

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5223129号
(P5223129)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26)

(24) 登録日 平成25年3月22日 (2013. 3. 22)

(51) Int.Cl.		F I
HO 1 Q 21/30	(2006. 01)	HO 1 Q 21/30
HO 1 Q 9/42	(2006. 01)	HO 1 Q 9/42
HO 1 Q 7/00	(2006. 01)	HO 1 Q 7/00

請求項の数 9 (全 30 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-8124 (P2008-8124)</p> <p>(22) 出願日 平成20年1月17日 (2008. 1. 17)</p> <p>(65) 公開番号 特開2009-171313 (P2009-171313A)</p> <p>(43) 公開日 平成21年7月30日 (2009. 7. 30)</p> <p>審査請求日 平成23年1月11日 (2011. 1. 11)</p> <p>(出願人による申告) 平成19年度、支出負荷行為担当 官、総務省大臣官房会計課企画官、研究テーマ「空間軸 上周波数有効利用技術の研究開発」に関する委託研究、 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2</p> <p>(74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫</p> <p>(72) 発明者 大平 昌敬 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>(72) 発明者 三浦 周 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p>(72) 発明者 太郎丸 眞 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の共振周波数を実現可能なアンテナ装置であって、
導体からなる地板と、
一部に間隙部を有し、前記地板から離れ、かつ、前記地板に略平行な平面内に配置されたループ線路と、

前記平面内に配置された第1の部分と前記地板に略垂直に配置された第2の部分とを有し、かつ、一方端が前記間隙部における前記ループ線路の一方端に接続され、他方端が前記地板に接続された略L形状からなる第1の導体線路と、

前記平面内に配置された第3の部分と前記地板に略垂直に配置された第4の部分とを有し、かつ、一方端が前記間隙部における前記ループ線路の他方端に接続され、他方端が給電部に接続された略L形状からなる第2の導体線路と、

当該アンテナ装置が動作する周波数によって共振モードが切換わると、電流分布が最小と最大との間で切換わる前記ループ線路の位置に装荷された複数の可変リアクタンス素子と、

前記複数の共振周波数の各々を変更するためのリアクタンス値を前記複数のリアクタンス素子に設定する設定回路とを備えるアンテナ装置。

【請求項2】

前記第1の部分は、前記間隙部における前記ループ線路の一方端から前記ループ線路の中心に向かって延伸しており、

前記第3の部分は、前記間隙部における前記ループ線路の他方端から前記ループ線路の中心に向かって延伸している、請求項1に記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記複数の共振周波数は、第1および第2の共振周波数からなり、

前記複数のリアクタンス素子は、

前記第1の共振周波数のみを変更するための第1および第2の可変リアクタンス素子と

、前記第2の共振周波数のみを変更するための第3の可変リアクタンス素子とを含み、

前記第1の可変リアクタンス素子は、前記間隙部から前記ループ線路に沿って約90度回転した位置に装荷され、

前記第2の可変リアクタンス素子は、前記間隙部から前記ループ線路に沿って約270度回転した位置に装荷され、

前記第3の可変リアクタンス素子は、前記間隙部から前記ループ線路に沿って約180度回転した位置に装荷される、請求項1または請求項2に記載のアンテナ装置。

【請求項4】

前記設定回路は、前記第1の共振周波数のみを変更する場合、前記第3の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を固定し、前記第1および第2の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を変更し、前記第2の共振周波数のみを変更する場合、前記第1および第2の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を固定し、前記第3の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を変更する、請求項3に記載のアンテナ装置。

【請求項5】

前記複数の可変リアクタンス素子は、前記第1および第2の共振周波数を同時に変更可能な第4および第5の可変リアクタンス素子を更に含み、

前記第4の可変リアクタンス素子は、前記間隙部と前記第1の可変リアクタンス素子との間に装荷され、

前記第5の可変リアクタンス素子は、前記第2の可変リアクタンス素子と前記間隙部との間に装荷される、請求項3または請求項4に記載のアンテナ装置。

【請求項6】

前記複数の可変リアクタンス素子は、

前記第1の可変リアクタンス素子と前記第3の可変リアクタンス素子との間において前記ループ線路に装荷された第6の可変リアクタンス素子と、

前記第2の可変リアクタンス素子と前記第3の可変リアクタンス素子との間において前記ループ線路に装荷された第7の可変リアクタンス素子とを更に含む、請求項5に記載のアンテナ装置。

【請求項7】

前記ループ線路の全長と、前記第1の導体線路の全長と、前記第2の導体線路の全長との和は、前記第1の共振周波数が得られるときの波長の半分であり、

前記ループ線路の全長と、前記第1の部分の全長と、前記第3の部分の全長との和は、前記第2の共振周波数が得られるときの波長に略等しい、請求項3から請求項6のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項8】

前記ループ線路は、前記ループ線路の中心と前記間隙部とを通る線分に対して対称な形状からなる、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項9】

一方端が前記第1の部分に接続され、他方端が前記地板に接続された第3の導体線路と

、一方端が前記第3の部分に接続され、他方端が前記地板に接続された第4の導体線路とを更に備える、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

この発明は、アンテナ装置に関し、特に、複数の共振周波数で動作するアンテナ装置に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

近年、通信環境に応じて、柔軟な機能変更を実現しようとするソフトウェア無線が注目されている。このような無線通信を実現するために、複数の周波数帯で共振周波数を自在に可変できるチューナブルアンテナが求められている。

【 0 0 0 3 】

そして、リング共振器にスタブを設け、スタブに可変キャパシタを接続し、容量値に応じてリング共振器の動作周波数を可変させるチューナブルアンテナが開示されている（特許文献1）。

10

【 0 0 0 4 】

また、平面状のアンテナ素子の周縁部に装荷インピーダンスを電気接続してアンテナの共振周波数を変化させる構成が開示されている（特許文献2）。

【 0 0 0 5 】

更に、パッチアンテナを導体地板からの高さを変化させて、等価的に比誘電率を変化させることにより、周波数の可変制御を実現する手法が開示されている（非特許文献1）。

【 0 0 0 6 】

上述したチューナブルアンテナは、いずれも、動作周波数が1個の周波数であるが、複数の周波数で動作するアンテナを用いて複数の周波数を可変させるチューナブルアンテナが開示されている。例えば、2つの板状逆Fアンテナの周囲に複数のピンを接続したチューナブルアンテナが開示されている（非特許文献2）。そして、これらのピンには、スイッチ回路が接続されており、電氣的に短絡、もしくは開放の切替によって2つの整合周波数を変化させることができる。

20

【 0 0 0 7 】

また、デュアルバンドで動作するスロットアンテナにおいて、適切な位置に2個の可変リアクタンス素子を設け、これらの可変リアクタンス素子のリアクタンスを変化させることによって2つの共振周波数を独立に調整する手法が開示されている（非特許文献3）。

【 特許文献1 】特開2007-142977号公報

30

【 特許文献2 】特開平09-307344号公報

【 非特許文献1 】電子情報通信学会 Vol. J86-B, No. 4, April 2003, pp. 671-676.

【 非特許文献2 】IEEE Transaction on Antennas and Propagation, Vol. 52, No. 11, Nov. 2004, pp. 2877-2884.

【 非特許文献3 】IEEE Transaction on Antennas and Propagation, Vol. 54, No. 2, Feb. 2006, pp. 401-408.

【 発明の開示 】

40

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかし、上述したリング共振器アンテナは、動作周波数が1個の周波数に限られているため、2個以上の周波数帯で周波数可変特性を実現するには、複数のチューナブルアンテナを用意する必要がある。従って、複数のチューナブルアンテナを無線端末に搭載することになり、小型端末への搭載に適さない。

【 0 0 0 9 】

また、上述した機械的な構造変化による共振周波数の変化も、チューナブルアンテナを端末に搭載することに不向きであり、電氣的变化による共振周波数の変化が好ましい。

【 0 0 1 0 】

50

板状逆Fアンテナのピンの短絡と開放との切り替えでは、共振周波数の可変範囲が狭く、給電回路との整合特性もよくない。

【0011】

これらに対して、スロットアンテナは、デュアルバンドで良好に動作するが、アンテナのサイズが低周波数側の共振周波数で決まるため、アンテナ占有面積が大きくなるという問題がある。

【0012】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、複数の共振周波数の各々を電氣的に独立に可変できるアンテナ装置を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明によれば、アンテナ装置は、複数の共振周波数を実現可能なアンテナ装置であって、地板と、ループ線路と、第1の導体線路と、第2の導体線路と、複数の可変リアクタンス素子と、設定回路とを備える。地板は、導体からなる。ループ線路は、一部に間隙部を有し、地板から離れ、かつ、地板に略平行な平面内に配置される。第1の導体線路は、平面内に配置された第1の部分と地板に略垂直に配置された第2の部分とを有し、かつ、一方端が間隙部におけるループ線路の一方端に接続され、他方端が地板に接続された略L字形形状からなる。第2の導体線路は、平面内に配置された第3の部分と地板に略垂直に配置された第4の部分とを有し、かつ、一方端が間隙部におけるループ線路の他方端に接続され、他方端が給電部に接続された略L字形形状からなる。複数の可変リアクタンス素子は、共振モードが切替わると、電流分布が最小と最大との間で切替わるループ線路の位置に装荷される。設定回路は、複数の共振周波数の各々を変更するためのリアクタンス値を複数のリアクタンス素子に設定する。

20

【0014】

好ましくは、第1の部分は、間隙部におけるループ線路の一方端からループ線路の中心に向かって延伸しており、第3の部分は、間隙部におけるループ線路の他方端からループ線路の中心に向かって延伸している。

【0015】

好ましくは、複数の共振周波数は、第1および第2の共振周波数からなる。複数のリアクタンス素子は、第1から第3の可変リアクタンス素子を含む。第1および第2の可変リアクタンス素子は、第1の共振周波数のみを変更するための可変リアクタンス素子である。第3の可変リアクタンス素子は、第2の共振周波数のみを変更するための可変リアクタンス素子である。第1の可変リアクタンス素子は、間隙部からループ線路に沿って約90度回転した位置に装荷される。第2の可変リアクタンス素子は、間隙部からループ線路に沿って約270度回転した位置に装荷される。第3の可変リアクタンス素子は、間隙部からループ線路に沿って約180度回転した位置に装荷される。

30

【0016】

好ましくは、設定回路は、第1の共振周波数のみを変更する場合、第3の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を固定し、第1および第2の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を変更し、第2の共振周波数のみを変更する場合、第1および第2の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を固定し、第3の可変リアクタンス素子のリアクタンス値を変更する。

40

【0017】

好ましくは、複数の可変リアクタンス素子は、第1および第2の共振周波数を同時に変更可能な第4および第5の可変リアクタンス素子を更に含む。第4の可変リアクタンス素子は、間隙部と第1の可変リアクタンス素子との間に装荷される。第5の可変リアクタンス素子は、第2の可変リアクタンス素子と間隙部との間に装荷される。

【0018】

好ましくは、複数の可変リアクタンス素子は、第6および第7の可変リアクタンス素子

50

を更に含む。第6の可変リアクタンス素子は、第1の可変リアクタンス素子と第3の可変リアクタンス素子との間においてループ線路に装荷される。第7の可変リアクタンス素子は、第2の可変リアクタンス素子と第3の可変リアクタンス素子との間においてループ線路に装荷される。

【0019】

好ましくは、ループ線路の全長と、第1の導体線路の全長と、第2の導体線路の全長との和は、第1の共振周波数が得られるときの波長の半分である。また、ループ線路の全長と、第1の部分の全長と、第3の部分の全長との和は、第2の共振周波数が得られるときの波長に略等しい。

【0020】

好ましくは、ループ線路は、ループ線路の中心と間隙部とを通る線分に対して対称な形状からなる。

【0021】

好ましくは、アンテナ装置は、第3および第4の導体線路を更に備える。第3の導体線路は、一方端が第1の部分に接続され、他方端が地板に接続される。第4の導体線路は、一方端が第3の部分に接続され、他方端が地板に接続される。

【発明の効果】

【0022】

この発明によるアンテナ装置においては、複数の可変リアクタンス素子は、共振モードが切換わると、電流分布が最小と最大との間で切換わるループ線路の位置に装荷されるので、第1の共振モードにおいて電流分布が最小となり、かつ、第2の共振モードで電流分布が最大となる位置に装荷された可変リアクタンス素子は、第1の共振モードにおける共振周波数に影響を与えずに、第2の共振モードにおける共振周波数を独立に制御する。また、第1の共振モードにおいて電流分布が最大となり、かつ、第2の共振モードで電流分布が最小となる位置に装荷された可変リアクタンス素子は、第2の共振モードにおける共振周波数に影響を与えずに、第1の共振モードにおける共振周波数を独立に制御する。

【0023】

従って、この発明によれば、複数の共振周波数の各々を独立に制御できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0025】

[実施の形態1]

図1は、この発明の実施の形態1によるアンテナ装置の斜視図である。この発明の実施の形態1によるアンテナ装置10は、地板1と、ループ線路2と、導体線路3～6と、可変リアクタンス素子7～9と、給電部11と、設定回路12とを備える。

【0026】

地板1は、導体からなり、略四角形の形状を有する。ループ線路2は、導体からなり、地板1から所定の距離だけ離れ、かつ、地板1に略平行な平面内に配置される。そして、ループ線路2は、略円形形状からなり、間隙部21を有する。

【0027】

導体線路3は、略L字形状からなるとともに、一方端が間隙部21においてループ線路2の一方端2Aに接続され、他方端が給電部11に接続される。そして、導体線路3は、直線部材31, 32からなる。直線部材31は、ループ線路2が配置された平面と同じ平面内に配置される。より詳細には、直線部材31は、ループ線路2の一方端2Aからループ線路2の内側に向かう方向に延伸するように配置される。そして、直線部材31は、その一方端が間隙部21においてループ線路2の一方端2Aに接続される。また、直線部材32は、ループ線路2が配置された平面に略垂直に配置され、その一方端が直線部材31の他方端に接続され、その他方端が給電部11に接続される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

導体線路 4 は、略 L 字形状からなるとともに、一方端が間隙部 2 1 においてループ線路 2 の他方端 2 B に接続され、他方端が地板 1 に接続される。そして、導体線路 4 は、直線部材 4 1 , 4 2 からなる。直線部材 4 1 は、ループ線路 2 が配置された平面と同じ平面内に配置される。より詳細には、直線部材 4 1 は、ループ線路 2 の他方端 2 B からループ線路 2 の内側に向かう方向に延伸するように直線部材 3 1 に略平行に配置される。そして、直線部材 4 1 は、その一方端が間隙部 2 1 においてループ線路 2 の他方端 2 B に接続される。また、直線部材 4 2 は、ループ線路 2 が配置された平面に略垂直に、かつ、直線部材 3 2 に略平行に配置される。そして、直線部材 4 2 は、その一方端が直線部材 4 1 の他方端に接続され、その他方端が地板 1 に接続される。

10

【 0 0 2 9 】

導体線路 5 は、導体線路 3 の直線部材 3 2 に略平行に配置され、その一方端が導体線路 3 の直線部材 3 1 に接続され、その他方端が地板 1 に接続される。

【 0 0 3 0 】

導体線路 6 は、導体線路 4 の直線部材 4 2 に略平行に配置され、その一方端が導体線路 4 の直線部材 4 1 に接続され、その他方端が地板 1 に接続される。

【 0 0 3 1 】

可変リアクタンス素子 7 は、矢印 1 3 の方向を 0 度とすると、ループ線路 2 が配置された平面内において矢印 1 4 の方向へ 9 0 度回転した位置においてループ線路 2 に装荷される。

20

【 0 0 3 2 】

可変リアクタンス素子 8 は、ループ線路 2 が配置された平面内において矢印 1 4 の方向へ 2 7 0 度回転した位置においてループ線路 2 に装荷される。

【 0 0 3 3 】

可変リアクタンス素子 9 は、ループ線路 2 が配置された平面内において矢印 1 4 の方向へ 1 8 0 度回転した位置においてループ線路 2 に装荷される。

【 0 0 3 4 】

給電部 1 1 は、導体線路 3 の直線部材 3 2 と接地ノードとの間に接続される。

【 0 0 3 5 】

導体線路 5 , 6 は、整合用ショートピンであり、ループ線路 2 および導体線路 3 , 4 からなるアンテナと給電部 1 1 との間の整合を取る。

30

【 0 0 3 6 】

可変リアクタンス素子 7 ~ 9 は、それぞれ、設定回路 1 2 から受けた設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 によってリアクタンス X 1 , X 2 , X 1 を所定のリアクタンス値に設定する。設定回路 1 2 は、設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 ~ 9 へ出力し、可変リアクタンス素子 7 ~ 9 のリアクタンス X 1 , X 2 , X 1 を所定のリアクタンス値に設定する。

【 0 0 3 7 】

なお、ループ線路 2 および導体線路 3 , 4 は、一体的に作製される。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、図 1 に示すループ線路 2 および導体線路 3 ~ 6 の寸法を説明するための図である。ループ線路 2 の内径 d は、例えば、1 8 . 0 mm に設定される。導体線路 3 の直線部材 3 1 および導体線路 4 の直線部材 4 1 の長さ l は、例えば、7 . 1 7 mm に設定される。ループ線路 2 の間隙部 2 1 の長さ g は、例えば、0 . 3 3 mm に設定される。

40

【 0 0 3 9 】

導体線路 3 の直線部材 3 1 および導体線路 4 の直線部材 4 1 の高さ h は、例えば、5 . 0 0 mm に設定される。従って、地板 1 とループ線路 2 との距離は、5 . 0 0 mm である。導体線路 3 の直線部材 3 2 と導体線路 5 との距離 t および導体線路 4 の直線部材 4 2 と導体線路 6 との距離 t は、例えば、3 . 0 0 mm に設定される。

【 0 0 4 0 】

50

その結果、アンテナ装置 10 は、 2.08 GHz の第 1 共振周波数 f_1 と、 4.62 GHz の第 2 共振周波数 f_2 とを有する。

【0041】

図 3 は、デュアルバンドアンテナの斜視図である。デュアルバンドアンテナ 100 は、地板 1 と、ループ線路 2 と、導体線路 3, 4 と、給電部 11 とを備える。図 4 は、図 3 に示すデュアルバンドアンテナ 100 における電流分布を示す図である。

【0042】

図 4 の (a) は、デュアルバンドアンテナ 100 が折り返しモノポールアンテナとして動作するときの電流分布であり、図 4 の (b) は、デュアルバンドアンテナ 100 がループアンテナとして動作するときの電流分布である。

10

【0043】

デュアルバンドアンテナ 100 が折り返しモノポールアンテナとして動作する周波数においては、ループ線路 2 を流れる電流と、導体線路 3, 4 の直線部材 31, 41 を流される電流とが相互に打ち消し合う (図 4 の (a) 参照)。その結果、地板 1 に水平な導体部 (= ループ線路 2 と導体線路 3, 4 の直線部材 31, 41) からの放射はなく、地板 1 に垂直な導体線路 3 の直線部材 32 および導体線路 4 の直線部材 42 が主放射源となる。

【0044】

従って、デュアルバンドアンテナ 100 が折り返しモノポールアンテナとして動作する周波数においては、デュアルバンドアンテナ 100 は、微小モノポールアンテナと同じ放射パターン、即ち、水平面内 (= 地板 1 の平面内) に最大放射方向を有する。この場合、ループ線路 2 の全長と、導体線路 3 の全長と、導体線路 4 の全長との和は、折り返しモノポールアンテナの共振周波数が得られる波長の約 $1/2$ である。

20

【0045】

一方、デュアルバンドアンテナ 100 がループアンテナとして動作する周波数においては、導体線路 3 の直線部材 32 を流れる電流と、導体線路 4 の直線部材 42 を流れる電流とは、互いに逆相になるため、相互に打ち消し合う (図 4 の (b) 参照)。その結果、ループ線路 2 が主放射源となる。

【0046】

従って、デュアルバンドアンテナ 100 が折り返しモノポールアンテナとして動作する周波数においては、デュアルバンドアンテナ 100 は、頂点方向の最大放射方向を有する。この場合、ループ線路 2 の全長と、導体線路 3 の直線部材 31 の全長と、導体線路 4 の直線部材 41 の全長との和は、ループアンテナの共振周波数が得られるときの波長に略等しい。

30

【0047】

このように、デュアルバンドアンテナ 100 は、簡単な構造を有し、折り返しモノポールアンテナまたはループアンテナとして動作する。そして、各動作モードの共振周波数は、共にループ線路 2 の円周長によって決定されるため、各動作モードの共振周波数は、他方の動作モードの共振周波数に付随して変化すると考えられる。

【0048】

そこで、2つの共振周波数が可変リアクタンス素子によって独立に制御可能なチューナブルアンテナを実現するために、各動作モードの電流分布に着目し、適切な位置に可変リアクタンス素子を装荷することによって、各共振周波数を独立に制御可能であることを以下に示す。

40

【0049】

図 5 は、ループ線路 2 および導体線路 3, 4 における電流分布を示す図である。デュアルバンドアンテナ 100 が折り返しモノポールアンテナとして動作する周波数においては、2つの電流最大点 MAX_1_M , MAX_2_M と、1つの電流最小点 MIN_M とが存在する (図 5 の (a) 参照)。2つの電流最大点 MAX_1_M , MAX_2_M は、ループ線路 2 の導体線路 3, 4 に近い部分において間隙部 21 に対して対称な位置に存在する。また、1つの電流最小点 MIN_M は、ループ線路 2 の間隙部 21 から反時計回りに 18

50

0度回転した位置に存在する。

【0050】

デュアルバンドアンテナ100がループアンテナとして動作する周波数においては、1つの電流最大点MAX__Lと、2つの電流最小点MIN1__L, MIN2__Lとが存在する(図5の(b)参照)。1つの電流最大点MAX__Lは、ループ線路2の間隙部21から反時計回りに180度回転した位置に存在する。また、2つの電流最小点MIN1__L, MIN2__Lは、それぞれ、ループ線路2の間隙部21から反時計回りに90度および270度回転した位置に存在する。

【0051】

このように、折り返しモノポールアンテナとループアンテナとの2つの共振モードは、互いに電流の最大点の位置と最小点の位置とが異なる。

10

【0052】

そして、折り返しモノポールアンテナにおいて、電流分布が最小になる電流最小点MIN__Mに可変リアクタンス素子を配置した場合、その可変リアクタンス素子には、RF電流が殆ど流れないので、折り返しモノポールアンテナの共振周波数は、その可変リアクタンス素子のリアクタンス値によっては変化しない。

【0053】

一方、折り返しモノポールアンテナにおいて、電流分布が最小になる電流最小点MIN__Mは、ループアンテナにおいて、電流分布が最大になる電流最大点MAX__Lに相当するので、デュアルバンドアンテナ100がループアンテナとして動作する場合には、電流最小点MIN__Mに配置された可変リアクタンス素子には、RF電流が流れる。その結果、電流最小点MIN__Mに配置された可変リアクタンス素子は、ループアンテナの共振周波数を独立に変化させることができる。

20

【0054】

また、ループアンテナにおいて、電流分布が最小になる2つの電流最小点MIN1__L, MIN2__Lに可変リアクタンス素子を配置した場合、その2つの可変リアクタンス素子には、RF電流が殆ど流れないので、ループアンテナの共振周波数は、その2つの可変リアクタンス素子のリアクタンス値によっては変化しない。

【0055】

一方、ループアンテナにおいて、電流分布が最小になる2つの電流最小点MIN1__L, MIN2__Lは、折り返しモノポールアンテナにおいて、RF電流が流れる位置に相当するので、デュアルバンドアンテナ100が折り返しモノポールアンテナとして動作する場合には、2つの電流最小点MIN1__L, MIN2__Lに配置された2つの可変リアクタンス素子には、RF電流が流れる。その結果、2つの電流最小点MIN1__L, MIN2__Lに配置された2つの可変リアクタンス素子は、折り返しモノポールアンテナの共振周波数を独立に変化させることができる。

30

【0056】

そこで、この発明においては、上記の点に着目し、可変リアクタンス素子7, 8をそれぞれ間隙部21から反時計回りに90度および270度の位置に配置するとともに、可変リアクタンス素子9を間隙部21から反時計回りに180度の位置に配置し、図1に示すアンテナ装置10を実現するに到った。

40

【0057】

従って、アンテナ装置10においては、可変リアクタンス素子7, 8は、アンテナ装置10が折り返しモノポールアンテナとして動作する場合の共振周波数f1を独立に制御し、可変リアクタンス素子9は、アンテナ装置10がループアンテナとして動作する場合の共振周波数f2を独立に制御する。

【0058】

このように、この発明においては、複数の可変リアクタンス素子7~9は、共振モードが切換わると、電流分布が最小と最大との間で切換わるループ線路2の位置に装荷される。

50

【 0 0 5 9 】

図 6 は、図 1 に示すアンテナ装置 10 の反射特性を解析したときの構成図である。反射特性を測定する場合、直径 R が 70 mm である円形の地板 1 が用いられた。そして、円形の地板 1 は、その中心が x y z 座標の原点に一致するように x - y 平面に配置された。また、ループ線路 2 の中心が x y z 座標の原点に位置し、導体線路 3, 4 の直線部材 3 1, 4 1 が y 軸に略平行になるようにループ線路 2 および導体線路 3 ~ 6 が地板 1 上に配置された。

【 0 0 6 0 】

図 7 は、図 1 に示すアンテナ装置 10 の反射特性を示す図である。図 7 において、縦軸は、反射係数 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。また、図 7 の (a) は、可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 を固定し、可変リアクタンス素子 7, 8 のリアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示す。更に、図 7 の (b) は、可変リアクタンス素子 7, 8 のリアクタンス X 1 を固定し、可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 を変化させたときの反射特性を示す。

10

【 0 0 6 1 】

更に、曲線 k 1 ~ k 3 は、可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 を 0 [] に固定し、可変リアクタンス素子 7, 8 のリアクタンス X 1 を、それぞれ、1 0 0 []、0 [] および - 1 0 0 [] に変えたときの反射特性を示す図である。

【 0 0 6 2 】

更に、曲線 k 4 ~ k 6 は、可変リアクタンス素子 7, 8 のリアクタンス X 1 を 0 [] に固定し、可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 を、それぞれ、1 0 0 []、0 [] および - 1 0 0 [] に変えたときの反射特性を示す図である。

20

【 0 0 6 3 】

可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 を 0 [] に固定した場合、アンテナ装置 10 がループアンテナとして動作するときの高周波数側の共振周波数 f_2 は、殆ど、変化せず、アンテナ装置 10 が折り返しモノポールアンテナとして動作するときの低周波数側の共振周波数 f_1 は、可変リアクタンス素子 7, 8 のリアクタンス X 1 によって変化する。

【 0 0 6 4 】

より具体的には、共振周波数 f_1 は、可変リアクタンス素子 7, 8 のリアクタンス X 1 が誘導性リアクタンスから容量性リアクタンスへ変化するに伴って高周波数側へシフトする (曲線 k 1 ~ k 3 参照)。これは、リアクタンス X 1 が誘導性リアクタンス (= 1 0 0) になれば、線路長が電氣的に長くなり、リアクタンス X 1 が容量性リアクタンス (= - 1 0 0) になれば、線路長が電氣的に短くなるからである。

30

【 0 0 6 5 】

可変リアクタンス素子 7, 8 のリアクタンス X 1 を 0 [] に固定した場合、アンテナ装置 10 が折り返しモノポールアンテナとして動作するときの低周波数側の共振周波数 f_1 は、殆ど、変化せず、アンテナ装置 10 がループアンテナとして動作するときの高周波数側の共振周波数 f_2 は、可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 によって変化する。

40

【 0 0 6 6 】

より具体的には、共振周波数 f_2 は、可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 が誘導性リアクタンスから容量性リアクタンスへ変化するに伴って高周波数側へシフトする (曲線 k 4 ~ k 6 参照)。リアクタンス X 2 が誘導性リアクタンスから容量性リアクタンスへ変化するに伴って共振周波数 f_2 が高周波数側へシフトする理由は、リアクタンス X 1 が誘導性リアクタンスから容量性リアクタンスへ変化するに伴って共振周波数 f_1 が高周波数側へシフトする理由と同じである。

【 0 0 6 7 】

このように、アンテナ装置 10 においては、共振周波数 f_1 , f_2 をそれぞれ独立に制御可能である。

50

【 0 0 6 8 】

図 8 は、リアクタンス X_1 , X_2 をそれぞれ -100 , 0 に設定したときの 2.28 GHz における指向性利得を示す図である。また、図 9 は、リアクタンス X_1 , X_2 をそれぞれ -100 , 0 に設定したときの 4.62 GHz における指向性利得を示す図である。

【 0 0 6 9 】

図 8 の (a) および図 9 の (a) は、 $x - y$ 平面における指向性利得を示し、図 8 の (b) および図 9 の (b) は、 $x - z$ 平面における指向性利得を示し、図 8 の (c) および図 9 の (c) は、 $y - z$ 平面における指向性利得を示す。また、 G_x , G_y は、それぞれ (θ , ϕ) を球座標系における z 軸および y 軸と成す角度としたときの指向性利得 G の成分および G_y 成分を示す。

10

【 0 0 7 0 】

低周波数側の共振周波数 f_1 では、 $x - y$ 平面内に最大放射方向を有する指向性パターンが得られる (図 8 参照) 。一方、高周波数側の共振周波数 f_2 では、天頂方向 ($+z$ 軸方向) に最大放射方向を有する指向性パターンが得られる (図 9 参照) 。

【 0 0 7 1 】

この場合、可変リアクタンス素子 7 ~ 9 のリアクタンス値の変化による指向性パターンの大きな変化はなく、アンテナ装置 10 は、低周波数側の共振周波数 f_1 では、折り返しモノポールアンテナとして動作しており、高周波数側の共振周波数 f_2 では、ループアンテナとして動作している。

20

【 0 0 7 2 】

図 10 は、リアクタンス X_1 , X_2 をそれぞれ 0 , -100 に設定したときの 2.08 GHz における指向性利得を示す図である。また、図 11 は、リアクタンス X_1 , X_2 をそれぞれ 0 , -100 に設定したときの 4.83 GHz における指向性利得を示す図である。

【 0 0 7 3 】

図 10 の (a) および図 11 の (a) は、 $x - y$ 平面における指向性利得を示し、図 10 の (b) および図 11 の (b) は、 $x - z$ 平面における指向性利得を示し、図 10 の (c) および図 11 の (c) は、 $y - z$ 平面における指向性利得を示す。

【 0 0 7 4 】

この場合も、図 8 および図 9 に示す場合と同様に、アンテナ装置 10 は、低周波数側の共振周波数 f_1 では、折り返しモノポールアンテナとして動作しており、高周波数側の共振周波数 f_2 では、ループアンテナとして動作している。

30

【 0 0 7 5 】

図 12 は、2つのリアクタンス X_1 , X_2 のうち、一方のリアクタンスを 0 に固定し、他方のリアクタンスを変化させたときの共振周波数の変化を示す図である。図 12 において、縦軸は、共振周波数を表し、横軸は、リアクタンスを表す。また、図 12 の (a) は、リアクタンス X_2 を 0 に固定し、リアクタンス X_1 を変化させたときの第 1 の共振周波数 f_1 を示す。更に、図 12 の (b) は、リアクタンス X_1 を 0 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの第 2 の共振周波数 f_2 を示す。

40

【 0 0 7 6 】

なお、リアクタンス X_1 は、図 1 に示すように、2箇所接続されているので、アンテナ装置 10 全体に装荷されるリアクタンス X_1 は、図 12 の横軸に示す値の 2 倍である。

【 0 0 7 7 】

第 1 の共振周波数 f_1 は、リアクタンス X_1 が容量性リアクタンスから誘導性リアクタンスへ変化するに伴って低周波数側へ変化する (図 12 の (a) 参照) 。また、第 2 の共振周波数 f_2 は、リアクタンス X_2 が容量性リアクタンスから誘導性リアクタンスへ変化するに伴って低周波数側へ変化する (図 12 の (b) 参照) 。

【 0 0 7 8 】

従って、図 12 に示す結果からも、リアクタンス X_1 によってアンテナ装置 10 の共振

50

周波数 f_1 を独立に制御でき、リアクタンス X_2 によってアンテナ装置 10 の共振周波数 f_2 を独立に制御できることが解る。

【0079】

図 13 は、リアクタンス X_1 を固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示す図である。図 13 において、縦軸は、反射特性 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。

【0080】

また、図 13 の (a) は、リアクタンス X_1 を -200 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示し、図 13 の (b) は、リアクタンス X_1 を -150 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示し、図 13 の (c) は、リアクタンス X_1 を -100 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示す。更に、図 13 の (d) は、リアクタンス X_1 を -50 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示し、図 13 の (e) は、リアクタンス X_1 を 0 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示す。

10

【0081】

更に、曲線 $k_7 \sim k_{17}$ は、リアクタンス X_1 が -200 であり、リアクタンス X_2 がそれぞれ 300 、 250 、 200 、 150 、 100 、 50 、 0 、 -50 、 -100 、 -150 、および -200 であるときの反射特性を示す。

【0082】

更に、曲線 $k_{18} \sim k_{28}$ は、リアクタンス X_1 が -150 であり、リアクタンス X_2 がそれぞれ 300 、 250 、 200 、 150 、 100 、 50 、 0 、 -50 、 -100 、 -150 、および -200 であるときの反射特性を示す。

20

【0083】

更に、曲線 $k_{29} \sim k_{39}$ は、リアクタンス X_1 が -100 であり、リアクタンス X_2 がそれぞれ 300 、 250 、 200 、 150 、 100 、 50 、 0 、 -50 、 -100 、 -150 、および -200 であるときの反射特性を示す。

【0084】

更に、曲線 $k_{40} \sim k_{50}$ は、リアクタンス X_1 が -50 であり、リアクタンス X_2 がそれぞれ 300 、 250 、 200 、 150 、 100 、 50 、 0 、 -50 、 -100 、 -150 、および -200 であるときの反射特性を示す。

30

【0085】

更に、曲線 $k_{51} \sim k_{61}$ は、リアクタンス X_1 が 0 であり、リアクタンス X_2 がそれぞれ 300 、 250 、 200 、 150 、 100 、 50 、 0 、 -50 、 -100 、 -150 、および -200 であるときの反射特性を示す。

【0086】

図 14 は、リアクタンス X_1 を固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの他の反射特性を示す図である。図 14 において、縦軸は、反射特性 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。

【0087】

また、図 14 の (f) は、リアクタンス X_1 を 50 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示し、図 14 の (g) は、リアクタンス X_1 を 100 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示し、図 14 の (h) は、リアクタンス X_1 を 150 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示し、図 14 の (i) は、リアクタンス X_1 を 200 に固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示す。

40

【0088】

更に、曲線 $k_{62} \sim k_{72}$ は、リアクタンス X_1 が 50 であり、リアクタンス X_2 がそれぞれ 300 、 250 、 200 、 150 、 100 、 50 、 0 、 -50 、 -100 、 -150 、および -200 であるときの反射特性を示す。

【0089】

50

更に、曲線 k 7 3 ~ k 8 3 は、リアクタンス X 1 が 1 0 0 であり、リアクタンス X 2 がそれぞれ 3 0 0、2 5 0、2 0 0、1 5 0、1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 0 9 0 】

更に、曲線 k 8 4 ~ k 9 4 は、リアクタンス X 1 が 1 5 0 であり、リアクタンス X 2 がそれぞれ 3 0 0、2 5 0、2 0 0、1 5 0、1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 0 9 1 】

更に、曲線 k 9 5 ~ k 1 0 5 は、リアクタンス X 1 が 2 0 0 であり、リアクタンス X 2 がそれぞれ 3 0 0、2 5 0、2 0 0、1 5 0、1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

10

【 0 0 9 2 】

リアクタンス X 1 を固定し、リアクタンス X 2 を変化させた場合、図 1 3 および図 1 4 に示すように、第 1 の共振周波数 f_1 (折り返しモノポールアンテナにおける共振周波数) は、殆ど変化せず、第 2 の共振周波数 f_2 (ループアンテナにおける共振周波数) は、 $- 2 0 0 \leq X_2 \leq 3 0 0$ のリアクタンス X 2 に対して、 $0.80 \leq f_2 / f_{20} \leq 1.19$ (f_{20} : 第 2 の共振周波数 f_2 の中心周波数) の範囲で変化する。

【 0 0 9 3 】

また、図 1 3 の (a) ~ (e) および図 1 4 の (f) ~ (i) の各々において、第 2 の共振周波数 f_2 は、リアクタンス X 2 が誘導性リアクタンスから容量性リアクタンスへ変化するに伴って高周波数側へシフトする。

20

【 0 0 9 4 】

図 1 5 は、リアクタンス X 2 を固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示す図である。図 1 5 において、縦軸は、反射特性 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。

【 0 0 9 5 】

また、図 1 5 の (a) は、リアクタンス X 2 を - 2 0 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示し、図 1 5 の (b) は、リアクタンス X 2 を - 1 5 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示し、図 1 5 の (c) は、リアクタンス X 2 を - 1 0 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示す。更に、図 1 5 の (d) は、リアクタンス X 2 を - 5 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示し、図 1 5 の (e) は、リアクタンス X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示す。

30

【 0 0 9 6 】

更に、曲線 k 1 0 6 ~ k 1 1 3 は、リアクタンス X 2 が - 2 0 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0、1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 0 9 7 】

更に、曲線 k 1 1 4 ~ k 1 2 1 は、リアクタンス X 2 が - 1 5 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0、1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

40

【 0 0 9 8 】

更に、曲線 k 1 2 2 ~ k 1 2 9 は、リアクタンス X 2 が - 1 0 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0、1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 0 9 9 】

更に、曲線 k 1 3 0 ~ k 1 3 7 は、リアクタンス X 2 が - 5 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0、1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 1 0 0 】

50

更に、曲線 k 1 3 8 ~ k 1 4 5 は、リアクタンス X 2 が 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0 、 1 0 0 、 5 0 、 0 、 - 5 0 、 - 1 0 0 、 - 1 5 0 、 および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 1 0 1 】

図 1 6 は、リアクタンス X 2 を固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの他の反射特性を示す図である。図 1 6 において、縦軸は、反射特性 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。

【 0 1 0 2 】

また、図 1 6 の (f) は、リアクタンス X 2 を 5 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示し、図 1 6 の (g) は、リアクタンス X 2 を 1 0 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示し、図 1 6 の (h) は、リアクタンス X 2 を 1 5 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示し、図 1 6 の (i) は、リアクタンス X 2 を 2 0 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示し、図 1 6 の (j) は、リアクタンス X 2 を 2 5 0 に固定し、リアクタンス X 1 を変化させたときの反射特性を示す。

【 0 1 0 3 】

更に、曲線 k 1 4 6 ~ k 1 5 3 は、リアクタンス X 2 が 5 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0 、 1 0 0 、 5 0 、 0 、 - 5 0 、 - 1 0 0 、 - 1 5 0 、 および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 1 0 4 】

更に、曲線 k 1 5 4 ~ k 1 6 1 は、リアクタンス X 2 が 1 0 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0 、 1 0 0 、 5 0 、 0 、 - 5 0 、 - 1 0 0 、 - 1 5 0 、 および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 1 0 5 】

更に、曲線 k 1 6 2 ~ k 1 6 9 は、リアクタンス X 2 が 1 5 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0 、 1 0 0 、 5 0 、 0 、 - 5 0 、 - 1 0 0 、 - 1 5 0 、 および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 1 0 6 】

更に、曲線 k 1 7 0 ~ k 1 7 6 は、リアクタンス X 2 が 2 0 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ - 2 0 0 、 - 1 5 0 、 - 1 0 0 、 - 5 0 、 0 、 5 0 、 1 0 0 、 1 5 0 、 2 0 0 、 および 2 5 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 1 0 7 】

更に、曲線 k 1 7 7 ~ k 1 8 4 は、リアクタンス X 2 が 2 5 0 であり、リアクタンス X 1 がそれぞれ 1 5 0 、 1 0 0 、 5 0 、 0 、 - 5 0 、 - 1 0 0 、 - 1 5 0 、 および - 2 0 0 であるときの反射特性を示す。

【 0 1 0 8 】

リアクタンス X 2 を固定し、リアクタンス X 1 を変化させた場合、図 1 5 および図 1 6 に示すように、第 2 の共振周波数 f_2 (ループアンテナにおける共振周波数) は、殆ど変化せず、第 1 の共振周波数 f_1 (折り返しモノポールアンテナにおける共振周波数) は、 $- 2 0 0 \times 2 \quad 1 5 0$ のリアクタンス X 1 に対して、 $0.83 \quad f_1 / f_{10} \quad 1.17$ (f_{10} : 第 1 の共振周波数 f_1 の中心周波数) の範囲で変化する。

【 0 1 0 9 】

また、図 1 5 の (a) ~ (e) および図 1 6 の (f) ~ (j) の各々において、第 1 の共振周波数 f_1 は、リアクタンス X 1 が誘導性リアクタンスから容量性リアクタンスへ変化するに伴って高周波数側へシフトする。

【 0 1 1 0 】

第 1 の共振周波数 f_1 と第 2 の共振周波数 f_2 との比 f_2 / f_1 は、 $X_1 = 2 0 0$ 、 $X_2 = - 2 0 0$ のとき、最大で 3 . 1 9 であり、 $X_1 = - 2 0 0$ 、 $X_2 = 3 0 0$ のとき、最小で 1 . 4 8 であり、整合回路を用いることなく、デュアルバンドで比帯域がおよそ 0 . 8 ~ 1 . 2 の範囲で整合周波数を可変制御できることが解る。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 1 】

アンテナ装置 1 0 の設定回路 1 2 は、可変リアクタンス素子 7 ~ 9 のリアクタンス X_1 , X_2 を上述したリアクタンス値に設定するための設定信号 $SET_1 \sim SET_3$ を生成し、その生成した設定信号 $SET_1 \sim SET_3$ をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 ~ 9 へ出力する。これによって、第 1 の共振周波数 f_1 および第 2 の共振周波数 f_2 は、独立に制御される。

【 0 1 1 2 】

図 1 7 は、実施の形態 1 による他のアンテナ装置の斜視図である。実施の形態 1 によるアンテナ装置は、図 1 7 に示すアンテナ装置 1 0 A であってもよい。アンテナ装置 1 0 A は、図 1 に示すアンテナ装置 1 0 の導体線路 5 , 6 を削除したものであり、その他は、アンテナ装置 1 0 と同じである。

10

【 0 1 1 3 】

図 1 8 は、図 1 7 に示すアンテナ装置 1 0 A の反射特性を示す図である。図 1 8 において、縦軸は、反射特性 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。また、曲線 k 1 8 5 は、図 1 7 に示すアンテナ装置 1 0 A (= Inverted - L type) の反射特性を示し、曲線 k 1 8 6 は、図 1 に示すアンテナ装置 1 0 (= Inverted F type) の反射特性を示す。更に、リアクタンス X_1 , X_2 は、共に 0 である。

【 0 1 1 4 】

整合用のショートピンである導体線路 5 , 6 を設けたアンテナ装置 1 0 においては、第 1 および第 2 の共振周波数 f_1 , f_2 における反射特性 S_{11} は、共に - 2 0 d B 以下と良好である (曲線 k 1 8 6 参照)。

20

【 0 1 1 5 】

これに対し、導体線路 5 , 6 を設けないアンテナ装置 1 0 A においては、第 1 および第 2 の共振周波数 f_1 , f_2 における反射特性 S_{11} は、大きく低下するが、0 d B よりも小さい。

【 0 1 1 6 】

従って、整合用のショートピンである導体線路 5 , 6 を設けない場合も、第 1 および第 2 の共振周波数 f_1 , f_2 を独立に制御可能である。

【 0 1 1 7 】

また、整合用のショートピンである導体線路 5 , 6 を設けることによって、給電部 1 1 との整合を取ることができ、第 1 および第 2 の共振周波数 f_1 , f_2 における反射特性 S_{11} を大きく向上できる。

30

【 0 1 1 8 】

図 1 9 は、実施の形態 1 による更に他のアンテナ装置の斜視図である。実施の形態 1 によるアンテナ装置は、図 1 9 に示すアンテナ装置 1 0 B であってもよい。アンテナ装置 1 0 B は、図 1 に示すアンテナ装置 1 0 にループ線路 2 2 および可変リアクタンス素子 2 3 ~ 2 5 を追加し、設定回路 1 2 を設定回路 1 2 A に代えたものであり、その他は、アンテナ装置 1 0 と同じである。

【 0 1 1 9 】

ループ線路 2 2 は、導体からなり、ループ線路 2 と同じ平面内においてループ線路 2 の内側に配置される。そして、ループ線路 2 2 は、ループ線路 2 の間隙部 2 1 の長さ g に等しい間隙部を有し、一方端が導体線路 3 の直線導体 3 1 に接続され、他方端が導体線路 4 の直線導体 4 1 に接続される。この場合、ループ線路 2 2 の内径は、例えば、1 2 mm である。

40

【 0 1 2 0 】

可変リアクタンス素子 2 3 は、間隙部 2 1 から反時計回りに 9 0 度回転した位置においてループ線路 2 2 に装荷され、可変リアクタンス素子 2 4 は、間隙部 2 1 から反時計回りに 2 7 0 度回転した位置においてループ線路 2 2 に装荷され、可変リアクタンス素子 2 5 は、間隙部 2 1 から反時計回りに 1 8 0 度回転した位置においてループ線路 2 2 に装荷される。

50

【 0 1 2 1 】

なお、可変リアクタンス素子 2 3 ~ 2 5 のループ線路 2 2 への装荷位置は、可変リアクタンス素子 7 ~ 9 のループ線路 2 への装荷位置の決定方法と同じ決定方法によって決定される。

【 0 1 2 2 】

可変リアクタンス素子 2 3 , 2 4 は、それぞれ、設定回路 1 2 A からの設定信号 S E T 4 , S E T 5 によってリアクタンス X 3 を所定のリアクタンス値に設定し、可変リアクタンス素子 7 , 8 と同じ機能を果たす。また、可変リアクタンス素子 2 5 は、設定回路 1 2 A からの設定信号 S E T 6 によってリアクタンス X 4 を所定のリアクタンス値に設定し、可変リアクタンス素子 9 と同じ機能を果たす。

10

【 0 1 2 3 】

設定回路 1 2 A は、設定信号 S E T 1 ~ S E T 6 を生成し、その生成した設定信号 S E T 1 ~ S E T 6 をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 ~ 9 , 2 3 ~ 2 5 へ出力する。

【 0 1 2 4 】

アンテナ装置 1 0 B においては、可変リアクタンス素子 9 , 2 5 のリアクタンス X 2 , X 4 を固定し、可変リアクタンス素子 7 , 8 のリアクタンス X 1 を所定のリアクタンス値に設定し、可変リアクタンス素子 2 3 , 2 4 のリアクタンス X 3 を所定のリアクタンス値に設定すると、ループ線路 2 および導体線路 3 ~ 6 は、共振周波数 f_1 を有する折り返しモノポールアンテナとして動作し、ループ線路 2 2 および導体線路 3 ~ 6 は、共振周波数 f_3 を有する折り返しモノポールアンテナとして動作する。

20

【 0 1 2 5 】

また、可変リアクタンス素子 7 , 8 のリアクタンス X 1 および可変リアクタンス素子 2 3 , 2 4 のリアクタンス X 3 を固定し、可変リアクタンス素子 9 のリアクタンス X 2 を所定のリアクタンス値に設定し、可変リアクタンス素子 2 5 のリアクタンス X 4 を所定のリアクタンス値に設定すると、ループ線路 2 および導体線路 3 ~ 6 は、共振周波数 f_2 を有するループアンテナとして動作し、ループ線路 2 2 および導体線路 3 ~ 6 は、共振周波数 $f_4 (> f_3)$ を有するループアンテナとして動作する。

【 0 1 2 6 】

従って、アンテナ装置 1 0 B は、第 1 の共振周波数 f_1 、第 2 の共振周波数 f_2 、第 3 の共振周波数 f_3 および第 4 の共振周波数 f_4 で動作する。そして、可変リアクタンス素子 7 ~ 9 , 2 3 ~ 2 5 のリアクタンス X 1 ~ X 4 を制御することによって、第 1 の共振周波数 f_1 、第 2 の共振周波数 f_2 、第 3 の共振周波数 f_3 および第 4 の共振周波数 f_4 の各々を独立に制御できる。

30

【 0 1 2 7 】

なお、実施の形態 1 によるアンテナ装置は、図 1 9 に示すアンテナ装置 1 0 B の導体線路 5 , 6 を削除したものであってもよい。

【 0 1 2 8 】

また、上記においては、ループ線路 2 , 2 2 は、略円形形状からなると説明したが、この発明においては、これに限らず、ループ線路 2 , 2 2 は、三角形、四角形、および五角形等の多角形状からなってもよい。

40

【 0 1 2 9 】

更に、実施の形態 1 によるアンテナ装置は、一般的には、地板と、 n (n は正の整数) 個のループ線路と、導体線路 3 , 4 と、 $3n$ 個の可変リアクタンス素子と、設定回路とを備えるアンテナ装置であればよい。この場合、 n 個のループ線路は、地板 1 に対してループ線路 2 , 2 2 と同じように配置される。また、 $3n$ 個の可変リアクタンス素子は、3 個ずつ、1 個のループ線路に可変リアクタンス素子 7 ~ 9 (または可変リアクタンス素子 2 3 ~ 2 5) と同じように装荷される。

【 0 1 3 0 】

その結果、 $2n$ 個の共振周波数の各々を独立に制御可能な $2n$ 個の周波数帯域で動作するアンテナ装置を実現できる。

50

【 0 1 3 1 】

[実施の形態 2]

図 2 0 は、実施の形態 2 によるアンテナ装置の斜視図である。アンテナ装置 2 0 0 は、図 1 に示すアンテナ装置 1 0 に可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 を追加し、設定回路 1 2 を設定回路 1 2 B に代えたものであり、その他は、アンテナ装置 1 0 と同じである。

【 0 1 3 2 】

可変リアクタンス素子 2 0 1 は、間隙部 2 1 と可変リアクタンス素子 7 との間においてループ線路 2 に装荷され、可変リアクタンス素子 2 0 2 は、間隙部 2 1 と可変リアクタンス素子 8 との間においてループ線路 2 に装荷される。

【 0 1 3 3 】

そして、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 は、それぞれ、設定回路 1 2 B からの設定信号 S E T 7 , S E T 8 によってリアクタンス X 5 を所定のリアクタンス値に設定する。

【 0 1 3 4 】

設定回路 1 2 B は、設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 , S E T 7 , S E T 8 を生成し、その生成した設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 , S E T 7 , S E T 8 をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 ~ 9 , 2 0 1 , 2 0 2 へ出力する。

【 0 1 3 5 】

図 2 1 は、図 2 0 に示す可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 の装荷位置を決定する方法を説明するための図である。

【 0 1 3 6 】

図 2 1 に示すように、間隙部 2 1 の中心を y 軸とし、y 軸からの角度 (°) を設定する。そして、角度 を変化させてアンテナ装置 2 0 0 の反射特性を解析し、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 の装荷位置を決定する。

【 0 1 3 7 】

可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 を $0^\circ < \theta < 90^\circ$ の範囲の角度 によって決定される位置に装荷した場合について説明する。

【 0 1 3 8 】

図 2 2、図 2 4、図 2 6 および図 2 8 は、それぞれ、図 2 0 に示すアンテナ装置 2 0 0 の第 1 ~ 第 4 の反射特性を示す図である。また、図 2 3、図 2 5、図 2 7 および図 2 9 は、それぞれ、図 2 0 に示すアンテナ装置 2 0 0 の第 1 ~ 第 4 の共振周波数とリアクタンス X 5 との関係を示す図である。

【 0 1 3 9 】

図 2 2、図 2 4、図 2 6 および図 2 8 において、縦軸は、反射特性 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。図 2 2、図 2 4、図 2 6 および図 2 8 は、それぞれ、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 を $\theta = \pm 10^\circ$ 、 $\theta = \pm 30^\circ$ 、 $\theta = \pm 45^\circ$ 、および $\theta = \pm 60^\circ$ の角度 によって決定される位置に装荷した場合の反射特性を示す。

【 0 1 4 0 】

そして、曲線 k 1 8 7 ~ k 1 9 3 は、リアクタンス X 1 , X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 5 をそれぞれ 1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 に設定したときの反射特性を示す。

【 0 1 4 1 】

また、曲線 k 1 9 4 ~ k 2 0 0 は、リアクタンス X 1 , X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 5 をそれぞれ 1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 に設定したときの反射特性を示す。

【 0 1 4 2 】

更に、曲線 k 2 0 1 ~ k 2 0 7 は、リアクタンス X 1 , X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 5 をそれぞれ 1 0 0、5 0、0、- 5 0、- 1 0 0、- 1 5 0、および - 2 0 0 に設定したときの反射特性を示す。

【 0 1 4 3 】

10

20

30

40

50

更に、曲線 k 2 0 8 ~ k 2 1 4 は、リアクタンス X 1 , X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 5 をそれぞれ 1 0 0 、 5 0 、 0 、 - 5 0 、 - 1 0 0 、 - 1 5 0 、 および - 2 0 0 に設定したときの反射特性を示す。

【 0 1 4 4 】

図 2 3、図 2 5、図 2 7 および図 2 9 において、縦軸は、共振周波数を表し、横軸は、リアクタンス X 5 を表す。そして、図 2 3、図 2 5、図 2 7 および図 2 9 は、それぞれ、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 を $\theta = \pm 1 0 ^\circ$ 、 $\theta = \pm 3 0 ^\circ$ 、 $\theta = \pm 4 5 ^\circ$ 、および $\theta = \pm 6 0 ^\circ$ の角度 によって決定される位置に装荷した場合の共振周波数とリアクタンス X 5 との関係を示す。

【 0 1 4 5 】

図 2 2 ~ 図 2 9 から明らかなように、2つの共振周波数 f_1 , f_2 は、リアクタンス X 5 が容量性リアクタンスから誘導性リアクタンスへ変化すると、共に、高周波数側から低周波数側へシフトする。

【 0 1 4 6 】

従って、リアクタンス X 5 を用いることによって、2つの共振周波数 f_1 , f_2 を同時に制御できる。

【 0 1 4 7 】

また、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 の装荷位置をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 , 8 の装荷位置に近づけると、第 2 の共振周波数 f_2 の変化範囲が狭くなる（図 2 2 の曲線 k 1 8 7 ~ k 1 9 3、図 2 4 の曲線 k 1 9 4 ~ k 2 0 0、図 2 6 の曲線 k 2 0 1 ~ k 2 0 7、および図 2 8 の曲線 k 2 0 8 ~ k 2 1 7 参照）。これは、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 の装荷位置が第 2 の共振周波数 f_2 における電流最小点 M I N 1 _ L , M I N 2 _ L に近づくためである。

【 0 1 4 8 】

一方、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 の装荷位置を間隙部 2 1 に近づけると、第 1 の共振周波数 f_1 および第 2 の共振周波数 f_2 の変化範囲が広がる（図 2 2、図 2 4、図 2 6 および図 2 8 参照）。これは、図 5 に示す電流分布から解るように、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 の装荷位置が第 1 の共振周波数 f_1 および第 2 の共振周波数 f_2 の両方における電流最大点に近づくためである。

【 0 1 4 9 】

従って、広い周波数範囲にわたって2つの共振周波数 f_1 , f_2 を同時に制御するには、可変リアクタンス素子 2 0 1 , 2 0 2 を間隙部 2 1 に近い位置に装荷するのが望ましい。

【 0 1 5 0 】

アンテナ装置 2 0 0 において、設定回路 1 2 B は、可変リアクタンス素子 7 ~ 9 , 2 0 1 , 2 0 2 のリアクタンス X 1 , X 1 , X 2 , X 5 , X 5 を上述したリアクタンス値に設定するための設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 , S E T 7 , S E T 8 を生成し、その生成した設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 , S E T 7 , S E T 8 をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 ~ 9 , 2 0 1 , 2 0 2 へ出力する。これによって、第 1 の共振周波数 f_1 および第 2 の共振周波数 f_2 は、同時に制御される。

【 0 1 5 1 】

図 3 0 は、実施の形態 2 による他のアンテナ装置の斜視図である。実施の形態 2 によるアンテナ装置は、図 3 0 に示すアンテナ装置 2 0 0 A であってもよい。アンテナ装置 2 0 0 A は、図 1 に示すアンテナ装置 1 0 に可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 を追加し、設定回路 1 2 を設定回路 1 2 C に代えたものであり、その他は、アンテナ装置 1 0 と同じである。

【 0 1 5 2 】

可変リアクタンス素子 2 0 3 は、可変リアクタンス素子 7 と可変リアクタンス素子 9 との間においてループ線路 2 に装荷され、可変リアクタンス素子 2 0 4 は、可変リアクタンス素子 8 と可変リアクタンス素子 9 との間においてループ線路 2 に装荷される。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 3 】

そして、可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 は、それぞれ、設定回路 1 2 C からの設定信号 S E T 9 , S E T 1 0 によってリアクタンス X 6 を所定のリアクタンス値に設定する。

【 0 1 5 4 】

設定回路 1 2 C は、設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 , S E T 9 , S E T 1 0 を生成し、その生成した設定信号 S E T 1 ~ S E T 3 , S E T 9 , S E T 1 0 をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 ~ 9 , 2 0 3 , 2 0 4 へ出力する。

【 0 1 5 5 】

アンテナ装置 2 0 0 A においても、図 2 1 に示す角度 θ を変化させてアンテナ装置 2 0 0 A の反射特性を測定し、可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 の装荷位置を決定する。

【 0 1 5 6 】

可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 を $90^\circ < \theta < 180^\circ$ の範囲の角度 θ によって決定される位置に装荷した場合について説明する。

【 0 1 5 7 】

図 3 1、図 3 3 および図 3 5 は、それぞれ、図 3 0 に示すアンテナ装置 2 0 0 A の第 1 ~ 第 3 の反射特性を示す図である。また、図 3 2、図 3 4 および図 3 6 は、それぞれ、図 3 0 に示すアンテナ装置 2 0 0 A の第 1 ~ 第 3 の共振周波数とリアクタンス X 6 との関係を示す図である。

【 0 1 5 8 】

図 3 1、図 3 3 および図 3 5 において、縦軸は、反射特性 S_{11} を表し、横軸は、周波数を表す。図 3 1、図 3 3 および図 3 5 は、それぞれ、可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 を $\theta = \pm 120^\circ$ 、 $\theta = \pm 135^\circ$ 、および $\theta = \pm 150^\circ$ の角度 θ によって決定される位置に装荷した場合の反射特性を示す。

【 0 1 5 9 】

そして、曲線 k 2 1 5 ~ k 2 2 1 は、リアクタンス X 1 , X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 6 をそれぞれ 2 0 0 , 1 5 0 , 1 0 0 , 5 0 , 0 , - 5 0 , および - 1 0 0 に設定したときの反射特性を示す。

【 0 1 6 0 】

また、曲線 k 2 2 2 ~ k 2 2 8 は、リアクタンス X 1 , X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 6 をそれぞれ 2 0 0 , 1 5 0 , 1 0 0 , 5 0 , 0 , - 5 0 , および - 1 0 0 に設定したときの反射特性を示す。

【 0 1 6 1 】

更に、曲線 k 2 2 9 ~ k 2 3 5 は、リアクタンス X 1 , X 2 を 0 に固定し、リアクタンス X 6 をそれぞれ 2 0 0 , 1 5 0 , 1 0 0 , 5 0 , 0 , - 5 0 , および - 1 0 0 に設定したときの反射特性を示す。

【 0 1 6 2 】

図 3 2、図 3 4 および図 3 6 において、縦軸は、共振周波数を表し、横軸は、リアクタンス X 6 を表す。そして、図 3 2、図 3 4 および図 3 6 は、それぞれ、可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 を $\theta = \pm 120^\circ$ 、 $\theta = \pm 135^\circ$ 、および $\theta = \pm 150^\circ$ の角度 θ によって決定される位置に装荷した場合の共振周波数とリアクタンス X 6 との関係を示す。

【 0 1 6 3 】

可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 のリアクタンス X 6 を変化することによって、第 1 の共振周波数 f_1 および第 2 の共振周波数 f_2 は、同時に変化するが、第 1 の共振周波数 f_1 の変化範囲が第 2 の共振周波数 f_2 の変化範囲よりも狭い。

【 0 1 6 4 】

また、可変リアクタンス素子 2 0 3 , 2 0 4 の装荷位置をそれぞれ可変リアクタンス素子 7 , 8 に近づければ、第 1 の共振周波数の可変範囲は、広くなり（図 3 5 の曲線 k 2 2 9 ~ k 2 3 5、図 3 3 の曲線 k 2 2 2 ~ k 2 2 7 および図 3 1 の曲線 k 2 1 5 ~ k 2 2 1

10

20

30

40

50

参照)、可変リアクタンス素子203, 240を可変リアクタンス素子9に近づければ、第1の共振周波数 f_1 の可変範囲は、極めて狭くなる(図35参照)。

【0165】

一方、可変リアクタンス素子203, 204の装荷位置をそれぞれ可変リアクタンス素子7, 8に近づければ、第2の共振周波数 f_2 の可変範囲は、狭くなり(図35の曲線 $k_{229} \sim k_{235}$ 、図33の曲線 $k_{222} \sim k_{227}$ および図31の曲線 $k_{215} \sim k_{221}$ 参照)、可変リアクタンス素子203, 240を可変リアクタンス素子9に近づければ、第2の共振周波数 f_2 の可変範囲は、広くなる(図35参照)。

【0166】

従って、2つの共振周波数 f_1, f_2 を同時に可変制御するには、可変リアクタンス素子203, 240を $\pm 120^\circ$ の角度 によって決定される位置、即ち、可変リアクタンス素子7, 8に相対的に近い位置に装荷するのが好ましい。

【0167】

このように、実施の形態2によるアンテナ装置200, 200Aは、2つの共振周波数における電流最大点が重なり合う位置に可変リアクタンス素子201, 202; 203, 204を装荷することによって、2つの共振周波数 f_1, f_2 の各々を独立に制御できるとともに、2つの共振周波数 f_1, f_2 を同時に制御できる。

【0168】

アンテナ装置200Aにおいて、設定回路12Cは、可変リアクタンス素子7~9, 203, 204のリアクタンス X_1, X_1, X_2, X_6, X_6 を上述したリアクタンス値に設定するための設定信号SET1~SET3, SET9, SET10を生成し、その生成した設定信号SET1~SET3, SET9, SET10をそれぞれ可変リアクタンス素子7~9, 203, 204へ出力する。これによって、第1の共振周波数 f_1 および第2の共振周波数 f_2 は、独立または同時に制御される。

【0169】

図37は、実施の形態2による更に他のアンテナ装置の斜視図である。実施の形態2によるアンテナ装置は、図37に示すアンテナ装置200Bであってもよい。アンテナ装置200Bは、図20に示すアンテナ装置200に可変リアクタンス素子203, 204を追加し、設定回路12Bを設定回路12Dに代えたものであり、その他は、アンテナ装置200と同じである。

【0170】

可変リアクタンス素子203, 204は、図30に示すアンテナ装置200Aにおいて説明した位置に装荷される。

【0171】

設定回路12Dは、設定信号SET1~SET3, SET7~SET10を生成し、その生成した設定信号SET1~SET3, SET7~SET10をそれぞれ可変リアクタンス素子7~9, 201~204へ出力する。

【0172】

可変リアクタンス素子7~9に追加して可変リアクタンス素子201~204をループ線路2に装荷することによって、アンテナ装置200, 200Aにおける2つの共振周波数 f_1, f_2 の可変範囲よりも広い周波数範囲で2つの共振周波数 f_1, f_2 を同時に制御できる。

【0173】

なお、実施の形態2によるアンテナ装置は、上述したアンテナ装置200, 200A, 200Bから導体線路5, 6を削除したアンテナ装置であってもよい。

【0174】

また、実施の形態2によるアンテナ装置は、上述したアンテナ装置200, 200A, 200Bに対してアンテナ装置10からアンテナ装置10Bへの変更を施したアンテナ装置であってもよい。これによって、2以上の共振周波数の各々を独立に制御できるとともに、2以上の共振周波数を同時に制御できる。

10

20

30

40

50

【0175】

その他は、実施の形態1と同じである。

【0176】

この発明によるアンテナ装置は、上述したアンテナ装置10、10A、10B、200、200A、200Bのループ線路2および導体線路3～6を誘電体基板内に配置したアンテナ装置であってもよい。

【0177】

今回開示された実施の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、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、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ことが意図される。

10

【産業上の利用可能性】

【0178】

この発明は、複数の共振周波数の各々を電氣的に独立に可変できるアンテナ装置に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0179】

【図1】この発明の実施の形態1によるアンテナ装置の斜視図である。

【図2】図1に示すループ線路および導体線路の寸法を説明するための図である。

【図3】デュアルバンドアンテナの斜視図である。

20

【図4】図3に示すデュアルバンドアンテナにおける電流分布を示す図である。

【図5】ループ線路および導体線路における電流分布を示す図である。

【図6】図1に示すアンテナ装置の反射特性を計算もしくは解析したときの構成図である。

【図7】図1に示すアンテナ装置の反射特性を示す図である。

【図8】リアクタンス X_1 、 X_2 をそれぞれ -100 、 0 に設定したときの 2.28 GHzにおける指向性利得を示す図である。

【図9】リアクタンス X_1 、 X_2 をそれぞれ -100 、 0 に設定したときの 4.62 GHzにおける指向性利得を示す図である。

【図10】リアクタンス X_1 、 X_2 をそれぞれ 0 、 -100 に設定したときの 2.08 GHzにおける指向性利得を示す図である。

30

【図11】リアクタンス X_1 、 X_2 をそれぞれ 0 、 -100 に設定したときの 4.83 GHzにおける指向性利得を示す図である。

【図12】2つのリアクタンス X_1 、 X_2 のうち、一方のリアクタンスを 0 に固定し、他方のリアクタンスを変化させたときの共振周波数の変化を示す図である。

【図13】リアクタンス X_1 を固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの反射特性を示す図である。

【図14】リアクタンス X_1 を固定し、リアクタンス X_2 を変化させたときの他の反射特性を示す図である。

【図15】リアクタンス X_2 を固定し、リアクタンス X_1 を変化させたときの反射特性を示す図である。

40

【図16】リアクタンス X_2 を固定し、リアクタンス X_1 を変化させたときの他の反射特性を示す図である。

【図17】実施の形態1による他のアンテナ装置の斜視図である。

【図18】図17に示すアンテナ装置の反射特性を示す図である。

【図19】実施の形態1による更に他のアンテナ装置の斜視図である。

【図20】実施の形態2によるアンテナ装置の斜視図である。

【図21】図20に示す可変リアクタンス素子の装荷位置を決定する方法を説明するための図である。

【図22】図20に示すアンテナ装置の第1の反射特性を示す図である。

50

【図 2 3】図 2 0 に示すアンテナ装置の第 1 の共振周波数とリアクタンス X 5 との関係を
示す図である。

【図 2 4】図 2 0 に示すアンテナ装置の第 2 の反射特性を示す図である。

【図 2 5】図 2 0 に示すアンテナ装置の第 2 の共振周波数とリアクタンス X 5 との関係を
示す図である。

【図 2 6】図 2 0 に示すアンテナ装置の第 3 の反射特性を示す図である。

【図 2 7】図 2 0 に示すアンテナ装置の第 3 の共振周波数とリアクタンス X 5 との関係を
示す図である。

【図 2 8】図 2 0 に示すアンテナ装置の第 4 の反射特性を示す図である。

【図 2 9】図 2 0 に示すアンテナ装置の第 4 の共振周波数とリアクタンス X 5 との関係を
示す図である。

10

【図 3 0】実施の形態 2 による他のアンテナ装置の斜視図である。

【図 3 1】図 3 0 に示すアンテナ装置の第 1 の反射特性を示す図である。

【図 3 2】図 3 0 に示すアンテナ装置の第 1 の共振周波数とリアクタンス X 6 との関係を
示す図である。

【図 3 3】図 3 0 に示すアンテナ装置の第 2 の反射特性を示す図である。

【図 3 4】図 3 0 に示すアンテナ装置の第 2 の共振周波数とリアクタンス X 6 との関係を
示す図である。

【図 3 5】図 3 0 に示すアンテナ装置の第 3 の反射特性を示す図である。

【図 3 6】図 3 0 に示すアンテナ装置の第 3 の共振周波数とリアクタンス X 6 との関係を
示す図である。

20

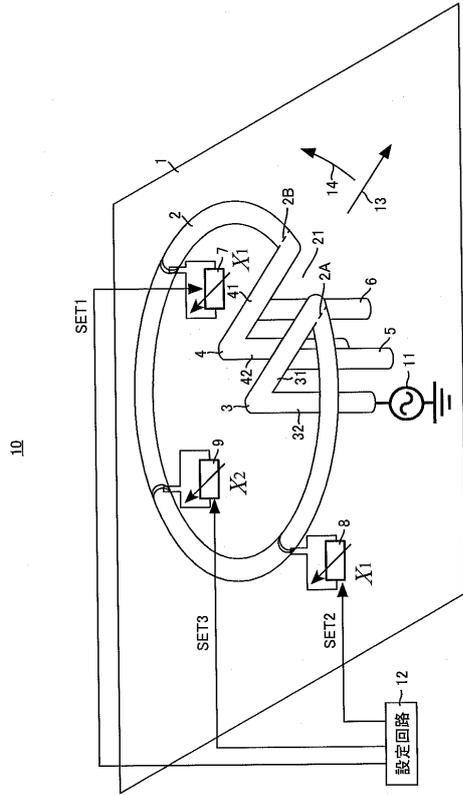
【図 3 7】実施の形態 2 による更に他のアンテナ装置の斜視図である。

【符号の説明】

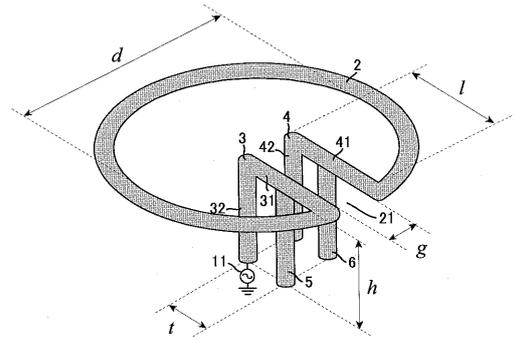
【0180】

1 地板、2, 2 2 ループ線路、2 A 一方端、2 B 他方端、3 ~ 6 導体線路、
7 ~ 9, 2 3 ~ 2 5, 2 0 1 ~ 2 0 4 可変リアクタンス素子、1 0, 1 0 A, 1 0 B,
2 0 0, 2 0 0 A, 2 0 0 B アンテナ装置、1 1 給電部、1 2, 1 2 A, 1 2 B, 1
2 C, 1 2 D 設定回路、1 3, 1 4 矢印、2 1 間隙部、3 1, 3 2, 4 1, 4 2
直線部材、1 0 0 デュアルバンドアンテナ。

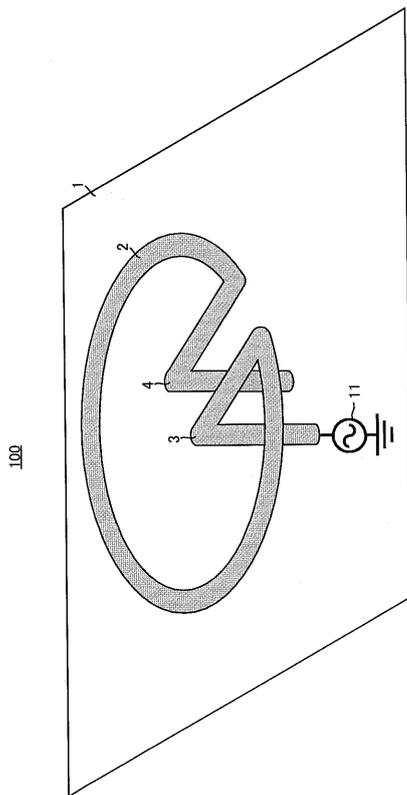
【図1】



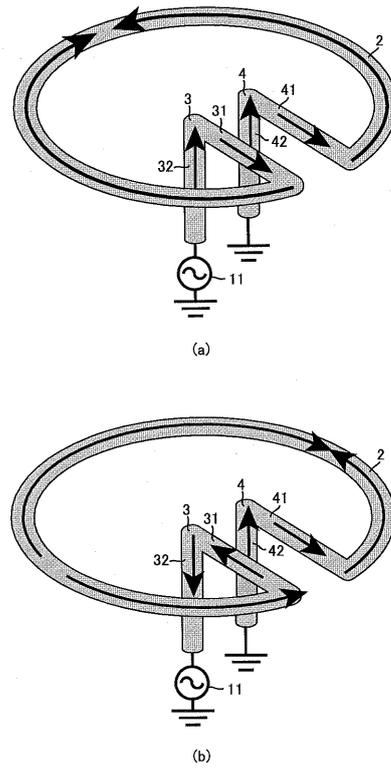
【図2】



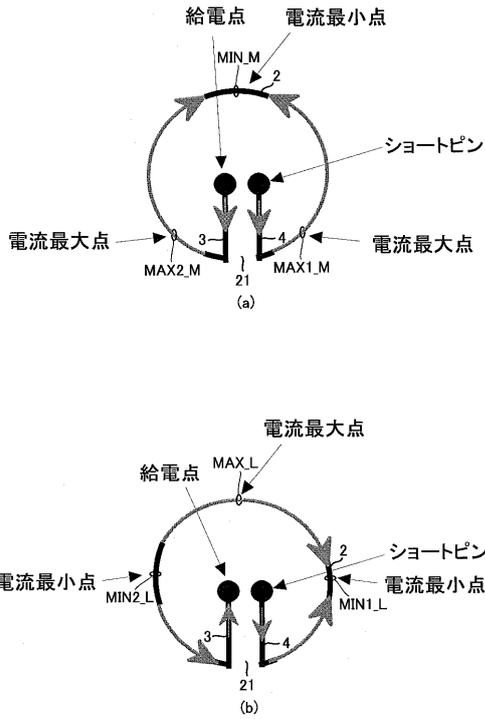
【図3】



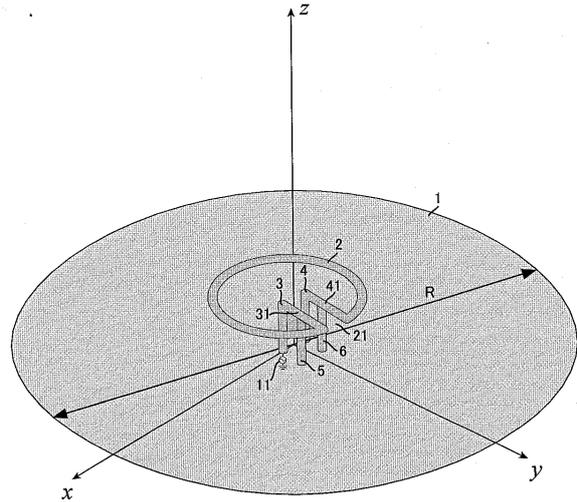
【図4】



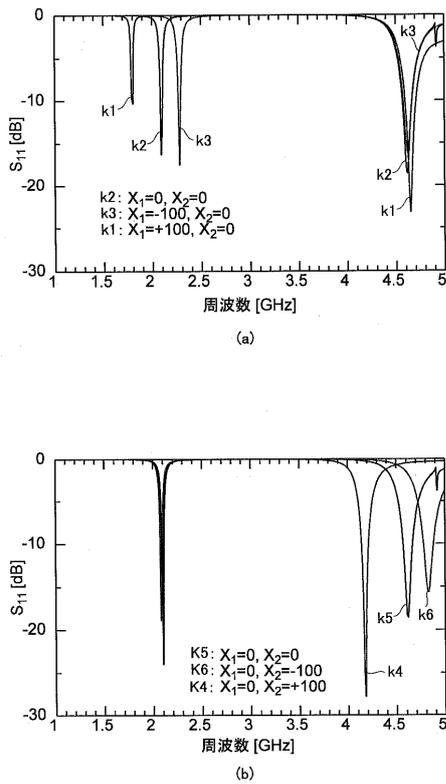
【図5】



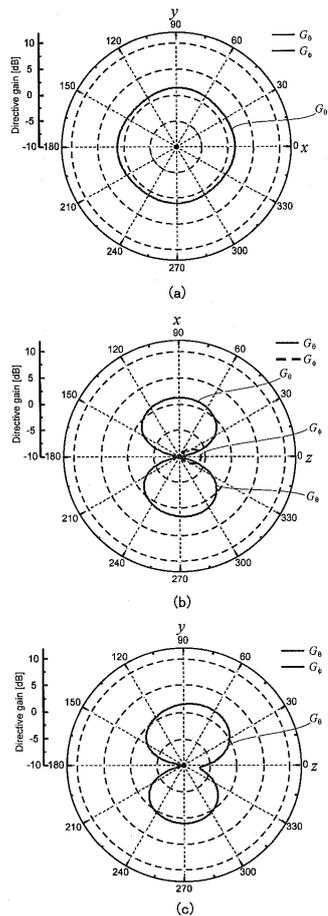
【図6】



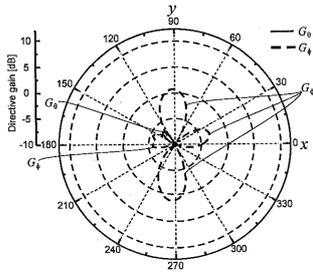
【図7】



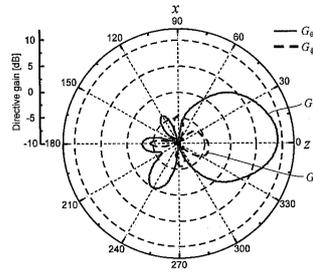
【図8】



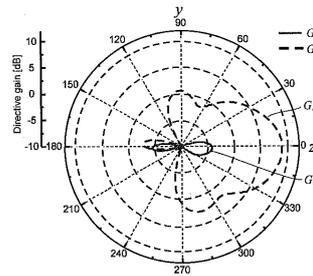
【 図 9 】



(a)

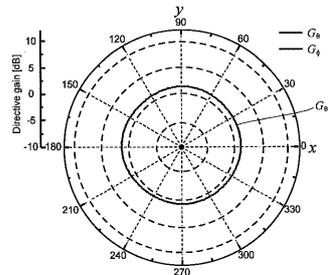


(b)

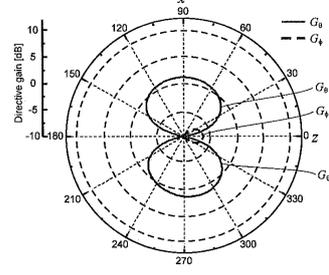


(c)

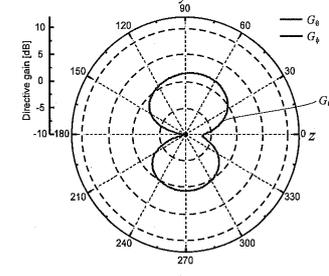
【 図 10 】



(a)

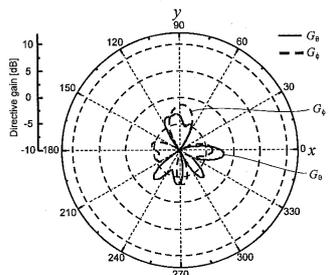


(b)

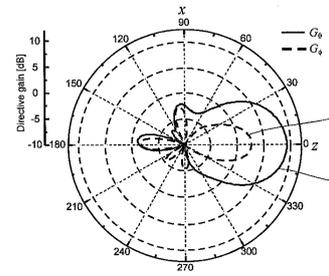


(c)

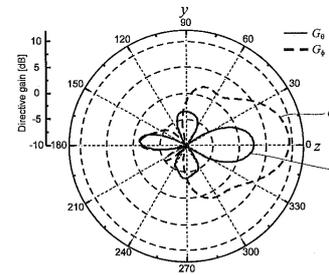
【 図 11 】



(a)

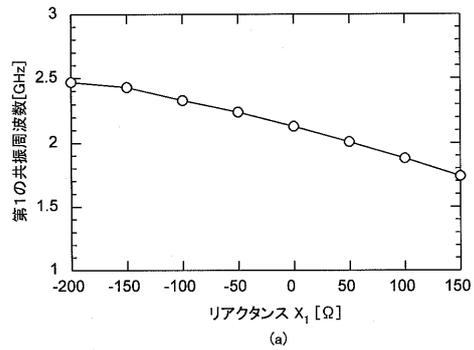


(b)

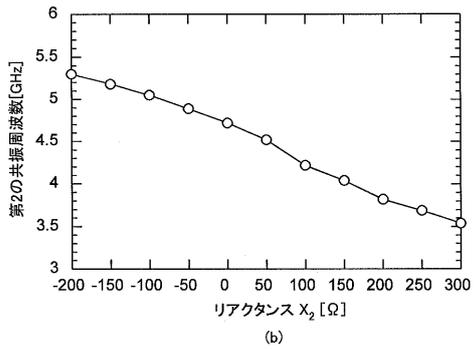


(c)

【 図 12 】

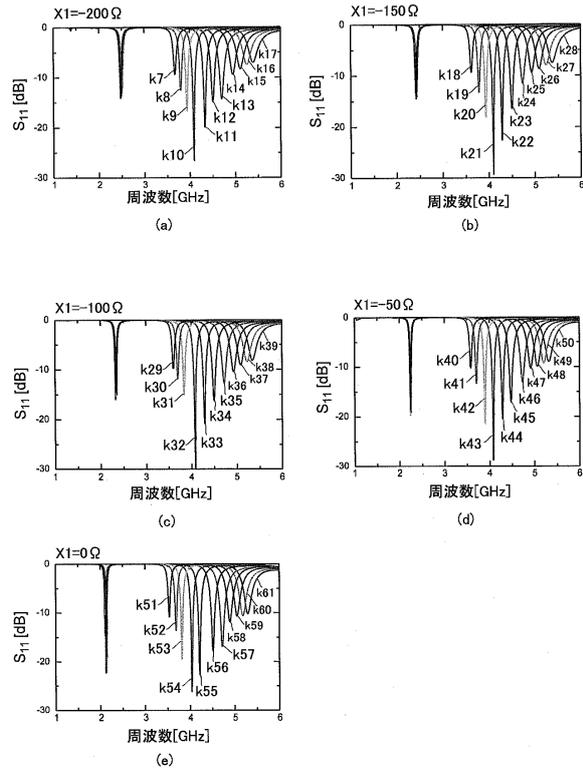


(a)

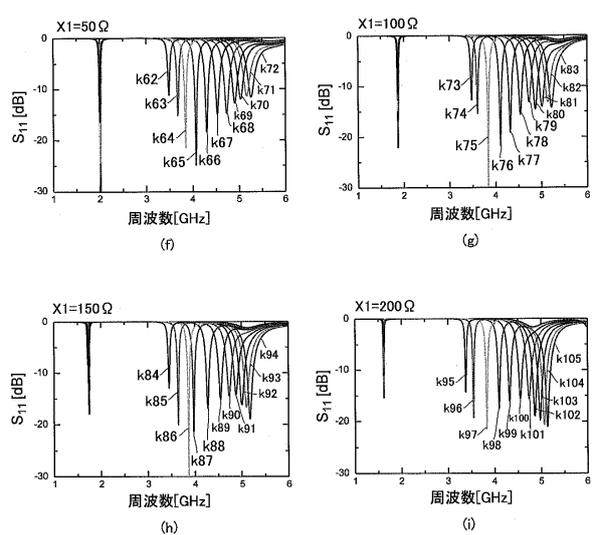


(b)

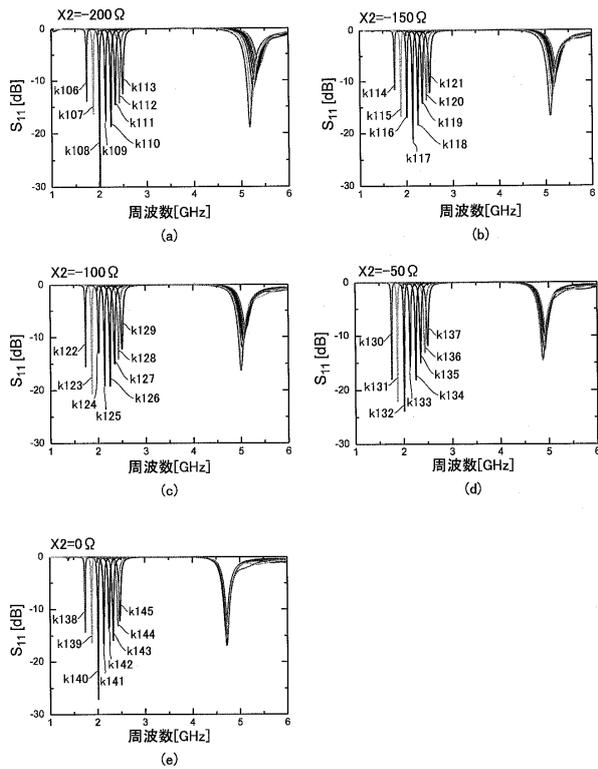
【 図 1 3 】



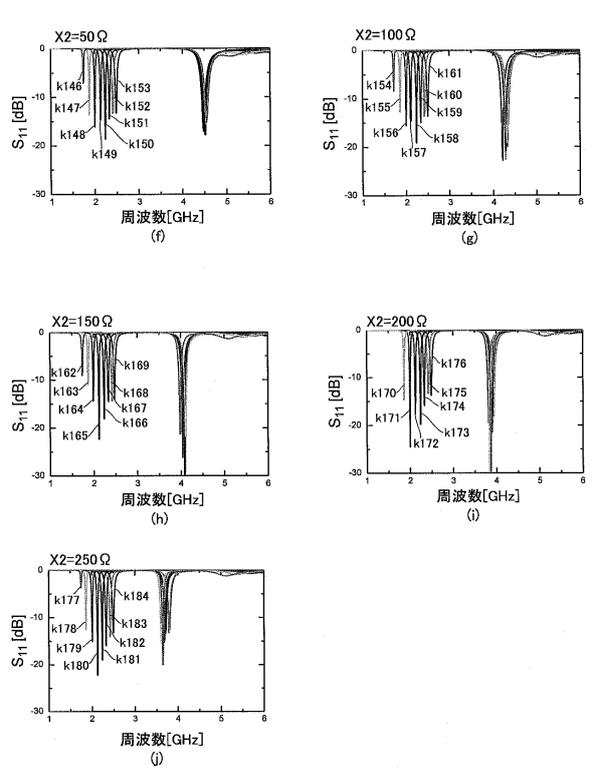
【 図 1 4 】



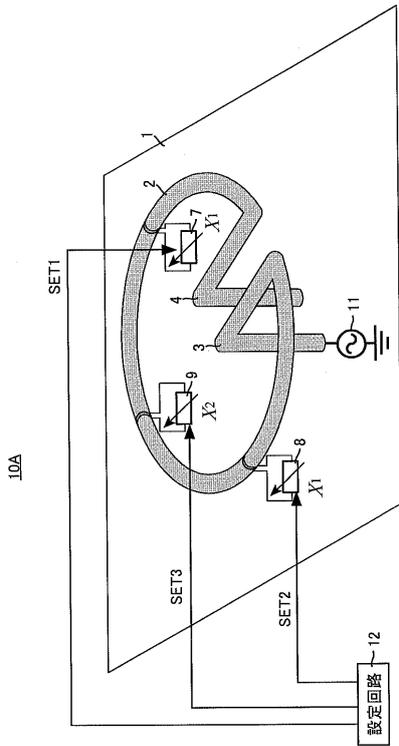
【 図 1 5 】



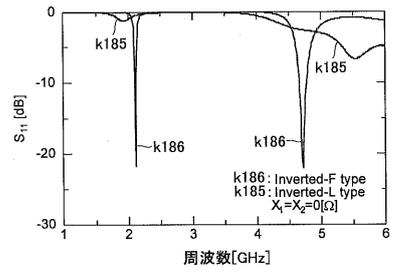
【 図 1 6 】



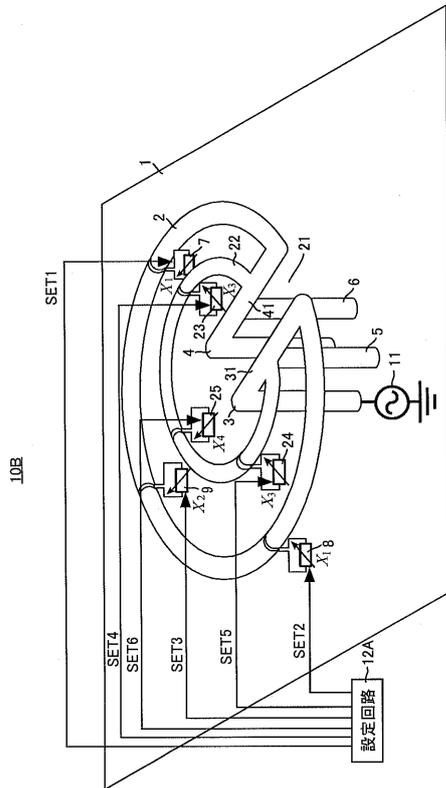
【図17】



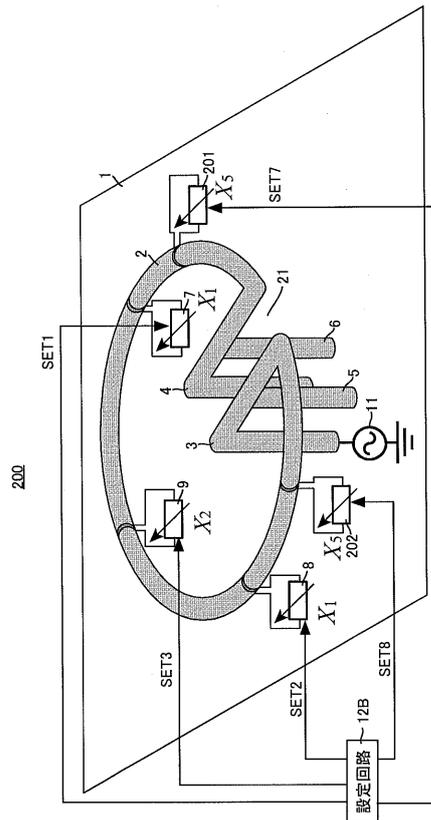
【図18】



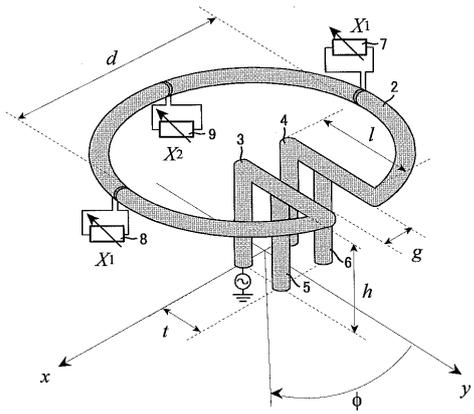
【図19】



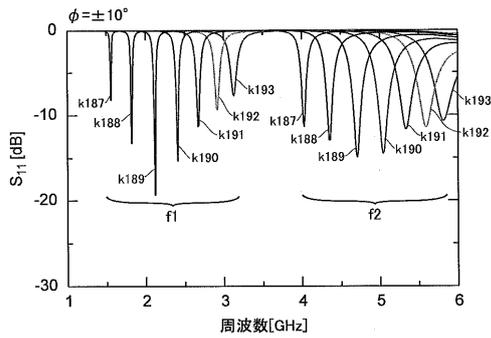
【図20】



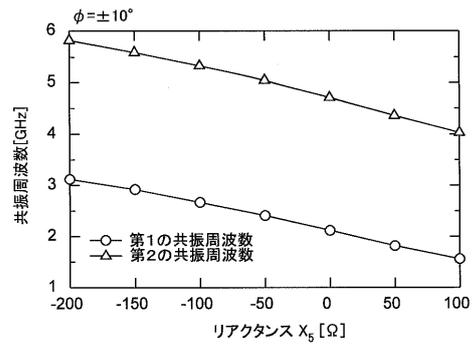
【図 2 1】



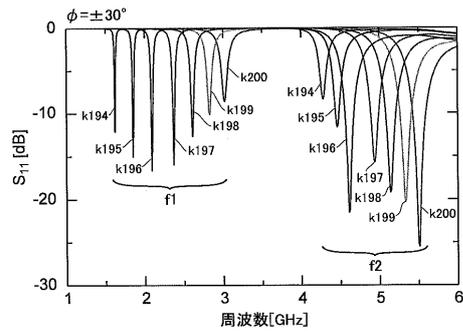
【図 2 2】



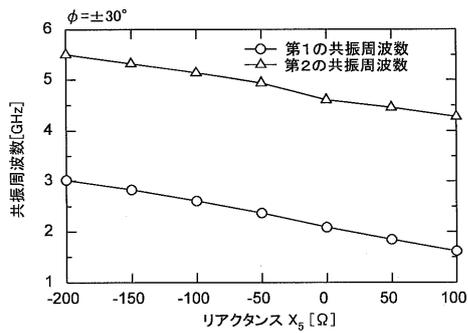
【図 2 3】



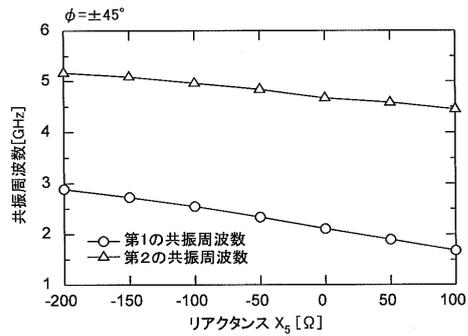
【図 2 4】



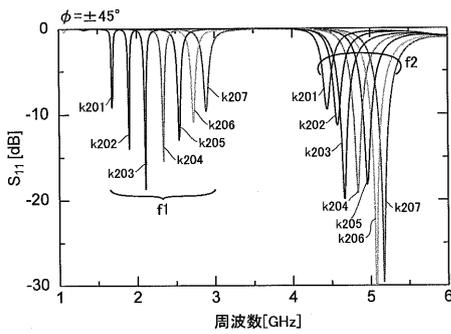
【図 2 5】



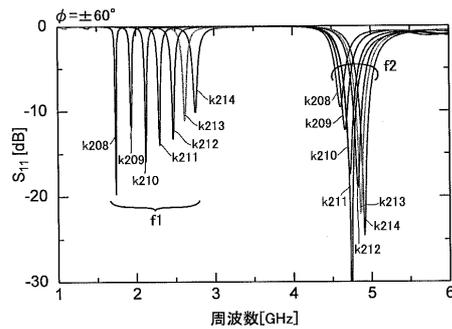
【図 2 7】



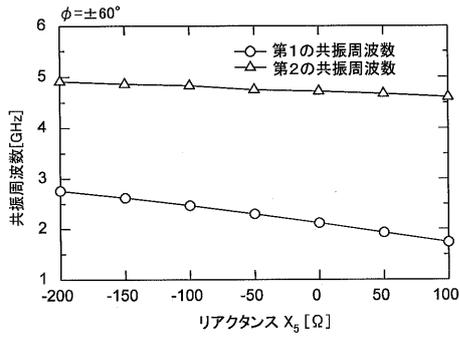
【図 2 6】



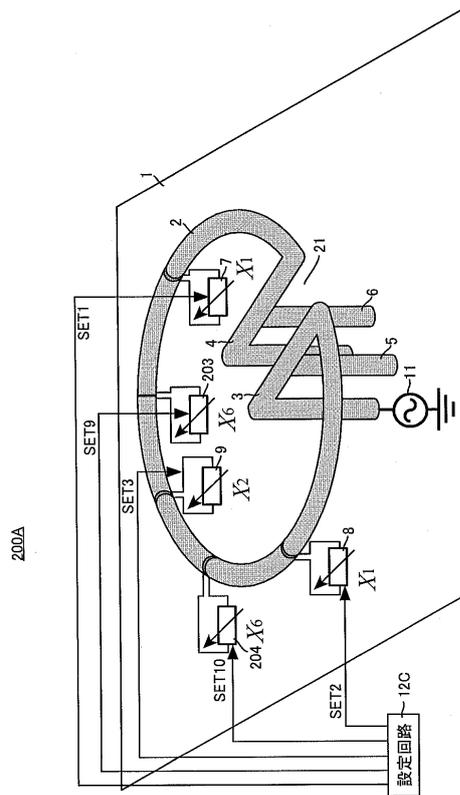
【図 2 8】



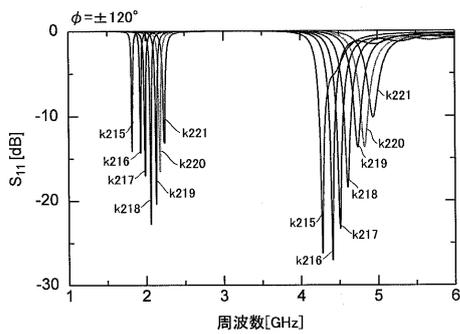
【図 29】



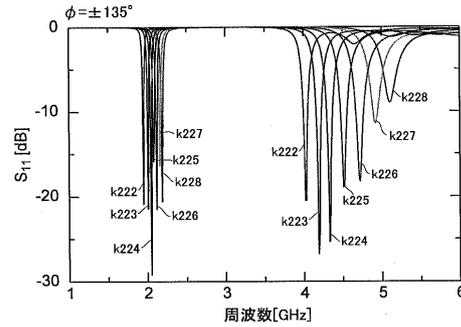
【図 30】



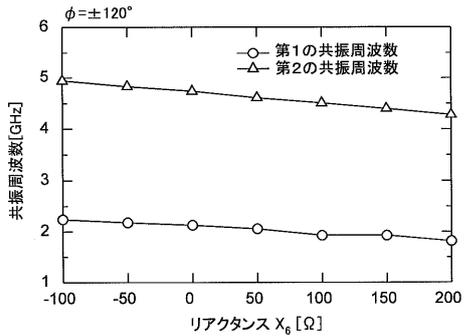
【図 31】



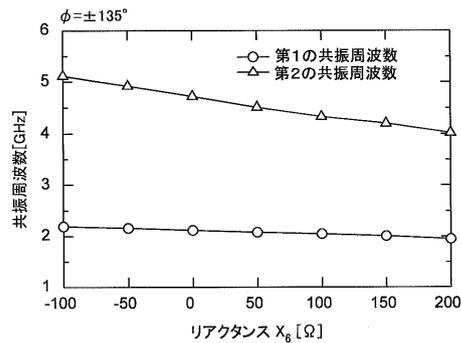
【図 33】



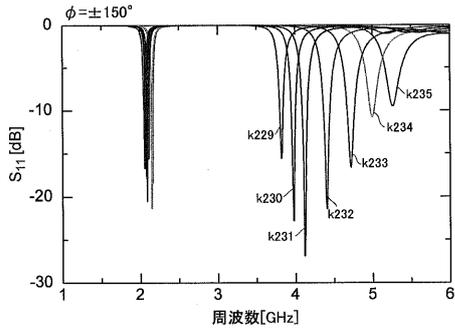
【図 32】



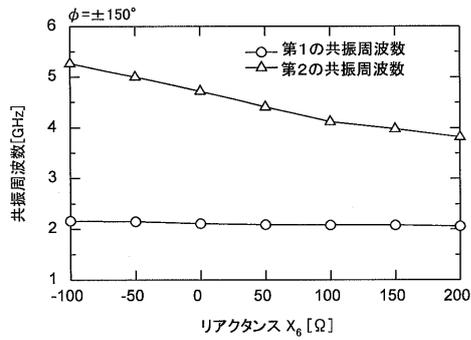
【図 34】



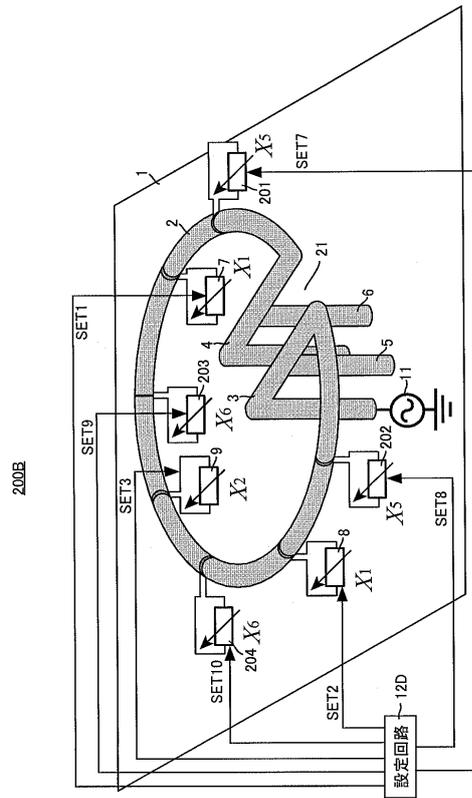
【図35】



【図36】



【図37】



フロントページの続き

(72)発明者 上羽 正純

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 佐藤 当秀

(56)参考文献 特開平10-327012(JP,A)

特公昭46-035954(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 7/00

H01Q 9/42

H01Q 21/30