 地導体部 1 5 1 は、信号線形成領域 1 2 3 の両側の長辺と、矩形板状部 1 2 6 の矩形板状部 1 2 7 側の短辺とに沿って U 字型（コ字型）に形成されている。地導体部 1 5 1 はビアホール及び導体パターン層 1 3 4、1 3 5 等を介して電子部品 1 1 1 ~ 1 1 7 の端子に接続されており、地導体部 1 5 1 から電子部品 1 1 1 ~ 1 1 7 の端子に基準電位（接地電位）が印加される。また、地導体部 1 5 1 はビアホールで地導体層 1 3 7（図 1 1 参照）に接続されており、地導体部 1 5 1 から地導体層 1 3 7 に基準電位が印加される。

[0080] 配線 1 5 5 は、板状アレイアンテナ 1 2 0 の矩形板状部 1 2 6 の短辺 1 2 5 から矩形板状部 1 2 7 に向かって矩形板状部 1 2 6 の長辺方向（X 方向）に引き回されるように、信号線形成領域 1 2 3 に形成されている。配線 1 5 5 の端部 1 5 5 a は、他の部分よりも幅広になるように島状に形成されているとともに、矩形板状部 1 2 6 の短辺 2 5 に沿って配列されている。これら配線 1 5 5 の端部 1 5 5 a は接続端子である。配線 1 5 5 の端部 1 5 5 a はパッシベーション膜 1 3 8 に覆われずに露出している。

[0081] これら配線 1 5 5 のうち幾つかは、板状アレイアンテナ 1 2 0 の矩形板状部 1 2 6 の短辺 1 2 5 から地導体部 1 5 1 にまで引き回されて地導体部 1 5 1 に接続されている。残りの配線 1 5 5 は、板状アレイアンテナ 1 2 0 の矩形板状部 1 2 6 の短辺 1 2 5 から反対側の短辺に向かって引き回されて、ビアホール及び導体パターン層 1 3 4、1 3 5 等を介して電子部品 1 1 1 ~ 1 1 7 の端子に接続される。電子部品 1 1 1 ~ 1 1 7 の端子に接続される配線 1 5 5 には、電子部品 1 1 1 に電源電圧を供給する電源ライン、動作クロックを電子部品 1 1 1 に供給するクロックライン、電子部品 1 1 1 ~ 1 1 7 に各種の信号を供給する信号ライン等がある。

[0082] 図 1 2 に示すように、アンテナ形成領域 1 2 1 には、 2^n 列の素子列が形成

されている。具体的には、 2^{n-1} 列の素子列141Aと 2^{n-1} 列の素子列141Bは、これらの間に給電線路形成領域122を置いてアンテナ形成領域121に配置されている。素子列141Bは、給電線路形成領域122よりも矩形板状部126側に配置されている。素子列141Aは、給電線路形成領域122に関して素子列141Bの反対側に配置されている。

[0083] 素子列141Aは複数のパッチ型放射素子142A及び直結給電線路143Aを有する。各素子列141Aでは、複数の放射素子142Aが、板状アレイアンテナ120の矩形板状部126の長辺方向（X方向）に直線状に等間隔で配列されている。何れの素子列141Aも、ピッチ（ピッチとは、X方向に隣り合う放射素子142Aの間隔）が互いに等しい。これら放射素子142Aは、隣り同士の間設けられた直結給電線路143Aによって直列接続されている。図12に示す例では1列の素子列141Aに含まれる放射素子142Aの数が4であるが、その数が2～3であってもよいし、5以上であってもよい。

また、図12に示す例では、何れの素子列141Aも、放射素子142Aの数が等しい。但し、これら素子列141Aは放射素子142の数が異なってもよい。

[0084] 以上のような 2^{n-1} 列の素子列141Aが板状アレイアンテナ120の矩形板状部126の短辺方向（Y方向）に等間隔で並列されることによって、 2^{n-1} 列の素子列141Aの全体として、放射素子142Aが格子状に配列されている。

それぞれの素子列141Aの中で並列給電線路145の給電端点145s（電子部品111の給電端子）に最も近い端の放射素子142Aは、X方向における位置が揃っている。つまり、それぞれの素子列141Aの中で並列給電線路145の給電端点145s（電子部品111の給電端子）に最も近い端の放射素子142Aは、素子列141Aの列方向（X方向）に対して垂直な方向（Y方向）に一行に配列されている。

[0085] 隣り合う素子列141Aの間隔（Y方向に隣り合う放射素子142Aの間

隔)は何れも等しい。Y方向に隣り合う放射素子142Aの間隔とX方向に隣り合う放射素子142Aの間隔は、等しくしてもよいし、異なってもよい。以下、素子列141Aが並列されたものを放射素子アレイ140Aという。

[0086] 放射素子アレイ140Aは、後述の並列給電線路145の給電端点145s(電子部品111の給電端子)を通して素子列141Aの列方向(X方向)に対して平行な対称線149に関して線対称な形状に形成されている。素子列141Aの列数が偶数であるので、何れの素子列141Aも対称線149上に配置されていない。

なお、放射素子アレイ140Aに含まれる複数の素子列141Aの放射素子142の数が等しくない場合でも、放射素子アレイ140Aが対称線149に関して線対称な形状に形成されている。

[0087] 素子列141Bは、素子列141Aと同様に、板状アレイアンテナ120の矩形板状部126の長辺方向(X方向)に直線状に等間隔で配列された複数のパッチ型放射素子142Bと、これら放射素子142Bを直列接続する直結給電線路143Bと、を有する。何れの素子列141Bも、ピッチ(X方向に隣り合う放射素子142Bの間隔)が互いに等しい。

[0088] 素子列141Bの放射素子142Bの配列方向と、素子列141Aの放射素子142Aの配列方向とは互いに平行である。素子列141Bの放射素子142Bのピッチ(X方向に隣り合う放射素子142Bの間隔)と、素子列141Aの放射素子142Aのピッチ(X方向に隣り合う放射素子142Aの間隔)は互いに等しい。また、1列の素子列141Bに含まれる放射素子142Bの数と、1列の素子列141Aに含まれる放射素子142Aの数は互いに等しい。

[0089] 以上のような 2^{n-1} 列の素子列141Bが板状アレイアンテナ120の矩形板状部126の短辺方向(Y方向)に等間隔で並列されることによって、 2^n 列の素子列141Bの全体として、放射素子142Bが格子状に配列されている。

それぞれの素子列 1 4 1 B の中で並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s (電子部品 1 1 1 の給電端子) に最も近い端の放射素子 1 4 2 B は、X 方向における位置が揃っている。つまり、それぞれの素子列 1 4 1 B の中で並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 B は、素子列 1 4 1 B の列方向 (X 方向) に対して垂直な方向 (Y 方向) に一列に配列されている。

[0090] 隣り合う素子列 1 4 1 B の間隔 (Y 方向に隣り合う放射素子 1 4 2 B の間隔) は、隣り合う素子列 1 4 1 A の間隔 (Y 方向に隣り合う放射素子 1 4 2 A の間隔) に等しい。以下、素子列 1 4 1 B が並列されたものを放射素子アレイ 1 4 0 B という。

[0091] 放射素子アレイ 1 4 0 B と放射素子アレイ 1 4 0 A は素子列 1 4 1 A, 1 4 1 B の列方向 (X 方向) に並んでおり、放射素子アレイ 1 4 0 B と放射素子アレイ 1 4 0 A との間に給電線路形成領域 1 2 2 がある。

[0092] 放射素子アレイ 1 4 0 A と放射素子アレイ 1 4 0 B の複合形状は、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s において対称線 1 4 9 と直交する対称線 1 4 8 に関して線対称な形状となっている。また、放射素子アレイ 1 4 0 A と放射素子アレイ 1 4 0 B の複合形状は、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s を中心とした 2 回対称の回転対称性を有する。

[0093] 放射素子アレイ 1 4 0 A, 1 4 0 B がマイクロストリップアンテナとして機能すべく、地導体層 1 3 7 (図 3 参照) がアンテナ形成領域 1 2 1 全体に広がるように形成されており、地導体層 1 3 7 と放射素子 1 4 2 A, 1 4 2 B の間には誘電体接着層 1 3 1 及び誘電体基材 1 3 2, 1 3 3 が介在する。

[0094] 給電線路形成領域 1 2 2 には、並列給電線路 1 4 5 が形成されている。並列給電線路 1 4 5 は、 2^{n-1} 列の素子列 1 4 1 A, 1 4 1 B と電子部品 1 1 1 の給電端子との間に接続されている。並列給電線路 1 4 5 と電子部品 1 1 1 の給電端子との接続部が並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s である。

[0095] 電子部品 1 1 1 に送信回路が組み込まれている場合、電子部品 1 1 1 が給電端子及び給電端点 1 4 5 s を通じて並列給電線路 1 4 5 に高周波電力を供

給する。そして、並列給電線路 1 4 5 は、電子部品 1 1 1 によって給電端点 1 4 5 s に供給された高周波電力を 2^{n-1} 列の素子列 1 4 1 A, 1 4 1 B に分配して伝送するものである。

[0096] 並列給電線路 1 4 5 は、 n 段の T 型分配部 1 4 5 a を有するとともに、分配部 1 4 5 a によって電子部品 1 1 1 の給電端子から素子列 1 4 1 A, 1 4 1 B にかけて 2^n に分岐したツリー状に形成されている。なお、電波の受信の場合、分配部 1 4 5 a が合成部である。

[0097] 電子部品 1 1 1 の給電端子から m 段目 (m は 1 から n の任意の整数である) の分配部 1 4 5 a の数は 2^{m-1} である。

並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s が電子部品 1 1 1 から 1 段目の分配部 1 4 5 a であり、電子部品 1 1 1 の給電端子が並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に接続されている。

隣接する段の分配部 1 4 5 a は、給電線路 1 4 5 c によって接続されている。

電子部品 1 1 1 から n 段目の分配部 1 4 5 a は、給電線路 1 4 5 d を介して素子列 1 4 1 A (特に、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 A) 又は素子列 1 4 1 B (特に、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 B) に接続されている。

[0098] 何れの分配部 1 4 5 a も、電子部品 1 1 1 又は前段の分配部 1 4 5 a から伝送された高周波電力を 2 分配して、後段の分配部 1 4 5 a、素子列 1 4 1 A (特に、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 A) 又は素子列 1 4 1 B (特に、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 B) に伝送するものである (送信の場合)。また、何れの分配部 4 5 a も、後段の分配部 1 4 5 a、素子列 1 4 1 A (特に、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 A) 又は素子列 1 4 1 B (特に、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 B) から伝送された高周波電力を合成して、電子部品 1 1 1 又は前段の分配部 1 4 5 a に伝送するものである (受信の

場合)。

[0099] また、何れの素子列 1 4 1 A, 1 4 1 B も、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 A, 1 4 2 B から並列給電線路 1 4 5 を通って並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s までの経路長 (電気長) が等しい。従って、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の何れの放射素子 1 4 2 A, 1 4 2 B に、同位相の給電が行われる。

[0100] また、放射素子アレイ 1 4 0 A が対称線 1 4 9 に関して線対称な形状に形成されているので、対称線 1 4 9 に関して互いに対称な位置に配置された放射素子 1 4 2 A には、同位相の給電が行われる。放射素子アレイ 1 4 0 B についても同様である。

[0101] 同一の素子列 1 4 1 A に含まれる放射素子 1 4 2 A は、並列給電線路 1 4 5 から離れるにつれて給電の位相が遅れる。それゆえ、放射素子アレイ 1 4 0 A は、板状アレイアンテナ 1 2 0 の法線方向に対して電子部品 1 1 1 側に傾斜した方角に最大放射強度となる電波指向性を有する。放射素子アレイ 1 4 0 B についても同様である。

また、放射素子アレイ 1 4 0 A と放射素子アレイ 1 4 0 B は対称線 1 4 8 に対して線対称であるため、放射素子アレイ 1 4 0 A と放射素子アレイ 1 4 0 B の放射強度はほぼ等しく、電子部品 1 1 1 への傾斜角もほぼ等しい。

従って、放射素子アレイ 1 4 0 A の電波指向性と放射素子アレイ 1 4 0 B の電波指向性の合成によって、放射素子アレイ 1 4 0 A と放射素子アレイ 1 4 0 B の複合アンテナは、板状アレイアンテナ 1 2 0 の法線の方角に最大放射強度となる電波指向性を有する。

[0102] なお、並列給電線路 1 4 5 がマイクロストリップライン型の信号伝送路として機能すべく、地導体層 1 3 7 (図 1 1 参照) が給電線路形成領域 1 2 2 全体に広がるように形成されており、地導体層 1 3 7 と並列給電線路 1 4 5 の間には誘電体接着層 1 3 1 及び誘電体基材 1 3 2, 1 3 3 が介在する。

[0103] 5. 効果

以上のように構成された無線モジュール 1 は、以下のような効果・利点を

有する。

- [0104] (1) 放射素子アレイ 140A, 140B は格子状に配列された複数の放射素子 142A, 142B を有するものであるので、放射素子 142A, 142B の数が多く、放射素子アレイ 140A, 140B の面積が広い。よって、放射素子アレイ 140A, 140B の複合アンテナの高利得化が実現できるとともに、電波の長距離伝送を実現できる。
- [0105] (2) 放射素子アレイ 140A の電波指向性と放射素子アレイ 140B の電波指向性が合成されて、放射素子アレイ 140A と放射素子アレイ 140B との複合アンテナの最大放射強度方向が板状アレイアンテナ 120 の法線方向になる。
- [0106] (3) 並列給電線路 145 の全ての分配部 145a が放射素子アレイ 140A と放射素子アレイ 140B との間の領域に配置されている。よって、放射素子 142A, 142B から給電端点 145s までの経路長を最小限に抑えることができ、並列給電線路 145 における伝送損失を抑えることができる。
- [0107] (4) 素子列 141A, 141B のうち並列給電線路 145 の給電端点 145s に最も近い放射素子 142A, 142B に並列給電線路 145 が接続されている。よって、放射素子 142A, 142B から並列給電線路 145 の給電端点 145s までの経路長を最小限に抑えることができ、並列給電線路 145 における伝送損失を抑えることができる。
- [0108] (5) 並列給電線路 145 と放射素子アレイ 140A, 140B は共通の層に形成されているので、素子列 141A, 141B のうち並列給電線路 145 の給電端点 145s に最も近い放射素子 142A, 142B から並列給電線路 145 の給電端点 145s までの経路長を最小限に抑えることができる。よって、並列給電線路 145 における伝送損失を抑えることができる。
- [0109] (6) 並列給電線路 145 は一層に形成されたものであるので、層と層との間での位置ずれに起因した伝送損失が生じない。
- [0110] (7) 電子部品 111 の給電端子が並列給電線路 145 の給電端点 145

sに直接接続されているので、電子部品111と並列給電線路145との間における伝送損失を抑えることができる。

[0111] 6. 無線モジュールの変形例

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、上記実施形態は本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を上記実施形態に限定して解釈するものではない。また、本発明の趣旨を逸脱することなく、上記実施形態から変更或いは改良してもよく、本発明にはその等価物も含まれる。以下に、上記実施形態からの変更点について幾つか説明する。

[0112] (1) 図13に示すように、複数の増幅器150が板状アレイアンテナ120上に、つまり、誘電体基材132の誘電体接着層131とは反対側の面に表面実装されている。増幅器150は1段目の分配部145aと2段目の分配部145aとを接続する給電線路145cの中途部に増幅器150が設けられており、その給電線路145cを通過する信号が増幅器150によって増幅される。この給電線路145cは、増幅器150よりも1段目の分配部145a側の部分と、増幅器150よりも2段目の分配部145a側の部分とに分断されている。そして、分断された両者が増幅器150を介して接続されている。

[0113] これら増幅器150は、並列給電線路145の給電端点145sに関して点対称な位置に配置されている。また、これら増幅器150は、対称線149に関して線対称な位置に配置されている。何れの増幅器150も、増幅器150から並列給電線路145の給電端点145sまでの経路長（電気長）が互いに等しい。

[0114] 増幅器150はビアホール及び導体パターン層134, 135等を介して配線155に接続され、その配線155から増幅器150に電源電圧が供給される。増幅器150は例えばプリアンプ（電子部品111が送信回路の場合）又は低ノイズアンプ（電子部品111が受信回路の場合）である。

[0115] 増幅器150によって信号が増幅されると、電波の長距離伝送を実現することができる。

[0116] (2) 上記実施形態では、放射素子アレイ 140A と放射素子アレイ 140B が X 方向に並んで、放射素子アレイ 140A と放射素子アレイ 140B との間に給電線路形成領域 122 が配置されていた。図 14 に示すように、放射素子アレイ 140A、140B に加えて、放射素子アレイ 140C と放射素子アレイ 140D が Y 方向に並んで、放射素子アレイ 140C と放射素子アレイ 140D との間に給電線路形成領域 122 が配置されていてもよい。ここで、放射素子アレイ 140C は複数列の素子列 141C からなり、放射素子アレイ 140D は複数列の素子列 141D からなる。

[0117] この場合、素子列 141A、141B、141C、141D の総列数を 2^n (但し、 n は 2 以上の整数) としたら、素子列 141A の列数が 2^{n-2} であり、素子列 141B の列数が 2^{n-2} であり、素子列 141C の列数が 2^{n-2} であり、素子列 141D の列数が 2^{n-2} である。図 14 に示す例では、 n が 5 であり、素子列 141A、141B、141C、141D は何れも 8 列あり、素子列 141A、141B、141C、141D の総列数は 32 である。

[0118] 素子列 141C は複数のパッチ型放射素子 142C 及び直結給電線路 143C を有する。何れの素子列 141C でも、複数の放射素子 142C が板状アレイアンテナ 120 の矩形板状部 126 の短辺方向 (Y 方向) に直線状に等間隔で配列されている。これら放射素子 142C は、隣り同士の間で設けられた直結給電線路 143C によって直列接続されている。何れの素子列 141C も、ピッチ (ピッチとは、Y 方向に隣り合う放射素子 142C の間隔) が互いに等しい。

[0119] 素子列 141D も、素子列 141C と同様に、板状アレイアンテナ 120 の矩形板状部 126 の短辺方向 (Y 方向) に直線状に等間隔で配列された複数のパッチ型放射素子 142D と、これら放射素子 142D を直列接続する直結給電線路 143D と、を有する。何れの素子列 141D も、ピッチ (ピッチとは、Y 方向に隣り合う放射素子 142D の間隔) が互いに等しい。

[0120] 2^{n-2} 列の素子列 141C が板状アレイアンテナ 120 の矩形板状部 126 の長辺方向 (X 方向) に等間隔で並列され、 2^{n-2} 列の素子列 141D が板状

アレイアンテナ 120 の矩形板状部 126 の長辺方向（X 方向）に等間隔で並列されている。

[0121] それぞれの素子列 141C の中で並列給電線路 145 の給電端点 145s（電子部品 111 の給電端子）に最も近い端の放射素子 142C は、Y 方向における位置が揃っている。つまり、それぞれの素子列 141C の中で並列給電線路 145 の給電端点 145s（電子部品 111 の給電端子）に最も近い端の放射素子 142C は、素子列 141C の列方向（Y 方向）に対して垂直な方向（X 方向）に一行に配列されている。放射素子アレイ 140D についても同様である。

[0122] 素子列 141C の放射素子 142C の配列方向と、素子列 141D の放射素子 142D の配列方向とは互いに平行である。素子列 141C、141D の放射素子 142C、142D の配列方向と、素子列 141A、141B の放射素子 142A、142B の配列方向とは垂直である。

[0123] 更に、何れの素子列 141A、141B、141C、141D も、ピッチが互いに等しい。また、素子列 141A の並列間隔、素子列 141B の並列間隔、素子列 141C の並列間隔、素子列 141D の並列間隔は、何れも等しい。

[0124] 放射素子アレイ 140A、140B、140C、140D の複合形状は、対称線 148、149 に関して線対称な形状となっている。また、放射素子アレイ 140A、140B、140C、140D の複合形状は、並列給電線路 145 の給電端点 145s を中心とした 4 回対称の回転対称性を有する。

[0125] 並列給電線路 145 は、n 段の分配部 145a によって電子部品 111 の給電端子から素子列 141A、141B、141C、141D にかけて 2^n に分岐したツリー状に形成されている。従って、電子部品 111 から n 段目の分配部 145a は、給電線路 145d を介して素子列 141A（特に、並列給電線路 145 の給電端点 145s に最も近い端の放射素子 142A）、素子列 141B（特に、並列給電線路 145 の給電端点 145s に最も近い端の放射素子 142B）、素子列 141C（特に、並列給電線路 145 の給電

端点に最も近い端の放射素子 1 4 2 C) 又は素子列 1 4 1 D (特に、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に最も近い端の放射素子 1 4 2 D) に接続されている。

[0126] 放射素子アレイ 1 4 0 A ~ 1 4 0 D の電波指向性の合成によって、放射素子アレイ 1 4 0 A ~ 1 4 0 D の複合アンテナは板状アレイアンテナ 1 2 0 の法線の方角に最大放射強度となる電波指向性を有する。図 1 4 に示す放射素子アレイ 1 4 0 A ~ 1 4 0 D の複合アンテナは、図 1 2 に示す放射素子アレイ 1 4 0 A、1 4 0 B の複合アンテナよりも高利得である。

[0127] なお、上記 (1) の変形例の場合と同様に、複数の増幅器 1 5 0 が板状アレイアンテナ 1 2 0 上に表面実装されてもよい (図 1 5 参照)。増幅器 1 5 0 は 3 段目の分配部 1 4 5 a と 4 段目の分配部 1 4 5 a とを接続する給電線路 1 4 5 c の中途部に増幅器 1 5 0 が設けられており (図 1 5 参照)、その給電線路 1 4 5 c を通過する信号が増幅器 1 5 0 によって増幅される。

これら増幅器 1 5 0 は、並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s に関して点対称な位置に配置されている。また、これら増幅器 1 5 0 は、対称線 1 4 9 に関して線対称な位置に配置されている。また、これら増幅器 1 5 0 は、対称線 1 4 8 に関して線対称な位置に配置されている。何れの増幅器 1 5 0 も、増幅器 1 5 0 から並列給電線路 1 4 5 の給電端点 1 4 5 s までの経路長 (電気長) が互いに等しい。

符号の説明

- [0128] 1, 1 0 1 …無線モジュール
2 0, 1 2 0 …板状アレイアンテナ
2 1, 1 2 1 …アンテナ形成領域
2 2, 1 2 2 …給電線路形成領域
3 1, 1 3 1 …誘電体接着層
3 2, 1 3 2, 3 3, 1 3 3 …誘電体基材
3 7, 1 3 7 …地導体層
4 1, 1 4 1 A, 1 4 1 B, 1 4 1 C, 1 4 1 D …直列型放射素子列

4 2, 1 4 2 A, 1 4 2 B, 1 4 2 C, 1 4 2 D…放射素子

4 5, 1 4 5 …並列給電線路

4 5 s, 1 4 5 s …給電端点

1 5 0 …増幅器

請求の範囲

[請求項1]

誘電体基板と、
前記誘電体基板の一方の面に形成された地導体層と、
前記誘電体基板の他方の面に形成された複数列の直列型放射素子列と、
と、
前記誘電体基板の他方の面に形成され、前記誘電体基板の他方の面上の給電端点と前記複数列の直列型放射素子列との間で高周波電力を給電する並列給電線路と、を備え、
前記直列型放射素子列は、等間隔に直線状に配列されて直列接続された複数の放射素子を有し、
前記並列給電線路は、前記給電端点から、前記直列型放射素子列の前記複数の放射素子のうち前記給電端点に最も近い端の放射素子にかけて前記複数列の直列型放射素子列の列数に分岐して、前記最も近い端の放射素子と前記給電端点を接続し、
前記複数の直列型放射素子列は何れも前記複数の放射素子のピッチが等しく、
前記複数列の直列型放射素子列の何れも、前記給電端点から前記最も近い端の放射素子までの前記並列給電線路に沿った経路長が等しい板状アレイアンテナ。

[請求項2]

前記複数列の直列型放射素子列が並列され、
前記複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に一行に配列されている
請求項1に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項3]

前記並列給電線路は、前記複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子と前記給電端点との間の領域内に配置されている
請求項2に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項4]

前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点

を通過して前記直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である

請求項 2 又は 3 に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項5] 前記複数列の直列型放射素子列を 2 組に分けた場合の第 1 組に含まれる複数列の直列型放射素子列が並列され、前記第 1 組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第 1 組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に一行に配列され、

第 2 組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第 1 組の直列型放射素子列の列方向に対して平行となるように並列され、前記第 2 組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第 2 組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に一行に配列され、

前記第 1 組の複数列の直列型放射素子列と前記第 2 組の複数列の直列型放射素子列とは、それらの列方向に並んでいる

請求項 1 に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項6] 前記給電端点が、前記第 1 組の複数列の直列型放射素子列と前記第 2 組の複数列の直列型放射素子列との間の領域内に配置されている

請求項 5 に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項7] 前記並列給電線路が前記領域内に配置されている

請求項 6 に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項8] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通過して前記直列型放射素子列の列方向に対して垂直な対称線に関して線対称な形状である

請求項 5 から 7 の何れか一項に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項9] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通過して前記直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である

請求項 5 から 8 の何れか一項に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項10] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を中心とした2回対称の回転対称性を有する

請求項5から9の何れか一項に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項11] 前記複数列の直列型放射素子列を4組に分けた場合の第1組に含まれる複数列の直列型放射素子列が並列され、前記第1組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に配列され、

第2組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して平行となるように並列され、前記第2組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第2組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に配列され、

前記第1組の複数列の直列型放射素子列と前記第2組の複数列の直列型放射素子列とは、それらの列方向に並び、

第3組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第1組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直となるように並列され、前記第3組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第3組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に配列され、

第4組に含まれる複数列の直列型放射素子列が前記第3組の直列型放射素子列の列方向に対して平行となるように並列され、前記第4組の複数列の直列型放射素子列の前記最も近い端の放射素子が前記第4組の直列型放射素子列の列方向に対して垂直な方向に配列され、

前記第3組の複数列の直列型放射素子列と前記第4組の複数列の直列型放射素子列とは、それらの列方向に並び、

前記第1組の複数列の直列型放射素子列と前記第2組の複数列の直列型放射素子列との間の領域が、前記第3組の複数列の直列型放射素子列と前記第4組の複数列の直列型放射素子列との間にある

請求項1に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項12] 前記給電端点が、前記領域内に配置されている

請求項 1 1 に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項13] 前記並列給電線路が前記領域内に配置されている

請求項 1 2 に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項14] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通して前記第 1 組の直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である

請求項 1 2 から 1 3 の何れか一項に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項15] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を通して前記第 3 組の直列型放射素子列の列方向に対して平行な対称線に関して線対称な形状である

請求項 1 2 から 1 4 の何れか一項に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項16] 前記複数列の直列型放射素子列全体としての形状は、前記給電端点を中心とした 4 回対称の回転対称性を有する

請求項 1 2 から 1 5 の何れか一項に記載の板状アレイアンテナ。

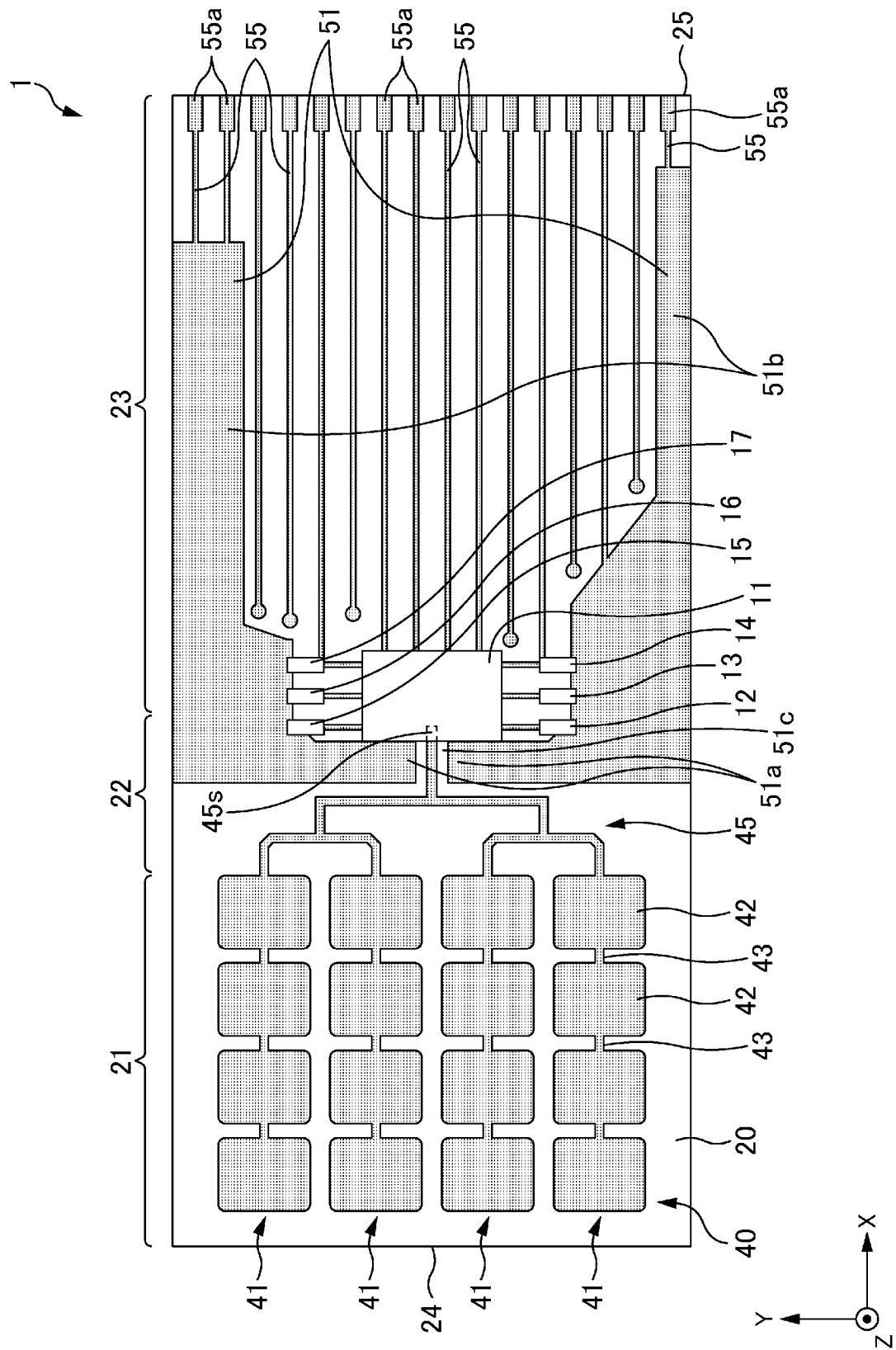
[請求項17] 前記給電端点から前記給電端点に最も近い端の放射素子にかけての中途部において前記並列給電回路に接続され、前記並列給電回路を通過する信号を増幅する複数の増幅器を更に備える請求項 5 から 1 6 の何れか一項に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項18] 前記複数の増幅器が、前記給電端点に関して点対称な位置に配置されている

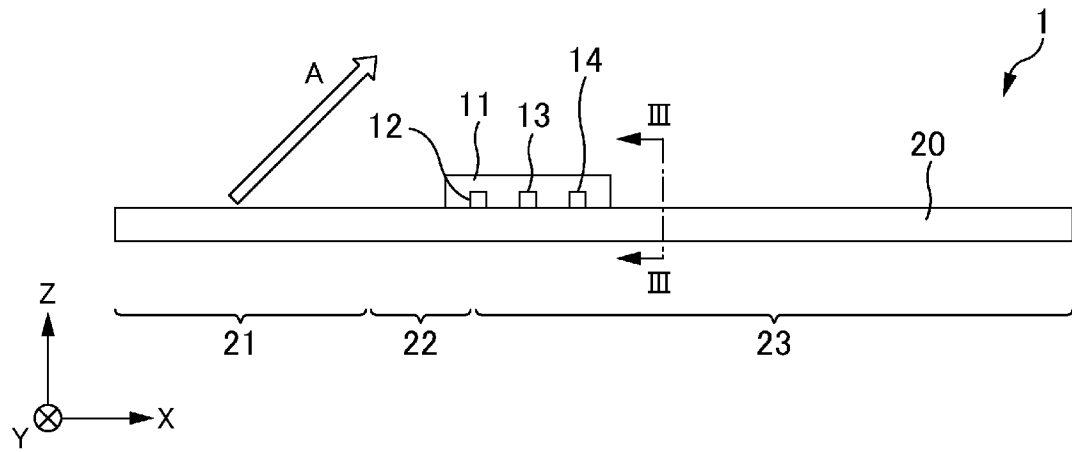
請求項 1 7 に記載の板状アレイアンテナ。

[請求項19] 請求項 1 から 1 8 の何れか一項に記載の板状アレイアンテナと、前記板状アレイアンテナに表面実装された電子部品と、を備え、前記電子部品の給電端子が前記給電端点に接続されている無線モジュール。

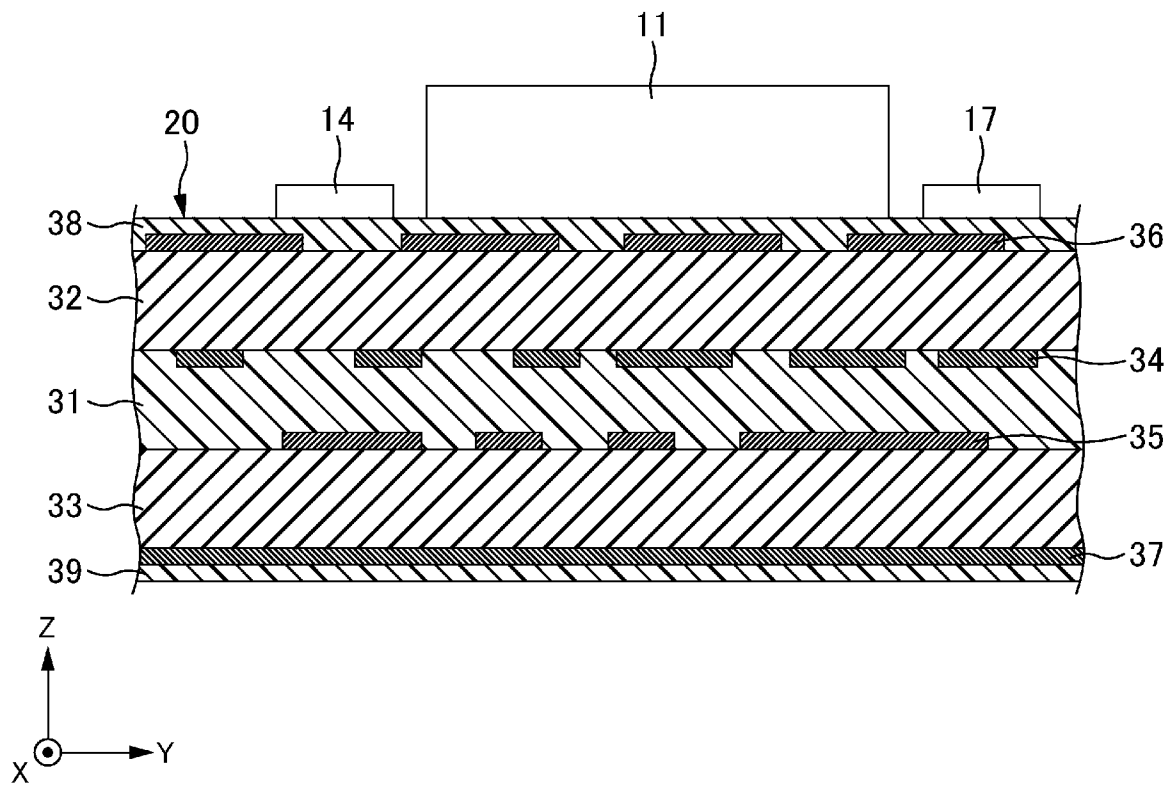
[図1]



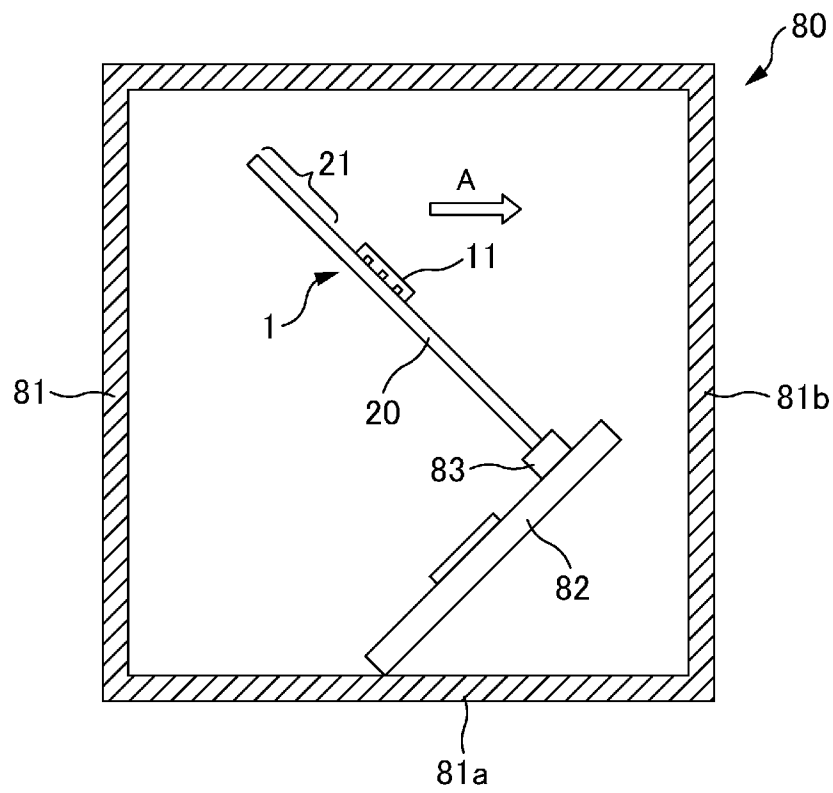
[図2]



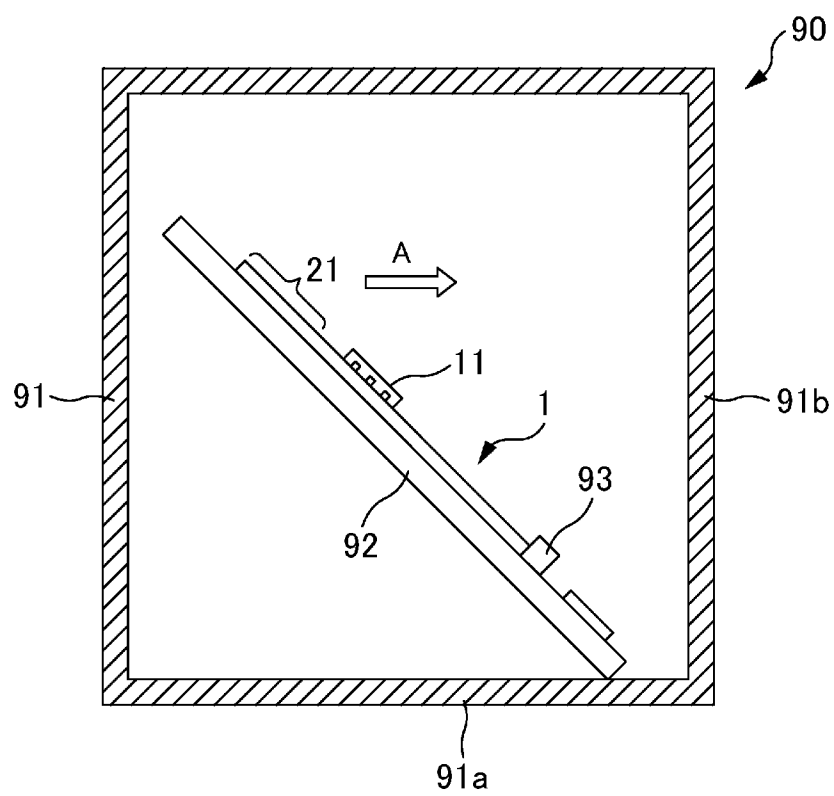
[図3]



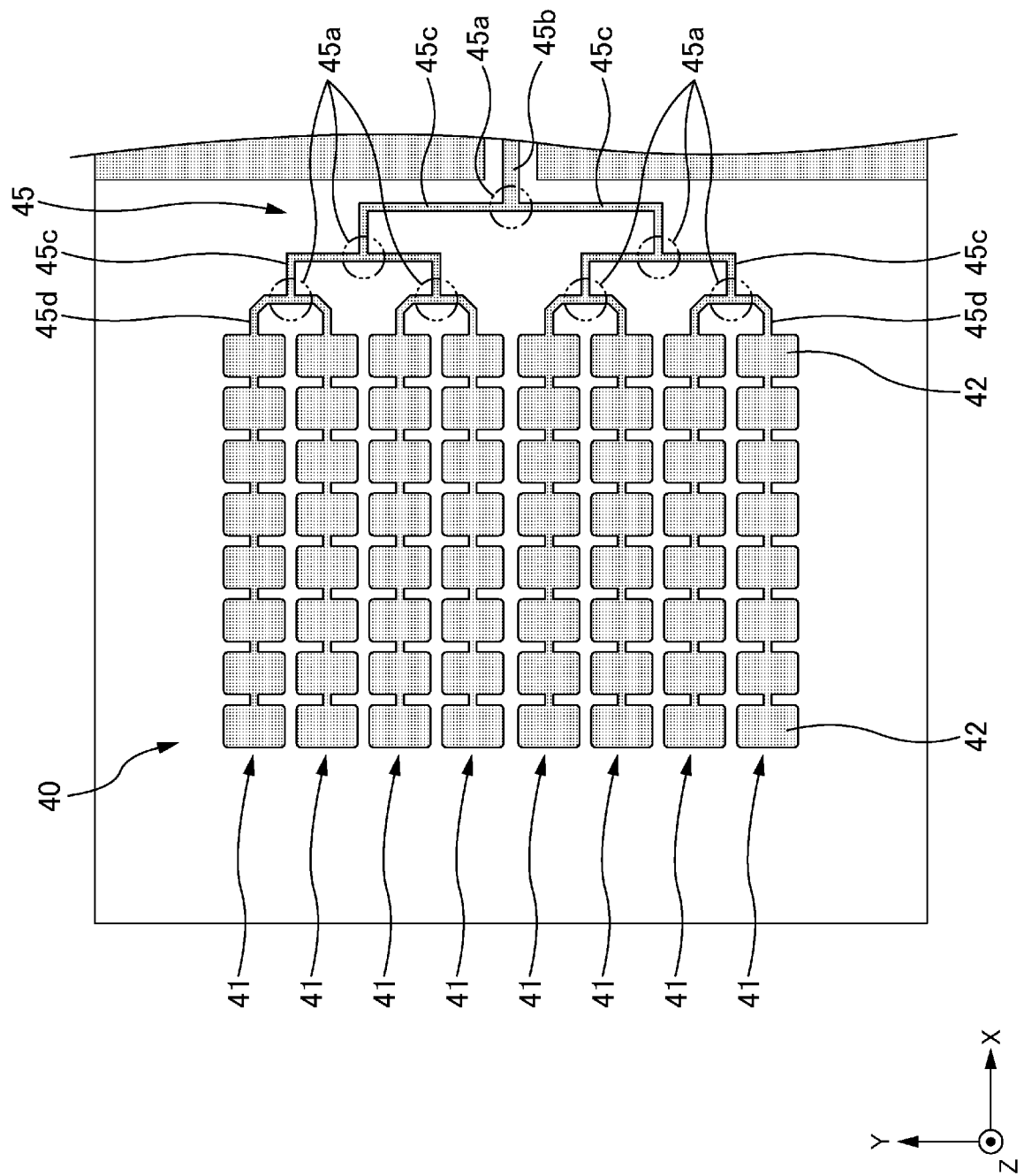
[図5]



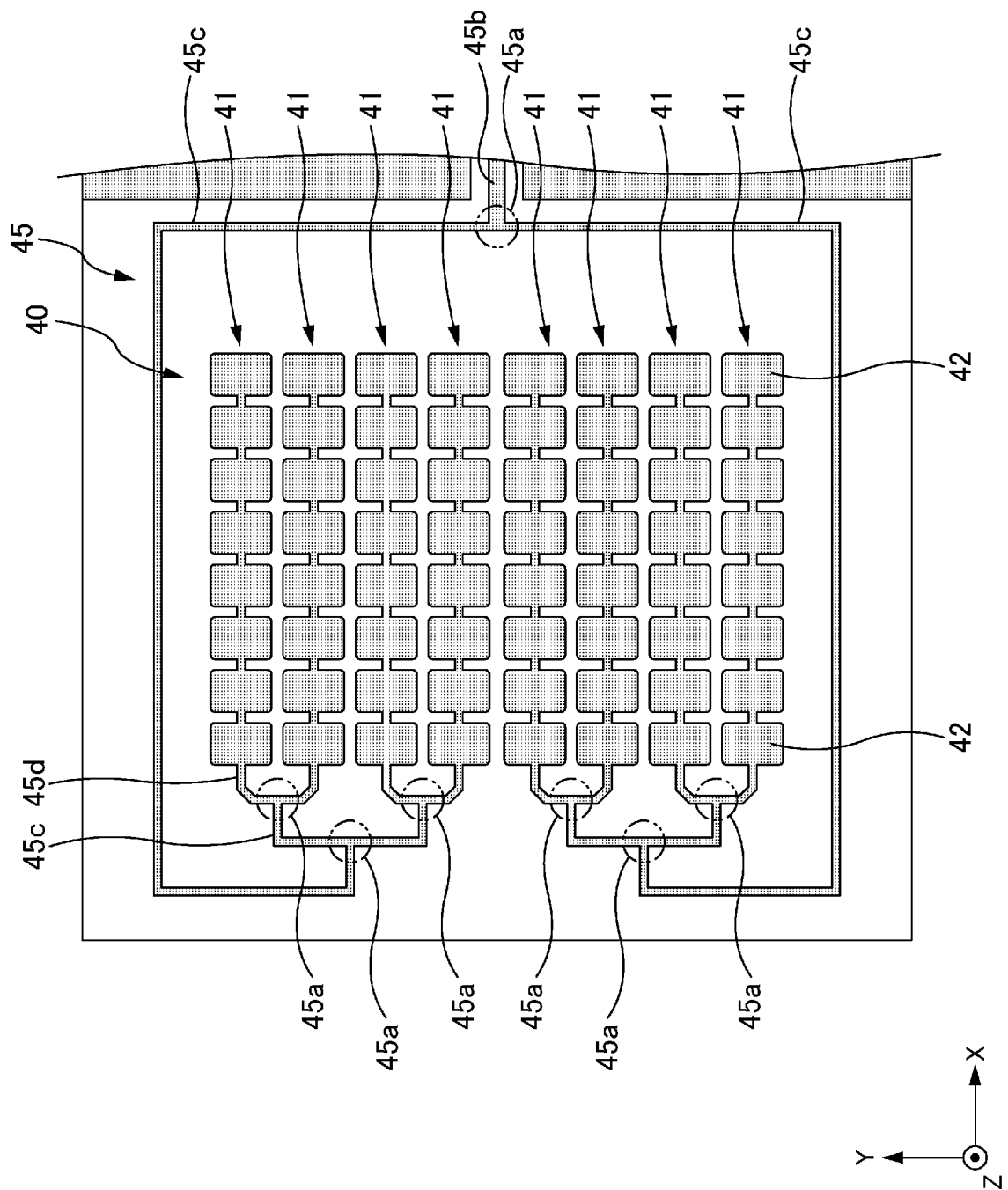
[図6]



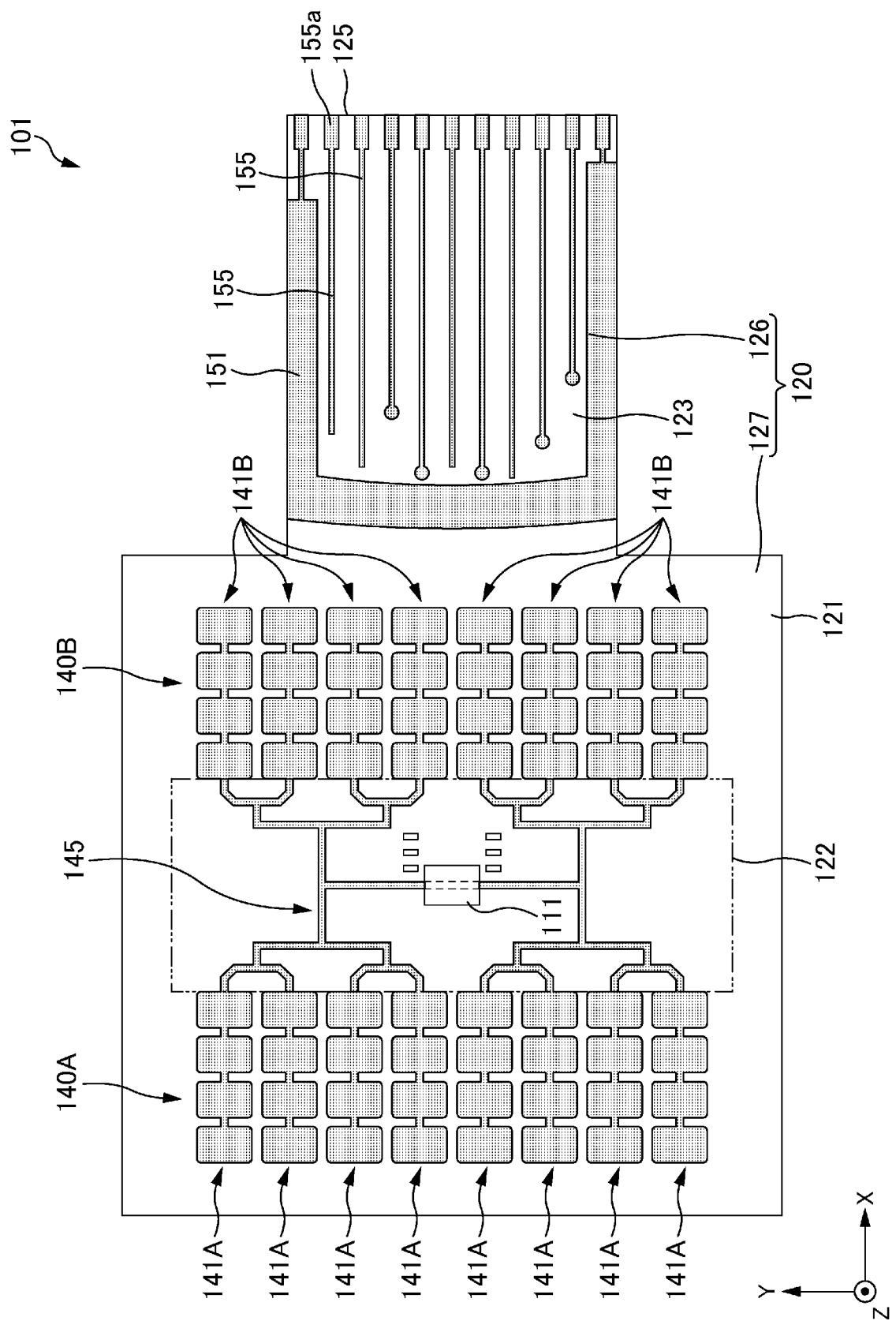
[図7]



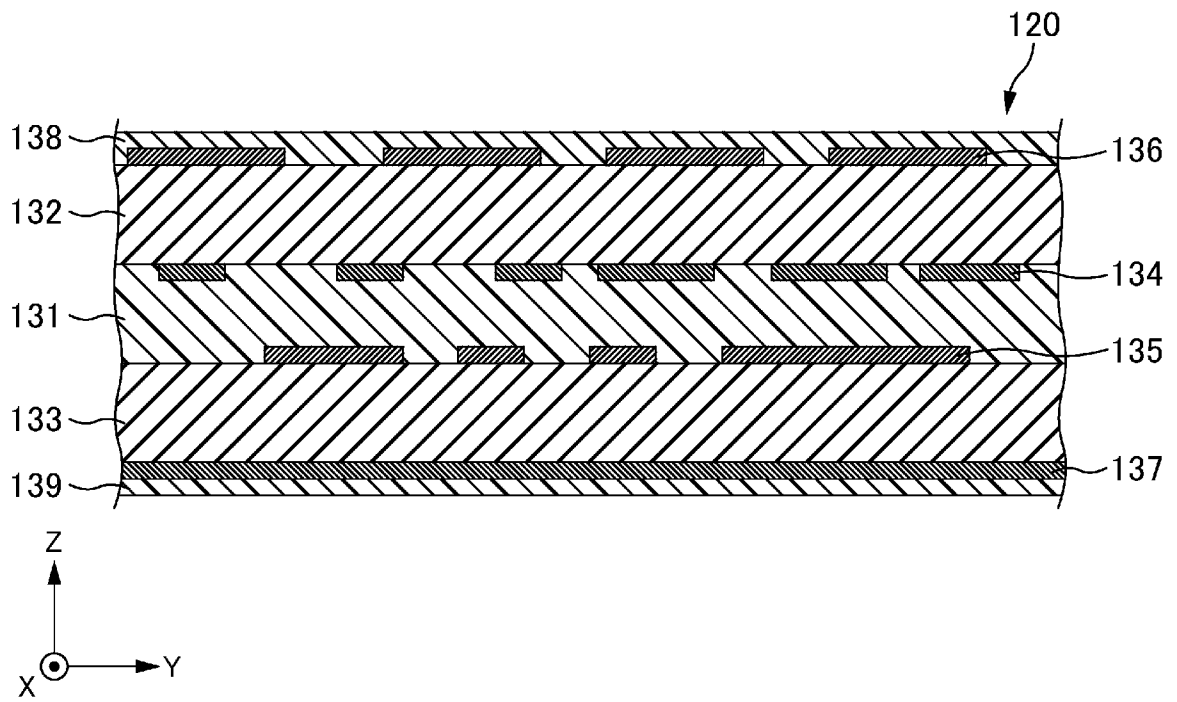
[図9]



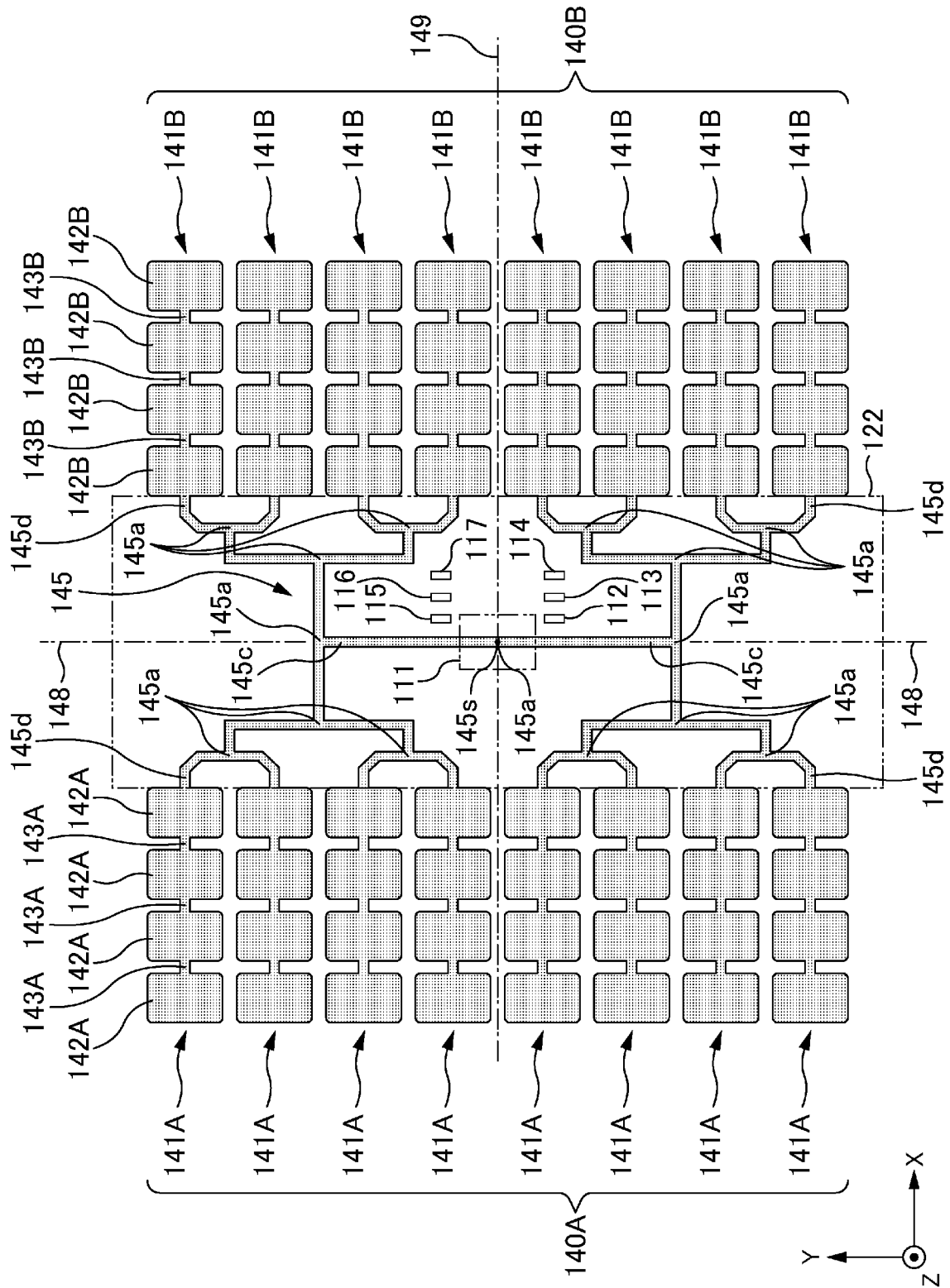
[図10]



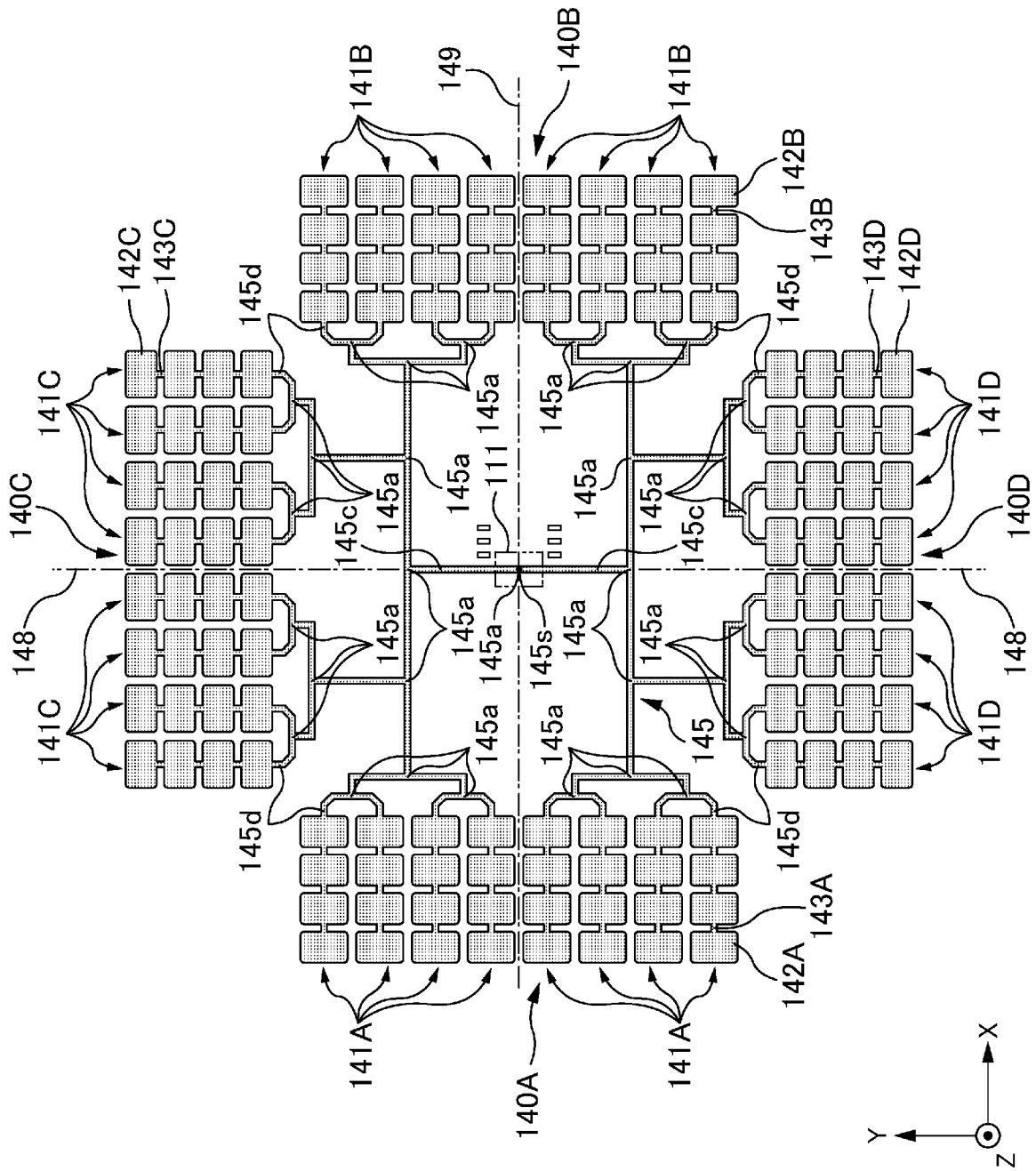
[図11]



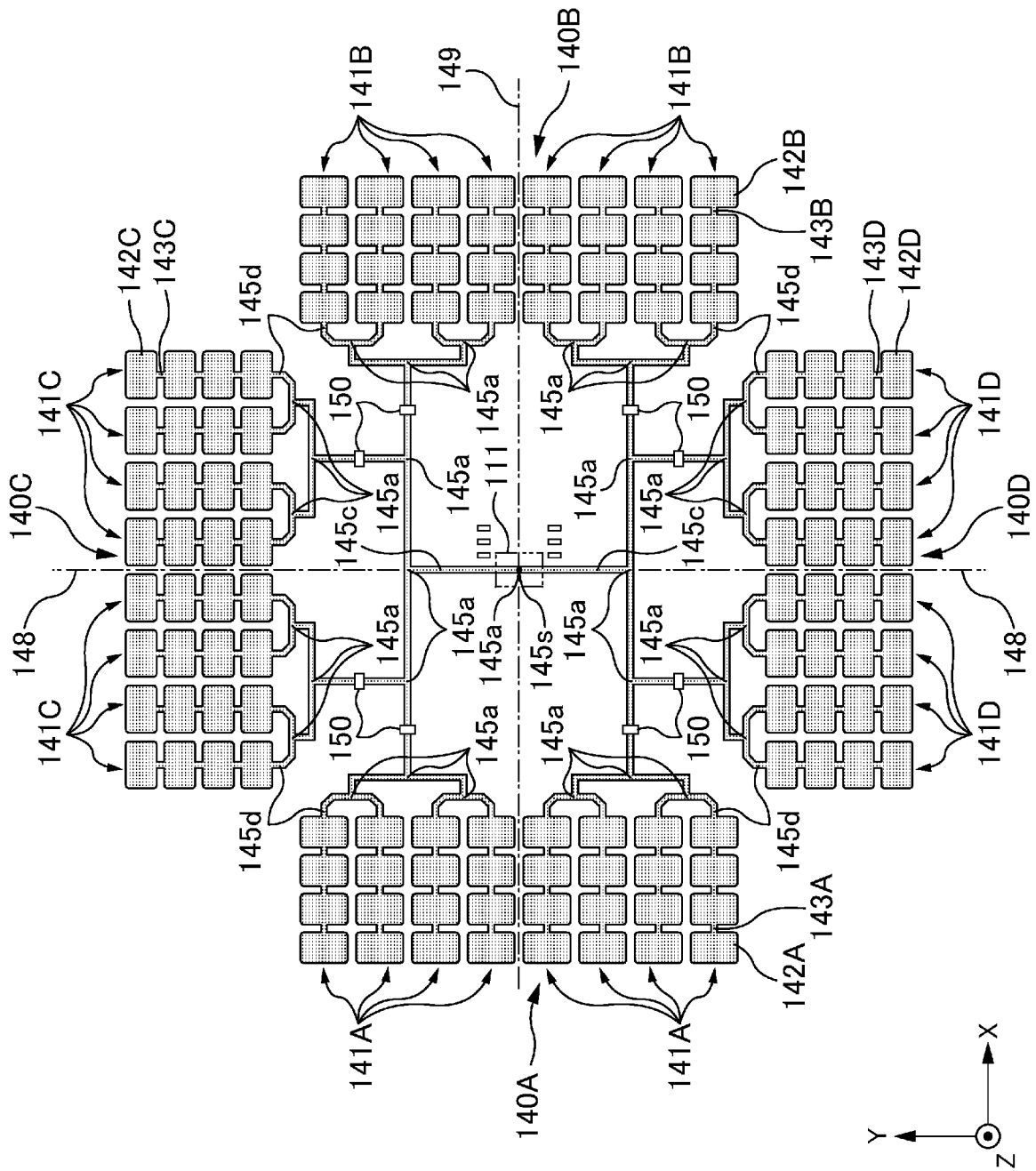
[図12]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01Q21/06 (2006.01) i, H01Q1/50 (2006.01) i, H01Q9/04 (2006.01) i, H01Q13/08 (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. H01Q21/06, H01Q1/50, H01Q9/04, H01Q13/08

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	JP 08-167812 A (TOSHIBA CORP.) 25 June 1996,	1-7
Y	paragraphs [0002], [0003], fig. 3 (Family: none)	8-19
Y	US 2015/0357709 A1 (KIM, Kwang Seon, OH, Sun Soo,	8-19
A	BYUN, Woo Jin, KANG, Min Soo, KIM, Bong Su) 10	1-7
	December 2015, paragraph [0038], fig. 1 (Family: none)	
X	US 2011/0102241 A1 (STEWART, Christopher E.,	1-7, 17-19
A	MOULTON, Grant E., GOODY, Steven H.) 05 May 2011,	8-16
	paragraphs [0087]-[0095], fig. 7A & CA 2778987 A1	
	& JP 2013-509597 A & WO 2011/053936 A2 & WO	
	2011/053939 A2 & WO 2011/053941 A2	



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
18.04.2018

Date of mailing of the international search report
01.05.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/007488

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/0009399 A1 (GAUCHER, Brian Paul, LIU, Duixian, SIRDESHMUKH, Ranjani) 08 January 2009 (Family: none)	1-19
A	WO 2016/071681 A1 (BLUWIRELESS TECHNOLOGY LIMITED) 12 May 2016 & GB 2532206 A	1-19
A	WO 2012/143761 A1 (FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC.) 26 December 2012 & CN 103492900 A & US 2014/0035780 A1	1-19
A	US 4839659 A (STERN, Richard A., BABBITT, Richard W.) 13 June 1989 (Family: none)	1-19
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 024177/1991 (Laid-open No. 121111/1992) (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 29 October 1992 (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01Q21/06(2006.01)i, H01Q1/50(2006.01)i, H01Q9/04(2006.01)i, H01Q13/08(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. H01Q21/06, H01Q1/50, H01Q9/04, H01Q13/08

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 Y	JP 08-167812 A（株式会社東芝）1996.06.25, 段落 0002, 0003, 図 3（ファミリーなし）	1 - 7 8 - 19
Y A	US 2015/0357709 A1（KWANG SEON KIM ; SUN SOO OH ; WOO JIN BYUN ; MIN SOO KANG ; BONG SU KIM）2015.12.10, 段落 0038, 図 1（ファミ リーなし）	8 - 19 1 - 7

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

「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

18.04.2018

国際調査報告の発送日

01.05.2018

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）

佐藤 当秀

5 K

3784

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 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	US 2011/0102241 A1 (CHRISTOPHER E. STEWART ; GRANT E. MOULTON ; STEVEN H. GOODY) 2011.05.05, 段落 0087—0095, 図 7A & CA 2778987 A1 & JP 2013-509597 A & WO 2011/053936 A2 & WO 2011/053939 A2 & WO 2011/053941 A2	1 - 7, 17 - 19 8 - 16
A	US 2009/0009399 A1 (BRIAN PAUL GAUCHER ; DUIXIAN LIU ; RANJANI SIRDESHMUKH) 2009.01.08 (ファミリーなし)	1 - 19
A	WO 2016/071681 A1 (BLUWIRELESS TECHNOLOGY LIMITED) 2016.05.12 & GB 2532206 A	1 - 19
A	WO 2012/143761 A1 (FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC.) 2012.12.26 & CN 103492900 A & US 2014/0035780 A1	1 - 19
A	US 4839659 A (RICHARD A STERN; RICHARD W. BABBITT) 1989.06.13 (ファミリーなし)	1 - 19
A	日本国実用新案登録出願03-024177号(日本国実用新案登録出願公開04-121111号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (日立化成工業株式会社) 1992.10.29 (ファミリーなし)	1 - 19