(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年5月19日(19.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/102771 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 1/32 (2006.01) *H01Q 5/30* (2015.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/041888

(22) 国際出願日： 2021年11月15日(15.11.2021)

(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：
63/114,156 2020年11月16日(16.11.2020) US
63/135,320 2021年1月8日(08.01.2021) US

(71) 出願人: 株式会社ヨコオ(**YOKOWO CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1148515 東京都北区滝野川７丁目５番１１号 Tokyo (JP).

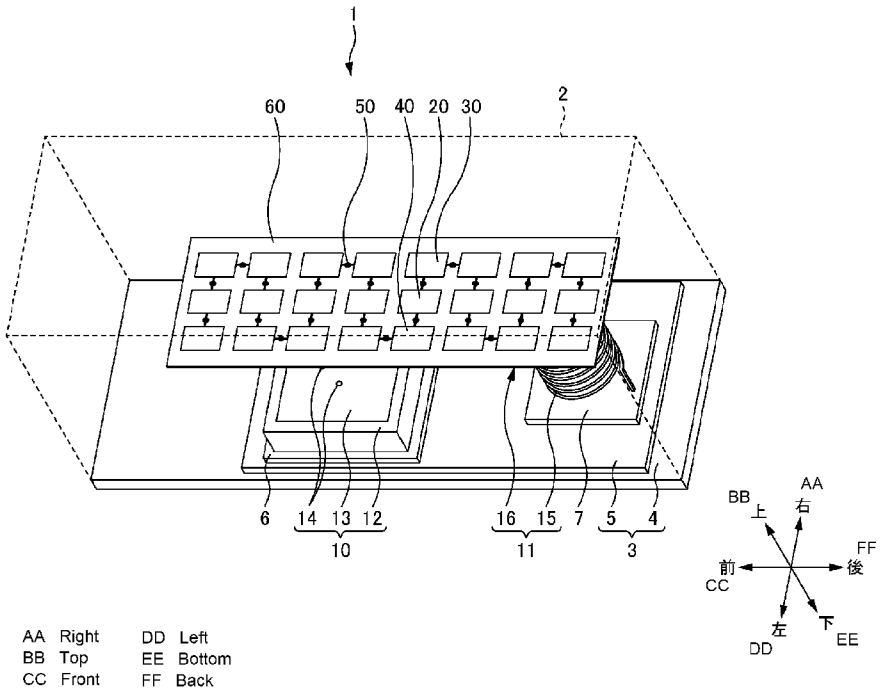
(72) 発明者: 曽根 孝之(**SONE, Takayuki**); 〒3702495 群馬県富岡市神農原１１１２番地 株式会社ヨコオ富岡工場内 Gunma (JP). 原 文平(**HARA, Bunpei**); 〒3702495 群馬県富岡市神農原１１１２番地 株式会社ヨコオ富岡工場内 Gunma (JP).

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** ANTENNA

(54) 発明の名称： アンテナ



(57) **Abstract:** [Problem] To make it possible to suppress an effect on the characteristics of another antenna. [Solution] An antenna comprising a first element having a plurality of parallel resonance units that resonate in a first frequency band and a first connection part that interconnects adjacent parallel resonance units among the plurality of parallel resonance units, and a second element connected to the first element, the antenna handling radio waves of a second frequency band that differ from the first frequency band between the first element and the second element.

WO 2022/102771 A1

［続葉有］

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

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

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：【課題】別のアンテナの特性に与える影響を抑制することができる。【解決手段】第１周波数帯で共振する複数の並列共振部と、前記複数の並列共振部のうち、隣り合う前記並列共振部同士を接続する第１接続部と、を有する第１エレメントと、前記第１エレメントと接続される第２エレメントと、を備え、前記第１エレメントと、前記第２エレメントとで前記第１周波数帯とは異なる第２周波数帯の電波に対応する、アンテナである。

明　細　書

発明の名称 ： アンテナ

技術分野

[0001]　本発明は、アンテナに関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、エレメントの一部がパッチアンテナの近傍に位置するＡＭ／ＦＭアンテナが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－２１８５６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では、ＡＭ／ＦＭアンテナのエレメントの構成によっては、パッチアンテナの特性に与える影響が大きくなることがあった。

[0005]　本発明の目的の一例は、別のアンテナの特性に与える影響を抑制することである。本発明の他の目的は、本明細書の記載から明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0006]　本発明の一態様は、第１周波数帯で共振する複数の並列共振部と、前記複数の並列共振部のうち、隣り合う前記並列共振部同士を接続する第１接続部と、を有する第１エレメントと、前記第１エレメントと接続される第２エレメントと、を備え、前記第１エレメントと、前記第２エレメントとで前記第１周波数帯とは異なる第２周波数帯の電波に対応する、アンテナである。

発明の効果

[0007]　本発明の一態様によれば、別のアンテナの特性に与える影響を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]車両１００の側面図である。

[図2]第１実施形態のアンテナ装置１の概要を説明する図である。

[図3]並列共振部２０の概要を説明する図であり、図３Ａは、並列共振部２０の全体説明図であり、図３Ｂは、並列共振部２０を回路図として示した図である。

[図4]第１実施形態のアンテナ装置１の斜視図である。

[図5]第１実施形態のアンテナ装置１の図であり、図５Ａは、アンテナ装置１の側面図であり、図５Ｂは、アンテナ装置１の平面図である。

[図6]並列共振部２０の図であり、図６Ａは、並列共振部２０の斜視図であり、図６Ｂは、並列共振部２０の分解斜視図である。

[図7]並列共振部２０の六面図である。

[図8]隣り合う並列共振部２０，３０の図であり、図８Ａは、隣り合う並列共振部２０，３０の斜視図であり、図８Ｂは、隣り合う並列共振部２０，３０の側面図であり、図８Ｃは、隣り合う並列共振部２０，３０を離間させた分解斜視図である。

[図9]比較例のアンテナ装置１Ｘの図であり、図９Ａは、アンテナ装置１Ｘの側面図であり、図９Ｂは、アンテナ装置１Ｘの平面図である。

[図10]第１実施形態のアンテナ装置１及び比較例のアンテナ装置１Ｘのそれぞれにおける、アンテナ１０の仰角及び平均利得の関係を示す図である。

[図11]エレメント１６の断面形状の変形例を示す図であり、図１１Ａは、エレメント１６の断面形状の第１変形例を示す説明図であり、図１１Ｂは、エレメント１６の断面形状の第２変形例を示す説明図であり、図１１Ｃは、エレメント１６の断面形状の第３変形例を示す説明図である。

[図12]エレメント１６における並列共振部の接続経路の変形例を示す図であり、図１２Ａは、エレメント１６における並列共振部の接続経路の第１変形例であり、図１２Ｂは、エレメント１６における並列共振部の接続経路の第２変形例であり、図１２Ｃは、エレメント１６における並列共振部の接続経路の第３変形例である。

[図13]並列共振部２０の第１変形例の斜視図である。

[図14]並列共振部２０の第１変形例の六面図である。

[図15]並列共振部２０の第２変形例の斜視図である。

[図16]並列共振部２０の第２変形例の六面図である。

[図17]並列共振部２０の第３変形例の斜視図である。

[図18]並列共振部２０の第３変形例の六面図である。

[図19]第２実施形態のアンテナ装置１Ａの図であり、図１９Ａは、アンテナ装置１Ａの側面図であり、図１９Ｂは、アンテナ１０Ａの放射素子１３Ａの平面図である。図１９Ｃは、外部接続部５０Ａの拡大図である。

[図20]第３実施形態のアンテナ装置１Ｂの概要を説明する図である。

[図21]並列共振部２０Ｂの図であり、図２１Ａは、並列共振部２０Ｂの斜視図であり、図２１Ｂは、並列共振部２０Ｂの分解斜視図である。

[図22]並列共振部２０Ｂの六面図である。

[図23]並列共振部２０Ｂの配置に関する第１変形例の説明図である。

[図24]並列共振部２０Ｂの配置に関する第２変形例を示す図であり、図２４Ａは、隣り合う並列共振部２０Ｂ，３０Ｂの斜視図であり、図２４Ｂは、隣り合う並列共振部２０Ｂ，３０Ｂを離間させた分解斜視図である。

[図25]隣り合う並列共振部２０Ｂ，３０Ｂの六面図である。

[図26]エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の変形例を示す図であり、図２６Ａは、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第１変形例であり、図２６Ｂは、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第２変形例であり、図２６Ｃは、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第３変形例である。

[図27]第４実施形態のアンテナ装置１Ｃの図であり、図２７Ａは、アンテナ装置１Ｃの側面図であり、図２７Ｂは、外部接続部５０Ｃの拡大図である。

[図28]第５実施形態のアンテナ装置１Ｄの斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本明細書及び添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとな

る。

[0010] 以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を説明する。各図面に示される同一又は同等の構成要素、部材等には同一の符号を付し、適宜重複した説明は省略する。

[0011] ＝＝第１実施形態＝＝

まず、本実施形態のアンテナ装置１について説明する前に、図１及び図２を参照しつつ、アンテナ装置１の方向等の定義、及びアンテナ装置１の外形及び設置位置を説明する。

[0012] 図１は、車両１００の側面図である。図２は、第１実施形態のアンテナ装置１の概要を説明する図である。

[0013] ＜＜方向等の定義＞＞

以下では、図１及び図２に示されるように、アンテナ装置１の方向等（前後方向、左右方向及び上下方向）を定義する。アンテナ装置１の前後方向、左右方向及び上下方向は、アンテナ装置１を設置した車両１００における前後方向、左右方向及び上下方向と同一とする。つまり、車両１００の運転席からフロント側（前側）をアンテナ装置１の前方向（前方）とし、車両１００の運転席から右側をアンテナ装置１の右方向とし、車両１００の運転席から天頂方向をアンテナ装置１の上方向（上方）とする。また、前方向、右方向及び上方向の各々の反対方向を、後方向（後方）、左方向及び下方向（下方）とする。なお、前後方向を長手方向、左右方向を横方向又は幅方向、上下方向を縦方向又は高さ方向と呼ぶことがある。

[0014] 図１及び図２では、アンテナ装置１の方向等の理解を容易にするために、前後方向、左右方向及び上下方向の各々の方向を矢印付き線分で表している。なお、これらの矢印付き線分の交点は、座標原点を意味するものではない。また、本実施形態のアンテナ装置１の外観は、例えば、後述する図４に示されるように、前方が先細りで、かつ車両１００への取付け面から上方へ向かって徐々に左右の幅が細くなるようにデザインされているので、このようなデザインの特徴が方向等の理解の助けとなる。

[0015] なお、上述した方向等の定義については、本明細書の他の実施形態においても共通である。

[0016] 以下では、図１を参照しつつ、アンテナ装置１の外形及び設置位置を説明する。

[0017] ＜＜アンテナ装置１の外形及び設置位置＞＞

[0018] 本実施形態では、アンテナ装置１の外形（すなわち、後述するケース２の外形）は、車両１００の走行時の走行風を整流し流体抵抗を低減するフィン形状（すなわち、シャークフィン形状）である。具体的には、本実施形態のアンテナ装置１の外形は、上面視では、前方が先細りで後方へ向かうに従って左右の幅が広くなる。また、本実施形態のアンテナ装置１の外形は、背面視では、車両１００への取付け面から上方へ向かって徐々に左右の幅が細くなる。すなわち、本実施形態のアンテナ装置１は、前方の先端に向かうほど相対的に幅が細くなるとともに高さが低くなり、側面も内側に絞った曲面となる流線型の外形となっている。但し、アンテナ装置１の外形はこれに限定されるものではなく、例えば、立方体、直方体、円錐、角錐、球体等、様々な形状とすることができ、これらの形状を組み合わせても良い。

[0019] また、本実施形態のアンテナ装置１は、例えば、図１に示されるように、車両１００のルーフ１０１の後方上面に設置される。但し、アンテナ装置１の設置位置は、想定する通信対象等の環境条件に応じて適宜変更できる。

[0020] アンテナ装置１は、例えば、車両１００のダッシュボードの上部、バンパー、ナンバープレートの取り付け部、ピラー部等、様々な位置に設置することができる。

[0021] また、アンテナ装置１は、図１では不図示であるが、例えば、車両１００のルーフパネルと車室内の天井面のルーフライニングとの間の空洞に収納されても良い。なお、車両１００のルーフパネルは、アンテナ装置１が電磁波（以下、「電波」と呼ぶことがある）を受信できるよう、例えば、絶縁性の樹脂で構成されている。車両１００のルーフパネルと車室内の天井面のルーフライニングとの間の空洞に収納されたアンテナ装置１は、例えばビス等に

よって、絶縁性の樹脂で構成されたルーフライニングに固定されることになる。但し、空洞に収納されたアンテナ装置１は、車両１００のフレーム、ルーフパネルに固定されても良い。

[0022] ＜＜アンテナ装置１の概要＞＞

次に、図２を参照しつつ、本実施形態におけるアンテナ装置１の概要を説明する。なお、図２では、アンテナ装置１、及びアンテナ装置１が有する構成（例えば、後述するアンテナ１１など）を模式的に表すことで、本実施形態のアンテナ装置１を簡易に図示している。また、図２では、本実施形態のアンテナ装置１の内部を図示するために、後述するケース２の図示を省略し、ケース２の外形を破線で示している。

[0023] アンテナ装置１は、複数のアンテナを有するアンテナ装置である。アンテナ装置１は、図２に示されるように、ケース２と、ベース３と、基板６と、基板７と、アンテナ１０と、アンテナ１１とを有する。

[0024] ＜ケース２＞

ケース２は、ベース３とともに、アンテナ１０及びアンテナ１１の収容空間を形成する部材である。本実施形態では、ケース２は、アンテナ装置１の上面を構成する。また、本実施形態では、ケース２は、絶縁性の樹脂材料により形成されている。但し、ケース２は、絶縁性の樹脂材料以外で、かつ電波を透過する材料により形成されても良い。また、ケース２は、絶縁性の樹脂材料の部分と、電波を透過する他の材料の部分とで構成されても良く、これらの材料を自由に組み合わせても良い。なお、ケース２は、不図示のネジによりベース３に固定されている。但し、ケース２は、ネジにより固定される場合に限られず、スナップフィット、溶着、接着などでベース３に固定されても良い。

[0025] ＜ベース３＞

ベース３は、ケース２とともに、アンテナ１０及びアンテナ１１の収容空間を形成する部材である。本実施形態では、ベース３は、アンテナ装置１の底面を構成する。ベース３は、図２に示されるように、絶縁ベース４と、金

属ベース５とを有する。

[0026] 絶縁ベース４は、絶縁性の樹脂材料で形成される板状部材である。但し、絶縁ベース４は、絶縁性であれば樹脂材料以外の材料で形成されても良く、板状以外の形状を有していても良い。絶縁ベース４には、金属ベース５が不図示のネジで取り付けられている。

[0027] 金属ベース５は、アンテナ装置１のグランドとして機能する部材である。金属ベース５は、例えば、金属製の板状部材であり、アルミニウム合金等のダイキャスト品である。但し、金属ベース５は、グランドとして機能する金属製の部材であれば板状以外の形状を有していても良く、板金により作成されても良い。金属ベース５には、図２に示されるように、アンテナ１０が接続される基板６と、アンテナ１１が接続される基板７とが設置されている。言い換えれば、金属ベース５には、アンテナ１０が基板６を介して設置され、また、アンテナ１１が基板７を介して設置されている。

[0028] 図１に示されるようにアンテナ装置１がルーフ１０１に設置される際、金属ベース５と、ルーフ１０１とは電気的に接続される。これにより、金属ベース５は、アンテナ装置１が有するアンテナ１０及びアンテナ１１のグランドとして機能する。なお、金属ベース５は、基板６及び基板７が設置される一体の金属ベースとして設けられているが、基板６が設置される金属ベースと、基板７が設置される金属ベースとの、別体の金属ベースとして設けられても良い。このような別体の金属ベースとして設けられる場合であっても、アンテナ１０及びアンテナ１１のグランドとして適切に機能する。

[0029] なお、上述では、アンテナ装置１が、アンテナ装置１の底面を構成する部材としてベース３を有することについて説明した。また、ベース３が、絶縁ベース４と、グランドとして機能する金属ベース５とを有することについて説明した。しかし、ベース３の構成は、上述した場合に限られない。

[0030] 例えば、ベース３は、金属ベース５のみを有していても良いし、絶縁ベース４と、金属ベース５と、別の金属ベースとを有していても良く、金属ベースの代わりに金属プレートであっても良い。また、ベース３は、絶縁ベース

４と、金属ベースの代わりとなる金属プレートとで構成されても良い。

[0031] なお、本実施形態のアンテナ装置１は、アンテナ装置１の底面を構成する部材、及び、グランドとして機能する部材として、上述の部材を自由に組み合わせることができる。

[0032] 本実施形態では、ケース２とベース３とが、アンテナ１０及びアンテナ１１を収容する。言い換えれば、ケース２とベース３とが、少なくともアンテナ１０及びアンテナ１１を収容する収容空間を形成する。但し、ケース２とベース３とは、アンテナ１０及びアンテナ１１以外の部材を収容しても良い。また、本実施形態では、ケース２とベース３とが、シャークフィンアンテナの筐体を構成する。

[0033] ＜基板６，７＞

基板６は、アンテナ１０が接続される回路基板である。また、基板７は、アンテナ１１が接続される回路基板である。基板６と、基板７とは、前述したように、金属ベース５に設置されている。つまり、基板６と、基板７とは、別体の基板として金属ベース５に設置されている。この場合、小型の基板を用いることでコストを抑制することができる。しかし、アンテナ１０が接続される基板と、アンテナ１１が接続される基板とが、一体に形成されていても良い。この場合、アンテナ装置１の組立作業を効率化することができる。

[0034] ＜アンテナ１０＞

アンテナ１０は、例えば、全球測位衛星システム（ＧＮＳＳ：Global Navigation Satellite System）用の１．５ＧＨｚ帯（例えば、Ｌ１バンド）の電波に対応する平面アンテナ（パッチアンテナ）である。このため、以下では、アンテナ１０を、「ＧＮＳＳアンテナ」又は「パッチアンテナ」と呼ぶことがある。本実施形態では、アンテナ１０は、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯の電波を受信する。特に、本実施形態では、アンテナ１０は、Ｌ１バンド用の１５５９ＭＨｚ～１６１０ＭＨｚ帯の電波を受信する。また、Ｌ１バンドにおけるターゲット周波数は、本実施形態では中心周波数であり、ここでの

中心周波数は、1575.42MHzである。なお、アンテナ１０は、後述する第２実施形態～第５実施形態で説明するように、複数の周波数帯の電波に対応しても良く、所望の周波数帯の電波を送信及び受信のうち少なくとも一方をすれば良い。

[0035] アンテナ１０が対応する通信規格及び周波数帯は、上述のものに限定するものではなく、他の通信規格及び周波数帯であっても良い。アンテナ１０は、例えば、衛星デジタルラジオ放送サービス（ＳＤＡＲＳ：Satellite Digital Audio Radio Service）用の２．３ＧＨｚ帯の電波に対応する平面アンテナ（パッチアンテナ）であっても良い。

[0036] また、アンテナ１０は、平面アンテナに限られず、例えば、ＧＳＭ、ＵＭＴＳ、ＬＴＥ、５Ｇ用の６１４ＭＨｚ～５１００ＭＨｚ（５．１ＧＨｚ）帯の電波に対応するモノポールアンテナ、ダイポールアンテナ、コリニアアンテナ、ボウタイアンテナや、これらのアンテナを基とした広帯域アンテナであっても良い。

[0037] また、アンテナ１０は、テレマティクス、Ｖ２Ｘ（Vehicle to Everything：車車間通信、路車間通信）、Ｗｉ－Ｆｉ、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ、ＤＡＢに使用される周波数帯の電波に対応するアンテナであっても良い。さらに、アンテナ１０は、キーレスエントリー用のアンテナや、スマートエントリー用のアンテナであっても良い。

[0038] また、アンテナ１０は、ＭＩＭＯ（Multiple-Input Multiple-Output）による通信に対応するアンテナであっても良い。この場合、アンテナ装置１がアンテナ１０と同様のアンテナをさらに有することにより、アンテナ装置１は、ＭＩＭＯによる通信に対応する。ＭＩＭＯによる通信を行うアンテナ装置１では、アンテナ装置１を構成する複数のアンテナの各々からデータを送信し、複数のアンテナで同時にデータを受信する。

[0039] アンテナ１０は、図２に示されるように、誘電体部材１２と、放射素子１３とを有する。

[0040] 誘電体部材１２は、セラミック等の誘電体材料で形成されている、略四辺

形の板状の部材である。誘電体部材１２のおもて面には、図２に示されるように、放射素子１３が設けられ、誘電体部材１２のうら面には、地導体膜（または、地導体板）として機能する導体であるパターン（不図示）が設けられている。なお、誘電体部材１２は、誘電体基板であっても良いし、中実又は中空の樹脂製部材であっても良い。

[0041] ここで、「四辺形」とは、例えば、正方形、長方形、台形、平行四辺形などを含む、４つの辺からなる形状をいう。また、「略四辺形」の形状では、例えば、少なくとも一部の角が辺に対して斜めに切り欠かれていても良い。さらに、「略四辺形」の形状では、辺の一部に切り込み（凹部）や出っ張り（凸部）が設けられていても良い。なお、誘電体部材１２の形状は、略四辺形に限られず、例えば円形、楕円形、多角形などであっても良い。また、誘電体部材１２は、板状以外の形状を有していても良く、例えば、柱状、箱状、筒状であっても良い。

[0042] 放射素子１３は、誘電体部材１２のおもて面の面積より小さい、導電性の略四辺形の部材である。放射素子１３は、図２に示されるように、誘電体部材１２のおもて面に設けられている。なお、放射素子１３の形状は、略四辺形に限られず、例えば円形、楕円形、多角形などであっても良い。つまり、放射素子１３は、所望の周波数帯（ここでは、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯）の電波を受信及び送信の少なくとも一方が可能な形状であれば良い。

[0043] 放射素子１３は、図２に示されるように、給電部１４を有する。給電部１４は、不図示の給電線が放射素子１３に電気的に接続される給電点を含む部位である。本実施形態のアンテナ１０は、放射素子１３に接続される給電線が２本設けられている構成、すなわち、２給電方式が採用されている。２給電方式の放射素子１３は、例えば、所望の円偏波を受信できるよう、縦、横の長さが等しい略正方形の形状を有する。なお、「略正方形」は、上述した「略四辺形」に含まれる形状である。

[0044] 但し、アンテナ１０は、放射素子１３に接続される給電線が１本のみの構成、すなわち、１給電方式が採用されても良い。１給電方式の放射素子１３

は、例えば、所望の円偏波を受信できるよう、縦、横の長さが異なる略長方形の形状を有する。なお、「略長方形」は、上述した「略四辺形」に含まれる形状である。

[0045] 但し、２給電方式や１給電方式の放射素子１３は、所望の円偏波を受信及び送信の少なくとも一方ができるよう構成されても良い。

[0046] なお、アンテナ１０は、１給電方式や２給電方式以外に、４給電方式など、その他の給電方式が採用されても良い。また、アンテナ１０は、所望の水平偏波、所望の垂直偏波である所望の直線偏波を受信及び送信の少なくとも一方ができるよう構成されても良い。

[0047] なお、アンテナ１０は、複数の周波数帯の電波に対応しても良い。詳しくは後述する図１９に示される第２実施形態として説明するが、アンテナ１０の放射素子１３の外縁部に沿って４つのスロットが設けられても良い。スロットは、アンテナ１０が受信する所望の周波数帯の電波を放射（または、反射）するためにアンテナ１０に形成された開口（または、孔）である。スロット付きの放射素子１３を有するアンテナ１０が受信する周波数帯は、放射素子１３の外形寸法から定まる周波数帯と、放射素子１３に形成されたスロットの長さで定まる周波数帯との２つの周波数帯を有することになる。これにより、複数の周波数帯の電波に対応するアンテナ１０を構成することができる。

[0048] また、アンテナ装置１における上下方向の大きさの制限が厳しくないなどの場合、アンテナ１０は、多層式あるいは多段式のアンテナであっても良い。これにより、アンテナ１０は、複数の周波数帯の電波を受信することができる。例えば、下層あるいは下段のアンテナ１０のエレメントが所望の周波数帯の電波に対応し、上層あるいは上段のアンテナ１０のエレメントが所望の周波数帯よりも高い又は低い周波数帯の電波に対応しても良い。このようにアンテナ１０においてエレメントを２つ以上設けることにより、複数の周波数帯の電波に対応するアンテナ１０を構成することもできる。

[0049] ＜アンテナ１１＞

アンテナ１１は、例えば、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波に対応するアンテナである。本実施形態では、アンテナ１１は、例えば、５２２ｋＨｚ～１７１０ｋＨｚのＡＭ放送用の電波と、７６ＭＨｚ～１０８ＭＨｚのＦＭ放送用の電波とを受信する。このため、以下では、アンテナ１１を、「ＡＭ／ＦＭアンテナ」と呼ぶことがある。

[0050] 但し、アンテナ１１は、ＡＭ放送用の電波と、ＦＭ放送用の電波との何れか一方のみを受信しても良い。なお、アンテナ１１が対応する通信規格及び周波数帯は、上述のものに限定するものではなく、他の通信規格であっても良いし、例えば、ＤＡＢに使用される周波数帯など、他の周波数帯であっても良い。さらに、アンテナ１１は、所望の周波数帯の電波を送信及び受信のうち少なくとも何れかをすれば良い。

[0051] アンテナ１１は、エレメント１５と、エレメント１６とを有する。

[0052] エレメント１５は、エレメント１６とともに、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振する素子である。また、エレメント１５は、アンテナ１１における誘導性のエレメントであり、ヘリカル素子（または、単に「コイル」）と呼ぶことがある。エレメント１５は、図２に示されるように、金属ベース５に基板７を介して設けられる。そして、エレメント１５の一端は、基板７に接続され、エレメント１５の他端は、エレメント１６に電気的に接続される。

[0053] エレメント１６は、エレメント１５とともに、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振する素子である。エレメント１６は、アンテナ１１における容量性のエレメントであり、容量装荷素子と呼ぶことがある。エレメント１６のその他の説明は、後述する。

[0054] なお、図２では不図示であるが、アンテナ１１は、エレメント１５及びエレメント１６の他に、エレメント１５及びエレメント１６を保持するホルダを有していても良い。

[0055] アンテナ装置１は、上述したように、複数のアンテナを有するアンテナ装置であり、図２に示されるように、アンテナ１０とアンテナ１１との、２つ

のアンテナを有することについて説明した。但し、アンテナ装置１は、後述する図２８に示される第５実施形態で説明するように、アンテナ１０と、アンテナ１１とに加えて、アンテナ１９を含む、３つのアンテナを有しても良いし、４つ以上のアンテナを有しても良い。

[0056] ＜その他の構成＞

アンテナ装置１は、図２では不図示であるが、上述した構成のほか、ケース２とベース３との間に挟み込まれて固定されるパッドを有しても良い。パッドは、軟質絶縁性であり、ルーフ１０１とケース２との隙間を塞ぎ、美観を向上させるとともに、防塵、防水性を向上させる構成としても良い。

[0057] ＜＜エレメント１６の概要＞＞

アンテナ装置１のアンテナ１１は、上述したように、エレメント１５とともに、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振するエレメント１６を有する。以下では、引き続き図２を参照しつつ、アンテナ１１のエレメント１６の概要を説明する。

[0058] エレメント１６は、図２に示されるように、複数の並列共振部２０と、外部接続部５０と、基材６０とを有する。

[0059] 並列共振部２０は、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯（ここでは、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯）で並列共振する部材である。そして、エレメント１６は、図２に示されるように、複数（ここでは、２４個）の並列共振部２０を有する。

[0060] 以下では、図２に示されるように、並列共振部２０に外部接続部５０を介して隣り合う並列共振部を、それぞれ並列共振部３０、並列共振部４０としている。但し、並列共振部２０に対する並列共振部３０及び並列共振部４０の区別は、単に「並列共振部２０に外部接続部５０を介して隣り合うように位置する」という意味において便宜的なものであり、並列共振部３０及び並列共振部４０の各々の構成は、並列共振部２０と同一である。但し、並列共振部３０及び並列共振部４０の各々の構成は、並列共振部２０と一部が異なっていても良い。例えば、並列共振部３０（又は並列共振部４０）は、並列

共振部２０に対して、その形状が異なっていても良い。

[0061] このため、並列共振部「２０」に関する説明は、並列共振部２０、並列共振部３０、並列共振部４０を含む、複数の並列共振部に共通する説明である場合や、複数の並列共振部のいずれかの並列共振部を代表する説明である場合がある。例えば、複数の並列共振部の全てのことを指して、単に、並列共振部「２０」と呼ぶことや、複数の並列共振部のいずれかの並列共振部を代表して、並列共振部「２０」と呼ぶことがある。

[0062] 外部接続部５０は、隣り合う並列共振部２０同士を接続する部材である。ここで、「接続する」とは、物理的に接続することに限定されず、「電気的に接続する」ことを含む。そして、隣り合う並列共振部２０同士を「電気的に接続する」とは、例えば、隣り合う並列共振部２０同士を導体でつなぐことや、電子回路、電子部品等でつなぐことを含む。なお、本実施形態では、図２に示されるように、２４個の並列共振部２０の全てが接続されるよう、２３個の外部接続部５０が設けられている。

[0063] 本実施形態のエレメント１６では、外部接続部５０により接続された複数の並列共振部２０は、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯に対して、エレメント１５とともに単一導体として動作する。すなわち、エレメント１６は、エレメント１５とともに、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することになる。

[0064] なお、本実施形態のエレメント１６は、外部接続部５０により接続された複数（ここでは、２４個）の並列共振部２０を含むことになる。

[0065] また、本実施形態のエレメント１６では、図２に示されるように、隣り合う並列共振部２０同士を外部接続部５０で接続することにより、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯に対して容量装荷素子として機能する。このとき、エレメント１６がＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯に対して容量装荷素子として機能するように並列共振部が接続されていれば、どのような接続経路であっても良い。したがって、設計の自由度が向上する。例えば、外部接続部５０によって接続される複数の並列共振部２０の接続経路は、蛇行し

ていても良い。具体的には、例えば、図２に示されるように上下方向に折り返しを繰り返しながら蛇行する経路（縦ミアンダ形状の経路）となるように並列共振部を接続しても良い。

[0066] 上述したように、外部接続部５０により接続された複数の並列共振部２０は、アンテナ１１の対応する電波の周波数帯（ここでは、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯）に対して、エレメント１５とともに単一導体として動作する。

[0067] また、複数の並列共振部２０の各々は、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯（ここでは、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯）で共振することにより、本実施形態のアンテナ１１は、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制することができる。なお、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することについて、シミュレーション結果と共に後述する。

[0068] 基材６０は、並列共振部２０及び外部接続部５０が設けられる板状部材である。本実施形態では、基材６０は、例えば、プリント基板（ＰＣＢ：Printed-Circuit Board）である。基材６０は、例えば、ガラスエポキシ樹脂等の樹脂材料に導体パターンが形成されている。但し、基材６０は、フェノール樹脂等、ガラスエポキシ樹脂以外の樹脂材料に導体パターンが形成されても良い。

[0069] 但し、基材６０の全てが板状に形成されている必要はなく、基材６０が板状以外で形成されている部分を有しても良い。例えば、基材６０は、ケース２の一部であっても良いし、上述したエレメント１５及びエレメント１６を保持するホルダ（不図示）の一部であっても良い。このとき、ケース２及びホルダ（不図示）は、例えば樹脂製であっても良い。

[0070] なお、基材６０は、上述の構成に限られず、導体パターンのみで構成されても良い。また、樹脂材料に導体パターンが形成されることで基材６０を構成する場合、例えば、ＭＩＤ（Molded Interconnect Device）技術を使用しても良い。これにより、複雑な立体形状を有する樹脂材料に導体パターンを形成することができる。例えば、図２に示される基材６０のような形状を有

する樹脂材料にＭＩＤ技術を使用して、導体パターンを形成することもできる。

[0071] ＜＜並列共振部２０の概要＞＞

エレメント１６は、上述したように、エレメント１５とともにアンテナ１１の対応する電波（ここでは、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波）の周波数帯で共振する。そして、エレメント１６は、アンテナ１０の対応する電波（ここでは、ＧＮＳＳ用の電波）の周波数帯で並列共振する並列共振部２０を有する。以下では、図３を参照しつつ、エレメント１６を構成する並列共振部２０の概要を説明する。

[0072] 図３は、並列共振部２０の概要を説明する図であり、図３Ａは、並列共振部２０の説明図である。図３Ｂは、並列共振部２０を回路図として示した図である。なお、図３Ａでは、並列共振部２０、及び並列共振部２０が有する構成（例えば、後述するキャパシタ２１やインダクタ２２など）を模式的に表すことで、並列共振部２０を簡易に図示している。

[0073] 並列共振部２０は、アンテナ装置１の方向等（前後方向、左右方向及び上下方向）に沿って配置されるとは限られないため、以下では、アンテナ装置１の方向等とは別に、図３に示されるように、並列共振部２０の方向等（Ｘ方向、Ｙ方向及びＺ方向）を定義する。

[0074] 図３Ａにおいて、キャパシタ２１（後述）と、インダクタ２２（後述）とが並ぶ方向をＸ方向とする。また、インダクタ２２からキャパシタ２１に向かう側を＋Ｘ方向とし、逆側（キャパシタ２１からインダクタ２２に向かう側）を－Ｘ方向とする。

[0075] また、図３Ａにおいて、キャパシタ２１の一対の導電体（後述する導電体２３及び導電体２４）が並ぶ方向をＺ方向とする。また、導電体２４（基材６０のうら面６２に位置する導電体；後述）から導電体２３（基材６０のおもて面６１に位置する導電体；後述）に向かう側を＋Ｚ方向とし、逆側（導電体２３から導電体２４に向かう側）を－Ｚ方向とする。

[0076] また、図３Ａにおいて、Ｘ方向及びＺ方向に垂直な方向をＹ方向とする。

また、図３Ａの矢印で示される方向を＋Ｙ方向とする。矢印で示される方向とは逆側を－Ｙ方向とする。

[0077] なお、上述した方向等の定義については、本明細書の他の実施形態においても共通である。

[0078] 並列共振部２０は、図３Ａに示されるように、キャパシタ２１と、インダクタ２２とを有する。すなわち、本実施形態の並列共振部２０では、図３Ｂに示されるように、ＣとＬで並列共振回路を構成することによって、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯（ここでは、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯）で共振する。ここで、並列共振部２０のキャパシタ２１が、図３Ｂに示されるＣに相当し、並列共振部２０のインダクタ２２が、図３Ｂに示されるＬに相当する。なお、キャパシタ２１及びインダクタ２２の大きさや形状は、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯によって、自由に調整することが可能である。

[0079] キャパシタ２１は、並列共振部２０のうち、図３Ａの一点鎖線で囲まれる領域であり、図３ＢのＣで表されるように、並列共振回路のうち、コンデンサとして機能する部材である。キャパシタ２１は、導電体２３と、導電体２４とからなる、互いに対向するように位置する一対の導電体を有する。

[0080] インダクタ２２は、並列共振部２０のうち、図３Ａの一点鎖線で囲まれる領域以外の領域であり、図３ＢのＬで表されるように、並列共振回路のうち、コイルとして機能する部材である。本実施形態の並列共振部２０では、インダクタ２２は、キャパシタ２１に並列に接続される。

[0081] インダクタ２２は、腕部２７と、腕部２８と、内部接続部２９を有する。そして、腕部２７は、導電体２３から延在し、腕部２８は、導電体２４から延在する。内部接続部２９は、腕部２７と、腕部２８とを接続する部材である。

[0082] 本実施形態の並列共振部２０では、図３Ａに示されるように、導電体２３及び腕部２７は、基材６０のおもて面６１に位置する。そして、導電体２４及び腕部２８は、基材６０のうら面６２に位置する。なお、基材６０の「お

もて面」とは、並列共振部２０のエレメント１６の板面のうち、ケース２に対向する側の面である。基材６０の「うら面」とは、ケース２に対向する側とは反対側の面である。なお、おもて面６１とうら面６２とは、互いに対向する面である。そして、内部接続部２９は、図３Ａに示されるように、基材６０のおもて面６１に位置する腕部２７と、基材６０のうら面６２に位置する腕部２８とを接続する。

[0083] なお、キャパシタ２１と、インダクタ２２とは、共振する電波の所望の周波数帯に合わせて、形状、寸法などを自由に調整することができる。

[0084] ＜＜エレメント１６及び並列共振部２０の詳細＞＞

次に、上述において概要を説明したエレメント１６及び並列共振部２０について、図４～図７を参照しつつ、具体的な構成について説明する。

[0085] 図４は、第１実施形態のアンテナ装置１の斜視図である。図５は、第１実施形態のアンテナ装置１の図であり、図５Ａは、アンテナ装置１の側面図であり、図５Ｂは、アンテナ装置１の平面図である。図６は、並列共振部２０の図であり、図６Ａは、並列共振部２０の斜視図であり、図６Ｂは、並列共振部２０の分解斜視図である。図７は、並列共振部２０の六面図である。

[0086] なお、図５Ｂに示される平面図は、アンテナ装置１を上方から見た図である。また、図７において、並列共振部２０を－Ｚ方向に見たときを正面視として、（ａ）左側面図、（ｂ）上面図、（ｃ）正面図、（ｄ）底面図、（ｅ）右側面図、（ｆ）背面図を表している。

[0087] ＜アンテナ１０とアンテナ１１との位置関係＞

まず、エレメント１６の詳細について説明するために、アンテナ１０とアンテナ１１との位置関係について説明する。本実施形態のアンテナ装置１では、図５Ａ及び図５Ｂに示されるように、アンテナ１０の第１領域Ａ１の少なくとも一部と、アンテナ１１の第２領域Ａ２の少なくとも一部とが重複するよう、アンテナ１０とアンテナ１１とが位置している。

[0088] ここで、第１領域Ａ１は、側面視又は上面視において、アンテナ１０が存在する領域であり、図５Ａ及び図５Ｂに示されるように、アンテナ１０の最

も前側の端部から、最も後側の端部までの領域である。また、第２領域Ａ２は、側面視又は上面視において、アンテナ１１が存在する領域であり、図５Ａ及び図５Ｂに示されるように、アンテナ１１の最も前側の端部から、最も後側の端部までの領域である。

[0089] 本実施形態のアンテナ装置１では、図５Ａに示される側面視において、アンテナ１０の第１領域Ａ１は、アンテナ１１の第２領域Ａ２に含まれている。但し、例えば、アンテナ１１よりもアンテナ１０が大きく形成されることなどにより、アンテナ１１の第２領域Ａ２が、アンテナ１０の第１領域Ａ１に含まれていても良い。また、アンテナ１０がアンテナ１１に対して前側にずれて配置されることで、アンテナ１０の第１領域Ａ１の一部が、アンテナ１１の第２領域Ａ２に含まれていても良い。アンテナ１０の第１領域Ａ１の一部が、アンテナ１１の第２領域Ａ２に含まれている場合、アンテナ１０の第１領域Ａ１の一部と、アンテナ１１の第２領域Ａ２の一部とが重複することになる。さらに、アンテナ１０の第１領域Ａ１と、アンテナ１１の第２領域Ａ２とが非重複であっても良い。

[0090] 本実施形態のアンテナ装置１では、図５Ｂに示される上面視において、アンテナ１０の第１領域Ａ１は、アンテナ１１の第２領域Ａ２に含まれている。但し、例えば、アンテナ１１よりもアンテナ１０が大きく形成されることなどにより、アンテナ１１の第２領域Ａ２が、アンテナ１０の第１領域Ａ１に含まれていても良い。また、アンテナ１０がアンテナ１１に対して右側又は左側にずれて配置されることで、アンテナ１０の第１領域Ａ１の一部が、アンテナ１１の第２領域Ａ２に含まれていても良い。アンテナ１０の第１領域Ａ１の一部が、アンテナ１１の第２領域Ａ２に含まれている場合、アンテナ１０の第１領域Ａ１の一部と、アンテナ１１の第２領域Ａ２の一部とが重複することになる。さらに、アンテナ１０の第１領域Ａ１と、アンテナ１１の第２領域Ａ２とが非重複であっても良い。

[0091] なお、本実施形態のアンテナ装置１では、側面視及び上面視において、アンテナ１０の第１領域Ａ１の少なくとも一部と、アンテナ１１の第２領域Ａ

２の少なくとも一部とが重複している。しかし、例えば、側面視においてアンテナ１０の第１領域Ａ１と、アンテナ１１の第２領域Ａ２とが重複している一方、上面視においてアンテナ１０の第１領域Ａ１と、アンテナ１１の第２領域Ａ２とが非重複であっても良い。

[0092] 上述したように、複数の並列共振部２０は、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯に対して、エレメント１５とともに単一導体として動作する。さらに、複数の並列共振部２０は、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯（ここでは、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯）で共振する。そうすると、複数の並列共振部２０は、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯に対しては、単一導体として動作する際の影響を抑制することができる。これにより、アンテナ１０の位置や領域とアンテナ１１の位置や領域とが互いに重複する場合であっても、アンテナ１１（特に、エレメント１６）によりアンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0093] ＜エレメント１６の詳細＞

本実施形態では、エレメント１６は、図５Ｂの上面視に示されるように、集合体１７と、集合体１８との２つの集合体で構成されている。集合体１７と、集合体１８との各々は、複数の並列共振部２０と、外部接続部５０と、基材６０とを有する。そして、集合体１７と、集合体１８とは、互いに離間しており、エレメント１５に各々接続される。

[0094] 集合体１７と、集合体１８との各々は、ベース３の板面に垂直な面に対して傾斜している。具体的には、集合体１７は、下方ほど左側に行くように傾斜する一方、集合体１８は、下方ほど右側に行くように傾斜している。すなわち、集合体１７の下縁部の一点から対向する集合体１８の下縁部の一点までの距離は、集合体１７の上縁部の一点から対向する集合体１８の上縁部の一点までの距離よりも大きくなっている。すなわち、本実施形態の集合体１７及び集合体１８は、上縁部同士の距離の方が下縁部同士の距離よりも小さく構成されている。これにより、アンテナ装置の外形がフィン形状（すなわち、シャークフィン形状）である場合に、フィン形状のケース２の内側の形

状に沿うようにエレメント１６を配置することができるため、ケース２内の空間を最大限活用しながら、アンテナ１１の特性も確保可能となる。

[0095] ただし、集合体１７と、集合体１８とは、ベース３の板面に垂直な面に対して平行に配置されても良いし、ベース３の板面に平行に配置されても良い。また、エレメント１６は、２つの集合体に限られず、３つ以上の集合体で構成されても良い。さらに、エレメント１６は、１つの集合体のみで構成されても良く、図２に示されるアンテナ装置１の説明図で表されるように、一枚の板状部材として構成されても良い。

[0096] なお、詳しくは後述する図１１に示されるエレメント１６の断面形状の変形例として説明するが、集合体１７と、集合体１８との上縁部同士が接続されている構成であっても良い（図１１Ｂ及び図１１Ｃに示される逆Ｖ字形状又は逆Ｕ字形状）。また、集合体１７と、集合体１８との下縁部同士が接続されている構成であっても良い（Ｖ字形状又はＵ字形状）。また、本実施形態の集合体１７及び集合体１８は、上縁部同士の距離の方が下縁部同士の距離よりも小さく構成されているが、上縁部同士の距離の方が下縁部同士の距離よりも大きく構成されても良い。

[0097] また、エレメント１６が１つの集合体で構成される場合、集合体は、ベース３の板面に垂直な面に平行に配置されても良い（Ｉ字形状）。また、エレメント１６が１つの集合体で構成される場合、集合体は、ベース３の板面に平行に配置されても良い（マイナス記号の形状）。

[0098] ＜並列共振部２０の詳細＞

上述したように、並列共振部２０は、キャパシタ２１と、インダクタ２２とを有する。なお、キャパシタ２１は、並列共振部２０のうち、図６Ａの一点鎖線で囲まれる領域であり、インダクタ２２は、並列共振部２０のうち、図６Ａの一点鎖線で囲まれる領域以外の領域である。

[0099] 本実施形態では、並列共振部２０は、図６Ａ及び図６Ｂに示されるように、キャパシタ２１と、インダクタ２２とを構成する一対の板状部材が、内部接続部２９により接続される構成を有する。具体的には、基材６０のおもて

面６１に位置する、導電体２３及び腕部２７で構成される部分と、基材６０のうら面６２に位置する、導電体２４及び腕部２８とで構成される部分とが、内部接続部２９により接続される。このような構成により、並列共振部２０は、分布定数回路として形成されることになる。

[0100] 本実施形態では、並列共振部２０の最大寸法を小さく構成している。ここで、最大寸法とは、並列共振部２０の外形における２点間の距離のうち、最も長い２点間の距離である。最大寸法は、例えば、立体形状における対角線、構造を形成する各辺（縦、横、高さ、厚み、直径）のうちの最大寸法の部分である。並列共振部２０の最大寸法を小さく構成することにより、複数の並列共振部２０は、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯に対しては、単一導体として動作する際の影響を抑制することができる。したがって、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0101] 具体的には、本実施形態では、並列共振部２０の最大寸法が、アンテナ１０の対応する電波の波長の１０分の１以下である。但し、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができれば、並列共振部２０の最大寸法が、アンテナ１０の対応する電波の波長の１０分の１より大きくても良い。

[0102] なお、本実施形態では、図７に示される並列共振部２０の平面視において、内部接続部２９は、並列共振部２０の外形の外縁よりも外形の中心の側に位置する。なお、ここで、「中心」とは、並列共振部２０の外形における幾何中心である。すなわち、インダクタ２２の腕部２７は、キャパシタ２１の導電体２３から延び出た後、並列共振部２０の外形の外縁側から内側に延びるように形成されている。言い換えると、インダクタ２２の腕部２７はキャパシタ２１の導電体２３から延在し、並列共振部２０の外形の外縁側から中心に向かって旋回する渦巻きを形成している、あるいは、インダクタ２２の腕部２７は並列共振部２０の外形の中心から外縁に向かって旋回する渦巻きを形成し、キャパシタ２１の導電体２３に接続されている。

[0103] また、インダクタ２２の腕部２８は、キャパシタ２１の導電体２４から延び出た後、並列共振部２０の外形の外縁側から内側に延びるように形成され

ている。言い換えると、インダクタ２２の腕部２８はキャパシタ２１の導電体２４から延在し、並列共振部２０の外形の外縁側から中心に向かって旋回する渦巻きを形成している、あるいは、インダクタ２２の腕部２８は並列共振部２０の外形の中心から外縁に向かって旋回する渦巻きを形成し、キャパシタ２１の導電体２４に接続されている。そして、腕部２７と腕部２８は、並列共振部２０の外形の外縁よりも外形の中心の側において、内部接続部２９で接続されている。このように並列共振部２０を構成することにより、並列共振部２０の最大寸法を小さくすることができる。

[0104] 但し、並列共振部２０の最大寸法をアンテナ１０の対応する電波の波長の１０分の１以下に形成することができれば、内部接続部２９の位置は、並列共振部２０の外形の中心側に限定されず、共振並列部２０の外形の外縁側であっても良い。

[0105] なお、本実施形態では、内部接続部２９は、基材６０に形成されたスルーホール又はビア・ホールによる導体部である。これにより、腕部２７と、腕部２８とを接続している。

[0106] 本実施形態では、図７に示される並列共振部２０の平面視（（ｃ）正面図又は（ｆ）背面図）において、並列共振部２０の外形は、四辺形であり、より具体的には、略正方形である。但し、並列共振部２０の外形は、後述する図１３～図１８に示される並列共振部２０の変形例のように、略正方形以外の四辺形や円形であっても良い。また、並列共振部２０の外形は、不図示であるが、三角形や五角形などの多角形、楕円形、半円形、及び半楕円形のいずれかの形状であっても良いし、上述の形状を組み合わせて構成しても良い。

[0107] 本実施形態の並列共振部２０は、図６Ｂに示されるように、隣り合う並列共振部３０と接続される接続領域２５と、隣り合う並列共振部４０と接続される接続領域２６とを有する。そして、接続領域２６は、うら面６２において接続領域２５に対向する領域以外に位置する。言い換えると、接続領域２５は、おもて面６１において接続領域２６に対向する領域以外に位置する。

[0108] また、図７に示される並列共振部２０の平面視において、接続領域２６は、うら面６２において接続領域２５に対向する領域に対して、並列共振部２０の外形の中心を通る直線を軸とした線対称、又は、並列共振部２０の外形の中心における点対称となる領域に位置する。言い換えると、接続領域２５は、おもて面６１において接続領域２６に対向する領域に対して、並列共振部２０の外形の中心を通る直線を軸とした線対称、又は、並列共振部２０の外形の中心における点対称となる領域に位置する。

[0109] ＜＜外部接続部５０の詳細＞＞

次に、前述で概要を説明した外部接続部５０について、図８を参照しつつ、具体的な構成について説明する。

[0110] 図８は、隣り合う並列共振部２０，３０の図であり、図８Ａは、隣り合う並列共振部２０，３０の斜視図であり、図８Ｂは、隣り合う並列共振部２０，３０の側面図であり、図８Ｃは、隣り合う並列共振部２０，３０を離間させた分解斜視図である。

[0111] 図８Ａ～図８Ｃに示されるように、並列共振部３０も、並列共振部２０と同様に、キャパシタ３１と、インダクタ３２とを有する。そして、キャパシタ３１は、おもて面６１に位置する導電体３３と、うら面６２に位置する導電体３４とからなる、互いに対向するように位置する一対の導電体を有する。インダクタ３２は、キャパシタ３１に並列に接続され、腕部３７と、腕部３８と、腕部３７と腕部３８とを接続する内部接続部３９とを有する。

[0112] 図８Ｃに示されるように、外部接続部５０は、並列共振部２０のキャパシタ２１と、並列共振部３０のキャパシタ３１とを接続する。なお、本実施形態では、外部接続部５０は、並列共振部２０のキャパシタ２１のうち、おもて面に位置する導電体２３と、並列共振部３０のキャパシタ３１のうち、うら面に位置する導電体３４とを接続している。

[0113] 本実施形態では、外部接続部５０は、基材６０に形成されたスルーホール又はビア・ホールによる導体部である。これにより、導電体２３と、導電体３４とを接続している。

[0114] 本実施形態では、並列共振部２０と同様に、外部接続部５０の最大寸法も小さく構成している。外部接続部５０の最大寸法を小さく構成することにより、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0115] 具体的には、本実施形態では、外部接続部５０の最大寸法が、アンテナ１０の対応する電波の波長の１０分の１以下である。但し、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができれば、外部接続部５０の最大寸法が、アンテナ１０の対応する電波の波長の１０分の１より大きくても良い。

[0116] ＜＜比較例＞＞

次に、本実施形態のアンテナ１１の特性について説明するために、図９に示される比較例のアンテナ１１Ａを説明する。

[0117] 図９は、比較例のアンテナ装置１Ｘの図であり、図９Ａは、アンテナ装置１Ｘの側面図であり、図９Ｂは、アンテナ装置１Ｘの平面図である。

[0118] 上述した本実施形態のアンテナ１１のエレメント１６は、図５に示されるように、複数の並列共振部２０を含む集合体１７、１８を有していた。比較例のアンテナ１１Ｘのエレメント１６Ｘは、図９に示されるように、１つの金属体で構成されている。具体的には、比較例のエレメント１６Ｘは、左右の金属体部分が、上部（頂部）の金属体部分によって接続された形状を有しており、一枚の金属板が折り曲げられたような形状を有する。したがって、比較例のエレメント１６Ｘは、本実施形態のアンテナ１１のように複数の並列共振部２０と外部接続部５０とによりエレメント１６が構成されない。

[0119] なお、エレメント１６Ｘの構成以外の比較例のアンテナ装置１Ｘの構成については、本実施形態のアンテナ装置１と同様である。すなわち、アンテナ１１Ｘは、エレメント１６Ｘと、エレメント１５とでＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振するように構成されている。また、アンテナ１０の第１領域Ａ１の少なくとも一部と、アンテナ１１Ｘの第２領域Ａ２の少なくとも一部とが重複するよう、アンテナ１０とアンテナ１１Ｘとが位置している。

[0120] ＜＜アンテナ装置１及びアンテナ装置１Ｘにおけるアンテナ１０の特性の比

較＞＞

図１０は、第１実施形態のアンテナ装置１及び比較例のアンテナ装置１Ｘのそれぞれにおける、アンテナ１０の仰角及び平均利得の関係を示す図である。

[0121] 図１０において、横軸は仰角を表し、縦軸は平均利得を表す。また、図１０において、比較例のアンテナ装置１Ｘにおけるアンテナ１０の計算結果を一点鎖線及び×印で示し、本実施形態のアンテナ装置１におけるアンテナ１０の計算結果を実線および＋印で示している。さらに、比較のために、アンテナ１０のみの構成（本実施形態のアンテナ装置１からアンテナ１１を取り除いた構成）における計算結果を破線及び〇印で示している。

[0122] 図１０に示されるように、比較例のアンテナ装置１Ｘにおけるアンテナ１０の計算結果と、本実施形態のアンテナ装置１におけるアンテナ１０の計算結果とを比較すると、各仰角において大幅に平均利得が向上している。また、本実施形態のアンテナ装置１におけるアンテナ１０の計算結果と、アンテナ１０のみの構成における計算結果とを比較すると、各仰角における平均利得の低下はかなり小さい。このことから、本実施形態のアンテナ装置１におけるアンテナ１１は、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0123] ＜＜エレメント１６の断面形状の変形例＞＞

次に、図１１を参照しつつ、エレメント１６の断面形状についての変形例を説明する。

[0124] 図１１は、エレメント１６の断面形状の変形例を示す図であり、図１１Ａは、エレメント１６の断面形状の第１変形例を示す説明図であり、図１１Ｂは、エレメント１６の断面形状の第２変形例を示す説明図であり、図１１Ｃは、エレメント１６の断面形状の第３変形例を示す説明図である。図１１Ａ～図１１Ｃは、それぞれエレメント１６を前後方向に垂直な面で切ったときの断面図である。

[0125] ＜エレメント１６の断面形状の第１変形例＞

第１変形例のエレメント１６の断面形状は、図１１Ａに示されるように、Ｉ字形状である。すなわち、エレメント１６は、左右方向に垂直な平板形状である。ただし、平板形状のエレメント１６が、上下方向及び左右方向の少なくとも一方の方向に対して所定角度傾いた形状であっても良い。

[0126] また、エレメント１６は、上下方向に垂直な平板形状であっても良い。このとき、エレメント１６の断面形状は、マイナス記号の形状である。エレメント１６の断面形状をこのように形成しても、エレメント１６は、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。そして、第１変形例のエレメント１６によっても、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0127] ＜エレメント１６の断面形状の第２変形例＞

第２変形例のエレメント１６の断面形状は、図１１Ｂに示されるように、上側に凸となる逆Ｕ字形状である。但し、エレメント１６は、下側に凸となるＵ字形状であっても良い。エレメント１６の断面形状をこのように形成しても、エレメント１６は、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。そして、第２変形例のエレメント１６によっても、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0128] ＜エレメント１６の断面形状の第３変形例＞

第３変形例のエレメント１６の断面形状は、図１１Ｃに示されるように、上側に凸となる逆Ｖ字形状である。但し、エレメント１６は、下側に凸となるＶ字形状であっても良い。エレメント１６の断面形状をこのように形成しても、エレメント１６は、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。そして、第３変形例のエレメント１６によっても、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0129] なお、不図示であるが、図１１Ｂに示される逆Ｕ字形状のエレメント１６や、図１１Ｃに示される逆Ｖ字形状のエレメント１６において、エレメント

１６の上部（頂部）が平板形状であっても良い。具体的には、エレメント１６の断面形状は、台形の辺における底辺以外の辺に沿った形状となる。

[0130] ＜エレメント１６の断面形状の第１変形例～第３変形例の組み合わせ＞

以上のように、エレメント１６の断面形状の第１変形例～第３変形例をそれぞれ説明した。なお、上述のエレメント１６の断面形状の第１変形例～第３変形例を自由に組み合わせることができる。このように、エレメント１６の断面形状の第１変形例～第３変形例を組み合わせた場合であっても、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振し、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。

[0131] ＜＜エレメント１６における並列共振部の接続経路の変形例＞＞

次に、図１２を参照しつつ、エレメント１６における並列共振部の接続経路についての変形例を説明する。以下で説明するエレメント１６における並列共振部の接続経路の変形例では、隣り合う並列共振部同士との接続を変える（すなわち、外部接続部５０の位置を変える）ことによって、エレメント１６における並列共振部の接続経路を変えることができる。

[0132] なお、上述したように、エレメント１６は、エレメント１５とともにＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振する素子であり、アンテナ１１における容量装荷素子として機能する。エレメント１６がＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯に対して容量装荷素子として機能すれば、どのような並列共振部の接続経路であっても良い。つまり、複数の並列共振部２０に対して、外部接続部５０をどのように位置させても良い。したがって、以下に示す変形例は、並列共振部の接続経路の具体例であり、以下に示す変形例以外の並列共振部の接続経路を構成しても良い。

[0133] 図１２は、エレメント１６における並列共振部の接続経路の変形例を示す図であり、図１２Ａは、エレメント１６における並列共振部の接続経路の第１変形例であり、図１２Ｂは、エレメント１６における並列共振部の接続経路の第２変形例であり、図１２Ｃは、エレメント１６における並列共振部の接続経路の第３変形例である。

[0134] ＜エレメント１６における並列共振部の接続経路の第１変形例＞

第１変形例におけるエレメント１６における並列共振部の接続経路は、図１２Ａに示されるように、前後方向に折り返しを繰り返しながら蛇行する経路（横ミアンダ形状の経路）である。エレメント１６における並列共振部の接続経路をこのように構成しても、エレメント１６は、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。また、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。さらに、設計の自由度を向上させることができる。

[0135] ＜エレメント１６における並列共振部の接続経路の第２変形例＞

第２変形例におけるエレメント１６における並列共振部の接続経路は、図１２Ｂに示されるように、前後方向・左右方向に不規則に折り返しながら蛇行する経路である。エレメント１６における並列共振部の接続経路をこのように構成しても、エレメント１６は、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。また、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。さらに、設計の自由度を向上させることができる。

[0136] ＜エレメント１６における並列共振部の接続経路の第３変形例＞

第１変形例及び第２変形例では、図に示される全ての並列共振部２０を一筆書きで通過するように、エレメント１６における並列共振部の接続経路が構成されていた。しかし、第３変形例では、左側の２列に位置する並列共振部２０においては、左右方向に折り返しを繰り返しながら蛇行しつつ、右側の１列に位置する並列共振部２０においては、これらの蛇行する経路からそれぞれ分岐して接続されている。エレメント１６における並列共振部の接続経路をこのように構成しても、エレメント１６は、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。また、アンテナ１０の特性に与える影響を抑制することができる。さらに、設計の自由度を向上させることができる。

[0137] ＜エレメント１６における並列共振部の接続経路の第１変形例～第３変形例

の組み合わせ＞

なお、上述では、エレメント１６における並列共振部の接続経路の第１変形例～第３変形例をそれぞれ説明したが、上述の第１変形例～第３変形例を自由に組み合わせることができる。

[0138] 例えば、２つや４つなどの複数の並列共振部２０ごとに１ブロックとし、各々のブロックごとに接続経路を変更しても良い。また、接続経路は、蛇行する経路でなくても良い。例えば、接続経路が、周回するように構成してもよいし、渦を巻くように構成してもよいし、直線的に構成しても良い。

[0139] ＜＜並列共振部２０の変形例＞＞

次に、図１３～図１８を参照しつつ、並列共振部２０の変形例を説明する。

[0140] ＜並列共振部２０の第１変形例＞

図１３は、並列共振部２０の第１変形例の斜視図である。図１４は、並列共振部２０の第１変形例の六面図である。

[0141] 図１４において、第１変形例の並列共振部２０を－Ｚ方向に見たときを正面視として、（ａ）左側面図、（ｂ）上面図、（ｃ）正面図、（ｄ）底面図、（ｅ）右側面図、（ｆ）背面図を表している。

[0142] 上述した、図６及び図７に示される並列共振部２０の外形は、平面視において、略正方形であった。しかし、図１３及び図１４に示されるように、第１変形例の並列共振部２０の外形は、平面視において、略長方形である。より具体的には、Ｘ方向よりもＹ方向の長さが長い略長方形である。しかし、第１変形例の並列共振部２０の外形は、Ｙ方向よりもＸ方向の長さが長い略長方形であっても良い。

[0143] 並列共振部２０の外形を略長方形に形成することにより、複数の並列共振部２０で構成されるエレメント１６の形状を柔軟に形成することができる。例えば、略正方形の並列共振部２０を配置することができないエレメント１６の端部の領域であっても、略長方形の並列共振部２０であれば配置することができる。これにより、例えば、図５のエレメント１６の上部に位置する

並列共振部２０のように、エレメント１６に並列共振部２０を無駄なく配置することができ、エレメント１６の容量を大きくすることができる。エレメント１６を略長方形の並列共振部２０を配置することによって形成してもよいし、略正方形の並列共振部２０と組み合わせて配置して形成してもよい。

[0144] ＜並列共振部２０の第２変形例＞

図１５は、並列共振部２０の第２変形例の斜視図である。図１６は、並列共振部２０の第２変形例の六面図である。

[0145] 図１６において、第２変形例の並列共振部２０を－Ｚ方向に見たときを正面視として、（ａ）左側面図、（ｂ）上面図、（ｃ）正面図、（ｄ）底面図、（ｅ）右側面図、（ｆ）背面図を表している。

[0146] 上述した、図６及び図７に示される並列共振部２０における接続領域２５及び接続領域２６は、図６Ｂに示されるように、Ｙ軸方向に並んで配置されていた。しかし、図１６に示されるように、第２変形例の並列共振部２０における接続領域２５及び接続領域２６は、対角に位置している。すなわち、３次元の立体構造で見た場合、接続領域２５と接続領域２６とは互いに最も離れた位置にある。

[0147] 並列共振部２０における接続領域２５及び接続領域２６を対角に位置することにより、並列共振部２０に対して隣り合う並列共振部３０（又は隣り合う並列共振部４０）の位置を柔軟に設定することができる。これにより、設計の自由度を向上させることができる。また、エレメント１６を第２変形例の並列共振部２０のみを配置することによって形成してもよいし、図６及び図７に示される並列共振部２０と第２変形例の並列共振部２０とを組み合わせて配置して形成してもよいし、第１変形例の並列共振部２０と組み合わせて配置して形成してもよい。

[0148] ＜並列共振部２０の第３変形例＞

図１７は、並列共振部２０の第３変形例の斜視図である。図１８は、並列共振部２０の第３変形例の六面図である。

[0149] 図１８において、第３変形例の並列共振部２０を－Ｚ方向に見たときを正

面視として、（ａ）左側面図、（ｂ）上面図、（ｃ）正面図、（ｄ）底面図、（ｅ）右側面図、（ｆ）背面図を表している。

[0150] 図１７及び図１８に示されるように、第３変形例の並列共振部２０の外形は、平面視において、略円形である。しかし、第３変形例の並列共振部２０の外形は、楕円形や半円形であっても良い。なお、第３変形例の並列共振部２０における接続領域２５及び接続領域２６は、Ｙ軸方向に並んで配置されている。また、エレメント１６を第３変形例の並列共振部２０のみを配置することによって形成してもよいし、図６及び図７に示される並列共振部２０と第３変形例の並列共振部２０とを組み合わせて配置して形成してもよいし、第２変形例の並列共振部２０と組み合わせて配置して形成してもよい。

[0151] ＜並列共振部２０の第１変形例～第３変形例の組み合わせ＞

なお、上述では、並列共振部２０の第１変形例～第３変形例をそれぞれ説明したが、上述の第１変形例～第３変形例の並列共振部２０及び図６－図７に示される並列共振部２０の少なくとも２つを自由に組み合わせて配置してもよい。

[0152] ＝＝第２実施形態＝＝

以上では、第１実施形態のアンテナ装置１について説明した。つまり、第１実施形態のアンテナ装置１のアンテナ１０は、１つの周波数帯（例えば、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯）の電波に対応している。しかし、アンテナ装置が有するアンテナは、複数の周波数帯の電波に対応しても良い。そこで、以下では、複数の周波数帯の電波に対応するアンテナ１０Ａを有する第２実施形態のアンテナ装置１について説明する。

[0153] 図１９は、第２実施形態のアンテナ装置１Ａの図であり、図１９Ａは、アンテナ装置１Ａの側面図であり、図１９Ｂは、アンテナ１０Ａの放射素子１３Ａの平面図である。図１９Ｃは、外部接続部５０Ａの拡大図である。

[0154] アンテナ１０Ａの放射素子１３Ａには、図１９Ｂに示されるように、放射素子１３Ａの外縁部に沿って４つのスロット７０が設けられている。スロット７０は、アンテナ１０Ａが受信する所望の周波数帯の電波を放射（または

、反射）するためにアンテナ１０Ａに形成された開口（または、孔）である。スロット７０付きの放射素子１３Ａを有するアンテナ１０Ａが受信する周波数帯は、放射素子１３Ａの外形寸法から定まる周波数帯と、放射素子１３Ａに形成されたスロット７０の長さで定まる周波数帯との２つの周波数帯を有することになる。

[0155] 図１９Ｂに示されるスロット７０の形状は略長方形であるが、この形状に限定されず、放射素子の中心に向かって凸となるように湾曲する形状であってもよいし、少なくとも１つの凸部を有する形状であってもよいし、波形形状であってもよい。また、図１９Ｂに示されるスロット７０は４か所に設けられているが、これに限定されず、さらに異なる周波数帯の電波に対応するスロットを複数設けていてもよく、アンテナ１０Ａが異なる３つ以上の周波数帯の電波に対応するように構成してもよい。

[0156] これにより、アンテナ１０Ａは、例えば、上述したＬ１バンドと、Ｌ２バンドとの２つの周波数帯の電波を受信することができる。本実施形態では、アンテナ１０Ａは、例えば、Ｌ１バンドに加えて、Ｌ２バンド用の１２１２ＭＨｚ～１２５４ＭＨｚ帯の電波を受信する。また、Ｌ２バンドにおけるターゲット周波数は、本実施形態では中心周波数であり、ここでの中心周波数は、1227.6MHzである。なお、放射素子１３Ａを有するアンテナ１０Ａは、Ｌ１バンド及びＬ２バンドに限られず、所望の２つの周波数帯の電波を受信しても良く、３つ以上の周波数帯の電波を受信しても良い。また、放射素子１３Ａを有するアンテナ１０Ａは、所望の複数の周波数帯の電波を送信及び受信のうち少なくとも一方を行えば良い。

[0157] なお、アンテナ１０Ａが複数の周波数帯の電波を受信するために、放射素子１３Ａに、スロット７０ではなく、切れ込み（スリット）が形成されても良い。また、不図示であるが、スロット７０は、ミアンダ部を有しても良い。これにより、図１９Ｂに示すミアンダ部を有しないスロット７０と比べて、スロット７０の全長が長くなり、電気長も増大する。そうすると、ミアンダ部を有するスロット７０の場合には、放射素子１３Ａから定まる共振周波

数を低下させることができ、アンテナ１０Ａが受信する電波の２つの周波数帯の設定の自由度を向上させることができる。

[0158] また、アンテナ装置１Ａにおける上下方向の大きさの制限が厳しくないなどの場合、アンテナ１０Ａは、複数の周波数帯の電波を受信するために、多層式あるいは多段式のアンテナであっても良い。例えば、下層あるいは下段のアンテナ１０Ａのエレメントが所望の周波数帯の電波に対応し、上層あるいは上段のアンテナ１０Ａのエレメントが所望の周波数帯よりも高い又は低い周波数帯の電波に対応しても良い。このようにアンテナ１０Ａにおいてエレメントを２つ以上設けることにより、複数の周波数帯の電波に対応するアンテナ１０Ａを構成することができる。

[0159] 本実施形態のアンテナ装置１Ａにおいて、アンテナ１１Ａのエレメント１６Ａは、図１９Ａ及び図１９Ｃに示されるように、第１実施形態と異なる外部接続部５０Ａを有する。なお、アンテナ装置１Ａのその他の構成については、第１実施形態のアンテナ装置１と同様である。

[0160] 外部接続部５０Ａは、集中定数回路によって構成される。集中定数回路によって構成される外部接続部５０Ａは、図１９Ｃに示されるように、キャパシタ部分Ｃとインダクタ部分Ｌとで構成される並列共振回路である。但し、集中定数回路によって構成される外部接続部５０Ａは、インダクタ部分Ｌのみで構成されても良いし、並列共振回路を構成可能な素子の組み合わせであれば良い。

[0161] そして、図１９Ａ及び図１９Ｃに示されるように、外部接続部５０Ａの一方の端子が並列共振部２０に接続され、他方の端子が並列共振部２０に隣り合う並列共振部３０に接続される。このようにして、隣り合う並列共振部２０及び並列共振部３０を跨ぐように、集中定数回路によって構成される外部接続部５０Ａが設けられることになる。

[0162] 本実施形態のアンテナ装置１Ａのアンテナ１１Ａでは、エレメント１６Ａの並列共振部２０が、アンテナ１０Ａの対応する電波の複数の周波数帯のうち、一の周波数帯（例えば、Ｌ１バンド）で共振する。また、本実施形態の

アンテナ装置１Ａのアンテナ１１Ａでは、エレメント１６Ａの外部接続部５０Ａが、アンテナ１０Ａの対応する電波の複数の周波数帯のうち、別の周波数帯（例えば、Ｌ２バンド）で共振する。これにより、複数の周波数帯（ここでは、Ｌ１バンド及びＬ２バンド）の電波に対応するアンテナ１０Ａの特性に与える影響を抑制することができる。

[0163] ＝＝第３実施形態＝＝

＜＜エレメント１６Ｂ＞＞

上述した第２実施形態のアンテナ装置１Ａでは、エレメント１６Ａが集中定数回路によって構成される外部接続部５０Ａを有することにより、複数の周波数帯の電波に対応するアンテナ１０Ａの特性に与える影響を抑制することができる。しかし、第２実施形態と異なる構成によっても、複数の周波数帯の電波に対応するアンテナの特性に与える影響を抑制することができる。そこで、以下では、複数の周波数帯の電波に対応するアンテナ１０Ｂを有する第３実施形態のアンテナ装置１Ｂについて説明する。

[0164] 図２０は、第３実施形態のアンテナ装置１Ｂの概要を説明する図である。図２１は、並列共振部２０Ｂの図であり、図２１Ａは、並列共振部２０Ｂの斜視図であり、図２１Ｂは、並列共振部２０Ｂの分解斜視図である。図２２は、並列共振部２０Ｂの六面図である。

[0165] なお、図２０では、アンテナ装置１Ｂ、及びアンテナ装置１Ｂが有する構成（例えば、後述するアンテナ１１Ｂなど）を模式的に表すことで、アンテナ装置１Ｂを簡易に図示している。本実施形態のアンテナ装置１Ｂの詳細な形状や構成については、以下で説明する場合を除いて、図４や図５に示す第１実施形態のアンテナ装置１と同様である。また、図２０では、アンテナ装置１Ｂの内部を図示するために、ケース２の図示を省略している。

[0166] 本実施形態のアンテナ装置１Ｂは、第２実施形態におけるアンテナ１０Ａと同様に、例えば、Ｌ１バンド及びＬ２バンドなどの複数の周波数帯の電波に対応するアンテナ１０Ｂを有する。また、本実施形態のアンテナ装置１Ｂでは、アンテナ１１Ｂのエレメント１６Ｂは、例えば、Ｌ１バンドの周波数

帯で共振する並列共振部（例えば、並列共振部２０Ｂ）と、例えば、Ｌ２バンドの周波数帯で共振する並列共振部（例えば、並列共振部３０Ｂ及び並列共振部４０Ｂ）を有する。つまり、エレメント１６Ｂは、共振周波数が互いに異なる２種類の並列共振部を有する。これにより、複数の周波数帯（ここでは、Ｌ１バンド及びＬ２バンド）の電波に対応するアンテナ１０Ｂの特性に与える影響を抑制することができる。

[0167] なお、以下では、共振周波数が互いに異なる２種類の並列共振部のうち、一の周波数帯で共振する並列共振部（図２０では、並列共振部２０Ｂ）を、「Ａ周波数帯の並列共振部」と呼ぶことがある。図２０では、Ａ周波数帯の並列共振部は、ドットによるハッチングを施すことで図示している。また、共振周波数が互いに異なる２種類の並列共振部のうち、別の周波数帯で共振する並列共振部（図２０では、並列共振部３０Ｂ及び並列共振部４０Ｂ）を、「Ｂ周波数帯の並列共振部」と呼ぶことがある。図２０では、Ｂ周波数帯の並列共振部は、斜線によるハッチングを施すことで図示している。

[0168] なお、図２１及び図２２では、Ａ周波数帯の並列共振部である並列共振部２０Ｂの詳細な構成を図示している。Ａ周波数帯の並列共振部である並列共振部２０Ｂの構成は、隣り合う並列共振部３０Ｂ及び並列共振部４０Ｂが、Ａ周波数帯と異なるＢ周波数帯の並列共振部である以外は、図６及び図７に示される第１実施形態の並列共振部２０の構成と同様である。

[0169] なお、本実施形態のエレメント１６Ｂでは、Ａ周波数帯の並列共振部と、Ｂ周波数帯の並列共振部とが、図２０に示されるように、１つずつ交互に配置されている。また、本実施形態のエレメント１６Ｂでは、Ａ周波数帯の並列共振部と、Ｂ周波数帯の並列共振部とが、一層構造の基材６０に配置されている。しかし、これに限定されず、例えば、Ａ周波数帯の電波に対応する並列共振部２０Ｂと、Ｂ周波数帯の電波に対応する並列共振部３０Ｂと、Ａ周波数帯及びＢ周波数帯とも異なるＣ周波数帯の電波に対応する並列共振部４０Ｂとを配置して３周波数帯の電波に対応させてもよい。また、並列共振部２０Ｂの配置の態様は、これらの場合に限られない。そこで、以下では、

並列共振部２０Ｂの配置に関する変形例を説明する。

[0170] ＜＜並列共振部２０Ｂの配置に関する変形例＞＞

＜並列共振部２０Ｂの配置に関する第１変形例＞

図２３は、並列共振部２０Ｂの配置に関する第１変形例の説明図である。

[0171] 図２３に示される第１変形例のエレメント１６Ｂでは、Ａ周波数帯の並列共振部と、Ｂ周波数帯の並列共振部とが、２つずつ交互に配置されている。このような配置によっても、複数の周波数帯（ここでは、Ｌ１バンド及びＬ２バンド）の電波に対応するアンテナ１０Ｂの特性に与える影響を抑制することができる。

[0172] 但し、エレメント１６Ｂでは、Ａ周波数帯の並列共振部と、Ｂ周波数帯の並列共振部とが、任意の数だけ交互に配置されても良い。また、エレメント１６Ｂでは、Ａ周波数帯の並列共振部と、Ｂ周波数帯の並列共振部とが、不規則に配置されても良い。

[0173] ＜並列共振部２０Ｂの配置に関する第２変形例＞

図２４は、並列共振部２０Ｂの配置に関する第２変形例を示す図であり、図２４Ａは、隣り合う並列共振部２０Ｂ，３０Ｂの斜視図であり、図２４Ｂは、隣り合う並列共振部２０Ｂ，３０Ｂを離間させた分解斜視図である。図２５は、隣り合う並列共振部２０Ｂ，３０Ｂの六面図である。

[0174] 図２４及び図２５に示される第２変形例では、基材６０は、多層構造で形成されている。具体的には、基材６０は、誘電層６３と、誘電層６４と、誘電層６５との３つの誘電層からなる。誘電層６３は、基材６０のうち、おもて面側に位置する層である。誘電層６５は、基材６０のうち、うら面側に位置する層である。誘電層６４は、基材６０のうち、誘電層６３と誘電層６５との間に位置する層である。

[0175] また、誘電層６３には、図２４Ｂに示されるように、並列共振部３０Ｂが設けられている。また、誘電層６５には、並列共振部２０Ｂが設けられている。そして、誘電層６４には、並列共振部２０Ｂと並列共振部３０Ｂとを接続する外部接続部５０Ｂが設けられている。並列共振部２０Ｂと並列共振部

３０Ｂとは基材の厚み方向（図２４においてはＺ方向）に重なって配置されるように位置している。すなわち、第２変形例において、並列共振部２０Ｂと並列共振部３０Ｂとは積層している。なお、さらに誘電層６６と誘電層６７とを備え、５つの誘電層からなる基材にそれぞれ対応する周波数帯の電波が異なる並列共振部２０Ｂ、並列共振部３０Ｂ、並列共振部４０Ｂを備えてもよい。なお、平面視において、並列共振部２０Ｂの全体と並列共振部３０Ｂの全体とは略重複しているが、例えば、Ｘ方向及びＹ方向の少なくとも一方向において互いにシフトして位置していても良いし、並列共振部２０Ｂの一部と並列共振部３０Ｂの一部とが重複するように位置していても良い。

[0176] 図２０に示されるエレメント１６Ｂでは、隣り合う並列共振部２０Ｂ及び並列共振部３０Ｂは、一層構造で形成されている基材６０に設けられている。これに限られず、図２４及び図２５に示される第２変形例のように、多層構造で形成されている基材６０に、隣り合う並列共振部２０Ｂ及び並列共振部３０Ｂを配置することもできる。このような配置によっても、複数の周波数帯（ここでは、Ｌ１バンド及びＬ２バンド）の電波に対応するアンテナ１０Ｂの特性に与える影響を抑制することができる。

[0177] ＜＜エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の変形例＞＞

[0178] 上述の図１２では、第１実施形態のエレメント１６における並列共振部の接続経路の変形例を説明した。同様に、第３実施形態のエレメント１６Ｂにおいても、隣り合う並列共振部同士との接続を変える（すなわち、外部接続部５０Ｂの位置を変える）ことによって、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路を変えることができる。

[0179] 図２６は、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の変形例を示す図であり、図２６Ａは、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第１変形例の説明図であり、図２６Ｂは、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第２変形例の説明図であり、図２６Ｃは、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第３変形例の説明図である。

[0180] ＜エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第１変形例＞

第１変形例におけるエレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路は、図２６Ａに示されるように、前後方向に折り返しを繰り返しながら蛇行する経路（横ミアンダ形状の経路）である。あるいは、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路は、上下方向に折り返しながら蛇行する経路（縦ミアンダ形状の経路）であってもよい。エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路をこのように構成しても、エレメント１６Ｂは、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。また、設計の自由度を向上させることができる。

[0181] ＜エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第２変形例＞

第２変形例におけるエレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路は、図２６Ｂに示されるように、前後方向・左右方向に不規則に折り返しながら蛇行する経路である。エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路をこのように構成しても、エレメント１６Ｂは、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。また、設計の自由度を向上させることができる。

[0182] ＜エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第３変形例＞

第１変形例及び第２変形例では、図に示される全ての並列共振部２０Ｂを一筆書きで通過するように、エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路が構成されていた。しかし、第３変形例では、左側の２列に位置する並列共振部２０Ｂにおいては、左右方向に折り返しを繰り返しながら蛇行しつつ、右側の１列に位置する並列共振部２０Ｂにおいては、これらの蛇行する経路からそれぞれ分岐して接続されている。エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路をこのように構成しても、エレメント１６Ｂは、エレメント１５とともに、適切にＡＭ／ＦＭラジオ用の電波の周波数帯で共振することができる。また、設計の自由度を向上させることができる。

[0183] ＜エレメント１６Ｂにおける並列共振部の接続経路の第１変形例～第３変形例の組み合わせ＞

なお、上述では、エレメント１６並列共振部２０Ｂにおける並列共振部の

接続経路の第１変形例～第３変形例をそれぞれ説明したが、上述の第１変形例～第３変形例を自由に組み合わせることができる。

[0184] 例えば、２つや４つなどの複数の並列共振部２０Ｂごとに１ブロックとし、各々のブロックごとに接続経路を変更しても良い。また、接続経路は、蛇行する経路でなくても良い。例えば、接続経路が、渦を巻いて周回するように構成してもよいし、直線的に構成しても良い。

[0185] ＝＝第４実施形態＝＝

以上では、第３実施形態のアンテナ装置１Ｂについて説明した。つまり、第３実施形態のアンテナ装置１Ｂのアンテナ１０Ｂは、２つの周波数帯（例えば、Ｌ１バンド及びＬ２バンド）の電波に対応している。しかし、アンテナ装置が有するアンテナは、３つの周波数帯の電波に対応しても良い。そこで、以下では、３つの周波数帯の電波に対応するアンテナ１０Ｃを有する第４実施形態のアンテナ装置１について説明する。

[0186] 図２７は、第４実施形態のアンテナ装置１Ｃの図であり、図２７Ａは、アンテナ装置１Ｃの側面図であり、図２７Ｂは、外部接続部５０Ｃの拡大図である。

[0187] 第３実施形態のアンテナ１０Ｂは、例えば、Ｌ１バンドと、Ｌ２バンドとの２つの周波数帯の電波を受信することができる。本実施形態のアンテナ１０Ｃは、詳しい図示は省略するが、Ｌ１バンド及びＬ２バンドに加え、例えば、Ｌ５バンドの周波数帯の電波を受信することができる。本実施形態では、アンテナ１０Ｃは、Ｌ１バンド及びＬ２バンドに加えて、Ｌ５バンド用の１１６４ＭＨｚ～１２１４ＭＨｚ帯の電波を受信する。また、Ｌ５バンドにおけるターゲット周波数は、本実施形態では中心周波数であり、ここでの中心周波数は、1176.45MHzである。すなわち、本実施形態のアンテナ１０Ｃは、３つの周波数帯の電波を受信することができる。

[0188] 本実施形態のアンテナ装置１Ｃのアンテナ１１Ｃにおいて、エレメント１６Ｃは、前述した第２実施形態と同様の外部接続部５０Ｃを有する。すなわち、外部接続部５０Ｃは、集中定数回路によって構成される。集中定数回路

によって構成される外部接続部５００Ｃは、図２７Ｃに示されるように、キャパシタ部分Ｃとインダクタ部分Ｌとで構成される並列共振回路である。但し、集中定数回路によって構成される外部接続部５００Ｃは、インダクタ部分Ｌのみで構成されても良いし、並列共振回路を構成可能な素子の組み合わせであれば良い。

[0189] そして、図２７Ａ及び図２７Ｂに示されるように、外部接続部５００Ｃの一方の端子が並列共振部２００Ｃに接続され、他方の端子が並列共振部２００Ｃに隣り合う並列共振部３００Ｃに接続される。このようにして、隣り合う並列共振部２００Ｃ及び並列共振部３００Ｃを跨ぐように、集中定数回路によって構成される外部接続部５００Ｃが設けられることになる。

[0190] 本実施形態のアンテナ装置１Ｃのアンテナ１１Ｃでは、第３実施形態のアンテナ装置１Ｂと同様に、エレメント１６Ｃは、例えば、Ｌ１バンドの周波数帯で共振する並列共振部（例えば、並列共振部２０Ｃ）と、例えば、Ｌ２バンドの周波数帯で共振する並列共振部（例えば、並列共振部３００Ｃ及び並列共振部４００Ｃ）を有する。

[0191] そして、本実施形態では、外部接続部５００Ｃが、アンテナ１００Ｃの対応する電波の複数の周波数帯のうち、別の電波の周波数帯（例えば、Ｌ５バンド）で共振する。これにより、３つの周波数帯（ここでは、ＧＮＳＳ用のＬ１バンド、Ｌ２バンド及びＬ５バンド）の電波に対応するアンテナ１００Ｃの特性に与える影響を抑制することができる。なお、アンテナ装置１Ｃのその他の構成については、第３実施形態のアンテナ装置１Ｂと同様である。

[0192] ＝＝第５実施形態＝＝

上述した第１実施形態～第４実施形態のアンテナ装置（例えば、アンテナ装置１）では、ＡＭ／ＦＭアンテナ（例えば、アンテナ１１）の近傍には、１つのパッチアンテナ（例えば、アンテナ１０）が位置していた。但し、ＡＭ／ＦＭアンテナ（例えば、アンテナ１１）の近傍には、複数のアンテナが位置しても良い。つまり、本実施形態のアンテナ装置１Ｄのように、さらに別のアンテナを有しても良い。

[0193] 図２８は、第５実施形態のアンテナ装置１Ｄの斜視図である。

[0194] アンテナ装置１Ｄは、図２８に示されるように、アンテナ１０と、アンテナ１１と、アンテナ１９とを有する。

[0195] 本実施形態のアンテナ装置１Ｄにおける、アンテナ１０と、アンテナ１１とは、例えば、第１実施形態のアンテナ装置１におけるアンテナ１０とアンテナ１１と同一のアンテナである。すなわち、アンテナ１０は、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯の電波に対応するパッチアンテナであり、アンテナ１１は、ＡＭ／ＦＭラジオ用の電波に対応するアンテナである。

[0196] 本実施形態のアンテナ装置１Ｄがさらに有するアンテナ１９は、例えば、ＳＤＡＲＳ用の２．３ＧＨｚ帯の電波に対応するパッチアンテナである。つまり、アンテナ装置１Ｄでは、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯と、アンテナ１９の対応する電波の周波数帯とは異なる。なお、アンテナ１９はパッチアンテナに限定されず、モノポールアンテナ、ダイポールアンテナ、コリニアアンテナ、ボウタイアンテナなど他のアンテナ形式であってもよいし、テレマティクス用アンテナ、Ｖ２Ｘ用アンテナ、Ｗｉ－Ｆｉ用アンテナ、Ｂｌｕｅ－ｔｏｏｔｈ用アンテナ、キーレス用アンテナ、スマートキー用アンテナなど様々な周波数帯に対応するアンテナであってもよい。

[0197] 本実施形態のアンテナ装置１Ｄにおいては、エレメント１６Ｄは、例えば、図１９に示される第２実施形態におけるエレメント１６Ａと同様である。すなわち、エレメント１６Ｄの複数の並列共振部２０Ｄは、アンテナ１０の対応する電波の周波数帯（例えば、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯）で共振する。また、エレメント１６Ｄの外部接続部５０Ｄは、集中定数回路によって構成され、アンテナ１９の対応する電波の周波数帯（例えば、ＳＤＡＲＳ用の２．３ＧＨｚ帯）で共振する。これにより、複数のアンテナ（アンテナ１０及びアンテナ１９）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0198] 但し、本実施形態のアンテナ装置１Ｄにおいては、エレメント１６Ｄは、例えば、図２０に示される第３実施形態におけるエレメント１６Ｂと同様であっても良い。すなわち、エレメント１６Ｄは、アンテナ１０の対応する電

波の周波数帯で共振する並列共振部（例えば、並列共振部２０Ｄ）と、アンテナ１９の対応する電波の周波数帯で共振する並列共振部（例えば、並列共振部３０Ｄ及び並列共振部４０Ｄ）を有していても良い。これにより、複数のアンテナ（アンテナ１０及びアンテナ１９）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0199] ＝＝まとめ＝＝

以上、本発明の実施の形態であるアンテナ１１，１１Ａについて説明した。アンテナ１１は、例えば、図２，図４，図５に示されるように、例えば、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯（Ｌ１バンド）で共振する複数の並列共振部２０，３０，４０と、複数の並列共振部２０，３０，４０のうち、隣り合う並列共振部同士（並列共振部２０，３０又は並列共振部２０，４０）を接続する外部接続部５０と、を有するエレメント１６と、エレメント１６と接続されるエレメント１５と、を備える。そして、エレメント１６と、エレメント１５とで、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯（Ｌ１バンド）とは異なる、例えば、ＡＭ／ＦＭラジオ用の周波数帯（５２２ｋＨｚ～１７１０ｋＨｚのＡＭ放送用と、７６ＭＨｚ～１０８ＭＨｚのＦＭ放送用）の電波に対応する。このようなアンテナ１１によれば、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0200] ここで、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯（Ｌ１バンド）は、「第１周波数帯」に相当し、ＡＭ／ＦＭラジオ用の周波数帯は、「第２周波数帯」に相当する。また、外部接続部５０は、「第１接続部」に相当する。また、エレメント１６は、「第１エレメント」に相当し、エレメント１５は、「第２エレメント」に相当する。

[0201] また、アンテナ１１において、例えば、図２，図４，図５に示されるように、エレメント１６は、基材６０を有し、複数の並列共振部２０，３０，４０は基材６０に設けられている。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。

[0202] また、アンテナ１１において、例えば、図６Ａに示されるように、並列共振部２０の最大寸法が、例えば、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯（Ｌ１バンド）の波長の１０分の１以下である。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0203] また、アンテナ１１において、例えば、図６Ｂに示されるように、外部接続部５０の長さが、例えば、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯（Ｌ１バンド）の波長の１０分の１以下である。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0204] また、アンテナ１１において、例えば、図７，図１４，図１６，図１８に示されるように、並列共振部２０の平面視において、並列共振部２０の外形は、四辺形、多角形、円形、楕円形、半円形、及び半楕円形のいずれかの形状又はいずれかの形状の組み合わせである。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ（アンテナ１１）のエレメント１６を、様々な並列共振部２０の形状で構成することができる。したがって、設計の自由度を向上させることができる。

[0205] また、アンテナ１１において、例えば、図３，図６，図７に示されるように、並列共振部２０は、互いに対向するように位置する一対の導電体２３，２４を有するキャパシタ２１と、キャパシタ２１に並列に接続されるインダクタ２２と、を有する。これにより、並列共振部２０を、例えば、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯（Ｌ１バンド）で共振させることができる。

[0206] また、アンテナ１１において、例えば、図３，図６，図７に示されるように、インダクタ２２は、一対の導電体２３，２４の一方の導電体２３と他方の導電体２４とを接続する内部接続部２９を有し、並列共振部２０の平面視において、内部接続部２９は、並列共振部２０の外形の外縁よりも外形の中心の側に位置する。これにより、並列共振部２０の最大寸法を小さくすることができる。

[0207] また、アンテナ１１において、例えば、図３，図６，図７に示されるように、エレメント１６は、基材６０を有し、並列共振部２０は、キャパシタ２

１として動作する導電体２３及び導電体２４と、インダクタ２２として動作するとともに、導電体２３から延在する腕部２７及び導電体２４から延在する腕部２８と、腕部２７及び腕部２８を接続する内部接続部２９と、を有する。そして、導電体２３及び腕部２７は、基材６０のおもて面６１に位置し、導電体２４及び腕部２８は、基材６０のおもて面６１に対向するうら面６２に位置する。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。

[0208] ここで、導電体２３は、「第１導電体」に相当し、導電体２４は、「第２導電体」に相当する。また、腕部２７は、「第１腕部」に相当し、腕部２８は、「第２腕部」に相当する。また、おもて面６１は、「第１面」に相当し、うら面６２は、「第２面」に相当する。

[0209] また、アンテナ１１において、例えば、図７に示されるように、並列共振部２０の平面視において、腕部２８は、並列共振部２０の外形の外縁よりも外形の中心の側に位置する。これにより、並列共振部２０の最大寸法を小さくすることができる。

[0210] また、アンテナ１１において、例えば、図６，図７に示されるように、複数の並列共振部は、並列共振部３０と、並列共振部２０と、並列共振部４０と、を有する。また、並列共振部３０と並列共振部２０とが隣り合い、並列共振部２０と並列共振部４０とが隣り合うように配置される。また、並列共振部２０は、並列共振部３０と並列共振部２０とを接続する接続領域２５と、並列共振部２０と並列共振部４０とを接続する接続領域２６と、を有する。また、接続領域２５は、基材６０のおもて面６１に位置し、接続領域２６は、基材６０のうら面６２に位置する。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。また、並列共振部２０に対して隣り合う並列共振部３０（又は隣り合う並列共振部４０）の位置を柔軟に設定することができるため、設計の自由度を向上させることができる。

[0211] ここで、並列共振部３０は、「第１並列共振部」に相当し、並列共振部２０は、「第２並列共振部」に相当し、並列共振部４０は、「第３並列共振部」に相当する。また、接続領域２５は、「第１接続領域」に相当し、接続領域２６は、「第２接続領域」に相当する。

[0212] また、アンテナ１１において、例えば、図６，図７に示されるように、接続領域２６は、うら面６２において接続領域２５に対向する領域以外に位置する。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。また、並列共振部２０に対して隣り合う並列共振部３０（又は隣り合う並列共振部４０）の位置を柔軟に設定することができるため、設計の自由度を向上させることができる。

[0213] また、アンテナ１１において、例えば、図７に示されるように、並列共振部２０の平面視において、接続領域２６は、うら面６２において接続領域２５と対向する領域に対して、並列共振部２０の外形の中心を通る直線を軸とした線対称、又は、並列共振部２０の外形の中心における点対称となる領域に位置する。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。また、並列共振部２０に対して隣り合う並列共振部３０（又は隣り合う並列共振部４０）の位置を柔軟に設定することができるため、設計の自由度を向上させることができる。

[0214] また、アンテナ１１において、例えば、図６Ｂに示されるように、接続領域２５及び接続領域２６の少なくとも一方に、並列共振部３０及び並列共振部４０の少なくとも一方が接続されている。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。また、並列共振部２０に対して隣り合う並列共振部３０（又は隣り合う並列共振部４０）の位置を柔軟に設定することができるため、設計の自由度を向上させることができる。

[0215] ここで、並列共振部３０及び並列共振部４０の少なくとも一方は、「別の

並列共振部」に相当する。

[0216] また、アンテナ１１において、例えば、図２，図４，図５に示されるように、並列共振部は、分布定数回路である。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。

[0217] また、アンテナ１１において、例えば、図２，図１２に示されるように、外部接続部５０によって接続される複数の並列共振部２０，３０，４０の接続経路は蛇行している。これにより、別のアンテナ（アンテナ１０）の特性に与える影響を抑制するアンテナ１１のエレメント１６を容易に構成することができる。また、設計の自由度を向上させることができる。

[0218] また、アンテナ１１Ａにおいて、例えば、図１９に示されるように、外部接続部５０Ａは、集中定数回路であり、集中定数回路は、ＧＮＳＳ用の１．５ＧＨｚ帯（Ｌ１バンド）及びＡＭ／ＦＭラジオ用の周波数帯と異なる、例えば、Ｌ２バンドで共振する。これにより、複数の周波数帯の電波に対応する別のアンテナ（アンテナ１０Ａ）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0219] ここで、Ｌ２バンドは、「第３周波数帯」に相当する。

[0220] 上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。また、本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更や改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれるのはいうまでもない。

符号の説明

[0221] １，１Ａ～１Ｄ，１Ｘ　アンテナ装置

２　ケース

３　ベース

４　絶縁ベース

５　金属ベース

６，７，８　基板

１０，１０Ａ　アンテナ（ＧＮＳＳアンテナ，パッチアンテナ）

１１，１１Ａ，１１Ｂ，１１Ｘ　アンテナ（ＡＭ／ＦＭアンテナ）

１２　誘電体部材

１３，１３Ａ　放射素子

１４　給電部

１５　エレメント

１６，１６Ｂ，１６Ｘ　エレメント

１７，１８　集合体

１９　アンテナ

２０，２０Ｂ　並列共振部

２１　キャパシタ

２２　インダクタ

２３，２４　導電体

２５，２６　接続領域

２７，２８　腕部

２９　内部接続部

３０，３０Ｂ　並列共振部

３１　キャパシタ

３２　インダクタ

３３，３４　導電体

３５，３６　接続領域

３７，３８　腕部

３９　内部接続部

４０，４０Ｂ　並列共振部

５０，５０Ａ～５０Ｃ　外部接続部

６０　基材

６１　おもて面

６２　うら面

６３～６５　誘電層

７０　スロット

１００　車両

１０１　ルーフ

請求の範囲

[請求項1] 第１周波数帯で共振する複数の並列共振部と、前記複数の並列共振部のうち、隣り合う前記並列共振部同士を接続する第１接続部と、を有する第１エレメントと、

前記第１エレメントと接続される第２エレメントと、を備え、

前記第１エレメントと、前記第２エレメントとで前記第１周波数帯とは異なる第２周波数帯の電波に対応する、

アンテナ。

[請求項2] 前記第１エレメントは、基材を有し、

前記複数の並列共振部は前記基材に設けられている、

請求項１に記載のアンテナ。

[請求項3] 前記並列共振部の最大寸法が、前記第１周波数帯の波長の１０分の１以下である、

請求項１又は２に記載のアンテナ。

[請求項4] 前記第１接続部の長さが、前記第１周波数帯の波長の１０分の１以下である、

請求項１から３のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項5] 前記並列共振部の平面視において、前記並列共振部の外形は、四辺形、多角形、円形、楕円形、半円形、及び半楕円形のいずれかの形状又はいずれかの形状の組み合わせである、

請求項１から４のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項6] 前記並列共振部は、

互いに対向するように位置する一対の導電体を有するキャパシタと、

前記キャパシタに並列に接続されるインダクタと、を有する、

請求項１から５のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項7] 前記インダクタは、前記一対の導電体の一方の導電体と他方の導電体とを接続する第２接続部を有し、

前記並列共振部の平面視において、前記第２接続部は、前記並列共振部の外形の外縁よりも前記外形の中心の側に位置する、

請求項６に記載のアンテナ。

[請求項8] 前記第１エレメントは、基材を有し、

前記並列共振部は、

キャパシタとして動作する第１導電体及び第２導電体と、

インダクタとして動作するとともに、前記第１導電体から延在する第１腕部及び前記第２導電体から延在する第２腕部と、

前記第１腕部及び前記第２腕部を接続する第２接続部と、を有し、

前記第１導電体及び前記第１腕部は、前記基材の第１面に位置し、

前記第２導電体及び前記第２腕部は、前記基材の前記第１面に対向する第２面に位置する、

請求項１から６のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項9] 前記並列共振部の平面視において、前記第２接続部は、前記並列共振部の外形の外縁よりも前記外形の中心の側に位置する、

請求項８に記載のアンテナ。

[請求項10] 前記複数の並列共振部は、第１並列共振部と、第２並列共振部と、第３並列共振部と、を有し、

前記第１並列共振部と前記第２並列共振部とが隣り合い、前記第２並列共振部と前記第３並列共振部とが隣り合うように配置され、

前記第２並列共振部は、前記第１並列共振部と前記第２並列共振部とを接続する第１接続領域と、前記第２並列共振部と前記第３並列共振部とを接続する第２接続領域と、を有し、

前記第１接続領域は、前記基材の前記第１面に位置し、

前記第２接続領域は、前記基材の前記第２面に位置する、

請求項８又は９に記載のアンテナ。

[請求項11] 前記第２接続領域は、前記第２面において前記第１接続領域に対向

する領域以外に位置する、

請求項１０に記載のアンテナ。

[請求項12] 前記並列共振部の平面視において、前記第２接続領域は、前記第２面において前記第１接続領域と対向する領域に対して、前記並列共振部の外形の中心を通る直線を軸とした線対称、又は、前記並列共振部の外形の中心における点対称となる領域に位置する、

請求項１１に記載のアンテナ。

[請求項13] 前記第１接続領域及び前記第２接続領域の少なくとも一方に、別の並列共振部が接続されている、

請求項１０から１２のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項14] 前記並列共振部は、分布定数回路である、

請求項１から１３のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項15] 前記第１接続部によって接続される前記複数の並列共振部の接続経路は蛇行している、

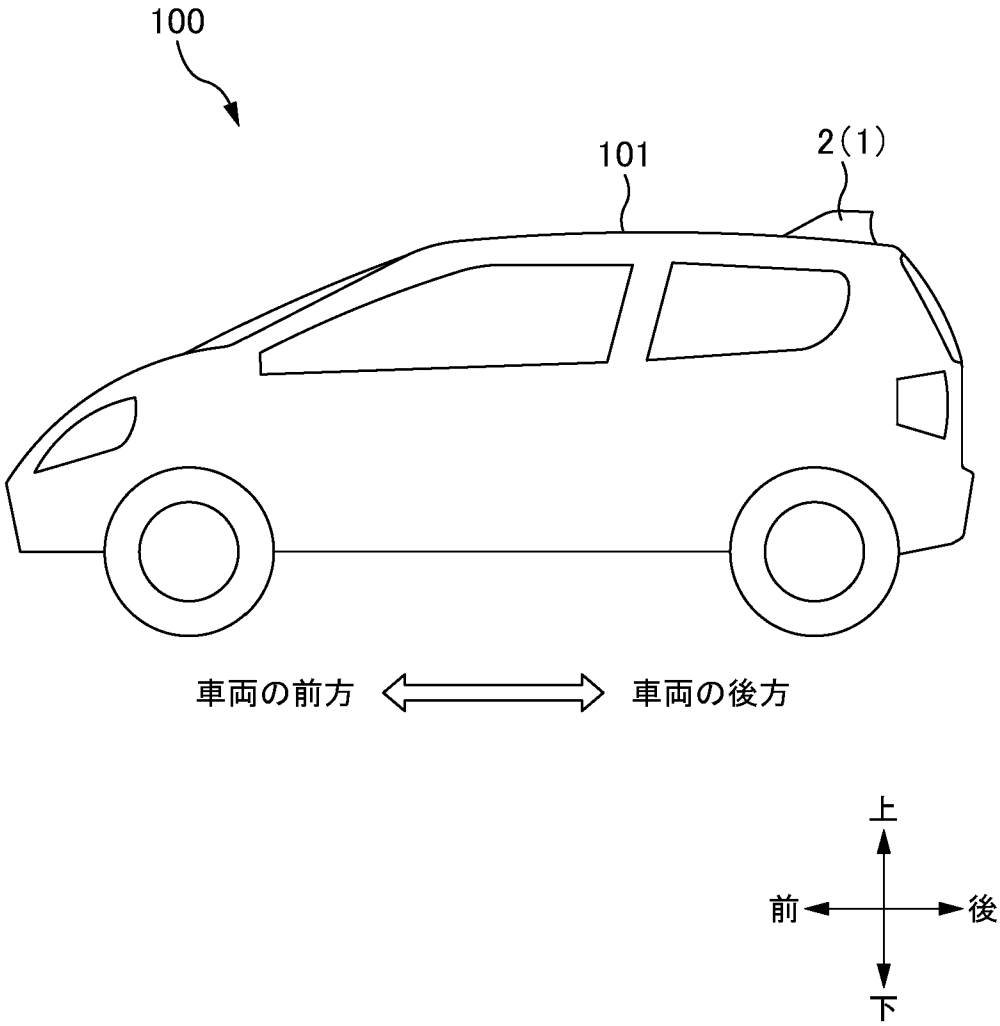
請求項１から１４のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項16] 前記第１接続部は、集中定数回路であり、

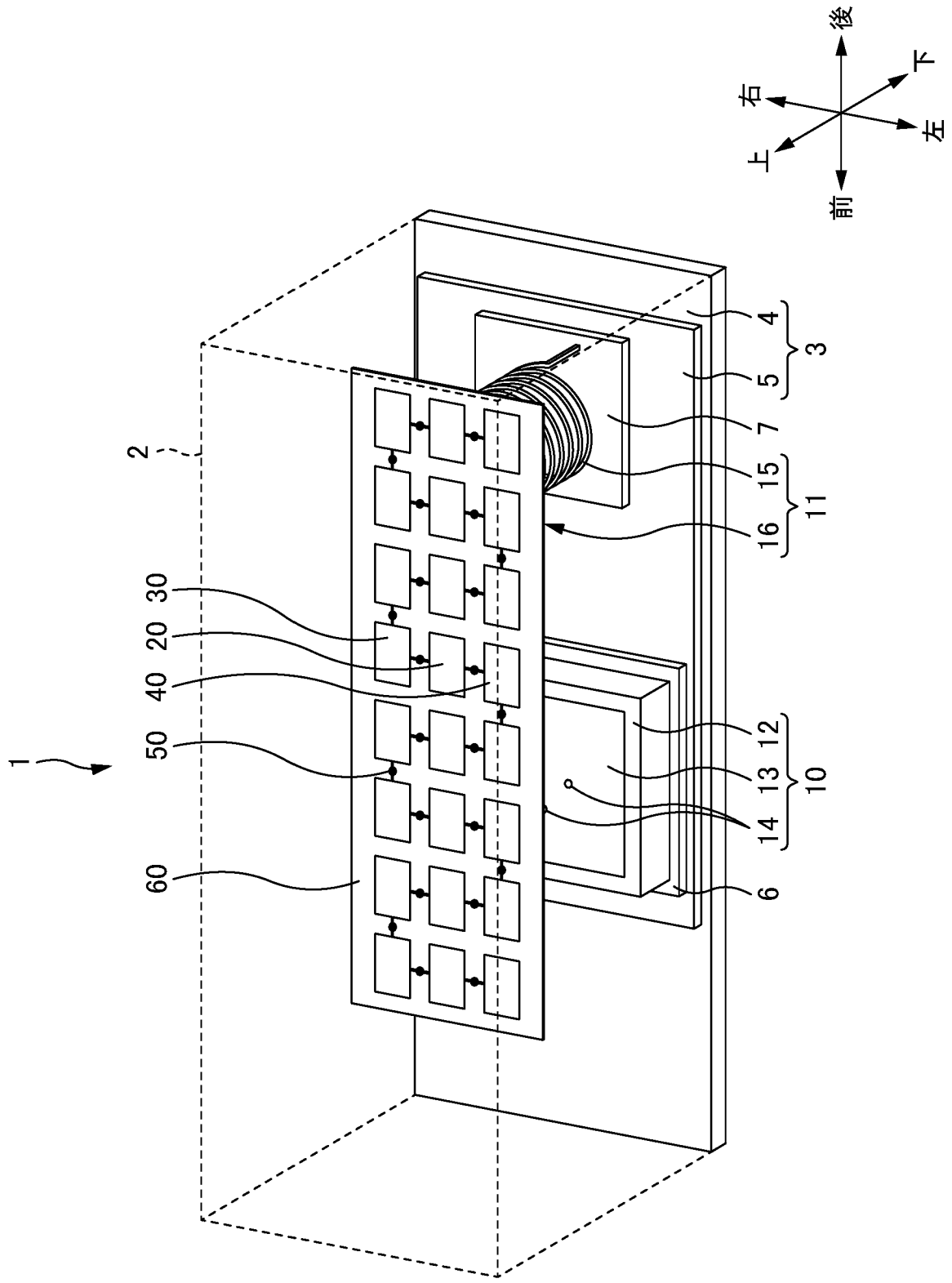
前記集中定数回路は、前記第１周波数帯及び前記第２周波数帯と異なる第３周波数帯で共振する、

請求項１から１５のいずれか一項に記載のアンテナ。

[図1]



[図2]



[図3]

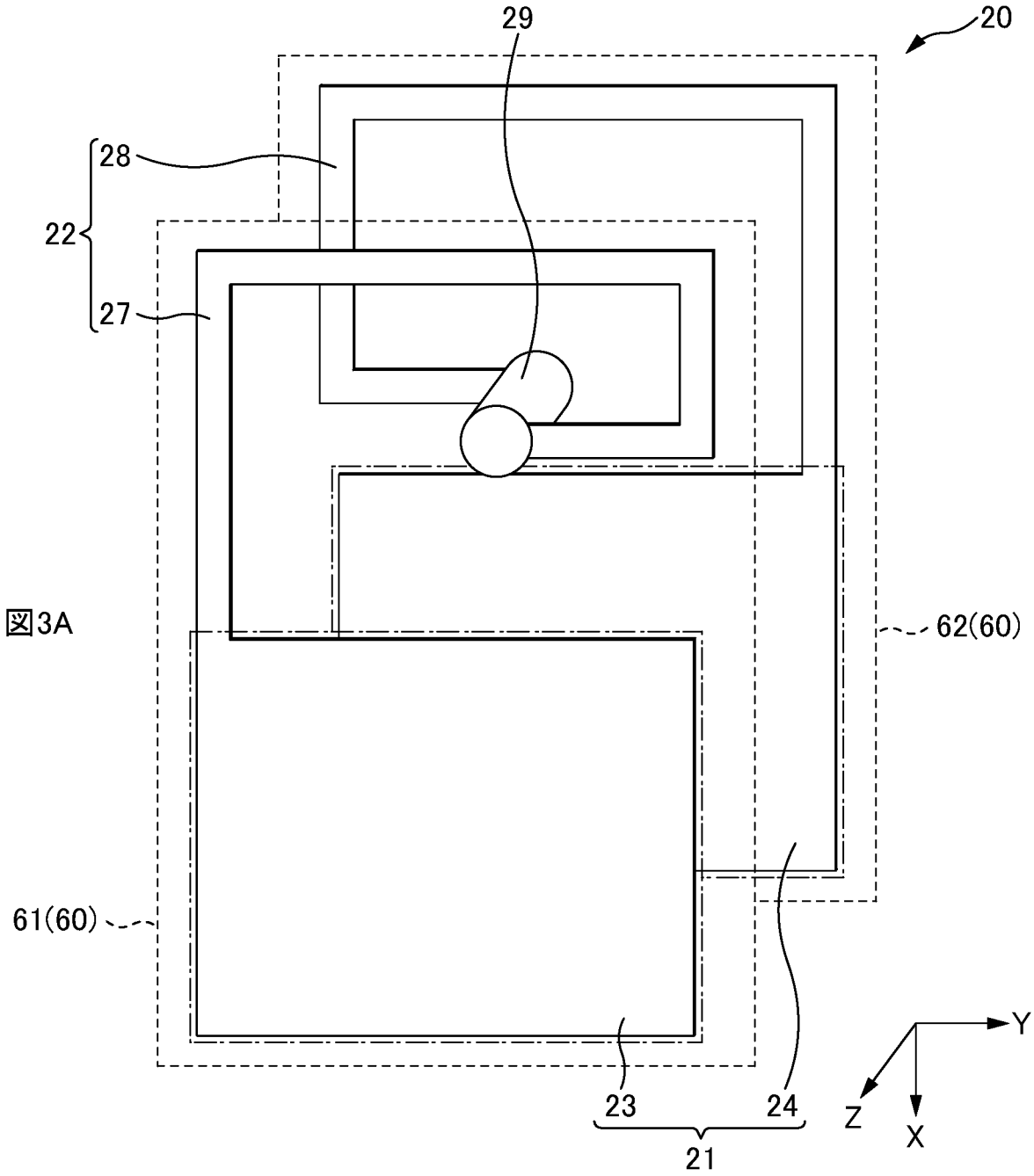


図3A

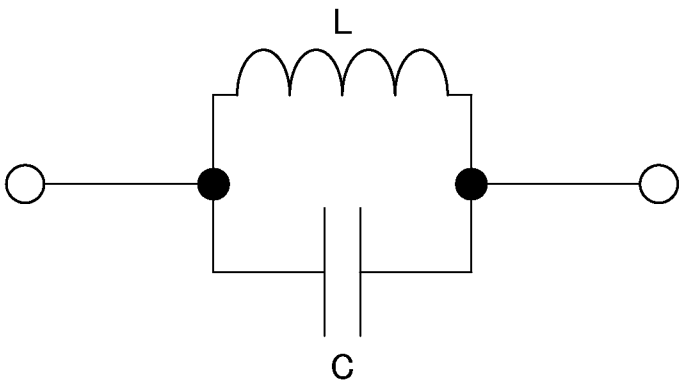
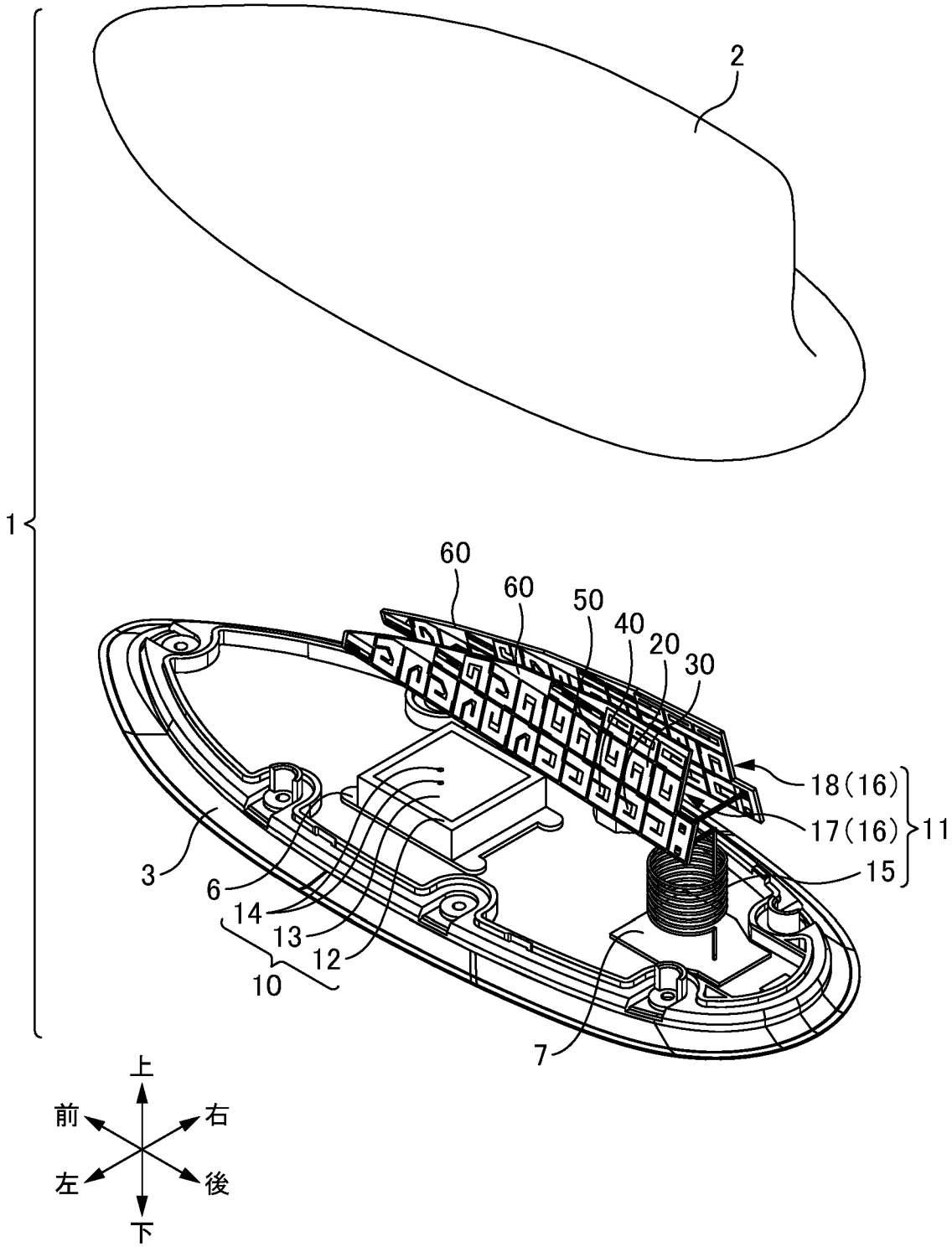


図3B

[図4]



[図5]

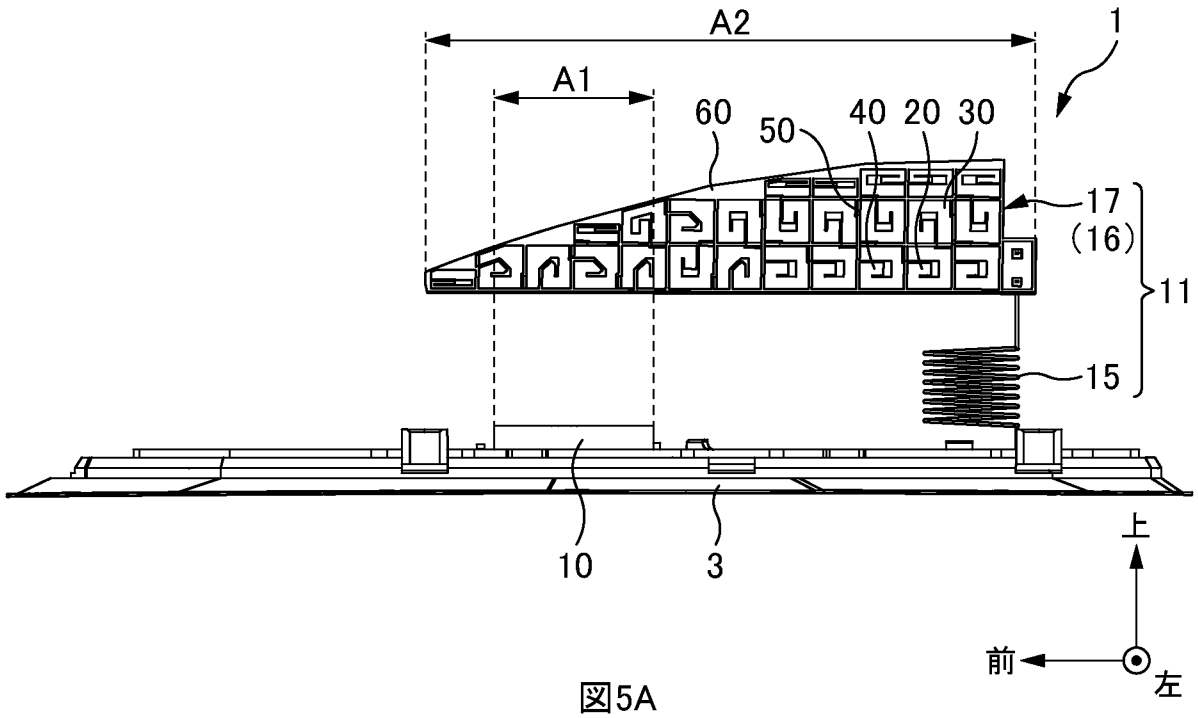

A2
A1
1
60
50
40
20
30
17
(16)
11
15
10
3
上
前
左

図5A

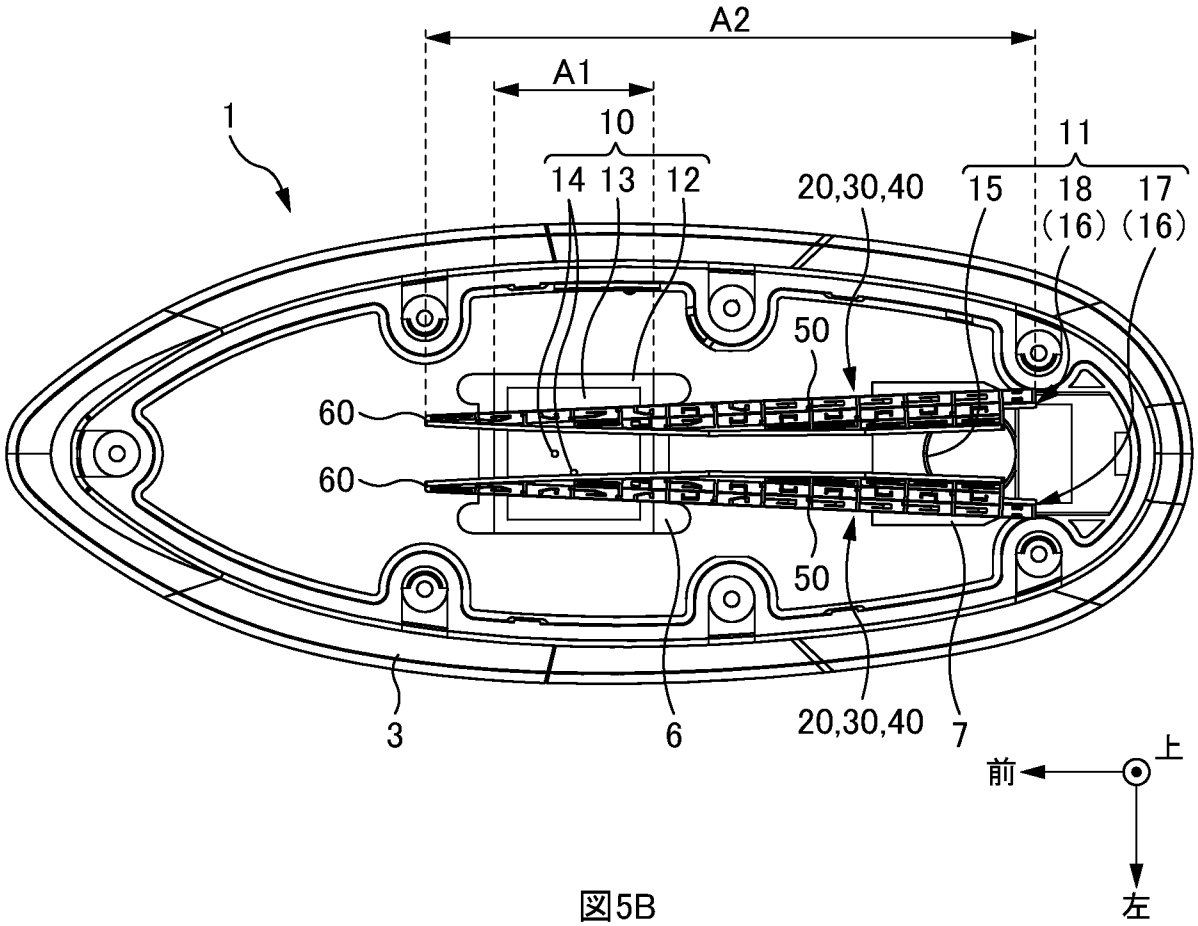

A2
A1
1
10
14
13
12
20,30,40
11
15
18
(16)
17
(16)
50
60
60
50
3
6
20,30,40
7
前
上
左

図5B

[図6]

図6A

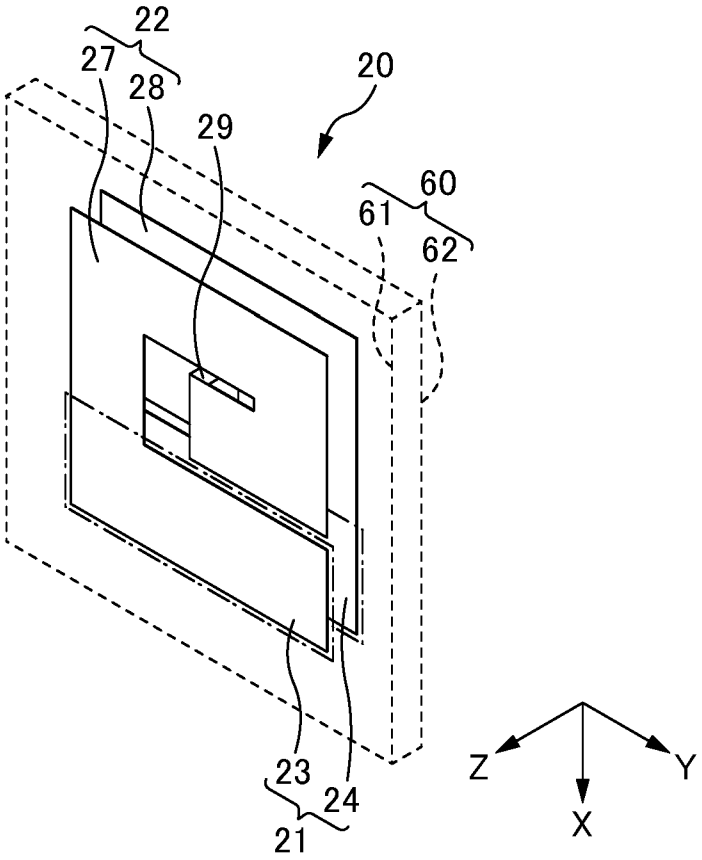
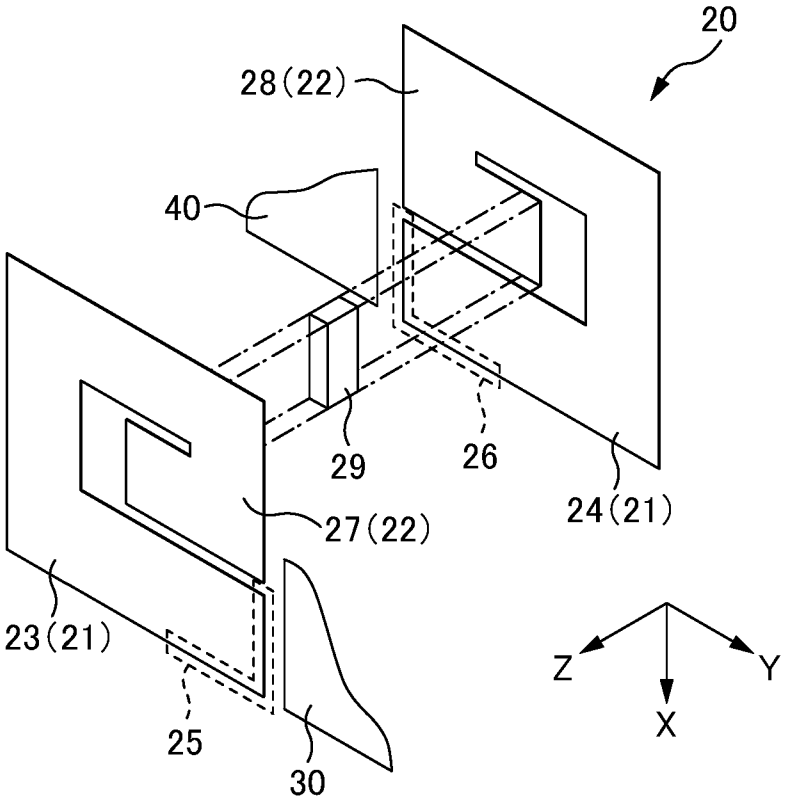
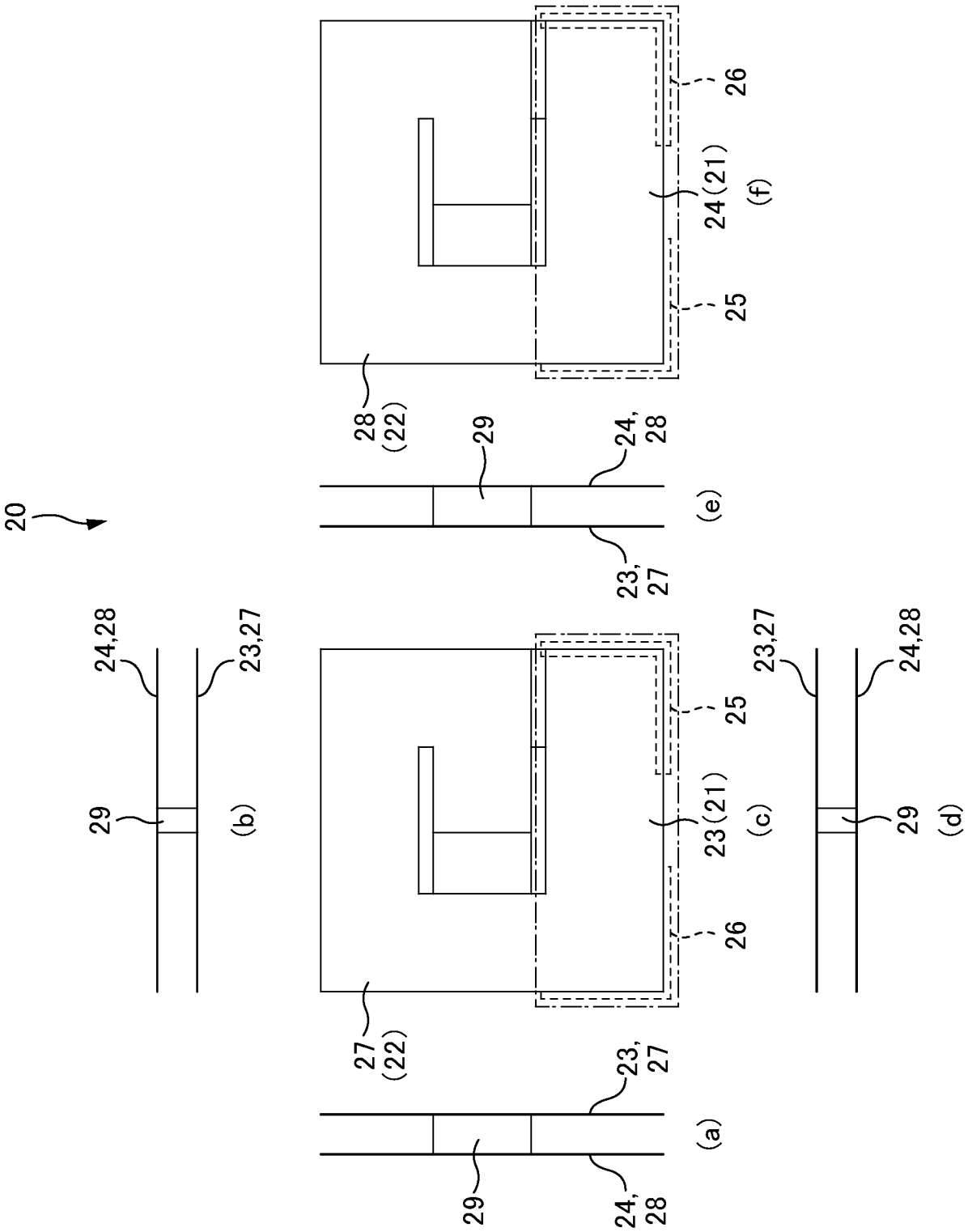

22
27
28
29
20
60
61
62
23
24
21
Z
Y
X

図6B


20
28(22)
40
29
26
24(21)
27(22)
23(21)
25
30
Z
Y
X

[図7]



[図8]

図8A

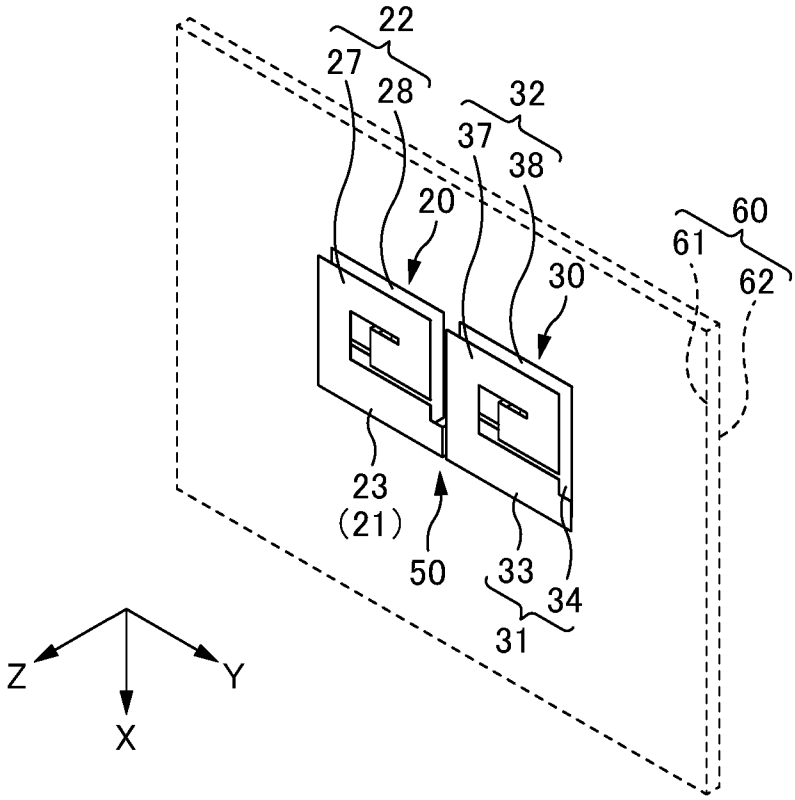


図8B

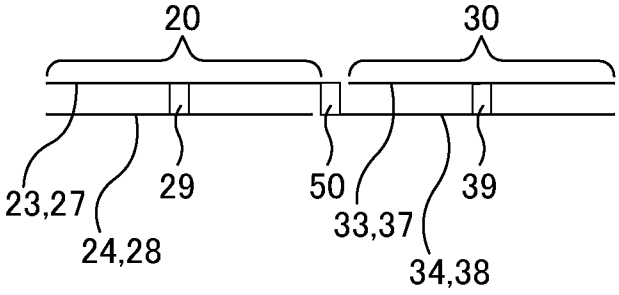
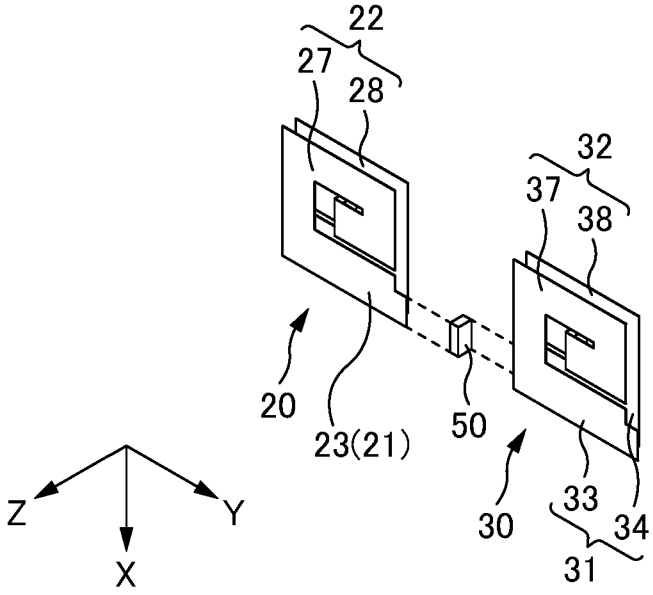


図8C



[図9]

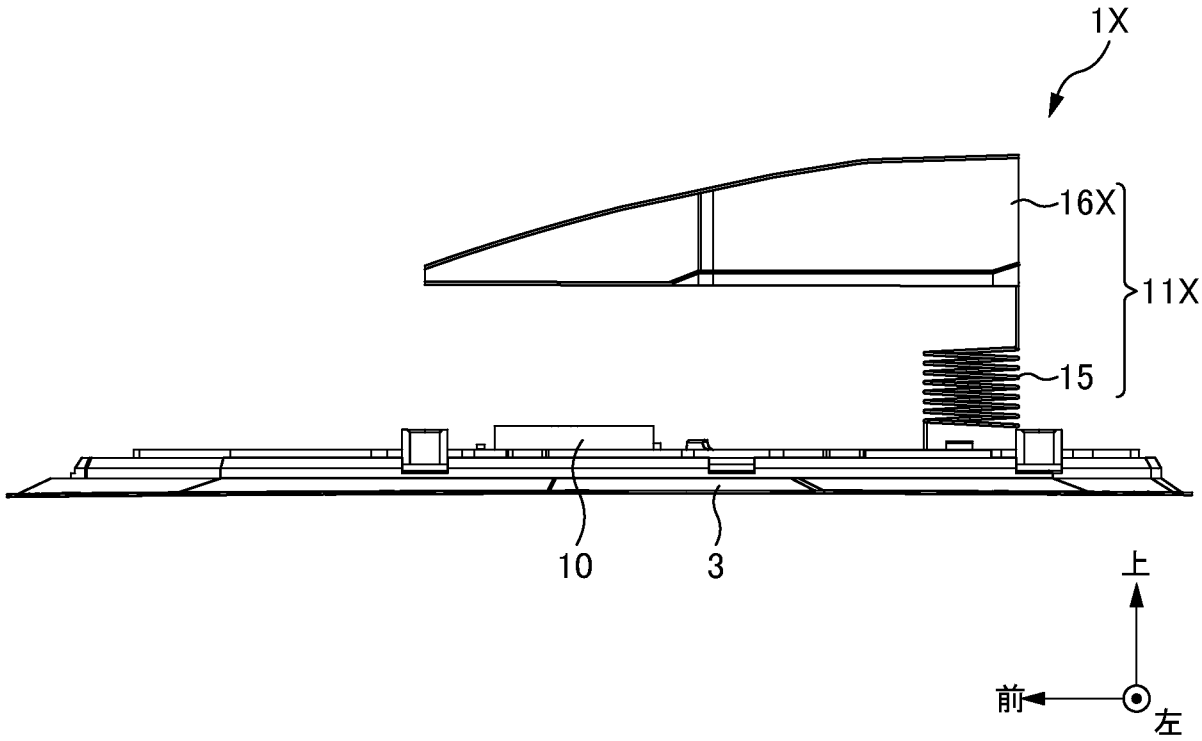


図9A

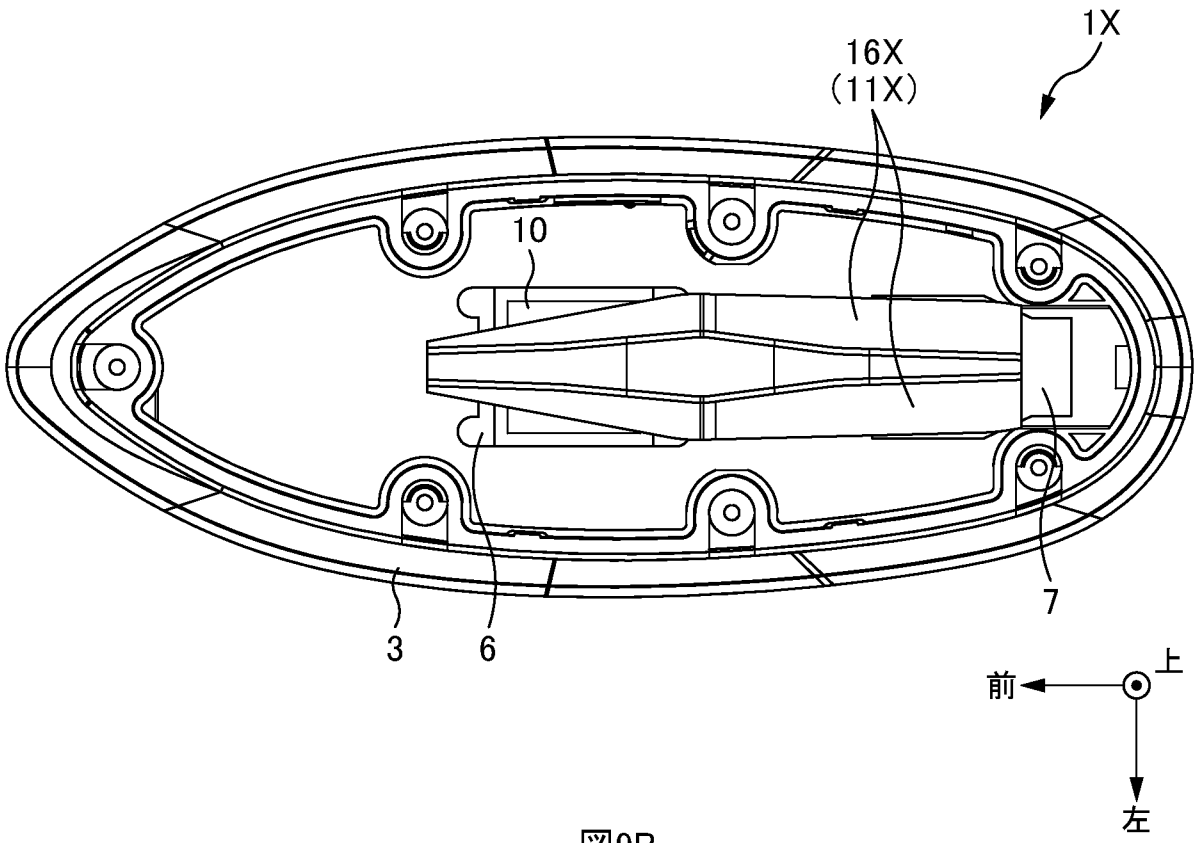
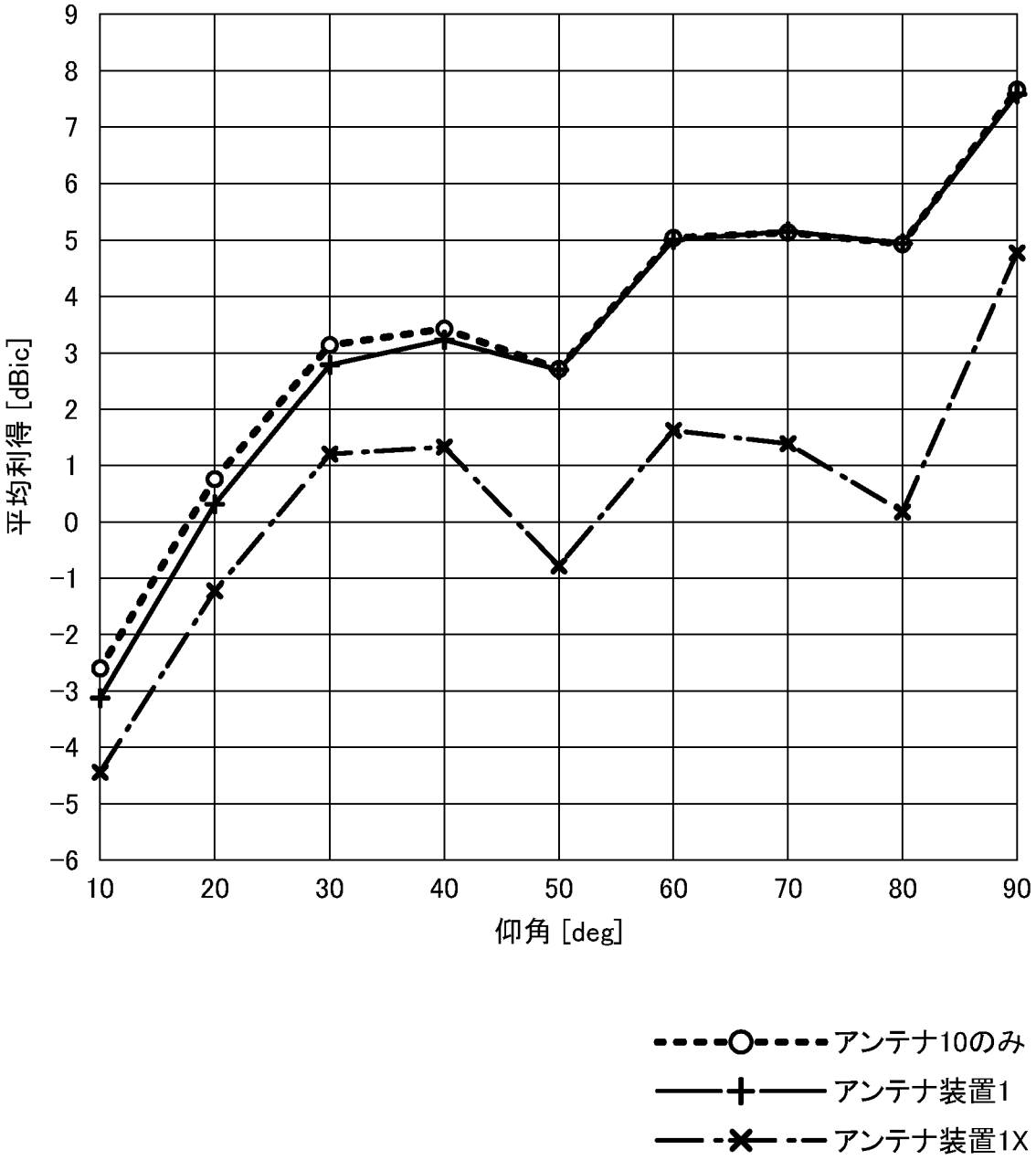


図9B

[図10]


9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
−1
−2
−3
−4
−5
−6
平均利得 [dBic]
10
20
30
40
50
60
70
80
90
仰角 [deg]
アンテナ10のみ
アンテナ装置1
アンテナ装置1X

[図11]

図11A

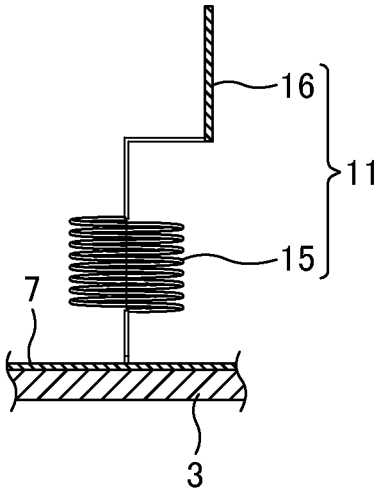
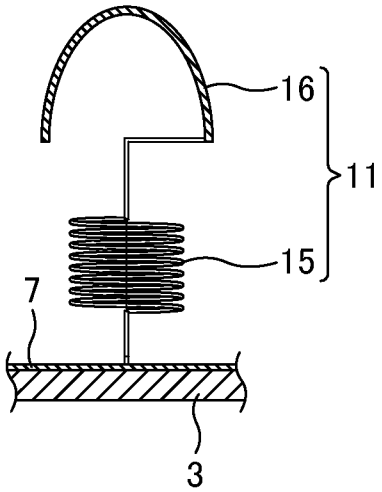


図11B



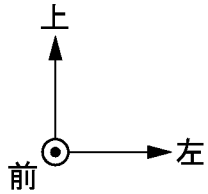
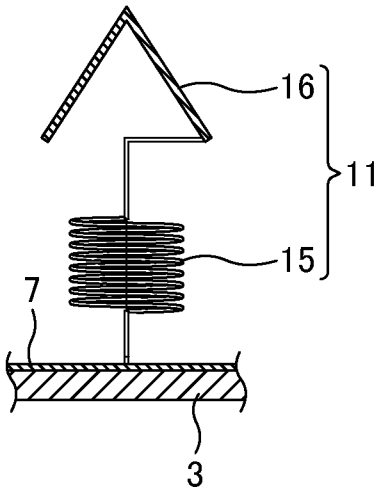


図11C



[図12]

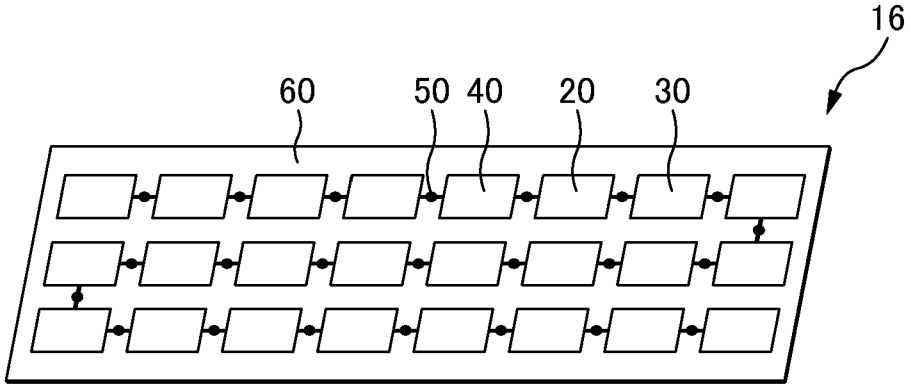


図12A

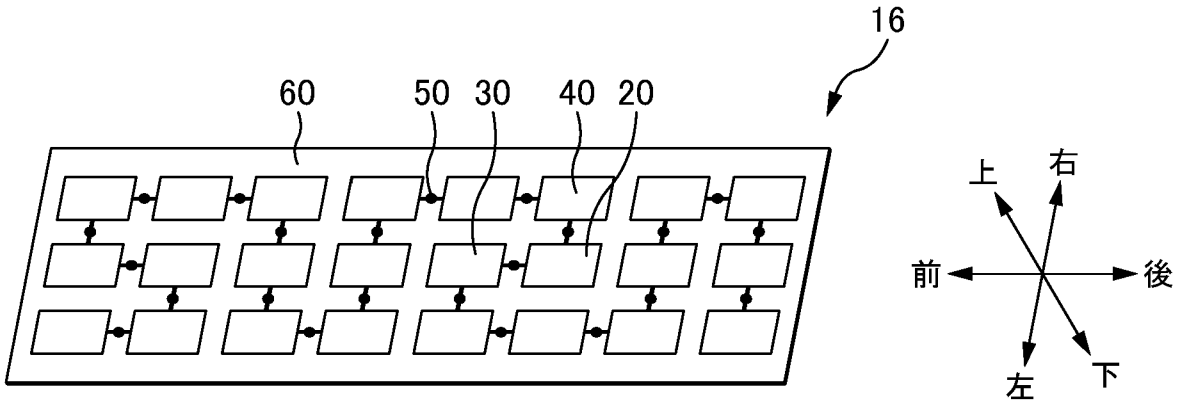


図12B

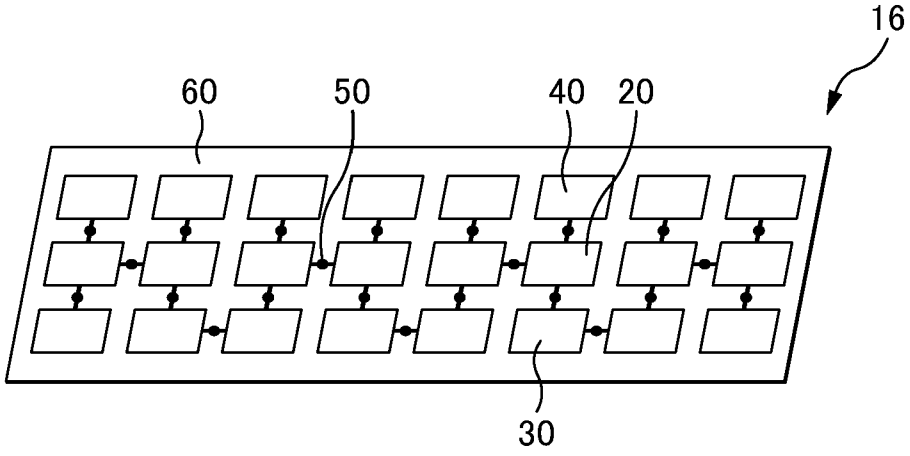
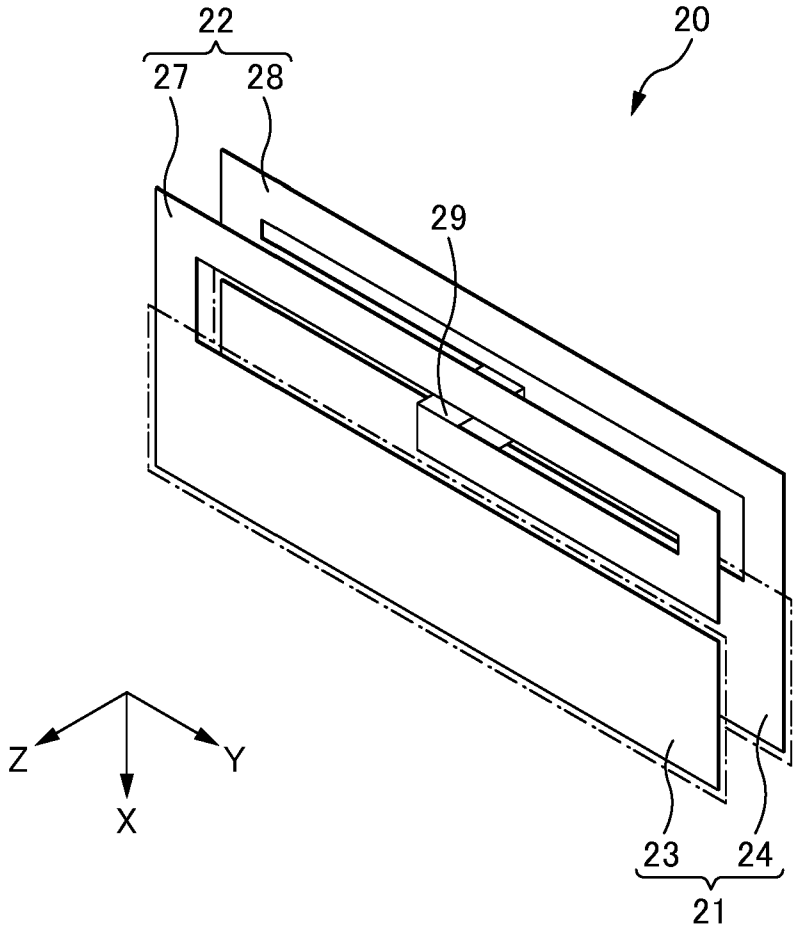
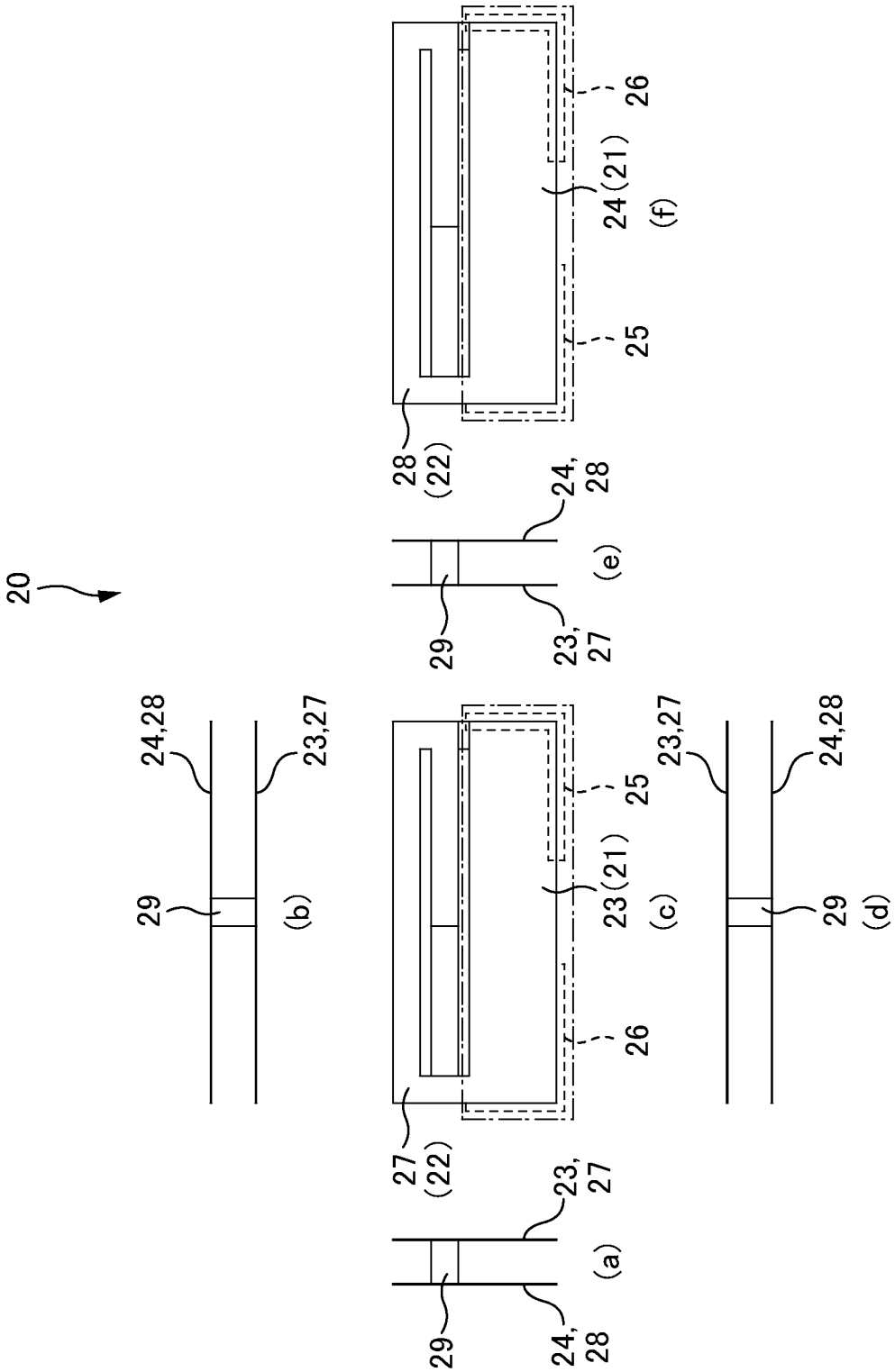


図12C

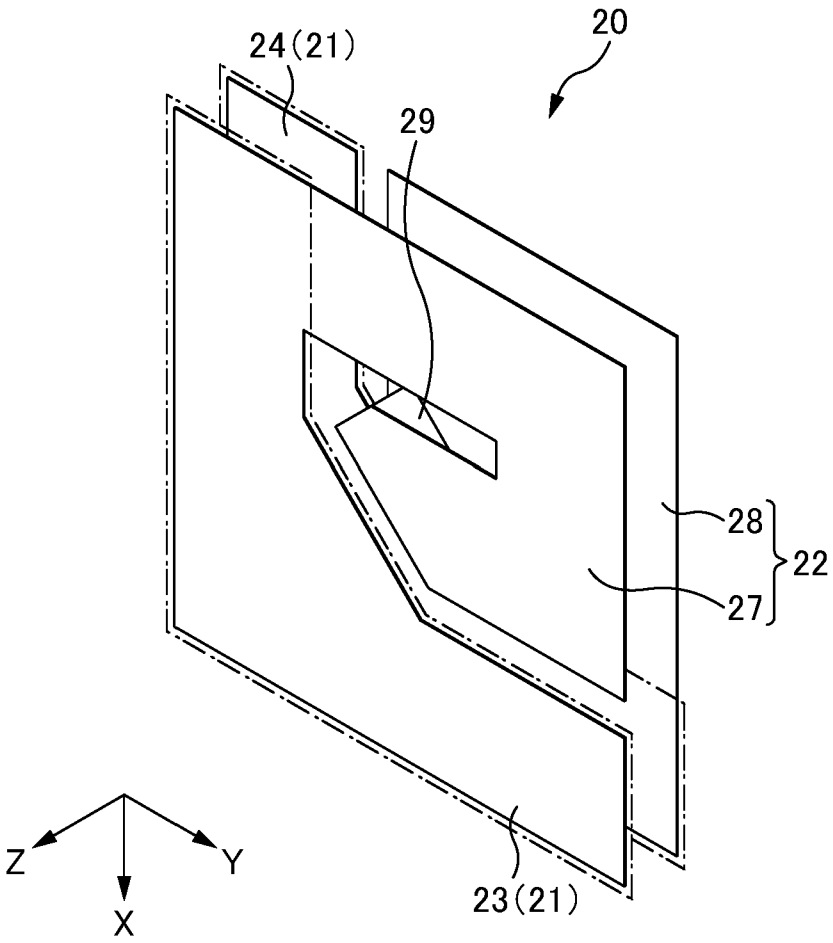
[図13]



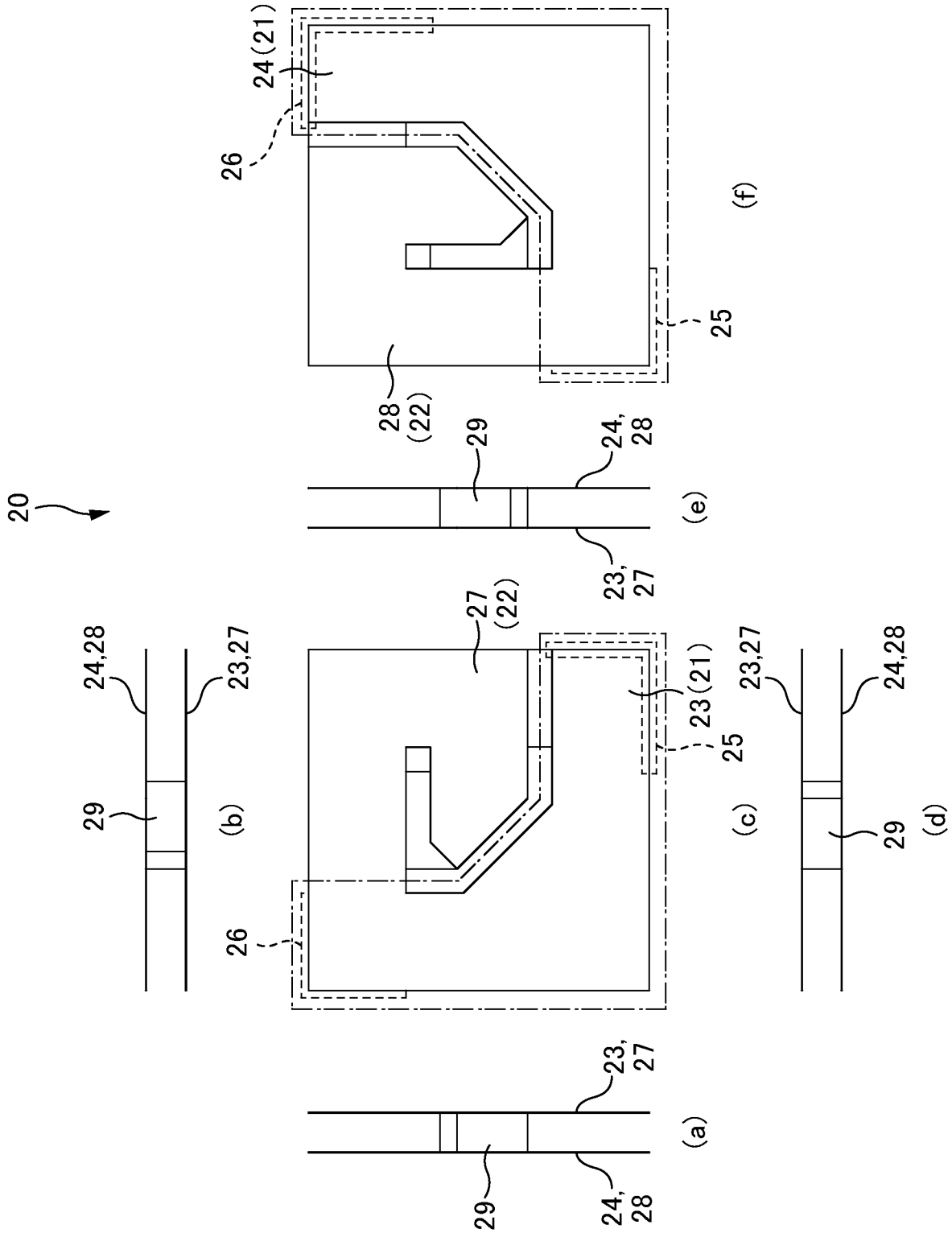
[図14]


20
24,28
23,27
29
(b)
27
(22)
23,
27
(a)
29
24,
28
25
23(21)
(c)
26
23,27
24,28
29
(d)
29
23,
27
(e)
28
(22)
24,
28
25
24(21)
(f)
26

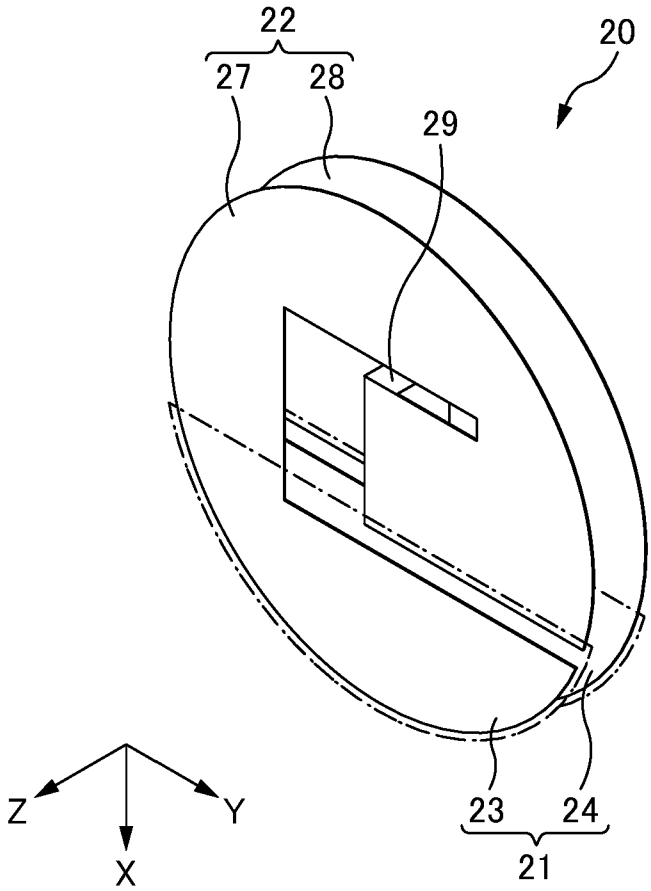
[図15]



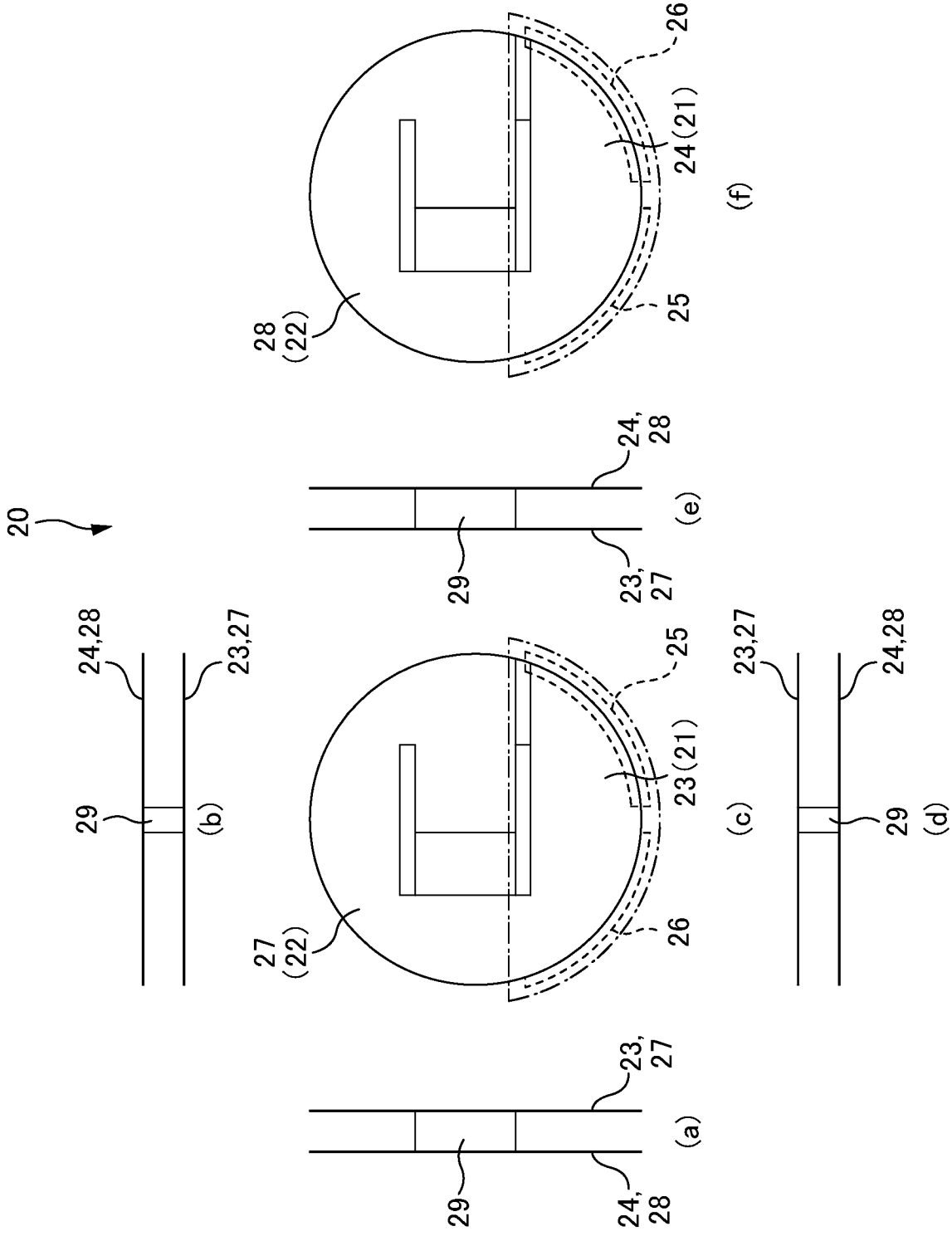
[図16]



[図17]



[図18]


20
24,28
23,27
29
(b)
27
(22)
25
23(21)
26
(c)
23,27
24,28
29
(d)
29
24,
28
23,
27
(a)
29
23,
27
24,
28
(e)
28
(22)
26
24(21)
25
(f)

[図19]

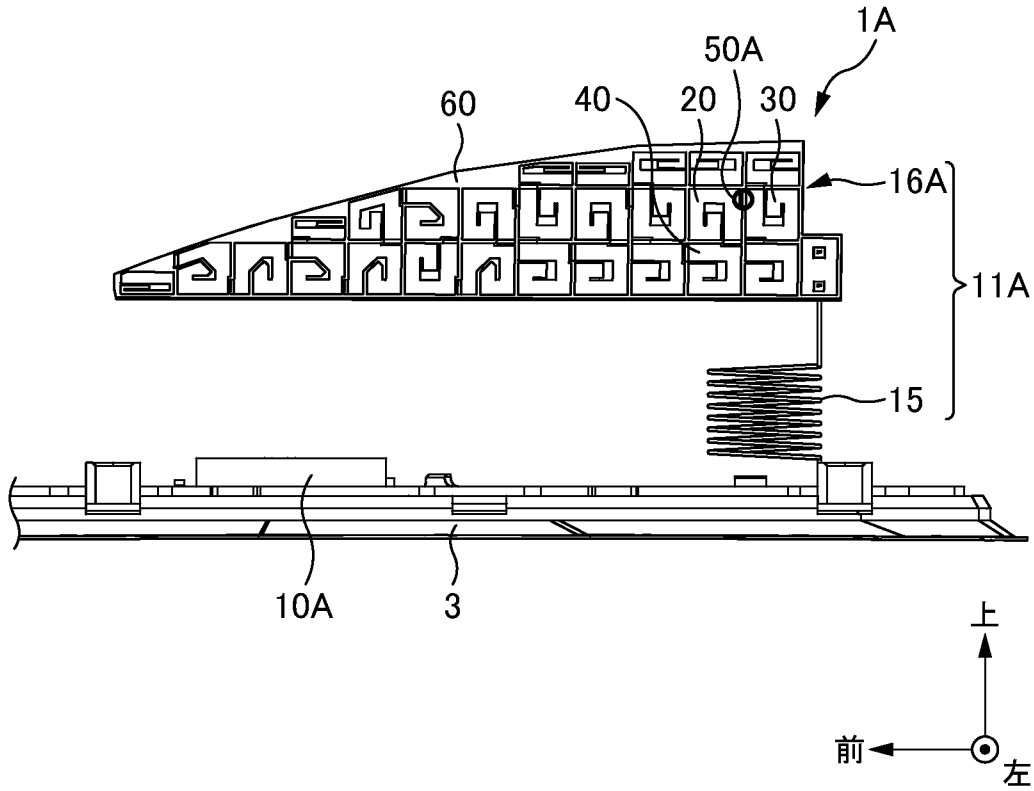


図19A

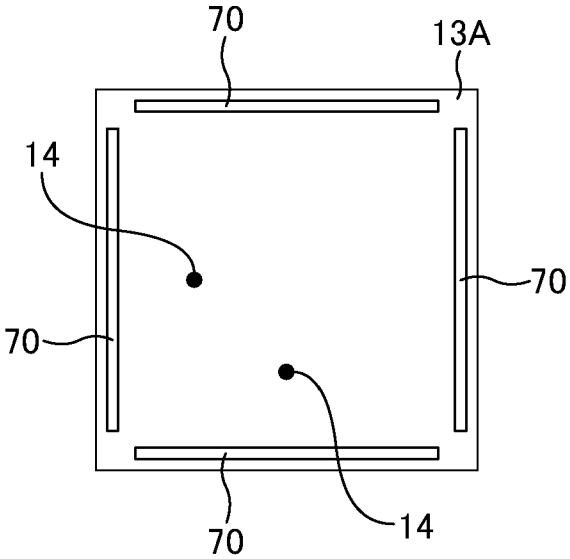


図19B

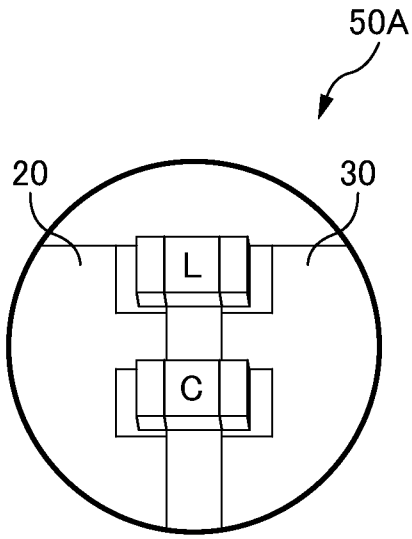
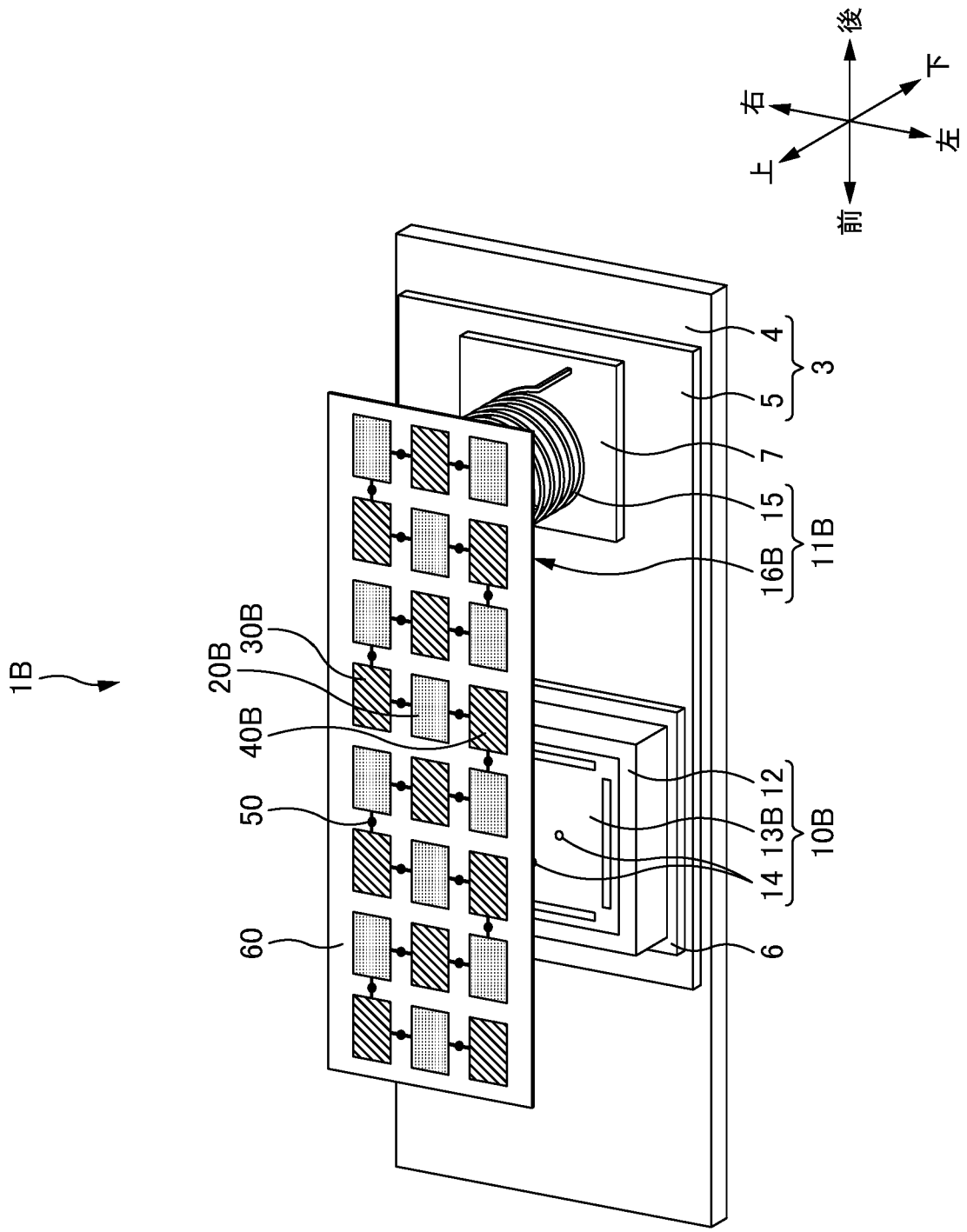


図19C

[図20]



[図21]

図21A

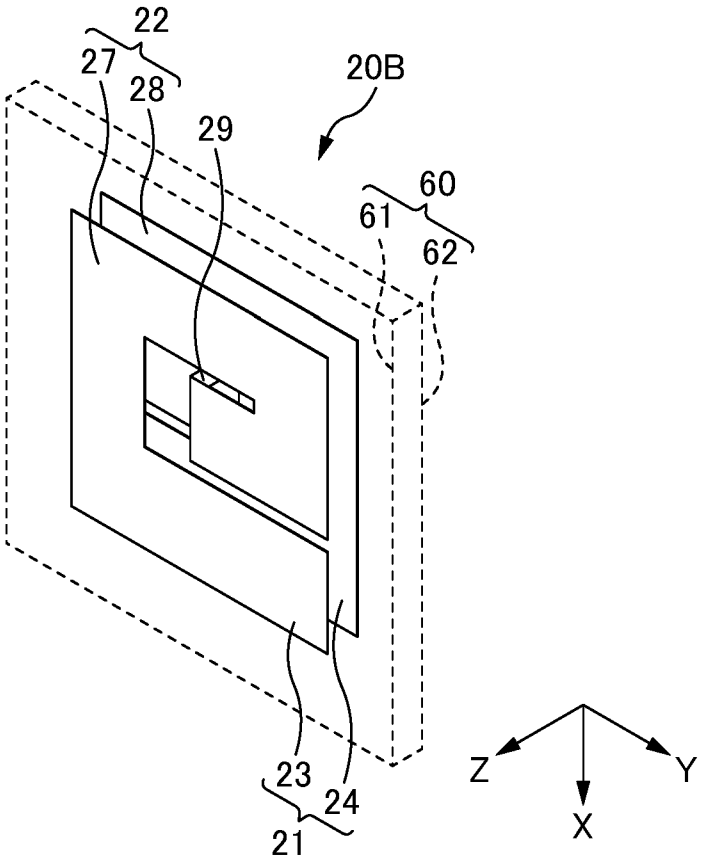
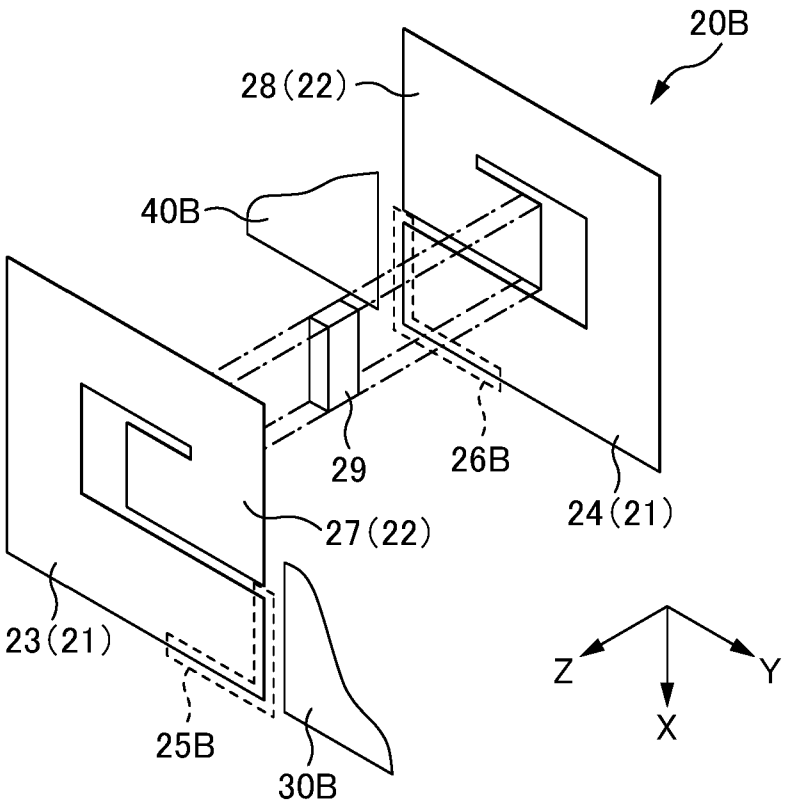
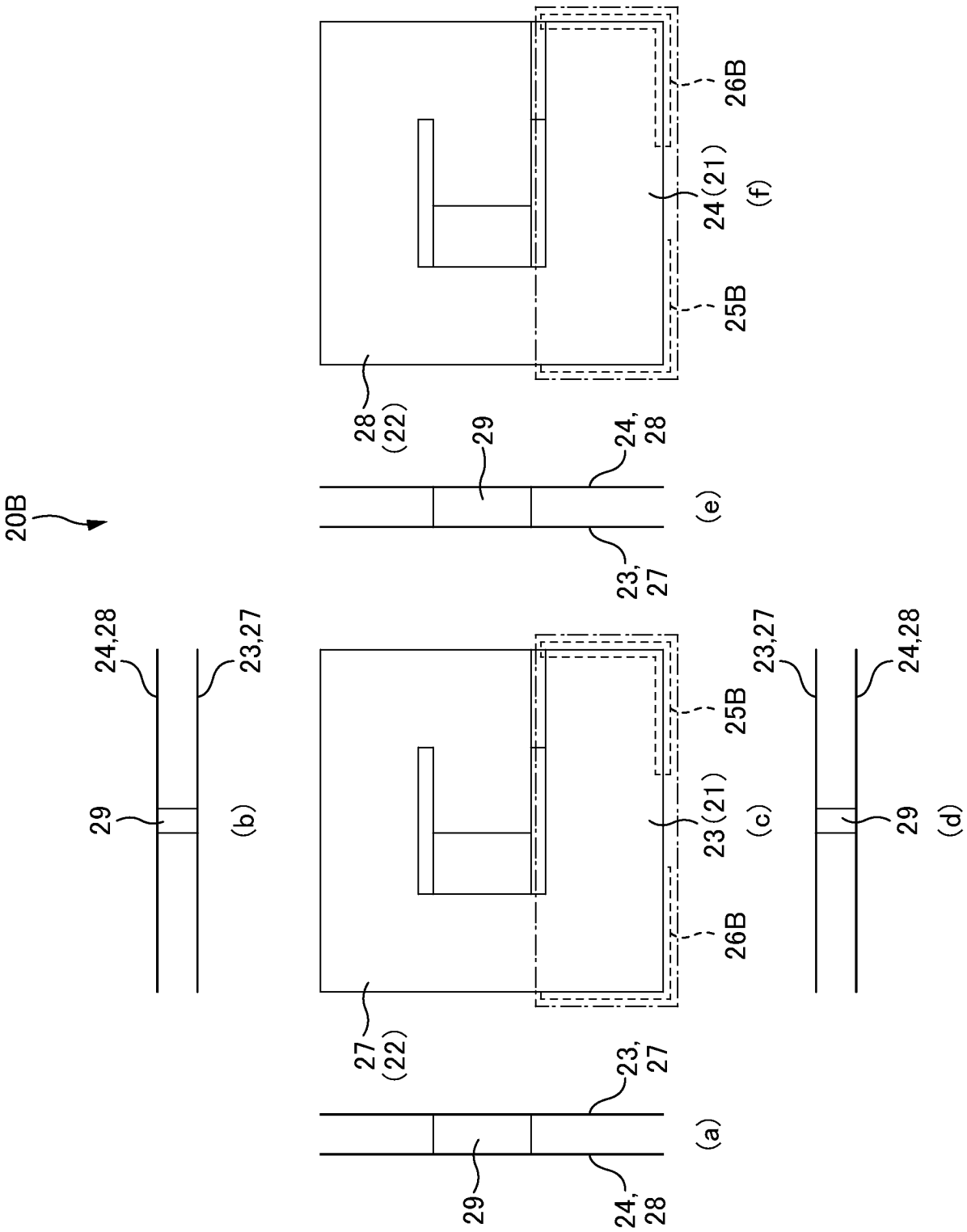


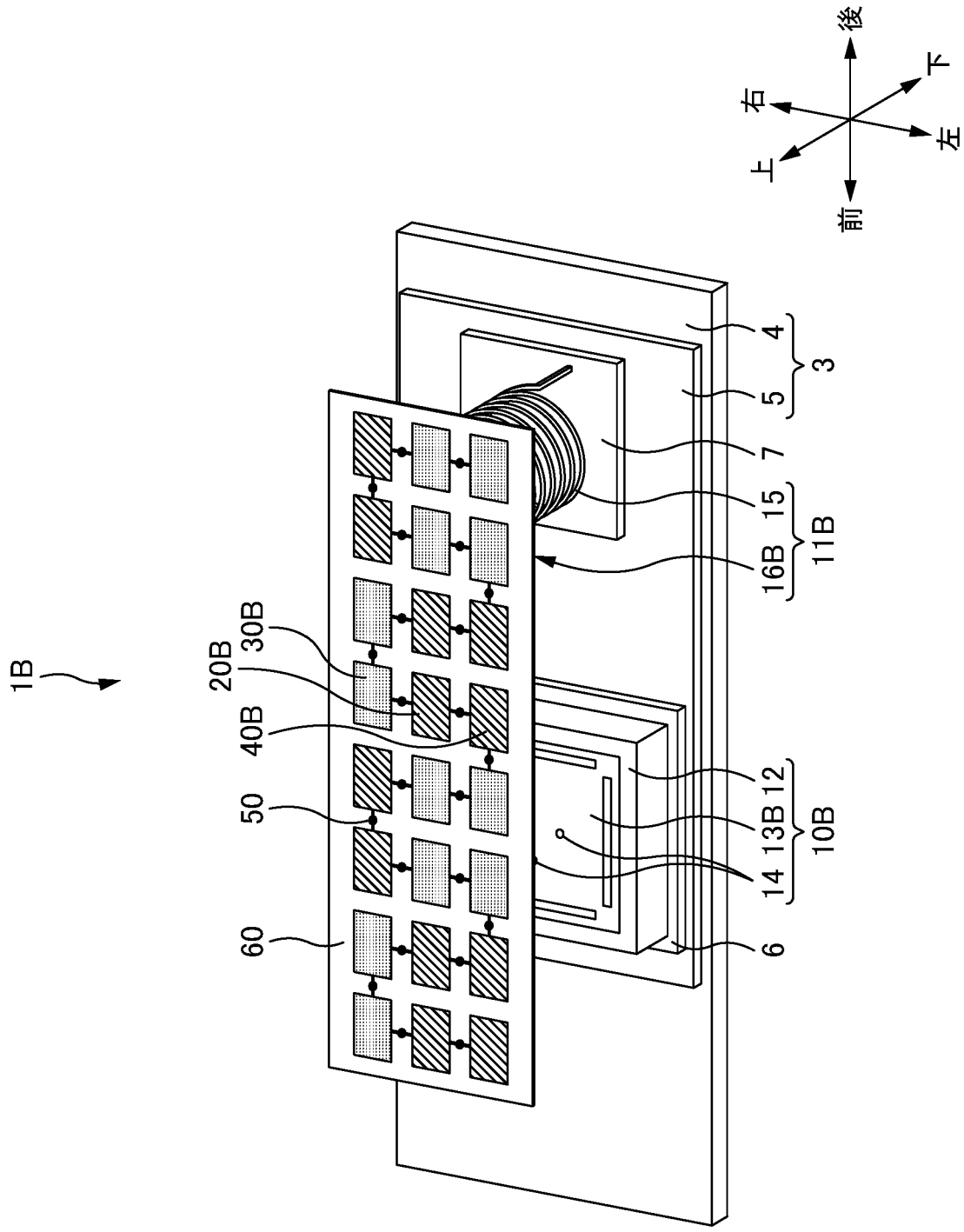
図21B



[図22]



[図23]



[図24]

図24A

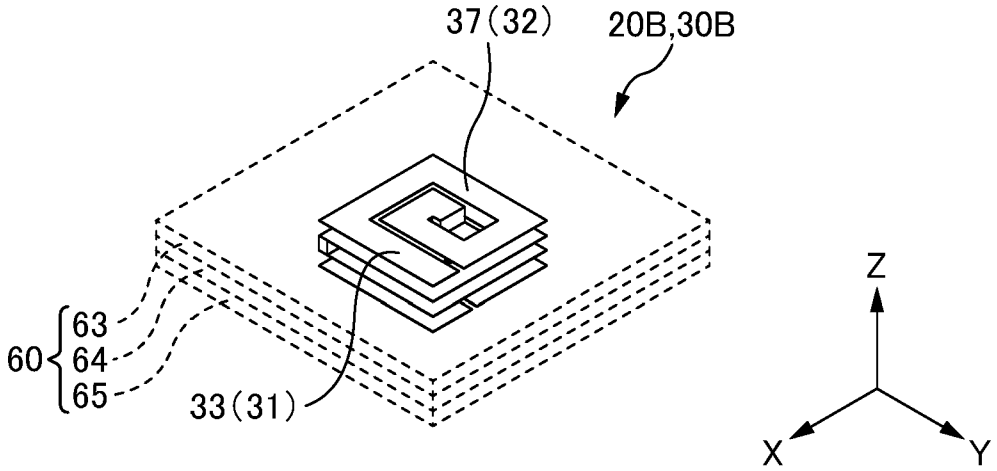
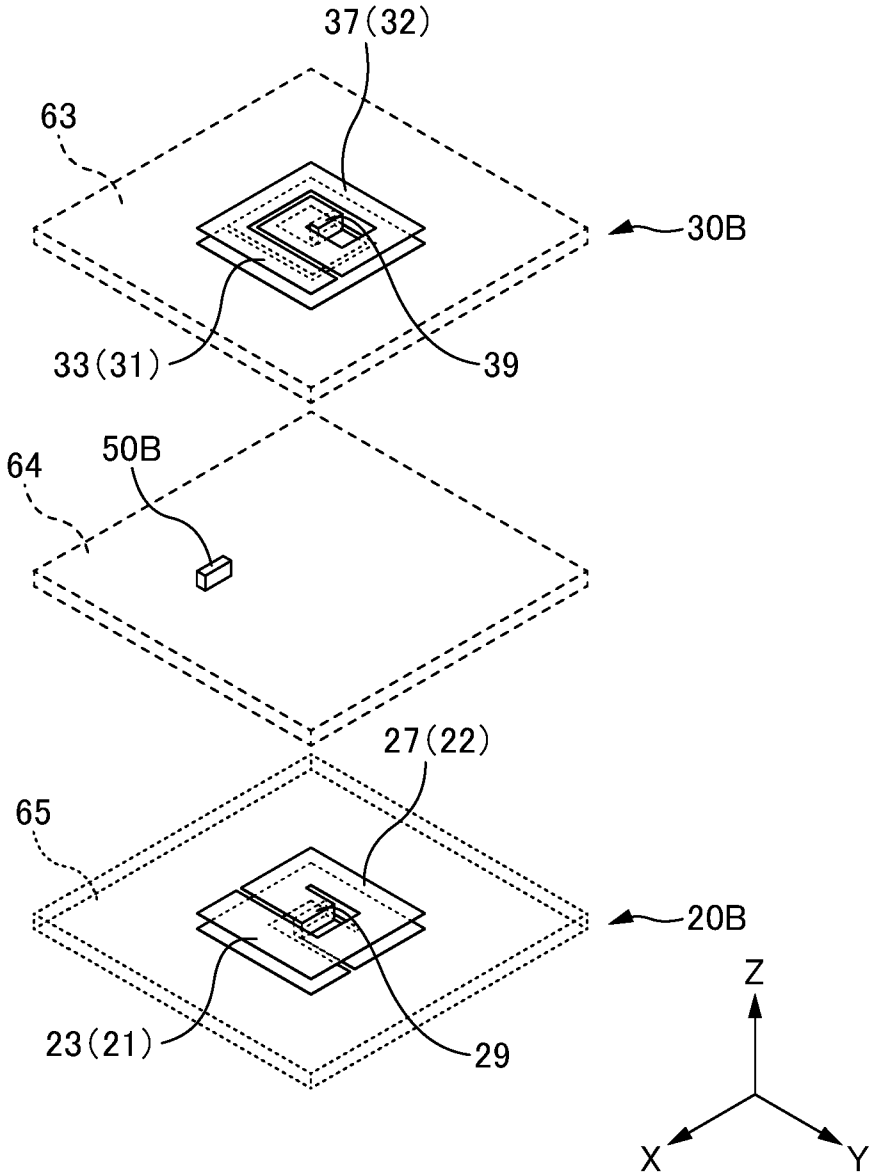
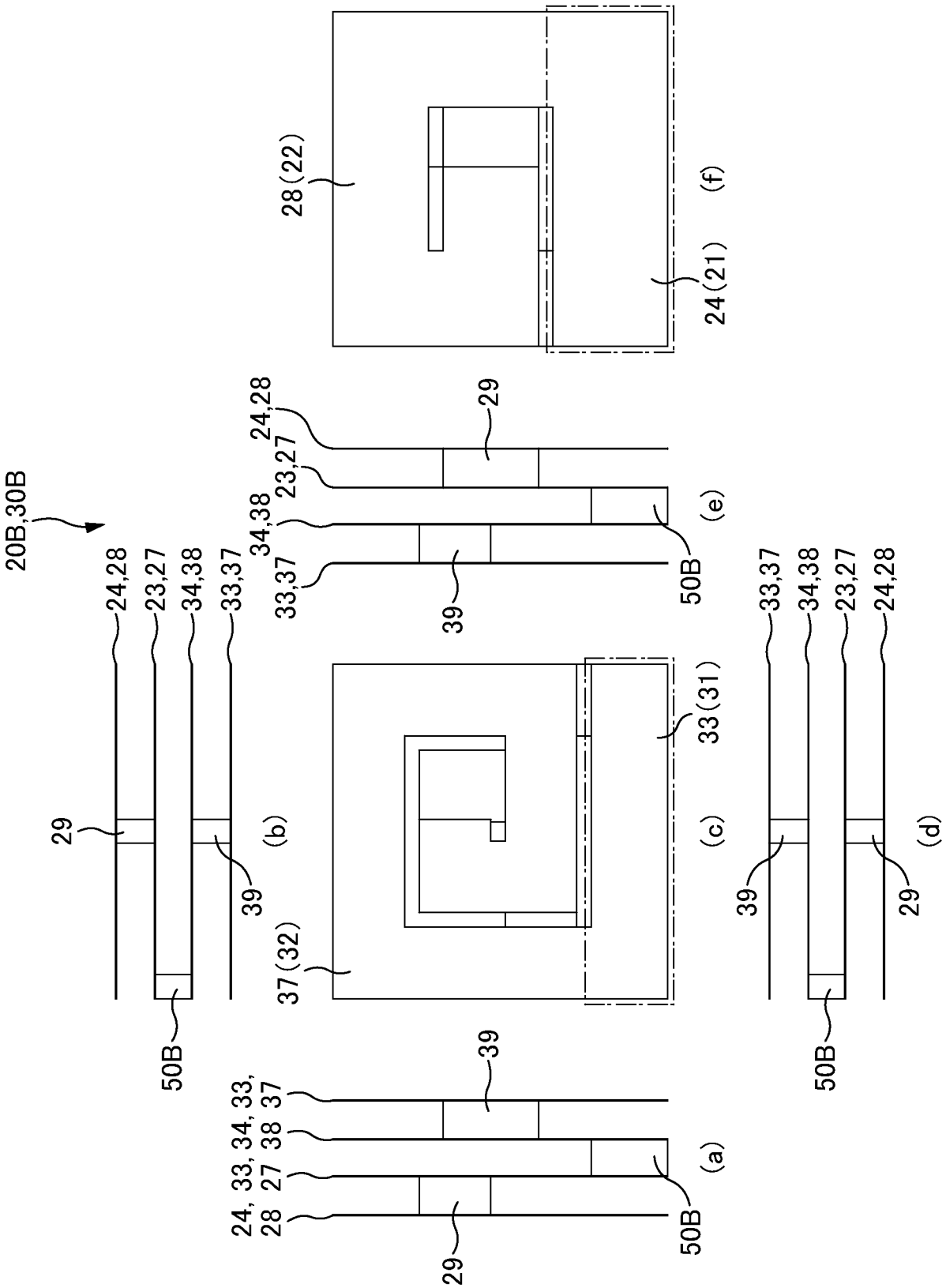


図24B



[図25]


20B,30B
24,28
23,27
34,38
33,37
29
39
50B
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
24, 33, 34, 33, 37
28 27 38
37(32)
33(31)
28(22)
24(21)

[図26]

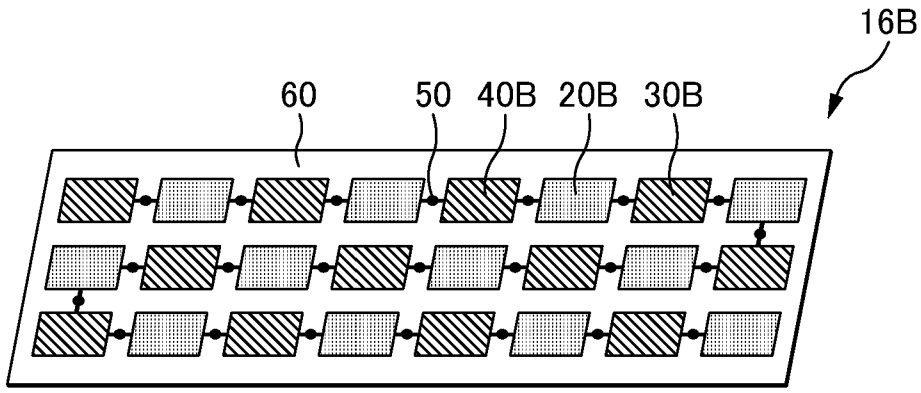


図26A

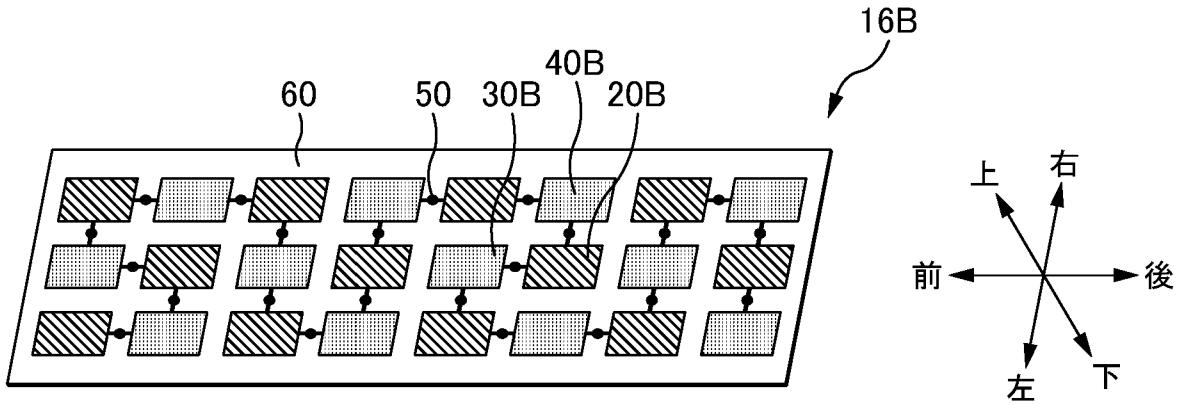


図26B

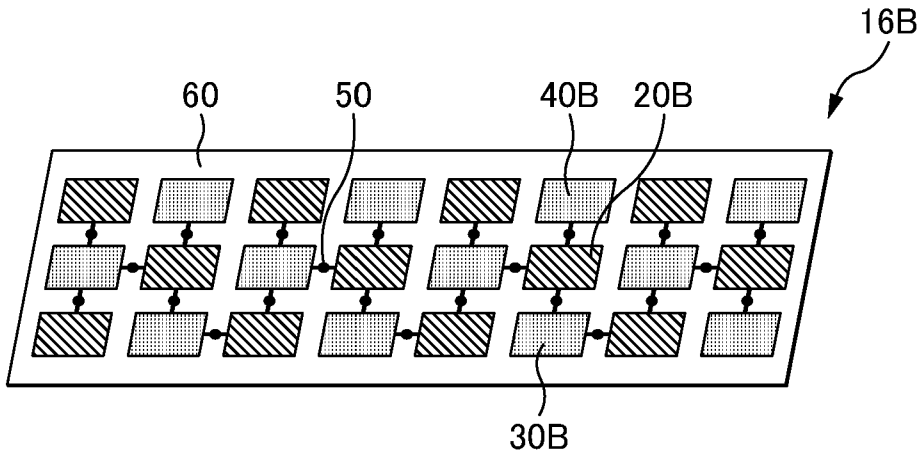


図26C

[図27]

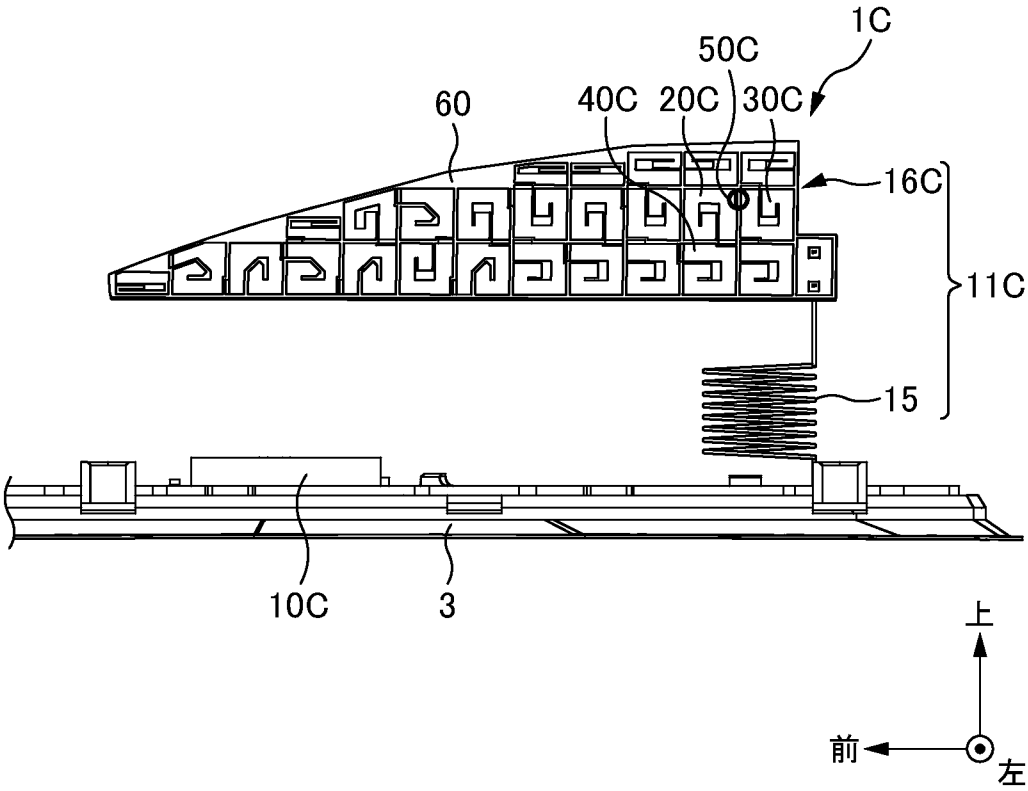


図27A

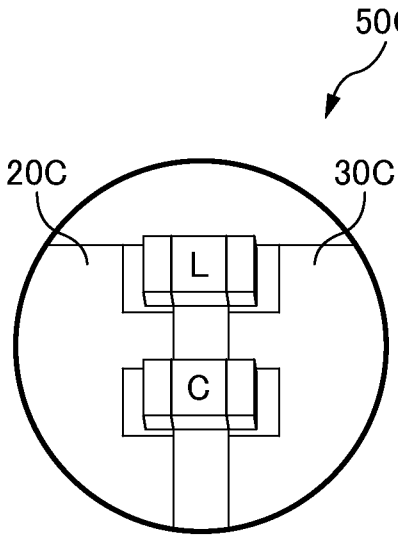
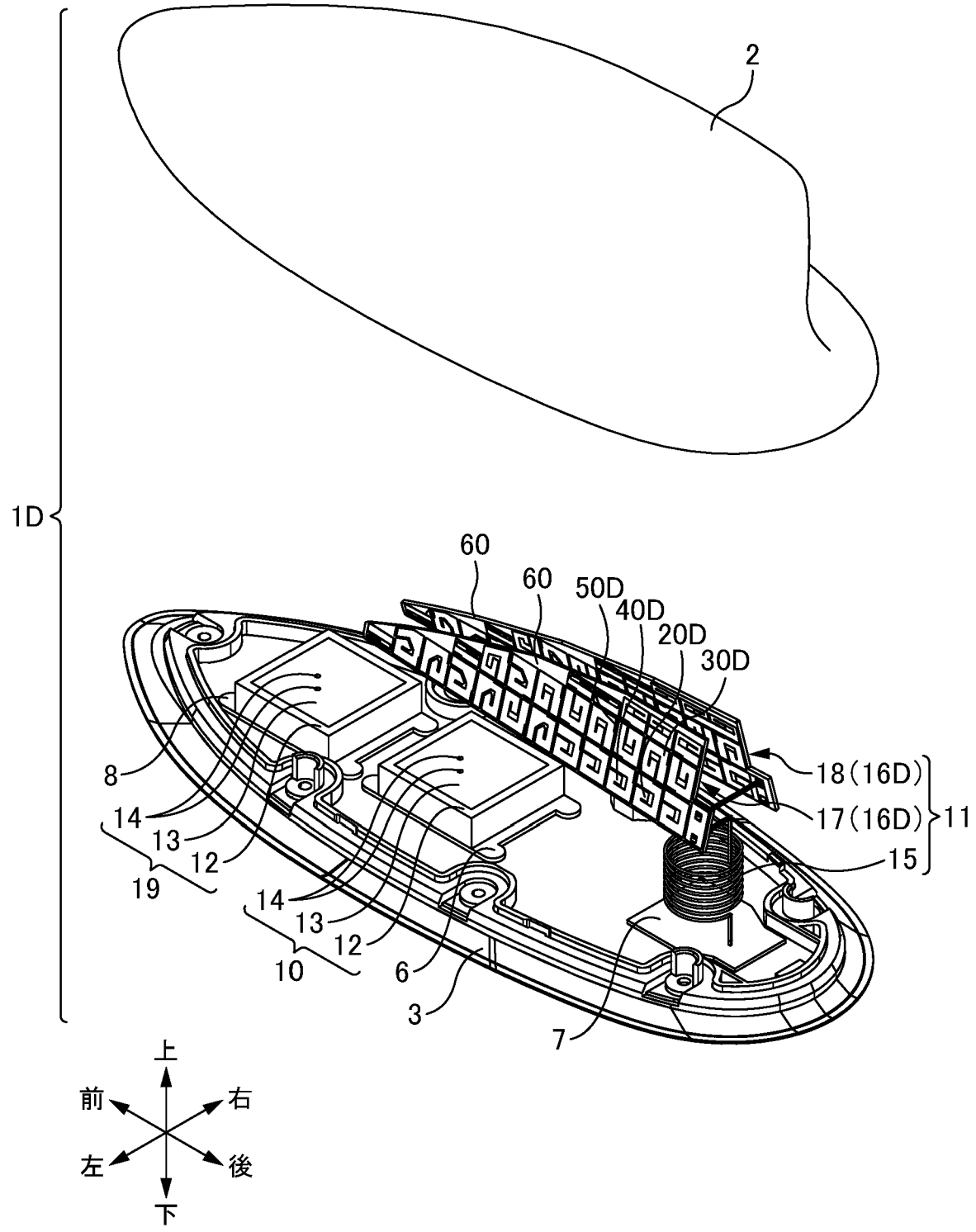


図27B

[図28]


2
1D
60
60
50D
40D
20D
30D
8
14
13
12
19
14
13
12
10
6
3
7
18(16D)
17(16D)
15
11
上
前
右
左
後
下

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/041888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 1/32(2006.01)i; ***H01Q 5/30***(2015.01)i
FI: H01Q1/32 Z; H01Q5/30

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)

H01Q1/32; H01Q5/30

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018/159668 A1 (YOKOWO CO., LTD.) 07 September 2018 (2018-09-07) paragraphs [0021]-[0034], fig. 1, 2, 6, 7	1-9, 14
A		10-13, 15, 16
A	WO 2010/004671 A1 (NIPPON ANTENA KK) 14 January 2010 (2010-01-14)	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 January 2022	**01 February 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/041888

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2018/159668 A1	07 September 2018	US 2021/0135363 A1 paragraphs [0044]-[0057], fig. 1, 2, 6, 7 EP 3591762 A1 CN 110337757 A	
WO 2010/004671 A1	14 January 2010	US 2010/0265147 A1 EP 2312692 A1 CN 101939876 A KR 10-2011-0031903 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/041888

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01Q 1/32(2006.01)i; H01Q 5/30(2015.01)i
FI: H01Q1/32 Z; H01Q5/30

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））

H01Q1/32; H01Q5/30

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2018/159668 A1 (株式会社ヨコオ) 07.09.2018 (2018-09-07) 段落 [0021]-[0034], 図1, 2, 6, 7	1-9, 14
A		10-13, 15, 16
A	WO 2010/004671 A1 (日本アンテナ株式会社) 14.01.2010 (2010-01-14)	1-16

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“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
21.01.2022	01.02.2022

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

権限のある職員（特許庁審査官）
白井　亮 5K 3363
電話番号 03-3581-1101 内線 3596

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/JP2021/041888

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/159668 A1	07.09.2018	US 2021/0135363 A1 段落 [0044]-[0057], 図1, 2, 6, 7 EP 3591762 A1 CN 110337757 A	
WO 2010/004671 A1	14.01.2010	US 2010/0265147 A1 EP 2312692 A1 CN 101939876 A KR 10-2011-0031903 A	