

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5875871号
(P5875871)

(45) 発行日 平成28年3月2日(2016.3.2)

(24) 登録日 平成28年1月29日(2016.1.29)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 Q	9/40	(2006.01)	HO 1 Q 9/40
HO 1 Q	1/38	(2006.01)	HO 1 Q 1/38
HO 1 Q	1/24	(2006.01)	HO 1 Q 1/24 Z
HO 1 Q	5/25	(2015.01)	HO 1 Q 5/25
HO 1 Q	5/378	(2015.01)	HO 1 Q 5/378

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2012-525 (P2012-525)
 (22) 出願日 平成24年1月5日(2012.1.5)
 (65) 公開番号 特開2013-141139 (P2013-141139A)
 (43) 公開日 平成25年7月18日(2013.7.18)
 審査請求日 平成26年11月13日(2014.11.13)

(73) 特許権者 000201113
 船井電機株式会社
 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号
 (74) 代理人 100104433
 弁理士 官園 博一
 (72) 発明者 三宅 康也
 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井
 電機株式会社内
 審査官 米倉 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置および通信機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1部分と、前記第1部分よりも幅が大きい第2部分とを含む給電素子と、
 複数の位置で折り返された複数の折り返し部を含む無給電素子とを備え、
 前記給電素子の前記第2部分の幅は、前記無給電素子の前記複数の折り返し部の延びる
 方向に直交する方向の幅よりも大きく形成され、
 少なくとも前記給電素子の前記第2部分は、前記無給電素子の前記複数の折り返し部と
 結合するように構成されている、アンテナ装置。

【請求項2】

前記無給電素子を接地するための接地板をさらに備え、
 前記無給電素子の一方端部は、前記接地板に接地されるとともに、前記無給電素子の他
 方端部は、解放されている、請求項1に記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記給電素子は、直線状に延びるように形成されており、
 前記給電素子の前記第2部分の直線状に延びる方向の長さは、前記無給電素子の前記複
 数の折り返し部の前記給電素子の前記第2部分の延びる方向に沿った方向の長さと略等し
 い、請求項1または2に記載のアンテナ装置。

【請求項4】

前記給電素子の前記第2部分の上端部は、平面視において、前記無給電素子の前記折り
 返し部の上端部と略同じ高さ位置に配置され、

前記給電素子の前記第 2 部分の下端部は、平面視において、前記無給電素子の前記折り返し部の下端部と略同じ高さ位置に配置されている、請求項 3 に記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

前記給電素子は、直線状に延びるように形成されており、

前記無給電素子の前記複数の折り返し部は、前記給電素子の延びる方向に沿って複数の位置で折り返されるように形成されている、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

前記給電素子と、前記無給電素子とは、異なる層に形成されている、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

10

【請求項 7】

前記給電素子と、前記無給電素子とは、平面視において、オーバーラップするように配置されている、請求項 6 に記載のアンテナ装置。

【請求項 8】

前記給電素子と、前記無給電素子とは、同一層に形成されている、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 9】

前記給電素子と、前記無給電素子とは、互いに結合可能な距離を隔てて離間するように配置されている、請求項 8 に記載のアンテナ装置。

【請求項 10】

20

前記無給電素子を接地するための接地板をさらに備え、

前記接地板は、互いに略直交する 2 辺により構成される角部を有し、

前記給電素子の前記第 1 部分および前記無給電素子の一方端部は、前記接地板の前記角部近傍に配置されている、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 11】

前記接地板は、互いに略直交する 2 辺により構成される角部を有する矩形形状に形成され、

前記給電素子の前記第 1 部分および前記無給電素子の前記一方端部は、前記矩形形状の前記接地板の角部近傍に配置されている、請求項 10 に記載のアンテナ装置。

【請求項 12】

30

前記給電素子の前記第 1 部分は、前記給電素子の前記第 2 部分とともに、前記無給電素子の前記複数の折り返し部と結合するように構成されている、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 13】

前記給電素子の前記第 1 部分側に配置され、前記給電素子の前記第 1 部分に対して高周波電力を供給する給電点をさらに備える、請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

【請求項 14】

アンテナ装置を備える、通信機器であって、

前記アンテナ装置は、

第 1 部分と、前記第 1 部分よりも幅が大きい第 2 部分とを含む給電素子と、

複数の位置で折り返された複数の折り返し部を含む無給電素子とを備え、

前記給電素子の前記第 2 部分の幅は、前記無給電素子の前記複数の折り返し部の延びる方向に直交する方向の幅よりも大きく形成され、

少なくとも前記給電素子の前記第 2 部分は、前記無給電素子の前記複数の折り返し部と結合するように構成されている、通信機器。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、アンテナ装置および通信機器に関し、特に、給電素子および無給電素子を

50

備えたアンテナ装置および通信機器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、給電素子および無給電素子を備えたアンテナ装置が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

【0003】

上記特許文献1には、電力が供給される第1のアーム（給電素子）と、接地面に接続される第2のアーム（無給電素子）とを備えるマルチバンドアンテナ（アンテナ装置）が開示されている。また、上記特許文献1には、第1のアームの一部と、第2のアームの一部とを結合させることにより、広帯域化およびマルチバンド化を図ることが記載されている。

10

【0004】

また、従来では、アンテナ装置が通信機器に搭載されることから、アンテナ装置の小型化の要求がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2005-538623号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

上記特許文献1には、マルチバンドアンテナの広帯域化またはマルチバンド化に関する具体的な特性については、開示も示唆もされておらず、対応可能な帯域の大きさ（広さ）が不明である。ここで、広帯域とは、一般的に、利用する周波数の最高周波数と最低周波数との比が約1.2倍の帯域と考えられる。このため、単に広帯域化された上記特許文献1のマルチバンドアンテナでは、利用する周波数の最高周波数と最低周波数との比が約1.5倍以上になるような超広帯域の周波数には対応することができないという問題点があると考えられる。しかも、従来よりアンテナ装置の小型化の要求があることから、アンテナ装置を超広帯域の周波数に対応させ、かつ、小型化を図ることは非常に困難であると考えられる。

30

【0007】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、小型化を図りながら、超広帯域の周波数に対応することが可能なアンテナ装置および通信機器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、本願発明者が鋭意検討した結果、給電素子の第2部分の幅を、無給電素子の複数の折り返し部の延びる方向に直交する方向の幅よりも大きく形成し、少なくとも給電素子の第2部分を、無給電素子の複数の折り返し部と結合するように構成し、さらに、無給電素子を、複数の位置で折り返された複数の折り返し部を含むように構成することによって、小型化を図りながら、超広帯域の周波数（たとえば、約2.3GHz帯以上約3.5GHz帯以下）に対応することができることを見出した。なお、超広帯域の周波数に対応することができるという効果は、後述する発明者が行ったシミュレーションにより確認済みである。

40

【0009】

すなわち、この発明の第1の局面によるアンテナ装置は、第1部分と、第1部分よりも幅が大きい第2部分とを含む給電素子と、複数の位置で折り返された複数の折り返し部を含む無給電素子とを備え、給電素子の第2部分の幅は、無給電素子の複数の折り返し部の延びる方向に直交する方向の幅よりも大きく形成され、少なくとも給電素子の第2部分は、無給電素子の複数の折り返し部と結合するように構成されている。なお、結合とは、静

50

電結合や磁界結合の両方を含む広い概念である。

【 0 0 1 0 】

上記第1の局面によるアンテナ装置では、上記のように、給電素子の第2部分の幅を、無給電素子の複数の折り返し部の延びる方向に直交する方向の幅よりも大きく形成し、少なくとも給電素子の第2部分を、無給電素子の複数の折り返し部と結合するように構成することによって、超広帯域の周波数（たとえば、約2.3GHz帯以上約3.5GHz帯以下）に対応することができる。また、無給電素子を、複数の位置で折り返された複数の折り返し部を含むように構成することによって、無給電素子を直線状に延びるように構成する場合と異なり、複数の折り返し部により無給電素子に必要な長さを確保することができるので、無給電素子の配置領域を広げる必要がなく、その結果、アンテナ装置の小型化を図ることができる。したがって、このアンテナ装置では、小型化を図りながら、超広帯域の周波数に対応することができる。

10

【 0 0 1 1 】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、無給電素子を接地するための接地板をさらに備え、無給電素子の一方端部は、接地板に接地されるとともに、無給電素子の他方端部は、解放されている。このように構成すれば、接地板に接地された無給電素子と、給電素子の第2部分との結合により、容易に、超広帯域の周波数に対応することができる。

【 0 0 1 2 】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、給電素子は、直線状に延びるように形成されており、給電素子の第2部分の直線状に延びる方向の長さは、無給電素子の複数の折り返し部の給電素子の第2部分の延びる方向に沿った方向の長さと略等しい。このように構成すれば、給電素子の第2部分と無給電素子の複数の折り返し部とを効果的に結合させることができ、容易に、超広帯域の周波数に対応することができる。

20

【 0 0 1 3 】

この場合、好ましくは、給電素子の第2部分の上端部は、平面視において、無給電素子の折り返し部の上端部と略同じ高さ位置に配置され、給電素子の第2部分の下端部は、平面視において、無給電素子の折り返し部の下端部と略同じ高さ位置に配置されている。このように構成すれば、給電素子の第2部分と、無給電素子の複数の折り返し部とを、より効果的に結合させることができる。また、給電素子および無給電素子の高さ方向において、給電素子および無給電素子の配置領域を小さくすることができるので、効果的にアンテナ装置の小型化を図ることができる。

30

【 0 0 1 4 】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、給電素子は、直線状に延びるように形成されており、無給電素子の複数の折り返し部は、給電素子の延びる方向に沿って複数の位置で折り返されるように形成されている。このように構成すれば、給電素子が直線状に延びる方向において、無給電素子の配置領域を小さくすることができるので、アンテナ装置のさらなる小型化を図ることができる。

【 0 0 1 5 】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、給電素子と、無給電素子とは、異なる層に形成されている。このように構成すれば、給電素子と無給電素子とを容易により広い領域で対向するように配置することができるので、効果的に給電素子と無給電素子とを結合させることができる。

40

【 0 0 1 6 】

この場合、好ましくは、給電素子と、無給電素子とは、平面視において、オーバーラップするように配置されている。このように構成すれば、給電素子と無給電素子とが平面視においてオーバーラップする分、給電素子と無給電素子の配置領域の平面積を小さくすることができるので、容易に、アンテナ装置の小型化を図ることができる。

【 0 0 1 7 】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、給電素子と、無給電素子と

50

は、同一層に形成されている。このように構成すれば、装置全体の厚みを小さくすることができる。

【0018】

この場合、好ましくは、給電素子と、無給電素子とは、互いに結合可能な距離を隔てて離間するように配置されている。このように構成すれば、給電素子と無給電素子とが容易に結合して超広帯域の周波数に対応することができる。

【0019】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、無給電素子を接地するための接地板をさらに備え、接地板は、互いに略直交する2辺により構成される角部を有し、給電素子の第1部分および無給電素子の一方端部は、接地板の角部近傍に配置されている。このように構成すれば、給電素子および無給電素子が接地される接地板の角部を構成する一辺をアンテナとして機能させることができる。

10

【0020】

この場合、好ましくは、接地板は、互いに略直交する2辺により構成される角部を有する矩形形状に形成され、給電素子の第1部分および無給電素子の一方端部は、矩形形状の接地板の角部近傍に配置されている。このように構成すれば、給電素子および無給電素子が接地される矩形形状の接地板の角部を構成する一辺をアンテナとして機能させることができる。

【0021】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、給電素子の第1部分は、給電素子の第2部分とともに、無給電素子の複数の折り返し部と結合するように構成されている。このように構成すれば、給電素子の第2部分と第1部分との両方が無給電素子の複数の折り返し部と結合することにより、より効果的に超広帯域のアンテナ装置を構成することができる。

20

【0022】

上記第1の局面によるアンテナ装置において、好ましくは、給電素子の第1部分側に配置され、給電素子の第1部分に対して高周波電力を供給する給電点をさらに備える。このように構成すれば、給電素子の第1部分に高周波電力を供給することにより、容易に、給電素子の第2部分と無給電素子とを結合させることができる。

【0023】

この発明の第2の局面による通信機器は、アンテナ装置を備える、通信機器であって、アンテナ装置は、第1部分と、第1部分よりも幅が大きい第2部分とを含む給電素子と、複数の位置で折り返された複数の折り返し部を含む無給電素子とを備え、給電素子の第2部分の幅は、無給電素子の複数の折り返し部の延びる方向に直交する方向の幅よりも大きく形成され、少なくとも給電素子の第2部分は、無給電素子の複数の折り返し部と結合するように構成されている。

30

【0024】

この発明の第2の局面による通信機器では、上記のように、給電素子の第2部分の幅を、無給電素子の複数の折り返し部の延びる方向に直交する方向の幅よりも大きく形成し、少なくとも給電素子の第2部分を、無給電素子の複数の折り返し部と結合するように構成することによって、超広帯域の周波数（たとえば、約2.3GHz帯以上約3.5GHz帯以下を含む範囲の周波数）に対応することができる。また、無給電素子を、複数の位置で折り返された複数の折り返し部を含むように構成することによって、無給電素子を直線状に延びるように構成する場合と異なり、複数の折り返し部により無給電素子に必要な長さを確保することができるので、無給電素子の配置領域を広げる必要がなく、その結果、アンテナ装置の小型化を図ることができる。その結果、そのようなアンテナ装置を備えた通信機器自体の小型化も図ることができる。特に、携帯電話機のように小型化が望まれる通信機器において本発明はより有効である。

40

【発明の効果】

【0025】

50

本発明によれば、上記のように、超広帯域（たとえば、約 2.3 GHz 帯以上約 3.5 GHz 帯以下を含む範囲の周波数）で、かつ、より小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1実施形態による携帯電話機の全体構成を示した図である。

【図2】本発明の第1実施形態による携帯電話機のアンテナ装置を表面側から見た図である。

【図3】本発明の第1実施形態による携帯電話機のアンテナ装置を裏面側から見た図である。

【図4】本発明の第1実施形態による携帯電話機のアンテナ装置の斜視図である。

10

【図5】本発明の第1実施形態によるアンテナ装置のシミュレーションにおける周波数とVSWRとの関係を示したグラフである。

【図6】本発明の第2実施形態による携帯電話機のアンテナ装置を示した図である。

【図7】本発明の第2実施形態によるアンテナ装置のシミュレーションにおける周波数と、S11パラメータおよびVSWRとの関係を示したグラフである。

【図8】本発明の第2実施形態によるアンテナ装置のシミュレーションにおける周波数と、インピーダンスの実部および虚部の値との関係を示したグラフである。

【図9】本発明の第3実施形態による携帯電話機のアンテナ装置を示した図である。

【図10】本発明の第4実施形態による携帯電話機のアンテナ装置を示した図である。

【図11】本発明の第4実施形態によるアンテナ装置のシミュレーションにおける周波数とVSWRとの関係を示したグラフである。

20

【図12】本発明の第1～第3実施形態の第1変形例を示したアンテナ装置の図である。

【図13】本発明の第1～第4実施形態の第2変形例を示したダイポールアンテナによるアンテナ装置の図である。

【図14】本発明の第1～第4実施形態の第3変形例を示した整合回路が設けられたアンテナ装置の図である。

【図15】図14に示した第3変形例によるアンテナ装置の型の整合回路を示した図である。

【図16】図14に示した第3変形例によるアンテナ装置のT型の整合回路を示した図である。

30

【図17】図14に示した第3変形例によるアンテナ装置のL型の整合回路を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0028】

（第1実施形態）

まず、図1～図4を参照して、本発明の第1実施形態による携帯電話機100の構成について説明する。なお、携帯電話機100は、本発明の「通信機器」の一例である。

【0029】

40

本発明の第1実施形態による携帯電話機100は、図1に示すように、正面から見て、略長方形形状を有している。また、携帯電話機100は、表示画面部1と、番号ボタンなどからなる操作部2と、マイク3と、スピーカ4とを備えている。また、携帯電話機100の筐体内部には、アンテナ装置10が設けられている。

【0030】

アンテナ装置10は、複数の周波数帯域（2.3 GHz 帯、2.6 GHz 帯および3.5 GHz 帯）の高速無線通信ネットワークのWiMAX (Worldwide interoperability for Microwave Access) に対応可能なように超広帯域に対応している。

【0031】

50

アンテナ装置 10 は、図 2 ~ 図 4 に示すように、給電素子 11 と、無給電素子 12 と、給電素子 11 および無給電素子 12 が配置される基板 13 と、給電素子 11 に高周波電力を供給する給電点 14 と、第 1 接地板 15 (GND) と、無給電素子 12 が接地される第 2 接地板 16 (GND) とを含んでいる。

【0032】

図 4 に示すように、給電素子 11 と無給電素子 12 とは、互いに基板 13 の異なる面 (層) に形成されている。具体的には、基板 13 の表面上 (Z1 方向側の表面上) には、給電素子 11 と、給電点 14 と、第 1 接地板 15 とが設けられている。また、基板 13 の裏面上 (Z2 方向側の表面上) には、無給電素子 12 と、第 2 接地板 16 とが設けられている。また、基板 13 は、約 1 mm の厚みを有するとともに、ガラスエポキシ樹脂からなる。また、給電素子 11 および無給電素子 12 は、それぞれ、導体からなるとともに、薄板形状を有している。

10

【0033】

また、図 2 および図 4 に示すように、基板 13 の表面上 (Z1 方向側の表面上) に設けられた給電素子 11 は、Y 方向に伸びるように直線状に形成されている。また、給電素子 11 は、Y2 方向側に位置する第 1 部分 111 と、Y1 方向側に位置する第 2 部分 112 とを含んでいる。また、第 1 部分 111 および第 2 部分 112 は、平面視において、略矩形形状を有しているとともに、Y 方向に伸びるように形成されている。また、給電素子 11 の第 1 部分 111 の下端部 111a は、給電点 14 を介して第 1 接地板 15 に接続されているとともに、第 2 部分 112 の上端部 112a は、解放されている。

20

【0034】

また、給電素子 11 の第 1 部分 111 の X 方向 (給電素子 11 の伸びる方向に直交する方向) の幅 W1 は、給電素子 11 の第 2 部分 112 の X 方向の幅 W2 よりも小さい。また、給電素子 11 の第 1 部分 111 の Y 方向 (給電素子 11 の伸びる方向に沿った方向) の長さ L1 は、約 3.2 mm であるとともに、給電素子 11 の第 2 部分 112 の Y 方向の長さ L2 は、第 1 部分 111 の長さ L1 よりも大きく、約 8.8 mm である。すなわち、給電素子 11 の第 1 部分 111 の下端部 111a から給電素子 11 の第 2 部分 112 の上端部 112a までの長さ (L1 + L2) は、約 12.0 mm であり、第 1 部分 111 の長さ L1 と第 2 部分 112 の長さ L2 との比は、約 2.75 倍である。

【0035】

また、給電素子 11 の第 2 部分 112 は、無給電素子 12 全体と結合する。給電素子 11 の第 1 部分 111 は、第 2 部分 112 とともに無給電素子 12 全体と結合する。なお、第 2 部分 112 は、第 1 部分 111 に比べて、より強く無給電素子 12 と結合する。また、結合とは、静電結合や磁界結合の両方を含む広い概念である。

30

【0036】

また、図 3 および図 4 に示すように、基板 13 の裏面上 (Z2 方向側の表面上) に設けられた無給電素子 12 は、全体的に見ると複数の位置で屈曲するミアンダ形状 (ジグザグ形状) を有している。また、無給電素子 12 は、Y 方向に伸びるように形成された第 1 直線部 121 と、第 2 直線部 122 と、第 3 直線部 123 と、第 1 ~ 第 3 直線部を 2 つの位置で折り返すように X 方向に伸びるように形成された第 1 連結部 124 および第 2 連結部 125 とを含んでいる。なお、第 1 直線部 121、第 2 直線部 122、第 3 直線部 123、第 1 連結部 124 および第 2 連結部 125 は、本発明の「折り返し部」の一例である。

40

【0037】

ここで、第 1 実施形態では、給電素子 11 の第 1 部分 111 および第 2 部分 112 は、無給電素子 12 全体 (第 1 直線部 121、第 2 直線部 122、第 3 直線部 123、第 1 連結部 124 および第 2 連結部 125) と結合するように構成されている。

【0038】

また、無給電素子 12 の第 1 直線部 121 の下端部 121a は、第 2 接地板 16 に接地されている。また、無給電素子 12 の第 1 直線部 121 の上端部 121b と、第 2 直線部 122 の上端部 122a とは、第 1 連結部 124 により折り返されるように連結されてい

50

る。また、無給電素子 1 2 の第 2 直線部 1 2 2 の下端部 1 2 2 b と、第 3 直線部 1 2 3 の下端部 1 2 3 a とは、第 2 連結部 1 2 5 により折り返されるように連結されている。また、無給電素子 1 2 の第 3 直線部 1 2 3 の上端部 1 2 3 b は、解放されている。

【 0 0 3 9 】

また、図 2 および図 3 に示すように、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 および第 2 部分 1 1 2 は、平面視において、無給電素子 1 2 の第 1 直線部 1 2 1、および、第 1 連結部 1 2 4 の X 1 方向側の一部とオーバーラップ（重なる）するように配置されている。また、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 の上端部 1 1 2 a は、平面視において、無給電素子 1 2 の第 1 連結部 1 2 4 の上端部 1 2 4 a と略同じ高さ位置に配置されているとともに、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 の下端部 1 1 2 b は、平面視において、無給電素子 1 2 の第 2 連結部 1 2 5 の下端部 1 2 5 a と略同じ高さ位置に配置されている。

10

【 0 0 4 0 】

また、第 1 直線部 1 2 1 の Y 方向の長さ L 3（約 1 2 . 0 mm）は、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 および第 2 部分 1 1 2 の Y 方向の長さ（L 1 + L 2）（約 1 2 . 0 mm）と略等しい。また、無給電素子 1 2 の第 2 直線部 1 2 2 および第 3 直線部 1 2 3 の Y 方向の長さ L 3（約 8 . 8 mm）は、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 の Y 方向の長さ L 2（約 8 . 8 mm）と略等しい。

【 0 0 4 1 】

また、無給電素子 1 2 の第 1 直線部 1 2 1、第 2 直線部 1 2 2、第 3 直線部 1 2 3、第 1 連結部 1 2 4 および第 2 連結部 1 2 5 の延びる方向に直交する方向の幅 W 3（約 0 . 4 mm）（図 3 参照）は、無給電素子 1 2 全体にわたって略同じ幅（均一の幅）を有している。この無給電素子 1 2 の第 1 直線部 1 2 1、第 2 直線部 1 2 2、第 3 直線部 1 2 3、第 1 連結部 1 2 4 および第 2 連結部 1 2 5 の延びる方向に直交する方向の幅 W 3（約 0 . 4 mm）は、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 の X 方向の幅 W 1（約 0 . 4 mm）（図 2 参照）と略等しい幅を有しているとともに、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 の X 方向の幅 W 2（約 1 . 2 mm）（図 2 参照）よりも小さい幅を有している。

20

【 0 0 4 2 】

また、第 1 直線部 1 2 1、第 2 直線部 1 2 2 および第 3 直線部 1 2 3 は、互いに平行に配置されているとともに、第 1 連結部 1 2 4 および第 2 連結部 1 2 5 は、互いに平行に配置されている。また、無給電素子 1 2 の第 1 直線部 1 2 1 と第 2 直線部 1 2 2 とは、間隔 L 5（約 1 . 4 mm）（図 3 参照）を隔てて配置されており、第 2 直線部 1 2 2 と第 3 直線部 1 2 3 とは、間隔 L 6（約 1 . 2 mm）（図 3 参照）を隔てて配置されている。

30

【 0 0 4 3 】

また、図 2 に示すように、基板 1 3 の表面上に配置された第 1 接地板 1 5 は、1 辺が約 4 0 mm の長さを有する正方形に形成されている。また、第 1 接地板 1 5 は、互いに直交する 2 辺により構成される角部 1 5 1 を有している。また、第 1 接地板 1 5 の角部 1 5 1 近傍には、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 の下端部 1 1 1 a（Y 2 方向側の端部）が給電点 1 4 を介して接続されている。

【 0 0 4 4 】

また、図 3 に示すように、基板 1 3 の裏面上に配置された第 2 接地板 1 6 は、1 辺が約 4 0 mm の長さを有する正方形に形成されている。また、第 2 接地板 1 6 は、互いに直交する 2 辺により構成される角部 1 6 1 を有している。また、第 2 接地板 1 6 の角部 1 6 1 近傍には、無給電素子 1 2 の第 1 直線部 1 2 1 の下端部 1 2 1 a（Y 2 方向側の端部）が接続されている。

40

【 0 0 4 5 】

第 1 実施形態では、上記のように、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 の幅を、無給電素子 1 2 の 2 つの連結部 1 2 4 および 1 2 5 の延びる方向に直交する方向の幅よりも大きく形成し、少なくとも給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 を、無給電素子 1 2 の 2 つの連結部 1 2 4 および 1 2 5 と結合するように構成することによって、超広帯域の周波数に対応することができる。また、無給電素子 1 2 を、2 つの位置で折り返された 2 つの連結部 1 2 4 お

50

よび125を含むように構成することによって、無給電素子12を直線状に延びるように構成する場合と異なり、複数の折り返し部（第1直線部121、第2直線部122、第3直線部123、第1連結部124および第2連結部125）により、無給電素子12に必要な長さを確保することができるので、無給電素子12の配置領域を広げる必要がなく、その結果、アンテナ装置10の小型化を図ることができる。したがって、このアンテナ装置10では、小型化を図りながら、超広帯域の周波数（たとえば、約2.3GHz帯以上約3.5GHz帯以下）に対応することができる。

【0046】

また、第1実施形態では、上記のように、無給電素子12の第1直線部121の下端部121aを、接地板16に接地するとともに、無給電素子12の第3直線部123の上端部123bを、解放することによって、接地板16に接地された無給電素子12と、給電素子11の第2部分112との結合により、容易に、超広帯域の周波数に対応することができる。

10

【0047】

また、第1実施形態では、上記のように、給電素子11の第2部分112の直線状に延びる方向（Y方向）の長さL2を、無給電素子12の2つの第2直線部122および第3直線部123の給電素子11の第2部分112の延びる方向に沿った方向（Y方向）の長さL4と略等しくすることによって、給電素子11の第2部分112と、無給電素子12の複数の折り返し部（第1直線部121、第2直線部122、第3直線部123、第1連結部124および第2連結部125）とを効果的に結合させることができ、容易に、超広帯域の周波数に対応することができる。

20

【0048】

また、第1実施形態では、上記のように、給電素子11の第2部分112の上端部122aを、平面視において、無給電素子12の連結部124の上端部124aと略同じ高さ位置に配置し、給電素子11の第2部分112の下端部112bを、平面視において、無給電素子12の連結部125の下端部125aと略同じ高さ位置に配置することによって、給電素子11の第2部分112と、無給電素子12の複数の折り返し部（第1直線部121、第2直線部122、第3直線部123、第1連結部124および第2連結部125）とを、より効果的に結合させることができる。また、給電素子11および無給電素子12の高さ方向（Y方向）において、給電素子11および無給電素子12の配置領域を小さくすることができるので、効果的にアンテナ装置10の小型化を図ることができる。

30

【0049】

また、第1実施形態では、上記のように、無給電素子12の2つの連結部124および125を、給電素子11の延びる方向（Y方向）に沿って2つの位置で折り返すように形成することによって、給電素子11の直線状に延びる方向において、無給電素子12の配置領域を小さくすることができるので、アンテナ装置10のさらなる小型化を図ることができる。

【0050】

また、第1実施形態では、上記のように、給電素子11と、無給電素子12とを、異なる層に形成することによって、給電素子11と無給電素子12とを容易により広い領域で対向するように配置することができるので、効果的に給電素子11と無給電素子12とを結合させることができる。

40

【0051】

また、第1実施形態では、上記のように、給電素子11と、無給電素子12とを、平面視において、オーバーラップするように配置することによって、給電素子11と無給電素子12とが平面視においてオーバーラップする分、給電素子11と無給電素子12の配置領域の平面積を小さくすることができるので、容易に、アンテナ装置10の小型化を図ることができる。

【0052】

また、第1実施形態では、上記のように、給電素子11の第1部分111の下端部11

50

1 a および無給電素子 1 2 の第 1 直線部 1 2 1 の下端部 1 2 1 a を、それぞれ、矩形形状の接地板 1 5 の角部 1 5 1 近傍および接地板 1 6 の角部 1 6 1 近傍に配置することによって、給電素子 1 1 および無給電素子 1 2 が接地される矩形形状の接地板 1 5 および 1 6 の角部を構成する一辺をアンテナとして機能させることができる。

【 0 0 5 3 】

また、第 1 実施形態では、上記のように、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 を、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 とともに、無給電素子 1 2 の 2 つの連結部 1 2 4 および 1 2 5 と結合させることによって、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 と第 1 部分 1 1 1 との両方が無給電素子 1 2 の複数の折り返し部（第 1 直線部 1 2 1、第 2 直線部 1 2 2、第 3 直線部 1 2 3、第 1 連結部 1 2 4 および第 2 連結部 1 2 5）と結合することにより、より効果的に超広帯域のアンテナ装置 1 0 を構成することができる。

10

【 0 0 5 4 】

また、第 1 実施形態では、上記のように、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 に対して高周波電力を供給する給電点 1 4 を、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 側に配置することによって、給電素子 1 1 の第 1 部分 1 1 1 に高周波電力を供給することにより、容易に、給電素子 1 1 の第 2 部分 1 1 2 と無給電素子 1 2 とを結合させることができる。

【 0 0 5 5 】

次に、図 5 を参照して、上記した第 1 実施形態の効果を確認するために行ったシミュレーション結果について説明する。このシミュレーションでは、図 2 ~ 図 4 に示した第 1 実施形態に対応するアンテナ装置 1 0 の給電素子 1 1 および無給電素子 1 2 の Y 方向の長さ（ $L_1 + L_2$ ）を 10 mm、12 mm および 14 mm に変化させた場合の周波数と VSWR（Voltage Standing Wave Ratio：電圧定在波比）との関係（周波数特性）を得た。

20

【 0 0 5 6 】

図 5 に示すシミュレーション結果では、横軸が周波数（GHz）を示しており、縦軸が VSWR（Voltage Standing Wave Ratio：電圧定在波比）を示している。また、本シミュレーションでは、周波数の大きさを 1（GHz）以上 5（GHz）以下の範囲で変化させた場合の VSWR を示している。なお、VSWR が 2 以下であれば良好なアンテナ特性を有すると考えられる。

【 0 0 5 7 】

まず、給電素子 1 1 および無給電素子 1 2 の Y 方向の長さ（ $L_1 + L_2$ ）が 12 mm の場合には、VSWR が 2 以下の範囲における最低周波数は、約 2.2（GHz）であった。また、VSWR が 2 以下の範囲における最高周波数は、約 4.0（GHz）であった。すなわち、VSWR が 2 以下の範囲における最低周波数（2.2（GHz））と、最高周波数（4.0（GHz））との比が、約 1.8 倍であることが判明した。

30

【 0 0 5 8 】

次に、給電素子 1 1 および無給電素子 1 2 の Y 方向の長さ（ $L_1 + L_2$ ）が 10 mm の場合には、VSWR が 2 以下の範囲における最低周波数は、約 2.7（GHz）であった。また、VSWR が 2 以下の範囲における最高周波数は、約 4.5（GHz）であった。すなわち、VSWR が 2 以下の範囲における最低周波数（2.7（GHz））と、最高周波数（4.5（GHz））との比が、約 1.7 倍であることが判明した。

40

【 0 0 5 9 】

また、給電素子 1 1 および無給電素子 1 2 の Y 方向の長さ（ $L_1 + L_2$ ）が 14 mm の場合には、VSWR が 2 以下の範囲における最低周波数は、約 1.9（GHz）であった。また、VSWR が 2 以下の範囲における最高周波数は、約 3.5（GHz）であった。すなわち、VSWR が 2 以下の範囲における最低周波数（1.9（GHz））と、最高周波数（3.5（GHz））との比が、約 1.8 倍であることが判明した。

【 0 0 6 0 】

以上の結果から、給電素子 1 1 および無給電素子 1 2 の長さ（ $L_1 + L_2$ ）を 10 mm、12 mm および 14 mm に変化させた場合には、VSWR が 2 以下の範囲における最低

50

周波数と最高周波数との比が約 1.7 倍以上約 1.8 倍以下になることを確認した。これにより、第 1 実施形態に対応するアンテナ装置 10 は、利用する周波数帯域の最低周波数と最高周波数との比が約 1.5 倍以上の超広帯域特性を有することを確認した。なお、上記のシミュレーション結果から、給電素子 11 および無給電素子 12 の長さ ($L_1 + L_2$) を変化させる (調整する) ことにより、広帯域性を維持したまま、利用周波数帯域を調整することが可能であることを確認した。

【0061】

これは、以下の理由によるものであると考えられる。すなわち、第 1 実施形態に対応するアンテナ装置 10 では、給電素子 11 が無給電素子 12 と結合することにより、超広帯域の周波数に対応することが可能になったと考えられる。

10

【0062】

(第 2 実施形態)

次に、図 6 を参照して、本発明の第 2 実施形態によるアンテナ装置 20 について説明する。この第 2 実施形態では、上記第 1 実施形態とは異なり、第 3 直線部 123 に連結される第 3 連結部 126 と、第 3 連結部 126 に連結される第 4 直線部 127 とを備えたアンテナ装置 20 について説明する。なお、第 3 連結部 126 および第 4 直線部 127 は、本発明の「折り返し部」の一例である。

【0063】

第 2 実施形態によるアンテナ装置 20 は、第 3 直線部 123 に連結される第 3 連結部 126 と、第 3 連結部 126 に連結される第 4 直線部 127 とを含んでいる。また、第 3 連結部 126 は、X 方向に延びるように形成されている。また、第 4 直線部 127 は、Y 方向に延びるように形成されている。また、第 3 直線部 123 の上端部 123b には、第 3 連結部 126 の X1 方向側の左端部 126a が連結されている。また、第 3 連結部 126 の X2 方向側の右端部 126b には、第 4 直線部 127 が連結されている。また、第 4 直線部 127 の下端部 127a は、解放されている。

20

【0064】

また、第 3 連結部 126 は、第 1 連結部 124 および第 2 連結部 125 と略平行になるように配置されているとともに、第 1 連結部 124 と略同じ高さ位置に配置されている。

【0065】

また、第 4 直線部 127 は、第 1 直線部 121、第 2 直線部 122 および第 3 直線部 123 と略平行になるように配置されている。また、第 4 直線部 127 の Y 方向の長さは、第 1 直線部 121、第 2 直線部 122 および第 3 直線部 123 の長さよりも短く、かつ、第 2 直線部 122 および第 3 直線部 123 の長さの約 4 分の 1 以下の長さを有している。また、第 3 連結部 126 および第 4 直線部 127 は、約 0.4 mm の幅 W_3 を有している。

30

【0066】

なお、第 2 実施形態のその他の構成および効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

【0067】

次に、図 7 を参照して、上記した第 2 実施形態の効果を確認するために行ったシミュレーション結果について説明する。このシミュレーションでは、図 6 に示した第 2 実施形態に対応するアンテナ装置 20 の給電素子 11 および無給電素子 12 の Y 方向の長さ ($L_1 + L_2$) が 12 mm の場合の周波数と VSWR (Voltage Standing Wave Ratio: 電圧定在波比) との関係 (周波数特性)、および、周波数と S11 (dB) との関係について説明する。なお、S11 (dB) は、給電素子 11 の反射係数を意味する。

40

【0068】

図 7 に示すシミュレーション結果では、横軸が周波数 (GHz) を示しており、縦軸 (図 7 の左側の縦軸) が S11 (dB) を示しており、縦軸 (図 7 の右側の縦軸) が VSWR (Voltage Standing Wave Ratio: 電圧定在波比) を示している。また、本シミュレーションでは、周波数を 1 (GHz) 以上 5 (GHz) 以下の

50

範囲で変化させた場合のVSWRおよびS11(dB)を示している。なお、VSWRが2以下であれば良好なアンテナ特性を有すると考えられる。また、S11が-10(dB)以下であれば良好なアンテナ特性を有すると考えられる。

【0069】

第2実施形態に対応するアンテナ装置20では、VSWRが2以下の範囲における最低周波数は、約2.1(GHz)であった。また、VSWRが2以下の範囲における最高周波数は、約4.0(GHz)であった。すなわち、VSWRが2以下の範囲における最低周波数(2.1(GHz))と、最高周波数(4.0(GHz))との比は、約1.9倍であることが判明した。

【0070】

また、S11が-10(dB)以下の範囲における最低周波数は、約2.1(GHz)であった。また、S11が-10(dB)以下の範囲における最高周波数は、約3.9(GHz)であった。すなわち、S11が-10(dB)以下となる範囲における最低周波数(2.1(GHz))と、最高周波数(3.9(GHz))との比は、約1.9倍であることが判明した。

【0071】

以上の結果から、第2実施形態に対応するアンテナ装置20では、VSWRが2以下の範囲およびS11が-10(dB)以下の範囲における最低周波数と最高周波数との比が約1.9倍になることを確認した。これにより、第2実施形態に対応するアンテナ装置20は、利用する周波数帯域の最低周波数と最高周波数との比が約1.5倍以上の超広帯域特性を有することを確認した。

【0072】

次に、図8を参照して、第2実施形態に対応するアンテナ装置20の周波数と入力インピーダンスZ(実部(レジスタンス)および虚部(リアクタンス))との関係について説明する。図8では、横軸が周波数(GHz)を示しており、左側の縦軸が入力インピーダンスZの実部() (レジスタンス)を示しており、右側の縦軸が入力インピーダンスZの虚部() (リアクタンス)を示している。

【0073】

第2実施形態に対応するアンテナ装置20では、図8に示すシミュレーション結果のように、アンテナ装置20を使用するのに好ましい範囲である最低周波数が約2.1(GHz)以上で、かつ、最高周波数が約4.0(GHz)以下の範囲において、給電素子11の入力インピーダンスZの実部(レジスタンス)が約50()であるとともに、虚部(リアクタンス)が約0()であることを確認した。すなわち、第2実施形態に対応するアンテナ装置20では、入力インピーダンスZの実部(レジスタンス)が約50()で、かつ、虚部(リアクタンス)が約0()となる周波数帯域において、利用する最低周波数と最高周波数との比が約1.5倍以上の超広帯域特性を有することを確認した。

【0074】

(第3実施形態)

次に、図9を参照して、本発明の第3実施形態によるアンテナ装置30について説明する。この第3実施形態では、上記第1実施形態とは異なり、無給電素子12を基板13に形成された開口部13aを介して第1接地板15に接地する例について説明する。

【0075】

第3実施形態によるアンテナ装置30では、無給電素子12の第1直線部121の下端部121aは、平面視において、基板13の表面上に配置された第1接地板15とオーバーラップする(重なる)ように配置されている。また、基板13の裏面上には、接地板は設けられていない。また、無給電素子12の第1直線部121のY方向の長さは、給電素子11のY方向の長さよりも大きい。また、基板13には、開口部13a(スルーホール)が形成されている。また、無給電素子12の第1直線部121の下端部121aは、開口部13aを介して、基板13の表面上に配置された第1接地板15に接地(接続)されている。また、平面視において、第1直線部121の第1接地板15とオーバーラップする(

10

20

30

40

50

重なる)部分は、 / 4 0より小さい電気長を有することが好ましい。

【0076】

なお、第3実施形態のその他の構成および効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0077】

(第4実施形態)

次に、図10を参照して、本発明の第4実施形態によるアンテナ装置40について説明する。この第4実施形態では、上記第1実施形態とは異なり、給電素子11と無給電素子17とを同一層(同一の基板13の表面上)に配置する例について説明する。

【0078】

第4実施形態によるアンテナ装置40では、給電素子11と無給電素子17とは、同一層(同一の基板13の表面上)に、X方向に所定の間隔を隔てて配置されている。また、無給電素子17は、第1接地板15の角部151近傍に配置されているとともに、給電素子11は、無給電素子17のX2方向側(角部151側とは反対側)に配置されている。また、給電素子11のY方向の長さは、無給電素子17のY方向の長さと同程度の長さである。

【0079】

また、無給電素子17は、第1接地板15に接続される第1直線部171と、第2直線部172と、第3直線部173と、第1連結部174と、第4直線部175と、第2連結部176と、第5直線部177とを含んでいる。また、第1直線部171と、第3直線部173と、第4直線部175と、第5直線部177とは、Y方向に延びるとともに、互いに略平行に配置されている。また、第2直線部172と、第1連結部174と、第2連結部176とは、X方向に延びるとともに、互いに略平行に配置されている。なお、第1直線部171、第2直線部172、第3直線部173、第1連結部174、第4直線部175、第2連結部176および第5直線部177は、本発明の「折り返し部」の一例である。

【0080】

また、無給電素子17全体(第1直線部171、第2直線部172、第3直線部173、第1連結部174、第4直線部175、第2連結部176および第5直線部177)は、給電素子11全体(第1部分111および第2部分112)と結合するように構成されている。なお、無給電素子17の第3直線部173は、給電素子11の近傍に配置されているとともに、給電素子11と比較的強く結合するように構成されている。

【0081】

また、第3直線部173のY方向の長さは、給電素子11の第2部分112のY方向の長さよりも長く、かつ、給電素子11全体(第1部分111および第2部分112)のY方向の長さよりも短い。また、第4直線部175および第5直線部177のY方向の長さは、給電素子11全体(第1部分111および第2部分112)のY方向の長さと同程度の長さである。また、無給電素子17は、全体にわたって略等しい幅を有している。

【0082】

なお、第4実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

【0083】

第4実施形態では、上記のように、給電素子11と、無給電素子12とを、同一層(同一の基板13の表面上)に形成することによって、装置全体の厚みを小さくすることができるので、容易に、アンテナ装置10の小型化を図ることができる。

【0084】

また、第4実施形態では、上記のように、給電素子11と、無給電素子12とを、互いに結合可能な距離を隔てて離間するように配置することによって、給電素子11と無給電素子12とが容易に結合して超広帯域の周波数に対応することができる。

【0085】

なお、第4実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0086】

次に、図11を参照して、上記した第4実施形態の効果を確認するために行ったシミュ

レーション結果について説明する。このシミュレーションでは、図10に示した第4実施形態に対応するアンテナ装置40の周波数とVSWR (Voltage Standing Wave Ratio: 電圧定在波比)との関係(周波数特性)について説明する。
【0087】

図11に示すシミュレーション結果では、横軸が周波数(GHz)を示しており、縦軸がVSWR (Voltage Standing Wave Ratio: 電圧定在波比)を示している。また、本シミュレーションでは、周波数を1(GHz)以上5(GHz)以下の範囲で変化させた場合のVSWRを示している。なお、VSWRが2以下であれば良好なアンテナ特性を有すると考えられる。

【0088】

第4実施形態に対応するアンテナ装置40では、VSWRが2以下の範囲における最低周波数は、約2.7(GHz)であった。また、VSWRが2以下の範囲における最高周波数は、約4.5(GHz)であった。すなわち、VSWRが2以下の範囲における最低周波数(2.7(GHz))と、最高周波数(4.5(GHz))との比は、約1.6倍であることが判明した。なお、第4実施形態に対応するアンテナ装置40では、上記第1および第2実施形態によるアンテナ装置10および20の最低周波数と最高周波数との比(約1.7倍以上約1.9倍)に比べて広帯域特性が若干劣る(約1.6倍)ものの、高速無線通信ネットワークのWiMAXで利用される複数の周波数帯域(2.3GHz帯、2.6GHz帯および3.5GHz帯)の全てをカバーすることが可能であるので、複数のアンテナ装置を必要としないことを確認した。

【0089】

なお、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、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許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。

【0090】

たとえば、上記第1~第4実施形態では、アンテナ装置を備える通信機器の一例として、携帯電話機を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、たとえば、アンテナ装置を備えるPDA(Personal Digital Assistant)や小型のノートパソコンなど携帯電話機以外の通信機器にも適用可能である。また、アンテナ装置を備える機器であれば、通信機器以外にも本発明は適用可能である。

【0091】

また、上記第1~第4実施形態では、アンテナ装置を2.3GHz、2.6GHzおよび3.5GHz帯のWiMAXに対応するように構成する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、たとえば、2.3GHz、2.6GHzおよび3.5GHz帯以外の周波数に対応するように構成してもよいし、GSM(登録商標)や3GなどWiMAX以外の形式に対応するように構成してもよい。

【0092】

また、上記第1~第3実施形態では、無給電素子12の第1直線部121をX1方向側に配置するとともに、第3直線部123をX2方向側に配置する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、たとえば、図12に示す第1変形例のアンテナ装置50のように、無給電素子12の第1直線部121をX2方向側に配置するとともに、第3直線部123をX1方向側に配置してもよい。

【0093】

また、上記第1~第4実施形態では、アンテナ装置の一例として、モノポールアンテナからなる給電素子を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、ダイポールアンテナなどモノポールアンテナ以外の給電素子であってもよい。たとえば、図13に示す第2変形例のアンテナ装置60のように、ダイポールアンテナからなる給電素子11の場合には、給電点14を中心としてY1方向側およびY2方向側の各々の領域に給電素子11をそれぞれ設けるとよい。また、給電素子11の各々のX1方向側の領域に無給電素子1

10

20

30

40

50

2をそれぞれ設けるとよい。

【0094】

また、上記第1～第4実施形態では、給電点と給電素子との間にインピーダンス整合を図るための整合回路を設けない構成を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、給電点と給電素子との間に高周波電力の所定の周波数においてインピーダンス整合を図るための整合回路を設けてもよい。たとえば、図14に示す第3変形例のアンテナ装置70のように、アンテナ装置70の給電点14と給電素子11との間に整合回路18を設けてもよい。これにより、所定の周波数において、インピーダンス整合が図られるので、給電素子11を介して伝達されるエネルギーの伝達損失をより軽減させることができる。なお、整合回路18は、たとえば、図15に示すようなインダクタ181（コイル）およびキャパシタ182（コンデンサ）により構成された型回路（マッチ）や、図16に示すようなインダクタ181およびキャパシタ182により構成されたT型回路（Tマッチ）、図17に示すようなインダクタ181およびキャパシタ182により構成されたL型回路（Lマッチ）などにより構成してもよい。また、型回路やT型回路、L型回路などは、インダクタ181またはキャパシタ182の一方のみにより構成してもよいし、インダクタ181およびキャパシタ182の両方により構成してもよい。

10

【0095】

また、上記第1実施形態では、無給電素子12の第3直線部123のY方向の長さを、第1直線部121および第2直線部122のY方向の長さと同程度の長さに形成する例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、無給電素子12の第3直線部123のY方向の長さを、第1直線部121および第2直線部122のY方向の長さよりも短くしてもよい。これによっても、図5に示したシミュレーション結果のように、VSWRが2以下の範囲において最低周波数と最高周波数との比が約1.7倍以上約1.8倍以下になるような超広帯域特性を有するアンテナ装置を構成することが可能である。

20

【0096】

また、上記第2実施形態では、無給電素子12の第4直線部127のY方向の長さを、第1直線部121、第2直線部122および第3直線部123のY方向の長さよりも短くなるように形成する例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、無給電素子12の第4直線部127のY方向の長さを第2直線部122および第3直線部123のY方向の長さと同程度の長さに形成してもよい。これによっても、図7に示したシミュレーション結果のように、VSWRが2以下の範囲において最低周波数と最高周波数との比が約1.9倍になるような超広帯域特性を有するアンテナ装置を構成することが可能である。

30

【0097】

また、上記第1、第3および第4実施形態では、無給電素子の折り返し回数が2回である例を示すとともに、上記第2実施形態では、無給電素子の折り返し回数が3回である例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、無給電素子の折り返し回数が4回以上であってもよい。ただし、無給電素子の折り返し回数は、2回または3回が好ましい。

【符号の説明】

【0098】

- 10、20、30、40、50、60、70 アンテナ装置
- 11 給電素子
- 12 無給電素子
- 14 給電点
- 15、16 接地板
- 100 携帯電話機（通信機器）
- 111 第1部分
- 112 第2部分
- 121、171 第1直線部（折り返し部）
- 122、172 第2直線部（折り返し部）

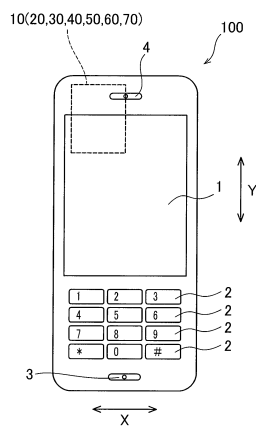
40

50

- 1 2 3、1 7 3 第3直線部(折り返し部)
- 1 2 4、1 7 4 第1連結部(折り返し部)
- 1 2 5、1 7 6 第2連結部(折り返し部)
- 1 2 6 第3連結部(折り返し部)
- 1 2 7、1 7 5 第4直線部(折り返し部)
- 1 5 1、1 6 1 角部
- 1 7 7 第5直線部(折り返し部)

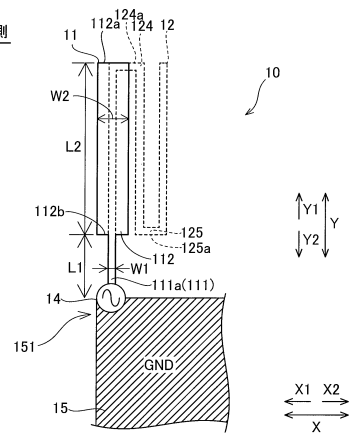
【図1】

第1実施形態

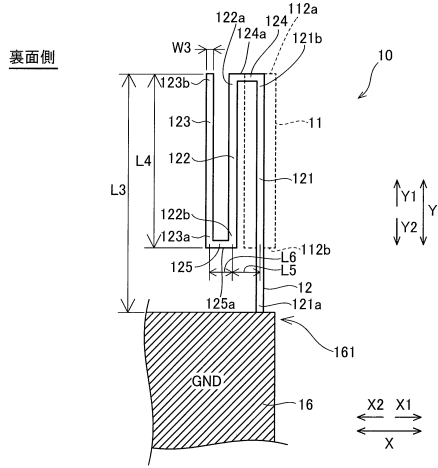


【図2】

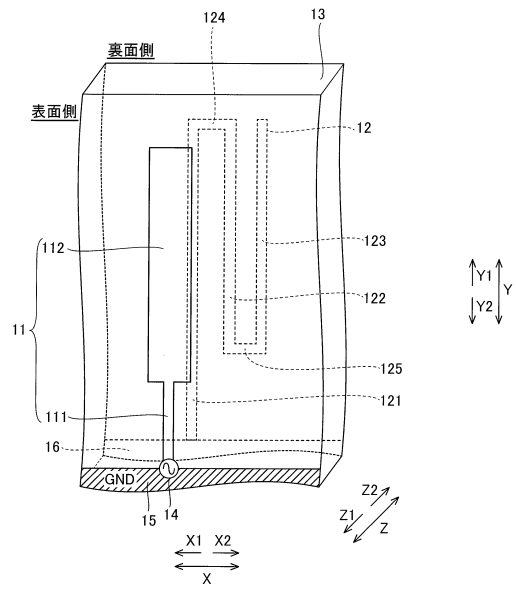
表面側



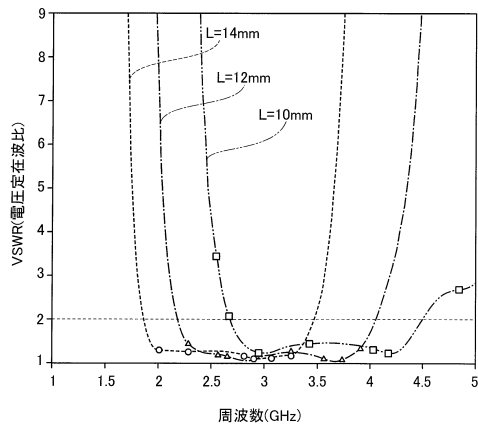
【図3】



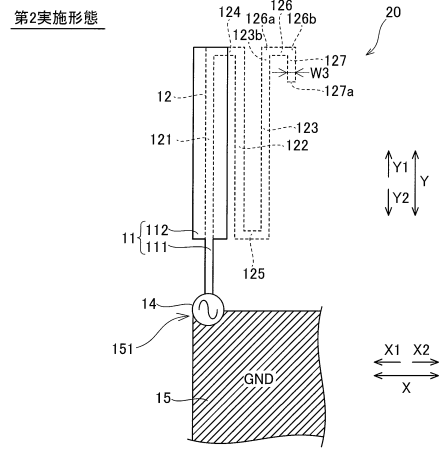
【図4】



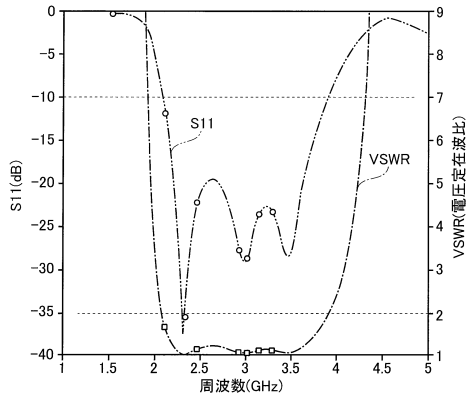
【図5】



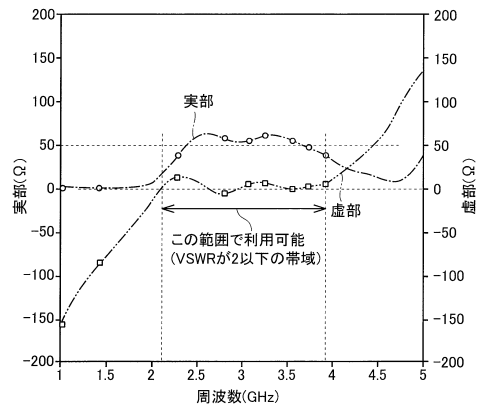
【図6】



【図7】

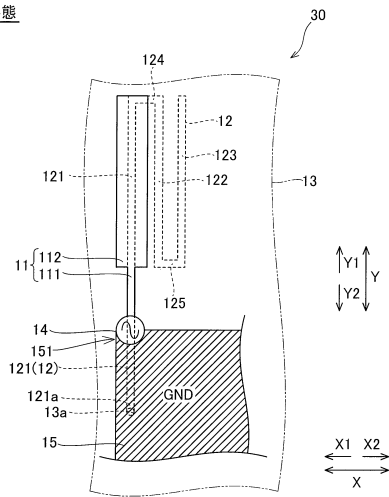


【図8】



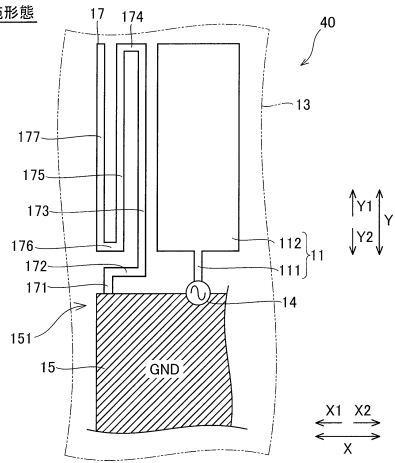
【図9】

第3実施形態

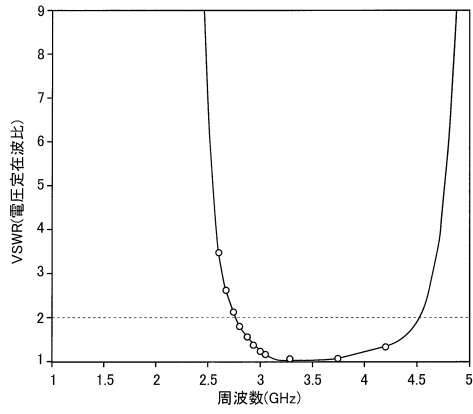


【図10】

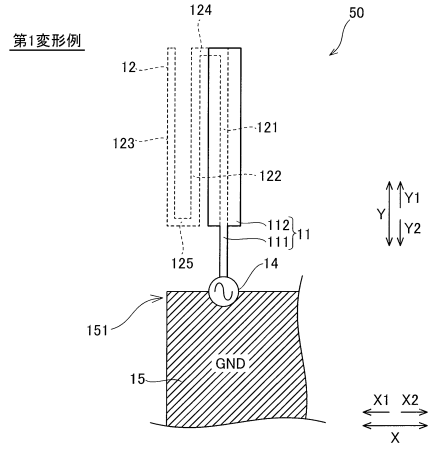
第4実施形態



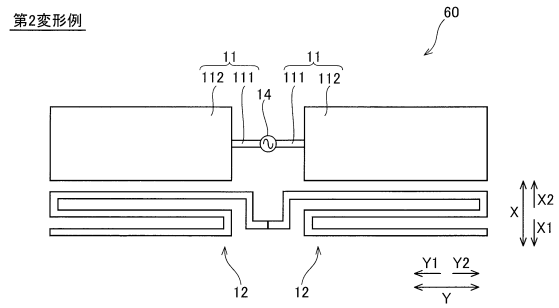
【図 1 1】



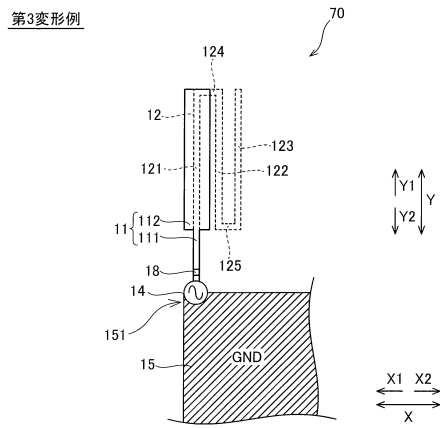
【図 1 2】



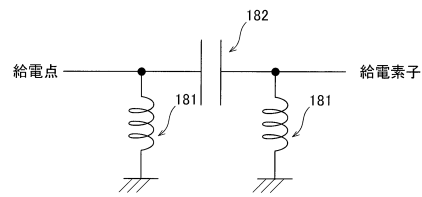
【図 1 3】



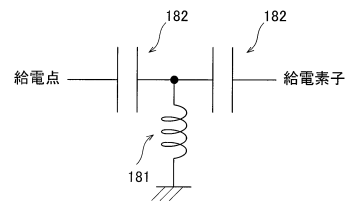
【図 1 4】



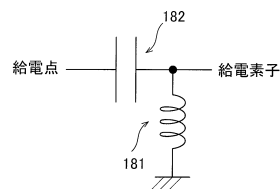
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 347507 (JP, A)
特開2007 - 082037 (JP, A)
米国特許第6028567 (US, A)
国際公開第2006 / 090673 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q	9 / 40
H01Q	1 / 24
H01Q	1 / 38
H01Q	5 / 25
H01Q	5 / 378