(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年6月11日(11.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/115979 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 21/06 (2006.01) *H01Q 13/08* (2006.01)
H01Q 9/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/035131

(22) 国際出願日： 2019年9月6日(06.09.2019)

(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 2018-227271 2018年12月4日(04.12.2018) 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).

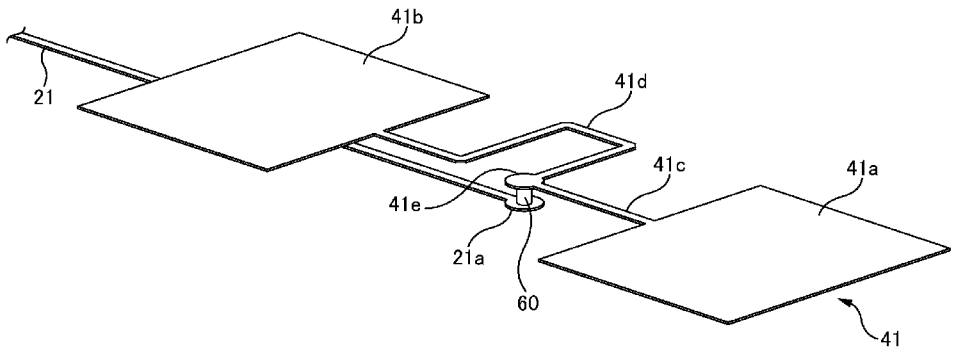
(72) 発明者: シャレンドラ カウシャル (**SHAILENDRA, Kaushal**); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎１４４０番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内 Chiba (JP). 官寧 (**GUAN, Ning**); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎１４４０番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).

(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,

(54) **Title:** ANTENNA ARRAY

(54) 発明の名称： アンテナアレイ



(57) **Abstract:** Provided is an antenna array for which directivity can be controlled in an omnidirectional manner. An antenna array 1 comprises, in the order in which they are layered: a plurality of feed lines 21; a first dielectric layer 11; a ground conductor layer 30; a second dielectric layer 13; a plurality of antennas 41; and a plurality of through hole conductors 60 that pass through the first dielectric layer 11, the ground conductor layer 30, and the second dielectric layer 13. The antennas 41 each have antenna elements 41a, 41b, and the antenna elements 41a, 41b are arranged in a two-dimensional

WO 2020/115979 A1

［続葉有］

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

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, 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))

array. The through hole conductors 60 pass through the ground conductor layer 30 while being electrically insulated from the ground conductor layer 30. Each of the plurality of feed lines 21 individually feeds power to respective antennas 41 through the through hole conductor 60 thereof.

(57) 要約：全方位的に指向性を制御することができるアンテナアレイを提供する。 アンテナアレイ１は、積層順に、複数の給電線路２１と、第１の誘電体層１１と、地導体層３０と、第２の誘電体層１３と、複数のアンテナ４１と、を備えるとともに、第１の誘電体層１１、地導体層３０及び第２の誘電体層１３を貫通している複数のスルーホール導体６０を備える。アンテナ４１はアンテナ素子４１ａ，４１ｂを有し、アンテナ素子４１ａ，４１ｂが二次元アレイ状に配列されている。スルーホール導体６０が地導体層３０から電気的に絶縁した状態で地導体層３０を貫通している。複数の給電線路２１がそれぞれスルーホール導体６０を介してアンテナ４１毎に個別に給電する。

明　細　書

発明の名称 ： アンテナアレイ

技術分野

[0001]　本発明は、アンテナアレイに関する。

背景技術

[0002]　アンテナアレイ（アレイアンテナともいう）はアンテナ素子を格子状に配列したものである。これらアンテナ素子を励振することによって所望の指向性を得ることができる。アンテナ素子にはマイクロストリップラインが利用されることがある。マイクロストリップライン方式のアンテナ素子は誘電体基板の一方の面にパッチ状に形成されており、誘電体基板の反対側の面には地導体層が形成されている。

[0003]　一方、特許文献１には、ビームフォーミング技術、つまりアンテナの指向性が可変となる技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１８－２３１００号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　ところで、マイクロストリップラインを利用したアンテナアレイとしては、全方位的に指向性を制御するものはない。

そこで、本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、全方位的に指向性を制御することができるアンテナアレイを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006]　上記目的を達成するための主たる発明は、積層順に、複数の給電線路と、第１の誘電体層と、地導体層と、第２の誘電体層と、複数のアンテナと、を備えるとともに、前記第１の誘電体層、前記地導体層及び前記第２の誘電体

層を貫通している複数のスルーホール導体を備え、前記各アンテナは少なくとも１つのアンテナ素子を有し、前記アンテナ素子が二次元アレイ状に配列され、前記スルーホール導体が前記地導体層から電気的に絶縁した状態で前記地導体層を貫通し、前記複数の給電線路がそれぞれ前記スルーホール導体を介して前記アンテナ毎に個別に給電するアンテナアレイである。

[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] 本発明の実施態様によれば、全方位的に指向性を制御可能なアンテナアレイを提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の実施形態のアンテナアレイの斜視図である。

[図2]前記アンテナアレイの部分断面図である。

[図3]前記アンテナアレイのアンテナパターン層の平面図である。

[図4]前記アンテナアレイの地導体層の平面図である。

[図5]前記アンテナアレイの線路パターン層の平面図である。

[図6]前記アンテナアレイのアンテナ、スルーホール導体及び給電線路の斜視図である。

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] 積層順に、複数の給電線路と、第１の誘電体層と、地導体層と、第２の誘電体層と、複数のアンテナと、を備えるとともに、前記第１の誘電体層、前記地導体層及び前記第２の誘電体層を貫通している複数のスルーホール導体を備え、前記各アンテナは少なくとも１つのアンテナ素子を有し、前記アンテナ素子が二次元アレイ状に配列され、前記スルーホール導体が前記地導体層から電気的に絶縁した状態で前記地導体層を貫通し、前記複数の給電線路がそれぞれ前記スルーホール導体を介して前記アンテナ毎に個別に給電する

アンテナアレイが明らかとなる。

[0012] 以上によれば、給電線路がそれぞれスルーホール導体を介してアンテナ毎に個別に給電するため、アンテナ毎に個別に位相を制御することができる。そのようなアンテナが二次元アレイ状に配列されているため、アンテナアレイによって送信され又は受信される電磁波の指向性を全方位的に制御することができる。

[0013] 前記アンテナ毎の前記アンテナ素子の数が同数である。

[0014] ＝＝＝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。

[0015] 図１は、第１実施形態のアンテナアレイ１の斜視図である。

[0016] このアンテナアレイ１は、マイクロ波又はミリ波の周波数帯の電波の送信若しくは受信又はこれらの両方に利用される。

[0017] また、このアンテナアレイ１は指向性を全方位的に可変なものである。つまり、アンテナアレイ１は、最も利得の高い方向（図１において矢印Ａで示す）を全方位的に制御可能なものである。ここで、「全方位的に」とは、最も利得の高い方向を垂直角φ及び水平角θで表した場合、垂直角φのみならず水平角θも可変であることをいう。垂直角φとは、アンテナアレイ１の放射面の法線（以下、Ｚ軸という）を基準として、最も利得の高い方向への傾斜角度をいう。水平角θとは、Ｚ軸に対して直交する軸(以下、Ｘ軸という)を基準として、最も利得の高い方向へのＺ軸回りの回転角度をいう。Ｚ軸及びＸ軸に対して直交する軸をＹ軸という。Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸は放射面において互いに直交する。水平角θに「水平」という用語を用いるが、Ｘ軸及びＹ軸は必ずしも水平である必要はない。つまり、アンテナアレイ１の設置位置及び向きに応じて、放射面が水平であったりそうでなかったりする。

[0018] アンテナアレイ１はシート状又は薄板状の積層体２からなる。図２は積層

体２の部分断面図である。積層体２は下層から順に、つまりＺ軸方向の順に線路パターン層２０、第１の誘電体層１１、地導体層３０、層間接着剤層１２、第２の誘電体層１３、アンテナパターン層４０、層間接着剤層１４及び保護誘電体層１５を有する。

[0019] 第１の誘電体層１１と第２の誘電体層１３が、これらの間に導電性の地導体層３０を挟み込んで、層間接着剤層１２によって互いに接合されている。

[0020] 第２の誘電体層１３と保護誘電体層１５が、これらの間に導電性のアンテナパターン層４０を挟み込んで、層間接着剤層１４によって互いに接合されている。

[0021] 第１の誘電体層１１に関して地導体層３０の反対側において、線路パターン層２０が第１の誘電体層１１の表面に形成されている。この線路パターン層２０が誘電体の保護膜によって被覆されてもよい。

[0022] 第１の誘電体層１１は例えば液晶ポリマー又はガラス基材樹脂等の誘電体材料からなる。なお、第１の誘電体層１１が誘電体の単層ではなく、誘電体の積層体であってもよい。

層間接着剤層１２は誘電体材料からなる。

第２の誘電体層１３は下層から順に誘電体層１３ａ、層間接着剤層１３ｂ及び誘電体層１３ｃを有する。誘電体層１３ａと誘電体層１３ｃが、それらの間に挟まれた層間接着剤層１３ｂによって互いに接合されている。誘電体層１３ａ及び誘電体層１３ｃは例えば液晶ポリマー又はガラス基材樹脂等の誘電体材料からなる。層間接着剤層１３ｂは誘電体材料からなる。なお、第２の誘電体層１３が誘電体の積層体ではなく、誘電体の単層であってもよい。

保護誘電体層１５は例えば液晶ポリマー又はガラス基材樹脂等の誘電体材料からなる。

[0023] 図３はアンテナパターン層４０の平面図である。図３に示すように、アンテナパターン層４０がアディティブ法又はサブトラクティブ法等によって形状加工されており、これによりアンテナパターン層４０は複数のアンテナ４

１を有する。これらアンテナ４１は二次元アレイ状に、つまり格子状又はマトリックス状に配列されている。ここでは、アンテナ４１はＸ軸方向に４列且つＹ軸方向に４列の二次元アレイ状に配列されている。アンテナ４１が平面に沿って、つまり第２の誘電体層１３の表面に沿って配列されており、その平面が放射面である。ここで、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸は、アンテナ４１が二次元アレイ状に配列された領域の中心において互いに直交する。

[0024] 図３中の参照符号「４１」に下付き数字が付されており、その下付き数字はアンテナ４１の配列順を表す。つまり、１から４までの任意の数をｍ，ｎとした場合、アンテナ４１$_{(m,n)}$は、図３中の左下からＸ軸負方向にｍ列目、且つＹ軸正方向にｎ列目である。

[0025] 各アンテナ４１$_{(1,1)}$～４１$_{(4,4)}$はパッチ型のアンテナ素子４１ａ，４１ｂ、給電支線路４１ｃ，４１ｄ及びランド部４１ｅを有する。

順にアンテナ素子４１ａとランド部４１ｅとアンテナ素子４１ｂが間隔を置いてＹ軸と平行に一直線状に配列されている。これらアンテナ４１$_{(1,1)}$～４１$_{(4,4)}$のアンテナ素子４１ａ，４１ｂは二次元アレイ状に、つまり格子状又はマトリックス状に配列されている（図３ではＸ軸方向に４列、Ｙ軸方向に８列となる）。給電支線路４１ｃがアンテナ素子４１ａとランド部４１ｅとの間の領域に配置され、ランド部４１ｅが給電支線路４１ｃの一端に電気的に接続され、アンテナ素子４１ａが給電支線路４１ｃの他端に電気的に接続されている。給電支線路４１ｄがアンテナ素子４１ｂとランド部４１ｅとの間の領域に配置され、ランド部４１ｅが給電支線路４１ｄの一端に電気的に接続され、アンテナ素子４１ｂが給電支線路４１ｄの他端に電気的に接続されている。給電支線路４１ｃの電気長は給電支線路４１ｄの電気長よりも中心波長の２分の１だけ短い。中心波長とは、このアンテナアレイ１の使用帯域の中心周波数に対応する波長である。

なお、図２は、１つのアンテナ４１に相当する部分を示す。

[0026] 図４は地導体層３０の平面図である。図４に示すように、地導体層３０がアディティブ法又はサブトラクティブ法等によって形状加工されており、こ

れにより地導体層３０には複数のスロット３１が形成されている。スロット３１がアンテナ４１毎に個別に設けられるべく、スロット３１が二次元アレイ状に、つまり格子状又はマトリックス状に配列されている。平面視で、スロット３１がランド部４１ｅと重なる部分に配置されている。平面視とは、アンテナアレイ１等の対象物を、放射面に対して垂直な方向、つまり積層体２の積層方向に平行投影的に見ることをいう。

[0027] 図４中の参照符号「３１」に下付き数字が付されている。下付き数字はスロット３１にそれぞれ対応するアンテナ４１の配列順を表す。

[0028] 図５は線路パターン層２０の平面図である。図５に示すように、線路パターン層２０がアディティブ法又はサブトラクティブ法等によって形状加工されており、これにより線路パターン層２０が複数の給電線路２１を有する。給電線路２１がアンテナ４１毎に個別に給電すべく、これら給電線路２１が互いに離間して絶縁されている。給電線路２１の一端部２１ａが二次元アレイ状に配置され、平面視で、給電線路２１の一端部２１ａがスロット３１及びランド部４１ｅと重なる部分に配置されている。

[0029] 図５中の参照符号「２１」に下付き数字が付されている。下付き数字は給電線路２１にそれぞれ対応するアンテナ４１の配列順を表す。

[0030] 図６は、１つのアンテナ４１とそれに対応する給電線路２１を示した斜視図である。図６に示すように１つのアンテナ４１につき１つのスルーホール導体６０が設けられ、全体として複数のスルーホール導体６０が二次元アレイ状、つまり格子状又はマトリックス状に配列されている。給電線路２１の一端部２１ａが個別にスルーホール導体６０によってアンテナ４１のランド部４１ｅに電気的に接続されている。図２に示すように、スルーホール導体６０は第１の誘電体層１１、地導体層３０、層間接着剤層１２及び第２の誘電体層１３を貫通している。スルーホール導体６０が地導体層３０を貫通する箇所では、スルーホール導体６０がスロット３１の縁から内側に離間しており、スルーホール導体６０と地導体層３０が互いに電気的に絶縁されている。スルーホール導体６０はスルーホール内に充填されていてもよいし、ス

ルーホールの内壁にメッキ等されたものでもよい。給電線路２１がそれぞれスルーホール導体６０を介してアンテナ４１毎に個別に給電する。

[0031] 以上のようにアンテナ４１と給電線路２１との間に地導体層３０が存在するため、アンテナ４１によって送受信される電磁波は給電線路２１によって伝送される信号波の影響を受けない。従って、放射効率の低下及び指向性の乱れを防止できる。

[0032] アンテナ４１と給電線路２１が別の層に形成されている。そのため、アンテナ４１のレイアウトと給電線路２１のレイアウトを相互に独立的に設計することができる。また、アンテナ４１を密集させて二次元アレイ状に配列させることもできる。アンテナ４１と同数の給電線路２１を相互に絶縁させた状態で配置することもできる。給電線路２１を相互に離間させた状態で配置することもでき、給電線路２１の相互間の信号波の干渉も防止できる。

[0033] このアンテナアレイ１には、送受信機としてのＲＦＩＣ（Radio Frequency Integrated Circuit）が取り付けられている。ＲＦＩＣは、少なくとも、給電線路２１と同数の給電端子を有する。給電線路２１の他端部が個別にＲＦＩＣの給電端子に電気的に接続されている。ＲＦＩＣが各給電線路２１を介してアンテナ４１毎に個別に信号波の位相を制御することによって、アンテナアレイ１の指向性が制御される。ＲＦＩＣの実装場所は特に限定されないが、例えば線路パターン層２０に表面実装される。

[0034] 例えば、ＲＦＩＣが全てのアンテナ４１に同位相の信号波（アンテナ４１の相互の位相差はランド部４１ｅにおけるもの。以下、同じ。）を供給する。その場合、最も利得の高い方向の垂直角φが実質的に０°になる。

[0035] 例えば、ＲＦＩＣがアンテナ$41_{(1,1)}$，$41_{(1,2)}$，$41_{(1,3)}$，$41_{(1,4)}$に同位相の信号波を供給し、アンテナ$41_{(2,1)}$，$41_{(2,2)}$，$41_{(2,3)}$，$41_{(2,4)}$に同位相の信号波を供給し、アンテナ$41_{(3,1)}$，$41_{(3,2)}$，$41_{(3,3)}$，$41_{(3,4)}$に同位相の信号波を供給し、アンテナ$41_{(4,1)}$，$41_{(4,2)}$，$41_{(4,3)}$，$41_{(4,4)}$に同位相の信号波を供給する。この場合、アンテナ$41_{(1,1)}$，$41_{(1,2)}$，$41_{(1,3)}$，$41_{(1,4)}$とアンテナ$41_{(2,1)}$，$41_{(2,2)}$，$41_{(2,3)}$，$41_{(2,4)}$との間に位相差Φ_xが、アンテナ

４１$_{(2,1)}$，４１$_{(2,2)}$，４１$_{(2,3)}$，４１$_{(2,4)}$とアンテナ４１$_{(3,1)}$，４１$_{(3,2)}$，４１$_{(3,3)}$，４１$_{(3,4)}$との間に位相差Φ$_x$が、更にアンテナ４１$_{(3,1)}$，４１$_{(3,2)}$，４１$_{(3,3)}$，４１$_{(3,4)}$とアンテナ４１$_{(4,1)}$，４１$_{(4,2)}$，４１$_{(4,3)}$，４１$_{(4,4)}$との間に位相差Φがあると、最も利得の高い方向の水平角θが実質的に０°又は１８０°になり、垂直角φが実質的に０°よりも大きくなる。位相差Φ$_x$が－１８０°～１８０°の範囲では、位相差Φ$_x$の絶対値が大きくなるにつれて、垂直角φが大きくなる。そのことをシミュレーションにより検証した結果を表１に示す。

[0036] [表1]

表１

位相差Φ$_x$	０°	４５°	９０°	１３５°	１５０°
水平角θ	１８０°				
垂直角φ	２°	１４°	２７°	４０°	４４°

[0037] 例えば、ＲＦＩＣがアンテナ４１$_{(1,1)}$，４１$_{(2,1)}$，４１$_{(3,1)}$，４１$_{(4,1)}$に同位相の信号波を供給し、アンテナ４１$_{(1,2)}$，４１$_{(2,2)}$，４１$_{(3,2)}$，４１$_{(4,2)}$に同位相の信号波を供給し、アンテナ４１$_{(1,3)}$，４１$_{(2,3)}$，４１$_{(3,3)}$，４１$_{(4,3)}$に同位相の信号波を供給し、アンテナ４１$_{(1,4)}$，４１$_{(2,4)}$，４１$_{(3,4)}$，４１$_{(4,4)}$に同位相の信号波を供給する。この場合、アンテナ４１$_{(1,1)}$，４１$_{(2,1)}$，４１$_{(3,1)}$，４１$_{(4,1)}$とアンテナ４１$_{(1,2)}$，４１$_{(2,2)}$，４１$_{(3,2)}$，４１$_{(4,2)}$との間に位相差Φ$_y$が、アンテナ４１$_{(1,2)}$，４１$_{(2,2)}$，４１$_{(3,2)}$，４１$_{(4,2)}$とアンテナ４１$_{(1,3)}$，４１$_{(2,3)}$，４１$_{(3,3)}$，４１$_{(4,3)}$との間に位相差Φ$_y$が、更にアンテナ４１$_{(1,3)}$，４１$_{(2,3)}$，４１$_{(3,3)}$，４１$_{(4,3)}$とアンテナ４１$_{(1,4)}$，４１$_{(2,4)}$，４１$_{(3,4)}$，４１$_{(4,4)}$との間に位相差Φ$_y$があると、最も利得の高い方向の水平角θが９０°又は２７０°になり、垂直角φが０°よりも大きくなる。位相差Φ$_y$が－１８０°～１８０°の範囲では、位相差Φ$_y$の絶対値が大きくなるにつれて、垂直角φが大きくなる。そのことをシミュレーションにより検証した結果を表２に示す。

[0038] [表2]

表２

位相差Φ$_y$	０°	４５°	９０°	１３５°	１５０°	１６５°
水平角θ	２７０°					
垂直角φ	１°	６°	１５°	２１°	２３°	２５°

[0039] 勿論、最も利得の高い方向の水平角θを０°，９０°，１８０°，２７０°以外にも制御することができる。例えば、アンテナ４１$_{(1,1)}$の位相を基準として、各アンテナ４１に表３に示す位相の信号波を供給した場合、具体的には表４及び表５に示す位相の信号波を供給した場合、最も利得の高い方向のベクトルをＹ軸方向へＸＺ平面に平行投影したときのＺ軸に対するそのベクトルの成す角（以下、ＸＺ平面内の角度という）と、そのベクトルをＸ軸方向にＹＺ平面に平行投影したときのＺ軸に対するそのベクトルの成す角（以下、ＹＺ平面内の角度という）は表６及び表７のようになる。

[0040] [表3]

表３

アンテナの参照符号	$41_{(1,1)}$	$41_{(1,2)}$	$41_{(1,3)}$	$41_{(1,4)}$
位相	0°	Φ_y	$2\Phi_y$	$3\Phi_y$

アンテナの参照符号	$41_{(2,1)}$	$41_{(2,2)}$	$41_{(2,3)}$	$41_{(2,4)}$
位相	Φ_x	$\Phi_x+\Phi_y$	$\Phi_x+2\Phi_y$	$\Phi_x+3\Phi_y$

アンテナの参照符号	$41_{(3,1)}$	$41_{(3,2)}$	$41_{(3,3)}$	$41_{(3,4)}$
位相	$2\Phi_x$	$2\Phi_x+\Phi_y$	$2\Phi_x+2\Phi_y$	$2\Phi_x+3\Phi_y$

アンテナの参照符号	$41_{(4,1)}$	$41_{(4,2)}$	$41_{(4,3)}$	$41_{(4,4)}$
位相	$3\Phi_x$	$3\Phi_x+\Phi_y$	$3\Phi_x+2\Phi_y$	$3\Phi_x+3\Phi_y$

[0041] [表4]

表４（$\Phi_x=50^\circ$、$\Phi_y=95^\circ$）

アンテナの参照符号	$41_{(1,1)}$	$41_{(1,2)}$	$41_{(1,3)}$	$41_{(1,4)}$
位相	0°	95°	190°	285°

アンテナの参照符号	$41_{(2,1)}$	$41_{(2,2)}$	$41_{(2,3)}$	$41_{(2,4)}$
位相	50°	145°	240°	335°

アンテナの参照符号	$41_{(3,1)}$	$41_{(3,2)}$	$41_{(3,3)}$	$41_{(3,4)}$
位相	100°	195°	290°	385°

アンテナの参照符号	$41_{(4,1)}$	$41_{(4,2)}$	$41_{(4,3)}$	$41_{(4,4)}$
位相	150°	245°	340°	435°

[0042]

[表5]

表５（Φ_x＝１５０°、Φ_y＝１６５°）

アンテナの参照符号	$41_{(1,1)}$	$41_{(1,2)}$	$41_{(1,3)}$	$41_{(1,4)}$
位相	０°	１６５°	３３０°	４９５°

アンテナの参照符号	$41_{(2,1)}$	$41_{(2,2)}$	$41_{(2,3)}$	$41_{(2,4)}$
位相	１５０°	３１５°	４８０°	６４５°

アンテナの参照符号	$41_{(3,1)}$	$41_{(3,2)}$	$41_{(3,3)}$	$41_{(3,4)}$
位相	３００°	４６５°	６３０°	７９５°

アンテナの参照符号	$41_{(4,1)}$	$41_{(4,2)}$	$41_{(4,3)}$	$41_{(4,4)}$
位相	４５０°	６１５°	７８０°	９４５°

[0043] [表6]

表６：シミュレーション結果（表４の場合）

ＸＺ平面内の角度	１５°
ＹＺ平面内の角度	１５°

[0044] [表7]

表７：シミュレーション結果（表５の場合）

ＸＺ平面内の角度	４５°
ＹＺ平面内の角度	２５°

[0045] 上記実施形態では、何れのアンテナ４１も２つのアンテナ素子４１ａ，４１ｂを有する。各アンテナ４１が有するアンテナ素子の数は１であってもよいし、３以上であってもよい。好ましくは、アンテナ４１が有するアンテナ素子の数は2^kであることが好ましい（ここで、ｋは０以上の整数である）。何れにしても、何れのアンテナ４１が同数のアンテナ素子を有する。

符号の説明

[0046] １…アンテナアレイ

１１…第１の誘電体層

１３…第２の誘電体層

２１…給電線路

３０…地導体層

３１…スロット

４１…アンテナ

４１ａ，４１ｂ…アンテナ素子

６０…スルーホール導体

請求の範囲

[請求項1] 積層順に、複数の給電線路と、第１の誘電体層と、地導体層と、第２の誘電体層と、複数のアンテナと、を備えるとともに、前記第１の誘電体層、前記地導体層及び前記第２の誘電体層を貫通している複数のスルーホール導体を備え、

前記各アンテナは少なくとも１つのアンテナ素子を有し、前記アンテナ素子が二次元アレイ状に配列され、

前記スルーホール導体が前記地導体層から電気的に絶縁した状態で前記地導体層を貫通し、

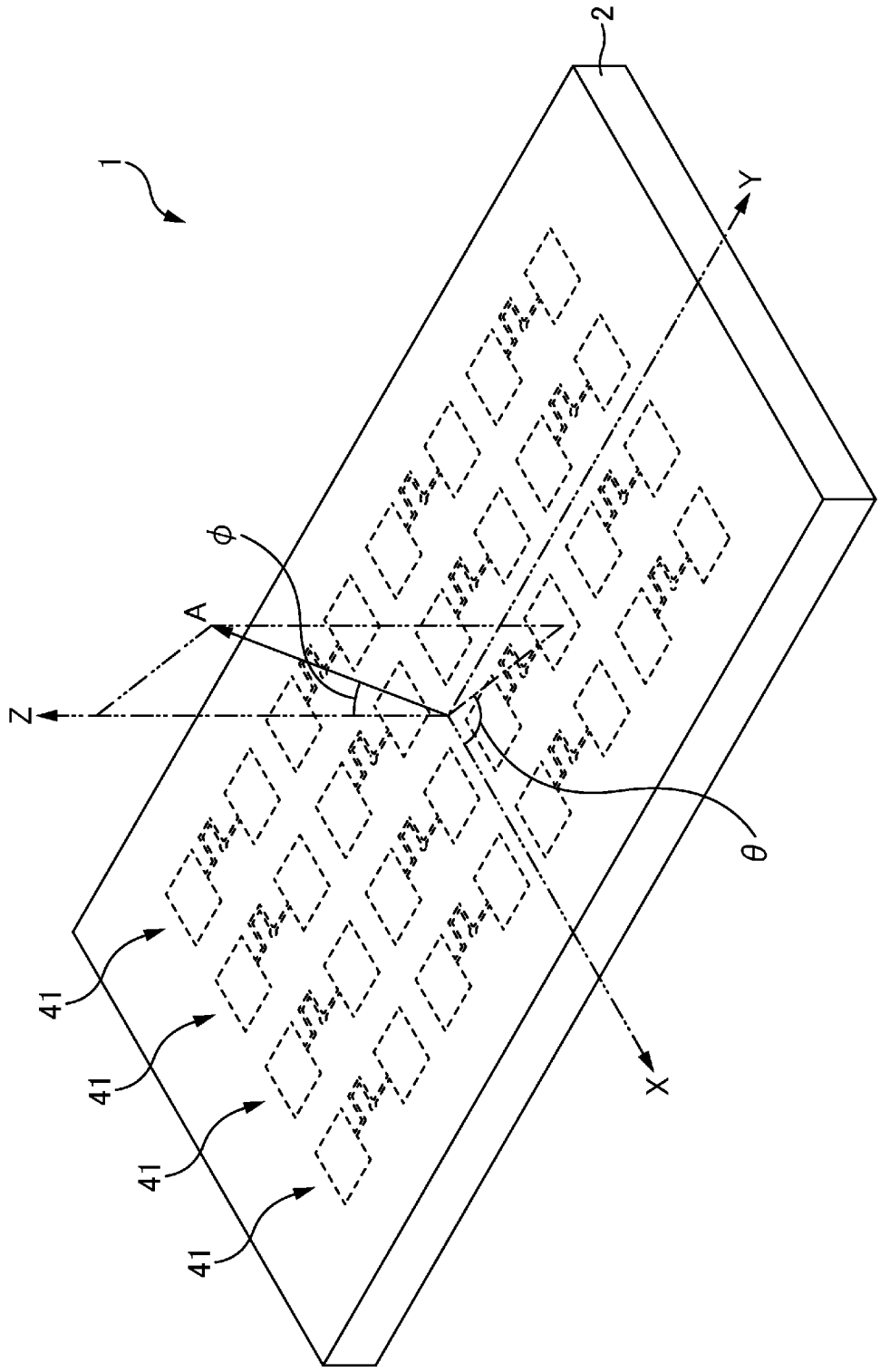
前記複数の給電線路がそれぞれ前記スルーホール導体を介して前記アンテナ毎に個別に給電する

アンテナアレイ。

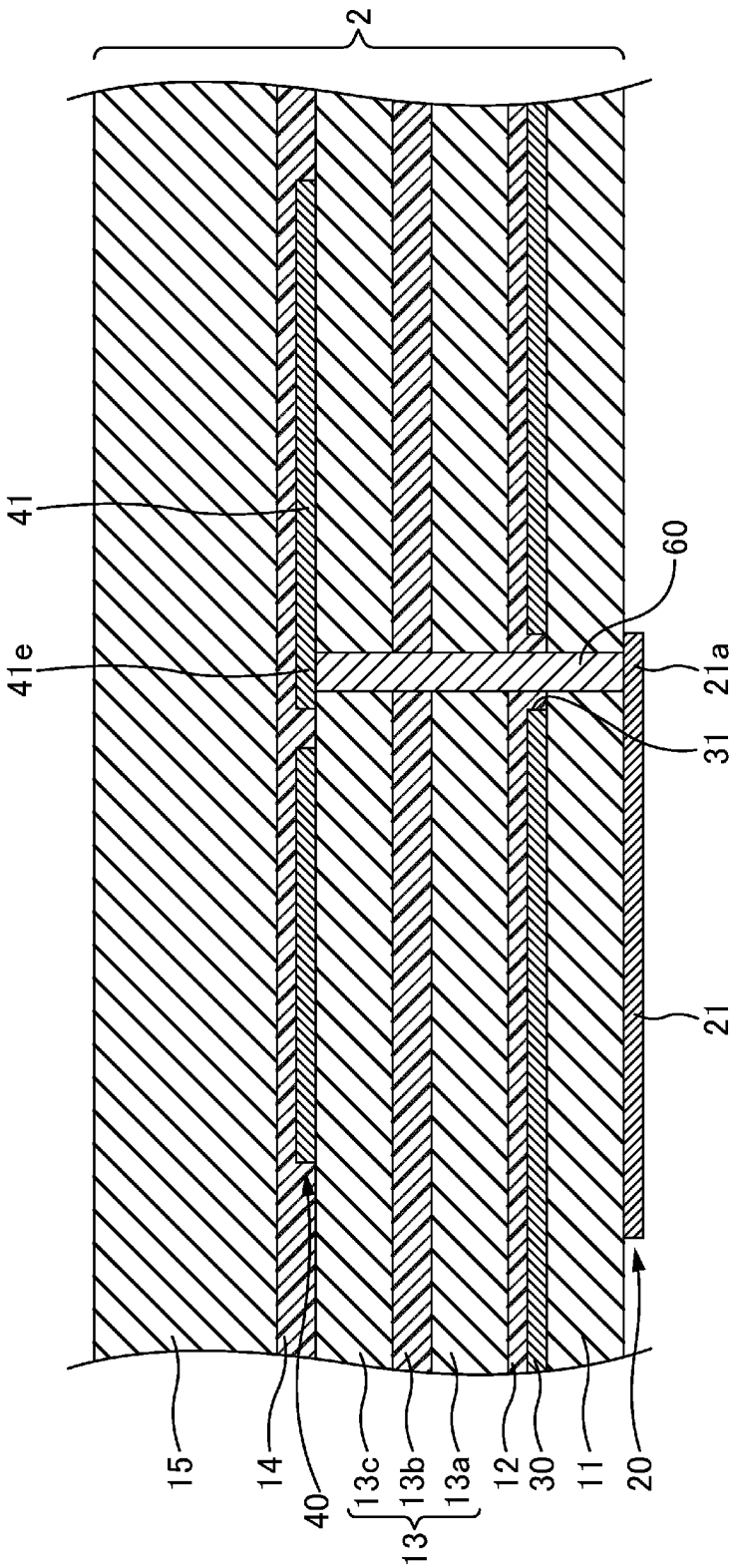
[請求項2] 前記アンテナ毎の前記アンテナ素子の数が同数である

請求項１に記載のアンテナアレイ。

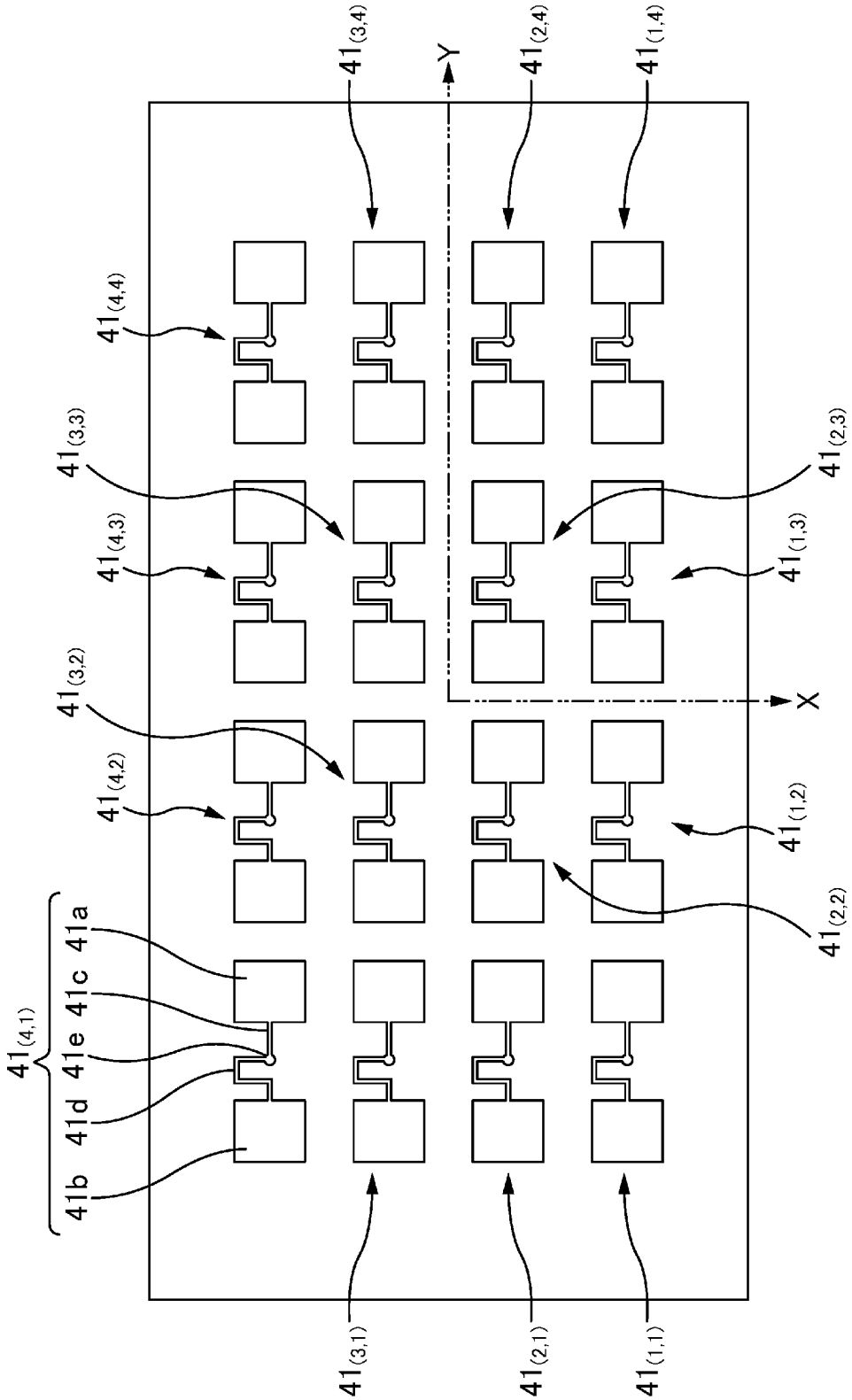
[図1]



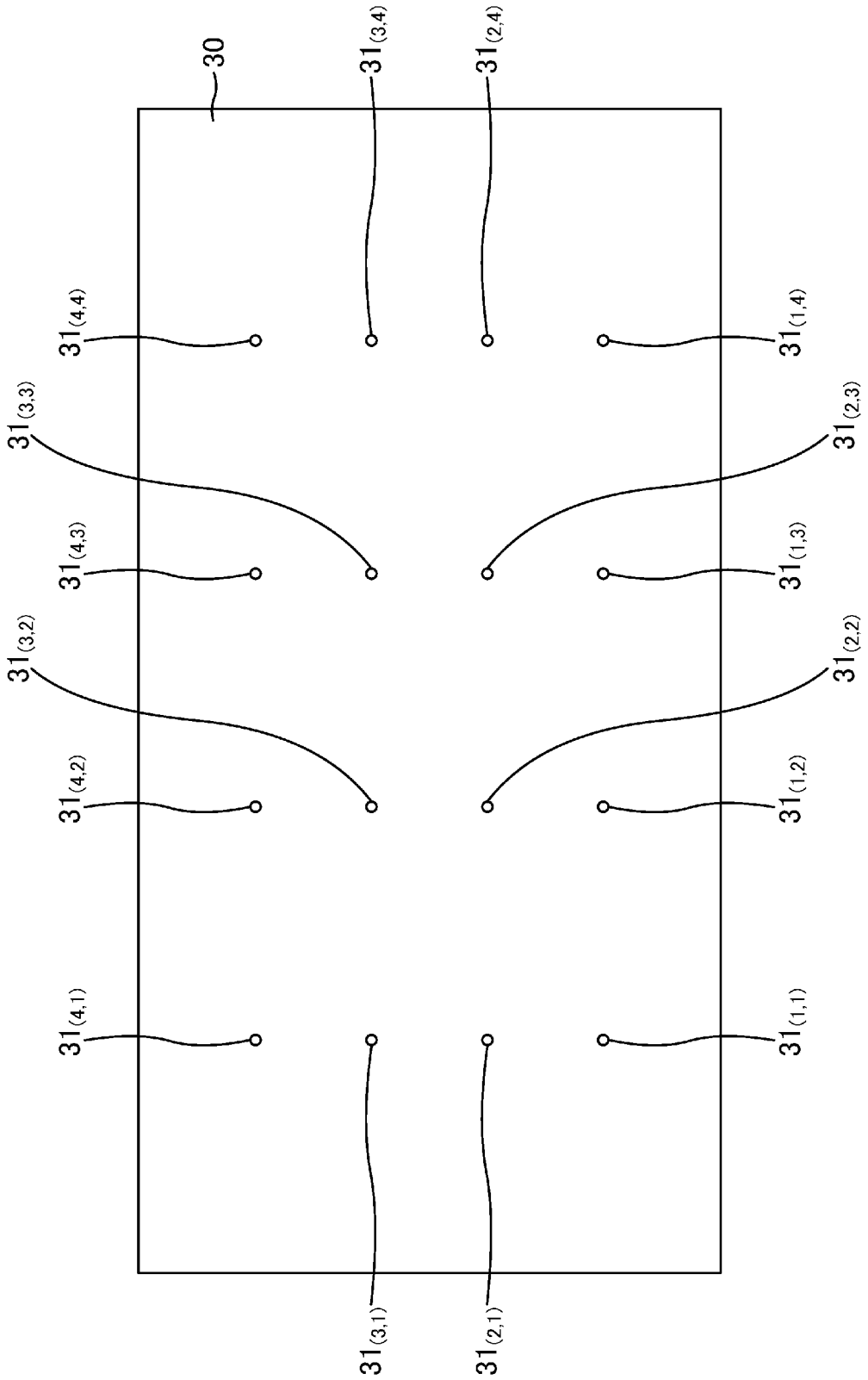
[図2]



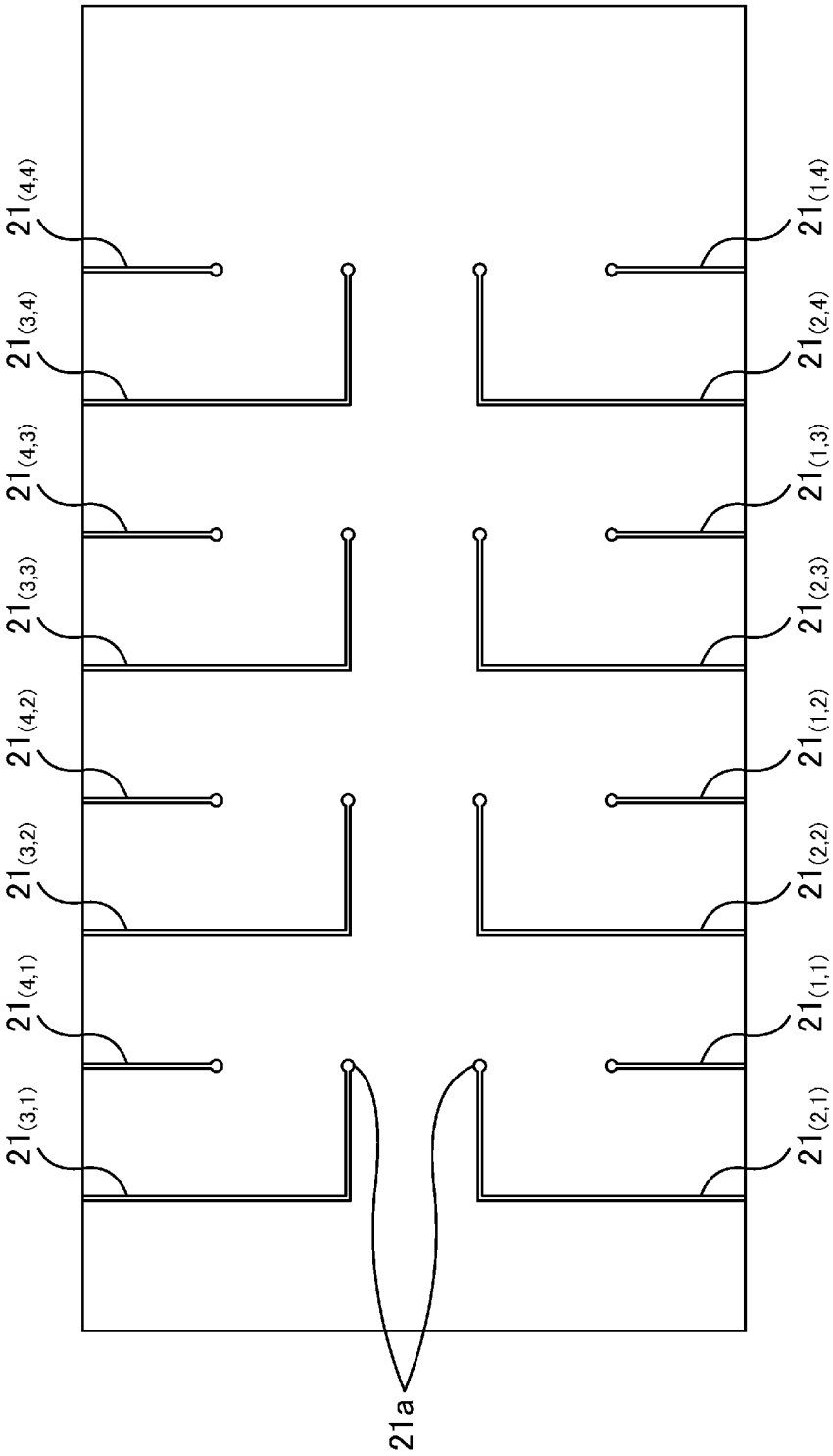
[図3]


41(3,4)
41(2,4)
41(1,4)
Y
X
41(4,4)
41(3,3)
41(2,3)
41(4,3)
41(1,3)
41(3,2)
41(4,2)
41(1,2)
41(2,2)
41(4,1)
41a
41c
41e
41d
41b
41(3,1)
41(2,1)
41(1,1)

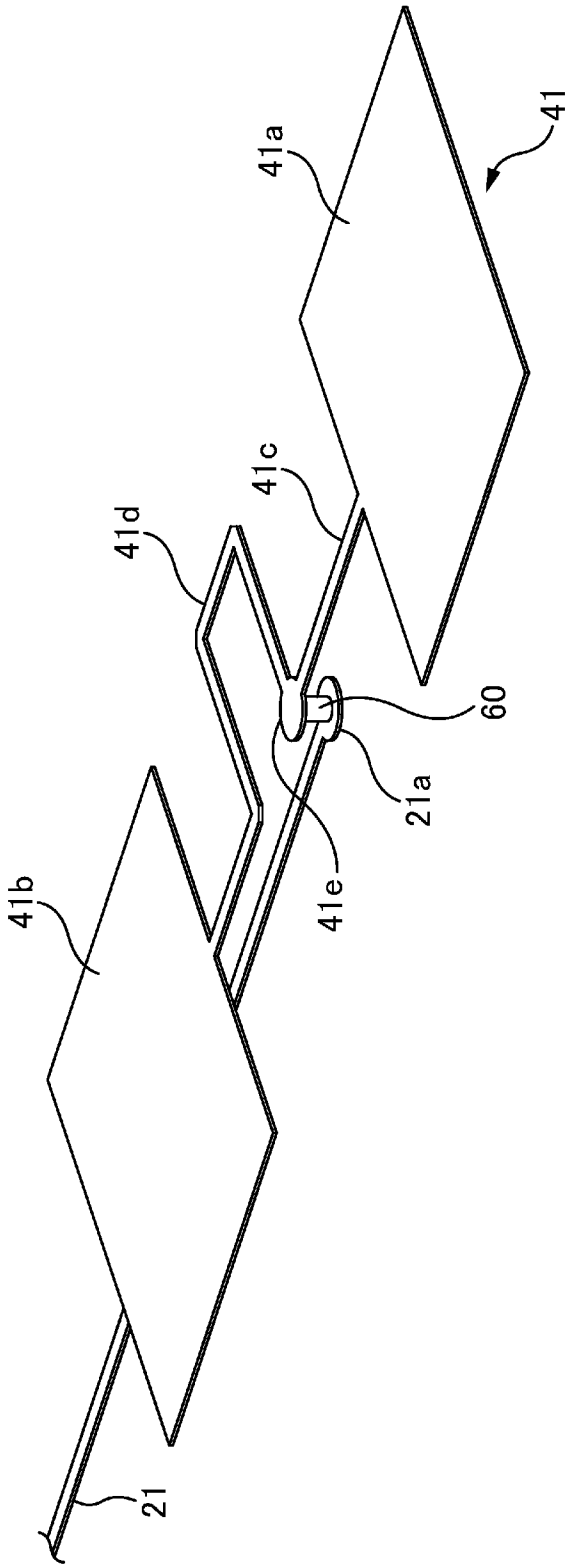
[図4]


30
31(3,4)
31(2,4)
31(4,4)
31(1,4)
31(3,3)
31(2,3)
31(4,3)
31(1,3)
31(3,2)
31(2,2)
31(4,2)
31(1,2)
31(4,1)
31(1,1)
31(3,1)
31(2,1)

[図5]


21(4,4)
21(1,4)
21(3,4)
21(2,4)
21(4,3)
21(1,3)
21(3,3)
21(2,3)
21(4,2)
21(1,2)
21(3,2)
21(2,2)
21(4,1)
21(1,1)
21(3,1)
21(2,1)
21a

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/035131

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01Q21/06(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, 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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 33655/1990 (Laid-open No. 125510/1991) (NEC CORPORATION) 18 December 1991, fig. 1 (Family: none)	1, 2
X	JP 06-291544 A (TECH RES & DEV INST OF JAPAN DEF AGENCY) 18 October 1994, fig. 1 (Family: none)	1, 2

☒ 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 18.10.2019	Date of mailing of the international search report 29.10.2019
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/JP2019/035131

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2018-186337 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 22 November 2018, fig. 2 & US 2018/0309210 A1, fig. 2A, 2B & CN 108736172 A	1, 2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３５１３１

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, 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, 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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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	日本国実用新案登録出願 2-33655 号(日本国実用新案登録出願公開 3-125510 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日本電気株式会社）1991.12.18, 第１図 (ファミリーなし)	1,2
X	JP 06-291544 A (防衛庁技術研究本部長) 1994.10.18, 第１図 (ファミリーなし)	1,2

☑　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	国際調査報告の発送日
１８．１０．２０１９	２９．１０．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｋ　３６６３
赤穂　美香
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	JP 2018-186337 A (株式会社村田製作所) 2018.11.22, 第２図 & US 2018/0309210 A1, FIG.2A,2B & CN 108736172 A	1,2