

明 細 書

発明の名称：電気部品およびアンテナ

技術分野

[0001] この発明は、電気部品およびアンテナに関し、特に、特定の目的に適した電気部品およびアンテナに関する。

背景技術

[0002] アンテナをマルチバンド化する方法としては、次の方法があった。第1の方法は、それぞれの周波数で共振するアンテナ素子を一体化する方法である（たとえば、特開2009-4847号公報（以下「特許文献1」という））。第2の方法は、給電されたアンテナ素子に無給電素子を近接させる方法である（たとえば、特開平6-69715号公報（以下「特許文献2」という））。第3の方法は、線状アンテナ素子にLC共振器を挿入する方法である（たとえば、特開平5-121924号公報（以下「特許文献3」という））。

[0003] アンテナを機器に内蔵する携帯端末などでは、金属板だけで構成することができ、製造コストが安くなるので、特許文献1または特許文献2の方法が用いられることがある。しかしながら、アンテナを機器の外部に出す場合は、特許文献2の方法は使えず、特許文献1の方法も、アンテナの強度の問題で、使い難い。このため、1本のモノポールアンテナの途中にLC共振器を挿入する形で、特許文献3の方法が使われることがある。

[0004] また、従来、左手系伝送線路を構成する回路として、コンデンサとコイルとで構成されるHPF（High Pass Filter）型の伝送線路が知られている（たとえば、特開2008-28964号公報（以下「特許文献4」という）および特開2008-244683号公報（以下「特許文献5」という））。HPFにおいては、シリーズにコンデンサ、シャントにコイルが組込まれる。しかし、現実的には、コンデンサには、必ず、電極のインダクタンス成分がシリーズに入ってしまう。また、コイルの両端には、浮遊キャパシタ

ンス成分が入ってしまう。

- [0005] このシリーズのインダクタンス成分およびシャントのキャパシタンス成分は、通常の右手系の伝送線路と同じであるから、上述の左手系伝送線路は、右手／左手複合伝送線路といわれる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2009-4847号公報
特許文献2：特開平6-69715号公報
特許文献3：特開平5-121924号公報
特許文献4：特開2008-28964号公報
特許文献5：特開2008-244683号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1および特許文献2の方法は、マルチバンドアンテナとはいっても、基本的には、必要な共振を得るためのアンテナが、対応する周波数帯分の本数、必要である。このため、マルチバンドアンテナというよりも、マルチアンテナといえる。これらの方法では、複数のアンテナで給電を共用している分だけアンテナを小型化することができる。しかし、放射素子は共用していないので、省スペース化を図ることができない。
- [0008] 特許文献3の方法は、1本の放射素子を2つの周波数帯で共用するので、省スペース化することができ、マルチバンドアンテナといえる。しかし、インダクタンス素子とキャパシタンス素子とを並列で設ける必要がある。このため、2種類の素子を使う必要がある。また、並列で設けるため、アンテナの幅が広がってしまう。
- [0009] また、左手系伝送線路において、HPF型とする場合、HPFが直列に配置され、コンデンサが直列に周期配置されることとなるため、誘電体および導電体が交互に配置され、物理的に同じ材料の連続体とはならない。このた

め、特許文献4のように伝送線路として用いる場合、および、特許文献5のように立体的な左手系媒質として用いる場合に、強度を得にくいといった問題がある。

[0010] さらに、この左手系伝送線路を短波長で使用する場合、波長が短いので、コイル部分は作り易い。しかし、高周波であるので、コンデンサ部分の容量が小さくなり過ぎて、コンデンサ部分を高精度で作り難いといった問題がある。

[0011] この発明は、上述の問題点を解決するためになされたもので、この発明の目的の1つは、小型化することおよびマルチバンド化することが可能な電気部品およびアンテナを提供することである。

[0012] この発明の他の目的は、高強度および高精度で製造することが可能な電気部品を提供することである。

課題を解決するための手段

[0013] 上述の目的を達成するために、この発明のある局面によれば、電気部品は、第1のコイルと、第1のコイルを取囲むように設けられる第2のコイルとを備える。第1のコイルおよび第2のコイルは、電氣的に絶縁される。

[0014] この発明に従えば、この電気部品をアンテナ素子に接続することで、複数の周波数帯で共振させることができる。また、第1のコイルは、第2のコイルの内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することが可能な電気部品を提供することができる。

[0015] また、伝送線路やバンドパスフィルタなどの電気部品の主要部をコイルのみで構成することができる。その結果、高強度および高精度で製造することが可能な電気部品を提供することができる。

[0016] 好ましくは、第1のコイルの巻き線の巻き方向は、第2のコイルの巻き線の巻き方向と逆である。

[0017] 好ましくは、第1のコイルの巻き線の巻き方向は、第2のコイルの巻き線の巻き方向と同じである。

[0018] 好ましくは、第1のコイルは、第1の断面形状の筒状に、巻き数の増加に

応じて筒の長手方向に長くなるように、第1の導線を巻いたコイルであり、第2のコイルは、第1の断面形状を取囲む外形を持つ第2の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、第2の導線を巻いたコイルである。

[0019] 好ましくは、電気部品は、第1のコイルの両端がそれぞれ接続され電流を入出力可能な2つの入出力端子をさらに備える。

[0020] この発明に従えば、この電気部品をアンテナ素子に接続しやすくなる。その結果、電気部品単体で提供しやすくなることができる。

[0021] さらに好ましくは、第2のコイルは、入出力端子から入力される電磁波の半波長でそれぞれ共振する複数の分断されたコイルで構成される。第1のコイルは、第2のコイルが分断された箇所ごとに、コイルを介して基準電位点に接続される。

[0022] この発明に従えば、主要部としてコイルのみで、伝送線路やバンドパスフィルタなどの電気部品を構成することができる。その結果、電気部品を高強度および高精度で製造することができる。

[0023] さらに好ましくは、第2のコイルは、入出力端子から入力される電磁波の半波長に共振するコイルである。第1のコイルは、いずれか一端でコイルを介して基準電位点に接続される。

[0024] この発明に従えば、主要部としてコイルのみで、伝送線路やバンドパスフィルタなどの電気部品を構成することができる。その結果、電気部品を高強度および高精度で製造することができる。

[0025] 好ましくは、電気部品は、第2のコイルの両端がそれぞれ接続され電流を入出力可能な2つの入出力端子をさらに備える。

[0026] この発明に従えば、この電気部品を他の部品に接続しやすくなる。その結果、電気部品単体で提供しやすくなることができる。

[0027] 好ましくは、電気部品は、第1のコイルの一端が接続され電流を入出力可能な入出力端子をさらに備える。

[0028] この発明に従えば、この電気部品を他の部品に接続しやすくなる。その結

果、電気部品単体で提供しやすくすることができる。

[0029] 好ましくは、電気部品は、第2のコイルの一端が接続され電流を入出力可能な入出力端子をさらに備える。

[0030] この発明に従えば、この電気部品を他の部品に接続しやすくなる。その結果、電気部品単体で提供しやすくすることができる。

[0031] この発明の他の局面によれば、アンテナは、上述の両端に入出力端子を備える電気部品と、一方端に給電点を有し、他方端で電気部品の入出力端子のうちの第1の入出力端子と電氣的に接続される給電側導線と、一方端で電気部品の入出力端子のうち第1の入出力端子と異なる第2の入出力端子と電氣的に接続される先端側導線とを備える。

[0032] この発明に従えば、このアンテナを2つの周波数帯で共振させることができる。また、第1のコイルは、第2のコイルの内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することが可能なアンテナを提供することができる。

[0033] この発明のさらに他の局面によれば、アンテナは、上述の両端に入出力端子を備える電気部品と、一方端で電気部品の入出力端子のうちの第1の入出力端子と電氣的に接続される先端側導線とを備える。電気部品は、入出力端子のうちの第1の入出力端子と異なる第2の入出力端子に給電点を有する。

[0034] この発明に従えば、このアンテナを2つの周波数帯で共振させることができる。また、第1のコイルは、第2のコイルの内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することが可能なアンテナを提供することができる。

[0035] この発明のさらに他の局面によれば、アンテナは、上述の一端に入出力端子を備える電気部品と、一方端に給電点を有し、他方端で電気部品の入出力端子と電氣的に接続される給電側導線とを備える。

[0036] この発明に従えば、このアンテナを2つの周波数帯で共振させることができる。また、第1のコイルは、第2のコイルの内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することが可能なアンテナを提供す

ることができる。

[0037] この発明のさらに他の局面によれば、アンテナは、上述の一端に入出力端子を備える電気部品を備え、電気部品は、入出力端子に給電点を有する。

[0038] この発明に従えば、このアンテナを2つの周波数帯で共振させることができる。また、第1のコイルは、第2のコイルの内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することが可能なアンテナを提供することができる。

[0039] 好ましくは、当該アンテナを搭載する装置で使用可能な2つの周波数帯で共振するように、第1のコイルおよび第2のコイルまたは給電側導線もしくは先端側導線の大きさが定められる。

[0040] この発明のさらに他の局面によれば、アンテナは、上述の両端に入出力端子を備える電気部品と、マルチバンドアンテナとして機能するように接続された複数の導線とを備え、複数の電気部品は、それぞれ、複数の導線のいずれかの途中、または、導線のいずれか2つの間に接続される。

[0041] この発明に従えば、このアンテナを複数の周波数帯で共振させることができる。また、電気部品を設けない場合と比較してアンテナを小型化することができる。その結果、小型化することおよび複数の周波数帯で共振させることが可能なアンテナを提供することができる。

[0042] 好ましくは、アンテナを搭載する装置で使用可能な複数の周波数帯で共振するように、複数の電気部品の第1のコイルおよび第2のコイルまたは複数の導線の大きさが定められる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1A]この発明の実施形態におけるアンテナ補助素子の概略の外観図（正面図）である。

[図1B]この発明の実施形態におけるアンテナ補助素子の概略の外観図（平面図）である。

[図1C]この発明の実施形態におけるアンテナ補助素子の概略の外観図（側面図）である。

[図2A]この実施形態におけるアンテナの構造の概略を示す図（全体図）である。

[図2B]この実施形態におけるアンテナの構造の概略を示す図（アンテナ補助素子の拡大図）である。

[図3]この実施形態におけるアンテナの構造および動作の様子を模式的に示す図である。

[図4]この実施形態のアンテナのインダクタンスの値の特性を示すグラフである。

[図5]この実施形態のアンテナの反射特性を示すグラフである。

[図6A]シミュレーションでの比較のための、この実施形態におけるアンテナの構造の概略を示す図（全体図）である。

[図6B]シミュレーションでの比較のための、この実施形態におけるアンテナの構造の概略を示す図（アンテナ補助素子の拡大図）である。

[図7]シミュレーションでの比較のための、この実施形態におけるアンテナの反射特性を示すグラフである。

[図8]シミュレーションでの比較のための、従来のアンテナの構造の概略を示す図である。

[図9]シミュレーションでの比較のための、従来のアンテナの反射特性を示すグラフである。

[図10]実験での比較のための、この実施形態におけるアンテナの外観図である。

[図11]実験での比較のための、従来のアンテナの外観図である。

[図12]実験での比較のための、この実施形態におけるアンテナのアンテナ補助素子の外観図である。

[図13]実験でのアンテナの反射特性の比較結果を示すグラフである。

[図14A]第2の実施の形態における伝送線路の概略の外観図（平面図）である。

[図14B]第2の実施の形態における伝送線路の概略の外観図（側面図）である。

。

[図14C]第2の実施の形態における伝送線路の概略の外観図（正面図）である

。

[図15]第2の実施の形態における伝送線路の伝送特性および反射特性を示すグラフである。

[図16]伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の概略の第1の外観図である。

[図17]伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の概略の第2の外観図である。

[図18]伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の概略の第3の外観図である。

[図19]伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の伝送特性および反射特性を示すグラフである。

[図20]伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の位相特性を示すグラフである。

[図21A]第2の実施の形態の変形例における伝送線路の概略の外観図（正面図）である。

[図21B]第2の実施の形態の変形例における伝送線路の概略の外観図（側面図）である。

[図22]第2の実施の形態の変形例における伝送線路の伝送特性および反射特性を示すグラフである。

[図23]第2の実施の形態の変形例における伝送線路の製造方法の一例を示す図である。

[図24]第3の実施の形態のアンテナと比較するための従来のアンテナの構造の概略を示す図である。

[図25]第3の実施の形態のアンテナの構造の概略を示す図である。

[図26]第3の実施の形態の従来とのアンテナの反射特性の比較結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0044] [第1の実施の形態]

以下、この発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰返さない。

[0045] [アンテナ補助素子の構造]

図1Aから図1Cは、それぞれ、この発明の実施形態におけるアンテナ補助素子10の概略の外観図（正面図、平面図および側面図）である。図1Aから図1Cを参照して、アンテナ補助素子10は、主要な構成として、内側コイル11と外側コイル12とを含む。また、付随的な構成として、入出力端子13、14を含む。また、選択的な構成として、コア15を含む。ここで、コア15は、コイルを巻くためのコア材である。当該コア材は、損失の少ない構造材であるものが望ましく、高周波用には主にアルミナが用いられ、低周波用にはフェライトが用いられる。また、具体的に、アンテナ補助素子10の大きさは、2.1mm×1.6mm×1.5mmである。

[0046] 外側コイル12は、内側コイル11を取囲むように設けられる。具体的には、内側コイル11は、螺旋状に、導線を巻いたコイルである。螺旋状とは、円形の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるような形状である。なお、断面形状は、円形に限定されず、楕円形であってもよいし、四角形などの多角形であってもよい。多角形の場合は、必然的に角は丸くなる。また、筒の長手方向で、一定の断面形状でなくてもよい。

[0047] 外側コイル12は、内側コイル11の巻き面の筒の断面形状を取囲む外形を持つ断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、内側コイル11と逆の巻き方向に、導線を巻いたコイルである。本実施形態においては、内側コイル11および外側コイル12の筒の断面形状は、いずれも円形であるので、両断面形状は、中心が略同じで、断面形状の円の直径が、内側コイル11よりも外側コイル12の方が大きい。

[0048] なお、内側コイル11および外側コイル12の筒の断面形状が、他の形状

である場合は、外側コイル 1 2 の筒の断面形状は、内側コイル 1 1 の断面形状を取囲む外形を持つ断面形状であればよい。

[0049] 内側コイル 1 1 および外側コイル 1 2 は、電氣的に絶縁される。本実施形態においては、内側コイル 1 1 および外側コイル 1 2 が電氣的に接続していない状態で樹脂などの絶縁体で固められる。なお、絶縁体は誘電体であってもよい。

[0050] また、本実施形態においては、内側コイル 1 1 の両端に入出力端子 1 3, 1 4 が設けられる。内側コイル 1 1 および出力端子 1 3, 1 4 は、たとえば、半田付けなどの方法で、電氣的に接続されるように接合される。つまり、外側コイル 1 2 は、外部とは電氣的に接続可能な状態とはされない。

[0051] 入出力端子 1 3, 1 4 は、それぞれ、基板 3 1 上に形成された導線 2 1, 2 2 に、たとえば、半田付けなどの方法で、電氣的に接続されるように接合される。

[0052] [アンテナの構造]

図 2 A および図 2 B は、この実施形態におけるアンテナの構造の概略を示す図（全体図およびアンテナ補助素子 1 0 A の拡大図）である。図 2 A および図 2 B を参照して、アンテナ補助素子 1 0 A を用いてアンテナを形成することができる。

[0053] 図 2 B で示すように、アンテナ補助素子 1 0 A は、図 1 A から図 1 C で示したアンテナ補助素子 1 0 と同様の構造である。ただし、内側コイルおよび外側コイルを形成する導線が、図 1 A から図 1 C のアンテナ補助素子 1 0 では、円形断面であったが、図 2 A および図 2 B のアンテナ補助素子 1 0 A では、矩形断面となっている。このように、コイルを形成する導線の断面は、円形および矩形など、どのような断面であってもよい。

[0054] アンテナ補助素子 1 0 A の一方の入出力端子は、基板 6 1 上に形成された L 字型の導線 4 2 に接続される。他方の入出力端子は、基板 6 1 上に形成された導線 4 1 に接続される。導線 4 1 のアンテナ補助素子 1 0 A と接続される側の反対側には、給電点が設けられる。

[0055] また、基板 6 1 上には、グラウンド面 5 1 が形成される。交流源 7 1 の給電点に接続される側の反対側およびグラウンド面 5 1 は、それぞれ、アース 7 2 に接続される。これにより、アンテナ補助素子 1 0 A および導線 4 1, 4 2 によってアンテナが形成される。

[0056] 図 3 は、この実施形態におけるアンテナの構造および動作の様子を模式的に示す図である。図 3 を参照して、図 3 (A) は、図 2 A および図 2 B で示したアンテナの構造を模式的に示したものである。

[0057] このアンテナでは、図 4 に示すように、周波数によってインダクタンス値が変わることにより、アンテナ補助素子 1 0 A がインダクタンスとして機能する場合 (図 3 (B)) と、インダクタンス値がキャンセルされ、コイルが入っていないように見える場合 (図 3 (C)) との 2 つの共振を得ることができる。

[0058] [アンテナの特性]

図 4 は、この実施形態のアンテナのインダクタンスの値 (L 値) の特性を示すグラフである。図 4 を参照して、この実施形態のアンテナは、アンテナ補助素子 1 0 A を備えることによって、1.5 GHz で L 値が自己共振点を持つ。このため、1.5 GHz より低周波側の L 値が所定値を取る周波数帯、および、1.5 GHz より高周波側の L 値がキャンセルされる周波数帯の 2 つの周波数帯でアンテナとすることができる。

[0059] 図 5 は、この実施形態のアンテナの反射特性を示すグラフである。図 5 を参照して、0.9 GHz 近辺の周波数帯と、1.9 GHz 近辺の周波数帯とで、アンテナが共振していることが示されている。また、1.9 GHz 近辺の周波数帯の方が、0.9 GHz 近辺の周波数帯よりも広帯域で共振していることが示されている。

[0060] 低周波側では、L 値によって波長が短縮され、狭帯域となる。一方、高周波側では、L 値が 0 近辺であり、逆に、広帯域となる。

[0061] 携帯電話で用いられる周波数帯には、815~960 MHz および 1750~2170 MHz の周波数帯があり、高周波側の方が周波数帯域が広い。

また、ワイヤレス LAN (Local Area Network) で用いられる周波数帯には、2400～2484 MHz および 5150～5850 MHz の周波数帯があり、同様に、高周波側の方が周波数帯域が広い。このように、使用電波の周波数の帯域の仕様が高周波側の方が広いケースが多い。

[0062] このため、この実施形態のアンテナにおける、高周波側で広帯域で共振するという特性を生かすように、この実施形態のアンテナのアンテナ補助素子 10A のコイルおよび導線 41, 42 の大きさを、上述の携帯電話またはワイヤレス LAN の周波数帯で共振するように定めることができる。

[0063] [本実施形態のアンテナと従来のアンテナとのシミュレーションでの比較]

図 6A および図 6B は、シミュレーションでの比較のための、この実施形態におけるアンテナの構造の概略を示す図（全体図およびアンテナ補助素子 10B の拡大図）である。図 6A および図 6B を参照して、この実施形態におけるアンテナの構造は、図 2A および図 2B で説明したアンテナの構造と同様である。このため、重複する説明は繰返さない。

[0064] 図 7 は、シミュレーションでの比較のための、この実施形態におけるアンテナの反射特性を示すグラフである。図 7 を参照して、この実施形態におけるアンテナの反射特性を示すグラフは、図 5 で示したグラフと同様である。このため、重複する説明は繰返さない。

[0065] 図 8 は、シミュレーションでの比較のための、従来のアンテナの構造の概略を示す図である。図 8 を参照して、この従来のアンテナは、特許文献 1 で示したアンテナと同様のものである。

[0066] この従来のアンテナは、導線 142 が途中で分岐したアンテナである。このアンテナは基板 161 に形成される。また、交流源 171 からの給電点がアンテナの一方端に設けられる。基板 161 上には、グラウンド面 151 が形成される。交流源 171 の給電点に接続される側の反対側およびグラウンド面 151 は、それぞれ、アース 172 に接続される。

[0067] この従来のアンテナにおいては、アンテナの他方端が分岐していることに

よって、それぞれの長さに応じた2つの周波数帯で共振する。

[0068] 図9は、シミュレーションでの比較のための、従来のアンテナの反射特性を示すグラフである。図9を参照して、図7のこの実施形態におけるアンテナの反射特性を示すグラフと比較すると、 -5 dB での共振している周波数帯の幅が、低周波側では、この実施形態の方が狭くなっている。また、高周波側では、この実施形態とほぼ同じとなっている。また、低周波側および高周波側で、この実施形態の方が、共振が強くなっている。

[0069] このように、高周波側で共振している周波数帯の幅としてほぼ同じ幅を得ることができる状況において、図6Aおよび図6Bで示したこの実施形態のアンテナの導線42Bの大きさは、図8の従来のアンテナの導線142の大きさのおおよそ半分以下である。このように、アンテナ補助素子10Bを用いることで、アンテナを小型化することができる。

[0070] [本実施形態のアンテナと従来のアンテナとの実験での比較]

図10は、実験での比較のための、この実施形態におけるアンテナの外観図である。図10を参照して、この図の下辺の中央付近から右上に伸びて導線41Bに至っている線は、同軸ケーブルである。その他の構成については、図6Aおよび図6Bで示した構成と同様であるので、重複する説明は繰返さない。

[0071] 同軸ケーブルの内部導体は、導線41Bの給電点に半田付けされることで電氣的に接続されている。また、同軸ケーブルの外部導体は、グラウンド面51Bに半田付けされることで電氣的に接続されている。

[0072] 図11は、実験での比較のための、従来のアンテナの外観図である。図11を参照して、図10と同様に、この図の下辺の中央付近から右上に伸びて導線142に至っている線は、同軸ケーブルである。その他の構成については、図8で示した構成と同様であるので、重複する説明は繰返さない。

[0073] 同軸ケーブルの内部導体は、導線142の給電点に半田付けされることで電氣的に接続されている。また、同軸ケーブルの外部導体は、グラウンド面151に半田付けされることで電氣的に接続されている。

[0074] 図12は、実験での比較のための、この実施形態におけるアンテナのアンテナ補助素子10Bの外観図である。図12を参照して、アンテナ補助素子10Bにおいて、入出力端子13B、14Bの一部、内側コイル11Bおよびコア15Bは、固められた樹脂16Bの内部に存在する。

[0075] 外側コイル12Bは、樹脂16Bの上から、内側コイル11Bを取囲むように、内側コイルと逆向きの巻き方向で巻付けられている。

[0076] そして、入出力端子13B、14Bの樹脂16Bの外部に出ている部分が、それぞれ、導線41B、42Bと半田付けされることで電氣的に接続されている。

[0077] 図13は、実験でのアンテナの反射特性の比較結果を示すグラフである。図13を参照して、グラフA（実線）がこの実施形態のアンテナの反射特性を示し、グラフB（破線）が従来のアンテナの反射特性を示す。

[0078] 比較すると、-5dBでの共振している周波数帯の幅が、低周波側では、この実施形態の方が狭くなっている。また、高周波側では、この実施形態の方が広がっている。また、高周波側で、この実施形態の方が、共振が強くなっている。

[0079] このように、共振している周波数帯の幅として、高周波側でこの実施形態は従来よりも広い幅が得られ、低周波側でこの実施形態は従来よりも狭い幅が得られ、かつ、共振の強さとして、高周波側ではこの実施形態は従来よりも強くなる状況において、図10のこの実施形態のアンテナの導線42Bの大きさは、図11の従来のアンテナの導線142の大きさのおおよそ半分以下である。このように、アンテナ補助素子10Bを用いることで、アンテナを小型化することができる。

[0080] [第1の実施の形態のまとめ]

(1) 以上、説明したように、本実施形態のアンテナ補助素子10、10A、10Bは、内側コイル11、11A、11Bと、内側コイル11、11A、11Bを取囲むように設けられる外側コイル12、12A、12Bとを備える。内側コイル11、11A、11Bおよび外側コイル12、12A

， 1 2 B は、電氣的に絶縁される。

[0081] このような構成によれば、このアンテナ補助素子 1 0， 1 0 A， 1 0 B をアンテナ素子である導線 2 1， 2 2， 4 1， 4 2， 4 1 B， 4 2 B に接続することで、アンテナとして 2 つの周波数帯で共振させることができる。また、内側コイル 1 1， 1 1 A， 1 1 B は、外側コイル 1 2， 1 2 A， 1 2 B の内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することができる。

[0082] 内側コイル 1 1， 1 1 A， 1 1 B の巻き線の巻き方向は、外側コイル 1 2， 1 2 A， 1 2 B の巻き線の巻き方向と逆である。

[0083] 逆方向の巻きの場合の方が、順方向の巻きの場合よりも、共振する周波数帯を大幅に低くすることができる。これにより、共振する周波数帯を同程度とする場合には、内側コイル 1 1， 1 1 A， 1 1 B および外側コイル 1 2， 1 2 A， 1 2 B の巻き数を少なくすることができ、ロスを低減させることが可能となる。また、共振する周波数帯の帯域も広くすることができる。

[0084] なお、内側コイル 1 1， 1 1 A， 1 1 B の巻き線の巻き方向は、外側コイル 1 2， 1 2 A， 1 2 B の巻き線の巻き方向と同じであってもよい。

[0085] (2) 内側コイル 1 1， 1 1 A， 1 1 B は、円形の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、導線を巻いたコイルである。外側コイル 1 2， 1 2 A， 1 2 B は、内側コイル 1 1， 1 1 A， 1 1 B の筒の断面形状を取囲む外形を持つ円形の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、導線を巻いたコイルである。

[0086] (3) アンテナ補助素子 1 0， 1 0 A， 1 0 B は、内側コイル 1 1， 1 1 A， 1 1 B の両端がそれぞれ接続され電流を入出力可能な 2 つの入出力端子 1 3， 1 4， 1 3 A， 1 4 A， 1 3 B， 1 4 B をさらに備える。

[0087] このような構成によれば、このアンテナ補助素子 1 0， 1 0 A， 1 0 B をアンテナ素子である導線 2 1， 2 2， 4 1， 4 2， 4 1 B， 4 2 B に接続しやすくなる。その結果、アンテナ補助素子 1 0， 1 0 A， 1 0 B 単体で提供しやすくなることができる。

[0088] (4) アンテナは、両端に入出力端子 13, 14, 13A, 14A, 13B, 14B を備えるアンテナ補助素子 10, 10A, 10B と、一方端に給電点を有し、他方端でアンテナ補助素子 10, 10A, 10B の入出力端子 13, 13A, 13B と電氣的に接続される給電側の導線 21, 41, 41B と、一方端でアンテナ補助素子 10, 10A, 10B の入出力端子 14, 14A, 14B と電氣的に接続される先端側の導線 22, 42, 42B とを備える。

[0089] このような構成によれば、このアンテナを 2 つの周波数帯で共振させることができる。また、内側コイル 11, 11A, 11B は、外側コイル 12, 12A, 12B の内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することができる。

[0090] [第 1 の実施の形態の変形例]

(1) 内側コイル 11A, 11B および外側コイル 12A, 12B を大きくすることで、導線 42, 42B を小さくすることができる。導線 42, 42B の製造コストは極めて安い。このため、内側コイル 11A, 11B および外側コイル 12A, 12B を小さくして、コストを安くしたり、コストは高くてもいいので、導線 42, 42B を小さくしてコンパクト化を図ったりすることができる。

[0091] (2) 内側コイル 11, 11A, 11B ではなく、外側コイル 12, 12A, 12B の両端に入出力端子が設けられるようにしてもよい。また、内側コイル 11, 11A, 11B の一端に入出力端子が設けられるようにしてもよい。また、外側コイル 12, 12A, 12B の一端に入出力端子が設けられるようにしてもよい。

[0092] 外側コイル 12, 12A, 12B の両端に入出力端子が設けられる場合は、上述のように、入出力端子が接続される側の反対側に給電点を有する導線と有さない導線を、それぞれの入出力端子に接続することができる。

[0093] また、内側コイル 11, 11A, 11B または外側コイル 12, 12A, 12B の両端に入出力端子が設けられる場合に、入出力端子の一方に、給電

点を有さない導線を接続するようにして、入出力端子の他方に、給電点を設けるようにしてもよい。

[0094] 内側コイル 1 1, 1 1 A, 1 1 B または 外側コイル 1 2, 1 2 A, 1 2 B の一端に入出力端子が設けられる場合は、入出力端子が接続される側の反対側に給電点を有する導線を、入出力端子に接続するようにしてもよい。また、この場合に、入出力端子に給電点を設けるようにしてもよい。

[0095] これらのようにしても、前述の実施形態と同様の効果を得ることができる。つまり、アンテナ補助素子と導線とで形成されるアンテナを、2つの周波数帯で共振させることができる。また、内側コイル 1 1, 1 1 A, 1 1 B は、外側コイル 1 2, 1 2, 1 2 B の内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することができる。

[0096] [第2の実施の形態]

第1の実施の形態においては、2重のコイルを、アンテナ補助素子として用いる場合について説明した。第2の実施の形態においては、2重のコイルを、伝送線路として用いる場合について説明する。

[0097] 図 1 4 A から図 1 4 C は、それぞれ、第2の実施の形態における伝送線路 2 1 0 の概略の外観図（平面図、側面図および正面図）である。図 1 4 A から図 1 4 C を参照して、伝送線路 2 1 0 は、主要な構成として、内側コイル 2 1 1 と外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D とを含む。主要な構成として、さらに、コイル 2 1 6 A ~ 2 1 6 C と、グラウンド線路 2 1 7 とを含む。また、付随的な構成として、入出力端子 2 1 3, 2 1 4 を含む。また、選択的な構成として、コア 2 1 5 を含む。ここで、コア 2 1 5 は、コイルを巻くためのコア材である。当該コア材は、損失の少ない構造材であるものが望ましく、高周波用には主にアルミナが用いられ、低周波用にはフェライトが用いられる。

[0098] 外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D は、それぞれ、内側コイル 2 1 1 を取囲むように設けられる。具体的には、内側コイル 2 1 1 は、螺旋状に、導線を巻いたコイルである。螺旋状とは、円形の断面形状の筒状に、巻き数の増加に

応じて筒の長手方向に長くなるような形状である。なお、断面形状は、円形に限定されず、楕円形であってもよいし、四角形などの多角形であってもよい。多角形の場合は、必然的に角は丸くなる。また、筒の長手方向で、一定の断面形状でなくてもよい。

[0099] 外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D は、それぞれ、内側コイル 2 1 1 の巻き面の筒の断面形状を取囲む外形を持つ断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、内側コイル 2 1 1 と逆の巻き方向に、導線を巻いたコイルである。本実施形態においては、内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D の筒の断面形状は、いずれも円形であるので、両断面形状は、中心が略同じで、断面形状の円の直径が、内側コイル 2 1 1 よりも外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D の方が大きい。

[0100] なお、内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D の筒の断面形状が、他の形状である場合は、外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D の筒の断面形状は、内側コイル 2 1 1 の断面形状を取囲む外形を持つ断面形状であればよい。

[0101] 内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D は、電氣的に絶縁される。本実施形態においては、内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D が電氣的に接続していない状態で樹脂などの絶縁体で固められる。さらに、コイル 2 1 6 A ~ 2 1 6 C およびグラウンド線路 2 1 7 も、内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 D とともに、絶縁体で固められる。なお、絶縁体は誘電体であってもよい。

[0102] なお、内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D は、強い磁気結合が得られるように設計される。

[0103] また、本実施形態においては、内側コイル 2 1 1 の両端に入出力端子 2 1 3, 2 1 4 が設けられる。内側コイル 2 1 1 および入出力端子 2 1 3, 2 1 4 は、たとえば、半田付けなどの方法で、電氣的に接続されるように接合される。つまり、外側コイル 2 1 2 は、外部とは電氣的に接続可能な状態とはされない。

[0104] 入出力端子 213, 214 は、それぞれ、外部の導線に、たとえば、半田付けなどの方法で、電氣的に接続されるように接合される。グラウンド線路 217 は、それぞれ、外部のグラウンドに、たとえば、半田付けなどの方法で、電氣的に接続されるように接合される。

[0105] 本実施の形態においては、1つの伝送線路 210 に対して、内側コイル 211 は、1つであり、外側コイル 212A~212D は、4つである。外側コイル 212A~212D の長さは、それぞれ、内側コイル 211 の入出力端子 213, 214 から入力される電磁波の半波長に共振する長さである。外側コイル 212A~212D のそれぞれの間には、隙間が設けられる。このため、内側コイル 211 の長さは、外側コイル 212A~212D の長さの4倍よりも長くされる。

[0106] 外側コイル 212A~212D の3箇所の隙間の部分において、それぞれ、内側コイル 211 は、コイル 216A~216C を介して、基準電位点であるグラウンド線路 217 に接続される。

[0107] [伝送線路の特性]

図15は、第2の実施の形態における伝送線路 210 の伝送特性および反射特性を示すグラフである。図15を参照して、実線の線Aは、反射特性を示す。破線の線Bは、伝送特性を示す。このグラフによると、本実施の形態の伝送線路 210 を用いる場合、伝送線路 210 を流れる電磁波の周波数が 2.2GHz から 2.6GHz の場合が、効率よく、伝送できることが分かる。

[0108] 図16から図18は、それぞれ、伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の概略の第1から第3の外観図である。図16を参照して、図16の伝送線路 210 は、図14Aから図14Cで説明した伝送線路 210 と同じである。

[0109] 図17および図18を参照して、図17の伝送線路 210A および図18の伝送線路 210B は、それぞれ、図16の伝送線路 210 において外側コイル 212A~212D が4つであるところを、5つの外側コイル 212A

A～212AEおよび6つの外側コイル212BA～212BFとしたものである。

[0110] これに伴って、図17の伝送線路210Aのグラウンド線路217Aに接続されるコイルは、コイル216AA～216ADの4つとなっている。また、図18の伝送線路210Bのグラウンド線路217Bに接続されるコイルは、コイル216BA～216BEの5つとなっている。

[0111] 図19は、伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の伝送特性および反射特性を示すグラフである。図20は、伝送線路が左手系であることを説明するための伝送線路の位相特性を示すグラフである。図19および図20を参照して、伝送線路が左手系であることを説明する。

[0112] 通常の伝送線路であれば、図16から図18で示すように、線路長を長くすると位相が遅れることになる。しかし、図20で示されるように、1.9～3.0GHzの間で、線路長が長くなるにしたがって、位相が進んでいることが分かる。これは、負の位相速度を持つ、つまり、左手系伝送線路の状態であることを示す。このように、図14Aから図14Cおよび図16から図18で示した伝送線路は、その通過帯域の全域で左手系伝送線路となっている。

[0113] なお、3.9～5.0GHzの間は、通常の伝送線路と同じように、線路長が長くなるにしたがって、位相が遅れているが、これは、シャントのコイルが $\lambda/4 \sim 3\lambda/4$ に相当する部分で、容量性になるためである。

[0114] [第2の実施の形態のまとめ]

(1) 以上、説明したように、本実施の形態の伝送線路210は、内側コイル211と、内側コイル211を取囲むように設けられる外側コイル212A～212Dとを備える。内側コイル211および外側コイル212A～212Dは、電氣的に絶縁される。

[0115] このような構成によれば、伝送線路210などの電気部品の主要部をコイルのみで構成することができる。このため、コンデンサを用いずに伝送線路を構成することができる。このため、導電体のみで伝送線路を形成すること

ができるため、高い強度を得やすい構造とすることができる。また、伝送線路を流れる電磁波が高周波である場合には高精度のものを作り難いコンデンサ部分がないため、高精度で製造し易くすることができる。その結果、高強度および高精度で伝送線路を製造することができる。

[0116] 内側コイル 2 1 1 の巻き線の巻き方向は、外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D の巻き線の巻き方向と逆である。

[0117] 逆方向の巻きの場合の方が、順方向の巻きの場合よりも、共振する周波数帯を大幅に低くすることができる。これにより、共振する周波数帯を同程度とする場合には、内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D の巻き数を少なくすることができ、ロスを低減させることが可能となる。また、共振する周波数帯の帯域も広くすることができる。これは、逆巻きにすることで、2つのコイルの間の電界の極が逆になり、コイル間の静電容量が共振に大きく寄与するためである。

[0118] なお、内側コイル 2 1 1 の巻き線の巻き方向は、外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D の巻き線の巻き方向と同じであってもよい。この場合は、多少、コイルの長さは長くなるが、コア 2 1 5 上に同じ方向に巻くことになるので、製造はし易くなる。

[0119] (2) 内側コイル 2 1 1 は、円形の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、導線を巻いたコイルである。外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D は、それぞれ、内側コイル 2 1 1 の筒の断面形状を取囲む外形を持つ円形の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、導線を巻いたコイルである。

[0120] (3) 外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D は、それぞれ、入出力端子 2 1 3 , 2 1 4 から入力される電磁波の半波長でそれぞれ共振する複数の分断されたコイルで構成される。内側コイル 2 1 1 は、外側コイル 2 1 2 A ~ 2 1 2 D が分断された箇所ごとに、それぞれ、コイル 2 1 6 A ~ 2 1 6 C を介して基準電位点であるグラウンド線路 2 1 7 に接続される。

[0121] このような構成によれば、主要部としてコイルのみで、伝送線路 2 1 0 な

どの電気部品を構成することができる。その結果、電気部品を高強度および高精度で製造することができる。

[0122] [第2の実施の形態の変形例]

(1) 前述した実施の形態においては、1つの伝送線路210において、1つの内側コイル211を含み、外側コイル212A～212Dが複数に分断されていることとした。しかし、これに限定されず、1つの伝送線路210が、1つの内側コイルと1つの外側コイルとを含むこととしてもよい。

[0123] この場合に、外側コイルは、内側コイルの両端の入出力端子から入力される電磁波の半波長に共振するコイルである。内側コイルは、いずれか一端でコイルを介して基準電位点に接続される。

[0124] このような構成によれば、上述の第2の実施の形態と伝送線路210と同様、主要部としてコイルのみで、伝送線路などの電気部品を構成することができる。その結果、電気部品を高強度および高精度で製造することができる。

[0125] また、このような構成に限定されず、内側コイルおよび外側コイルが入れ替わった構成であってもよい。つまり、内側コイルが、外側コイルの両端の入出力端子から入力される電磁波の半波長に共振するコイルであり、外側コイルが、いずれかの一端でコイルを介して基準電位点に接続されるようにしてもよい。

[0126] (2) 上述した実施の形態においては、外側コイル212A～212Dが複数に分断されており、内側コイル211の両端に入出力端子が設けられるようにした。外側コイル212A～212Dの方が、同じ長さ当たりの巻き数が、内側コイル211よりも多くなるので、外側コイル212A～212Dを外側に巻いた方が、伝送線路210を小型化できる。

[0127] しかし、これに限定されず、内側コイルが複数に分断されており、外側コイルの両端に電流を入出力可能な2つの入出力端子が接続されるようにしてもよい。このような構成によれば、この伝送線路を他の部品に接続しやすくなる。その結果、電気部品単体で提供しやすくなることができる。

[0128] また、外側コイルは、内側コイルが分断された箇所ごとに、それぞれ、コイルを介して基準電位点に接続されるようにする。

[0129] このような構成によれば、主要部としてコイルのみで、伝送線路などの電気部品を構成することができる。その結果、電気部品を高強度および高精度で製造することができる。

[0130] (3) 前述のグラウンド線路217のような基準電位点は、接地電位であってもよいし、接地電位でなくてもよい。

[0131] (4) グラウンド線路217は、線状であってもよいし、面状であってもよい。

(5) 前述した実施の形態においては、外側コイル212A~212Dが、4つであることとしたが、これに限定されず、4つ超であってもよく、かなり多い数であってもよく、伝送線路210が、ケーブル状の伝送線路として形成されるようにしてもよい。

[0132] また、外側コイルが4つ未満であってもよく、たとえば、1つであってもよい。複数の前述の伝送線路210が、数珠つなぎに、繋ぎ合わされて使用されるようにしてもよい。複数の伝送線路210が、2次元または3次元に配列されるように繋ぎ合わされて仕様されるようにしてもよい。この場合、メインの線路が金属材のコイルですべて繋がるため、全体的に金属材の一体構造とすることができ、強度を得やすくなる。

[0133] (6) 前述した実施の形態においては、内側コイル211は、1つの長いコイルとした。しかし、これに限定されず、内側コイル211を、外側コイル212A~212Dのそれぞれと略同じ長さのコイルに分断して、分断された1つの内側コイルと1つの外側コイルとの組合せの2重ヘリカルコイルとしてチップコイルを作成するようにする。そして、このチップコイルを周期配置することで、図14Aから図14Cで示した内側コイルおよび外側コイルの部分に等価な構造を形成するようにしてもよい。

[0134] (7) 前述した実施の形態においては、図14Aから図14Cで説明した構造の電気部品を伝送線路210として用いるようにした。しかし、これ

に限定されず、伝送線路 210 の伝送特性が特定周波数帯のみを通す特性となっているため、この伝送線路 210 をバンドパスフィルタとして利用するようにしてもよい。

[0135] 高周波用のバンドパスフィルタの場合、LC 回路で構成すると、コンデンサの容量が小さくなり、コンデンサの精度のばらつきの影響を受けるため、フィルタの精度にばらつきがでる。しかし、図 14A から図 14C で説明した構造であれば、コンデンサを使用しないので、フィルタの精度のばらつきを減少させることができる。

[0136] (8) 前述した実施の形態においては、たとえば、図 14A から図 14C で示したように、内側コイル 211 は、全長に亘って、同じ巻き方向であることとした。しかし、これに限定されず、一部が、逆巻き方向であってもよい。

[0137] 図 21A および図 21B は、それぞれ、第 2 の実施の形態の変形例における伝送線路の概略の外観図（正面図および側面図）である。図 21A および図 21B を参照して、伝送線路 310 の内側コイル 311B, 311D は、図 14A から図 14C で示した伝送線路 210 の内側コイル 211 と同じ巻き方向である。一方、伝送線路 310 の内側コイル 311A, 311C は、図 14A から図 14C で示した伝送線路 210 の内側コイル 211 と逆巻き方向である。

[0138] これに合わせて、伝送線路 210 の外側コイル 312B, 312D は、図 14A から図 14C で示した伝送線路 210 の外側コイル 212B, 212D と同じ巻き方向である。一方、伝送線路 310 の外側コイル 312A, 312C は、図 14A から図 14C で示した伝送線路 210 の外側コイル 212A, 212C と同じ巻き方向である。

[0139] なお、図 21A および図 21B に示す外側コイル 312A ~ 312D が、図で示す巻き方向とすべて逆方向であってもよい。つまり、外側コイル 312A ~ 312D の巻き方向が、それぞれに近接する内側コイル 311A ~ 311D と同じ巻き方向であってもよい。

- [0140] しかし、外側コイル 3 1 2 A～3 1 2 D の巻き方向が、それぞれに近接する内側コイル 3 1 1 A～3 1 1 D と同じ巻き方向でない方が、上述した第 2 の実施の形態のまとめの (1) で示したように、共振する周波数帯を大幅に低くすることができる。これにより、共振する周波数帯を同程度とする場合には、内側コイル 3 1 1 A～3 1 1 D および外側コイル 3 1 2 A～3 1 2 D の巻き数を少なくすることができ、ロスを低減させることが可能となる。また、共振する周波数帯の帯域も広げることができる。これは、逆巻きにすることで、2 つのコイルの間の電界の極が逆になり、コイル間の静電容量が共振に大きく寄与するためである。
- [0141] また、図 1 4 A から図 1 4 C で示した伝送線路 2 1 0 においては、コイル 2 1 6 A～2 1 6 C は、内側コイル 2 1 1 および外側コイル 2 1 2 A～2 1 2 D と異なる軸に沿って巻かれているコイルであることとした。
- [0142] しかし、これに限定されず、図 2 1 A および図 2 1 B で示されるように、コイル 3 1 6 A, 3 1 6 B は、内側コイル 3 1 1 A～3 1 1 D および外側コイル 3 1 2 A～3 1 2 D と同じ（または略同じ）軸に沿って巻かれるようにしてもよい。
- [0143] また、この場合に、図 1 4 A から図 1 4 C で示したコイル 2 1 6 B に相当するコイルは、無くてもよい。すなわち、伝送線路とグラウンド間にインダクタンス成分が分布していればよいので、図 2 1 A および図 2 1 B で示されるように、グラウンド線路 3 1 7 に接続されるコイル 3 1 6 A, B は、外側コイル 3 1 2 A～3 1 2 D に対して 2 つおきに配置されてもよい。
- [0144] 図 2 2 は、第 2 の実施の形態の変形例における伝送線路 3 1 0 の伝送特性および反射特性を示すグラフである。図 2 2 を参照して、図 1 5 で示した第 2 の実施の形態における伝送線路 2 1 0 の伝送特性および反射特性を示すグラフと同様、実線の線 A は、反射特性を示し、破線の線 B は、伝送特性を示す。このグラフによると、本変形例の伝送線路 3 1 0 を用いる場合、伝送線路 3 1 0 を流れる電磁波の周波数が 2.0 GHz から 2.4 GHz の場合が、効率よく、伝送できることが分かる。

- [0145] このように、図 2 1 A および図 2 1 B で示すような構造としても、図 1 4 A から図 1 4 C および図 1 6 から図 1 8 で示した構造と同様、左手系伝送線路としての特性が得られる。
- [0146] (9) 図 2 3 は、第 2 の実施の形態の変形例における伝送線路 3 1 0 A の製造方法の一例を示す図である。図 2 3 を参照して、フィルム 3 1 8 は、電極を印刷することが可能なフィルムである。このフィルム 3 1 8 の一方の面（図では表側）に、外側コイル 3 1 2 A A ~ 3 1 2 A D を、図で示すようなパターンで印刷する。
- [0147] また、フィルム 3 1 8 の他方の面（図では裏側）に、内側コイル 3 1 1 A A ~ 3 1 1 A D、コイル 3 1 6 A A、3 1 6 A B、および、入出力端子 3 1 3 A、3 1 4 A を、図で示すようなパターンで印刷する。内側コイル 3 1 1 A A ~ 3 1 1 A D、コイル 3 1 6 A A、3 1 6 A B、および、入出力端子 3 1 3 A、3 1 4 A は、電氣的に接続された状態になるように印刷する。
- [0148] また、入出力端子 3 1 3 A、3 1 4 A からは、信号を入出力するためがあるため、フィルム 3 1 8 の端に接するように印刷される。また、コイル 3 1 6 A A、3 1 6 A B は、グラウンド線に接続して接地するためがあるため、フィルム 3 1 8 の端に接するように印刷される。
- [0149] このフィルム 3 1 8 を内側コイル 3 1 1 A A ~ 3 1 1 A D 等が印刷された面（図の裏面）を内側にして、アルミナ等で形成されたコア 3 1 5 A に巻き付ける。このときに、コイル 3 1 6 A A、3 1 6 A B が接している辺と対向する辺（図では上辺）から巻き始める。
- [0150] そして、コイル 3 1 6 A A、3 1 6 A B の一部が、コア 3 1 5 A に巻き付けられるまで、フィルム 3 1 8 を巻く。フィルム 3 1 8 に印刷されるパターンは、フィルム 3 1 8 をコア 3 1 5 A に巻き付けた状態のときに、外側コイル 3 1 2 A A ~ 3 1 2 A D が、内側コイル 3 1 1 A A から 3 1 1 A D の内側とならないようなパターンとされる。
- [0151] なお、外側コイルの一部が、内側コイルの内側となるようなパターンとされてもよい。すなわち、外側コイルおよび内側コイルなどの 2 つのコイルが

近接して、磁気結合が高ければ、同様の効果を発揮することができる。

[0152] このように製造することによって、内側コイル 3 1 1 A A ~ 3 1 1 A D の外側に、それぞれの内側コイル 3 1 1 A A ~ 3 1 1 A D と逆巻きの外側コイル 3 1 2 A A ~ 3 1 2 A D が形成される。このため、図 2 1 A および図 2 1 B で説明したような左手系の伝送線路 3 1 0 と同様の構造の伝送線路 3 1 0 A を得ることができる。

[0153] このように、フィルム 3 1 8 に内側コイル 3 1 1 A A ~ 3 1 1 A D、外側コイル 3 1 2 A A ~ 3 1 2 A D、コイル 3 1 6 A A、3 1 6 A B および入出力端子 3 1 3 A、3 1 4 A 等のパターンを印刷して、そのフィルム 3 1 8 をコア 3 1 5 A に巻き付けるだけで、左手系の伝送線路 3 1 0 A を得ることができる。

[0154] このため、内側コイルおよび外側コイルを、順次、コアに巻いていく場合と比較して、効率よく、左手系の伝送線路 3 1 0 A を製造することができる。また、コイルをコアに、直接、巻き付ける場合よりも、低コストで、左手系の伝送線路 3 1 0 A を製造することができる。

[0155] [第 3 の実施の形態]

第 1 の実施の形態においては、従来のモノポールアンテナにアンテナ補助素子として 1 つの 2 重のコイルを用いる場合について説明した。第 3 の実施の形態においては、従来のアンテナにアンテナ補助素子として複数の 2 重のコイルを用いる場合について説明する。

[0156] 図 2 4 は、第 3 の実施の形態のアンテナと比較するための従来のアンテナの構造の概略を示す図である。図 2 4 を参照して、このアンテナの構造は、従来のスマートフォンなどで用いられる構造であり、低周波用のアンテナ素子と高周波用のアンテナ素子とを繋げた構造である。

[0157] この従来のアンテナは、基板 1 6 1 C 上に形成された、第 1 のアンテナ素子であるコの字状に屈曲された導線 1 4 1 C と、第 2 のアンテナ素子であるミアンダ状に屈曲された導線 1 4 2 C と、給電線 1 4 0 C と、接地線 1 4 3 C と、グラウンド面 1 5 1 C とを含む。給電線 1 4 0 C の一方端は、導線 1

4 1 C の途中に接続され、他方端には、給電点 1 7 0 C が設けられる。また、接地線 1 4 3 C の一方端は、導線 1 4 1 C、1 4 2 の接続点に接続され、他方端は、グラウンド面 1 5 1 C と接続される。

[0158] このアンテナは、このままではマルチバンドでマッチングが取れないので、複数のインダクタと複数のコンデンサとで構成されるマッチング回路を通して、給電点から給電される。このアンテナのサイズは、図で示すように、5 0 m m × 1 3 m m である。

[0159] 図 2 5 は、第 3 の実施の形態のアンテナの構造の概略を示す図である。図 2 5 を参照して、第 3 の実施の形態のアンテナは、基板 6 1 C に形成された、アンテナ素子である導線 4 1 C、4 2 C と、給電線 4 0 C と、接地線 4 3 C と、グラウンド面 5 1 C とに加えて、アンテナ補助素子 1 0 C A、C B を含む。アンテナ補助素子 1 0 C A、1 0 C B は、第 1 の実施の形態で説明した 2 重ヘリカルコイルであるアンテナ補助素子 1 0、1 0 A、1 0 B と同様の構造である。

[0160] 給電線 4 0 C の一方端は、導線 4 1 C の途中に接続され、他方端には、給電点 7 0 C が設けられる。また、接地線 4 3 C の一方端は、導線 4 1 C の一方端に接続される。接地線 4 3 C の他方端は、グラウンド面 5 1 C と接続される。

[0161] 導線 4 1 C の他方端は、アンテナ補助素子 1 0 C B の一方端と接続される。導線 4 2 C の一方端は、アンテナ補助素子 1 0 C B の他方端と接続される。導線 4 2 C の他方端は、開放されている。給電線 4 0 C の途中には、アンテナ補助素子 1 0 C A が直列に接続される。

[0162] このアンテナは、マッチングのためにコンデンサ 1 個を介して、給電点から給電される。このアンテナのサイズは、図で示すように、2 0 m m × 1 3 m m である。

[0163] このように、第 3 の実施の形態のアンテナは、逆 F 型のアンテナのアンテナ素子（ここでは導線 4 1 C と導線 4 2 C との間）および給電線 4 0 C に、それぞれ、2 重ヘリカルコイルであるアンテナ補助素子 1 0 C B、1 0 C A

が直列に接続される。

[0164] ここでは、アンテナ補助素子 10CA, 10CB は、同じものではなく、必要な帯域でマッチングが取れるように仕様が調整される。また、アンテナの給電点への給電経路に設けられるコンデンサは、アンテナ全体のリアクタンス成分をキャンセルするために設けられる。

[0165] 図 26 は、第 3 の実施の形態の従来とのアンテナの反射特性の比較結果を示すグラフである。図 26 を参照して、破線のグラフは、図 24 で示した従来のアンテナの反射特性を示し、実線のグラフは、図 25 で示した第 3 の実施の形態のアンテナの反射特性を示す。

[0166] 破線のグラフで示されるように、従来のアンテナは、1.0GHz 近辺の帯域および 2.2GHz 近辺の帯域で共振するマルチバンドアンテナである。これに対して実線のグラフで示されるように、第 3 の実施の形態のアンテナは、1.0GHz 近辺においては、1.0GHz 近辺および 1.2GHz 近辺の 2 つの帯域の複共振をし、2.2GHz 近辺においては、2.0GHz 近辺および 2.4GHz 近辺の 2 つの帯域の複共振をする。このように、第 3 の実施の形態のアンテナは、1.0GHz 近辺および 2.2GHz 近辺のマルチバンドであり、かつ、それぞれの帯域で複共振をするアンテナとして機能する。

[0167] 図 25 で示すような逆 F 型アンテナにして給電線と接地線とを近付けると、双方の位相の状態によりマルチバンド化することができる。また、2重ヘリカルコイルは、第 1 の特定の周波数でインダクタとして機能し、第 2 の特定の周波数でインダクタンス L の値が 0 となるのでアンテナ線路の途中に挿入することで、インダクタが入っている状態と入っていない状態とを作ることができる。このため、アンテナを複共振化することができる。

[0168] ただし、逆 F 型アンテナの場合、給電の位置でインピーダンスが決まる。このため、給電線が固定では、複共振化しても、双方の周波数帯でマッチングを合わせることができない。そこで、給電線路上にも 2重ヘリカルコイルを挿入することで、双方の周波数帯でマッチングが取れるようになる。

[0169] このように、第3の実施の形態のアンテナは、従来のアンテナよりも小型化されている（たとえば、図24および図25の比較では40%小型化されている）にも関わらず、マルチバンドであることはそのまま、マルチバンドのそれぞれの帯域で複共振化および広帯域化を図ることができ、従来に対して同等以上のアンテナ特性を実現することができる。また、コンデンサを1つ備えるだけで他に特にマッチング回路を必要とせず、マッチングを取ることが可能となる。

[0170] [第3の実施の形態のまとめ]

(1) 以上、説明したように、第1の実施の形態と同様、本実施の形態のアンテナ補助素子10CA、10CBは、内側コイルと、内側コイルを取囲むように設けられる外側コイルとを備える。内側コイルおよび外側コイルは、電氣的に絶縁される。

[0171] このような構成によれば、このアンテナ補助素子10CA、10CBをアンテナ素子である導線41C、42C、給電線40Cおよび接地線43Cに接続することで、アンテナとして複数の周波数帯で共振させることができる。また、内側コイルは、外側コイルの内部に設けられる。その結果、小型化することおよびマルチバンド化することができる。

[0172] (2) また、アンテナを搭載する装置（たとえば、スマートフォンなどの携帯通信端末や無線LANルータなど）で使用可能な複数の周波数帯で共振するように、複数の電気部品の内側コイルおよび外側コイルまたは複数の導線の大きさが定められる。

[0173] [第3の実施の形態の変形例]

(1) 第3の実施の形態のアンテナの構造は、図25で示したように、2重ヘリカルコイルをアンテナ素子（導線）と給電線にそれぞれ1つずつ挿入した構造である。しかし、第3の実施の形態のアンテナの構造は、これに限定されず、マルチバンドアンテナのそれぞれの共振周波数のそれぞれにおいて複共振するように、アンテナ素子（導線）のいずれかの箇所に2重ヘリカルコイルが1つまたは複数設けられるのであれば、他の構造であってもよ

い。たとえば、2重ヘリカルコイルが設けられる位置を、図25の導線41C、42Cの間に替えて、導線41Cの途中にしてもよいし、接地線43Cの途中にしてもよいし、導線41Cと接地線43Cとの間にしてもよい。

[0174] (2) 第3の実施の形態のアンテナにおいて、2重ヘリカルコイルのみでマッチングが取れるのであれば、給電経路に設けられるマッチングを取るためのコンデンサおよびその他のマッチング回路は不要である。

[0175] (3) 前述の実施の形態においては、逆F型アンテナに2重ヘリカルコイルが設けられるようにした。しかし、これに限定されず、他のマルチバンドアンテナに2重ヘリカルコイルが設けられるようにしてもよい。

[0176] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0177] 10, 10A, 10B, 10CA, 10CB アンテナ補助素子、11, 11A, 11B 内側コイル、12, 12A, 12B 外側コイル、13, 14, 13A, 14A, 13B, 14B 入出力端子、15, 15B コア、16B 樹脂、21, 22 導線、31 基板、40C 給電線、41, 42, 41B, 42B, 41C, 42C 導線、43C 接地線、51, 51B, 51C グラウンド面、61, 61B, 61C 基板、70C 給電点、71, 71B 交流源、72, 72B アース、140C 給電線、141C, 142C 導線、143C 接地線、151C グラウンド面、161C 基板、170C 給電点、210, 210A, 210B, 310, 310A 伝送線路、211, 211A, 211B, 311A~311D, 311AA~311AD 内側コイル、212A~212D, 212AA~212AE, 212BA~212BF, 312A~312D, 312AA~312AD 外側コイル、213, 214, 213A, 214A, 213B, 214B, 313, 314, 313A, 314A 入出力端子、215,

215A, 215B, 315, 315A コア、216A~216C, 216AA~216AD, 216BA~216BE, 316A, 316B, 316AA, 316AB コイル、217, 217A, 217B, 317 グラウンド線路。

請求の範囲

- [請求項1] 第1のコイルと、
前記第1のコイルを取囲むように設けられる第2のコイルとを備え、
前記第1のコイルおよび前記第2のコイルは、電氣的に絶縁される、電気部品。
- [請求項2] 前記第1のコイルの巻き線の巻き方向は、前記第2のコイルの巻き線の巻き方向と逆である、請求項1に記載の電気部品。
- [請求項3] 前記第1のコイルの巻き線の巻き方向は、前記第2のコイルの巻き線の巻き方向と同じである、請求項1に記載の電気部品。
- [請求項4] 前記第1のコイルは、第1の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、第1の導線を巻いたコイルであり、
前記第2のコイルは、前記第1の断面形状を取囲む外形を持つ第2の断面形状の筒状に、巻き数の増加に応じて筒の長手方向に長くなるように、第2の導線を巻いたコイルである、請求項1に記載の電気部品。
- [請求項5] 前記第1のコイルの両端がそれぞれ接続され電流を入出力可能な2つの入出力端子をさらに備える、請求項1に記載の電気部品。
- [請求項6] 前記第2のコイルは、前記入出力端子から入力される電磁波の半波長でそれぞれ共振する複数の分断されたコイルで構成され、
前記第1のコイルは、前記第2のコイルが分断された箇所ごとに、コイルを介して基準電位点に接続される、請求項5に記載の電気部品。
- [請求項7] 前記第2のコイルは、前記入出力端子から入力される電磁波の半波長に共振するコイルであり、
前記第1のコイルは、いずれか一端でコイルを介して基準電位点に接続される、請求項5に記載の電気部品。

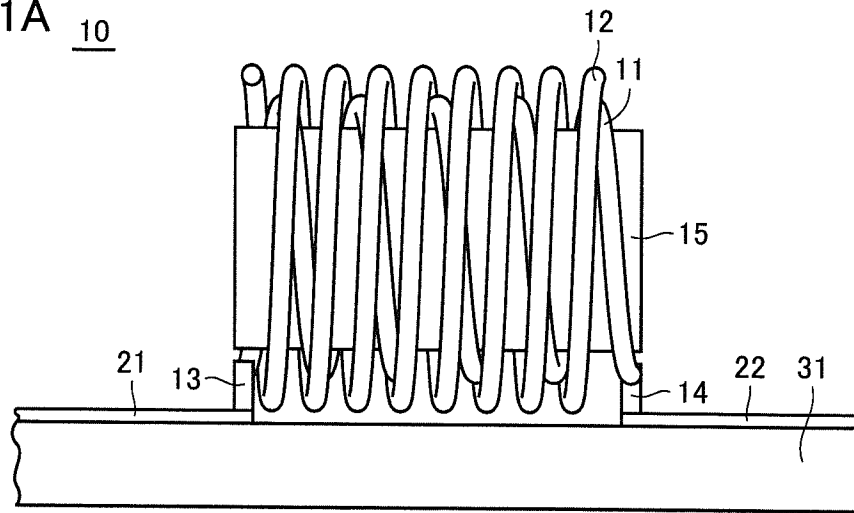
- [請求項8] 前記第2のコイルの両端がそれぞれ接続され電流を入出力可能な2つの入出力端子をさらに備える、請求項1に記載の電気部品。
- [請求項9] 前記第1のコイルの一端が接続され電流を入出力可能な入出力端子をさらに備える、請求項1に記載の電気部品。
- [請求項10] 前記第2のコイルの一端が接続され電流を入出力可能な入出力端子をさらに備える、請求項1に記載の電気部品。
- [請求項11] 請求項5または請求項8に記載の電気部品と、
一方端に給電点を有し、他方端で前記電気部品の前記入出力端子のうちの第1の入出力端子と電気的に接続される給電側導線と、
一方端で前記電気部品の前記入出力端子のうち前記第1の入出力端子と異なる第2の入出力端子と電気的に接続される先端側導線とを備える、アンテナ。
- [請求項12] 請求項5または請求項8に記載の電気部品と、
一方端で前記電気部品の前記入出力端子のうちの第1の入出力端子と電気的に接続される先端側導線とを備え、
前記電気部品は、前記入出力端子のうちの前記第1の入出力端子と異なる第2の入出力端子に給電点を有する、アンテナ。
- [請求項13] 請求項9または請求項10に記載の電気部品と、
一方端に給電点を有し、他方端で前記電気部品の前記入出力端子と電気的に接続される給電側導線とを備える、アンテナ。
- [請求項14] 請求項9または請求項10に記載の電気部品を備え、
前記電気部品は、前記入出力端子に給電点を有する、アンテナ。
- [請求項15] 当該アンテナを搭載する装置で使用可能な2つの周波数帯で共振するように、前記第1のコイルおよび前記第2のコイルまたは前記給電側導線もしくは前記先端側導線の大きさを定めた、請求項11から請求項14のいずれかに記載のアンテナ。
- [請求項16] 請求項5または請求項8に記載の複数の電気部品と、
マルチバンドアンテナとして機能するように接続された複数の導線

とを備え、

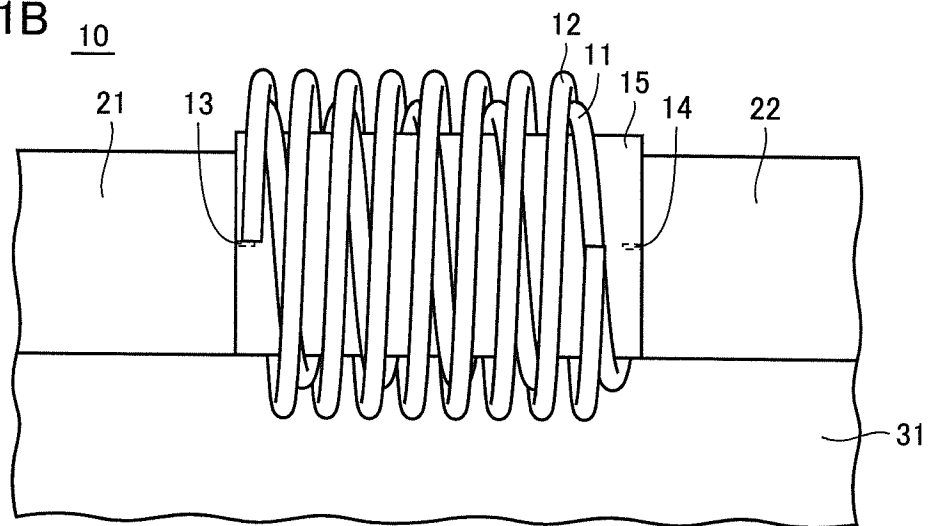
複数の前記電気部品は、それぞれ、複数の前記導線のいずれかの途中、または、前記導線のいずれか2つの間に接続される、アンテナ。

[請求項17] 前記アンテナを搭載する装置で使用可能な複数の周波数帯で共振するように、複数の前記電気部品の前記第1のコイルおよび前記第2のコイルまたは複数の前記導線の大きさを定めた、請求項16に記載のアンテナ。

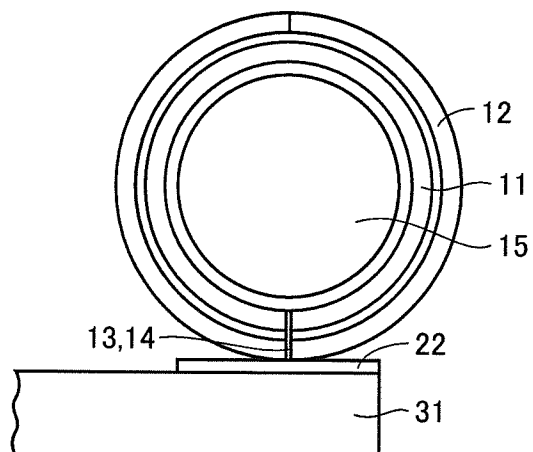
[図1A]

FIG.1A 10

[図1B]

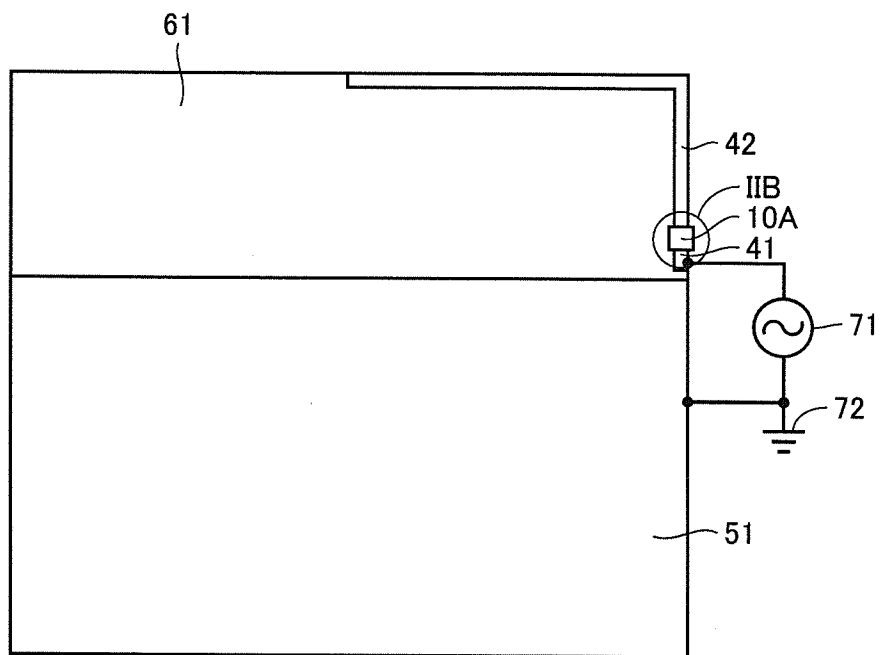
FIG.1B 10

[図1C]

FIG.1C 10

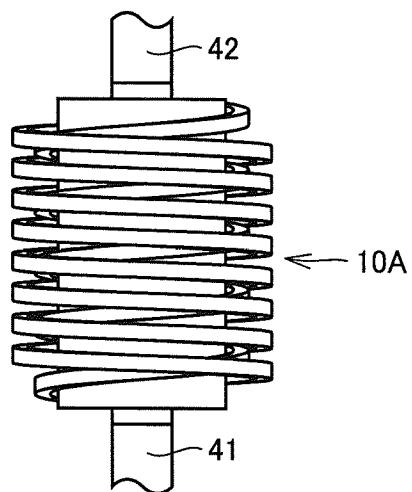
[図2A]

FIG.2A



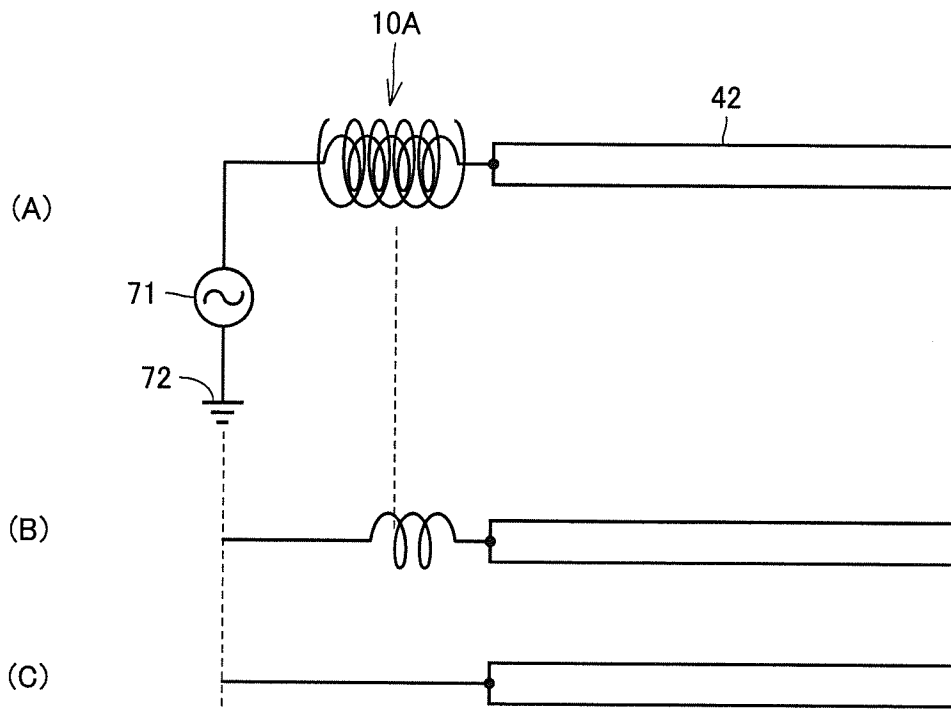
[図2B]

FIG.2B



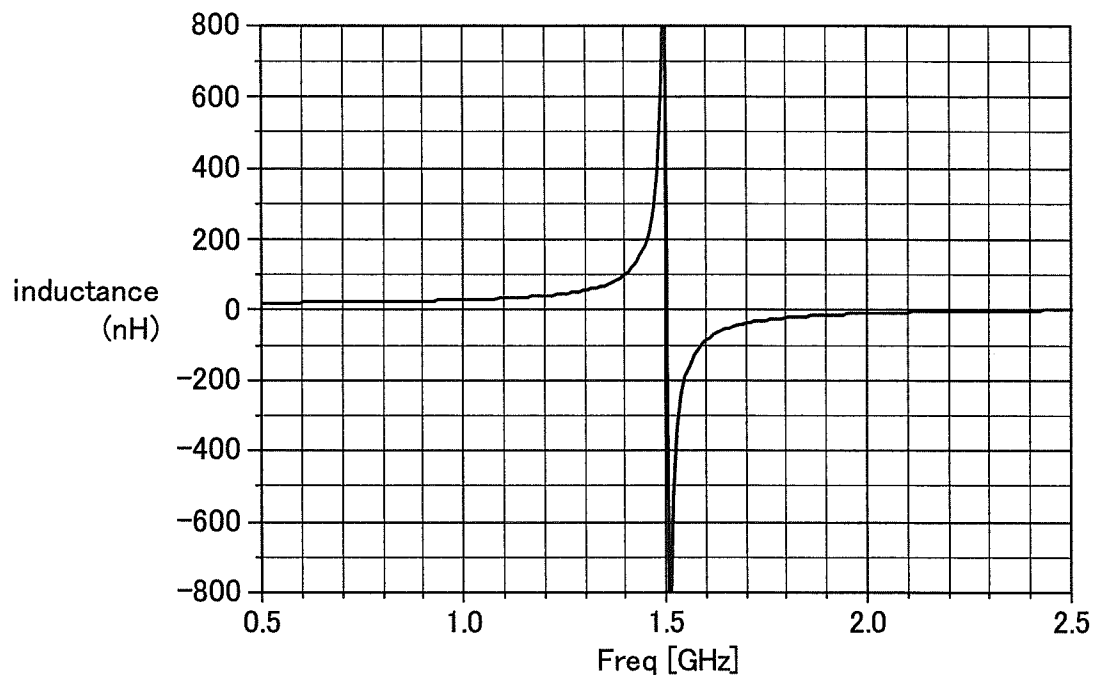
[図3]

FIG.3



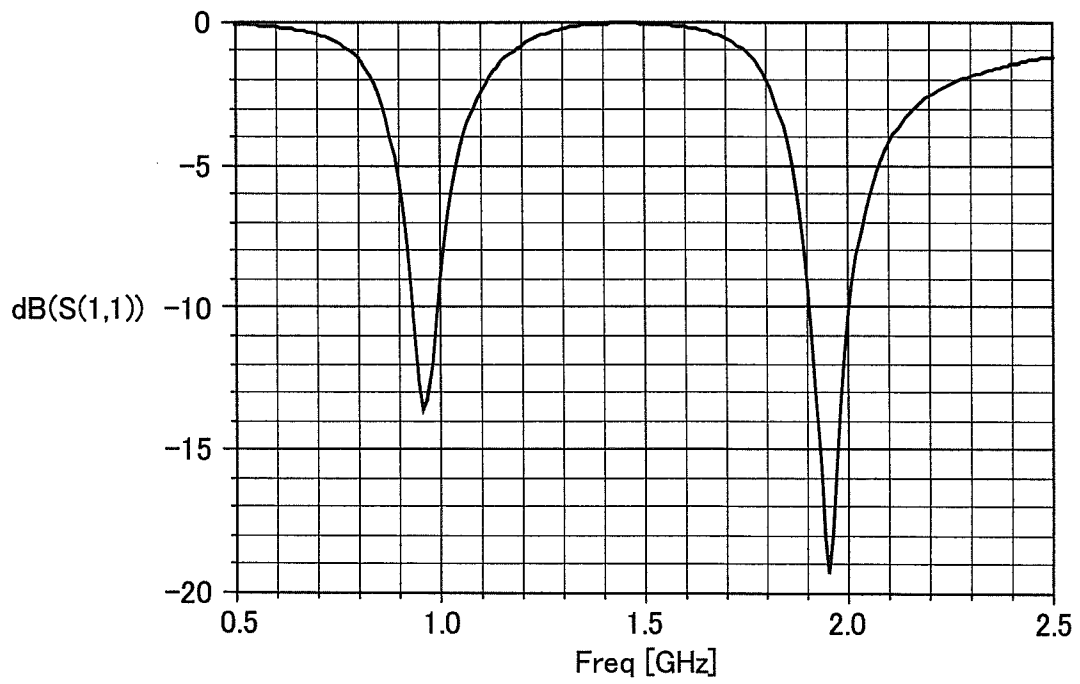
[図4]

FIG.4



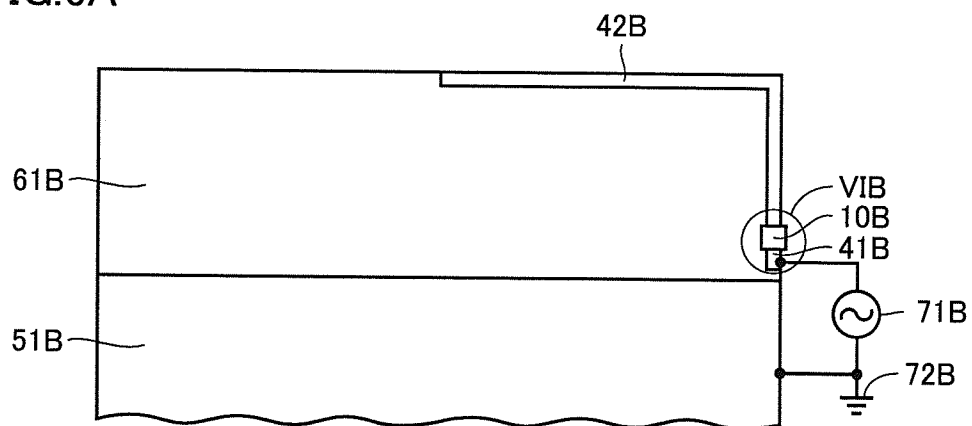
[図5]

FIG.5



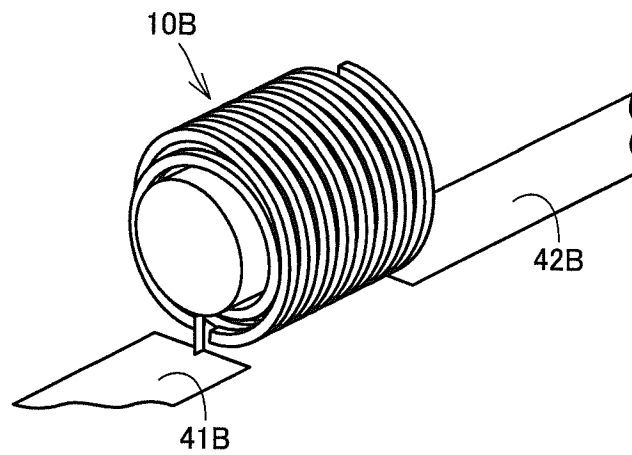
[図6A]

FIG.6A



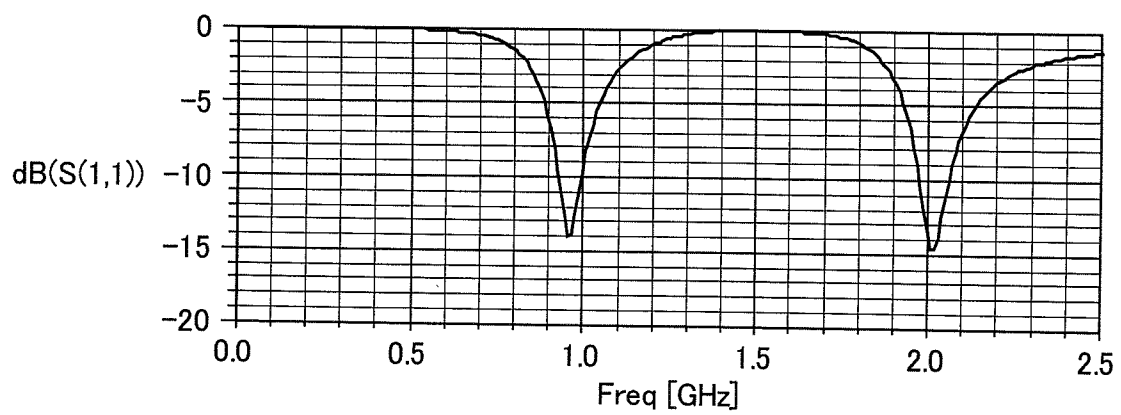
[図6B]

FIG.6B



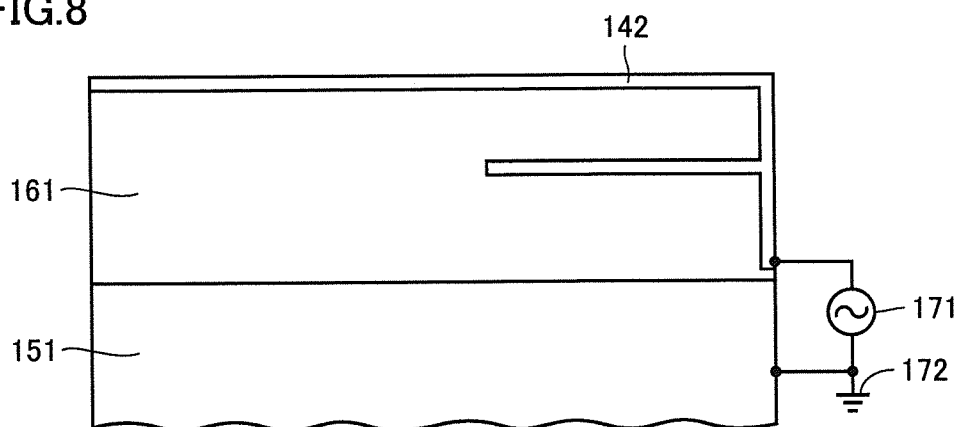
[図7]

FIG.7



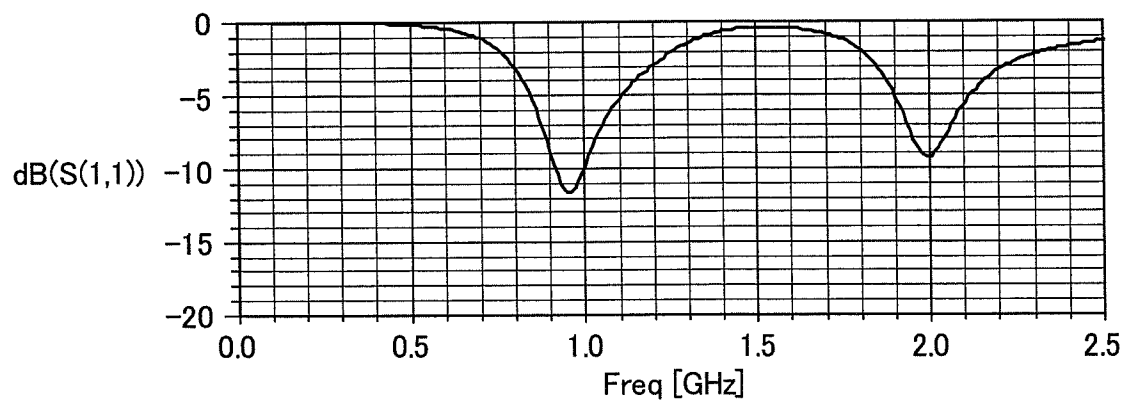
[図8]

FIG.8



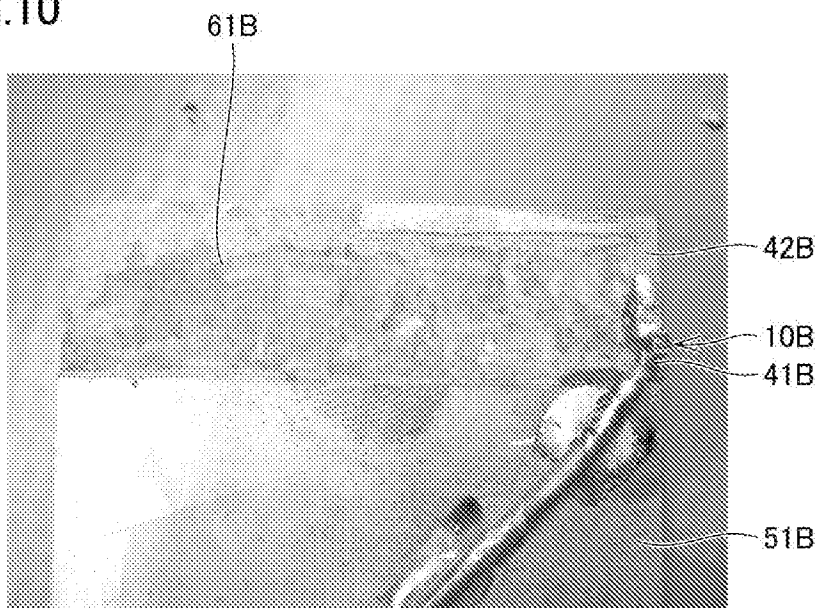
[図9]

FIG.9



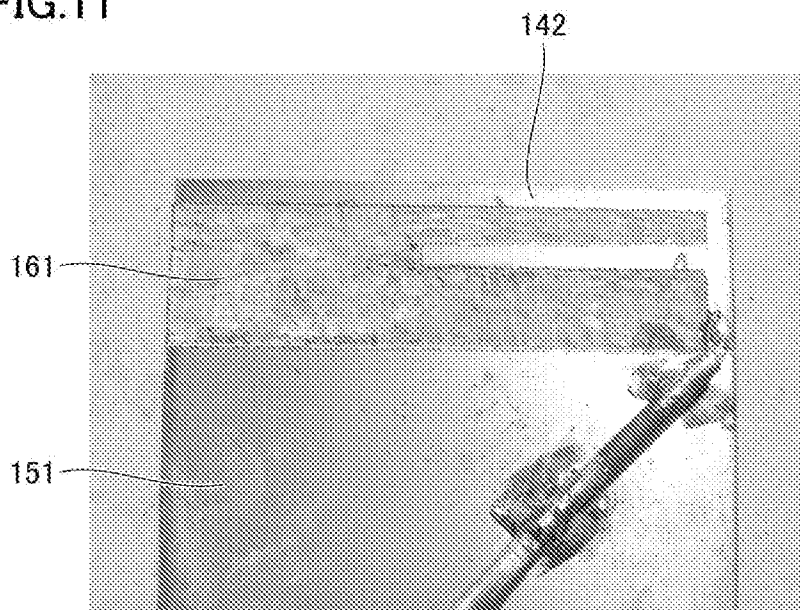
[図10]

FIG.10



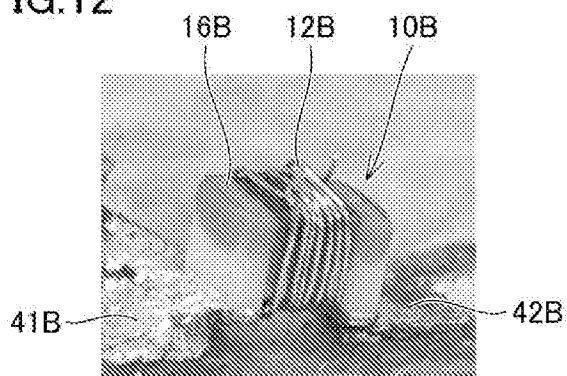
[図11]

FIG.11



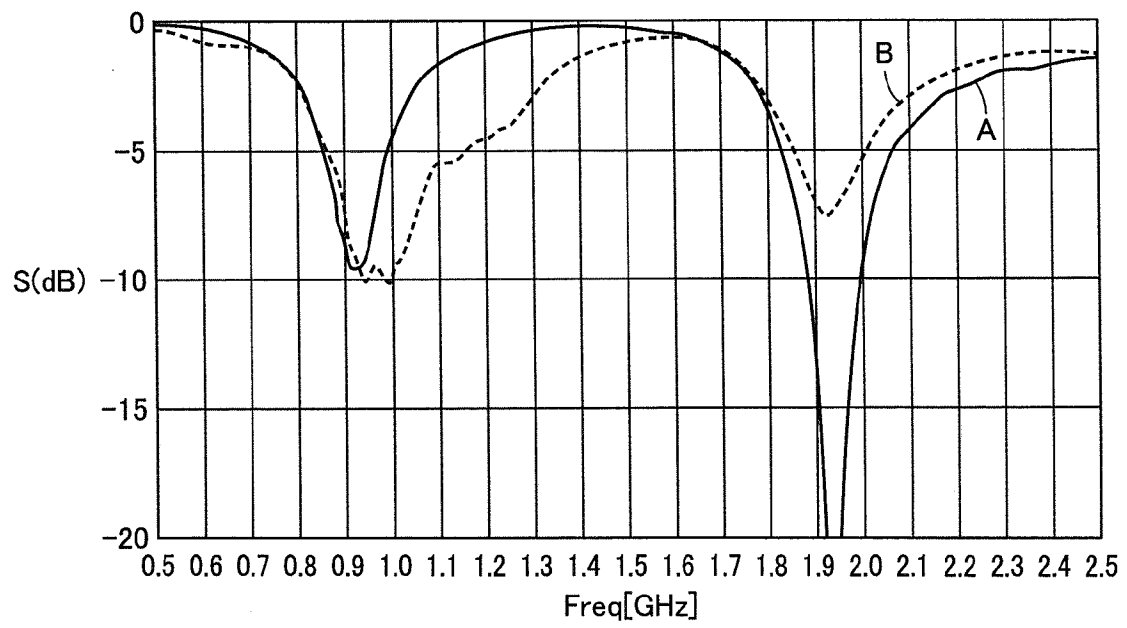
[図12]

FIG.12



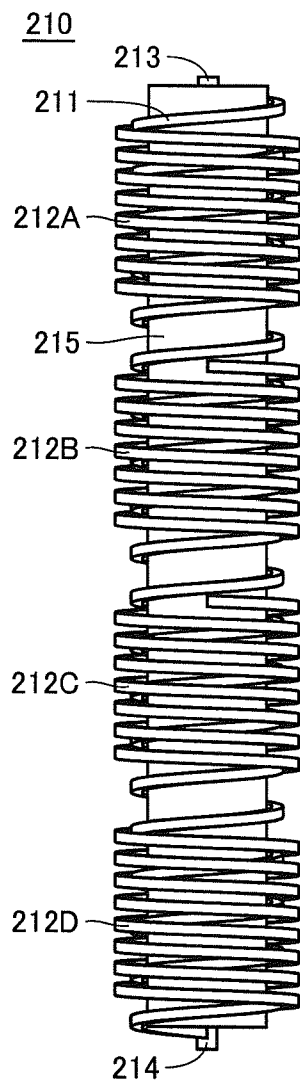
[図13]

FIG.13



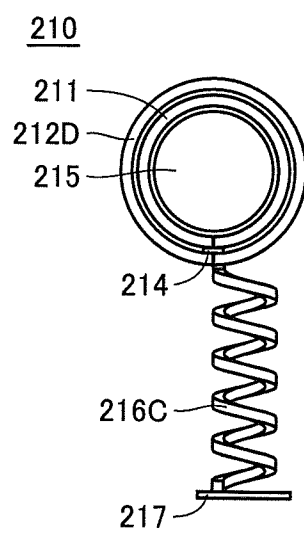
[図14A]

FIG.14A



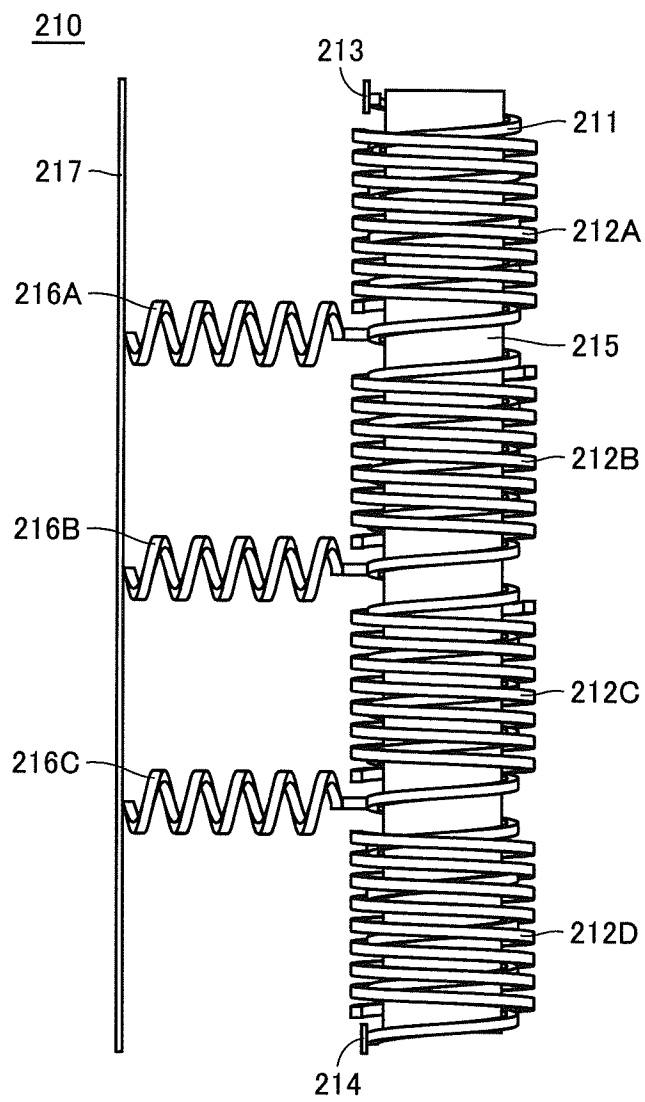
[図14B]

FIG.14B



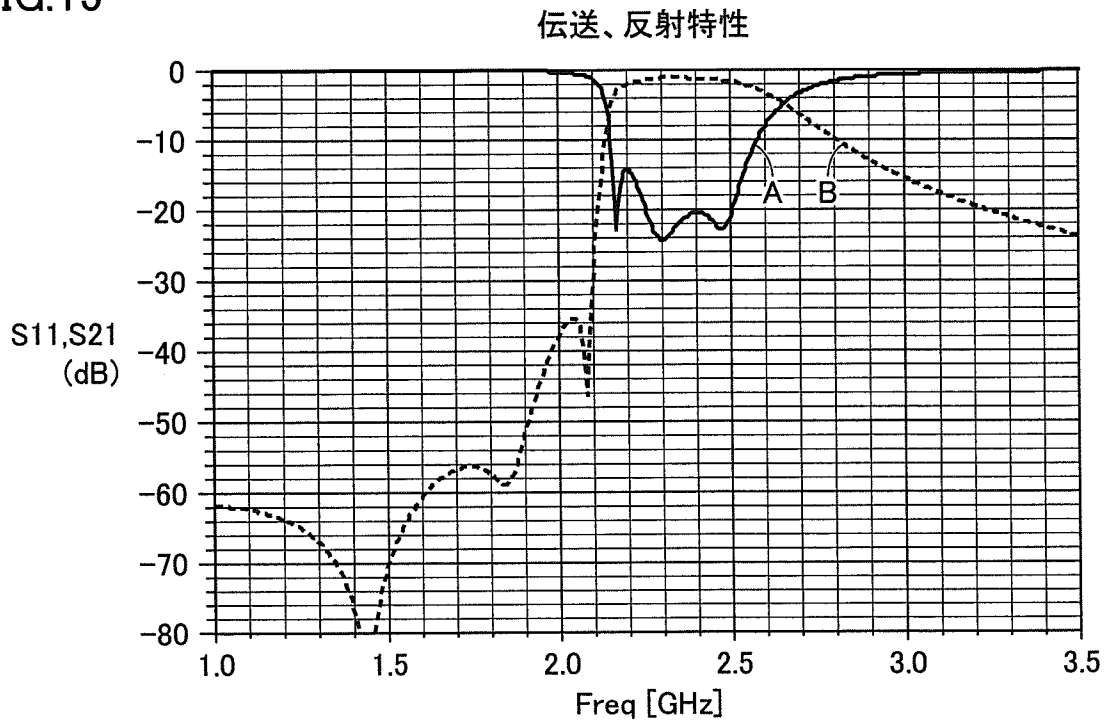
[図14C]

FIG. 14C



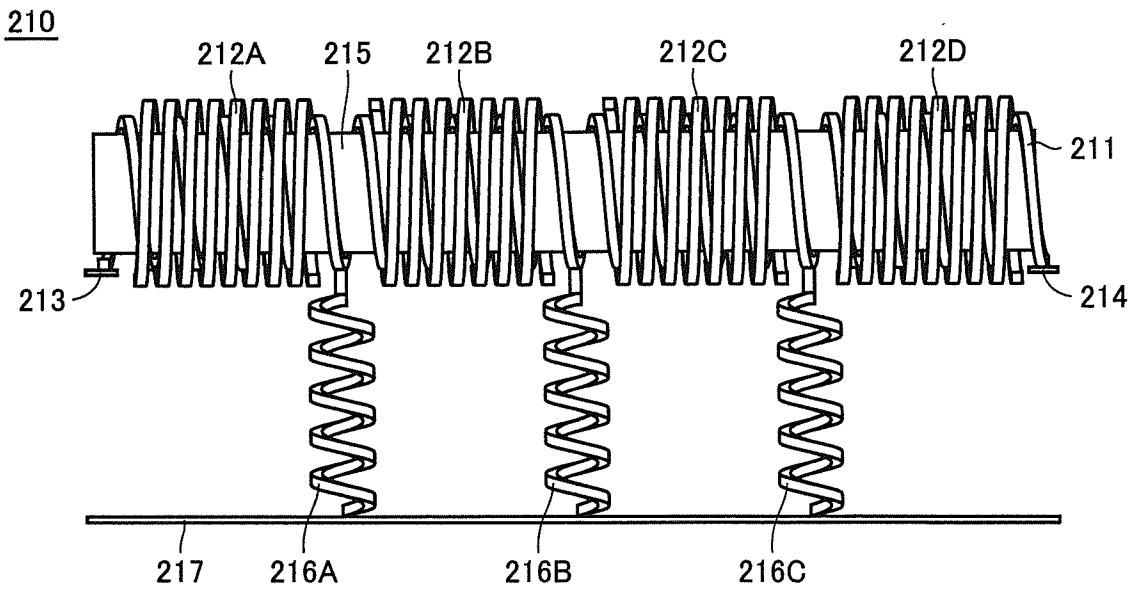
[図15]

FIG.15



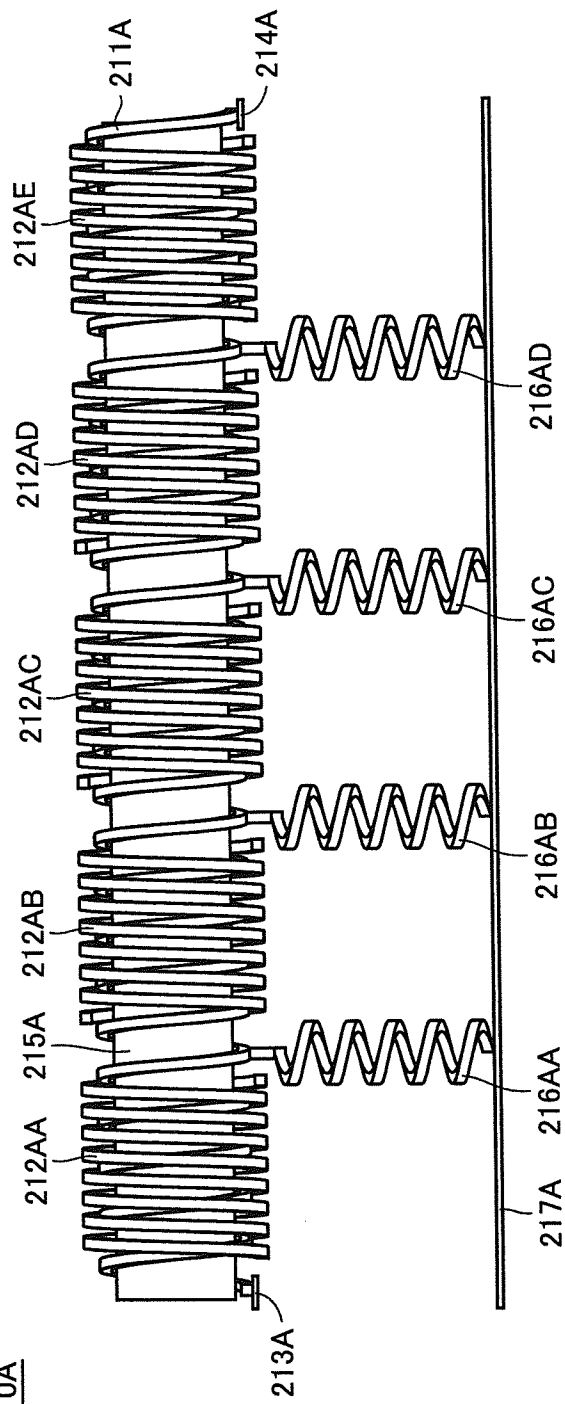
[図16]

FIG.16

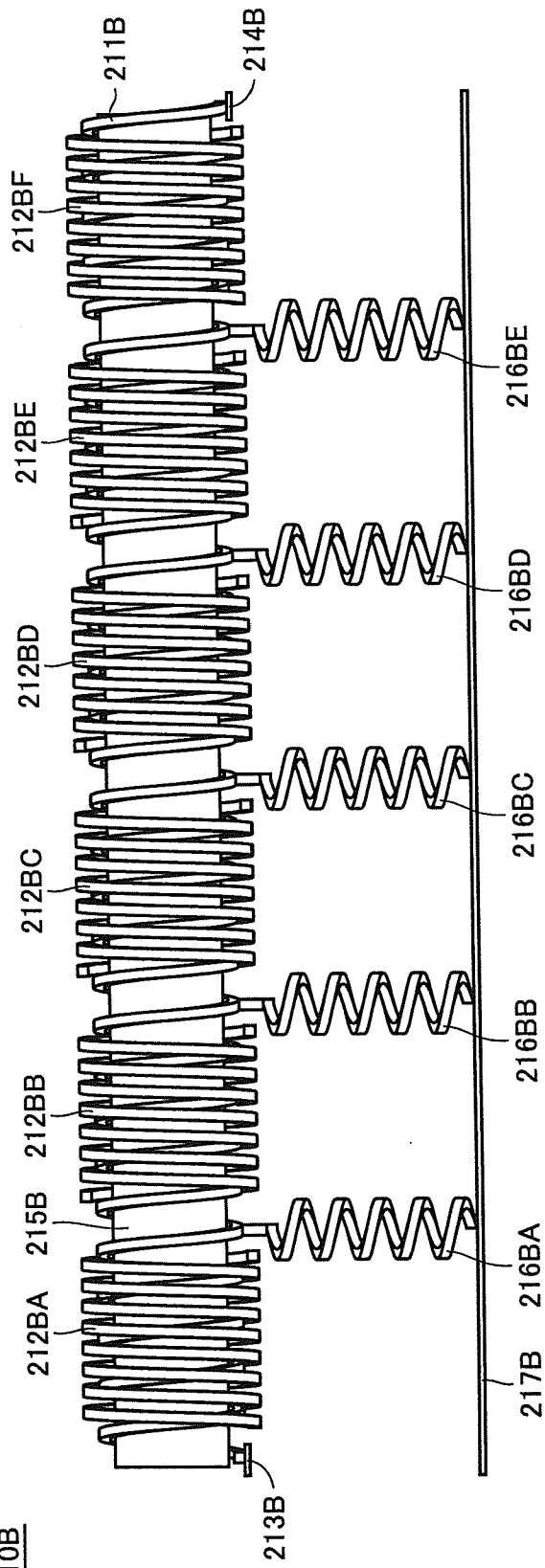


[図17]

FIG.17

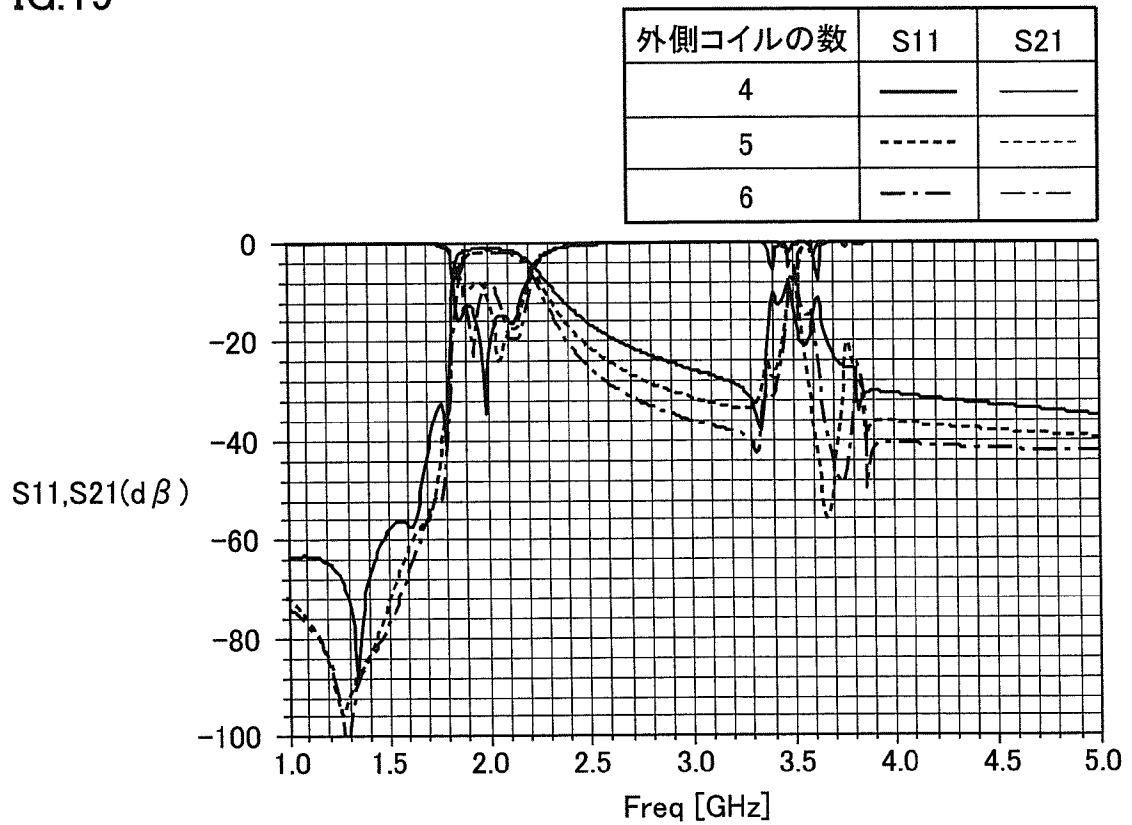
210A

[図18]

FIG.18
210B

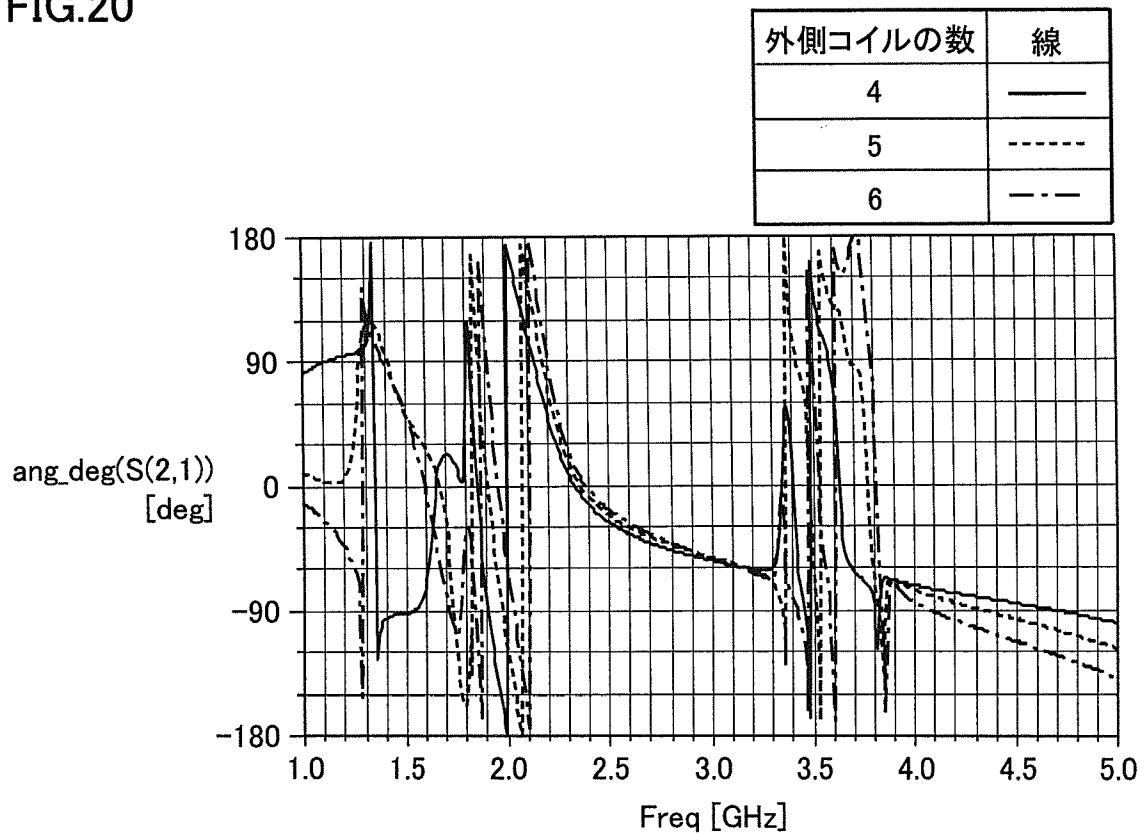
[図19]

FIG.19



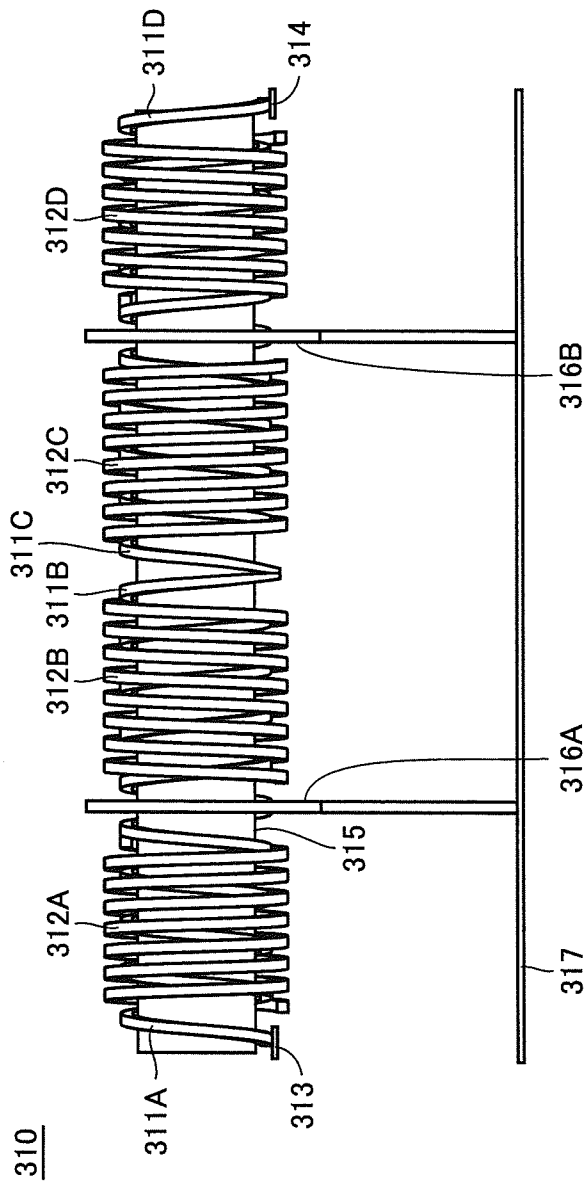
[図20]

FIG.20



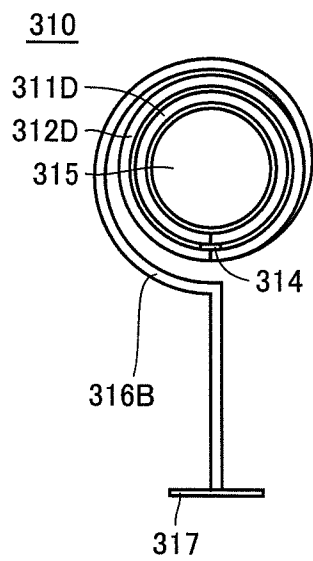
[図21A]

FIG.21A



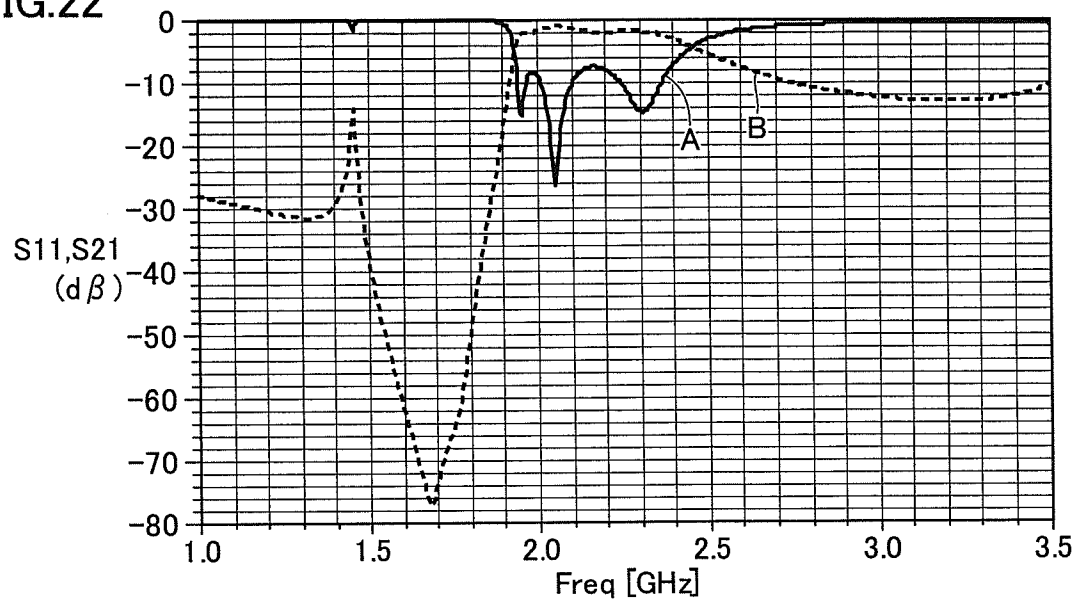
[図21B]

FIG.21B



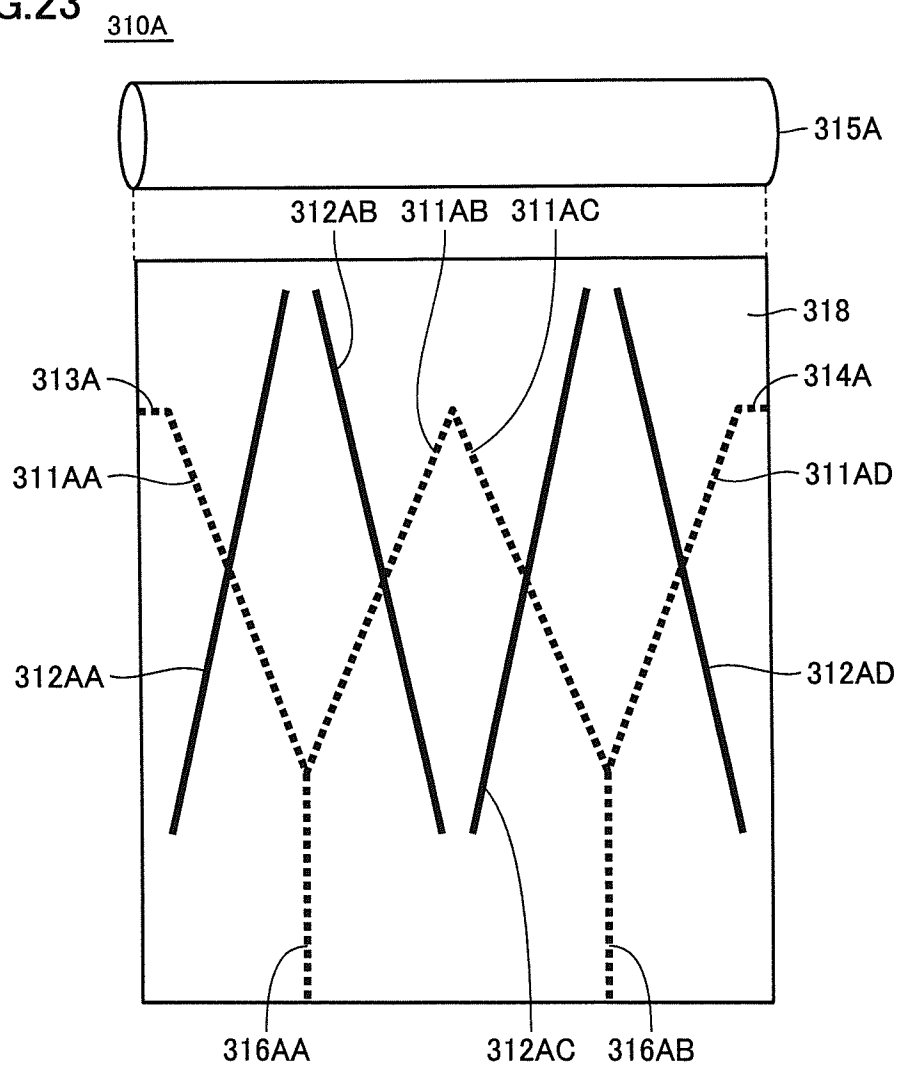
[図22]

FIG.22



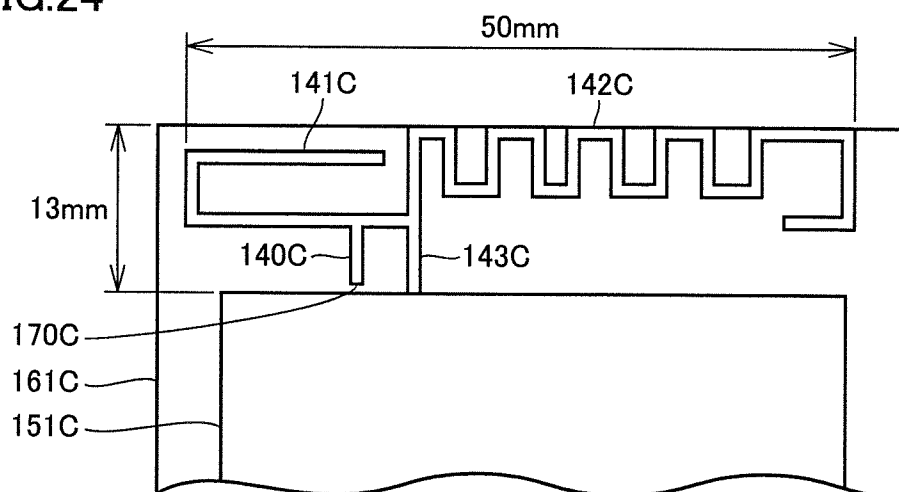
[図23]

FIG.23



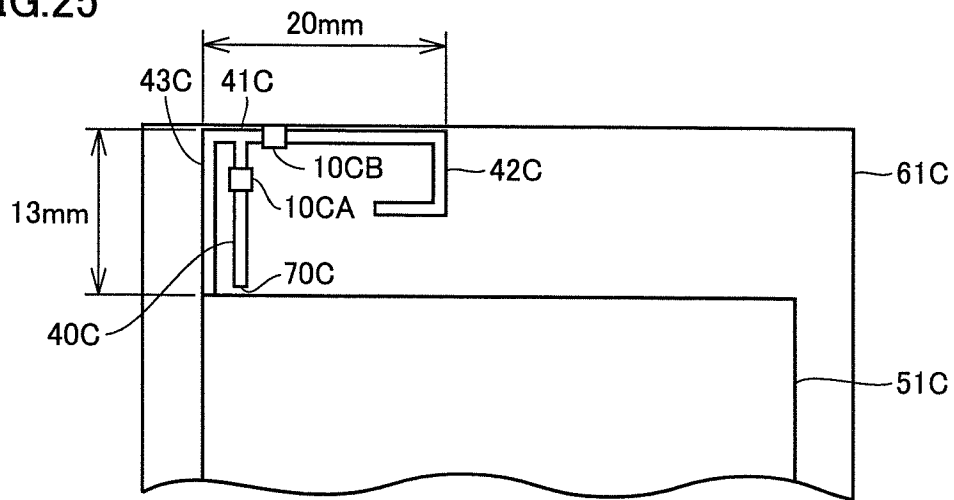
[図24]

FIG.24



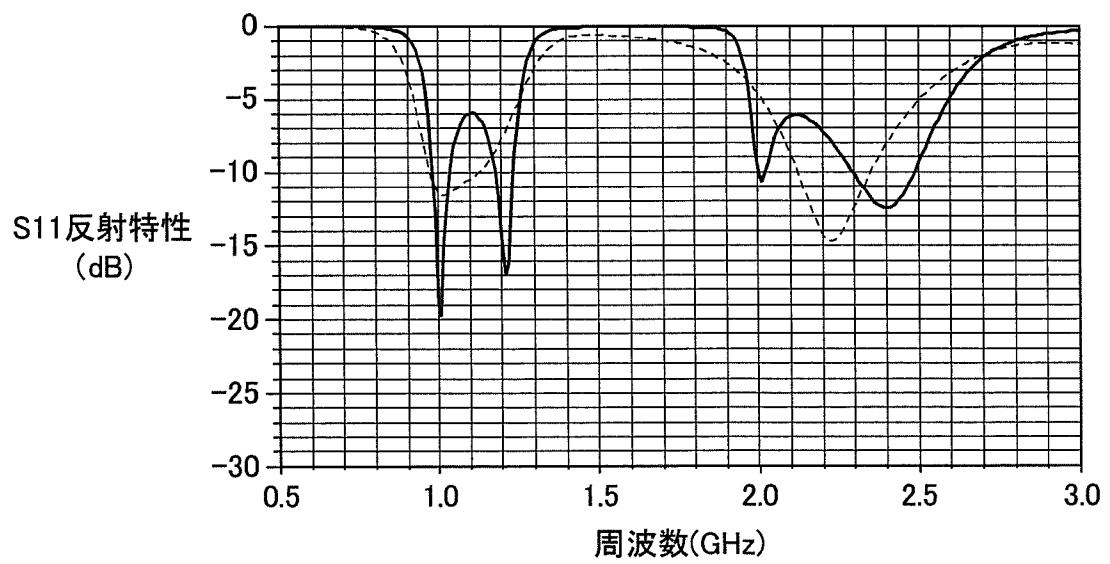
[図25]

FIG.25



[図26]

FIG.26



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078958

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q5/01(2006.01)i, H01Q7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q5/01, H01Q7/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	JP 2007-281818 A (Sony Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0014], [0015], [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-14 4, 15-17
X A	JP 08-214405 A (Technova Inc.), 20 August 1996 (20.08.1996), paragraph [0035]; fig. 4B (Family: none)	1, 2, 4-10 3, 11-17
X A	JP 2012-033740 A (Sumida Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), paragraphs [0022] to [0023]; fig. 1 & US 2012/0025940 A1 & EP 2413335 A2 & CN 102347127 A	1, 2, 5-10 3, 4, 11-17

☒ 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
20 January, 2014 (20.01.14)

Date of mailing of the international search report
04 February, 2014 (04.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078958

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2012-039688 A (Showa Aircraft Industry Co., Ltd.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraph [0015]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 3-10 2, 11-17
X A	JP 10-275733 A (Nitta Corp.), 13 October 1998 (13.10.1998), paragraph [0017]; fig. 2 (Family: none)	1, 3-10 2, 11-17
X A	JP 2012-070164 A (Denso Corp.), 05 April 2012 (05.04.2012), paragraph [0018]; fig. 1 (Family: none)	1, 3-14 2, 15-17
X A	JP 07-322534 A (Hiroshi SAKAMOTO, Matsushita Electric Works, Ltd.), 08 December 1995 (08.12.1995), paragraphs [0021] to [0025]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 3, 5-10 2, 4, 11-17
X A	JP 2011-205757 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 13 October 2011 (13.10.2011), paragraphs [0027] to [0029]; fig. 1 (Family: none)	1, 4-7, 9-17 2, 3, 8
X A	JP 2010-231763 A (Casio Computer Co., Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), paragraphs [0015], [0020], [0030]; fig. 1 & US 2010/0224685 A1	1, 5-14 2-4, 15-17
X A	JP 2009-116491 A (Seiko Epson Corp.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0012], [0014], [0015]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 5-14 2-4, 15-17
X A	JP 2009-055302 A (Nippon Antenna Co., Ltd.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraph [0007]; fig. 1 (Family: none)	1, 4-14 2, 3, 15-17
X A	WO 2007/116623 A1 (Sumida Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraph [0024]; fig. 1 & JP 2010-081654 A & JP 4519188 B2 & US 2009/0115682 A1 & EP 2009739 A1	1, 5-14 2-4, 15-17
X A	JP 07-086994 A (Tokimec Inc.), 31 March 1995 (31.03.1995), paragraphs [0019], [0023]; fig. 4 (Family: none)	1, 6-8, 11-14 2-5, 9, 10, 15-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q5/01(2006.01)i, H01Q7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q5/01, H01Q7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 A	JP 2007-281818 A（ソニー株式会社）2007.10.25, 段落 0014, 0015, 0017, 図 1（ファミリーなし）	1-3, 5-14 4, 15-17
X A	JP 08-214405 A（株式会社テクノバ）1996.08.20, 段落 0035, 図 4B（ファミリーなし）	1, 2, 4-10 3, 11-17
X A	JP 2012-033740 A（スミダコーポレーション株式会社）2012.02.16, 段落 0022-0023, 図 1 & US 2012/0025940 A1 & EP 2413335 A2 & CN 102347127 A	1, 2, 5-10 3, 4, 11-17

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 0 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 当秀

5 K

3 7 8 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2012-039688 A (昭和飛行機工業株式会社) 2012. 02. 23, 段落 0015, 図 1, 2 (ファミリーなし)	1, 3-10 2, 11-17
X A	JP 10-275733 A (ニッタ株式会社) 1998. 10. 13, 段落 0017, 図 2 (ファミリーなし)	1, 3-10 2, 11-17
X A	JP 2012-070164 A (株式会社デンソー) 2012. 04. 05, 段落 0018, 図 1 (ファミリーなし)	1, 3-14 2, 15-17
X A	JP 07-322534 A (坂本 浩, 松下電工株式会社) 1995. 12. 08, 段落 0021-0025, 図 1, 2 (ファミリーなし)	1, 3, 5-10 2, 4, 11-17
X A	JP 2011-205757 A (株式会社豊田中央研究所) 2011. 10. 13, 段落 0027-0029, 図 1 (ファミリーなし)	1, 4-7, 9-17 2, 3, 8
X A	JP 2010-231763 A (カシオ計算機株式会社) 2010. 10. 14, 段落 0015, 0020, 0030, 図 1 & US 2010/0224685 A1	1, 5-14 2-4, 15-17
X A	JP 2009-116491 A (セイコーエプソン株式会社) 2009. 05. 28, 段落 0012, 0014, 0015, 図 1, 2 (ファミリーなし)	1, 5-14 2-4, 15-17
X A	JP 2009-055302 A (日本アンテナ株式会社) 2009. 03. 12, 段落 0007, 図 1 (ファミリーなし)	1, 4-14 2, 3, 15-17
X A	WO 2007/116623 A1 (スミダコーポレーション株式会社) 2007. 10. 18, 段落 0024, 図 1 & JP 2010-081654 A & JP 4519188 B2 & US 2009/0115682 A1 & EP 2009739 A1	1, 5-14 2-4, 15-17
X A	JP 07-086994 A (株式会社トキメック) 1995. 03. 31, 段落 0019, 0023, 図 4 (ファミリーなし)	1, 6-8, 11-14 2-5, 9, 10, 15-17