

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6004227号
(P6004227)

(45) 発行日 平成28年10月5日(2016.10.5)

(24) 登録日 平成28年9月16日(2016.9.16)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 Q 5/371 (2015.01) HO 1 Q 5/371
 HO 1 Q 1/24 (2006.01) HO 1 Q 1/24 Z

請求項の数 18 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2013-44484 (P2013-44484)	(73) 特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(22) 出願日	平成25年3月6日(2013.3.6)	(74) 代理人	100081422 弁理士 田中 光雄
(65) 公開番号	特開2014-75774 (P2014-75774A)	(74) 代理人	100100158 弁理士 鮫島 睦
(43) 公開日	平成26年4月24日(2014.4.24)	(74) 代理人	100125874 弁理士 川端 純市
審査請求日	平成27年5月28日(2015.5.28)	(72) 発明者	谷 和也 大阪府大阪市北区曽根崎新地2丁目2番1 6号 桜橋東洋ビル5階 パナソニックエ クセルテクノロジー株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2012-201477 (P2012-201477)		
(32) 優先日	平成24年9月13日(2012.9.13)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、無線通信装置、及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

給電点と、

接地点と、

第1及び第2の基部放射素子と、

第1、第2及び第3の分岐放射素子とを備えたアンテナ装置であって、

前記第1の基部放射素子は、前記給電点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第2の基部放射素子は、前記接地点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第1及び第2の基部放射素子は、第1の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含み、

前記第1の基部放射素子は、前記第1の基部放射素子の第2の端部に位置した第1の分岐点において前記第1及び第2の分岐放射素子に分岐し、前記第1の分岐放射素子は前記第1の方向に向かって延在する部分を含み、前記第2の分岐放射素子は前記第1の方向とは逆の第2の方向に向かって延在する部分を含み、

前記第2の基部放射素子の第2の端部は、前記第1の分岐放射素子における前記第1の分岐点とは異なる接続点に接続され、

前記第3の分岐放射素子は、前記第1の基部放射素子上の第2の分岐点において分岐し、前記第1の方向に向かって延在する部分を含むことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 の基部放射素子と前記第 1 の分岐放射素子とは、第 1 の周波数で共振し、

前記第 2 の分岐放射素子は、前記第 1 の周波数より高い第 2 の周波数で共振することを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 の基部放射素子と前記第 1 の分岐放射素子とは、第 1 の周波数で共振し、

前記第 2 の分岐放射素子は、前記第 1 の周波数より高い第 2 の周波数で共振し、

前記第 3 の分岐放射素子は、前記第 2 の周波数より高い第 3 の周波数で共振することを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ装置。

10

【請求項 4】

前記第 1 及び第 3 の分岐放射素子の一部は互いに容量的に結合することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか 1 つに記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

給電点と、

接地点と、

第 1 及び第 2 の基部放射素子と、

第 1 及び第 2 の分岐放射素子と、

前記第 2 の分岐放射素子と一体的に形成された第 1 の結合素子と、

前記第 2 の基部放射素子と一体的に形成された第 2 の結合素子とを備えたアンテナ装置であって、

20

前記第 1 の基部放射素子は、前記給電点に接続された第 1 の端部と、第 2 の端部とを有し、

前記第 2 の基部放射素子は、前記接地点に接続された第 1 の端部と、第 2 の端部とを有し、

前記第 1 及び第 2 の基部放射素子は、第 1 の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含み、

前記第 1 の基部放射素子は、前記第 1 の基部放射素子の第 2 の端部に位置した第 1 の分岐点において前記第 1 及び第 2 の分岐放射素子に分岐し、前記第 1 の分岐放射素子は前記第 1 の方向に向かって延在する部分を含み、前記第 2 の分岐放射素子は前記第 1 の方向とは逆の第 2 の方向に向かって延在する部分を含み、

30

前記第 2 の基部放射素子の第 2 の端部は、前記第 1 の分岐放射素子における前記第 1 の分岐点とは異なる接続点に接続され、

前記第 1 及び第 2 の結合素子は互いに容量的に結合することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 6】

前記アンテナ装置は、

前記第 1 の基部放射素子と一体的に形成された第 3 の結合素子をさらに備え、

前記第 3 の結合素子は前記第 1 及び第 2 の結合素子の少なくとも一方に容量的に結合することを特徴とする請求項 5 記載のアンテナ装置。

40

【請求項 7】

給電点と、

接地点と、

第 1 及び第 2 の基部放射素子と、

第 1 及び第 2 の分岐放射素子とを備えたアンテナ装置であって、

前記アンテナ装置は、前記第 1 及び第 2 の基部放射素子が互いに近接する部分の複数の位置において、

前記第 2 の基部放射素子と一体的に形成された複数の第 2 の結合素子と、

前記第 1 の基部放射素子と一体的に形成された複数の第 3 の結合素子とをさらに備え、

50

前記第1の基部放射素子は、前記給電点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第2の基部放射素子は、前記接地点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第1及び第2の基部放射素子は、第1の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含み、

前記第1の基部放射素子は、前記第1の基部放射素子の第2の端部に位置した第1の分岐点において前記第1及び第2の分岐放射素子に分岐し、前記第1の分岐放射素子は前記第1の方向に向かって延在する部分を含み、前記第2の分岐放射素子は前記第1の方向とは逆の第2の方向に向かって延在する部分を含み、

前記第2の基部放射素子の第2の端部は、前記第1の分岐放射素子における前記第1の分岐点とは異なる接続点に接続され、

前記複数の第2の結合素子及び前記複数の第3の結合素子はそれぞれ互いに容量的に結合することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項8】

前記複数の第2の結合素子のうちの隣接する2つの第2の結合素子が前記第1の方向に直交する方向において異なる幅を有するとき、又は、前記複数の第3の結合素子のうちの隣接する2つの第3の結合素子が前記第1の方向に直交する方向において異なる幅を有するとき、前記アンテナ装置は、前記隣接する2つの第2の結合素子又は前記隣接する2つの第3の結合素子の間において、前記第1の方向に直交する方向において連続的に変化する幅を有する第4の結合素子をさらに備えたことを特徴とする請求項7記載のアンテナ装置。

【請求項9】

給電点と、

接地点と、

第1及び第2の基部放射素子と、

第1及び第2の分岐放射素子と、

接地導体と、

前記第1の基部放射素子と一体的に形成された第5の結合素子とを備えたアンテナ装置であって、

前記第1の基部放射素子は、前記給電点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第2の基部放射素子は、前記接地点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第1及び第2の基部放射素子は、第1の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含み、

前記第1の基部放射素子は、前記第1の基部放射素子の第2の端部に位置した第1の分岐点において前記第1及び第2の分岐放射素子に分岐し、前記第1の分岐放射素子は前記第1の方向に向かって延在する部分を含み、前記第2の分岐放射素子は前記第1の方向とは逆の第2の方向に向かって延在する部分を含み、

前記第2の基部放射素子の第2の端部は、前記第1の分岐放射素子における前記第1の分岐点とは異なる接続点に接続され、

前記第5の結合素子は前記接地導体に容量的に結合することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項10】

給電点と、

接地点と、

第1及び第2の基部放射素子と、

第1及び第2の分岐放射素子と、

接地導体と、

10

20

30

40

50

前記第 1 及び第 2 の分岐放射素子の少なくとも一方と一体的に形成された第 6 の結合素子とを備えたアンテナ装置であって、

前記第 1 の基部放射素子は、前記給電点に接続された第 1 の端部と、第 2 の端部とを有し、

前記第 2 の基部放射素子は、前記接地点に接続された第 1 の端部と、第 2 の端部とを有し、

前記第 1 及び第 2 の基部放射素子は、第 1 の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含み、

前記第 1 の基部放射素子は、前記第 1 の基部放射素子の第 2 の端部に位置した第 1 の分岐点において前記第 1 及び第 2 の分岐放射素子に分岐し、前記第 1 の分岐放射素子は前記第 1 の方向に向かって延在する部分を含み、前記第 2 の分岐放射素子は前記第 1 の方向とは逆の第 2 の方向に向かって延在する部分を含み、

前記第 2 の基部放射素子の第 2 の端部は、前記第 1 の分岐放射素子における前記第 1 の分岐点とは異なる接続点に接続され、

前記第 6 の結合素子は前記接地導体に容量的に結合することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 1 1】

前記アンテナ装置は、

前記第 2 の分岐放射素子と一体的に形成された第 1 の結合素子と、

前記第 2 の基部放射素子と一体的に形成された第 2 の結合素子と、

第 1 及び第 2 の面を有する誘電体基板をさらに備え、

前記第 1 及び第 2 の結合素子は互いに容量的に結合し、

前記第 1 の基部放射素子は、前記第 1 の面上に形成された部分と、前記第 1 の面から前記第 2 の面に貫通するスルーホール導体とを含み、

前記第 3 の分岐放射素子及び前記第 2 の結合素子は、前記第 1 の面上に形成され、

前記第 2 の基部放射素子、前記第 1 及び第 2 の分岐放射素子、及び前記第 1 の結合素子は、前記第 2 の面上に形成され、

前記第 1 の分岐点は前記第 2 の面上の前記スルーホール導体の位置に設けられることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 1 2】

前記アンテナ装置は、

前記第 2 の分岐放射素子と一体的に形成された第 1 の結合素子と、

前記第 2 の基部放射素子と一体的に形成された第 2 の結合素子と、

第 1 及び第 2 の面を有する誘電体基板をさらに備え、

前記第 1 及び第 2 の結合素子は互いに容量的に結合し、

前記第 1 の基部放射素子は、前記第 1 の面上に形成され、

前記第 2 の基部放射素子及び前記第 1 及び第 2 の結合素子は、前記第 2 の面上に形成され、

前記第 1、第 2、及び第 3 の分岐放射素子のそれぞれは、前記第 1 の面に形成された部分及び前記第 2 の面に形成された部分を含み、前記第 1 の面に形成された部分及び前記第 2 の面に形成された部分は、前記第 1 の面から前記第 2 の面に貫通する複数のスルーホール導体によって接続されることを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

【請求項 1 3】

前記アンテナ装置は、

前記第 1 の面上に形成され、前記第 1 の基部放射素子と一体的に形成された第 3 の結合素子をさらに備え、

前記第 3 の結合素子は前記第 1 及び第 2 の結合素子の少なくとも一方に容量的に結合することを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載のアンテナ装置。

【請求項 1 4】

前記アンテナ装置は、前記誘電体基板に対して垂直に設けられ、前記第 1、第 2、及び

第3の分岐放射素子の少なくとも1つに電氣的に接続された板状放射素子をさらに備えたことを特徴とする請求項11～13のうちのいずれか1つに記載のアンテナ装置。

【請求項15】

前記アンテナ装置は、接地導体をさらに備え、

前記接地導体は、前記第1の面に形成された部分及び前記第2の面に形成された部分を含み、前記第1の面に形成された部分及び前記第2の面に形成された部分は、前記第1の面から前記第2の面に貫通する複数のスルーホール導体によって接続されることを特徴とする請求項11～14のうちのいずれか1つに記載のアンテナ装置。

【請求項16】

給電点と、

接地点と、

第1及び第2の基部放射素子と、

第1及び第2の分岐放射素子と、

接地導体とを備えたアンテナ装置であって、

前記第1の基部放射素子は、前記給電点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第2の基部放射素子は、前記接地点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第1及び第2の基部放射素子は、第1の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含み、

前記第1の基部放射素子は、前記第1の基部放射素子の第2の端部に位置した第1の分岐点において前記第1及び第2の分岐放射素子に分岐し、前記第1の分岐放射素子は前記第1の方向に向かって延在する部分を含み、前記第2の分岐放射素子は前記第1の方向とは逆の第2の方向に向かって延在する部分を含み、

前記第2の基部放射素子の第2の端部は、前記第1の分岐放射素子における前記第1の分岐点とは異なる接続点に接続され、

前記第1の基部放射素子、前記第2の基部放射素子、前記第1の分岐放射素子及び前記第2の分岐放射素子は、前記接地導体に対して、略平行に配置されることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項17】

請求項1～16のうちのいずれか1つに記載のアンテナ装置を備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項18】

請求項1～16のうちのいずれか1つに記載のアンテナ装置を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示はアンテナ装置に関し、特に、小型でありながらマルチバンドで動作可能なアンテナ装置に関する。本開示はまた、そのようなアンテナ装置を備えた無線通信装置及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話機及びスマートフォンなどの無線通信装置を用いたワイヤレスサービスが幅広く普及し、それらの高度化に伴って通信品質及び通信速度の向上が要求されている。そこで、新しい通信方式であるLTE (Long Term Evolution) 又はLTE - Advancedを採用すること、及び、利用する周波数帯域を拡大することが各国で検討されている。

【0003】

LTEなどの新たな通信方式は、従来の3Gの広域無線通信方式 (Wireless Wide Area

10

20

30

40

50

Network)に付加されるので、1つの無線通信機器がサポートしなければならない周波数帯の個数が増加することになる。一般に、電波伝搬上で有利なUHF(Ultra High Frequency)帯への要求が高くなっており、このため、各国では、例えば、704~746MHz、746~787MHz、1427.9~1500.9MHz、2.3~2.4GHz、2.5~2.69GHzなどの新たな周波数帯を割り当てることが予定されている。

【0004】

各国で割り当てられて使用される上述のさまざまな周波数帯をサポートしたアンテナ装置を無線通信装置に搭載することにより、国際ローミングが可能となるなど、アンテナ装置の利便性向上が見込める。従って、アンテナ装置のマルチバンド化及び広帯域化の要求が高まっている。

10

【0005】

マルチバンド化及び広帯域化を目的とした従来技術のアンテナ装置として、特許文献1~5のアンテナ装置が知られている。

【0006】

特許文献1のアンテナ装置は、第1の導線部と、第1の導線部に交差して接続される第2の導線部と、第2の導線部に交差して接続される、第1の導線部に平行な第3の導線部と、第3の導線部に交差して接続される第4の導線部と、第1の導線部、第2の導線部、第3の導線部及び第4の導線部の一つまたは二つに接続され、第1の導線部、第2の導線部、第3の導線部及び第4の導線部のいずれか三つによって囲まれる領域に配設される第1の導体平板と、を備える。また、第1の導体平板の端部は、この第1の導体平板に接続されていない第1の導体に対して平行である。

20

【0007】

特許文献2のアンテナ装置は、誘電体基板、接地面、放射部、及び整合回路を備えたマルチバンド折り返しループアンテナである。接地面は誘電体基板上に位置し、接地点を有する。放射部は、支持部、ループストリップ、及び同調パッチを備える。ループストリップは、アンテナの最低共振周波数に対応する波長の約半分の長さを有する。ループストリップは給電端及び接地端を有し、接地端は、接地面上の接地点に電氣的に接続されて接地される。ループストリップは3次的に折り返され、支持部によって支持される。同調パッチは、ループストリップに電氣的に接続される。整合回路は誘電体基板上に位置し、その1つの端子はループストリップの給電端に電氣的に接続され、そのもう1つの端子は信号源に接続される。

30

【0008】

特許文献3のアンテナ装置は、給電側部分素子と、折り返し部分素子と、終端開放部分素子を有する。給電側部分素子は給電箇所において基板から給電される。給電側部分素子は、給電箇所から幅“d”を有して第1分岐箇所に向かうように形成されている。折り返し部分素子は、第1分岐箇所において給電側部分素子から分岐し、折り返し箇所において折り返され、接地端で接地される。終端開放部分素子は、第2分岐箇所において給電側部分素子から分岐し、終端は開放端である。折り返し部分素子の往路と復路は、第1分岐箇所又は接地端と折り返し箇所の間の短絡箇所において短絡される。

【0009】

40

特許文献4のアンテナ装置は、高周波放射部、低周波放射部、給電接続部、及び接地接続部を備える。給電接続部は、高周波放射部及び低周波放射部の一方の端子を給電点に電氣的に接続する。接地接続部は、高周波放射部及び低周波放射部の他方の端子を接地する。給電接続部は、高周波放射部及び接地接続部を含み第1の周波数帯で共振する第1の折り返しループアンテナを形成し、低周波放射部及び接地接続部を含み第2、第3、及び第4の周波数帯で共振する第2の折り返しループアンテナを形成する。第1及び第2の折り返しループアンテナは、3次元構造を形成するように折り返される。

【0010】

特許文献5のアンテナ装置は、U字状に折り返した帯状電極を備え、先端側が開放端となり、基端側を給電部に接続して基本周波数帯と高次周波数帯に対応した放射電極を有し

50

、放射電極と同一面上に形成し、放射電極の折り返し部と容量結合するように所定の間隔で配置し、グランドと接続した無給電電極を備える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】国際公開第2009/031229号公報

【特許文献2】米国特許出願公開2009/0256763号明細書

【特許文献3】特開2008-177668号公報

【特許文献4】米国特許出願公開2010/0271271号明細書

【特許文献5】特開2010-087752号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

折り返し構造を有するアンテナ装置は、そのアンテナ素子全体が予め決められた周波数で共振するときには広帯域特性を得やすいが、調整可能な他の複数の周波数を用いて、当該周波数においてアンテナ素子の少なくとも一部が共振するように構成すること（マルチバンド化）は困難である。

【0013】

折り返し構造を有するアンテナ装置において、アンテナ素子は、折り返しによって平行に延在した部分を有し、この平行に延在した部分の間隔がある程度広いことにより、アンテナ装置の放射インピーダンスは高くなる。さらに、特許文献1～5に開示されたように、性能改善及び小型化などを目的としてアンテナ素子の先端を折り返して構成することによって、アンテナ素子は、一定の厚みを有する3次元構造を有することになる。従って、従来、折り返し構造を有するアンテナ装置は、その薄型化及び小型化を行ううえでの限界があった。

20

【0014】

800MHz帯で動作可能なアンテナ装置を提供する場合、800MHz帯は比較的長い波長を有するので、結果として、アンテナ装置のサイズは増大する。従って、従来、800MHz帯を含むマルチバンドでアンテナ装置が動作することと、無線通信装置のデザイン性を損なわないようにアンテナ装置を小型化することとの両立は、困難であった。

30

【0015】

本開示は、小型でありながら、マルチバンドかつ広帯域で動作可能なアンテナ装置を提供する。本開示はまた、そのようなアンテナ装置を備えた無線通信装置及び電子機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本開示に係るアンテナ装置は、

給電点と、

接地点と、

第1及び第2の基部放射素子と、

第1及び第2の分岐放射素子とを備えたアンテナ装置であって、

前記第1の基部放射素子は、前記給電点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

40

前記第2の基部放射素子は、前記接地点に接続された第1の端部と、第2の端部とを有し、

前記第1及び第2の基部放射素子は、第1の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含み、

前記第1の基部放射素子は、前記第1の基部放射素子の第2の端部に位置した第1の分岐点において前記第1及び第2の分岐放射素子に分岐し、前記第1の分岐放射素子は前記第1の方向に向かって延在する部分を含み、前記第2の分岐放射素子は前記第1の方向と

50

は逆の第 2 の方向に向かって延在する部分を含み、

前記第 2 の基部放射素子の第 2 の端部は、前記第 1 の分岐放射素子における前記第 1 の分岐点とは異なる接続点に接続されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本開示に係るアンテナ装置は、小型でありながら、マルチバンドかつ広帯域で動作することができる。また、本開示に係る無線通信装置及び電子機器は、そのようなアンテナ装置を備えたことにより、小型でありながら、マルチバンドかつ広帯域で動作することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0018】

【図 1】第 1 の実施形態に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 2】第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 3】第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 4】第 1 の実施形態の実施例 1 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 5】第 1 の実施形態の実施例 2 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 6】第 1 の実施形態の実施例 3 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 7】比較例 1 及び比較例 2 に係るアンテナ装置の概略構成を示す図である。

20

【図 8】比較例 3 に係るアンテナ装置の概略構成を示す図である。

【図 9】実施例 1 及び比較例 3 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。

【図 10】比較例 1 及び比較例 2 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。

【図 11】実施例 2 及び実施例 3 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。

【図 12】第 1 の実施形態の実施例 4 に係るアンテナ装置が低域周波数 F_1 (960 MHz) で動作するときの電流分布を示す図である。

【図 13】第 1 の実施形態の実施例 4 に係るアンテナ装置が中域周波数 F_2 (1710 MHz) で動作するときの電流分布を示す図である。

30

【図 14】第 1 の実施形態の実施例 4 に係るアンテナ装置が第 1 の高域周波数 F_3 (2170 MHz) で動作するときの電流分布を示す図である。

【図 15】第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 16】第 1 の実施形態の第 4 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 17】第 1 の実施形態の第 5 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 18】第 1 の実施形態の第 6 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

40

【図 19】第 1 の実施形態の実施例 5 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 20】第 1 の実施形態の実施例 6 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 21】第 1 の実施形態の実施例 7 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 22】実施例 3 及び実施例 5 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。

【図 23】実施例 6 及び実施例 7 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。

【図 24】第 1 の実施形態の実施例 8 に係るアンテナ装置が第 2 の高域周波数 F_4 (2600 MHz) で動作するときの電流分布を示す図である。

50

【図 2 5】第 1 の実施形態の第 7 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 2 6】第 1 の実施形態の第 8 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 2 7】図 2 6 のアンテナ装置の等価回路を示す図である。

【図 2 8】第 1 の実施形態の第 9 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 2 9】第 1 の実施形態の第 10 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図 3 0】第 1 の実施形態の実施例 9 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

10

【図 3 1】第 1 の実施形態の実施例 10 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 3 2】図 3 1 のアンテナ装置の裏側の構成を示す図である。

【図 3 3】第 1 の実施形態の実施例 11 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 3 4】第 1 の実施形態の実施例 12 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。

【図 3 5】第 2 の実施形態に係るパーソナルコンピュータ 200 を開いた状態で示す斜視図である。

【図 3 6】図 3 5 のパーソナルコンピュータ 200 を閉じた状態で示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、適宜図面を参照しながら、実施形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

20

【0020】

なお、発明者は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面及び以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【0021】

第 1 の実施形態

[1 . 第 1 の実施形態の基本形態]

30

[1 - 1 . 基本形態のアンテナ装置の概略構成]

まず、図 1 ~ 図 3 を参照して、基本形態のアンテナ装置について説明する。

【0022】

[1 - 1 - 1 . 基本形態のアンテナ装置 (1)]

図 1 は、第 1 の実施形態に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図 1 のアンテナ装置は、給電点 P 1 と、接地点 P 2 と、第 1 及び第 2 の基部放射素子 1, 2 と、第 1 及び第 2 の分岐放射素子 3, 4 とを備える。図 1 他において、基部放射素子 1, 2 (及び後述の接地導体 G 1) を太線で示し、分岐放射素子 3, 4 (及び後述の分岐放射素子 5) を細線で示す。基部放射素子 1 は、給電点 P 1 に接続された第 1 の端部と、第 2 の端部とを有し、基部放射素子 2 は、接地点 P 2 に接続された第 1 の端部と、第 2 の端部とを有する。基部放射素子 1, 2 は、第 1 の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含む。図 1 の例では、基部放射素子 1, 2 は、+ x 方向に向かって延在する部分であって、y 方向に距離 d 1 を有して互いに近接する部分を含む。この部分では、基部放射素子 1, 2 は互いに平行になる。基部放射素子 1 は、基部放射素子 1 の第 2 の端部に位置した第 1 の分岐点 B 1 において第 1 及び第 2 の分岐放射素子 3, 4 に分岐し、分岐放射素子 3 は第 1 の方向 (図 1 では + x 方向) に向かって延在する部分を含み、分岐放射素子 4 は第 1 の方向とは逆の第 2 の方向 (図 1 では - x 方向) に向かって延在する部分を含む。基部放射素子 2 の第 2 の端部は、分岐放射素子 3 における分岐点 B 1 とは異なる接続点 A 1 に接続される。アンテナ装置が第 1 の周波数 (以下、低域周波数という) F 1 で動作するとき、基部放射素子 1, 2 と分岐放射素子 3 とが共振する。アンテナ装置が第 1 の

40

50

周波数 F_1 より高い第 2 の周波数（以下、中域周波数という） F_2 で動作するとき、分岐放射素子 4 が共振する。

【 0 0 2 3 】

図 1 のアンテナ装置は、図 3 0 ~ 図 3 4 を参照して後述するように、誘電体基板の両面上に形成された導体パターンとして構成されてもよい（プリント回路基板又はフレキシブル回路基板）。この場合、基部放射素子 1, 2 が互いに近接する部分における基部放射素子 1, 2 間の距離 d_1 は、例えば、誘電体基板の厚さに等しく、0.5 ~ 数 mm 程度になる。誘電体基板は、FR4、ABS などの樹脂材料、テフロン（登録商標）、ガラスエポキシ樹脂、など、一定の誘電率を持つ材料で構成する。基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4 は、高い導電率を有する導体材料からなり、誘電体基板上に導体パターンとして形成されることに加え、誘電体基板へめっきすること、誘電体基板へ粘着シートを貼り付けること、誘電体基板へフレキシブルケーブルを巻きつけること、などにより構成できる。基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4 は、導体材料を板金として加工することにより構成されてもよい。誘電体基板の両面に基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4 を構成し、誘電体基板の両面をスルーホール導体により接続することで、薄型の一体化されたアンテナ装置を構成することができる。アンテナ装置を誘電体基板上に形成された導体パターンとして構成することにより、アンテナ装置の小型及び薄型化を実現できるという効果がある。

10

【 0 0 2 4 】

給電点 P_1 は、同軸ケーブル、マイクロストリップラインなど、例えば 5 0 の特性インピーダンスを有する高周波で一般的な給電線路（図示せず）を介して無線通信回路（図示せず）に接続される。

20

【 0 0 2 5 】

図 1 のアンテナ装置は接地導体 G_1 をさらに備え、接地点 P_2 は、接地導体 G_1 と同電位になるように接続される。接地導体 G_1 は、アンテナ装置を内蔵する無線通信装置の筐体、その回路基板の接地導体、そのシールド導体、液晶ディスプレイなどの部品の内部に含まれる金属部品、などの導体である。図 1 他では、図示の簡単化のために接地導体 G_1 を線状に示しているが、接地導体 G_1 は、平面状、曲面状、又は他の形状を有してもよい。接地点 P_2 は、例えば、ネジ留め、バネ接触、アルミ又は銅の導電性シートを用いたテープ留め、もしくは、容量結合などの高周波的に導通が得られる構造を用いて、接地導体 G_1 に電気的かつ機械的に接続される。基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4 は、例えば、接地導体 G_1 に対して所定距離を有して、ほぼ平行に配置される。

30

【 0 0 2 6 】

図 1 のアンテナ装置は、基部放射素子 2 の端部が分岐放射素子 3 上の接続点 A_1 に接続されたことにより、互いに平行な部分を含む基部放射素子 1, 2 がその一端で分岐放射素子 3 により短絡された折り返しアンテナ（folded antenna）の構造を有する。図 1 に示す例では、基部放射素子 1 は、+ x 方向に向かって延在した後で + z 方向に折り曲げられ、+ z 方向に所定長さにわたって進んだ後で + y 方向に折り曲げられ、+ y 方向に距離 d_1 にわたって進んで分岐点 B_1 に至る。また、基部放射素子 2 は、+ x 方向に向かって延在した後で + z 方向に折り曲げられ、+ z 方向に所定長さにわたって進んで接続点 A_1 に至る。図 1 に示す例では、アンテナ装置を折り返しアンテナとして構成するために、基部放射素子 1, 2 は直角に折り曲げられているが、他の角度で折り曲げられてもよく、又は、曲線状に曲げられてもよい。アンテナ装置を折り返しアンテナとして構成したことにより、主に低域周波数 F_1 を含む帯域（例えば 8 0 0 MHz 帯）において基部放射素子 1, 2 と分岐放射素子 3 とが共振するとき、広帯域動作を実現することができる。基部放射素子 1, 2 が互いに近接する部分における基部放射素子 1, 2 間の距離 d_1 、基部放射素子 1, 2 の幅、及び、基部放射素子 1, 2 が互いに近接する部分の長さ又は面積を調整することで、主に低域周波数 F_1 を含む帯域におけるアンテナ装置の放射インピーダンスを調整することができる。

40

【 0 0 2 7 】

50

以上説明したように、図1のアンテナ装置は、小型でありながら、周波数 F_1 、 F_2 を含む帯域でマルチバンド動作し、低域周波数 F_1 を含む帯域では広帯域動作を実現することができる。

【0028】

[1-1-2. 基本形態のアンテナ装置(2)]

図2は、第1の実施形態の第1の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図2のアンテナ装置は、図1のアンテナ装置の構成に加えて、基部放射素子1上の第2の分岐点 B_2 において分岐した第3の分岐放射素子5をさらに備え、分岐放射素子5は第1の方向に向かって延在する部分を含む。アンテナ装置が第2の周波数 F_2 より高い第3の周波数(以下、高域周波数という) F_3 で動作するとき、分岐放射素子5が共振する。

10

【0029】

分岐放射素子5は、他の基部放射素子1、2及び分岐放射素子3、4と同様に、高い導電率を有する導体材料からなり、誘電体基板上に導体パターンとして形成されること、及びその他の方法などにより構成できる。

【0030】

分岐放射素子5は、例えば、接地導体 G_1 に対して所定距離を有して、ほぼ平行に配置される。

【0031】

以上説明したように、図2のアンテナ装置は、小型でありながら、周波数 F_1 、 F_2 、及び F_3 を含む帯域でマルチバンド動作し、低域周波数 F_1 を含む帯域では広帯域動作を実現することができる。

20

【0032】

[1-1-3. 基本形態のアンテナ装置(3)]

図3は、第1の実施形態の第2の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図3のアンテナ装置は、図2のアンテナ装置の構成に加えて、分岐放射素子4と一体的に形成された第1の結合素子11と、基部放射素子2と一体的に形成された第2の結合素子12とをさらに備える。このような構成によって、結合素子11、12の間に容量結合 C_1 が生じる。

【0033】

30

図3において、結合素子11は、 x 方向の長さ L_1 及び z 方向の幅 w_{a1} を有し、分岐放射素子4に対して $-z$ 方向に設けられている。結合素子12は、 x 方向の長さ L_2 及び z 方向の幅 w_{b1} を有し、基部放射素子2に対して $+z$ 方向に設けられている。結合素子11の $-z$ 側の辺及び結合素子12の $+z$ 側の辺は、距離 d_2 (例えば、 $0.1\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$)を有して互いに近接し、これにより、結合素子11、12は互いに容量的に結合する。結合素子11、12が互いに容量的に結合することにより、分岐放射素子4及び基部放射素子2が互いに容量的に結合する。ただし、中域周波数 F_2 において分岐放射素子4が共振するとき、分岐放射素子4において、分岐点 B_1 に近接した位置に電流が集中し、一方、分岐点 B_1 から遠隔した端部では磁界が支配的になる。従って、分岐放射素子4上の分岐点 B_1 から遠隔した端部ではなく分岐点 B_1 に近接した位置において分岐放射素子4及び基部放射素子2が互いに容量的に結合するように、結合素子11は、分岐放射素子4における分岐点 B_1 から遠隔した端部を避け、分岐放射素子4における分岐点 B_1 に近接した位置に設けられる。結合素子11、12の寸法(L_1 、 L_2 、 w_{a1} 、 w_{b1})を調整することで、主に中域周波数 F_2 及び高域周波数 F_3 におけるアンテナ装置の放射インピーダンスを調整することができる。

40

【0034】

また、図3のアンテナ装置において、基部放射素子2における接続点 A_1 に近接した部分と、分岐放射素子3における分岐点 B_1 及び接続点 A_1 の間の部分と、結合素子11、12における $+x$ 側の辺とによって、微小ループ 2_1 が形成される。

【0035】

50

[1 - 2 . 基本形態のアンテナ装置の具体的構成]

次に、図 4 ~ 図 6 を参照して、基本形態のアンテナ装置の具体的構成について説明する。

【 0 0 3 6 】

[1 - 2 - 1 . 実施例 1 のアンテナ装置]

図 4 は、第 1 の実施形態の実施例 1 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図 4 のアンテナ装置は、図 1 のアンテナ装置（基本形態のアンテナ装置（1））の具体的構成の一例を示す。実施例 1 では、基部放射素子 1 , 2 間の距離 $d_1 = 0.8 \text{ mm}$ である。

【 0 0 3 7 】

[1 - 2 - 2 . 実施例 2 のアンテナ装置]

図 5 は、第 1 の実施形態の実施例 2 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図 5 のアンテナ装置は、図 2 のアンテナ装置（基本形態のアンテナ装置（2））の具体的構成の一例を示す。実施例 2 のアンテナ装置は、実施例 1 の構成に対して、分岐放射素子 5 を加えている点で異なる。なお、分岐放射素子 5 の長さは 14.5 mm である。

【 0 0 3 8 】

[1 - 2 - 3 . 実施例 3 のアンテナ装置]

図 6 は、第 1 の実施形態の実施例 3 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図 6 のアンテナ装置は、図 3 のアンテナ装置（基本形態のアンテナ装置（3））の具体的構成の一例を示す。実施例 3 のアンテナ装置は、実施例 2 の構成に対して、結合素子 1 1 , 1 2 を加えている点で異なる。なお、結合素子 1 1 , 1 2 は距離 $d_2 = 0.5 \text{ mm}$ を有して互いに近接し、これにより、結合素子 1 1 , 1 2 は互いに容量的に結合する。

【 0 0 3 9 】

[1 - 2 - 4 . 実施例 4 のアンテナ装置]

また、図 1 ~ 図 3 のアンテナ装置は、誘電体基板の両面上に形成された導体パターンとして構成されてもよい（プリント回路基板又はフレキシブル回路基板）。図 1 2 ~ 図 1 4 のアンテナ装置は、図 3 のアンテナ装置を誘電体基板の両面上に形成された導体パターンとして構成した場合の例である。

【 0 0 4 0 】

[1 - 3 . 比較例の具体的構成]

[1 - 3 - 1 . 比較例 1 及び 2 のアンテナ装置]

図 7 は、比較例 1 及び比較例 2 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。比較例 1 及び比較例 2 に係るアンテナ装置は、図 1 のアンテナ装置において、分岐点 B 1 及び接続点 A 1 がほぼ同じ位置にある場合を示す。比較例 1 では、基部放射素子 1 , 2 間の距離 $d_1 = 4 \text{ mm}$ であり、比較例 2 では、基部放射素子 1 , 2 間の距離 $d_1 = 0.8 \text{ mm}$ である。

【 0 0 4 1 】

[1 - 3 - 2 . 比較例 3 のアンテナ装置]

図 8 は、比較例 3 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。比較例 3 に係るアンテナ装置は、比較例 2 の構成に対して、基部放射素子 1 , 2 の幅を増大させている点で異なる。

【 0 0 4 2 】

[1 - 4 . 基本形態のアンテナ装置の効果]

以下、図 9 ~ 図 1 1 を参照して、基本形態のアンテナ装置の効果（すなわち、分岐点 B 1 及び接続点 A 1 を異なる位置に設けること、分岐放射素子 5 を設けること、及び、結合素子 1 1 , 1 2 の間の容量結合 C 1 を用いることの効果）について説明する。

【 0 0 4 3 】

[1 - 4 - 1 . 実施例 1 のアンテナ装置の特性]

図 9 は、実施例 1 及び比較例 3 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。実施例 1 に係るアンテナ装置は、分岐点 B 1 及び接続点 A 1 を異なる位置に設けたことにより、低域周波数 $F_1 = 800 \text{ MHz}$ と、中域周波数 $F_2 = 1770 \text{ MHz}$ との両方で共振している。実施例 1 のアンテナ装置が中域周波数 F_2 で共振する理由は、分

10

20

30

40

50

岐点 B 1 及び接続点 A 1 を異なる位置に設けたことにより、比較例 3 のアンテナ装置と比較して、基部放射素子 1 , 2 の間の容量結合値に変化が生まれるからである。実施例 1 のアンテナ装置では、分岐点 B 1 及び接続点 A 1 (すなわち、基部放射素子 1 , 2 の先端) の間の分岐放射素子 3 が、折り返しアンテナの一部として放射に寄与するので、中域周波数 F 2 の共振特性が向上する。

【 0 0 4 4 】

[1 - 4 - 2 . 比較例 1 及び 2 のアンテナ装置の特性]

図 1 0 は、比較例 1 及び比較例 2 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。比較例 1 及び比較例 2 に係るアンテナ装置は低域周波数 $F 1 = 7 5 0 \text{ MHz}$ で共振しているが、他の周波数では高調波の共振が観測されるだけであり、従って、マルチバンドで動作することはできない。低域周波数 F 1 で共振するときであっても、素子間結合が強く、狭帯域である。

10

【 0 0 4 5 】

[1 - 4 - 3 . 実施例 2 及び 3 のアンテナ装置の特性]

図 1 1 は、実施例 2 及び実施例 3 に係るアンテナ装置の V S W R の周波数特性を示すグラフである。実施例 2 に係るアンテナ装置は、分岐放射素子 5 を備えたことにより、低域周波数 F 1 及び中域周波数 F 2 に加えて、高域周波数 $F 3 = 2 6 0 0 \text{ MHz}$ で共振している。実施例 3 に係るアンテナ装置は、結合素子 1 1 , 1 2 を備えたことにより、中域周波数 F 2 及び高域周波数 F 3 における放射インピーダンスを調整し、中域周波数 F 2 及び高域周波数 F 3 を含む帯域において広帯域動作を実現することができる。また、実施例 3 に係るアンテナ装置は、結合素子 1 1 , 1 2 の間の容量結合 C 1 を用いることにより、低域周波数 F 1 においてアンテナ装置の Q 値が低下し、低域周波数 F 1 と、それに近接したもう 1 つの低域周波数 $F 1'$ とによる広帯域動作を実現することができる。

20

【 0 0 4 6 】

図 3 のアンテナ装置によれば、結合素子 1 1 , 1 2 の間の容量結合 C 1 の大きさを調整することにより、周波数 F 1 , F 2 , 及び F 3 を含む帯域でマルチバンド動作及び広帯域動作の両方を実現することができる。

【 0 0 4 7 】

[1 - 4 - 4 . 実施例 4 のアンテナ装置の特性]

図 1 2 は、第 1 の実施形態の実施例 4 に係るアンテナ装置が低域周波数 F 1 ($9 6 0 \text{ MHz}$) で動作するときの電流分布を示す図である。図 1 3 は、第 1 の実施形態の実施例 4 に係るアンテナ装置が中域周波数 F 2 ($1 7 1 0 \text{ MHz}$) で動作するときの電流分布を示す図である。図 1 4 は、第 1 の実施形態の実施例 4 に係るアンテナ装置が第 1 の高域周波数 F 3 ($2 1 7 0 \text{ MHz}$) で動作するときの電流分布を示す図である。

30

【 0 0 4 8 】

図 1 2 に示すように、アンテナ装置が低域周波数 F 1 で動作するとき、基部放射素子 1 , 2 と分岐放射素子 3 とが共振する。基部放射素子 1 , 2 及び分岐放射素子 3 からなる折り返しアンテナの全長は、分岐放射素子 3 の長さによって決まる。アンテナ装置を折り返しアンテナとして構成した結果、アンテナ装置が低域周波数 F 1 で動作するとき、基部放射素子 1 , 2 において、給電点 P 1 及び接地点 P 2 の近傍に電流が集中し、また、分岐点 B 1 及び接続点 A 1 の近傍に電流が集中する。これにより、アンテナ装置は高い放射インピーダンスを備え、低域周波数 F 1 を含む帯域 ($7 0 0 \sim 9 0 0 \text{ MHz}$) では広帯域動作を実現することができる。

40

【 0 0 4 9 】

図 1 3 に示すように、アンテナ装置が中域周波数 F 2 で動作するとき、分岐放射素子 4 が共振する。このとき、分岐点 B 1 に電流が集中する。分岐放射素子 4 は、主に分岐点 B 1 から - x 方向に向かって延在する部分の長さ及び幅によって決まる所定の電気長を有し、この電気長に応じて所定の中域周波数 F 2 で共振する。

【 0 0 5 0 】

図 1 4 に示すように、アンテナ装置が高域周波数 F 3 で動作するとき、分岐放射素子 5

50

が共振する。分岐放射素子 5 は、図 3 に示すように、微小ループ 2 1 に隣接する。なお、分岐放射素子 5 は基部放射素子 1 に接続されているが、図 1 2 ~ 図 1 4 では、その接続部分の図示を省略している。アンテナ装置が高域周波数 F_3 で動作するとき、結合素子 1 1 , 1 2 の間の容量結合 C_1 及び微小ループ 2 1 において電流が集中し、これにより、微小ループ 2 1 に隣接する分岐放射素子 5 の整合が調整される。分岐放射素子 5 は、主にその長さによって決まる所定の電気長を有し、この電気長に応じて所定の高域周波数 F_3 で共振する。分岐放射素子 5 の長さを調整することにより、高域周波数 F_3 におけるアンテナ装置の動作を調整することができる。

【 0 0 5 1 】

図 1 2 ~ 図 1 4 に示すように、結合素子 1 1 , 1 2 は、分岐放射素子 4 において分岐点 B 1 から分岐放射素子 4 の全長の一部（例えば約 $2/3$ 程度）にわたって延在する長さを有する。前述のように、分岐放射素子 4 において、分岐点 B 1 に近接した位置に電流が集中し、一方、分岐点 B 1 から遠隔した端部では磁界が支配的になる。

【 0 0 5 2 】

[1 - 5 . 基本形態のアンテナ装置のまとめ等]

以上説明したように、第 1 の実施形態に係る基本形態のアンテナ装置は、小型でありながら、マルチバンド動作することができる。また、第 1 の実施形態に係る基本形態のアンテナ装置は、結合素子 1 1 , 1 2 の間の容量結合 C_1 を用いることにより広帯域動作を実現することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、接続点 A 1 の位置は、分岐放射素子 3 における分岐点 B 1 とは異なる位置であれば、例えば、分岐放射素子 3 における分岐点 B 1 から遠隔した端部であってもよい。つまり、接続点 A 1 から + x 方向に向かって延在する分岐放射素子 3 の部分を除去してもよい。

【 0 0 5 4 】

結合素子 1 1 , 1 2 は、その一辺が互いに対向するように配置されることに限定されず、互いに容量的に結合するのであれば任意の配置が可能である。また、結合素子 1 1 , 1 2 は、矩形形状に限らず、互いに容量的に結合するのであれば任意の形状を有してもよい。また、結合素子 1 1 , 1 2 の + x 方向の端部の位置は、分岐点 B 1 の位置に一致していてもよい。

【 0 0 5 5 】

また、接地導体 G 1（例えば、アンテナ装置を内蔵する無線通信装置の筐体）における高周波損失が少ない場合には、基部放射素子 1 , 2 及び分岐放射素子 3 , 4 , 5 のうちの少なくとも一部と接地導体 G 1 との距離を近づけることによって、放射インピーダンスを調整することもできる。

【 0 0 5 6 】

以上説明した図 1 他 of アンテナ装置では、基部放射素子 1 , 2 及び分岐放射素子 3 , 4 , 5 などは直線状に示したが、それに限定されず、その少なくとも一部又は全部が曲線状であってもよい。

【 0 0 5 7 】

[2 - 1 . 追加の容量結合を備えたアンテナ装置の概略構成]

次に、図 1 5 ~ 図 1 8 を参照して、アンテナ装置に追加の容量結合を設ける変形例について説明する。これらの変形例では、基部放射素子 1 , 2 に追加の容量結合を設けている。

【 0 0 5 8 】

[2 - 1 - 1 . 追加の容量結合を備えたアンテナ装置 (1)]

図 1 5 は、第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図 1 5 のアンテナ装置は、図 3 のアンテナ装置の構成に加えて、基部放射素子 1 と一体的に形成された第 3 の結合素子 1 3 をさらに備え、結合素子 1 3 と結合素子 1 1 , 1 2 の少なくとも一方との間に容量結合 C_2 が生じる。図 1 5 において、結合素子 1 3 は

10

20

30

40

50

、 x 方向の長さ L_3 及び z 方向の幅 w_{b2} を有し、基部放射素子1に対して $+z$ 方向に設けられている。結合素子12, 13は、距離 d_1 を有して互いに近接し、これにより、結合素子12, 13は互いに容量的に結合する。結合素子12, 13に加えて結合素子11, 13が互いに容量的に結合してもよく、それに代わって、結合素子11, 13のみが互いに容量的に結合してもよい。図3を参照して前述したように、結合素子11は、分岐放射素子4における分岐点B1から遠隔した端部を避け、分岐放射素子4における分岐点B1に近接した位置に設けられるので、結合素子12は x 方向において結合素子11の近傍に設けられ、結合素子13も x 方向において結合素子11, 12の近傍に設けられる。従って、結合素子13の $+x$ 方向の端部は、例えば、分岐点B2に近接して設けられる。

【0059】

10

[2-1-2. 追加の容量結合を備えたアンテナ装置(2)]

図16は、第1の実施形態の第4の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図16のアンテナ装置は、図15のアンテナ装置の構成に加えて、基部放射素子1, 2が互いに近接する部分の複数の位置において、基部放射素子2と一体的に形成された複数の結合素子12, 15と、基部放射素子1と一体的に形成された複数の結合素子13, 14とをさらに備え、結合素子12, 15の間及び結合素子13, 14の間にそれぞれ容量結合 C_2, C_3 が生じる。図16において、結合素子14は、 x 方向の長さ L_4 及び z 方向の幅 w_{c1} を有し、基部放射素子1に対して $+z$ 方向に設けられている。結合素子15は、 x 方向の長さ L_5 及び z 方向の幅 w_{c2} を有し、基部放射素子2に対して $+z$ 方向に設けられている。結合素子14, 15は、距離 d_1 を有して互いに近接し、これにより、結合素子14, 15は互いに容量的に結合する。複数の結合素子12~15のいずれかは、アンテナ装置の放射インピーダンスを調整するために、他の結合素子とは異なる寸法を有してもよい。例えば、給電点P1に近接して設けられた結合素子14は、他の結合素子よりも大きな z 方向の幅 w_{c1} を有してもよい。

20

【0060】

[2-1-3. 追加の容量結合を備えたアンテナ装置(3)]

図17は、第1の実施形態の第5の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図17のアンテナ装置は、図16のアンテナ装置の構成に加えて、結合素子12, 15の間において、 z 方向において連続的に変化する幅を有する結合素子16をさらに備え、結合素子13, 14の間において、 z 方向において連続的に変化する幅を有する結合素子17をさらに備える。このように、基部放射素子1又は2と一体的に形成された複数の結合素子のうちの隣接する2つの結合素子が第1の方向に直交する方向において異なる幅を有するとき、アンテナ装置は、隣接する2つの結合素子の間において、第1の方向に直交する方向において連続的に変化する幅を有する結合素子をさらに備える。

30

【0061】

[2-1-4. 追加の容量結合を備えたアンテナ装置(4)]

図18は、第1の実施形態の第6の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図18のアンテナ装置は、接地導体G1と、基部放射素子1と一体的に形成された第5の結合素子18とをさらに備え、結合素子18と接地導体G1との間に容量結合 C_4 が生じる。図18において、結合素子18は、 x 方向の長さ L_6 及び z 方向の所定幅を有し、基部放射素子1に対して $-z$ 方向に設けられている。結合素子18及び接地導体G1は、距離 d_3 を有して互いに近接し、これにより、結合素子18及び接地導体G1は互いに容量的に結合する。

40

【0062】

[2-2. 追加の容量結合を備えたアンテナ装置の具体的構成]

次に、図19~図21を参照して、追加の容量結合を備えたアンテナ装置の具体的構成について説明する。

【0063】

[2-2-1. 実施例5のアンテナ装置]

図19は、第1の実施形態の実施例5に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図1

50

9のアンテナ装置は、図15のアンテナ装置（追加の容量結合を備えたアンテナ装置（1））の具体的構成の一例を示す。実施例5に係るアンテナ装置は、実施例3の構成に対して、基部放射素子1, 2の幅を増大させている。図19の基部放射素子1, 2は、その全体にわたって互いに容量的に結合している。従って、図19のアンテナ装置は、実質的に結合素子12~17を含み、図17のアンテナ装置（追加の容量結合を備えたアンテナ装置（3））の具体的構成とみなすこともできる。

【0064】

[2-2-2. 実施例6のアンテナ装置]

図20は、第1の実施形態の実施例6に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図20のアンテナ装置は、図16のアンテナ装置（追加の容量結合を備えたアンテナ装置（2））の具体的構成の一例を示す。図20のアンテナ装置は、図16のアンテナ装置を誘電体基板の両面上に形成された導体パターンとして構成した場合の例である。

10

【0065】

[2-2-3. 実施例7のアンテナ装置]

図21は、第1の実施形態の実施例7に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図21のアンテナ装置は、図18のアンテナ装置を誘電体基板の両面上に形成された導体パターンとして構成した場合の例である。結合素子18は、分岐点B2から-x方向に延在するように一体的に形成される。結合素子18は長さ $L_6 = 32\text{ mm}$ を有し、結合素子18及び接地導体G1は、距離 $d_3 = 5.5\text{ mm}$ を有して互いに近接する。この長さ L_6 及び距離 d_3 は、主に低域周波数 F_1 においてアンテナ装置の動作に影響する。

20

【0066】

[2-2-4. 実施例8のアンテナ装置]

また、図15~図18のアンテナ装置は、誘電体基板の両面上に形成された導体パターンとして構成されてもよい（プリント回路基板又はフレキシブル回路基板）。図24のアンテナ装置は、図16のアンテナ装置を誘電体基板の両面上に形成された導体パターンとして構成した場合の例である。

【0067】

[2-3. 追加の容量結合を備えたアンテナ装置の効果]

以下、図22及び図23を参照して、追加の容量結合を備えたアンテナ装置の効果について説明する。

30

【0068】

[2-3-1. 実施例5のアンテナ装置の特性]

図22は、実施例3及び実施例5に係るアンテナ装置のVSWRの周波数特性を示すグラフである。結合素子12~17が互いに対向する部分の面積を調整することにより容量結合の大きさを調整することができ、これにより、低域周波数 F_1 , F_1' における放射インピーダンスを調整できるようになる。その結果、低域周波数 F_1 , F_1' を含む帯域（例えば800MHz帯）の帯域幅を拡大することができる。図22によれば、VSWR=3のとき、実施例3の比帯域15.0%に対して、実施例5の比帯域は19.2%に増大する。給電点P1に近接した結合素子14, 15と、分岐点B1（すなわち、電流が集中する部分）に近接した結合素子12, 13とは、主に低域周波数 F_1 における放射インピーダンスに対して異なる作用を有するので、それぞれの長さ又は面積を調整することで帯域幅を拡大することができる。

40

【0069】

また、結合素子14, 15は、低域周波数 F_1 , F_1' を含む帯域（例えば800MHz帯）だけでなく、3GHz帯の近くの高域周波数を含む帯域にも作用する。図22を参照すると、実施例3に係るアンテナ装置はもう1つの高域周波数3GHzにおいても共振しているが、実施例5に係るアンテナ装置は、結合素子14, 15を備えたことにより、低下した周波数 $F_4 = 2.7\text{ GHz}$ を含む帯域で共振している。従って、実施例5に係るアンテナ装置は、周波数 F_1 , F_2 , F_3 , F_4 をそれぞれ含む帯域でマルチバンド動作を実現することができる。アンテナ装置が図22に示すように高域周波数 F_4 で動作する

50

とき、高域周波数 F_4 は、分岐放射素子 5 により調整することができ、また、図 25 を参照して後述する分岐放射素子 3 及び 5 を近接させて構成する容量結合 C_5 により調整することができる。

【0070】

[2 - 3 - 2 . 実施例 6 及び 7 のアンテナ装置の特性]

図 23 は、実施例 6 及び実施例 7 に係るアンテナ装置の $VSWR$ の周波数特性を示すグラフである。長さ L_6 及び距離 d_3 を調整して容量結合 C_4 を調整することにより、主に低域周波数 F_1 におけるアンテナ装置の Q 値を小さくすることができる。図 23 によれば、 $VSWR = 3$ のとき、実施例 6 の比帯域 19.8% に対して、実施例 7 の比帯域は 30.7% に増大しているの、図 21 のアンテナ装置では、低域周波数 F_1 を含む帯域で広帯域動作を実現できていることがわかる。なお、図 29 のアンテナ装置でも、図 21 のアンテナ装置と同様の特性が得られる。

10

【0071】

[2 - 3 - 3 . 実施例 8 のアンテナ装置の特性]

図 24 は、第 1 の実施形態の実施例 8 に係るアンテナ装置が第 2 の高域周波数 F_4 (2600 MHz) で動作するときの電流分布を示す図である。図 24 に示すように、アンテナ装置が高域周波数 F_4 で動作するとき、接続点 A_1 の近傍に電流が集中し、分岐放射素子 3, 5 の間に容量結合が生じ、この容量結合と分岐放射素子 3, 5 とによりループ構造が形成されることにより共振する。

【0072】

20

図 24 に示すように、結合素子 11, 12 は、分岐放射素子 4 において分岐点 B_1 から分岐放射素子 4 の全長の一部 (例えば約 2/3 程度) にわたって延在する長さを有する。前述のように、分岐放射素子 4 において、分岐点 B_1 に近接した位置に電流が集中し、一方、分岐点 B_1 から遠隔した端部では磁界が支配的になる。

【0073】

図 24 に示すように、図 16 のアンテナ装置によれば、周波数 F_1 , F_2 , F_3 , 及び F_4 を含む帯域でマルチバンド動作することができる。

【0074】

[2 - 4 . 追加の容量結合を備えたアンテナ装置のまとめ等]

以上説明したように、第 1 の実施形態に係る追加の容量結合を備えたアンテナ装置は、小型でありながら、マルチバンド動作及び広帯域動作の両方を実現することができる。

30

【0075】

[3 - 1 . 追加の微小ループを備えたアンテナ装置の概略構成]

次に、図 25 ~ 図 29 を参照して、アンテナ装置に追加の微小ループを設ける変形例について説明する。これらの変形例では、2 つの分岐放射素子の先端を近接させて、追加の微小ループを形成している。

【0076】

[3 - 1 - 1 . 追加の微小ループを備えたアンテナ装置 (1)]

図 25 は、第 1 の実施形態の第 7 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図 25 のアンテナ装置は、図 3 のアンテナ装置の分岐放射素子 5 に代えて分岐放射素子 5A を備え、分岐放射素子 3, 5A の一部に容量結合 C_5 が生じている。分岐放射素子 3, 5A と、基部放射素子 2 における接続点 A_1 に近接した部分とによって、微小ループ 22 が形成される。前述したように、アンテナ装置が図 22 に示すように高域周波数 F_4 で動作するとき、高域周波数 F_4 は、分岐放射素子 3 及び 5A を近接させて構成する容量結合 C_5 により調整することができる。

40

【0077】

[3 - 1 - 2 . 追加の微小ループを備えたアンテナ装置 (2)]

図 26 は、第 1 の実施形態の第 8 の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図 26 のアンテナ装置は、図 16 及び図 25 のアンテナ装置の組み合わせである。図 27 は、図 26 のアンテナ装置の等価回路を示す図である。分岐放射素子 3, 4, 5

50

Aの長さ、及び/又は、容量結合C1～C3，C5の大きさを調整することにより、アンテナ装置において所望のマルチバンド動作及び広帯域動作を実現することができる。

【0078】

[3-1-3. 追加の微小ループを備えたアンテナ装置(3)]

図28は、第1の実施形態の第9の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。図28のアンテナ装置は、図18の結合素子18と、図26のアンテナ装置との組み合わせである。結合素子18及び接地導体G1は、距離d3を有して互いに近接し、これにより、結合素子18及び接地導体G1は互いに容量的に結合する。

【0079】

[3-1-4. 追加の微小ループを備えたアンテナ装置(4)]

図29は、第1の実施形態の第10の変形例に係るアンテナ装置の概略構成を示す斜視図である。アンテナ装置は、接地導体G2と、分岐放射素子3，4の少なくとも一方と一体的に形成された第6の結合素子19とをさらに備え、結合素子19と接地導体G2との間に容量結合C6が生じる。図29において、結合素子19は、x方向の長さL7及びz方向の所定幅を有し、分岐放射素子4に対して-z方向に設けられている。結合素子19及び接地導体G2は、距離d4を有して互いに近接し、これにより、結合素子19及び接地導体G2は互いに容量的に結合する。

【0080】

図28及び図29のアンテナ装置によれば、追加の結合素子18，19を備えたことにより、アンテナ装置のQ値を小さくすることができる。また、図28及び図29のアンテナ装置によれば、アンテナ装置の基部放射素子1，2及び分岐放射素子3，4，5Aの一部が接地導体G1，G2に接近した場合であっても、放射インピーダンスが低下することなく動作可能である。

【0081】

図28及び図29のアンテナ装置において、容量結合C4，C6は、接地導体G1，G2と一体的に形成された結合素子を用いて形成してもよい。

【0082】

[3-2. 追加の微小ループを備えたアンテナ装置の具体的構成]

次に、図30～図32を参照して、追加の微小ループを備えたアンテナ装置の具体的構成について説明する。

【0083】

[3-2-1. 実施例9のアンテナ装置]

図30は、第1の実施形態の実施例9に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図30のアンテナ装置は、図26のアンテナ装置(追加の微小ループを備えたアンテナ装置(2))の具体的構成の一例を示す。図30のアンテナ装置は、第1の面(表側、すなわち図30の-y側)及び第2の面(裏側、すなわち図30の+y側)を有する誘電体基板31をさらに備える。基部放射素子1は、第1の面上に形成された部分と、第1の面から第2の面に貫通するスルーホール導体32とを含み、分岐放射素子5A及び結合素子12は、第1の面上に形成される。基部放射素子2、分岐放射素子3，4、及び結合素子11は、第2の面上に形成される。分岐点B1は第2の面上のスルーホール導体32の位置に設けられる。図30のアンテナ装置は、結合素子13～17、容量結合C1～C3，C5、接地導体GND、などをさらに備えてもよい。

【0084】

[3-2-2. 実施例10のアンテナ装置]

図31は、第1の実施形態の実施例10に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図32は、図31のアンテナ装置の裏側の構成を示す図である。図31及び図32のアンテナ装置は、図28のアンテナ装置(追加の微小ループを備えたアンテナ装置(3))の具体的構成の一例を示す。図31及び図32のアンテナ装置は、第1の面(表側、すなわち図31及び図32の-y側)及び第2の面(裏側、すなわち図31及び図32の+y側)を有する誘電体基板31をさらに備える。基部放射素子1は第1の面上に形成され、基部

10

20

30

40

50

放射素子 2 及び結合素子 1 1 , 1 2 は第 2 の面上に形成される。各分岐放射素子は、第 1 の面に形成された部分 3 a , 4 a , 5 A a 及び第 2 の面に形成された部分 3 b , 4 b , 5 A b を含み、第 1 の面に形成された部分 3 a , 4 a , 5 A a 及び第 2 の面に形成された部分 3 b , 4 b , 5 A b は、第 1 の面から第 2 の面に貫通する複数のスルーホール導体 3 2 によって接続される。各分岐放射素子を誘電体基板 3 1 の両面に形成したことにより、各分岐放射素子の面積が増大するので、アンテナ装置は周波数 F 1 , F 2 , F 3 のそれぞれにおいて広帯域で動作することができる。

【 0 0 8 5 】

[3 - 3 . 追加の微小ループを備えたアンテナ装置のまとめ等]

以上説明したように、第 1 の実施形態に係る追加の微小ループを備えたアンテナ装置は、小型でありながら、マルチバンド動作及び広帯域動作の両方を実現することができる。

10

【 0 0 8 6 】

[4 . その他の実施例]

【 0 0 8 7 】

[4 - 1 . 実施例 1 1 のアンテナ装置]

図 3 3 は、第 1 の実施形態の実施例 1 1 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図 3 3 のアンテナ装置は、給電線 3 4 を介して給電され、また、ネジ 3 5 によって接地導体 G 3 に固定される。図 3 3 のアンテナ装置は、誘電体基板 3 1 に対して垂直に設けられ、分岐放射素子 3 , 4 , 5 A の少なくとも 1 つ (図 3 3 では分岐放射素子 4) に電氣的に接続された板状放射素子 3 3 をさらに備える。図 3 3 のアンテナ装置は、板状放射素子 3 3

20

【 0 0 8 8 】

[4 - 2 . 実施例 1 2 のアンテナ装置]

図 3 4 は、第 1 の実施形態の実施例 1 2 に係るアンテナ装置の構成を示す図である。図 3 4 のアンテナ装置は、接地導体 G 4 a , G 4 b をさらに備える。接地導体 G 4 b 上には、無線通信回路 4 1 及び他の回路 4 2 が設けられている。無線通信回路 4 1 及び他の回路 4 2 のための接地導体 G 4 a , G 4 b がアンテナ装置のための接地導体としても機能する。接地導体 G 4 a , G 4 b は、第 1 の面に形成された部分 G 4 a 及び第 2 の面に形成された部分 G 4 b を含み、第 1 の面に形成された部分 G 4 a 及び第 2 の面に形成された部分 G 4 b は、第 1 の面から第 2 の面に貫通する複数のスルーホール導体 3 2 によって接続される。接地導体 G 4 a , G 4 b を複数のスルーホール導体 3 2 によって接続したことにより、接地導体 G 4 a , G 4 b のシールド効果が強化され、他の無線通信回路 4 1 及び他の回路 4 2 からアンテナ装置への影響が低減される。

30

【 0 0 8 9 】

第 2 の実施形態 .

以上説明した各アンテナ装置は、携帯電話機などの無線通信装置に内蔵されてもよい。また、以上説明した各アンテナ装置は、パーソナルコンピュータなどの電子機器に内蔵されてもよい。

【 0 0 9 0 】

図 3 5 は、第 2 の実施形態に係るパーソナルコンピュータ 2 0 0 を開いた状態で示す斜視図である。図 3 6 は、図 3 5 のパーソナルコンピュータ 2 0 0 を閉じた状態で示す斜視図である。図 3 5 のパーソナルコンピュータ 2 0 0 は、以上説明したいずれかの実施形態に係るアンテナ装置 1 0 0 を備える。図 3 5 に示すように、アンテナ装置 1 0 0 に近接した部分は、金属筐体ではなく、樹脂筐体部分 2 0 1 にて構成される。

40

【 0 0 9 1 】

まとめ .

従来技術の折り返し構造を有するアンテナ装置は、マルチバンド化が困難であった。また、従来技術の折り返し構造を有するアンテナ装置は、その薄型化及び小型化を行ううえでの限界があった。一方、本開示の各実施形態に係るアンテナ装置によれば、第 1 の方向に向かって延在する部分であって、互いに近接する部分を含むように基部放射素子 1 , 2

50

を形成することにより、薄型化と広帯域動作を両立することができる。この構造により、基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4, 5 を、FR4 などのプリント回路基板用の一般的な誘電体基板上に形成された導体パターンとして構成することができ、アンテナ装置の厚さを例えば 0.8 mm などに薄型化できる。基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4, 5 を誘電体基板の両面に形成するとき、一方の面において所望周波数の電流が集中する線状部分を設け、もう一方の面において前記線状部分と直交するスリット状の容量結合 C1 を設ける。本開示の各実施形態に係るアンテナ装置によれば、低域周波数 F1 を含む帯域 (704 ~ 960 MHz) において広帯域動作を実現することができ、さらに、中域周波数 F2 を含む帯域 (1710 ~ 2170 MHz) 及び高域周波数 F3 を含む帯域 (2500 ~ 2700 MHz) でも動作し、それぞれの帯域における共振周波数を独立して調整するマルチバンド動作を実現することができる。

10

【0092】

本開示の各実施形態に係るアンテナ装置によれば、アンテナ装置の基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4, 5 の一部が接地導体 G1 に接近した場合であっても、基部放射素子 1, 2 及び分岐放射素子 3, 4, 5 の形状を変化させることで放射インピーダンスを調整することができ、マルチバンドかつ広帯域で動作するアンテナ装置を実現できる。

【0093】

本開示の各実施形態に係るアンテナ装置は、プリント回路基板を用いて製造できるの、例えば、アンテナ装置を内蔵する無線通信装置の回路基板とアンテナ装置とを一体化することができ、従って、低コストかつ高精度でアンテナ装置を製造することができる。また、アンテナ装置の耐久性も向上する。

20

【0094】

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、第 1 ~ 第 2 の実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施形態にも適用可能である。また、第 1 ~ 第 2 の実施形態で説明した各構成要素を組み合わせて、新たな実施形態とすることも可能である。

【0095】

以上のように、本開示における技術の例示として、実施形態を説明した。そのために、添付図面および詳細な説明を提供した。

【0096】

したがって、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、上記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

30

【0097】

また、上述の実施形態は、本開示における技術を例示するためのものであるから、特許請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

【産業上の利用可能性】

40

【0098】

本開示は、小型でありながらマルチバンドかつ広帯域で動作するアンテナ装置に適用可能であり、アンテナ装置の周囲の金属部品及び / 又は筐体の影響を比較的容易な調整により抑えることができる。本開示は、例えば LTE のための小型のマルチバンドアンテナに適用可能である。本開示は、そのようなアンテナ装置を備えたことにより、小型でありながら、マルチバンドかつ広帯域で動作する無線通信装置及び電子機器に適用可能である。

【符号の説明】

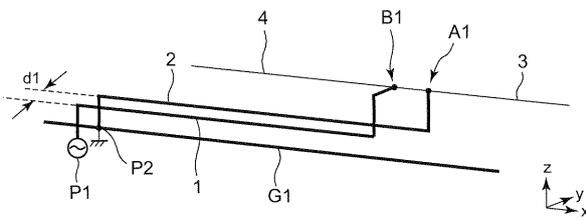
【0099】

1, 2 ... 基部放射素子、
3, 4, 5, 5A, 3a, 3b, 4a, 4b, 5Aa, 5Ab ... 分岐放射素子、

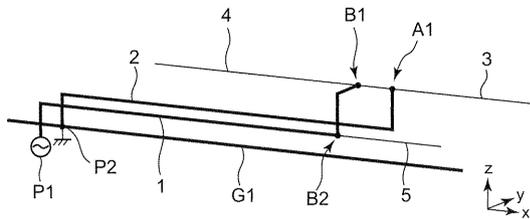
50

- 1 1 ~ 1 9 ... 結合素子、
- 2 1 , 2 2 ... 微小ループ、
- 3 1 ... 誘電体基板、
- 3 2 ... スルーホール導体、
- 3 3 ... 板状放射素子、
- 3 4 ... 給電線、
- 3 5 ... ネジ、
- 4 1 ... 無線通信回路、
- 4 2 ... 回路、
- 2 0 0 ... パーソナルコンピュータ、
- 2 0 1 ... 樹脂筐体部分、
- A 1 ... 接続点、
- B 1 , B 2 ... 分岐点、
- C 1 ~ C 6 ... 容量結合、
- G 1 , G 2 , G 3 , G 4 a , G 4 b , G N D ... 接地導体、
- P 1 ... 給電点、
- P 2 ... 接地点。

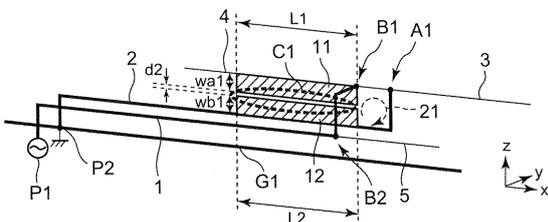
【 図 1 】



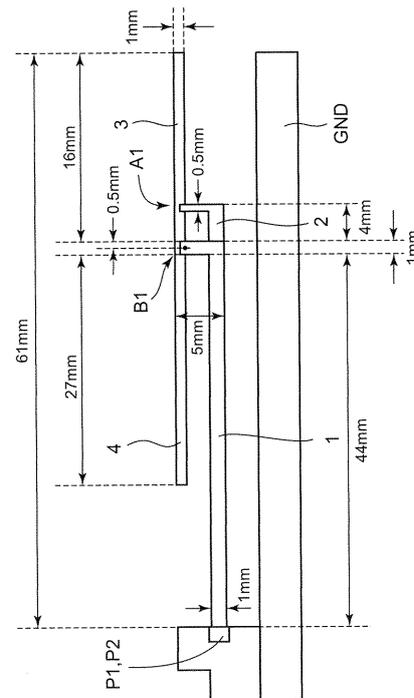
【 図 2 】



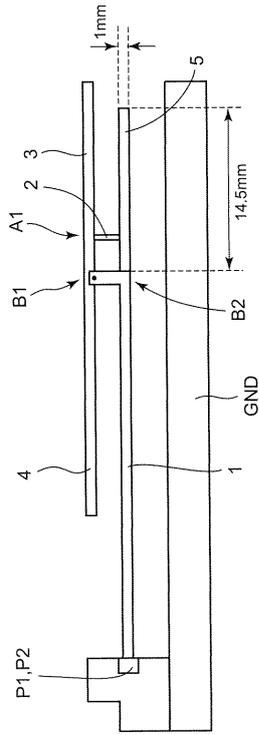
【 図 3 】



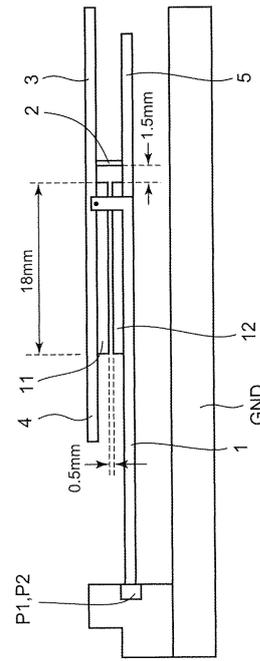
【 図 4 】



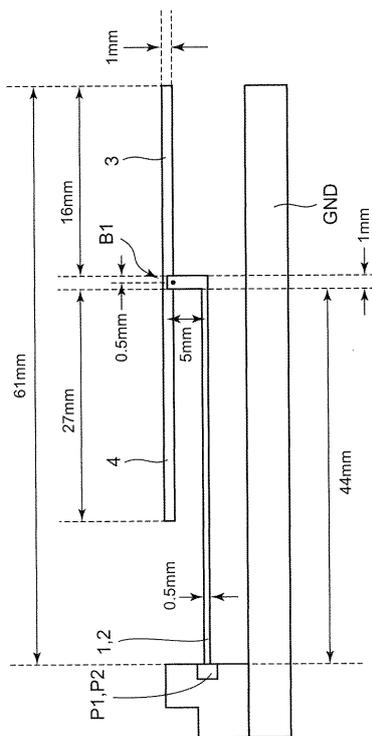
【 図 5 】



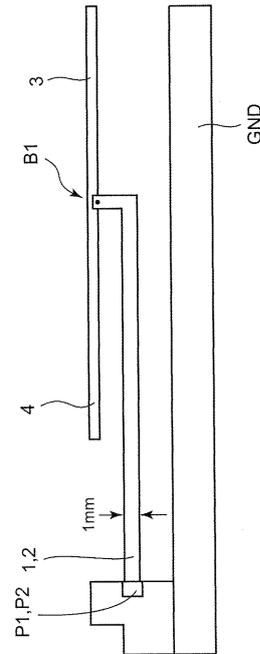
【 図 6 】



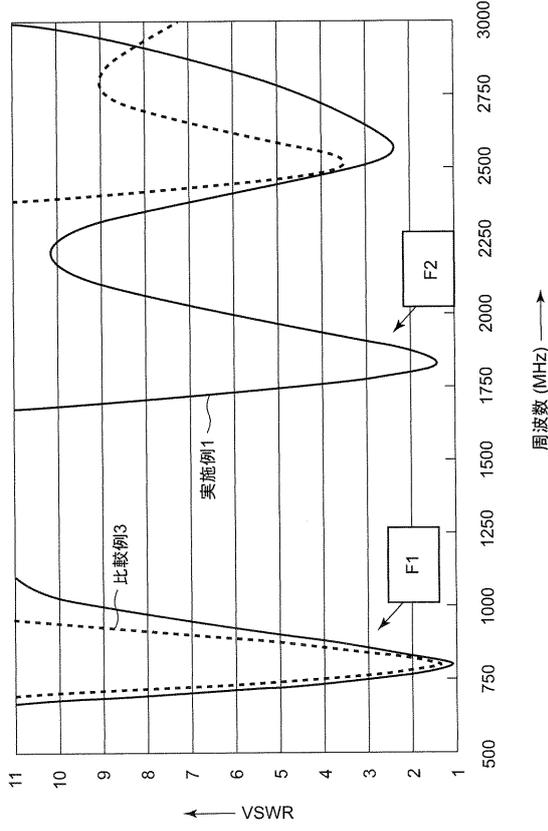
【 図 7 】



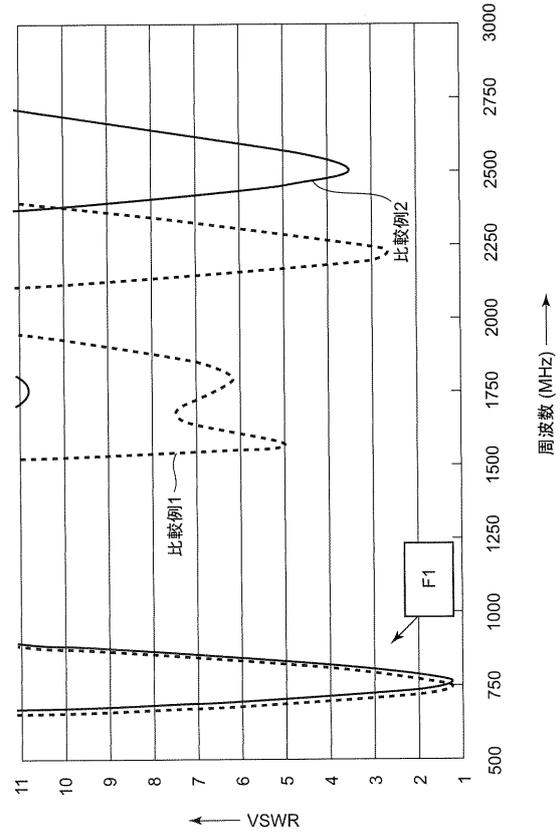
【 図 8 】



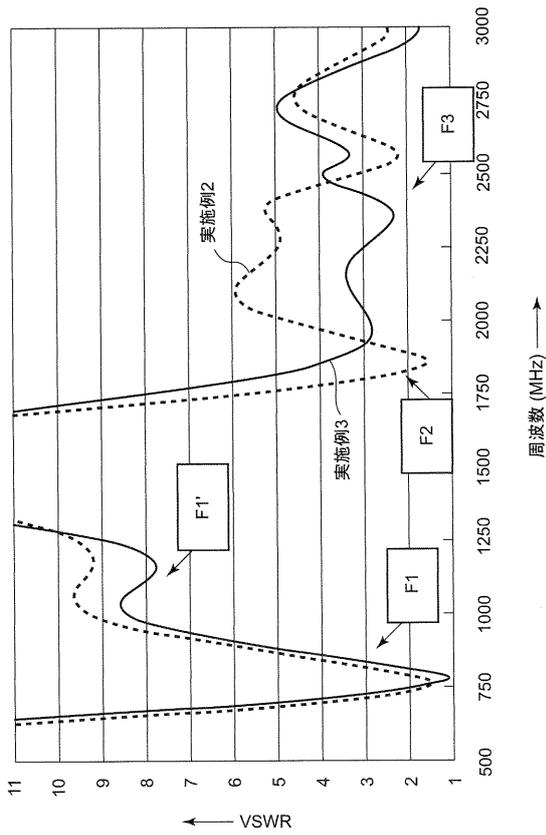
【図9】



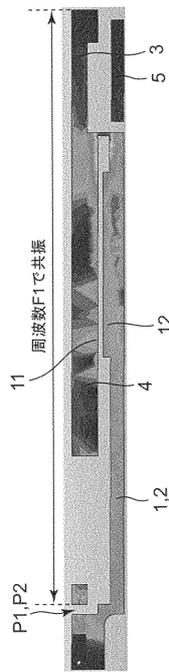
【図10】



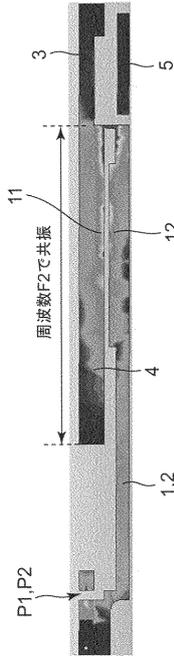
【図11】



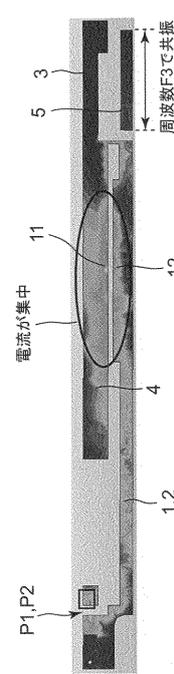
【図12】



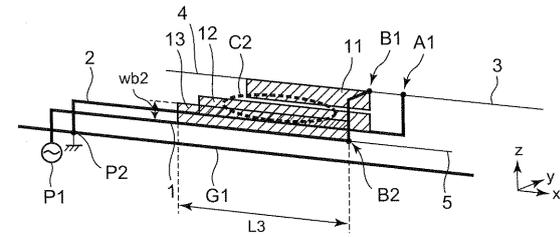
【図 13】



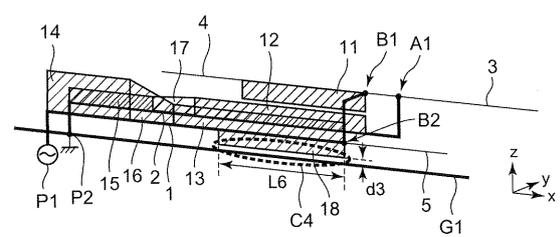
【図 14】



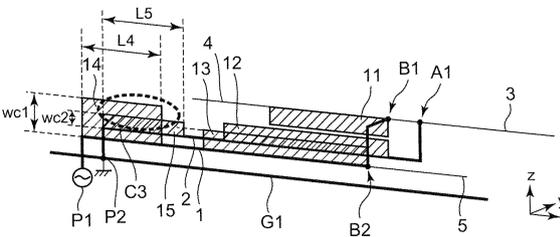
【図 15】



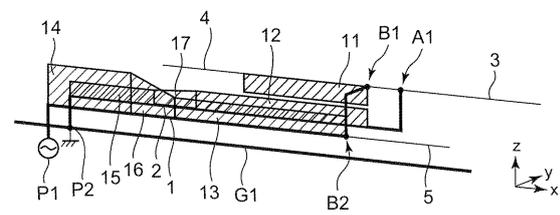
【図 18】



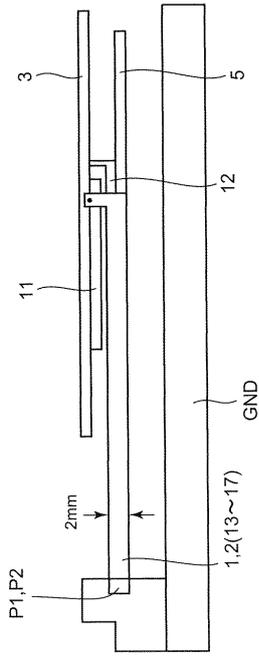
【図 16】



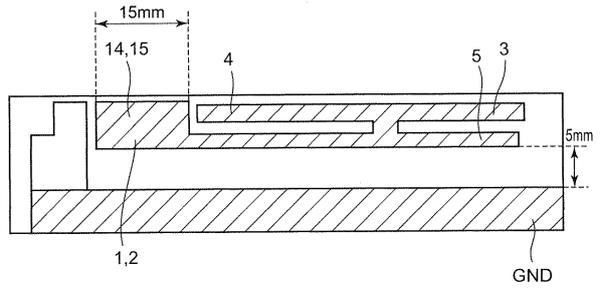
【図 17】



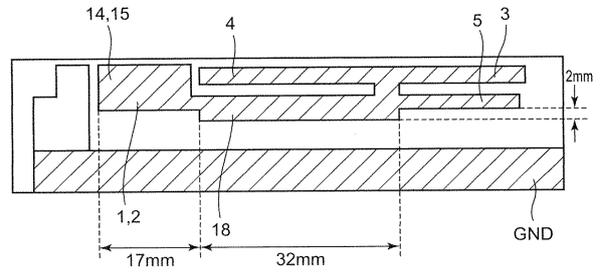
【 図 19 】



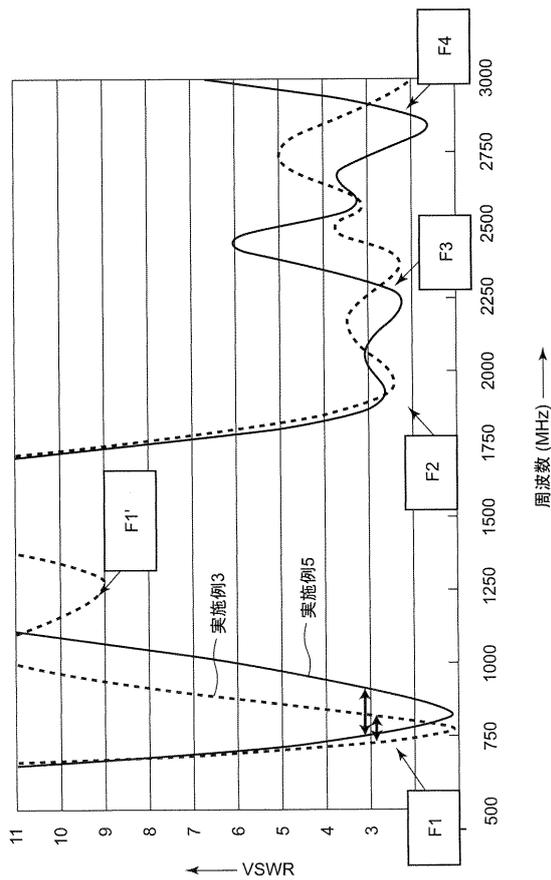
【 図 20 】



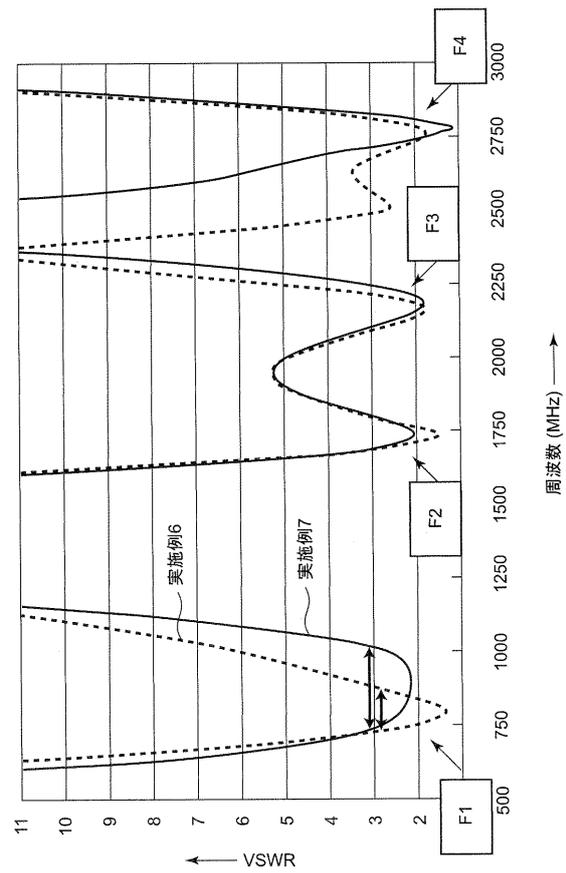
【 図 21 】



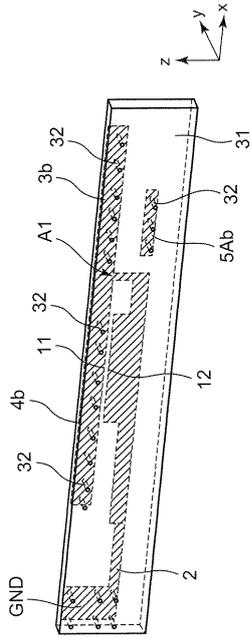
【 図 22 】



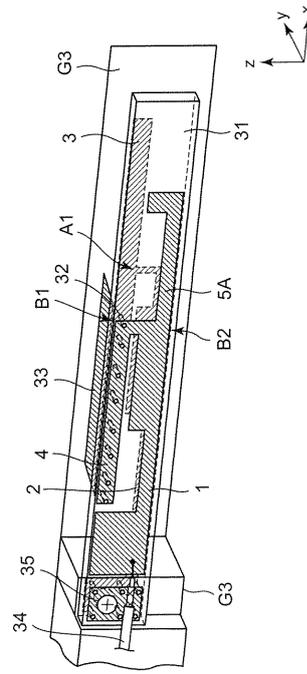
【 図 23 】



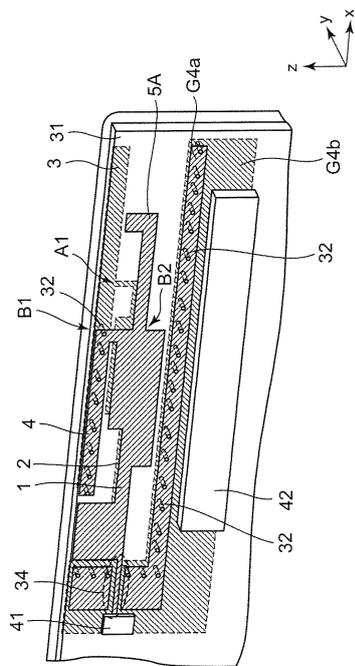
【 3 2 】



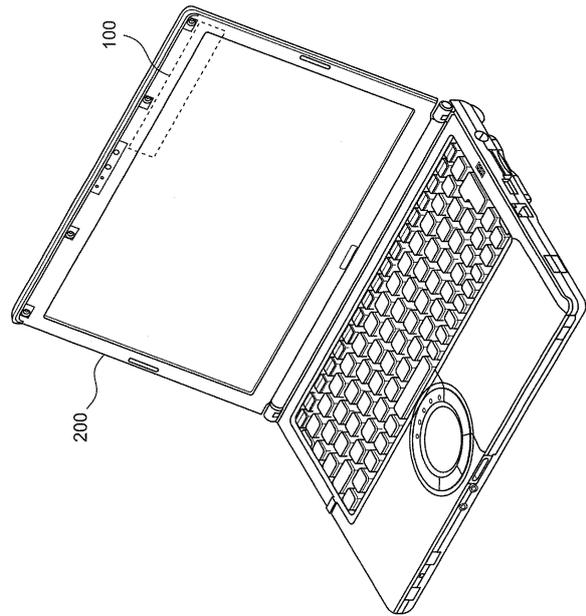
【 3 3 】



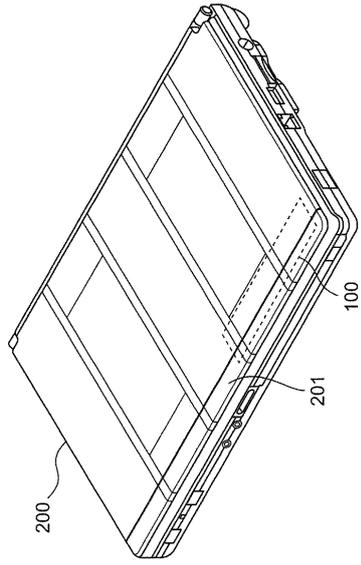
【 3 4 】



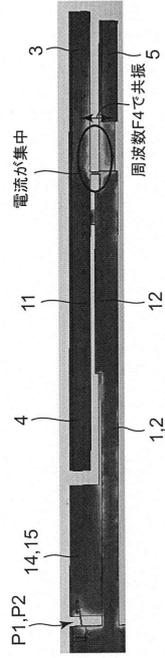
【 3 5 】



【図36】



【図24】



フロントページの続き

- (72)発明者 石村 寿晴
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 西川 賢治
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 中野 一弥
大阪府大阪市北区曽根崎新地2丁目2番16号 桜橋東洋ビル5階 パナソニックエクセルテクノロジーズ株式会社内

審査官 佐藤 当秀

(56)参考文献 特開2010-288175(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 1/24

H01Q 5/371