

(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)



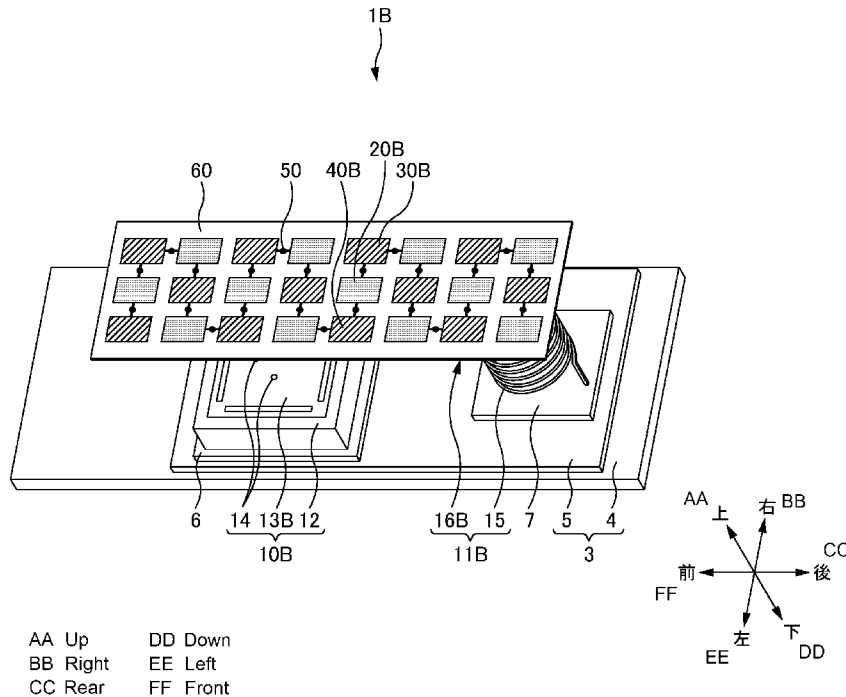
(10) 国際公開番号

WO 2022/102772 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/JP2021/041891
- (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 1 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:曾根 孝之(SONE, Takayuki); 〒3702495 群馬県富岡市神農原 1 1 1 2 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 1 1 1 2 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 1 1 番 3 6 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 suppress the effects on the properties of another antenna corresponding to radio waves of a plurality of frequency bands. [Solution] An antenna comprising a first element and a second element that connects to the first element, wherein: the first element and the second element correspond to radio waves of a first frequency band; and the first element has at least one first parallel resonance part that resonates in a second frequency band differing from the first frequency band, and at least one second parallel resonance part that resonates in a third frequency band differing

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))

from the second frequency band and the first frequency band.

(57) 要約：【課題】複数の周波数帯の電波に対応する別のアンテナの特性に与える影響を抑制する。【解決手段】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エレメントとで第1周波数帯の電波に対応し、前記第1エレメントは、前記第1周波数帯とは異なる第2周波数帯で共振する、少なくとも1つの第1並列共振部と、前記第1周波数帯及び前記第2周波数帯とは異なる第3周波数帯で共振する、少なくとも1つの第2並列共振部と、を有する、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、パッチアンテナが複数の周波数帯の電波に対応することがある。AM／FMアンテナが、このような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、複数の周波数帯の電波に対応する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エレメントとで第1周波数帯の電波に対応し、前記第1エレメントは、前記第1周波数帯とは異なる第2周波数帯で共振する、少なくとも1つの第1並列共振部と、前記第1周波数帯及び前記第2周波数帯とは異なる第3周波数帯で共振する、少なくとも1つの第2並列共振部と、を有する、アンテナである。

発明の効果

[0007] 本発明の一態様によれば、複数の周波数帯の電波に対応する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 1 2 B は、エレメント 1 6 における並列共振部の接続経路の第 2 変形例であり、図 1 2 C は、エレメント 1 6 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 2 0 の第 1 変形例の斜視図である。

[図14]並列共振部 2 0 の第 1 変形例の六面図である。

[図15]並列共振部 2 0 の第 2 変形例の斜視図である。

[図16]並列共振部 2 0 の第 2 変形例の六面図である。

[図17]並列共振部 2 0 の第 3 変形例の斜視図である。

[図18]並列共振部 2 0 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 1 A の図であり、図 1 9 A は、アンテナ装置 1 A の側面図であり、図 1 9 B は、アンテナ 1 0 A の放射素子 1 3 A の平面図である。図 1 9 C は、外部接続部 5 0 A の拡大図である。

[図20]第 3 実施形態のアンテナ装置 1 B の概要を説明する図である。

[図21]並列共振部 2 0 B の図であり、図 2 1 A は、並列共振部 2 0 B の斜視図であり、図 2 1 B は、並列共振部 2 0 B の分解斜視図である。

[図22]並列共振部 2 0 B の六面図である。

[図23]並列共振部 2 0 B 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 2 0 B の配置に関する第 2 変形例を示す図であり、図 2 4 A は、隣り合う並列共振部 2 0 B, 3 0 B の斜視図であり、図 2 4 B は、隣り合う並列共振部 2 0 B, 3 0 B 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 2 0 B, 3 0 B の六面図である。

[図26]エレメント 1 6 B 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 2 6 A は、エレメント 1 6 B における並列共振部の接続経路の第 1 変形例であり、図 2 6 B は、エレメント 1 6 B における並列共振部の接続経路の第 2 変形例であり、図 2 6 C は、エレメント 1 6 B 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 1 C の図であり、図 2 7 A は、アンテナ装置 1 C の側面図であり、図 2 7 B は、外部接続部 5 0 C 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がる。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 のグラウ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、グラウ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 とは電氣的に接続される。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 のグラウ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 のグラウ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、グラウ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 に電氣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、522 kHz ~ 1710 kHz の AM 放送用の電波と、76 MHz ~ 108 MHz 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 に電氣的に接続される。

[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 1.5 GHz 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るとしても良い。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るとしても良い。

[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、「電氣的に接続する」ことを含む。そして、隣り合う並列共振部 20 同士を「電氣的に接続する」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] 本実施形態の要素 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、要素 15 とともに単一導体として動作する。すなわち、要素 16 は、要素 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、本実施形態の要素 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、本実施形態の要素 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、要素 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、M I D (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M I D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の一对の導電体（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 3 A 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 3 A 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 3 A 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 3 B 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 1.5 GHz 帯）で共振する。ここで、並列共振部 20 のキャパシタ 21 が、図 3 B 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 3 B 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 3 A の一点鎖線で囲まれる領域であり、図 3 B 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 3 A の一点鎖線で囲まれる領域以外の領域であり、図 3 B 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 3 A 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 3 A 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 5 A は、アンテナ装置 1 の側面図であり、図 5 B 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 6 A は、並列共振部 20 の斜視図であり、図 6 B 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 5 B 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 5 A 及び図 5 B 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A2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1

7 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 11 B 及び図 11 C 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 6 A 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 6 A 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 6 A 及び図 6 B に示されるように、キャパシタ 21 と、インダクタ 22 とを構成する一对の板状部材が、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

も一部とが重複するよう、アンテナ 10 とアンテナ 11 X とが位置している。

[0120] <<アンテナ装置 1 及びアンテナ装置 1 X 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 1 X 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 1 X 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○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 1 X 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 11 A 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 11 B 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 11 C 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 11 A

～図 1 1 C は、それぞれエレメント 1 6 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 1 6 の断面形状の第 1 変形例>

第 1 変形例のエレメント 1 6 の断面形状は、図 1 1 A に示されるように、I 字形状である。すなわち、エレメント 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 の断面形状は、マイナス記号の形状である。エレメント 1 6 の断面形状をこのように形成しても、エレメント 1 6 は、エレメント 1 5 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 1 6 によっても、アンテナ 1 0 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 1 6 の断面形状の第 2 変形例>

第 2 変形例のエレメント 1 6 の断面形状は、図 1 1 B 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 1 6 は、下側に凸となる U 字形状であっても良い。エレメント 1 6 の断面形状をこのように形成しても、エレメント 1 6 は、エレメント 1 5 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 1 6 によっても、アンテナ 1 0 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 1 6 の断面形状の第 3 変形例>

第 3 変形例のエレメント 1 6 の断面形状は、図 1 1 C 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 1 6 は、下側に凸となる V 字形状であっても良い。エレメント 1 6 の断面形状をこのように形成しても、エレメント 1 6 は、エレメント 1 5 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 1 6 によっても、アンテナ 1 0 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 1 1 B に示される逆 U 字形状のエレメント 1 6 や、図 1 1 C に示される逆 V 字形状のエレメント 1 6 において、エレメント 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 の断面形状の第 1 変形例～第 3 変形例を組み合わせただけであっても、エレメント 1 5 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 1 0 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 1 6 における並列共振部の接続経路の変形例>>

次に、図 1 2 を参照しつつ、エレメント 1 6 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 1 6 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 5 0 の位置を変える）ことによって、エレメント 1 6 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 1 6 は、エレメント 1 5 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 1 1 における容量装荷素子として機能する。エレメント 1 6 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 2 0 に対して、外部接続部 5 0 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 1 2 は、エレメント 1 6 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 1 2 A は、エレメント 1 6 における並列共振部の接続経路の第

1 変形例であり、図 1 2 B は、エレメント 1 6 における並列共振部の接続経路の第 2 変形例であり、図 1 2 C は、エレメント 1 6 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 1 6 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 1 6 における並列共振部の接続経路は、図 1 2 A 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 1 6 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 1 6 は、エレメント 1 5 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 1 0 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 1 6 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 1 6 における並列共振部の接続経路は、図 1 2 B 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 1 6 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 1 6 は、エレメント 1 5 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 1 0 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 1 6 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 2 0 を一筆書きで通過するように、エレメント 1 6 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 2 0 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 2 0 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 1 6 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 1 6 は、エレメント 1 5 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 6 B 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 1 7 は、並列共振部 2 0 の第 3 変形例の斜視図である。図 1 8 は、並列共振部 2 0 の第 3 変形例の六面図である。

[0149] 図 1 8 において、第 3 変形例の並列共振部 2 0 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 1 7 及び図 1 8 に示されるように、第 3 変形例の並列共振部 2 0 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 2 0 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 2 0 における接続領域 2 5 及び接続領域 2 6 は、Y 軸方向に並んで配置されている。また、エレメント 1 6 を第 3 変形例の並列共振部 2 0 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 2 0 と第 3 変形例の並列共振部 2 0 とを組み合わせ配置して形成してもよいし、第 2 変形例の並列共振部 2 0 と組み合わせ配置して形成してもよい。

[0151] <並列共振部 2 0 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 2 0 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 2 0 及び図 6 - 図 7 に示される並列共振部 2 0 の少なくとも 2 つを自由に組み合わせ配置してもよい。

[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 1 0 は、1 つの周波数帯（例えば、GNSS 用の 1 . 5 G H z 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 1 0 A 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 1 9 は、第 2 実施形態のアンテナ装置 1 A の図であり、図 1 9 A は、アンテナ装置 1 A の側面図であり、図 1 9 B は、アンテナ 1 0 A の放射素子 1 3 A の平面図である。図 1 9 C は、外部接続部 5 0 A 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 1212 MHz ~ 1254 MHz 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 1 A のアンテナ 1 1 A では、エレメント 1 6 A の並列共振部 2 0 が、アンテナ 1 0 A 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、L 1 バンド）で共振する。また、本実施形態のアンテナ装置 1 A のアンテナ 1 1 A では、エレメント 1 6 A の外部接続部 5 0 A が、アンテナ 1 0 A 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、L 2 バンド）で共振する。これにより、複数の周波数帯（ここでは、L 1 バンド及び L 2 バンド）の電波に対応するアンテナ 1 0 A 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 1 6 B >>

上述した第 2 実施形態のアンテナ装置 1 A では、エレメント 1 6 A が集中定数回路によって構成される外部接続部 5 0 A 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 1 0 A 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 1 0 B を有する第 3 実施形態のアンテナ装置 1 B について説明する。

[0164] 図 2 0 は、第 3 実施形態のアンテナ装置 1 B の概要を説明する図である。

図 2 1 は、並列共振部 2 0 B の図であり、図 2 1 A は、並列共振部 2 0 B の斜視図であり、図 2 1 B は、並列共振部 2 0 B の分解斜視図である。図 2 2 は、並列共振部 2 0 B の六面図である。

[0165] なお、図 2 0 では、アンテナ装置 1 B、及びアンテナ装置 1 B が有する構成（例えば、後述するアンテナ 1 1 B など）を模式的に表すことで、アンテナ装置 1 B を簡易に図示している。本実施形態のアンテナ装置 1 B 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 2 0 では、アンテナ装置 1 B 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 1 B は、第 2 実施形態におけるアンテナ 1 0 A

と同様に、例えば、L 1 バンド及びL 2 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 1 0 B を有する。また、本実施形態のアンテナ装置 1 B では、アンテナ 1 1 B のエレメント 1 6 B は、例えば、L 1 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 2 0 B）と、例えば、L 2 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 3 0 B 及び並列共振部 4 0 B）を有する。つまり、エレメント 1 6 B 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、L 1 バンド及びL 2 バンド）の電波に対応するアンテナ 1 0 B 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 2 0 では、並列共振部 2 0 B）を、「A 周波数帯の並列共振部」と呼ぶことがある。図 2 0 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 2 0 では、並列共振部 3 0 B 及び並列共振部 4 0 B）を、「B 周波数帯の並列共振部」と呼ぶことがある。図 2 0 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 2 1 及び図 2 2 では、A 周波数帯の並列共振部である並列共振部 2 0 B 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 2 0 B の構成は、隣り合う並列共振部 3 0 B 及び並列共振部 4 0 B 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 2 0 の構成と同様である。

[0169] なお、本実施形態のエレメント 1 6 B 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 2 0 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 1 6 B 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 6 0 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 2 0 B と、B 周波数帯の電波に対応する並列共振部 3 0 B 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 1 6 B 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 1 6 並列共振部 2 0 B 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 2 0 B 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 1 B について説明した。つまり、第 3 実施形態のアンテナ装置 1 B のアンテナ 1 0 B は、2 つの周波数帯（例えば、L 1 バンド及び L 2 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 1 0 C 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 2 7 は、第 4 実施形態のアンテナ装置 1 C の図であり、図 2 7 A は、アンテナ装置 1 C の側面図であり、図 2 7 B は、外部接続部 5 0 C の拡大図である。

[0187] 第 3 実施形態のアンテナ 1 0 B は、例えば、L 1 バンドと、L 2 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 1 0 C は、詳しい図示は省略するが、L 1 バンド及び L 2 バンドに加え、例えば、L 5 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 1 0 C は、L 1 バンド及び L 2 バンドに加えて、L 5 バンド用の 1 1 6 4 M H z ～ 1 2 1 4 M H z 帯の電波を受信する。また、L 5 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 1 0 C 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 1 C のアンテナ 1 1 C において、エレメント 1 6 C は、前述した第 2 実施形態と同様の外部接続部 5 0 C を有する。すなわち、外部接続部 5 0 C 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 5 0 C は、図 2 7 C 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 5 0 C 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 2 7 A 及び図 2 7 B に示されるように、外部接続部 5 0 C の一方の端子が並列共振部 2 0 C に接続され、他方の端子が並列共振部 2 0 C に隣り合う並列共振部 3 0 C に接続される。このようにして、隣り合う並列共振部 2 0 C 及び並列共振部 3 0 C 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 5 0 C が設けられることになる。

[0190] 本実施形態のアンテナ装置 1 C のアンテナ 1 1 C では、第 3 実施形態のアンテナ装置 1 B と同様に、エレメント 1 6 C は、例えば、L 1 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 2 0 C）と、例えば、L 2 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 3 0 C 及び並列共振部 4 0 C）を有する。

[0191] そして、本実施形態では、外部接続部 5 0 C が、アンテナ 1 0 C 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、L 5 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L 1 バンド、L 2 バンド及びL 5 バンド）の電波に対応するアンテナ 1 0 C 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 1 C 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 1 B 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 1 1）の近傍には、1つのパッチアンテナ（例えば、アンテナ 1 0）が位置していた。但し、A

M/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、Bluetooth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 1 D においては、エレメント 1 6 D は、例えば、図 2 0 に示される第 3 実施形態におけるエレメント 1 6 B と同様であっても良い。すなわち、エレメント 1 6 D は、アンテナ 1 0 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 2 0 D）と、アンテナ 1 9 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 3 0 D 及び並列共振部 4 0 D）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 1 0 及びアンテナ 1 9）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 1 1 B, 1 1 C について説明した。アンテナ 1 1 B は、例えば、図 2 0 に示されるように、エレメント 1 6 B と、エレメント 1 6 B と接続されるエレメント 1 5 と、を備える。そして、エレメント 1 6 B とエレメント 1 5 とで、例えば、AM/FM ラジオ用の周波数帯の電波に対応する。エレメント 1 6 B は、AM/FM ラジオ用の周波数帯とは異なる GNSS 用の 1.5 GHz 帯（L1 バンド）で共振する、少なくとも 1 つの並列共振部 2 0 B と、AM/FM ラジオ用の周波数帯及び GNSS 用の 1.5 GHz 帯（L1 バンド）とは異なる L2 バンドで共振する、少なくとも 1 つの並列共振部 3 0 B（又は並列共振部 4 0 B）と、を有する。このようなアンテナ 1 1 B によれば、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 1 0 B）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0200] ここで、エレメント 1 6 B は、「第 1 エレメント」に相当し、エレメント 1 5 は、「第 2 エレメント」に相当する。また、AM/FM ラジオ用の周波数帯は、「第 1 周波数帯」に相当し、GNSS 用の 1.5 GHz 帯（L1 バンド）は、「第 2 周波数帯」に相当し、L2 バンドは、「第 3 周波数帯」に相当する。また、並列共振部 2 0 B は、「第 1 並列共振部」に相当し、並列共振部 3 0 B 及び並列共振部 4 0 B は、「第 2 並列共振部」に相当する。

[0201] また、アンテナ 1 1 B において、例えば、図 2 0, 図 2 1 に示されるよう

に、エレメント 16 B は、並列共振部 20 B と、並列共振部 30 B（又は並列共振部 40 B）とを含む複数の並列共振部のうち、隣り合う並列共振部同士（並列共振部 20 B と並列共振部 30 B、又は並列共振部 20 B と並列共振部 40 B）を接続する外部接続部 50 を有する。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 10 B）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0202] ここで、外部接続部 50 は、「第 1 接続部」に相当する。

[0203] また、アンテナ 11 B において、例えば、図 21、図 22 に示されるように、隣り合う並列共振部の各々は、互いに対向するように位置する一对の導電体 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、を有し、外部接続部 50 は、隣り合う並列共振部のキャパシタ 21 同士を接続する。これにより、別のアンテナ（アンテナ 10 B）の特性に与える影響を抑制するアンテナ 11 B のエレメント 16 B を容易に構成することができる。

[0204] また、アンテナ 11 B において、例えば、図 20 に示されるように、複数の並列共振部は、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 B）の特性に与える影響を抑制するアンテナ 11 B のエレメント 16 B を容易に構成することができる。

[0205] また、アンテナ 11 B において、例えば、図 24、図 25 に示されるように、エレメント 16 B は、誘電層 63 と、誘電層 65 と、誘電層 64 と、を有する基材 60 を有する。また、誘電層 63 は、隣り合う並列共振部のうち、並列共振部 30 B の少なくとも一部が設けられ、誘電層 65 は、並列共振部 20 B の少なくとも一部が設けられ、誘電層 64 は、誘電層 63 と、誘電層 65 との間に位置し、外部接続部 50 が設けられる。また、外部接続部 50 は、誘電層 63 に設けられた並列共振部 30 B の少なくとも一部と、誘電層 65 に設けられた並列共振部 20 B の少なくとも一部と、を接続する。これにより、別のアンテナ（アンテナ 10 B）の特性に与える影響を抑制するアンテナ 11 B のエレメント 16 B を容易に構成することができる。

[0206] ここで、誘電層 6 3 は、「第 1 誘電層」に相当し、誘電層 6 5 は、「第 2 誘電層」に相当し、誘電層 6 4 は、「第 3 誘電層」に相当する。また、並列共振部 3 0 B は、「一方の並列共振部」に相当し、並列共振部 2 0 B は、「他方の並列共振部」に相当する。

[0207] また、アンテナ 1 1 C において、例えば、図 2 7 に示されるように、外部接続部 5 0 C は、集中定数回路であり、集中定数回路は、AM/FM ラジオ用の周波数帯、GNSS 用の 1.5 GHz 帯 (L 1 バンド) 及び L 2 バンドとは異なる、例えば L 5 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 1 0 C) の特性に与える影響を抑制することができる。

[0208] ここで、L 5 バンドは、「第 4 周波数帯」に相当する。

[0209] また、アンテナ 1 1 B において、例えば、図 2 1, 図 2 2 に示されるように、エレメント 1 6 B は、基材 6 0 を有し、複数の並列共振部は、並列共振部 3 0 B と、並列共振部 2 0 B と、並列共振部 4 0 B と、を有する。また、並列共振部 3 0 B と並列共振部 2 0 B とが隣り合い、並列共振部 2 0 B と並列共振部 4 0 B とが隣り合うように配置される。また、並列共振部 2 0 B は、並列共振部 3 0 B と並列共振部 2 0 B とを接続する接続領域 2 5 B と、並列共振部 2 0 B と並列共振部 4 0 B とを接続する接続領域 2 6 B と、を有する。また、接続領域 2 5 B は、基材 6 0 のおもて面 6 1 に位置し、接続領域 2 6 B は、おもて面 6 1 に対向するうら面 6 2 において、接続領域 2 5 B 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 1 0 B) の特性に与える影響を抑制するアンテナ 1 1 のエレメント 1 6 を容易に構成することができる。また、並列共振部 2 0 B に対して隣り合う並列共振部 3 0 B (又は隣り合う並列共振部 4 0 B) 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。

[0210] ここで、並列共振部 3 0 B は、「第 3 並列共振部」に相当し、並列共振部 2 0 B は、「第 4 並列共振部」に相当し、並列共振部 4 0 B は、「第 5 並列共振部」に相当する。また、接続領域 2 5 B は、「第 1 接続領域」に相当し

、接続領域 26B は、「第 2 接続領域」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。

[0211] また、アンテナ 11B において、例えば、図 20、図 23、図 26 に示されるように、外部接続部 50B によって接続される複数の並列共振部 20B 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 10B）の特性に与える影響を抑制するアンテナ 11B のエレメント 16B 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。

[0212] また、アンテナ 11B において、例えば、図 20、図 23、図 26 に示されるように、エレメント 16B は、並列共振部 20B、及び並列共振部 30B（又は並列共振部 40B）の少なくとも一方を複数有する。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 10B）の特性に与える影響を抑制することができる。

[0213] 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

[0214] 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エレメントとで第1周波数帯の電波に対応し、
前記第1エレメントは、
前記第1周波数帯とは異なる第2周波数帯で共振する、少なくとも1つの第1並列共振部と、
前記第1周波数帯及び前記第2周波数帯とは異なる第3周波数帯で共振する、少なくとも1つの第2並列共振部と、を有する、
アンテナ。
- [請求項2] 前記第1エレメントは、前記第1並列共振部と、前記第2並列共振部とを含む複数の並列共振部のうち、隣り合う並列共振部同士を接続する第1接続部を有する、
請求項1に記載のアンテナ。
- [請求項3] 前記隣り合う並列共振部の各々は、
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、を有し、
前記第1接続部は、前記隣り合う並列共振部のキャパシタ同士を接続する、
請求項2に記載のアンテナ。
- [請求項4] 前記複数の並列共振部は、分布定数回路である、
請求項2又は3に記載のアンテナ。
- [請求項5] 前記第1エレメントは、第1誘電層と、第2誘電層と、第3誘電層と、を有する基材を有し、
前記第1誘電層は、前記隣り合う並列共振部のうち、一方の並列共振部の少なくとも一部が設けられ、

前記第2誘電層は、他方の並列共振部の少なくとも一部が設けられ、

前記第3誘電層は、前記第1誘電層と、前記第2誘電層との間に位置し、前記第1接続部が設けられ、

前記第1接続部は、前記第1誘電層に設けられた前記一方の並列共振部の前記少なくとも一部と、前記第2誘電層に設けられた前記他方の並列共振部の前記少なくとも一部と、を接続する、

請求項2から4のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項6]

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、前記第2周波数帯及び第3周波数帯とは異なる第4周波数帯で共振する、

請求項2から4のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項7]

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、第3並列共振部と、第4並列共振部と、第5並列共振部と、を有し、

前記第3並列共振部と前記第4並列共振部とが隣り合い、前記第4並列共振部と前記第5並列共振部とが隣り合うように配置され、

前記第4並列共振部は、前記第3並列共振部と前記第4並列共振部とを接続する第1接続領域と、前記第4並列共振部と前記第5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、前記基材の第1面に位置し、

前記第2接続領域は、前記第1面に対向する第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2から6のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項8]

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、

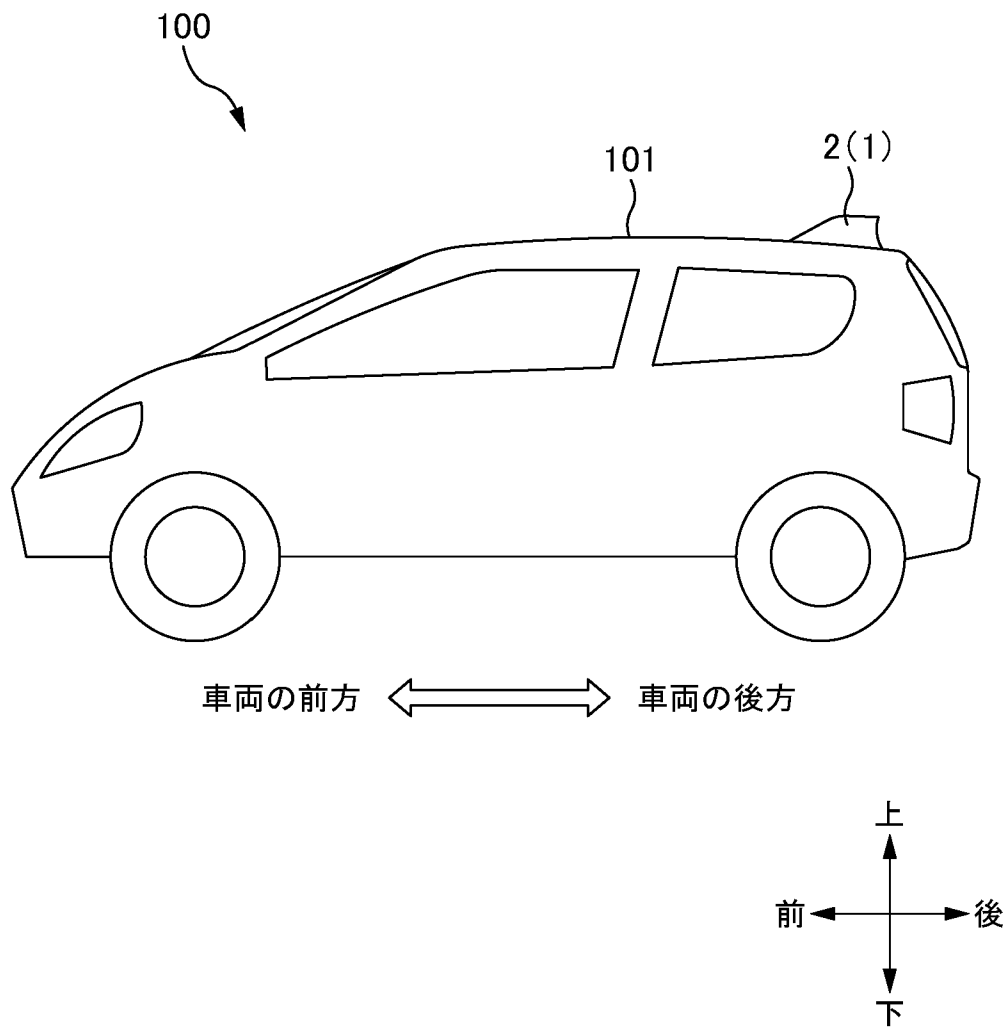
請求項2から7のいずれか一項に記載のアンテナ。

[請求項9]

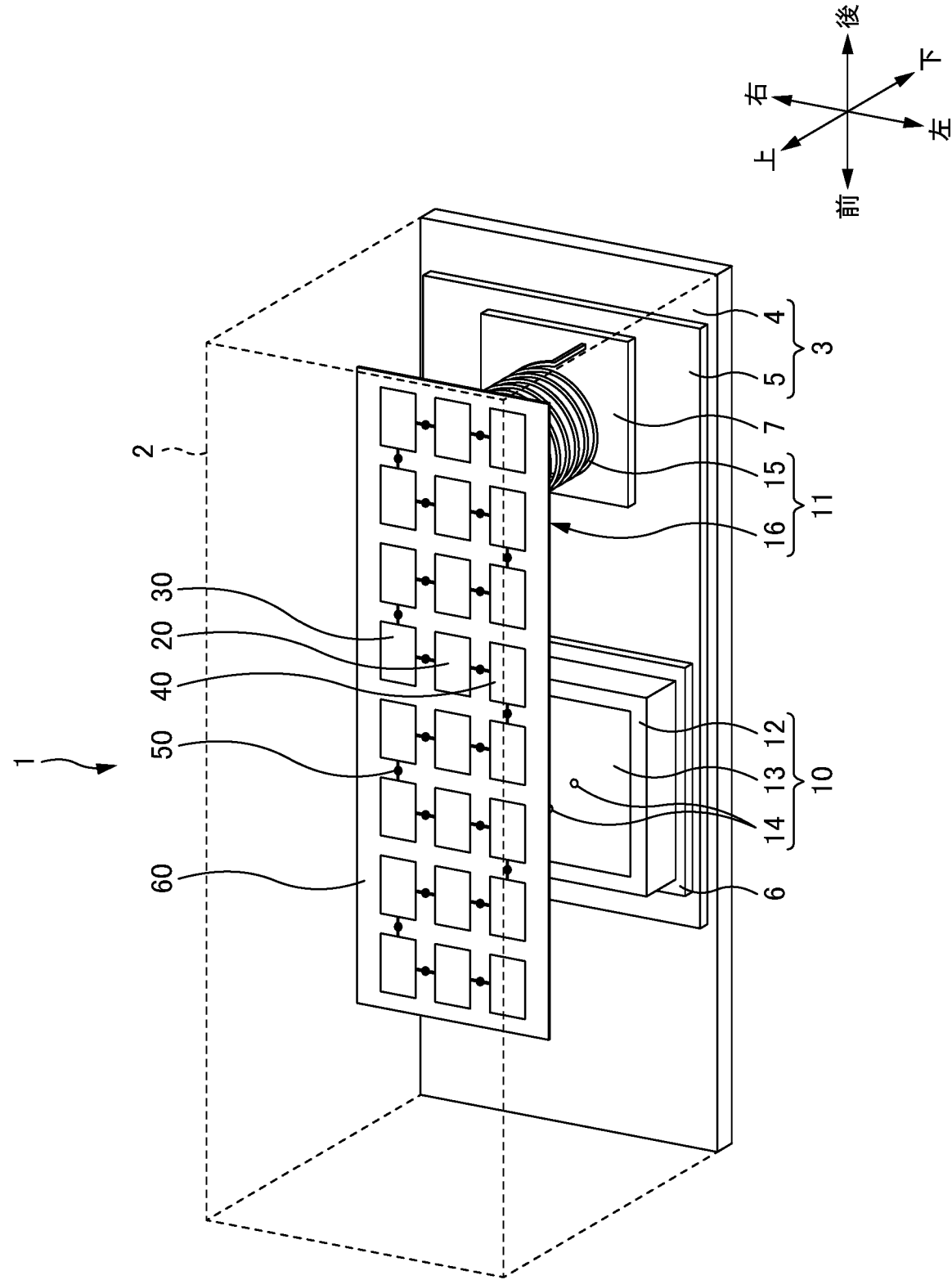
前記第1エレメントは、前記第1並列共振部及び前記第2並列共振

部の少なくとも一方を複数有する、
請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のアンテナ。

[図1]



[図2]



[図3]

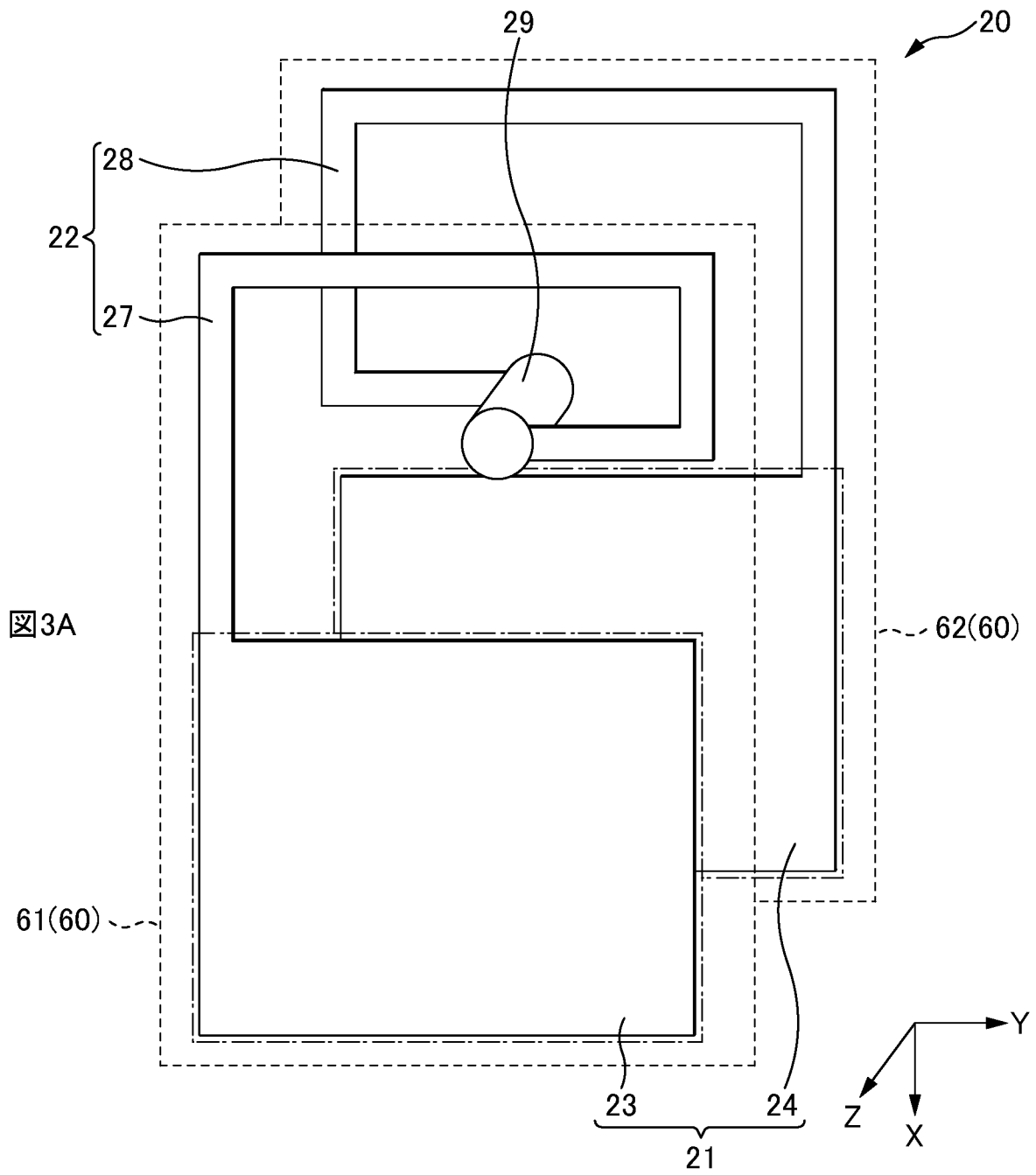
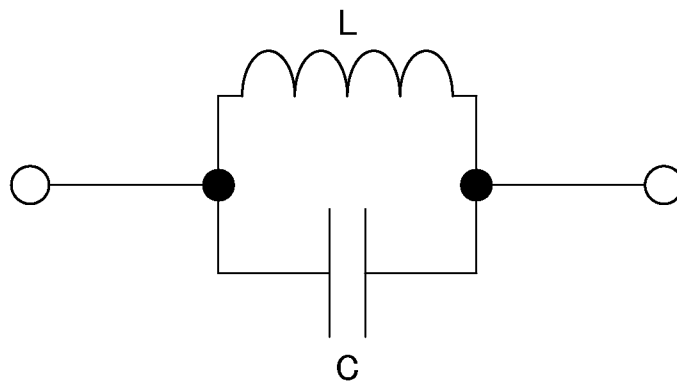
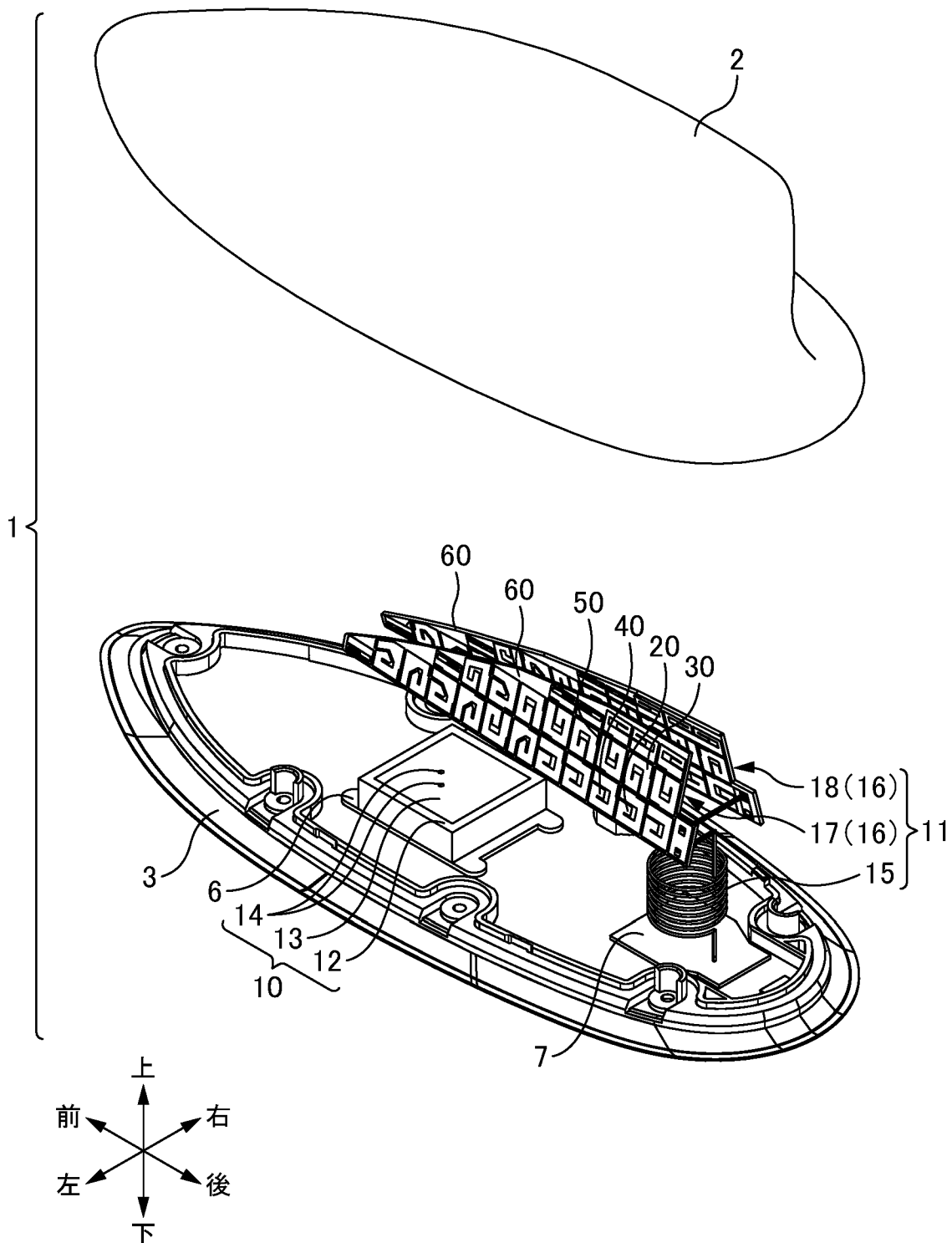


図3B



[図4]



[図5]

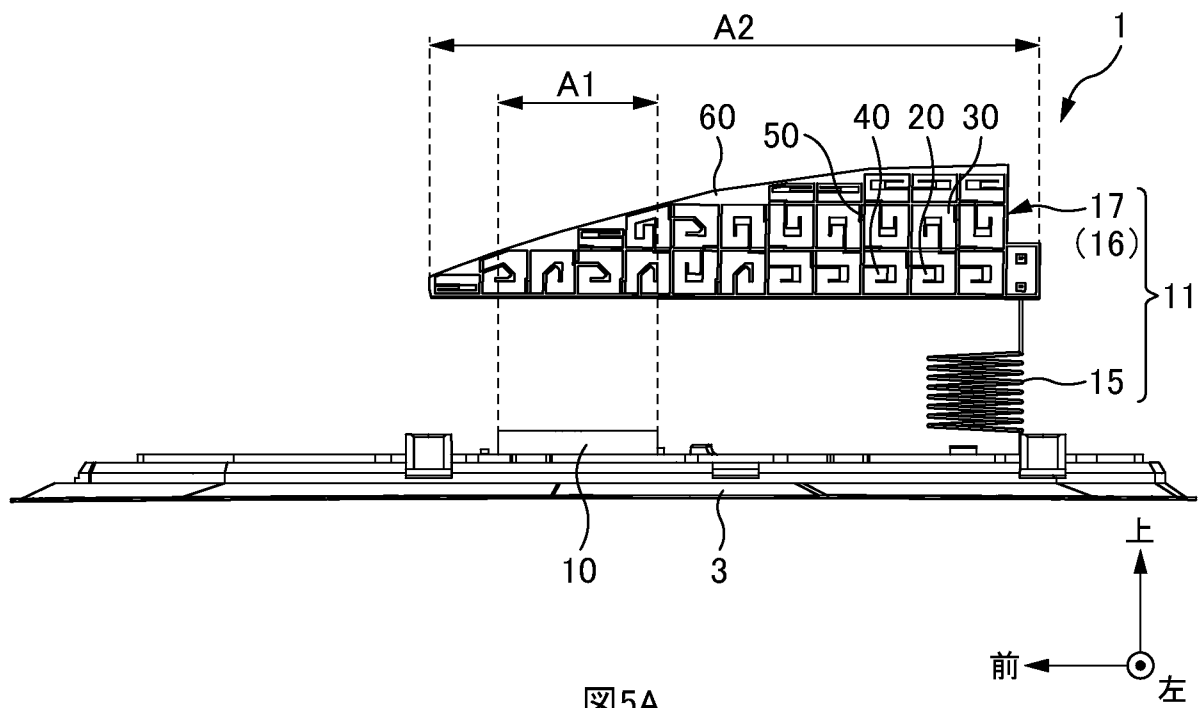


図5A

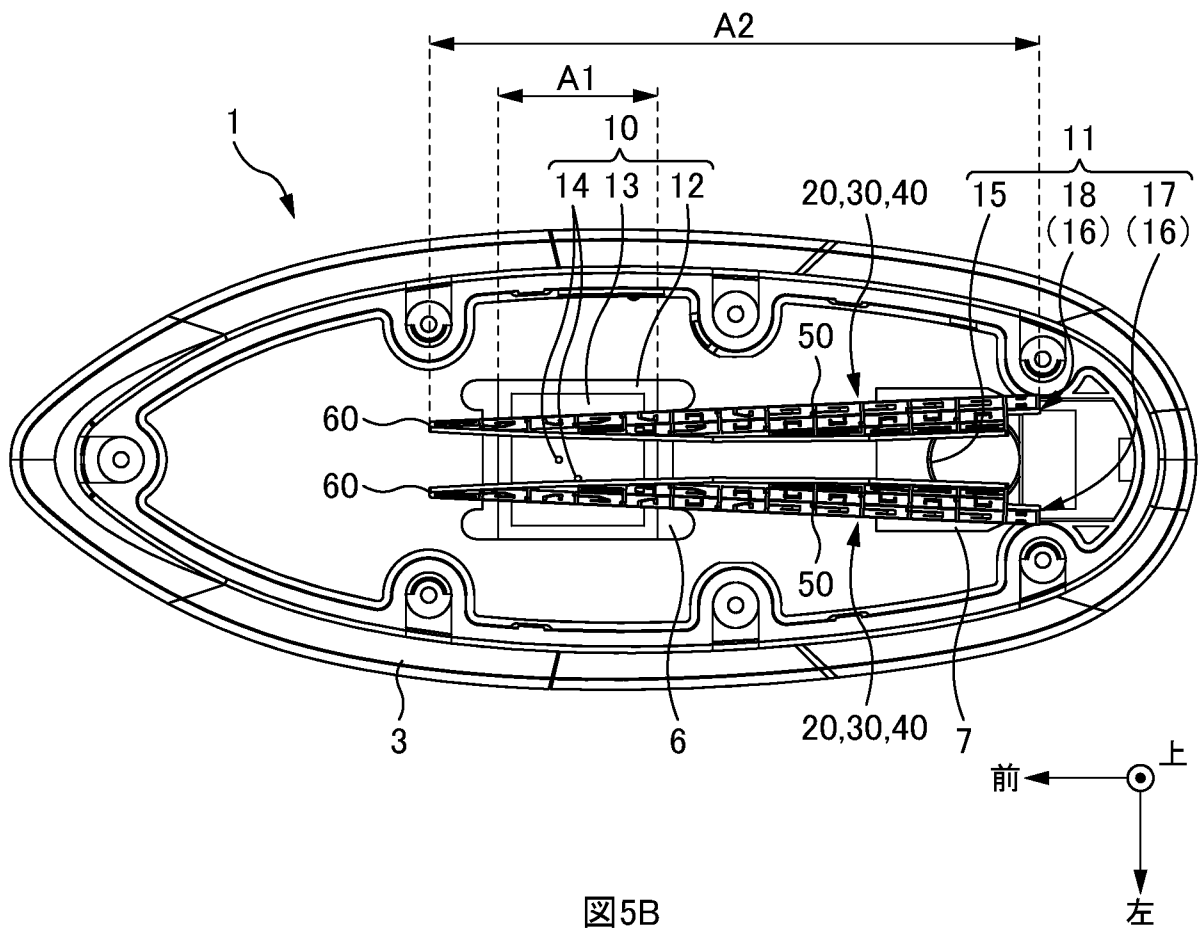


図5B

[図6]

図6A

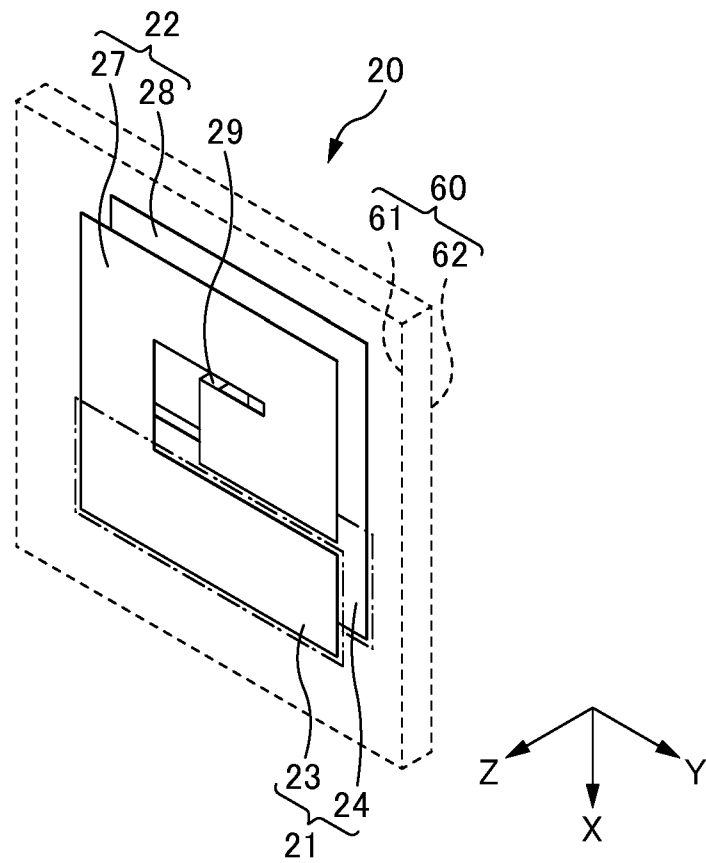
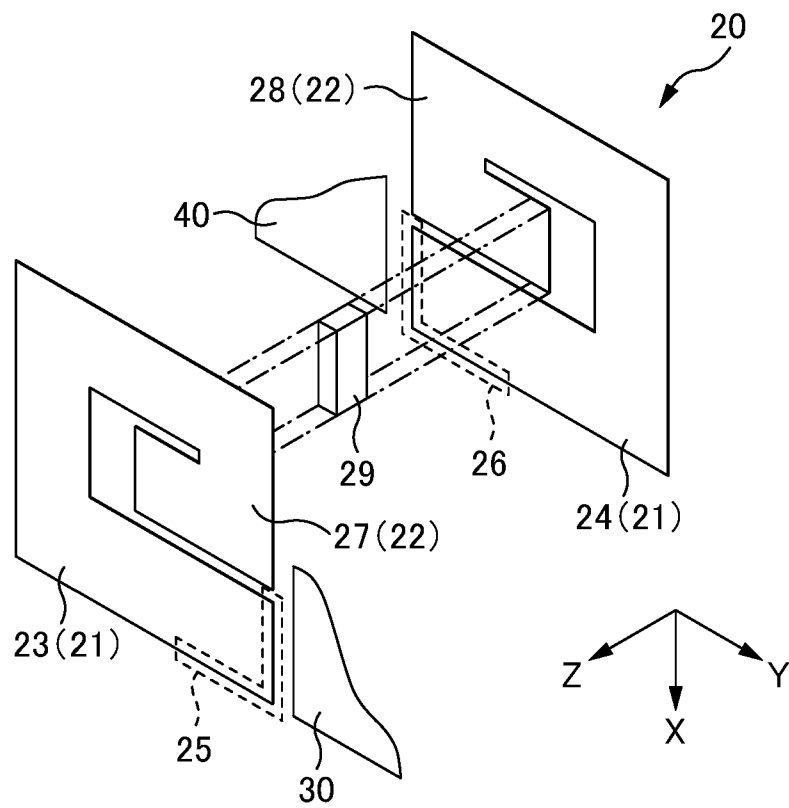
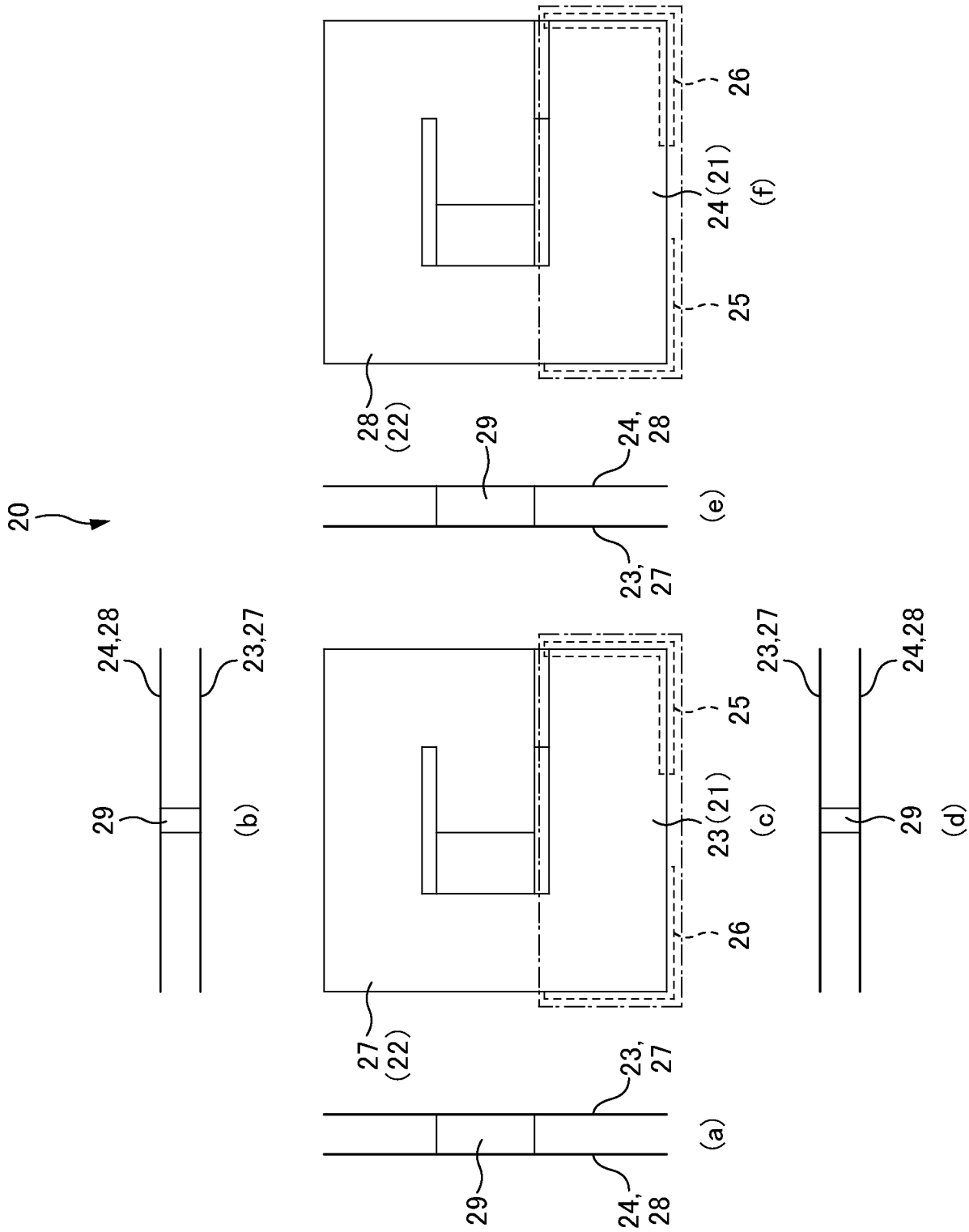


図6B



[図7]



[図8]

図8A

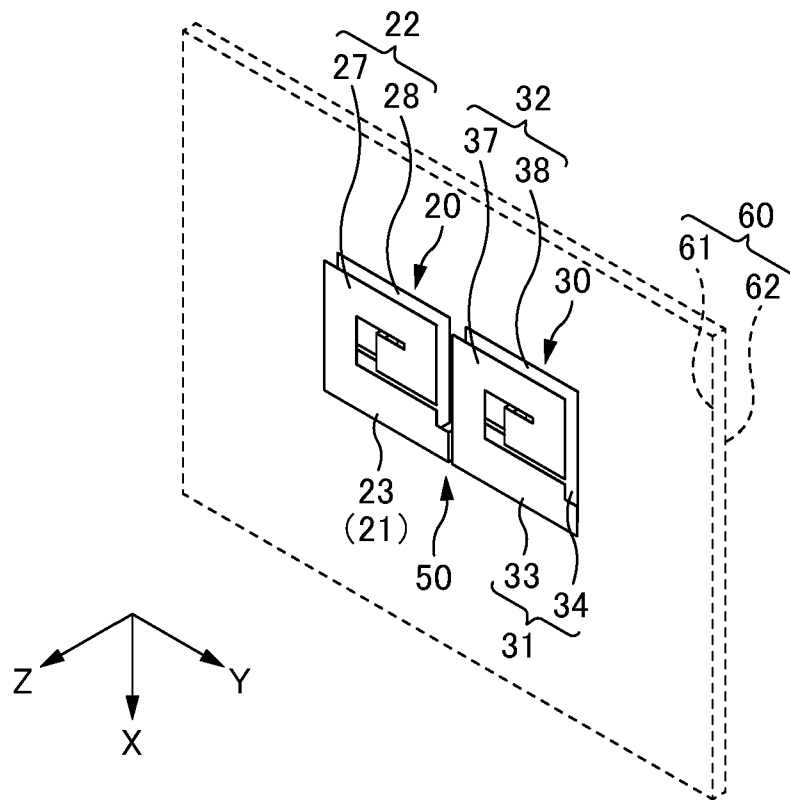


図8B

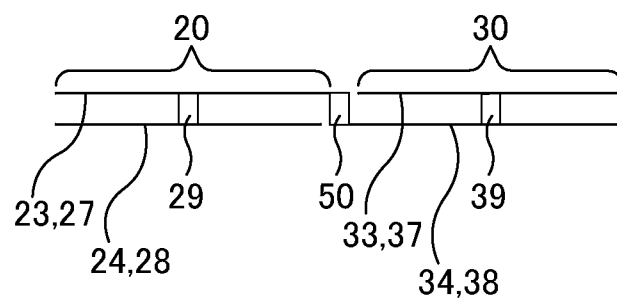
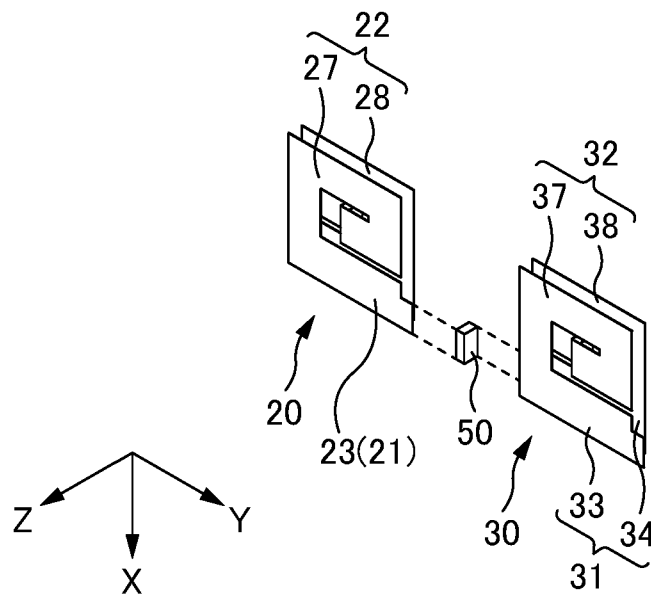


図8C



[図9]

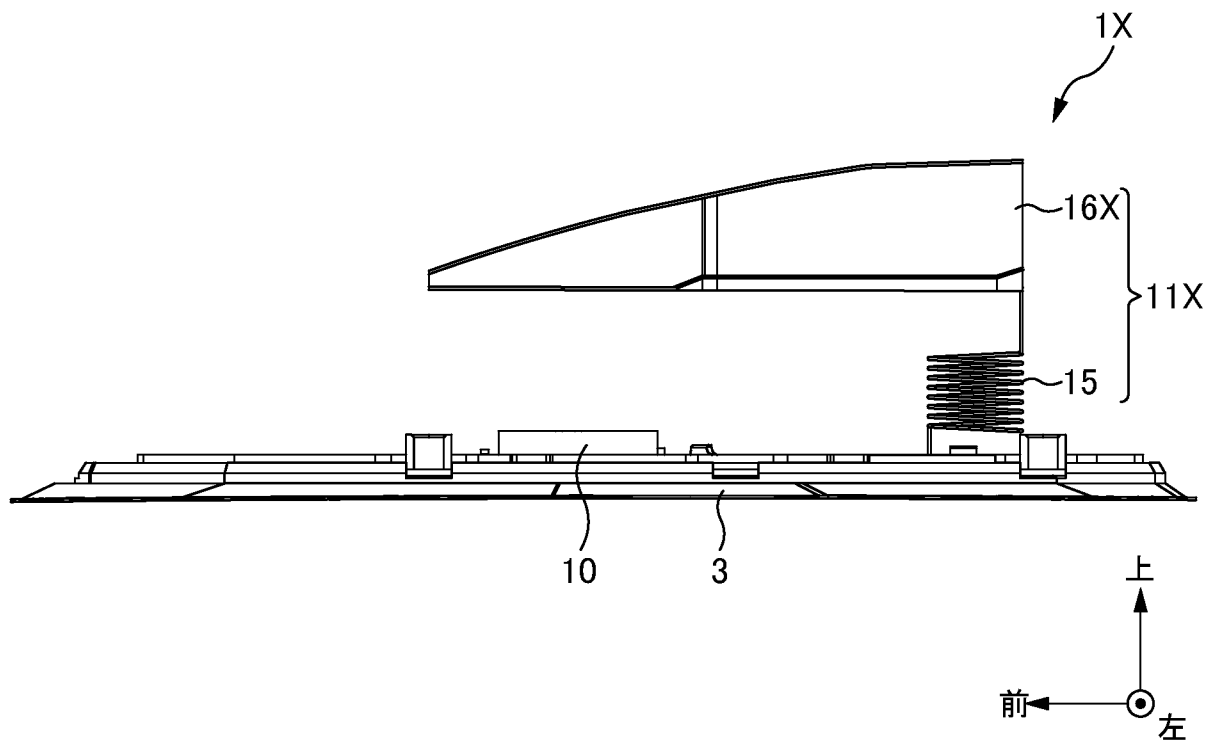


図9A

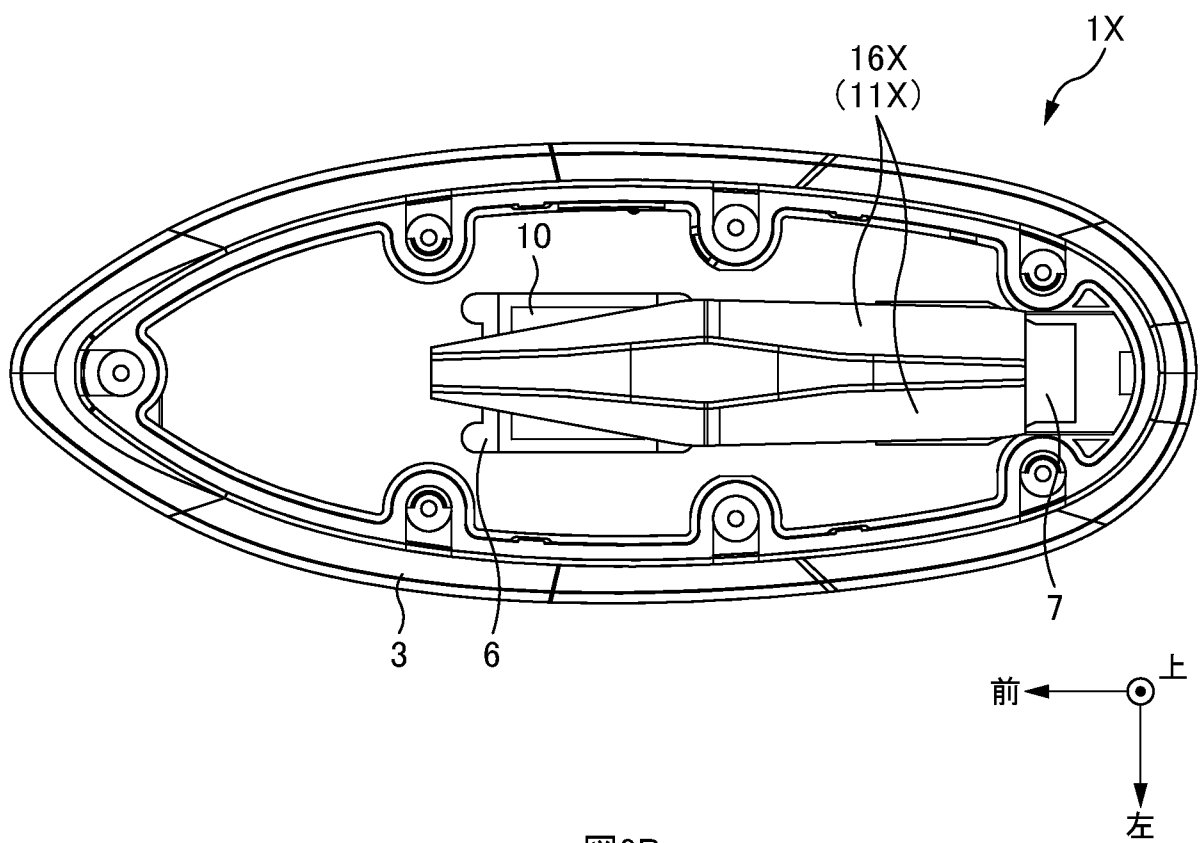
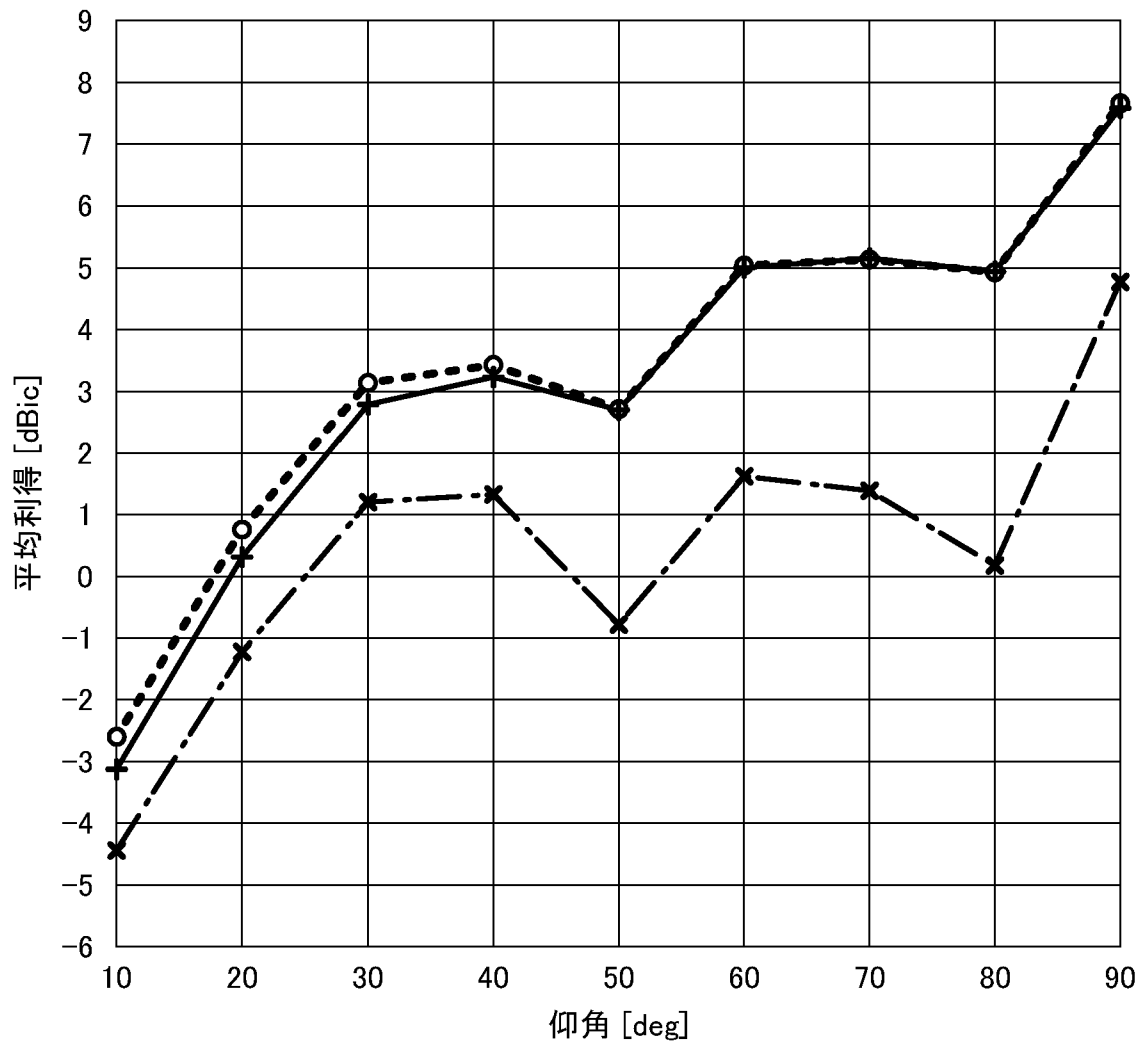


図9B

[図10]



---○--- アンテナ10のみ
—+— アンテナ装置1
—x— アンテナ装置1X

[図11]

図11A

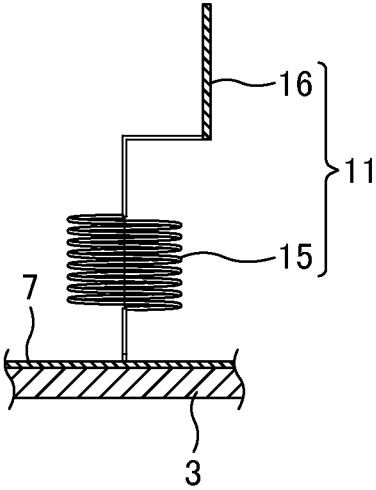


図11B

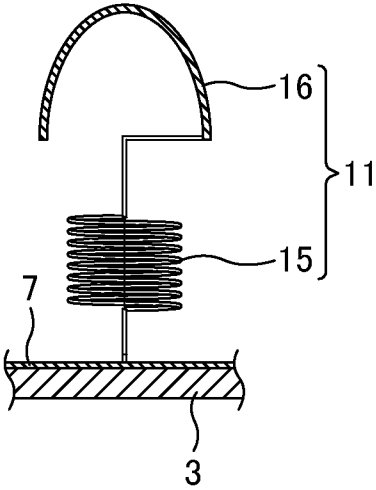
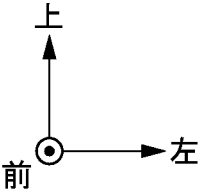
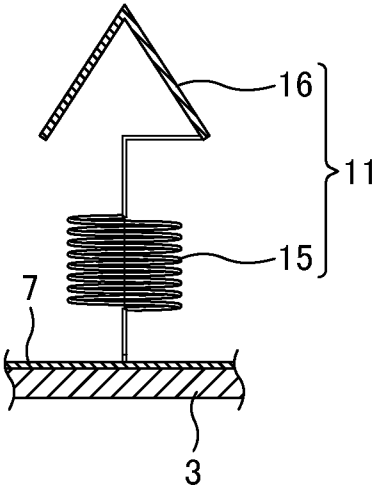


図11C



[図12]

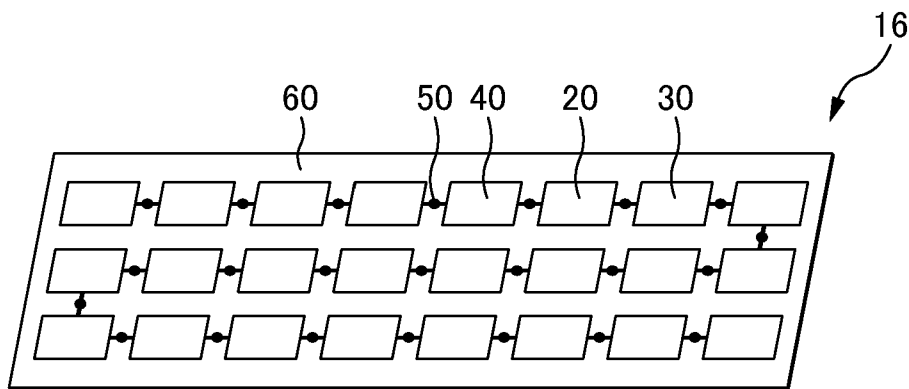


図12A

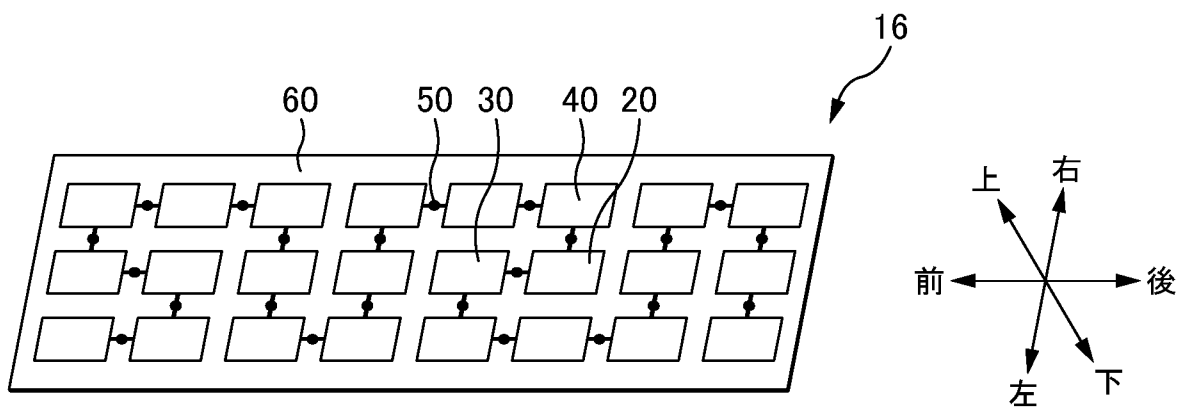


図12B

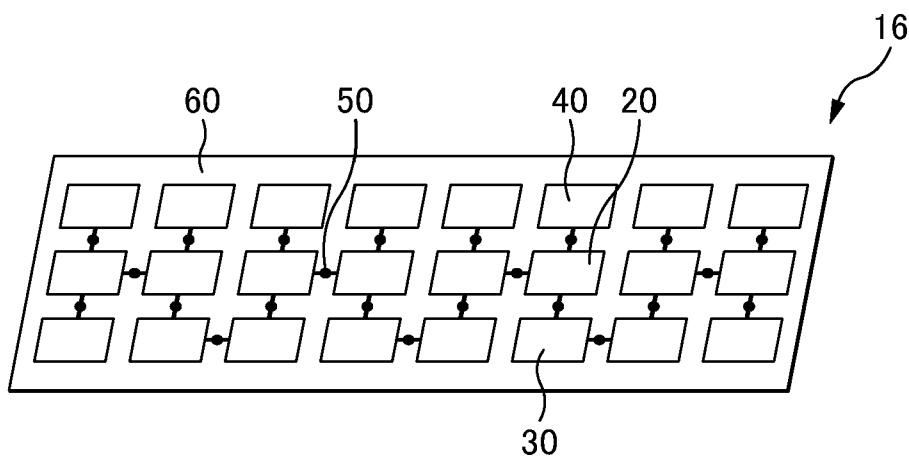
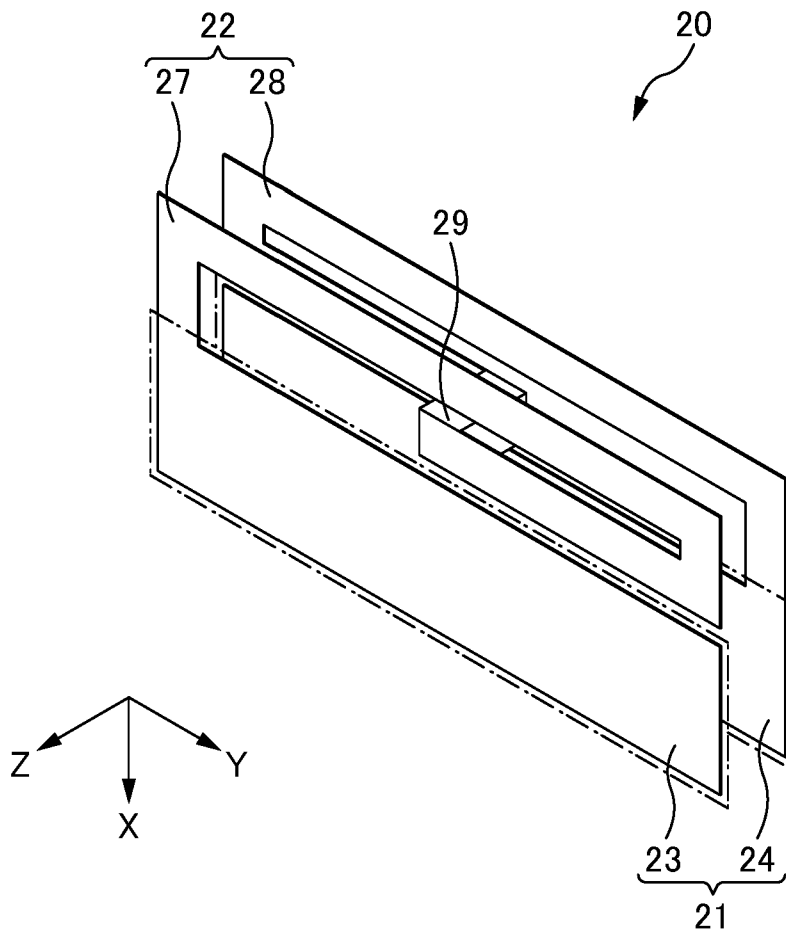
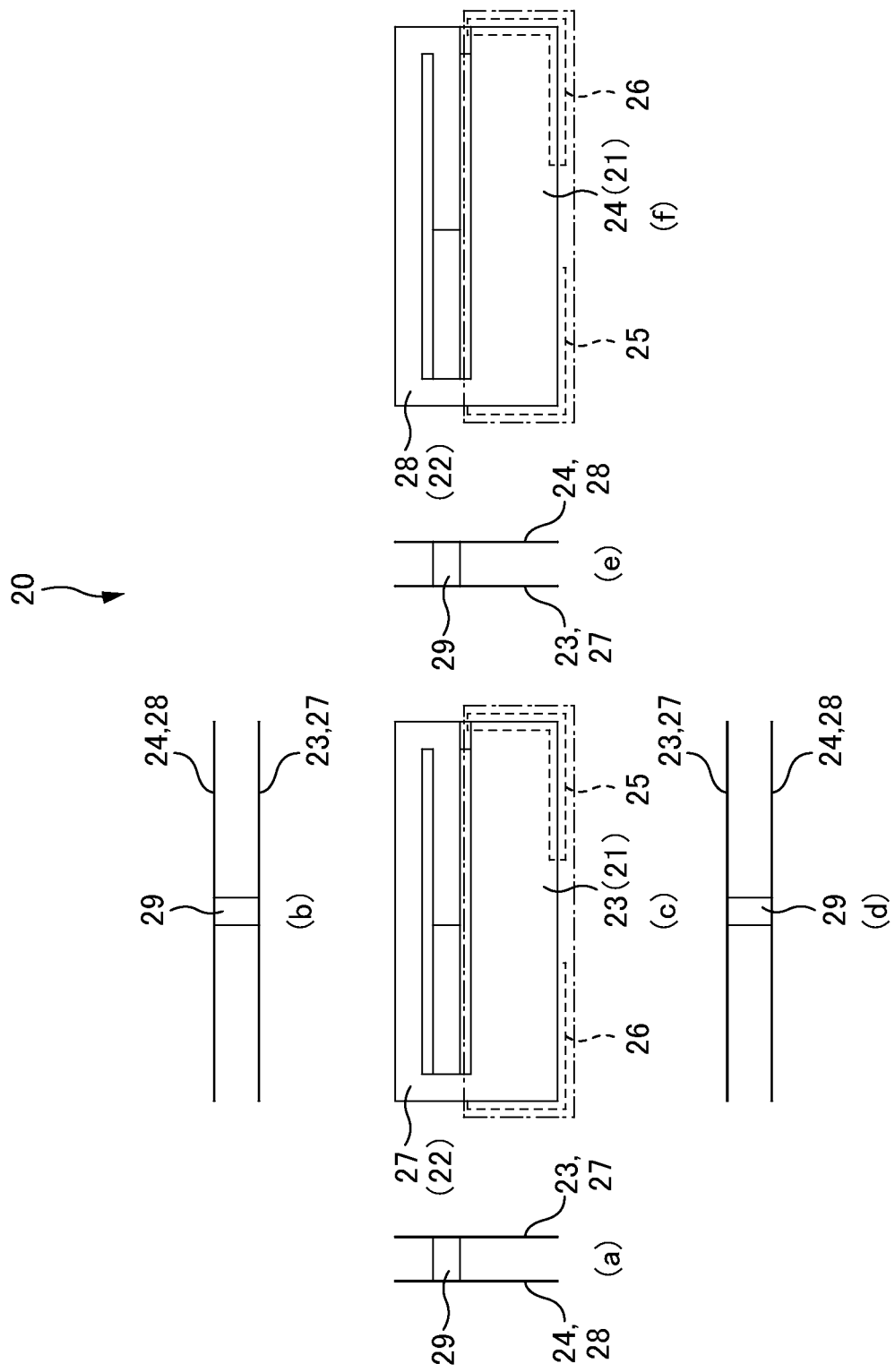


図12C

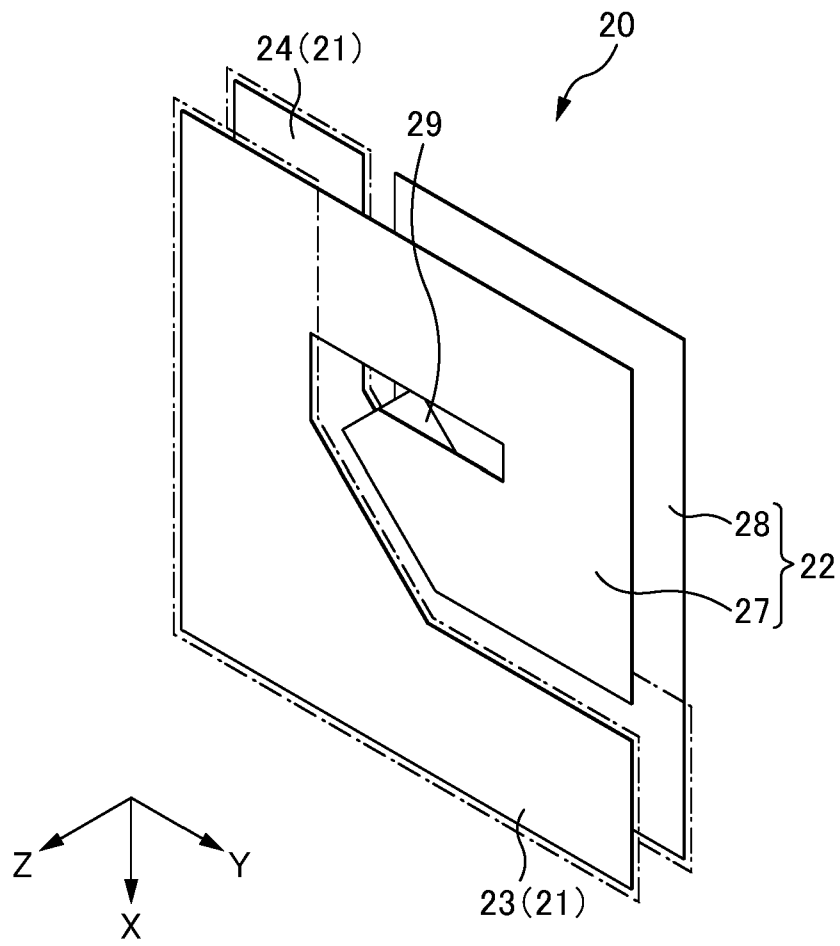
[図13]



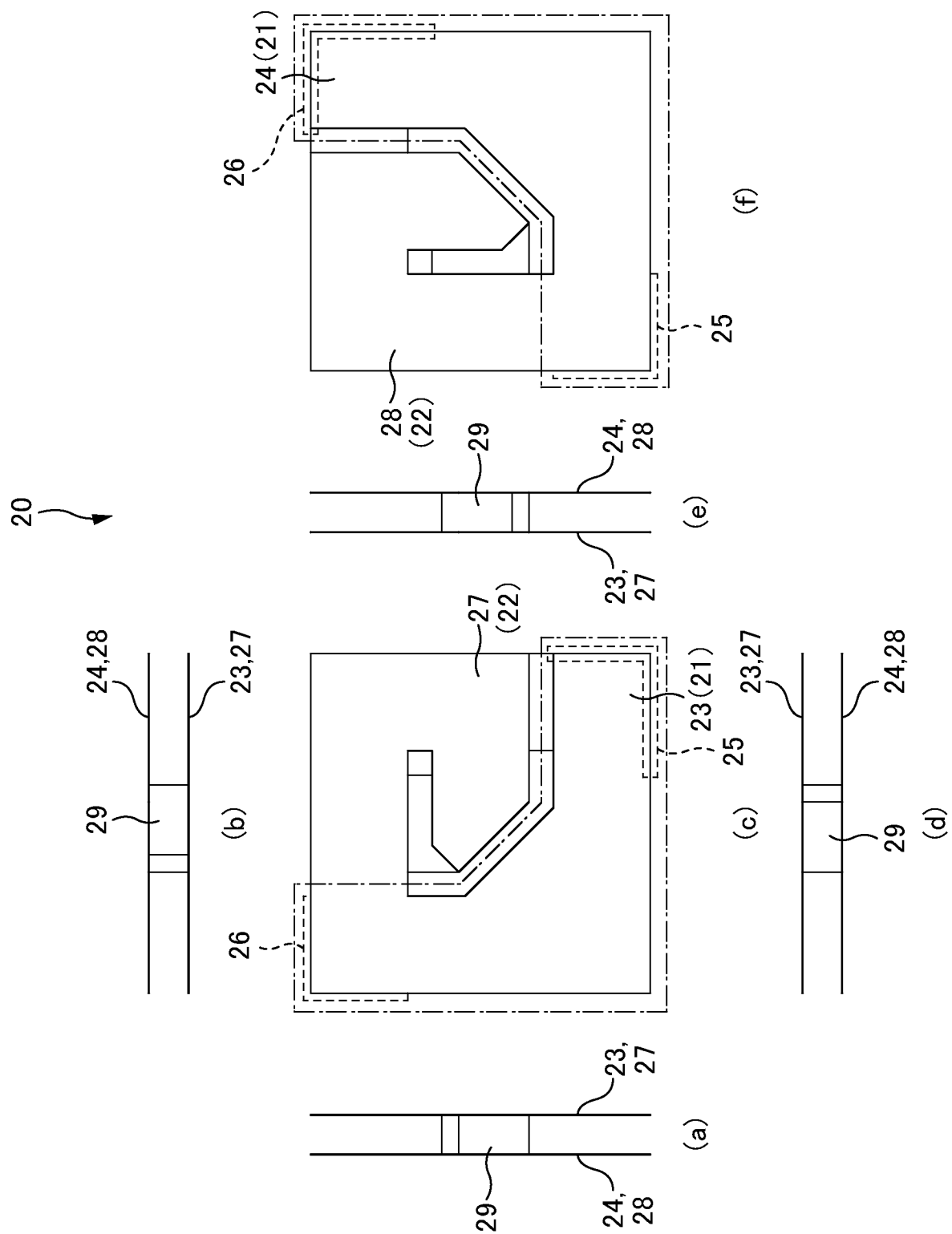
[図14]



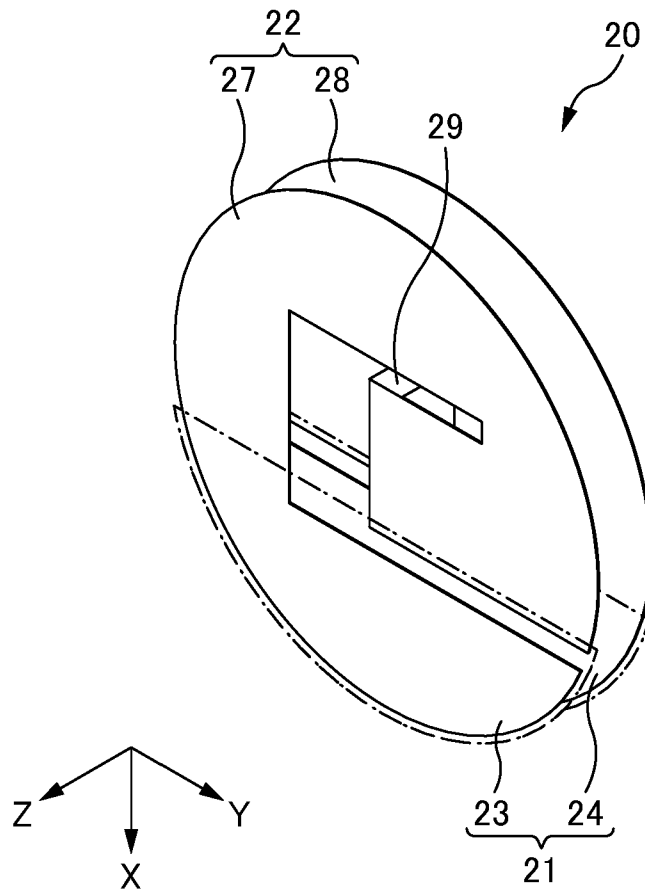
[図15]



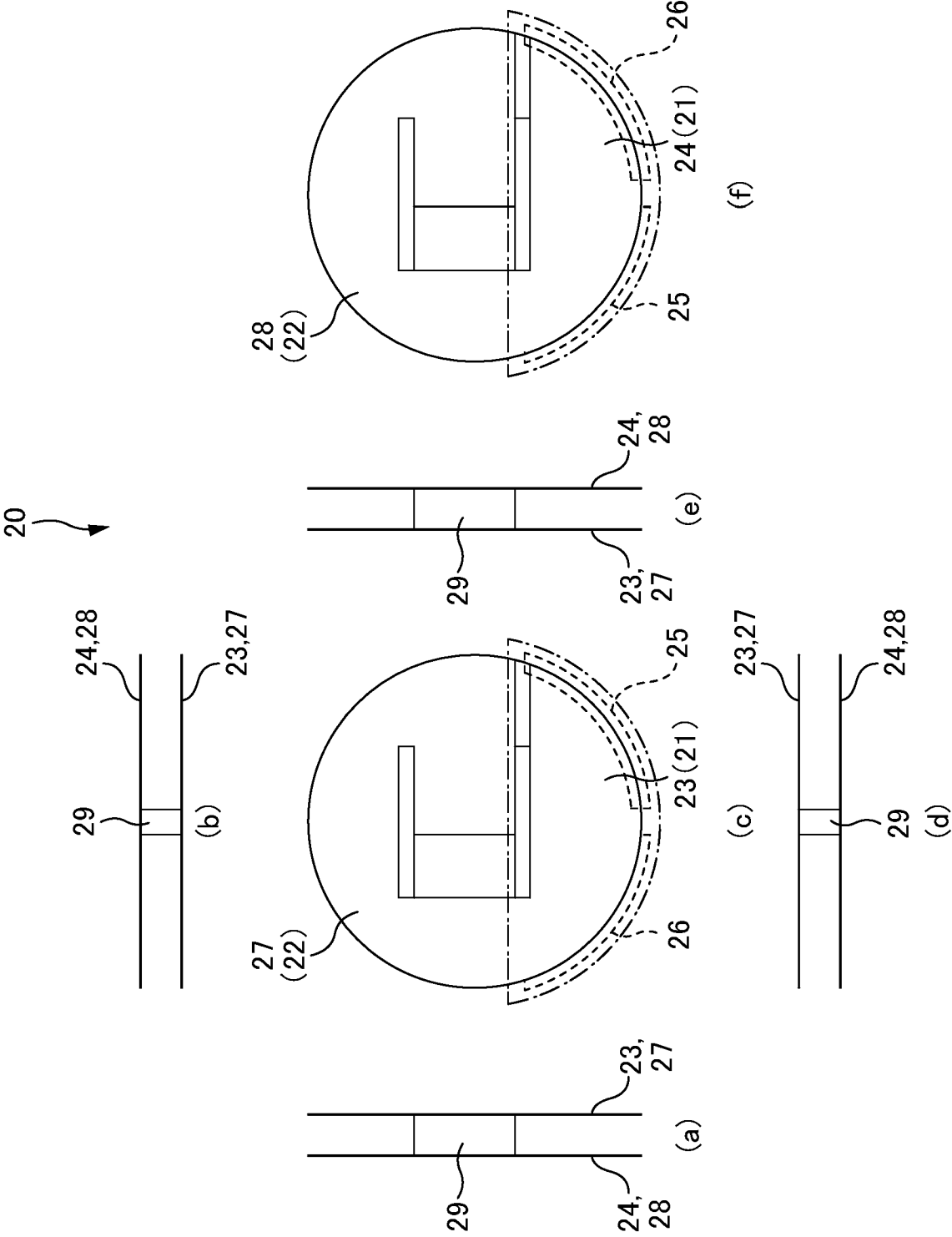
[図16]



[図17]



[図18]



[図19]

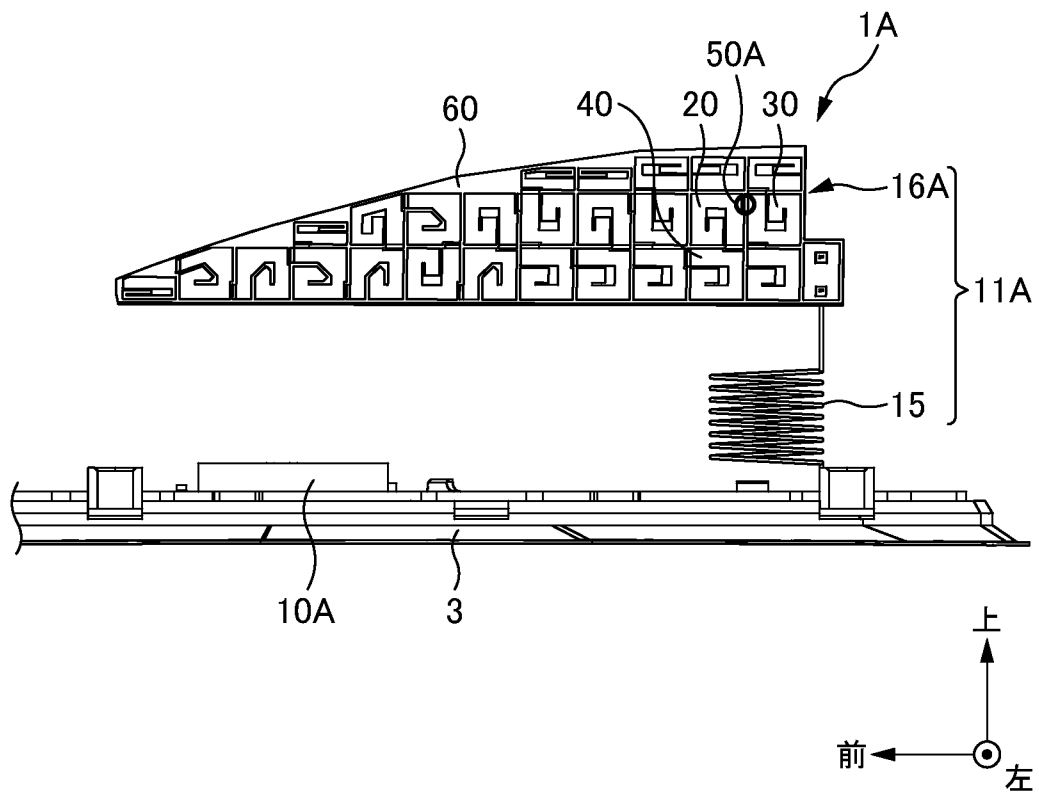


図19A

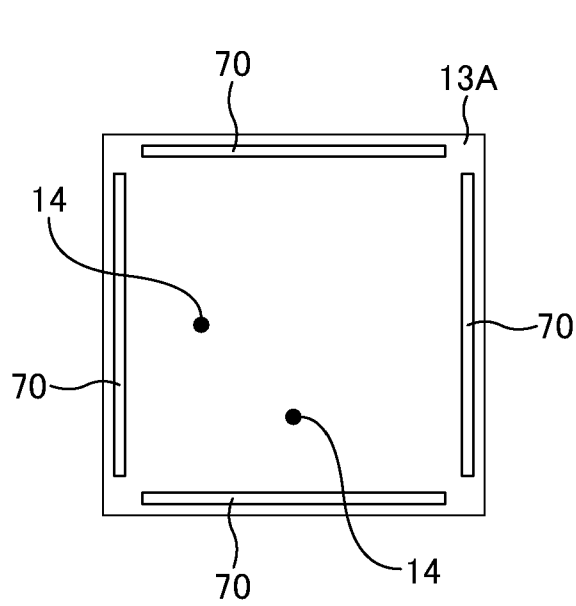


図19B

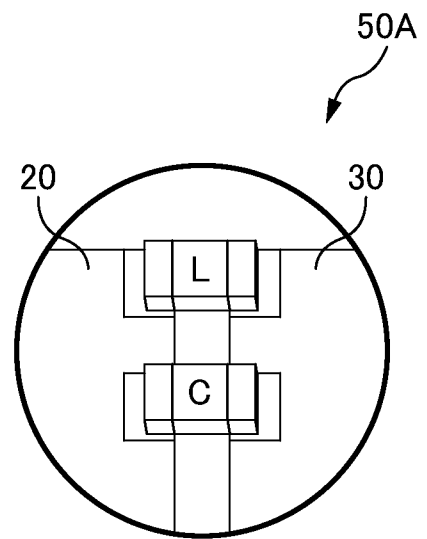
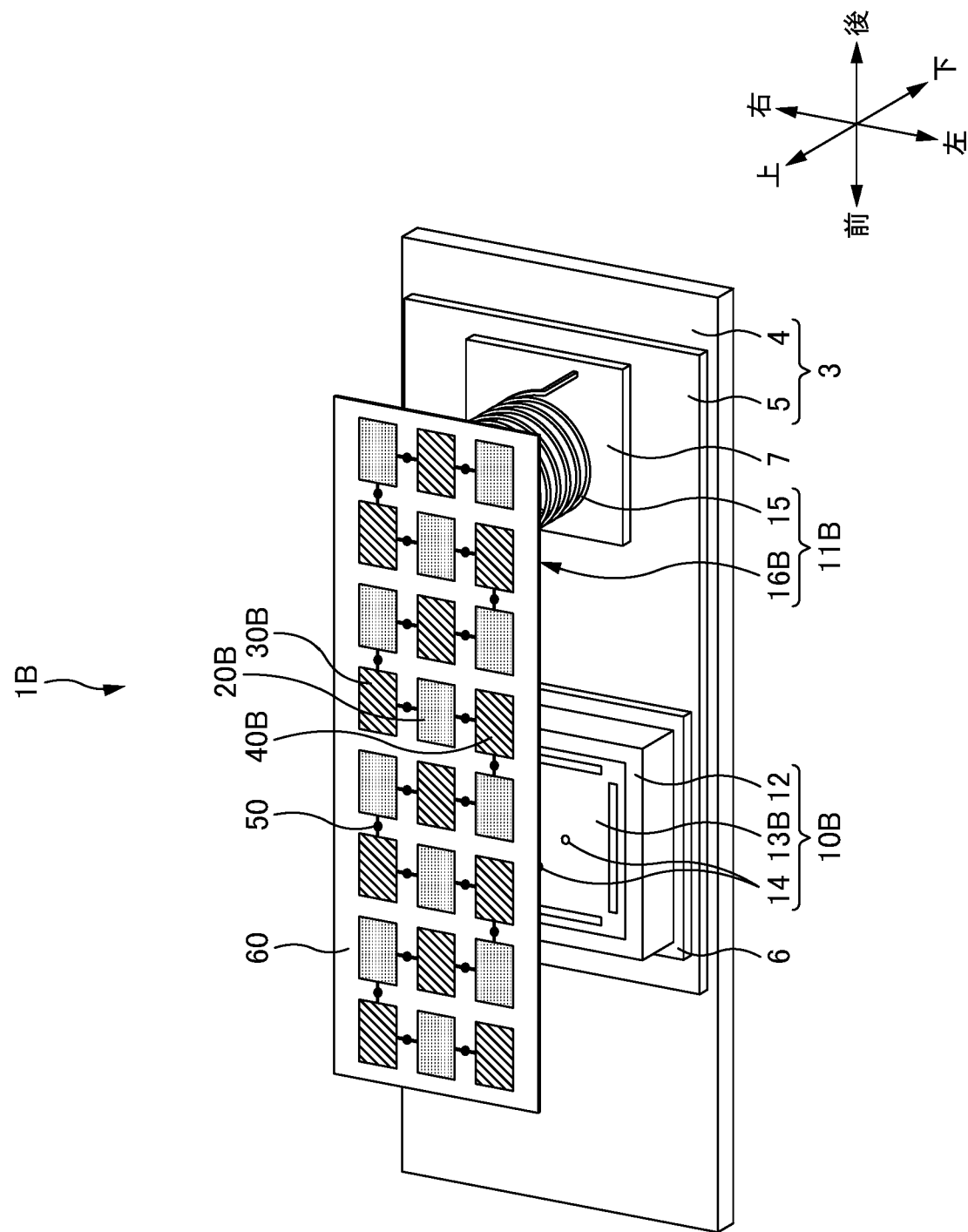


図19C

[図20]



[図21]

図21A

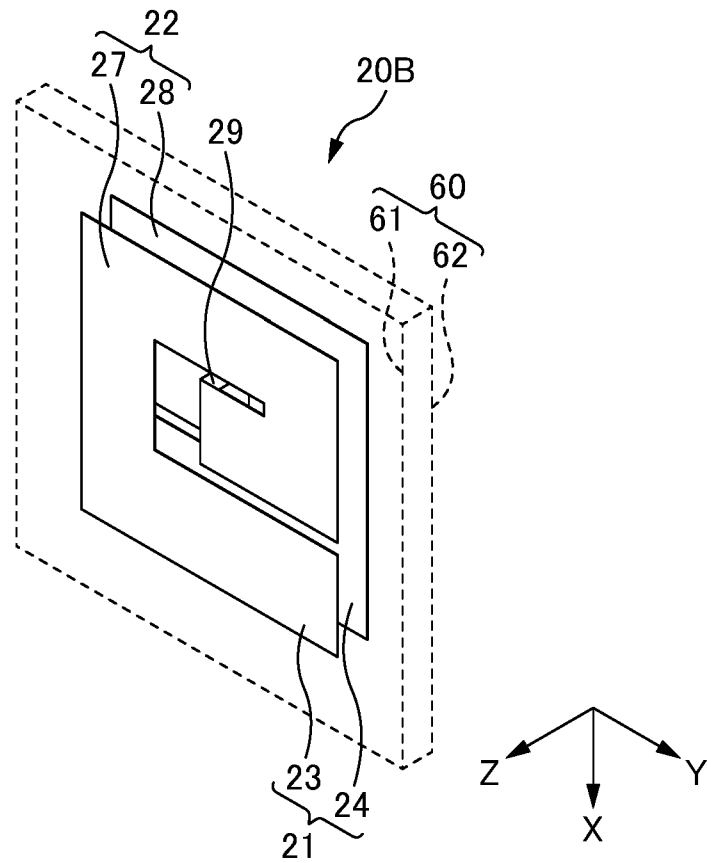
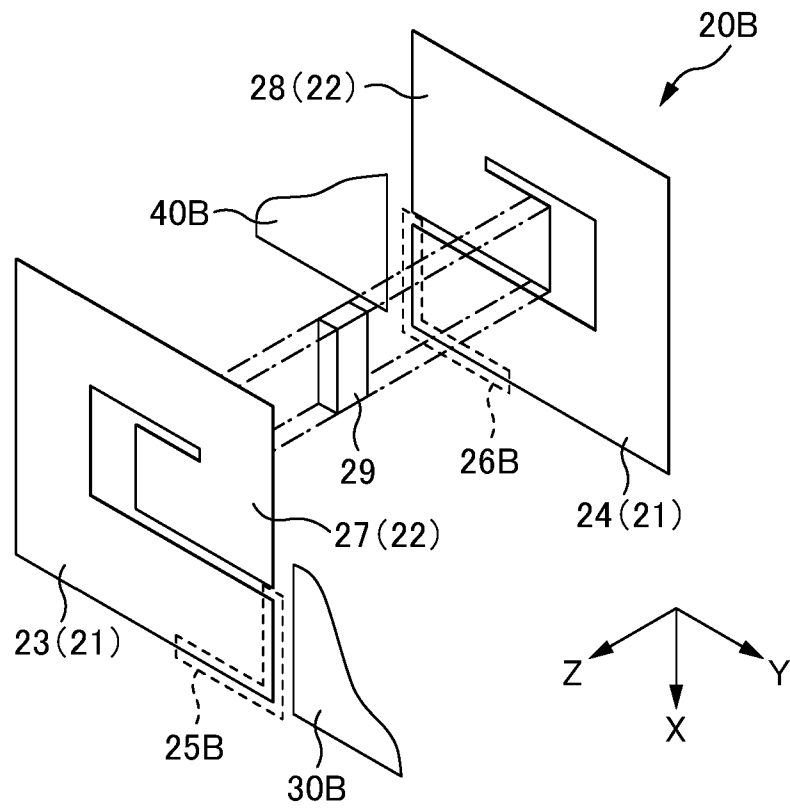
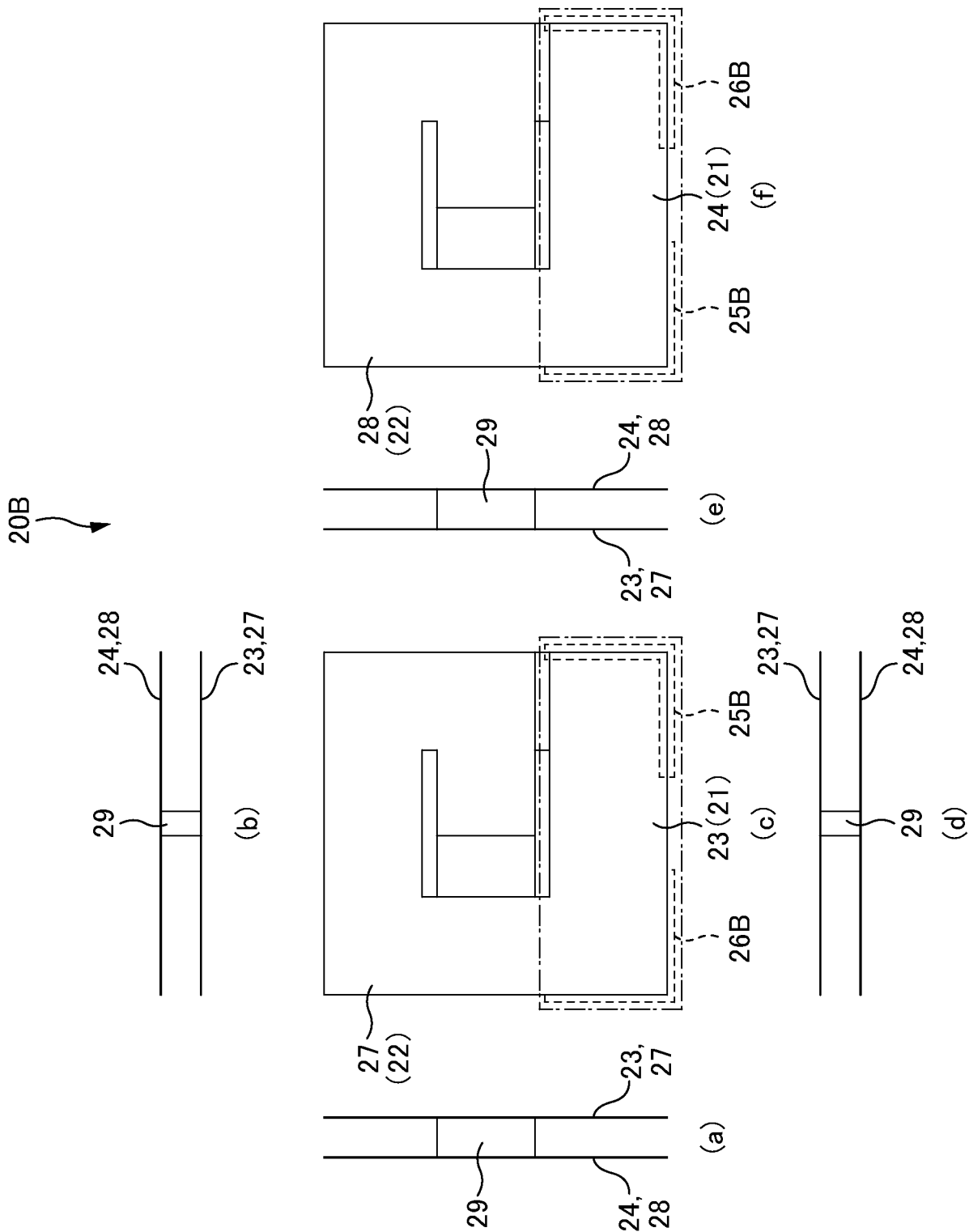


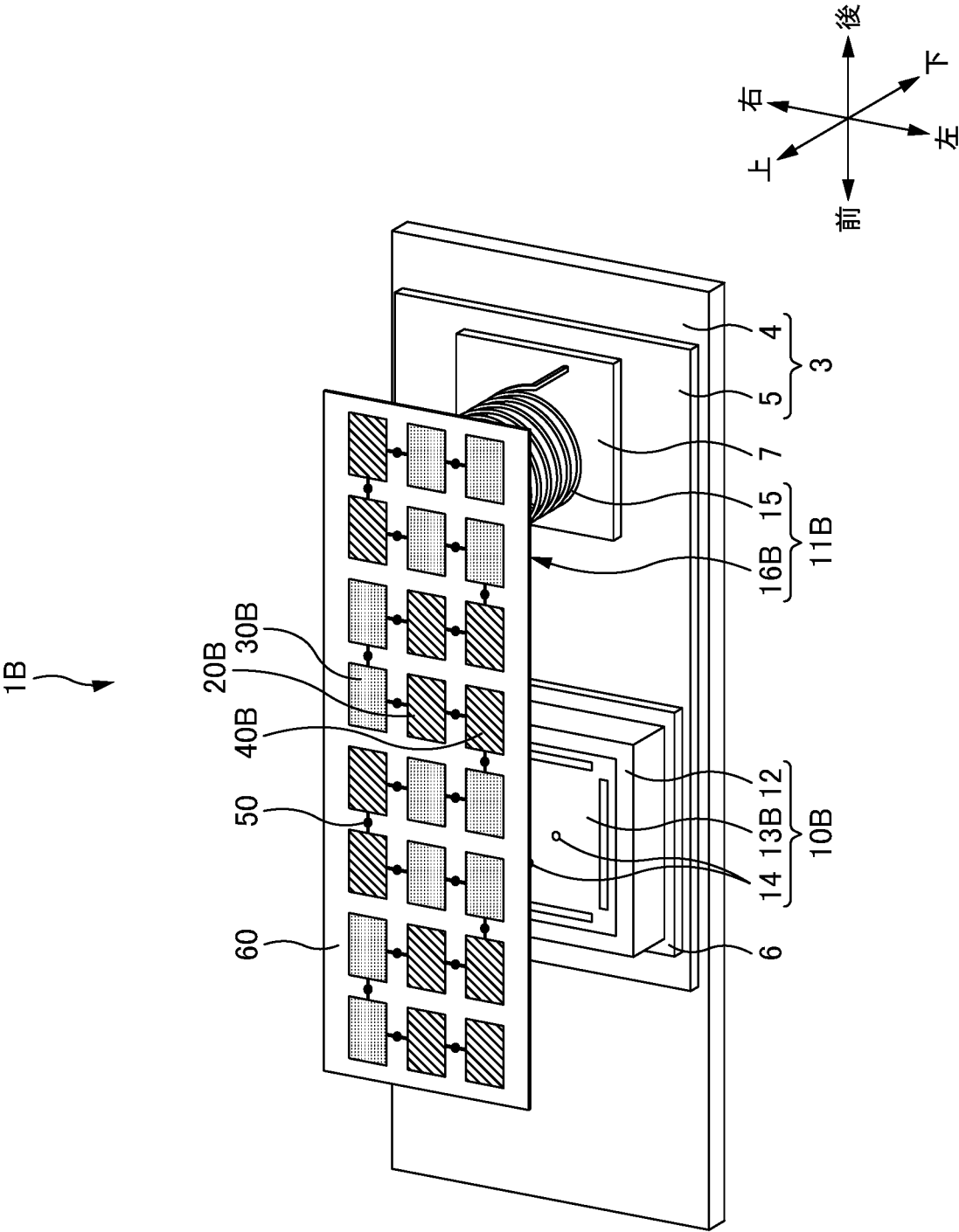
図21B



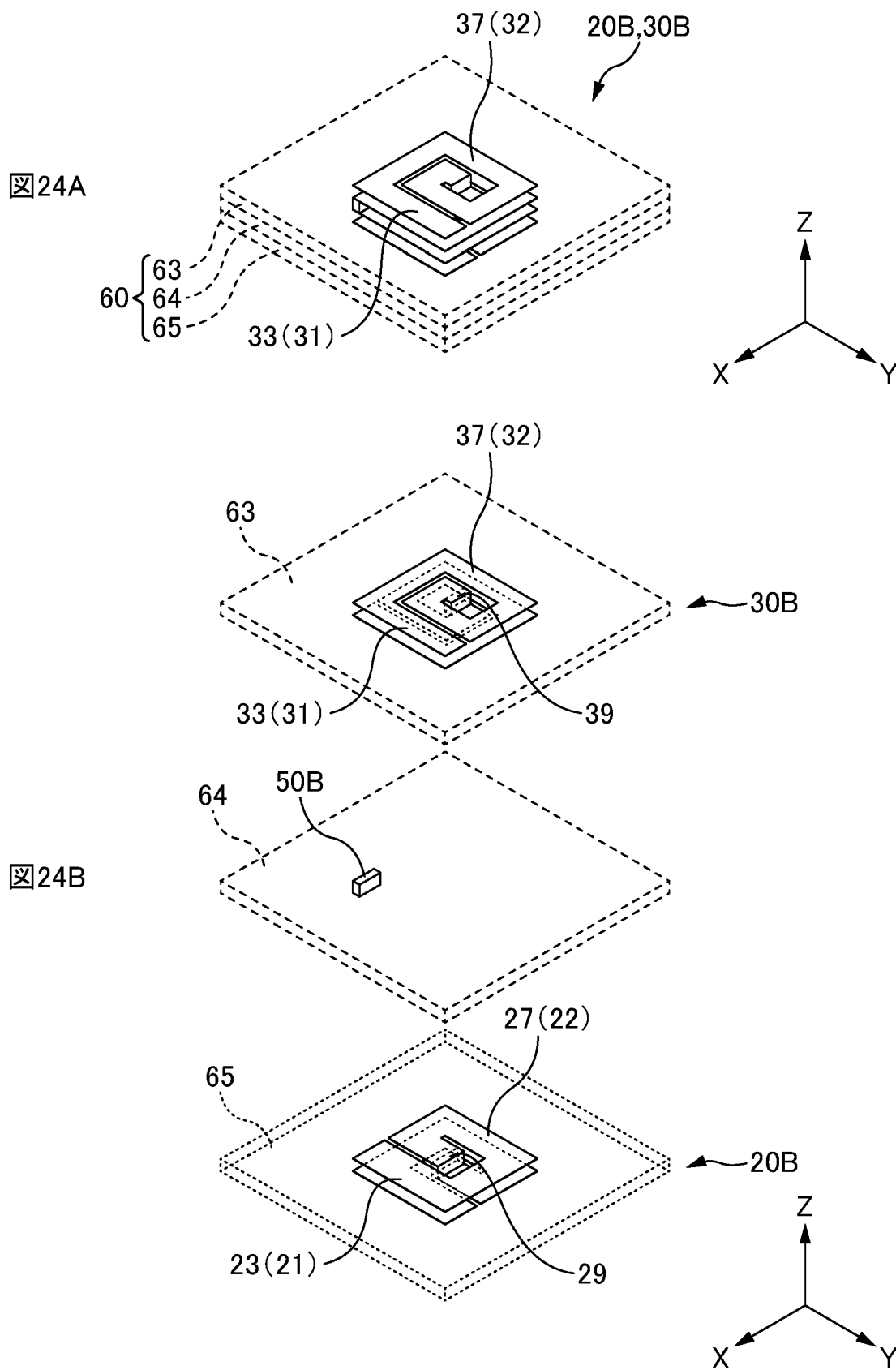
[図22]



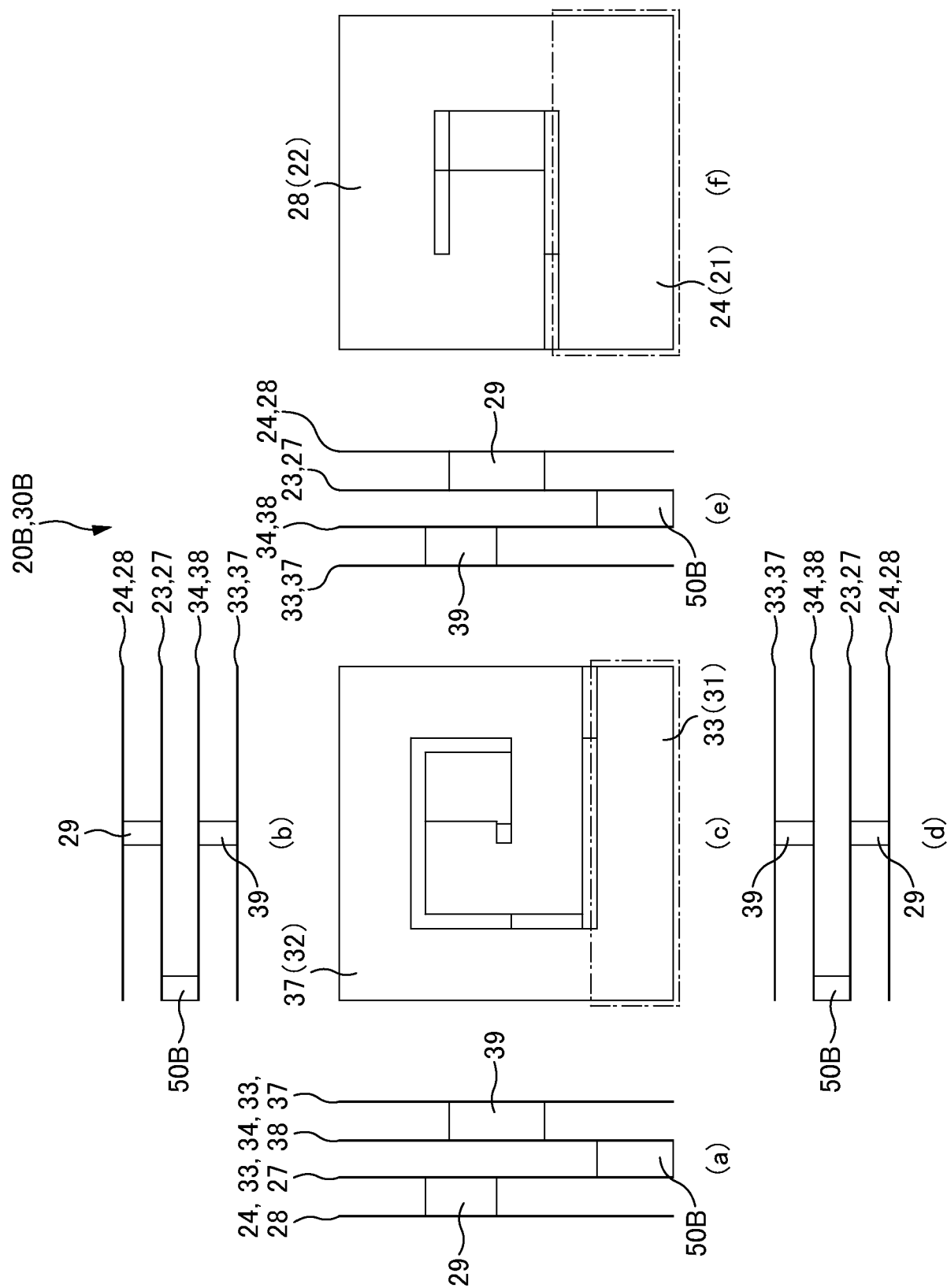
[図23]



[図24]



[図25]



[図26]

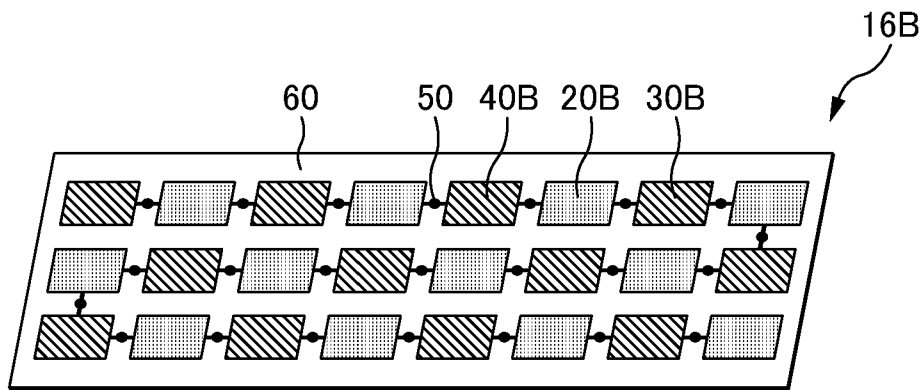


図26A

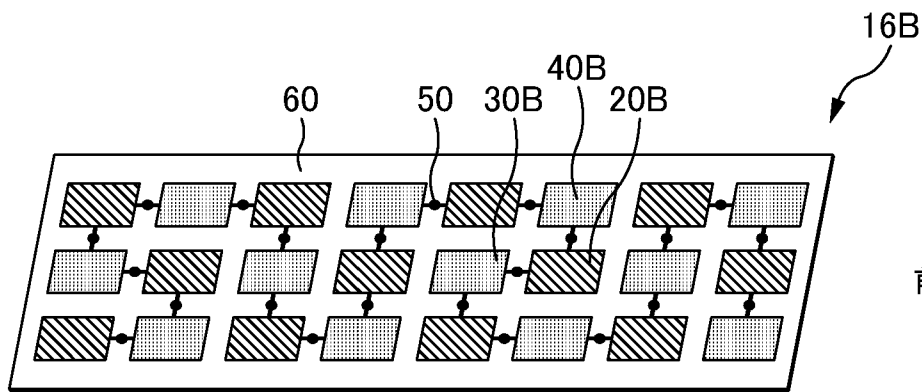


図26B

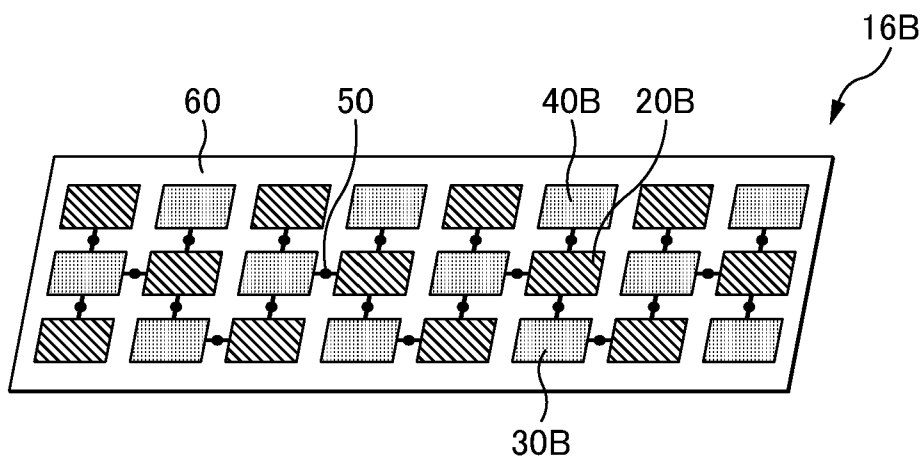


図26C

[図27]

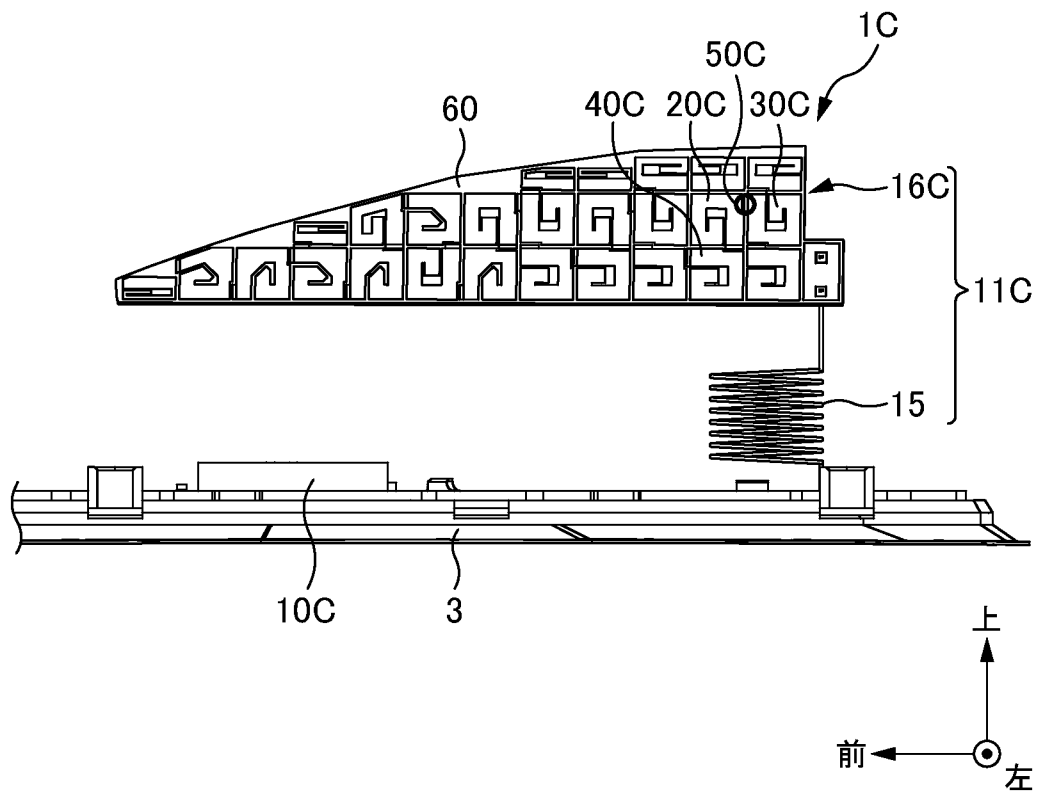


図27A

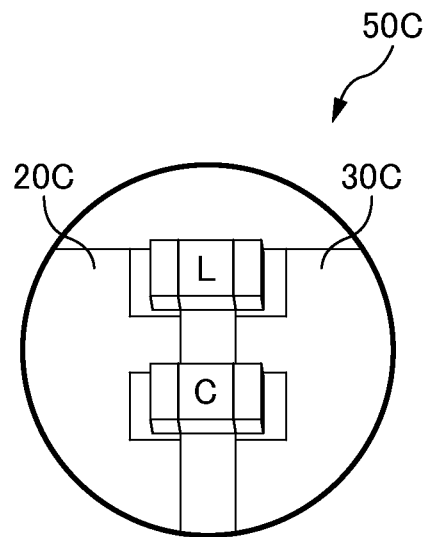
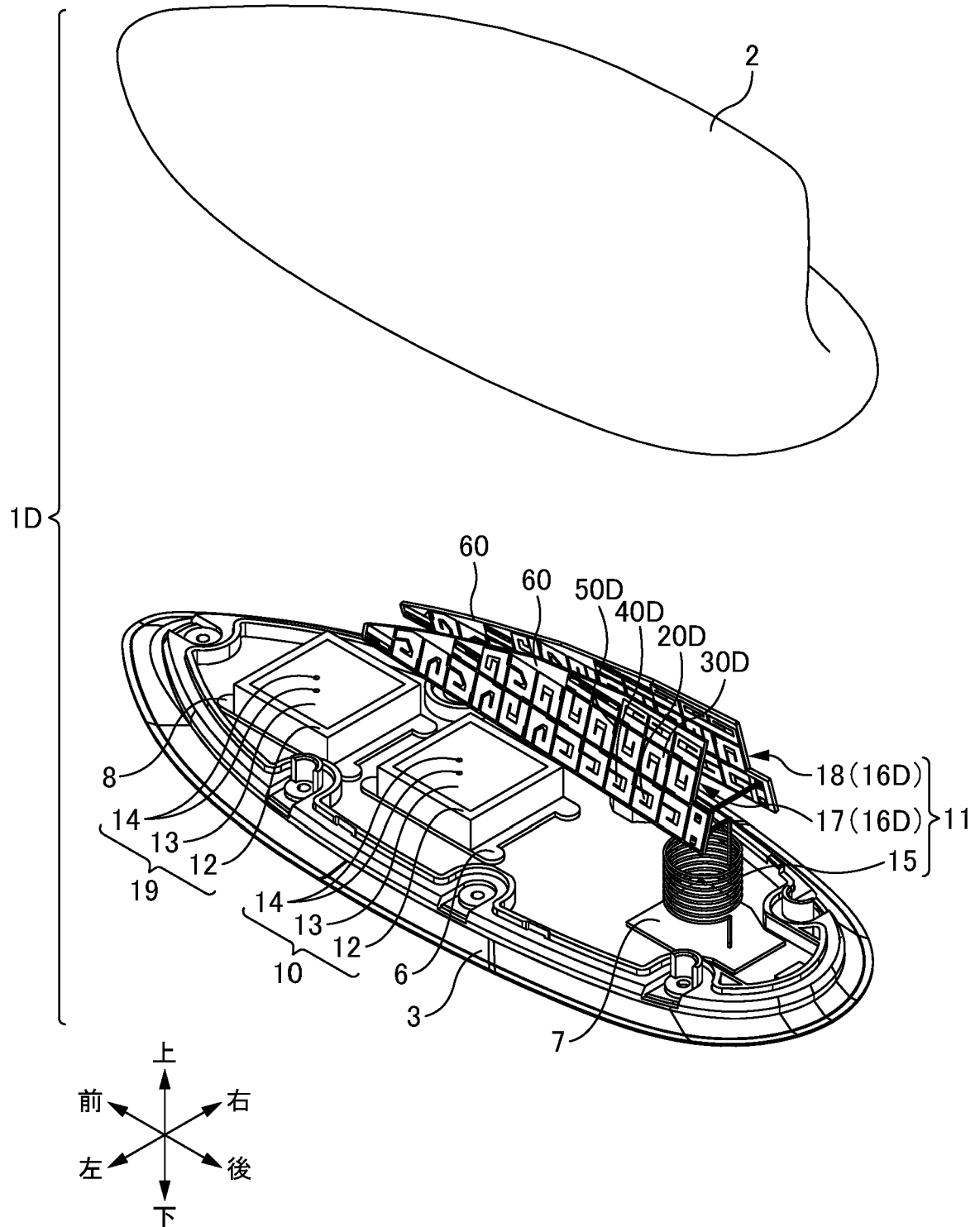


図27B

[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/041891

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.
Y	WO 2018/159668 A1 (YOKOWO CO., LTD.) 07 September 2018 (2018-09-07) paragraphs [0021]-[0034], fig. 1, 2, 6, 7	1-5, 9
A		6-8
Y	MACI, S. GENTILI, Biffi G. Dual-Frequency Patch Antennas. IEEE Antennas and Propagation Magazine. vol. 39, issue 6, December 1997, pp. 13-20 fig. 3	1-5, 9
Y	WO 2018/164018 A1 (YOKOWO CO., LTD.) 13 September 2018 (2018-09-13) fig. 12	1-5, 9



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

06 January 2022

Date of mailing of the international search report

25 January 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/041891

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	2018/164018	A1	13 September 2018	US	2021/0135366	A1	
				fig. 12			
				EP	3595086	A1	
				CN	110383581	A	

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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	WO 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	1-5, 9												
A		6-8												
Y	S. Maci, G. Biffi Gentili, Dual-Frequency Patch Antennas, IEEE Antennas and Propagation Magazine, Volume 39, Issue 6, 1997.12, p. 13-20 図3	1-5, 9												
Y	WO 2018/164018 A1 (株式会社ヨコオ) 13.09.2018 (2018 - 09 - 13) 図12	1-5, 9												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	"&" 同一パテントファミリー文献	"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 06.01.2022	国際調査報告の発送日 25.01.2022													
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/JP2021/041891

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	2018/164018	A1	13.09.2018	US	2021/0135366	A1	
				図12			
				EP	3595086	A1	
				CN	110383581	A	