

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5251965号
(P5251965)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月26日(2013.4.26)

(51) Int. Cl. F I
 H O 1 Q 1/38 (2006.01) H O 1 Q 1/38
 H O 1 Q 5/01 (2006.01) H O 1 Q 5/01

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-260269 (P2010-260269)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成22年11月22日(2010.11.22)		T D K 株式会社
(65) 公開番号	特開2012-114579 (P2012-114579A)		東京都港区芝浦三丁目9番1号
(43) 公開日	平成24年6月14日(2012.6.14)	(74) 代理人	100115738
審査請求日	平成23年6月15日(2011.6.15)		弁理士 鷲頭 光宏
		(74) 代理人	100121681
			弁理士 緒方 和文
		(74) 代理人	100130982
			弁理士 黒瀬 泰之
		(74) 代理人	100127199
			弁理士 三谷 拓也
		(72) 発明者	後藤 哲三
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T D K - E P C 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置及びその周波数調整方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

アンテナ装置の周波数調整方法であって、
前記アンテナ装置は、
 略直方体状の誘電体からなる基体と、
 前記基体の長手方向と直交する第1の側面に形成された給電導体と、
 前記基体の上面、前記第1の側面と対向する第2の側面、及び底面にかけて連続的に形成された1本の帯状導体パターンからなる放射導体と、
 前記基体の底面であって、前記給電導体と接続されるように前記第1の側面寄りに形成された第1の端子電極とを備え、
 前記放射導体は、折り返し構造の帯状導体パターンであり、前記基体の底面において所定幅のギャップを介して前記第1の端子電極と近接して対向配置された第1の折り返し部を有し、
前記第1の折り返し部と前記第1の端子電極との間の前記ギャップの幅を変更することにより、基本波に対する2倍波の共振周波数を調整することを特徴とするアンテナ装置の周波数調整方法。

【請求項2】

前記放射導体の全長が $L/4$ (L は基本波の波長) と実質的に等しく、
 前記折り返し部の形成位置は、前記基本波に対する2倍波の電流分布波形と3倍波の電流分布波形との交点の位置を含むことを特徴とする請求項1に記載のアンテナ装置の周波

数調整方法。

【請求項3】

前記放射導体は、
 前記基体の上面に形成され前記基体の長手方向に延びる第1及び第2の直線パターンと、
 、
 前記基体の底面に形成され前記基体の長手方向に延びる第3及び第4の直線パターンと、
 、
 前記第1の直線パターンの一端と前記第3の直線パターンの一端とを接続する第5の直線パターンと、
 前記第2の直線パターンの一端と前記第4の直線パターンの一端とを接続する第6の直線パターンと、
 前記第3の直線パターンの他端と前記第4の直線パターンの他端とを接続する第7の直線パターンとを備え、
 前記第7の直線パターンによって前記第1の折り返し部が構成されており、
 前記第5の直線パターンによって第2の折り返し部が構成されており、
 前記第6の直線パターンによって第3の折り返し部が構成されていることを特徴とする請求項1に記載のアンテナ装置の周波数調整方法。

10

【請求項4】

前記給電導体と給電ラインとの間に直列挿入されたチップインダクタをさらに備えることを特徴とする請求項1又は2に記載のアンテナ装置の周波数調整方法。

20

【請求項5】

前記第1の折り返し部の導体幅を変更することにより、基本波に対する3倍波の共振周波数を調整することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載のアンテナ装置の周波数調整方法。

【請求項6】

アンテナ装置の周波数調整方法であって、
 前記アンテナ装置は、
 アンテナ素子と、前記アンテナ素子を実装されるプリント基板とを備え、
 前記アンテナ素子は、略直方体状の誘電体からなる基体と、前記基体の長手方向と直交する第1の側面に形成された給電導体と、前記基体の上面、前記第1の側面と対向する第2の側面、及び底面にかけて連続的に形成された1本の帯状導体パターンからなる放射導体と、前記基体の底面であって前記給電導体と接続されるように前記第1の側面寄りに形成された第1の端子電極とを備え、前記放射導体は、折り返し構造の帯状導体パターンであり、前記基体の底面において所定幅のギャップを介して前記第1の端子電極と近接して対向配置された第1の折り返し部を有し、
 前記プリント基板の表面には、前記アンテナ素子を実装されるアンテナ実装領域が設けられており、前記プリント基板の裏面であって前記アンテナ素子の直下には、フローティングパターンが設けられており、
 前記第1の折り返し部と前記第1の端子電極との間の前記ギャップの幅を変更することにより、基本波に対する2倍波の共振周波数を調整することを特徴とするアンテナ装置の周波数調整方法。

30

40

【請求項7】

アンテナ装置の周波数調整方法であって、
 前記アンテナ装置は、
 略直方体状の誘電体からなる基体と、
 前記基体の長手方向と直交する第1の側面に形成された給電導体と、
 前記基体の上面、前記第1の側面と対向する第2の側面、及び底面にかけて連続的に形成された1本の帯状導体パターンからなる放射導体と、
 前記基体の底面であって、前記給電導体と接続されるように前記第1の側面寄りに形成された第1の端子電極とを備え、

50

前記放射導体は、折り返し構造の帯状導体パターンであり、前記基体の底面において所定幅のギャップを介して前記第 1 の端子電極と近接して対向配置された第 1 の折り返し部を有し、

前記第 1 の折り返し部の導体幅を変更することにより、基本波に対する 3 倍波の共振周波数を調整することを特徴とするアンテナ装置の周波数調整方法。

【請求項 8】

前記放射導体の全長が $\lambda/4$ (λ は基本波の波長) と実質的に等しく、

前記折り返し部の形成位置は、前記基本波に対する 2 倍波の電流分布波形と 3 倍波の電流分布波形との交点の位置を含むことを特徴とする請求項 7 に記載のアンテナ装置の周波数調整方法。

10

【請求項 9】

前記放射導体は、

前記基体の上面に形成され前記基体の長手方向に延びる第 1 及び第 2 の直線パターンと

前記基体の底面に形成され前記基体の長手方向に延びる第 3 及び第 4 の直線パターンと

前記第 1 の直線パターンの一端と前記第 3 の直線パターンの一端とを接続する第 5 の直線パターンと、

前記第 2 の直線パターンの一端と前記第 4 の直線パターンの一端とを接続する第 6 の直線パターンと、

20

前記第 3 の直線パターンの他端と前記第 4 の直線パターンの他端とを接続する第 7 の直線パターンとを備え、

前記第 7 の直線パターンによって前記第 1 の折り返し部が構成されており、

前記第 5 の直線パターンによって第 2 の折り返し部が構成されており、

前記第 6 の直線パターンによって第 3 の折り返し部が構成されていることを特徴とする

請求項 7 に記載のアンテナ装置の周波数調整方法。

【請求項 10】

前記給電導体と給電ラインとの間に直列挿入されたチップインダクタをさらに備えることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のアンテナ装置の周波数調整方法。

【請求項 11】

アンテナ装置の周波数調整方法であって、

前記アンテナ装置は、

アンテナ素子と、前記アンテナ素子を実装されるプリント基板とを備え、

前記アンテナ素子は、略直方体状の誘電体からなる基体と、前記基体の長手方向と直交する第 1 の側面に形成された給電導体と、前記基体の上面、前記第 1 の側面と対向する第 2 の側面、及び底面にかけて連続的に形成された 1 本の帯状導体パターンからなる放射導体と、前記基体の底面であって前記給電導体と接続されるように前記第 1 の側面寄りに形成された第 1 の端子電極とを備え、前記放射導体は、折り返し構造の帯状導体パターンであり、前記基体の底面において所定幅のギャップを介して前記第 1 の端子電極と近接して対向配置された第 1 の折り返し部を有し、

40

前記プリント基板の表面には、前記アンテナ素子を実装されるアンテナ実装領域が設けられており、前記プリント基板の裏面であって前記アンテナ素子の直下には、フローティングパターンが設けられており、

前記第 1 の折り返し部の導体幅を変更することにより、基本波に対する 3 倍波の共振周波数を調整することを特徴とするアンテナ装置の周波数調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アンテナ装置及びその周波数調整方法に関し、特に、表面実装型の複共振アンテナの構造に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話等の無線携帯端末にはGPS (Global Positioning System)、Bluetooth (登録商標)、無線LAN等の機能が搭載されており、通信の多機能化が進んでいる。このような携帯電話の多機能化に伴い、複共振アンテナの必要性が高まっている。一般に、複共振アンテナではアンテナ長が異なる複数の放射導体を用いてデュアルバンド若しくはマルチバンドを構成することができる。例えば、特許文献1には、3つの共振を得るために、3つの放射導体を用いている。しかしながら、このような構成ではアンテナサイズが大きくなるだけでなく、放射導体が相互に干渉し合い、放射効率が低下してしまうという問題がある。そのため、一本の放射導体パターンを用いて複共振アンテナを実現する試みがなされている。

10

【0003】

例えば、特許文献2及び3には、一本の帯状導体パターンを用いて多共振を実現する複共振アンテナが提案されている。特許文献2では、放射線路であるループ状線路が折り返し部を有しており、ループ状線路の一端が給電点と接続され、他端が開放端である構成を有している。そして、線路の開放端は給電点から折り返し部までの線路との間で誘電体を介して対向配置されており、これにより容量結合部が形成されており、第1～第3の周波数で共振するように構成されている。

【0004】

また、特許文献3では、共振コンダクタ・トラック構造と呼ばれるミアンダ形状もしくはヘリカル形状のインダクタパターンを直列に挿入し、その形状を変更することで共振周波数を制御している。しかしながら、これらの形状のインダクタパターンを設けることは放射損失を増大させ、放射効率の低下をもたらす。また、先端の容量成分とインダクタ成分で制御できる周波数は2周波程度であり、さらなる多共振化は難しい。3共振を実現するために、ラインを一本増やす方法も示されているが、この場合は、特許文献2の場合と同様、放射効率が低下し、アンテナの占有面積が増大することになる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-74489号公報

30

【特許文献2】特開2009-111999号公報

【特許文献3】特開2002-164729号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献2の複共振アンテナは、放射線路を一回だけ折り返した構造であるため、アンテナのサイズが大きく、共振数も少ないという問題がある。特許文献2の図15では、共振数を増やすためにラインを一本増やす方法も示されているが、この場合は放射効率が低下し、アンテナの占有面積が増大することになる。

【0007】

また、特許文献3ではインダクタパターンを用いているので、経路損失が増大して放射効率が低下するという問題がある。また、先端の容量成分とインダクタ成分で制御できる周波数は2周波程度であり、さらなる多共振化は難しい。3共振を実現するためにラインを一本増やす方法も示されているが、この場合は、特許文献2の場合と同様、放射効率が低下し、アンテナの占有面積が増大することになる。

40

【0008】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、周波数調整が容易であり、小型で高性能な複共振アンテナを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

50

上記課題を解決するため、本発明によるアンテナ装置は、略直方体状の誘電体からなる基体と、前記基体の長手方向と直交する第1の側面に形成された給電導体と、前記基体の上面、前記第1の側面と対向する第2の側面、及び底面にかけて連続的に形成された1本の帯状導体パターンからなる放射導体と、前記基体の底面であって、前記給電導体と接続されるように前記第1の側面寄りに形成された第1の端子電極とを備え、前記放射導体は、折り返し構造の帯状導体パターンであり、前記基体の底面において所定幅のギャップを介して前記第1の端子電極と近接して対向配置された第1の折り返し部を有することを特徴とする。

【0010】

本発明において、前記放射導体の全長が $\lambda/4$ (λ は基本波の波長) と実質的に等しく、前記折り返し部の形成位置は、前記基本波に対する2倍波の電流分布波形と3倍波の電流分布波形との交点の位置を含むことが好ましい。この構成によれば、2倍波の電流分布波形と3倍波の波形との交点付近に相当する放射導体の折り返し部を給電点と電磁界結合しているので、折り返し部と第1の端子電極との間のギャップの幅を変更することで2倍波の周波数を実質的に独立して調整することができる。また、折り返し部の導体幅を変更することで3倍波の周波数を実質的に独立して調整することができる。

10

【0011】

本発明において、前記放射導体は、前記基体の上面に形成され前記基体の長手方向に延びる第1及び第2の直線パターンと、前記基体の底面に形成され前記基体の長手方向に延びる第3及び第4の直線パターンと、前記第1の直線パターンの一端と前記第3の直線パターンの一端とを接続する第5の直線パターンと、前記第2の直線パターンの一端と前記第4の直線パターンの一端とを接続する第6の直線パターンと、前記第3の直線パターンと前記第4の直線パターンの他端とを接続する第7の直線パターンとを備え、前記第7の直線パターンによって前記第1の折り返し部が構成されており、前記第5の直線パターンによって前記第2の折り返し部が構成されており、前記第6の直線パターンによって前記第3の折り返し部が構成されていることが好ましい。

20

【0012】

この構成によれば、1本の帯状導体パターンを3回折り返した構造からなる放射導体を構成することができ、特に、2倍波の電流分布波形と3倍波の波形との交点付近に相当する第7の直線パターンを給電点と電磁界結合させているので、第7の直線パターンと第1の端子電極との間のギャップの幅を変更することで2倍波の周波数を実質的に独立して調整することができる。また、第7の直線パターンの導体幅を変更することで3倍波の周波数を実質的に独立して調整することができる。

30

【0013】

本発明において、前記給電導体と給電ラインとの間に直列挿入されたチップインダクタをさらに備えることが好ましい。この構成によれば、4共振アンテナを実現することができ、チップインダクタのインダクタンスを変更することで4倍波の共振周波数を容易に調整することができる。

【0014】

また、上記課題を解決するため、本発明によるアンテナ装置は、アンテナ素子と、前記アンテナ素子が実装されるプリント基板とを備え、前記アンテナ素子は、略直方体状の誘電体からなる基体と、前記基体の長手方向と直交する第1の側面に形成された給電導体と、前記基体の上面、前記第1の側面と対向する第2の側面、及び底面にかけて連続的に形成された1本の帯状導体パターンからなる放射導体と、前記基体の底面であって前記給電導体と接続されるように前記第1の側面寄りに形成された第1の端子電極とを備え、前記放射導体は、折り返し構造の帯状導体パターンであり、前記基体の底面において所定幅のギャップを介して前記第1の端子電極と近接して対向配置された第1の折り返し部を有し、前記プリント基板の表面には、前記アンテナ素子が実装されるアンテナ実装領域が設けられており、前記プリント基板の裏面であって前記アンテナ素子の直下には、フローティングパターンが設けられていることを特徴とする。

40

50

【 0 0 1 5 】

さらに、上記課題を解決するため、本発明によるアンテナ装置の周波数調整方法は、前記第 1 の折り返し部と前記前記第 1 の端子電極との間のギャップの幅を変更することにより、前記基本波に対する 2 倍波の共振周波数を調整することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

さらにまた、本発明によるアンテナ装置の周波数調整方法は、前記第 1 の折り返し部の導体幅を変更することにより、基本波に対する 3 倍波の共振周波数を調整することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、個々の共振周波数の独立した調整が容易であり、小型で高性能な複共振アンテナを提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の好ましい実施の形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 に示したアンテナ素子 1 0 の展開図である。

【 図 3 】 図 3 は、アンテナ素子 1 0 が実装されるプリント基板 2 0 上のパターンレイアウトを透過的に示す略斜視図である。

【 図 4 】 図 4 は、放射導体 1 3 上の電流分布を説明するためのグラフである。

【 図 5 】 図 5 は、図 1 に示したアンテナ装置 1 0 0 の等価回路図である。

【 図 6 】 図 6 は、図 1 に示したアンテナ装置 1 0 0 の放射効率の周波数特性を示すグラフである。

【 図 7 】 図 7 は、放射導体の先端と給電導体との間のギャップの幅が異なる 2 種類のアンテナ装置の放射効率の周波数特性を示すグラフである。

【 図 8 】 図 8 は、折り返し部を構成する第 7 の直線パターンと第 1 の端子電極との間のギャップの幅アンテナ装置の放射効率の周波数特性を示すグラフである。

【 図 9 】 図 9 は、折り返し部を構成する第 7 の直線パターンの幅が異なる 2 種類のアンテナ装置の放射効率の周波数特性を示すグラフである。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、チップインダクタのインダクタンスが異なる 2 種類のアンテナ装置の放射効率の周波数特性を示すグラフである。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、基本波の変化量が 1 0 M H z となるようにアンテナ素子の各パラメータを独立して変化させたときの 2 倍波、3 倍波及び 4 倍波の変化量を示す表である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の好ましい実施の形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。また、図 2 は、図 1 に示したアンテナ素子 1 0 の展開図である。

【 0 0 2 1 】

図 1 及び図 2 に示すように、このアンテナ装置 1 0 0 は、アンテナ素子 1 0 と、アンテナ素子 1 0 が実装されたプリント基板 2 0 とを備えている。本実施形態によるアンテナ素子 1 0 は表面実装型の複共振アンテナであり、プリント基板 2 0 の一方の主面（表面）2 0 a に形成されたアンテナ実装領域 2 3 に内に実装されている。

【 0 0 2 2 】

アンテナ素子 1 0 は、誘電体からなる基体 1 1 と、基体 1 1 に形成された複数の導体パターンによって構成されている。基体 1 1 は、Y 方向を長手方向、X 方向を幅方向、Z 方向を高さ方向とする直方体形状を有している。このうち、基体 1 1 の上面 1 1 a、底面 1 1 b 及び 2 つの側面 1 1 c、1 1 d は Y 方向と平行な面であり、側面 1 1 e、1 1 f は Y

10

20

30

40

50

方向と直交する面であり、底面 11b はプリント基板 20 に対する搭載面である。なお、アンテナ素子 10 の上下方向はアンテナ素子 10 のプリント基板 20 上への実装状態に基づいて定められ、アンテナ素子 10 の実装時にはその底面 11b がプリント基板 20 の表面に接触している。

【0023】

基体 11 の材料としては、特に限定されるものではないが、Ba - Nd - Ti 系材料 (比誘電率 80 ~ 120)、Nd - Al - Ca - Ti 系材料 (比誘電率 43 ~ 46)、Li - Al - Sr - Ti (比誘電率 38 ~ 41)、Ba - Ti 系材料 (比誘電率 34 ~ 36)、Ba - Mg - W 系材料 (比誘電率 20 ~ 22)、Mg - Ca - Ti 系材料 (比誘電率 19 ~ 21)、サファイヤ (比誘電率 9 ~ 10)、アルミナセラミックス (比誘電率 9 ~ 10)、コージライトセラミックス (比誘電率 4 ~ 6) などを用いることができる。基体 11 は、型枠を用いてこれらの材料粉を焼成することによって作製される。

10

【0024】

誘電体材料は、目的とする周波数に応じて適宜選択すればよい。比誘電率 ϵ_r が大きくなるほど大きな波長短縮効果が得られるので、放射導体の長さをより短くできるが、放射効率が低下するため、必ずしも比誘電率 ϵ_r が大きければよいというわけではなく、適切な値が存在する。したがって、例えば、目的とする周波数が 2.4 GHz である場合、比誘電率 ϵ_r が 5 ~ 40 程度の材料を用いることが好ましい。これによれば、十分な放射率を確保しつつ基体の小型化を図ることができる。比誘電率 ϵ_r が 5 ~ 40 程度である材料としては、Mg - Ca - Ti 系誘電体セラミックスを好ましく挙げることができる。Mg - Ca - Ti 系誘電体セラミックスとしては、TiO₂、MgO、CaO、MnO、SiO₂ を含有する Mg - Ca - Ti 系誘電体セラミックスを用いることが特に好ましい。

20

【0025】

アンテナ素子 10 の導体パターンは、基体 11 の側面 11e に形成された給電導体 12 と、基体 11 の上面 11a、側面 11f、及び底面 11b にかけて形成された放射導体 13 と、基体 11 の底面 11b に形成された端子電極 14、15a、15b を備えている。これらの導体パターンは、電極用ペースト材をスクリーン印刷や転写などの方法によって塗布した後、所定の温度条件下で焼き付けを行うことによって形成できる。電極用ペースト材としては、銀、銀 - パラジウム、銀 - 白金、銅などを用いることができる。導体パターンは、この他にメッキやスパッタなどでも形成することが可能である。

30

【0026】

放射導体 13 は、基体 11 の上面 11a に形成された第 1 及び第 2 の直線パターン 13a、13b と、基体 11 の底面 11b に形成された第 3 及び第 4 の直線パターン 13c、13d と、第 1 の直線パターン 13a の一端と第 3 の直線パターン 13c の一端とを接続する第 5 の直線パターン 13e と、第 2 の直線パターン 13b の一端と第 4 の直線パターン 13d の一端とを接続する第 6 の直線パターン 13f と、第 3 の直線パターン 13c の他端と第 4 の直線パターン 13d の他端とを接続する第 7 の直線パターン 13g とを備えている。

【0027】

第 1 の直線パターン 13a は、基体 11 の上面 11a の長手方向と平行な二辺のうち、側面 11c 寄りの一辺に沿って設けられており、その一端は第 5 の直線パターン 13e に接続されており、その他端は給電導体 12 に接続されている。また、第 2 の直線パターン 13b は、基体 11 の上面 11a の長手方向と平行な二辺のうち、側面 11c と対向する側面 11d 寄りの一辺に沿って設けられており、その一端は第 6 の直線パターン 13f に接続されており、その他端は給電導体 12 との近接位置において開放されている。そのため、第 1 及び第 2 の直線パターン 13a、13b は互いに平行なパターンであり、第 2 の直線パターン 13b の他端は幅 W1 のギャップを介して給電導体 12 と容量結合している。

40

【0028】

第 1 及び第 2 の直線パターン 13a、13b と同様、第 3 及び第 4 の直線パターン 13

50

c, 13dもまた互いに平行なパターンである。第3の直線パターン13cは、基体11の底面11bの長手方向と平行な二辺のうち、側面11c寄りの一辺に沿って設けられており、その一端は第5の直線パターン13eに接続されており、その他端は第7の直線パターン13gに接続されている。また、第4の直線パターン13dは、基体11の上面の長手方向と平行な二辺のうち、側面11cと対向する側面11d寄りの一辺に沿って設けられており、その一端は第6の直線パターン13fに接続されており、その他端は第7の直線パターン13gに接続されている。

【0029】

第7の直線パターン13gは第3の直線パターン13cと第4の直線パターン13dの他端同士を連結しており、これにより放射導体13の第1の折り返し部が構成されている。第5の直線パターン13eは、第1の直線パターン13aと第3の直線パターン13cの一端同士を連結しており、これにより放射導体13の第2の折り返し部が構成されている。また、第6の直線パターン13fは、第2の直線パターン13bと第4の直線パターン13dの一端同士を連結しており、これにより放射導体13の第3の折り返し部が構成されている。以上の構成により、基体11の表面には、第1の直線パターン13a、第5の直線パターン、第3の直線パターン、第7の直線パターン、第4の直線パターン、第6の直線パターン、第2の直線パターンが順に接続され、3つの折り返し部を有する一本の帯状パターンが形成されている。

【0030】

本実施形態において、第1の端子電極14は独立したパターンであるが、第2及び第3の端子電極15a、15bは第3及び第4の直線パターン13c、13dとそれぞれ重なるパターンであるため、第2の端子電極15aと第3の直線パターン13cは一体化されており、第3の端子電極15bと第3の直線パターン13dは一体化されている。よって、第3の直線パターン13cの幅は第2の端子電極15aの形成位置にて少し広くなっており、第4の直線パターン13dの幅も第3の端子電極15bの形成位置にて少し広くなっている。

【0031】

上記のように、放射導体13は折り返し構造の帯状導体パターンであり、基体11の底面11bに設けられた第1の折り返し部は第1の端子電極14と近接しており、所定幅のギャップを介して第1の端子電極14と対向配置されている。詳細は後述するが、本実施形態によるアンテナ装置100は、放射導体13の第1の折り返し部が2倍波と3倍波の電流分布波形との交点付近に位置しており、この部分が給電点と電磁界結合している。そのため、2倍波及び3倍波の共振周波数を大きく変化させることができ、周波数調整が容易となる。2倍波の周波数調整は、第1の折り返し部と第1の端子電極14との間のギャップの幅W2を変更することにより調整することができる。また、3倍波の周波数調整は、第1の折り返し部を構成する第7の直線パターン13gの幅W3を変更することにより調整することができる。

【0032】

図3は、アンテナ素子10が実装されるプリント基板20上のパターンレイアウトを透過的に示す略斜視図である。

【0033】

図3に示すように、プリント基板20はFR4（ガラスエポキシ）等の絶縁基板21の表裏面に導体パターンが形成されたものである。プリント基板20の表面20aには、各種回路のための実装部品、配線、グランドパターン等が排除された領域であるアンテナ実装領域23が設けられている。アンテナ実装領域23は、アンテナ素子10よりも少し広い矩形領域である。本実施形態によるアンテナ実装領域はプリント基板20のコーナー部に設けられており、二辺がプリント基板20のエッジ20eに接している。アンテナ実装領域23をプリント基板20のコーナー部に設けた場合には、アンテナ素子10から見て二方向はプリント基板（導体パターン）の存在しない自由空間であることから、アンテナの放射効率を高めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

アンテナ実装領域 2 3 内には 3 つのランド 2 4 ~ 2 6 が設けられている。ランド 2 4 ~ 2 6 にはアンテナ素子 1 0 の端子電極 1 4 ~ 1 6 がそれぞれ接続される。ランド 2 4 はチップインダクタ 2 7 を介して給電ライン 2 8 に接続されているが、ランド 2 5 , 2 6 はフローティングパターンである。ランド 2 5 , 2 6 は、アンテナ素子 1 0 の端部を半田付けによって機械的に固定するために設けられている。

【 0 0 3 5 】

プリント基板 2 0 の裏面 2 0 b には、表面 2 0 a 側のアンテナ実装領域 2 3 と平面視にて実質的に同一形状の絶縁領域であるグラウンドクリアランス領域 2 9 が設けられている。グラウンドクリアランス領域 2 9 には各種実装部品が実装されず、配線やグラウンドパターンも設けられていないが、本実施形態においては、グラウンドクリアランス領域 2 9 には、実装されるアンテナ素子 1 0 とほぼ同じサイズのフローティングパターンである放射抑制パターン 3 0 が形成されている。この放射抑制パターン 3 0 は、プリント基板 2 0 の裏面側の導体パターンや実装部品の影響を抑えるために設けられている。放射導体 1 3 は基体 1 1 の上面 1 1 a や側面 1 1 f のみならず底面 1 1 b にまで形成されており、この部分はプリント基板 2 0 に直接接触しているため、プリント基板 2 0 の裏面側の構成の影響を受けやすい。そこで、放射抑制パターン 3 0 を設けてプリント基板 2 0 の裏面側の影響を抑制している。

10

【 0 0 3 6 】

図 1 に示したように、プリント基板 2 0 上にアンテナ素子 1 0 を実装すると、放射導体 1 3 の一端は給電導体 1 2、ランド 2 4 及びチップインダクタ 2 7 を介して給電ライン 2 8 に接続される。放射導体 1 3 には給電ライン 2 8 から給電電流が供給され、給電電流は放射導体 1 3 から放射される。

20

【 0 0 3 7 】

図 4 は、放射導体 1 3 上の電流分布を説明するためのグラフであり、横軸は給電点からの距離、縦軸は電流の振幅を示している。

【 0 0 3 8 】

図 4 に示すように、基本波 $W A 1$ の波長 λ に対してアンテナ長が $\lambda / 4$ であるとき、2 倍波及び 3 倍波の波形はそれぞれ $W A 2$ 、 $W A 3$ のようになる。すなわち、2 倍波 $W A 2$ のピークは $\lambda / 8$ の位置にあり、3 倍波 $W A 3$ のピークは $\lambda / 6$ の位置にある。このような 2 倍波や 3 倍波がほぼピークとなる領域、すなわち 2 倍波と 3 倍波の波形の交点付近を給電点付近と結合させることにより、2 倍波及び 3 倍波の周波数を調整することが可能となる。2 倍波と 3 倍波のピーク位置は若干異なるが、第 1 の折り返し部の幅と位置を変更することによって、それらを独立に調整することが可能である。

30

【 0 0 3 9 】

図 5 は、アンテナ装置 1 0 0 の等価回路図である。

【 0 0 4 0 】

図 5 に示すように、プリント基板 2 0 上のアンテナ素子 1 0 は、インダクタ $L 1 \sim L 3$ と、キャパシタ $C 1 \sim C 3$ とを備えている。また、アンテナ素子 1 0 の給電点 P は、プリント基板 2 0 上のチップインダクタ 2 7 によるインダクタ $L 4$ を介して給電ライン 2 8 に接続されている。インダクタ $L 1$ は、放射導体 1 3 の第 1 の直線パターン 1 3 a、第 5 の直線パターン 1 3 e 及び第 3 の直線パターン 1 3 c によって構成され、インダクタ $L 2$ は、第 7 の直線パターン 1 3 g による第 1 の折り返し部によって構成され、インダクタ $L 3$ は、第 2 の直線パターン 1 3 b、第 6 の直線パターン 1 3 f 及び第 4 の直線パターン 1 3 d によって構成されている。そのため、インダクタ $L 1$ 、 $L 2$ 、 $L 3$ は直列に接続されている。

40

【 0 0 4 1 】

また、キャパシタ $C 1$ は、第 2 の直線パターン 1 3 b の他端（放射導体 1 3 の先端）と給電導体 1 2 との間のギャップによる容量成分であり、キャパシタ $C 2$ は、第 7 の直線パターン 1 3 g と第 1 の端子電極 1 4 との間のギャップによる容量成分であり、キャパシタ

50

C 3 は、第 7 の直線パターン 1 3 g の線幅に起因する容量成分である。

【 0 0 4 2 】

インダクタ L 1 及びキャパシタ C 1 は基本波の共振周波数に寄与し、インダクタ L 2 及びキャパシタ C 2 は 2 倍波の共振周波数に寄与し、インダクタ L 3 及びキャパシタ C 3 は 3 倍波の共振周波数に寄与する。そのため、キャパシタ C 2 の容量を変更することで 2 倍波の共振周波数を独立して調整することができ、キャパシタ C 3 の容量を変更することで 3 倍波の共振周波数を独立して調整することができる。

【 0 0 4 3 】

さらにインダクタ L 4 は 4 倍波の周波数調整に寄与する。4 共振アンテナを構成したい場合にはインダクタ L 4 を給電点 P と給電ライン 2 8 との間に直列に挿入することで実現
10
できる。インダクタ L 4 も 2 倍波や 3 倍波の周波数に影響を与えるが、その影響は非常に小さい。したがって、インダクタ L 4 を実装したとしても、2 倍波や 3 倍波の共振周波数を容易に制御することができる。なお、4 共振アンテナを構成する場合には、インダクタ L 4 の値を最初に設定した後、2 倍波及び 3 倍波のためのキャパシタ C 1、C 2 の値を調整することが好ましい。

【 0 0 4 4 】

一本のアンテナ導体パターンを用いて複共振特性を実現するためには、2 倍波、3 倍波等の高調波を利用することが有効である。しかし、目的とする複共振周波数が必ずしも 2 倍波、3 倍波であるとは限らないので、複共振周波数を調整しなければならない。また、
20
低周波から高周波までの広い周波数範囲内に複数の共振点を有する複共振アンテナを 1 チップ上に構成するためには、アンテナの帯状導体パターンを折り返し構造としなければならない。本実施形態のような折り返し構造とした場合には、第 1 の折り返し部が給電点に近づくが、この部分はアンテナの複共振特性に対する影響が大きい。本発明では、第 1 の折り返し部の位置や形状を調整することにより、所望の複共振特性を得ることを可能としたものである。

【 0 0 4 5 】

図 6 は、アンテナ装置 1 0 0 の放射効率の周波数特性を示すグラフであり、横軸は周波数 (G H z)、縦軸は放射効率 (d B) を示している。

【 0 0 4 6 】

図 6 に示すように、アンテナ装置 1 0 0 は、8 0 0 M H z 帯、1 . 5 G H z 帯、2 . 1 G H z 帯、及び 2 . 5 G H z 帯にそれぞれ共振のピークを有する複共振アンテナである。
30
この場合、8 0 0 M H z 帯が基本波、1 . 5 G H z 帯が 2 倍波、2 . 1 G H z 帯が 3 倍波、2 . 5 G H z 帯が 4 倍波に対応している。8 0 0 M H z 帯の基本波に対して、2 倍波の理論的な周波数は 1 . 6 G H z 帯、3 倍波の理論的な周波数は 2 . 4 G H z 帯となるべきところであるが、2 倍波の電流分布波形と 3 倍波の電流分布波形との交点付近に放射導体 1 3 の折り返し部を設け、この折り返し部と給電点とを結合させているので、折り返し部の位置や形状を変更することで 2 倍波又は 3 倍波の周波数を大きく変化させることができ、2 倍波又は 3 倍波の周波数を容易に調整することができる。

【 0 0 4 7 】

以上説明したように、本実施形態によるアンテナ装置 1 0 0 は、1 本の帯状導体パターンを 3 回折り返した構造からなる放射導体によって複共振アンテナが構成されており、
40
特に、2 倍波の電流分布波形と 3 倍波の波形との交点付近に相当する放射導体 1 3 の第 1 の折り返し部を給電点と電磁界結合させているので、折り返し部と第 1 の端子電極 1 4 との間のギャップの幅 W 2 を変更することで 2 倍波の周波数を実質的に独立して調整することができる。また、折り返し部の導体幅 W 3 を変更することで 3 倍波の周波数を実質的に独立して調整することができる。さらに、給電ライン 2 8 上に周波数調整素子としてのチップインダクタ 2 7 を直列挿入することで、4 倍波に対応する共振周波数を生成することができ、4 共振アンテナを実現することができる。

【 0 0 4 8 】

本発明は、以上の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種
50

々の変更を加えることが可能であり、それらも本発明に包含されることは言うまでもない。

【実施例】

【0049】

(実施例1)

図1に示す構造を有するアンテナ装置を用意した。アンテナ素子10のチップサイズは15×4×2mmとし、基板11の材料には誘電率37の材料を用いた。放射導体13の第1及び第2の直線パターン13a, 13bの幅は1mm、第3及び第4の直線パターン13c、13dの幅は1.2mm、第5及び第6の直線パターン13e, 13fの幅は1.5mm、第7の直線パターン13gの幅は1.2mmとした。このとき、放射導体13の先端と給電導体12との間のギャップの幅W1は11.6mmと11.4mmの2種類とした。その後、アンテナの放射効率の周波数特性を求めた。その結果を図7に示す。同図において"base"はW1 = 11.6mmのグラフ、"先端変更"はW1 = 11.4mmのグラフをそれぞれ示している。また"SPEC"はアンテナが満たすべきスペックを示しており、放射効率のグラフはこの矩形ラインと交差しないことが望ましい。

10

【0050】

図7に示すように、放射導体13の先端を給電導体12に近づけ、ギャップの幅W1を11.6mmから11.4mmに変化させた場合には、基本波から4倍波までのすべての共振周波数のピークが低域側にシフトしたが、特に、基本波のシフト量が大きいことが分かった。

20

【0051】

(実施例2)

放射導体13の先端と給電導体12との間のギャップの幅を11.6mmに固定し、第1の折り返し部を構成する第7の直線パターン13gと第1の端子電極14との間のギャップの幅W2を1.8mmと1.4mmの2種類とした点以外は実施例1と同一構造を有するアンテナ装置を用意した。そして、上記実施例1と同一の条件下でこれらのアンテナ装置の放射効率の周波数特性を求めた。その結果を図8に示す。同図において"base"はW2 = 1.8mmのグラフ、"間隔変更"はW2 = 1.4mmのグラフをそれぞれ示している。また"SPEC"はアンテナが満たすべきスペックを示している。

30

【0052】

図8に示すように、第7の直線パターン13gを第1の端子電極14に近づけ、ギャップの幅W2を1.8mmから1.4mmに変化させた場合には、基本波から4倍波までのすべての共振周波数のピークが低域側にシフトしたが、特に、2倍波のシフト量が大きいことが分かった。

【0053】

(実施例3)

放射導体13の先端と給電導体12との間のギャップの幅を11.6mmに固定し、第1の折り返し部を構成する第7の直線パターン13gの幅W3を1.2mmと1.8mmの2種類とした点以外は実施例1と同一構造を有するアンテナ装置を用意した。そして、上記実施例1と同一の条件下でこれらのアンテナ装置の放射効率の周波数特性を求めた。その結果を図9に示す。同図において"base"はW3 = 1.2mmのグラフ、"間隔変更"はW3 = 1.8mmのグラフをそれぞれ示している。また"SPEC"はアンテナが満たすべきスペックを示している。

40

【0054】

図9に示すように、放射導体13の第1の折り返し部の幅W3を広くした場合には、基本波から4倍波までのすべての共振周波数のピークが低域側にシフトしたが、特に、3倍波及び4倍波の周波数のシフト量が大きいことが分かった。

【0055】

(実施例4)

放射導体13の先端と給電導体12との間のギャップの幅を11.6mmに固定し、チ

50

チップインダクタ27からなるインダクタL4の値を4.5 nHと5.5 nHの2種類とした点以外は実施例1と同一構造を有するアンテナ装置を用意した。そして、上記実施例1と同一の条件下でこれらのアンテナ装置の放射効率の周波数特性を求めた。その結果を図10に示す。同図において"base"はL4 = 4.5 nHのグラフ、"インダクタンス値変更"はL4 = 5.5 nHのグラフをそれぞれ示している。また"SPEC"はアンテナが満たすべきスペックを示している。

【0056】

図10に示すように、チップインダクタ27からなるインダクタL4の値を大きくし、4.5 nHから5.5 nHに変化させた場合には、基本波の周波数は殆ど変化せず、2倍波及び3倍波の周波数は僅かに低下したが、それらに比べて4倍波の周波数の低下が非常に大きいことが分かった。

10

【0057】

(実施例5)

実施例1で示した放射導体13の先端と給電導体12との間のギャップの幅W1、実施例2で示した第1の折り返し部を構成する第7の直線パターン13gと第1の端子電極14との間のギャップの幅W2、実施例3で示した第7の直線パターン13gの幅W1、チップインダクタ27からなるインダクタL4をそれぞれ独立のパラメータとし、各パラメータを動かして基本波を10 MHz変化させた場合における2倍波、3倍波、4倍波の変化量を求めた。その結果を図11に示す。

【0058】

20

図11に示すように、放射導体13の先端と給電導体12との間のギャップの幅W1を変化させた場合、基本波の共振周波数を10 MHzの変化させた場合の各高調波の変化を見てみると、2倍波の変化は0 MHz、3倍波の変化は6 MHz、4倍波の変化は6 MHzとなり、基本波の変化が最も大きいことが分かった。また、第7の直線パターン13gと第1の端子電極14との間のギャップの幅W2を変化させた場合、同様にして見てみると、2倍波の変化は284 MHz、3倍波の変化は19 MHz、4倍波の変化は25 MHzとなり、2倍波の変化が最も大きいことが分かった。また、第7の直線パターン13gの幅W1を変化させた場合、同様にして見てみると、2倍波の変化は1 MHz、3倍波の変化は18 MHz、4倍波の変化は19 MHzとなり、4倍波の変化が最も大きく、3倍波の変化もこれと同じ位であることが分かった。さらに、チップインダクタ27からなる

30

インダクタL4の値を変化させた場合、同様にして見てみると、2倍波の変化は55 MHz、3倍波の変化は192 MHz、4倍波の変化は711 MHzとなり、基本波の変化が最も大きいことが分かった。

【符号の説明】

【0059】

- 10 アンテナ素子
- 11 基体
- 11 a 基体の上面
- 11 b 基体の底面
- 11 c , 11 d 基体の側面
- 11 e , 11 f 基体の側面
- 12 給電導体
- 13 放射導体
- 13 a 第1の直線パターン
- 13 b 第2の直線パターン
- 13 c 第3の直線パターン
- 13 d 第4の直線パターン
- 13 e 第5の直線パターン
- 13 f 第6の直線パターン
- 13 g 第7の直線パターン

40

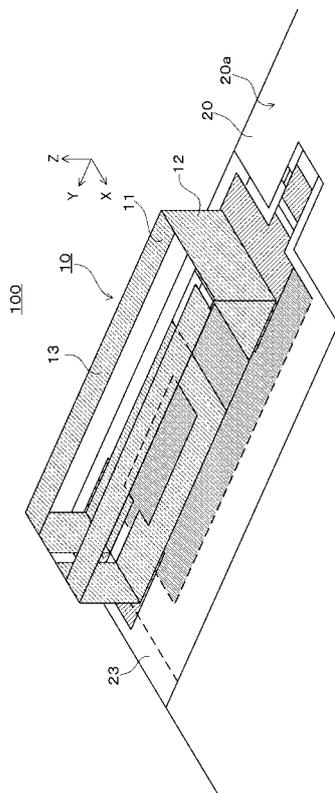
50

- 1 4 第 1 の端子電極
- 1 5 a 第 2 の端子電極
- 1 5 b 第 3 の端子電極
- 2 0 プリント基板
- 2 0 a プリント基板の表面
- 2 0 b プリント基板の裏面
- 2 0 e プリント基板のエッジ
- 2 1 絶縁基板
- 2 3 アンテナ実装領域
- 2 4 第 1 のランド
- 2 5 第 2 のランド
- 2 6 第 3 のランド
- 2 7 チップインダクタ
- 2 8 給電ライン
- 2 9 グランドクリアランス領域
- 3 0 放射抑制パターン
- 1 0 0 アンテナ装置
- C 1 - C 3 キャパシタ
- L 1 - L 4 インダクタ
- P 給電点
- W A 1 基本波
- W A 2 2 倍波
- W A 3 3 倍波

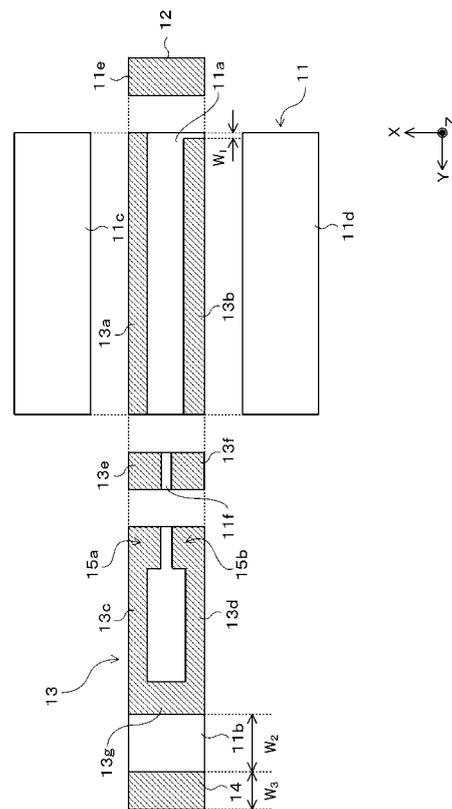
10

20

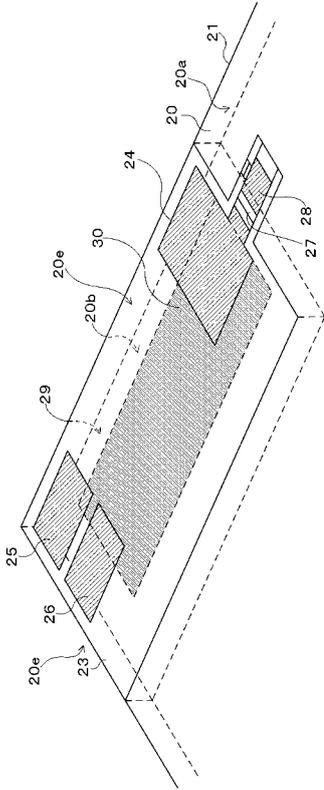
【 図 1 】



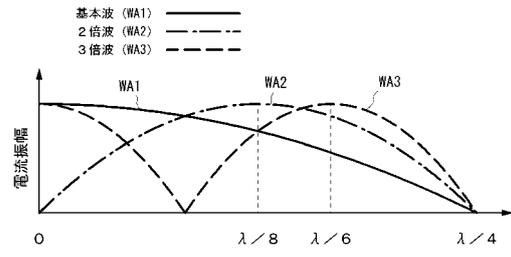
【 図 2 】



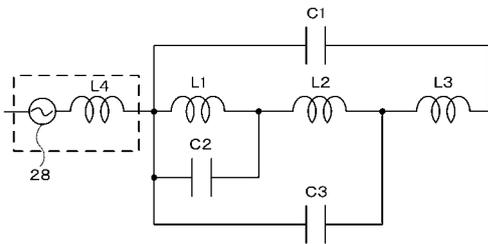
【 図 3 】



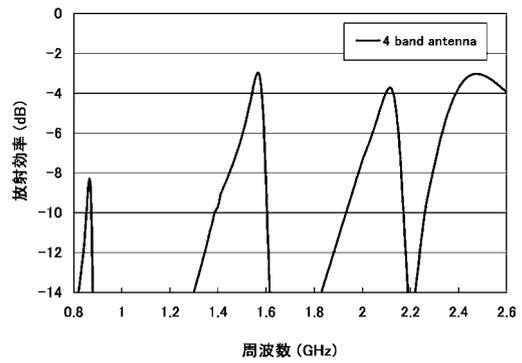
【 図 4 】



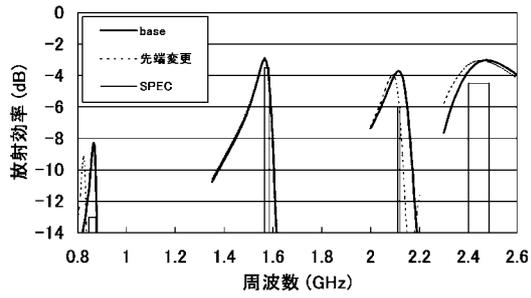
【 図 5 】



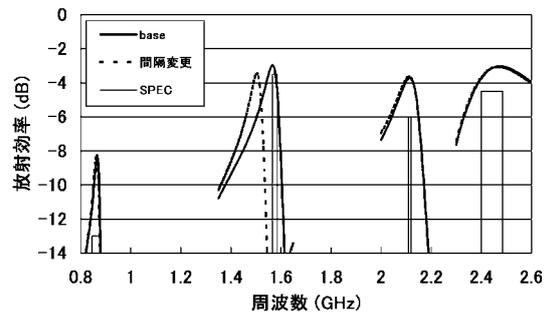
【 図 6 】



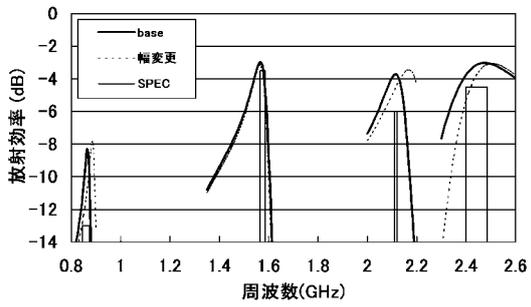
【 図 7 】



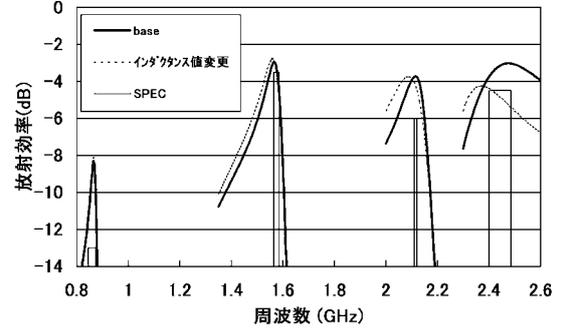
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

高調波共振	1次(基本波)	2次	3次	4次
先端(W1)	10MHz	0MHz	6MHz	6MHz
間隔(W2)	10MHz	284MHz	19MHz	25MHz
幅(W3)	10MHz	1MHz	18MHz	19MHz
インダクタンス値(L4)	10MHz	55MHz	192MHz	711MHz

フロントページの続き

審査官 麻生 哲朗

- (56)参考文献 特開平10 - 173425 (JP, A)
特開2008 - 167172 (JP, A)
特開2010 - 130164 (JP, A)
特開2006 - 270995 (JP, A)
特開2004 - 193875 (JP, A)
特開2002 - 158529 (JP, A)
特開2010 - 068119 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01Q 1/38
H01Q 5/01