

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5569340号
(P5569340)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q	7/00	(2006.01)	HO 1 Q 7/00
HO 1 Q	5/01	(2006.01)	HO 1 Q 5/01
HO 1 Q	1/52	(2006.01)	HO 1 Q 1/52

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2010-246436 (P2010-246436)	(73) 特許権者	000005821 パナソニック株式会社
(22) 出願日	平成22年11月2日(2010.11.2)		大阪府門真市大字門真1006番地
(65) 公開番号	特開2012-34328 (P2012-34328A)	(74) 代理人	100104732 弁理士 徳田 佳昭
(43) 公開日	平成24年2月16日(2012.2.16)		
審査請求日	平成25年3月11日(2013.3.11)	(74) 代理人	100120156 弁理士 藤井 兼太郎
(31) 優先権主張番号	特願2010-152628 (P2010-152628)	(72) 発明者	官下 功寛 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
(32) 優先日	平成22年7月5日(2010.7.5)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	米倉 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

接地導体を有する平面状の接地板と、
前記接地板から水平方向に離れた位置に設けた第1ループアンテナ及び第2ループアンテナと、
前記第1ループアンテナの一端に設けた第1給電点及び第2ループアンテナの一端に設けた第2給電点に対して信号の給電を行う信号給電手段とを備え、
前記第1ループアンテナ及び第2ループアンテナに形成されるループ面は前記接地板に対して垂直に形成され、
前記第1ループアンテナ及び第2ループアンテナの他端は共通の接地線を介して、可変インダクタンスおよび可変容量を経由して前記接地板に接続され、
前記第1ループアンテナの給電点から前記接地板へ至る方向に向かう巻き方向と、前記第2ループアンテナの給電点から前記接地板へ至る方向に向かう巻き方向とが互いに反対方向となるアンテナ装置。

【請求項2】

前記信号給電手段は、前記第1ループアンテナ及び第2ループアンテナに給電する信号の位相を制御する請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記第1ループアンテナ及び第2ループアンテナから放射されるループ面に平行な偏波と、前記第1ループアンテナから前記接地板へ流れ込む電流により放射される偏波とが直交

するように、前記第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナを形成する請求項 2 記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

前記接地板の近傍にある導体を検知する導体検知手段を設け、前記信号給電手段は、前記導体検知手段により検知内容に応じて、前記第 1 給電点から給電する信号の位相と、前記第 2 給電点から給電する信号の位相とを制御する請求項 3 記載のアンテナ装置。

【請求項 5】

基準平面に対する接地板の傾きを検知する姿勢検知手段を設け、前記信号給電手段は、前記姿勢検知手段により検知される傾きに応じて、前記第 1 給電点から給電する信号の位相と、前記第 2 給電点から給電する信号の位相とを制御する請求項 3 記載のアンテナ装置。

10

【請求項 6】

前記信号給電手段は、前記第 1 給電点から給電する信号の位相と、前記第 2 給電点から給電する信号の位相との位相差を異なる値にして受信動作を行い、そのうちで最も受信電力が大きい時の位相差を使用する請求項 3 記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ループアンテナ素子を用いたアンテナ装置に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

近年、ユビキタス社会の中で、アクティブ型の小型無線タグを用いたあらゆるシステムの検討が進められている。人が無線タグを身につけることでヘルスケア、機器のセキュリティ、ハンズフリーの入退室管理など安心安全を実現するシステム、家庭内の家電機器に無線タグを適用したホームネットワーク、スマートメータ、センサーネットワークなどがあげられる。また、ひとつの無線タグでこれらのあらゆるシステムに対応できることが望ましい。アクティブ型の無線タグとしては主に 400MHz 帯と 900MHz 帯が一般的に使用され、これらの周波数帯に対応したアンテナが必要とされる。

【0003】

一方で、複数のアンテナを用いて適応的にアンテナの動作モードを制御することで良好な放射特性を実現するアンテナがある。このアンテナを上記の小型無線タグに用いる場合、波長に対して十分小さい無線タグの筐体内に複数のアンテナを近接して配置しなければならないため、アンテナ間の相互結合が増大し、アンテナの利得が劣化するといった課題が生じる。アンテナ間の相互結合低減が必要とされる。

30

【0004】

従来、複数の周波数に対応し、相互結合が低減できるアンテナとしては、携帯電話向けに主にモノポールアンテナなどの線状アンテナに対して検討されてきた（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献 1】特開 2008 - 199588 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、上記従来の構成では、4分の1波長程度のアンテナ素子の長さを必要とするため、無線タグなど波長に対して十分小さいアンテナ寸法、アンテナ間隔が要求される用途には適さない。

【0007】

本発明は、上記従来の課題に鑑み、波長に対して十分小さい寸法にて複数の周波数に対

50

応し、かつアンテナ間の相互結合を低減できるアンテナ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明のアンテナ装置は、接地導体を有する平面状の接地板と、前記接地板から水平方向に離れた位置に設けた第1ループアンテナ及び第2ループアンテナと、前記第1ループアンテナ及び第2ループアンテナのそれぞれ一端に設けた給電点に対して信号の給電を行う信号給電手段とを備え、前記第1ループアンテナ及び第2ループアンテナに形成されるループ面は前記接地板に対して垂直に形成され、前記第1ループアンテナ及び第2ループアンテナの他端は共通の接地線を介して、可変インダクタンスおよび可変容量を経由して前記接地板に接続され、前記第1ループアンテナの給電点から前記接地板へ至る方向に向かう巻き方向と、前記第2ループアンテナの給電点から前記接地板へ至る方向に向かう巻き方向とが互いに反対方向となるアンテナ装置である。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明のアンテナ装置は、複数の周波数に対して相互結合を低減できるループアンテナを用いることで、波長に対して小さい寸法にて複数の周波数に対応し、かつアンテナ間の相互結合を低減できるアンテナ装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1におけるアンテナ装置の構成を示す図

【図2】本発明の実施の形態1における位相変化量の範囲が0度から90度の移相器104a、104bの構成例を示す図

【図3】本発明の実施の形態1における位相変化量の範囲が0度から-90度の移相器104a、104bの構成例を示す図

【図4】本発明の実施の形態1における整合回路105、106の構成例を示す図

【図5】本発明の実施の形態1における可変容量ダイオードを用いた整合回路105、106の構成例を示す図

【図6】本発明の実施の形態1におけるコンデンサに並列共振回路を挿入した整合回路105、106の構成例を示す図

【図7】本発明の実施の形態1におけるループアンテナ107、108、接地線109の構成例を示す図

【図8】本発明の実施の形態1におけるループアンテナ107、108、接地線109、グランド容量110の構成例を示す図

【図9】(a)本発明の実施の形態1におけるループアンテナ107、108に給電する位相差が0度のときのアンテナ装置の動作を示す図(b)本発明の実施の形態1におけるループアンテナ107、108に給電する位相差が180度のときのアンテナ装置の動作を示す図

【図10】本発明の実施の形態1におけるアンテナ装置の等価回路を示す図

【図11】本発明の実施の形態1における給電端間の相互結合量の計算結果を示す図

【図12】本発明の実施の形態1における接地線109が途中で2つに枝分かれし、一方をグランド容量110に接続し、他方を接地板101に直接接続されている場合のアンテナ装置の等価回路を示す図

【図13】本発明の実施の形態1における接地線109が途中で2つに枝分かれし、一方をグランド容量110に接続し、他方を接地板101に直接接続されている場合の給電端間の相互結合量の計算結果を示す図

【図14】本発明の実施の形態1におけるアンテナ装置の給電位相差の設定手順を示した図

【図15】本発明の実施の形態1におけるアンテナ装置の給電位相差の設定手順を示した図

20

30

40

50

【図 16】本発明の実施の形態 1 におけるアンテナ装置の給電位相差の設定手順を示した図

【図 17】(a) 本発明の実施の形態 1 における接地線 109 とグランド容量 110 の間に、インダクタンス 113 を挿入したアンテナ装置の構成を示す図 (b) 本発明の実施の形態 1 における接地線 109 が可変容量 114 と可変インダクタンス 115 を介してグランドへ接続されるアンテナ装置の構成を示す図

【図 18】本発明の実施の形態 1 における定数を可変とする直列 LC 回路の構成例を示す図

【図 19】本発明の実施の形態 1 における共振周波数を近接させた場合の給電端間の相互結合量の計算結果を示す図

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

第 1 の発明は、接地導体を有する平面状の接地板と、接地板から水平方向に離れた位置に設けた第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナと、第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナのそれぞれ一端に設けた給電点に対して信号の給電を行う信号給電手段とを備えるアンテナ装置に関するもので、第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナに形成されるループ面は接地板に対して垂直に形成され、第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナの他端は共通の接地線を介して、可変インダクタンスおよび可変容量を経由して接地板に接続されるものである。

【0012】

20

これによって、波長に対して小さい寸法にて複数の周波数に対応し、かつアンテナ間の相互結合を低減できるアンテナ装置を実現できる。

【0013】

第 2 の発明は、特に、第 1 の発明の信号給電手段は、第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナに給電する信号の位相を制御するものである。これによって、波長に対して小さい寸法にて複数の周波数に対応し、かつアンテナ間の相互結合を低減できるアンテナ装置を実現できる。

【0014】

第 3 の発明は、特に、第 2 の発明において、第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナから放射されるループ面に平行な偏波と、第 1 ループアンテナから接地板へ流れ込む電流により放射される偏波とが直交するように、第 1 ループアンテナ及び第 2 ループアンテナを形成するものである。これによって、波長に対して小さい寸法にて複数の周波数に対応し、かつアンテナ間の相互結合を低減できるアンテナ装置を実現できる。

30

【0015】

第 4 の発明は、特に、第 3 の発明において、地板の近傍にある導体を検知する導体検知手段を設け、信号給電手段は、導体検知手段により検知内容に応じて、第 1 給電点から給電する信号の位相と、第 2 給電点から給電する信号の位相とを制御するものである。

【0016】

これによって、常に高い送信電力、受信電力が得られる位相差に適応的に設定するダイバシチ通信を行うことで良好な通信状態を得ることができる。

40

【0017】

第 5 の発明は、特に、第 3 の発明において、基準平面に対する接地板の傾きを検知する姿勢検知手段を設け、信号給電手段は、姿勢検知手段により検知される傾きに応じて、第 1 給電点から給電する信号の位相と、第 2 給電点から給電する信号の位相とを制御するものである。これによって、アンテナ装置の姿勢に関わらず良好な放射特性を実現できる。

【0018】

第 6 の発明は、特に、第 3 の発明における信号給電手段は、第 1 給電点から給電する信号の位相と、第 2 給電点から給電する信号の位相との位相差を異なる値にして受信動作を行い、そのうちで最も受信電力が大きい時の位相差を使用するものである。これによって、良好な通信状態を得ることができる。

50

【0019】

以下、本発明のアンテナ装置を実施するための形態について、図面に沿って説明する。なお、この実施の形態によって本発明が限定されるものではない。

【0020】

(実施の形態1)

以下に、本発明のアンテナ装置の実施の形態1の詳細について説明する。

【0021】

図1は、本発明のアンテナ装置の構成を示す図である。X、YおよびZは、各々の座標軸を示す。図1において、接地板101は、接地導体を有する接地板である。接地板101は、長手方向がZ軸方向である。接地板101のZ軸方向の長さLは、X軸方向の長さTよりも長いことが望ましい。

10

【0022】

送受信回路102は、接地板101上に設けられ、送信信号を生成し出力し、入力された受信信号を処理する送受信回路である。なお、送受信回路102は、送信回路のみ、または受信回路のみであってもよい。また、後述する姿勢検知器111から送受信回路102へ本発明のアンテナ装置の傾き情報が入力される。さらに、送受信回路102から後述する移相器104a、104bを制御するための移相量制御信号を出力する。

【0023】

分配器103は、接地板101に設けられ、入力端子が送受信回路102に接続され、送受信回路102から入力される信号を2つに電力分割して出力する分配器である。分配器103は、具体的にはウィルキンソン分配器などで構成される。

20

【0024】

移相器104a、104bは、送受信回路102と分配器103の2つの出力端子にそれぞれ接続され、入力された信号の位相を、送受信回路102から出力される移相量制御信号に基づいて、所定の値に変換して出力する移相器である。これにより後述するループアンテナ107、108に給電する2つの信号の給電位相差を変化させる。2つの信号の位相差を変化させることができればよいので、分配器103の2つの出力端子のうち、一方のみ移相器が接続されていてもよい。また、移相量が固定の値であり、移相量の制御が必要ない場合、移相量制御信号は不要としてもよい。

【0025】

図2は、位相変化量の範囲が0度から90度の移相器104a、104bの構成例を示す図である。複数の異なる移相量を有する移相器をスイッチにて切り替えることにより構成される。移相器はそれぞれ2つの直列コンデンサCとその間に設けられた1つの並列インダクタLにより構成される。移相量が0度の場合は、入出力を直接接続する。

30

【0026】

図3は、位相変化量の範囲が0度から-90度の移相器104a、104bの構成例を示す図である。複数の異なる移相量を有する移相器をスイッチにて切り替えることにより構成される。移相器はそれぞれ2つの並列コンデンサCとその間に設けられた1つの直列インダクタLにより構成される。移相量が0度の場合は、入出力を直接接続する。

【0027】

移相器104a、104bは、チップ部品が使用できるインダクタやコンデンサにより回路を構成できるため、一般的な遅延線路を切り替える方式の移相器を用いた場合に比べて、回路を小型化できる。

40

【0028】

整合回路105は、接地板101上に設けられ、後述するループアンテナ108と移相器104aに接続され、後述するループアンテナ108へ効率よく給電するため、後述するループアンテナ108と移相器104aとの間のインピーダンスの整合を行う整合回路である。

【0029】

整合回路106は、接地板101上に設けられ、後述するループアンテナ107と移相

50

器 104b に接続され、後述するループアンテナ 107 へ効率よく給電するため、後述するループアンテナ 107 と移相器 104b との間のインピーダンスの整合を行う整合回路である。

【0030】

図 4 (a)、(b) は、整合回路 105、106 の構成例を示す図である。直列コンデンサと並列コンデンサにて構成される。後述するループアンテナ 107、108 は放射抵抗が小さいため、損失の非常に小さい整合回路が必要である。インダクタはコンデンサに比べて損失が大きいため、整合回路に使用すると、放射効率が劣化し、利得が大幅に低下する。よって、コンデンサによる整合回路の構成が望ましい。

【0031】

図 5 (a)、(b) は、可変容量ダイオードを用いた整合回路 105、106 の構成例を示す図である。アンテナの整合条件は、周波数により変化するため、整合定数も周波数に応じて変えなければならない。図 4 のコンデンサに可変容量ダイオードを用い、インダクタを経由して任意の直流電圧を与えることにより、容量値を制御することができる。この構成により、使用周波数に応じて容量値を変化させることにより整合をとることができる。

【0032】

図 6 (a)、(b)、(c) は、直列コンデンサに並列共振回路を挿入した整合回路 105、106 の構成例を示す図である。並列共振回路のインピーダンスは周波数により変化し、共振周波数より低い場合はインダクタンス、共振周波数より高いときはキャパシタンスとなる。

【0033】

周波数によりインピーダンスの変化する並列共振回路を直列コンデンサに挿入することにより、コンデンサと共振回路の合成インピーダンスが周波数により変化し、異なる 2 つの周波数において、異なる容量を有することとなる。使用する電波の異なる 2 つの周波数において、アンテナの入力インピーダンスが 20 mS の等コンダクタンス線に変換されるように、直列コンデンサ C1 と並列共振回路を構成するインダクタ L a とコンデンサ C a の定数を調整する。さらに使用する電波の周波数に応じて、並列容量にて信号源の内部インピーダンス 50 に変換する。並列容量の切り替えは図 6 (a) のようにスイッチで選択的に切り替える方法、図 6 (b) のように可変容量ダイオードにより並列容量 C 2 を調整する方法、図 6 (c) のように並列コンデンサに対しても並列共振回路を挿入する方法のいずれであっても良い。これにより異なる 2 つの周波数に対して整合をとることができる。

【0034】

ループアンテナ 107 は、形成するループ面が接地板 101 の面に対して略垂直になるように設けられ、2 つの給電端が、整合回路 106 と、後述する接地線 109、後述するグラウンド容量 110 を経由して接地板 101 とに電気的に接続されたループ状の導体からなるループアンテナである。

【0035】

ループアンテナ 108 は、形成するループ面が接地板 101 の面に対して略垂直になるように設けられ、2 つの給電端が、整合回路 105 と、後述する接地線 109、後述するグラウンド容量 110 を経由して接地板 101 とに電気的に接続されたループ状の導体からなるループアンテナである。

【0036】

ループアンテナ 107、108 は、ループの軸方向が互いに等しい。

【0037】

ループアンテナ 107、108 は、全長が送受信する電波の 1 波長以下である。よってアンテナの最大寸法は半波長以下となる。ループアンテナ 107、108 のループの巻き数は、1 回巻きとしているが、いくらであってもよい。また、ループアンテナ 107、108 のループの形状は図 1 のような矩形でなくてもよい。ループアンテナ 107、108

10

20

30

40

50

は、接地板 101 から突出して設けられている。

【0038】

ループアンテナ 107、108 の給電側（整合回路 105、106 に接続されている給電端側）からグランド側（後述する接地線 109、後述するグランド容量 110 を経由して接地板 101 に接続されている給電端側）へ向かうループの巻き方向は、互いに逆方向でなければならない。なお、ループアンテナ 107、108 のループのサイズは同一が望ましいが、異なってもよい。

【0039】

接地線 109 は、ループアンテナ 107、108 のそれぞれの給電端と接地板 101 とを後述するグランド容量 110 を経由して電氣的に接続し、インダクタンス成分を有する接地線である。図 1 において、ループアンテナ 107、108 のそれぞれの接地板 101 側に接続される方の端子を互いに接続して 1 つの端子とし、共通の接地線 109、後述するグランド容量 110 を経由して接地板 101 に接続される。

10

【0040】

グランド容量 110 は接地線 109 と接地板 101 間を接続する容量素子である。

【0041】

図 1 では、ループアンテナ 107、108 は互いにループ面が交差するように配置され、上部のループにて接地線 109 が接続されている。Z 軸方向を上下方向とすると、ループアンテナ 107、108 はそれぞれ左右対称の構造となっており、ループ面が階段状に屈曲したループアンテナとなっている。ループアンテナ 107、108 はそれぞれの給電端の midpoint 付近にて互いに線が交差している。つまり階段状に屈曲した左右対称のループ面が交差していることとなる。図 7 (a)、(b)、(c) は、ループアンテナ 107、108、接地線 109 の構成例を示す図である。図 7 (a) に示すようにループ面は交差していなくても良い。また図 7 (b) に示すようにループ面が交差している場合、下部のループにて接地線 109 が接続されていても良い。また図 7 (c) に示すようにループ面が交差している場合、例えばループの一部の線が斜め方向を向いたループ形状であっても良い。

20

【0042】

図 8 (a)、(b) は、ループアンテナ 107、108、接地線 109、グランド容量 110 の構成例を示す図である。図 8 (a) は接地線 109 が一部屈曲している例、図 8 (b) は接地線 109 が途中で 2 つに枝分かれし、接地板 101 に接続されている例である。接地線 109 のインダクタンス成分とグランド容量 110 を含めたインピーダンスを、接地線 109 を一部屈曲させる、または分岐させる、または分岐させて一方をグランド容量 110 に接続し、他方を接地板 101 に直接接続するなどにより調整する。接地線 109 はどのような形状であっても良い。ただし、接地線 109 を屈曲する場合、ループアンテナ 107、108 と接地線 109 間に相互インダクタンスが生じることを防止するため、図 8 (a)、(b) のように接地線 109 によって形成されるループの軸方向が、ループアンテナ 107、108 のループ軸方向と直交した構成が望ましい。

30

【0043】

姿勢検知器 111 は、接地板 101 上に設けられ、本発明のアンテナ装置の傾きを検知して、送受信回路 102 に傾き情報を出力する姿勢検知器である。姿勢検知器 111 は具体的には加速度センサや転倒スイッチなど地面に対する傾きがわかるセンサで構成される。

40

【0044】

導体検知器 112 は、接地板 101 上に設けられ、本発明のアンテナ装置が人体や金属などの導体に近接しているかどうかを検知して送受信回路 102 に導体検知情報を出力する導体検知器である。導体検知器 112 は具体的には赤外線センサや容量センサなどの近接センサを用いる方法、微小ループアンテナを用いて近接する導体との相互インダクタンスの変化量を検出する方法、ループアンテナ 107、108 の給電端間に生じる相互結合量が近接する導体の影響により変化することを利用して、相互結合の変化量で近接する導

50

体を検出する方法などで構成される。

【0045】

以上のように構成されたアンテナ装置について、その動作を説明する。

【0046】

送受信回路102から出力された送信信号は、分配器103により2つに電力分割される。2つの分割された信号のうち一方は、移相器104aにより所定の位相に変換され、整合回路105によりインピーダンス変換され、ループアンテナ108に出力される。2つの分割された信号のうち他方は、移相器104bにより所定の位相に変換され、整合回路106によりインピーダンス変換され、ループアンテナ107に出力される。送受信回路102から出力される移相量制御信号にもとづいて、ループアンテナ107、108に位相差給電をおこなう。

10

【0047】

次に上記のように構成されたアンテナ装置の電波の放射について説明する。

【0048】

本発明のアンテナ装置は、ループアンテナ107、108が磁流源を放射源とする磁流アンテナ、接地板101が電流源を放射源とする電流アンテナとして動作する。また、放射する偏波は、図1において地面がXY平面と平行であり、Z軸方向の偏波を垂直偏波、垂直偏波に直交する偏波を水平偏波とすると、ループアンテナ107、108はXY平面上をループ状に電流が流れ、水平偏波を放射する。接地板101は、Z軸方向にループアンテナ素子があり、さらに長手方向がZ軸方向であるので、Z軸方向に電流が流れ、垂直偏波を放射する。磁流アンテナ成分は水平偏波、電流アンテナ成分は垂直偏波を放射する。

20

【0049】

図9(a)は、ループアンテナ107、108に給電する位相差が0度のときのアンテナ装置の動作を示す図である。ループアンテナ107の給電位相を1、ループアンテナ108の給電位相を2、給電位相差を $1 - 2$ とする。位相差が0度のとき、ループアンテナ107、108に流れる電流は互いに逆方向となるため、ループアンテナ107、108から形成される磁流は互いに打ち消しあう。また、ループアンテナ107、108から接地線109に流れ込む電流の向きは、ともに同一方向となるため、接地板101に電流が流れる。

30

【0050】

図9(b)は、ループアンテナ107、108に給電する位相差が180度のときのアンテナ装置の動作を示す図である。位相差が180度のとき、ループアンテナ107、108に流れる電流はともに同一方向となるため、ループアンテナ107、108に磁流が形成される。また、ループアンテナ107、108から接地線109に流れ込む電流の向きは、互いに逆方向となるため、電流は互いに打ち消しあう。

【0051】

図9から、給電位相差を変化させることにより、電流アンテナ、磁流アンテナのいずれの動作モードでアンテナを動作させるか、また、垂直偏波、水平偏波もしくは任意の傾きをもつ偏波のいずれの偏波で放射するか制御することが出来る。

40

【0052】

また、図1や図7(b)、(c)のようにループ面が交差している場合、位相差が180度としたときに図7(a)の構成に比べて効果的に電流アンテナ成分を抑制できる。図1や図7(b)、(c)では、ループアンテナ107、108が左右対称の構造となっており、上部と下部のループを接続するZ軸方向の線状部分に流れる電流が、同振幅、逆位相となるためである。よって、本発明のアンテナ装置を偏波制御の目的で使用する場合、ループアンテナ107、108は左右対称の構造で、ループ面が交差している構成が望ましい。

【0053】

次にアンテナ装置の複数周波数帯における相互結合低減について説明する。

50

【 0 0 5 4 】

図10(a)、(b)は本発明のアンテナ装置の等価回路を示す図である。ループアンテナ107、108の自己インダクタンスを L_1 、 L_2 、ループアンテナ107、108間に生じる相互インダクタンスを M 、ループアンテナ107、108間に生じる容量を C_{12} 、接地線109の自己インダクタンスを L_3 、グランド容量110のキャパシタンスを C_g とする。本発明のアンテナ装置は、図10(a)のように等価回路に置き換えられて、図10(b)のように変換される。

【 0 0 5 5 】

容量 C_{12} とアンテナの各部位に生じるインダクタンス成分により、給電端間に並列共振回路が発生する。また容量 C_g とアンテナの各部位に生じるインダクタンス成分により、給電端とグランド間に直列共振回路が発生する。これら2つの共振回路は帯域阻止フィルタとして動作し、給電端間の相互結合を抑圧する効果がある。それぞれの共振周波数が、使用する2つの電波の周波数と一致するように調整することにより、相互結合によるアンテナ利得の劣化を防ぐことができる。具体的な共振周波数の調整方法は、接地線109の長さ、形状によるインダクタンス L_3 の調整、グランド容量110の容量値 C_g の調整、ループアンテナ107、108のループ間の距離、ループ面積、線の太さによる自己インダクタンス L_1 、 L_2 、相互インダクタンス M 、容量 C_{12} の調整にて行う。図11は給電端間の相互結合量の計算結果を示す図である。2つの周波数において相互結合が大きく低下していることがわかる。

【 0 0 5 6 】

図12(a)、(b)は図8のように接地線109が途中で2つに枝分かかれし、一方をグランド容量110に接続し、他方を接地板101に直接接続されている場合の本発明のアンテナ装置の等価回路を示す図である。アンテナ装置は、図12(a)のように等価回路に置き換えられて、図12(b)のように変換される。接地線109の自己インダクタンスのうち接地板101に直接接続されているほうを新たに $L_{3'}$ としている。本発明のアンテナ装置に金属などが近接すると、ループアンテナ107、108と金属との間に容量 C_{gnd} が発生する。この容量 C_{gnd} は接地線のインダクタンス L_3 と並列共振回路を構成する。金属との距離が離れている場合は、容量 C_{gnd} は0に近いいため、容量 C_{gnd} と接地線のインダクタンス L_3 による並列共振周波数は非常に高い。しかし金属との距離が近くなると容量 C_{gnd} が大きくなり、並列共振周波数が使用する電波の周波数にちかくなり、上記で述べた相互結合を低減するために調整した2つの共振周波数に大きく影響する。接地線109を分岐させ、インダクタンス $L_{3'}$ を新たにもうけ、 L_3 に対して $L_{3'}$ が小さい値となるように接地線109が分岐後の長さをそれぞれ調節する。容量 C_{gnd} と並列共振回路を構成するインダクタは、 L_3 と $L_{3'}$ が並列に接続された合成インダクタンスとなる。 L_3 と $L_{3'}$ の合成インダクタンスは、実質的に値の低い $L_{3'}$ となる。これにより、容量 C_{gnd} と接地線109のインダクタンス成分による並列共振周波数を使用する電波の周波数帯に対して十分高くすることができ、金属の影響による相互結合特性の変動を低減することができる。図13は図8のように接地線109が途中で2つに枝分かかれし、一方をグランド容量110に接続し、他方を接地板101に直接接続されている場合の給電端間の相互結合量の計算結果を示す図である。2つの周波数において相互結合が大きく低下していることがわかる。

【 0 0 5 7 】

次にアンテナ装置の位相差制御方法について説明する。

【 0 0 5 8 】

図14は本発明のアンテナ装置の給電位相差の設定手順を示した図である。

【 0 0 5 9 】

ステップ1にて給電位相差の設定を開始する。ステップ2にて導体検知器112にて検知した導体検知情報を送受信回路102へ出力する。送受信回路102は、導体検知器112から出力された導体検知情報を認識すると(ステップ3)、導体検知情報が人体や金属が近接していることを示すとされる場合は給電位相差を180度に設定して磁流アンテ

10

20

30

40

50

ナとして動作させ、導体検知情報が人体や金属が近接していないことを示すとされる場合は給電位相差を0度に設定して電流アンテナとして動作させる(ステップ4)。

【0060】

これにより人体や金属とアンテナ間の距離に関わらず良好な放射特性を実現できる。

【0061】

また、送受信回路102は姿勢検知器111から得られたアンテナ装置の傾き情報を元に、アンテナ装置から放射する偏波を切り替える。図15は本発明のアンテナ装置の給電位相差の設定手順を示した図である。まず、給電位相差の設定を開始する(ステップ1)。次に、姿勢検知器111にてアンテナ装置の傾きを検知する(ステップ2)。そして、送受信回路102は姿勢検知器111から出力される傾き情報を認識すると(ステップ3)、傾き情報を基にして到来する電波の偏波の傾きと同一偏波となるように給電位相差を設定する(ステップ4)。これにより、アンテナ装置の姿勢に関わらず良好な放射特性を実現できる。

10

【0062】

また、導体検知情報あるいは傾き情報によらず、給電位相差を常に複数パターン切り替えて通信し、常に高い送信電力、受信電力が得られる位相差に適応的に設定するダイバシチ通信を行うことで良好な通信状態を得ることができる。図16は本発明のアンテナ装置の給電位相差の設定手順を示した図である。ステップ1にて給電位相差の設定を開始する。ステップ2にて送受信回路102は給電位相差をAに設定し、電波の受信電力を測定する。ステップ3にて送受信回路102は給電位相差をBに設定し、電波の受信電力を測定する。ステップ4にて送受信回路102は給電位相差をCに設定し、電波の受信電力を測定する。ステップ5にて送受信回路102は給電位相差A、B、Cのうちもっとも電波の受信電力が高かった給電位相差を設定する。

20

【0063】

なお、給電位相差A、B、Cは、それぞれ異なる値である。それらの値は、あらかじめ決めておいてもよいし、設定開始時にランダムに決定してもよい。

【0064】

なお、アンテナ寸法の制約条件が厳しく、ループアンテナ107、108、接地線109の寸法によって相互結合低減のための共振周波数の調整が困難である場合、図17(a)に示すように接地線109とグランド容量110の間に、適切な定数のインダクタンス113を挿入することで共振周波数の調整の自由度を向上させることができる。インダクタンス113の定数を調整することにより図10におけるインダクタンスL3を調整できるためである。

30

【0065】

なお、相互結合低減のための共振周波数を適応的に可変としたい場合、例えば2周波以上の多周波に対応したい場合、人体や金属などの導体の影響を図8に示した複雑な接地線の構造ではなく回路的に対応したい場合、図17(b)に示すように接地線109が可変容量114と可変インダクタンス115を介してグランドへ接続されるようにすることで実現できる。図18に定数を可変とする直列LC回路の具体的な回路構成を示す。図18(a)のように直列LC回路の途中にてダイオードをON、OFFすることにより接地する方法、図18(b)のように異なる定数にて構成された直列LC回路をスイッチにて切り替える方法、図18(c)のようにインダクタンスは固定とし、可変容量114を可変容量ダイオードにて構成する方法がある。人体や金属などの導体の影響への対応については、導体が近接しない状態、導体が近接した状態での可変容量114および可変インダクタンス115の最適な定数をあらかじめ抽出しておき、導体検知器112の導体検出の有無により、可変容量114と可変インダクタンス115の定数を切り替える。

40

【0066】

なお、広帯域に相互結合を低減させたい場合、共振周波数を近接させることで実現できる。図19は共振周波数を近接させた場合の相互結合量の計算結果である。等価回路モデルを計算結果にフィッティングさせた結果についてもあわせて示す。420~470MH

50

z 付近で相互結合が低減されていることがわかる。

【 0 0 6 7 】

以上によれば、複数の周波数に対して相互結合を低減できるループアンテナを用いることで、波長に対して小さい寸法にて複数の周波数に対応し、かつアンテナ間の相互結合を低減できるアンテナ装置を実現できる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 8 】

本発明のアンテナ装置はヘルスケア、機器のセキュリティ、ハンズフリーの入退室管理システム、ホームネットワーク、スマートメータ、センサーネットワークなど無線タグを用いたシステムのアンテナ装置として適用できる。

10

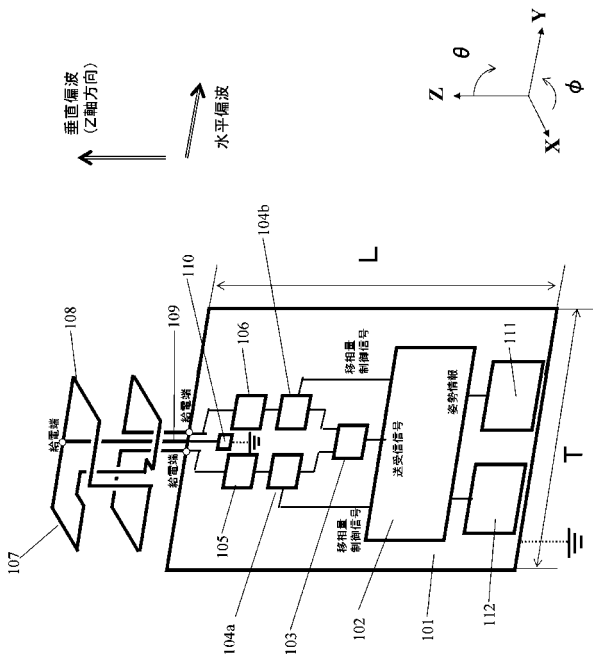
【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

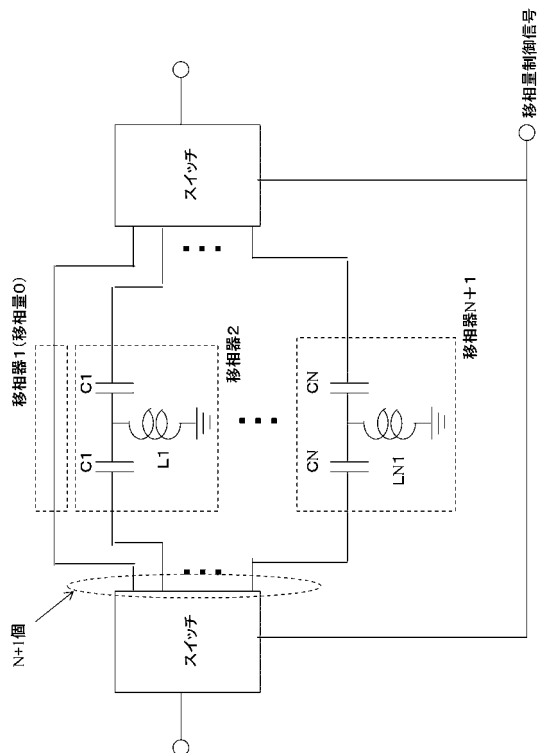
- 1 0 1 接地板
- 1 0 2 送受信回路
- 1 0 3 分配器
- 1 0 4 a、1 0 4 b 移相器
- 1 0 5、1 0 6 整合回路
- 1 0 7、1 0 8 ループアンテナ
- 1 0 9 接地線
- 1 1 0 グランド容量
- 1 1 1 姿勢検知器
- 1 1 2 導体検知器
- 1 1 3 インダクタンス
- 1 1 4 可変容量
- 1 1 5 可変インダクタンス

20

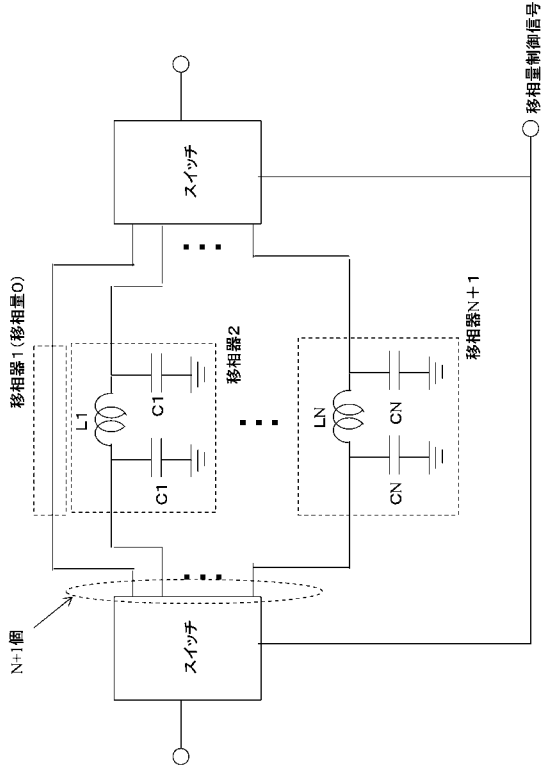
【 図 1 】



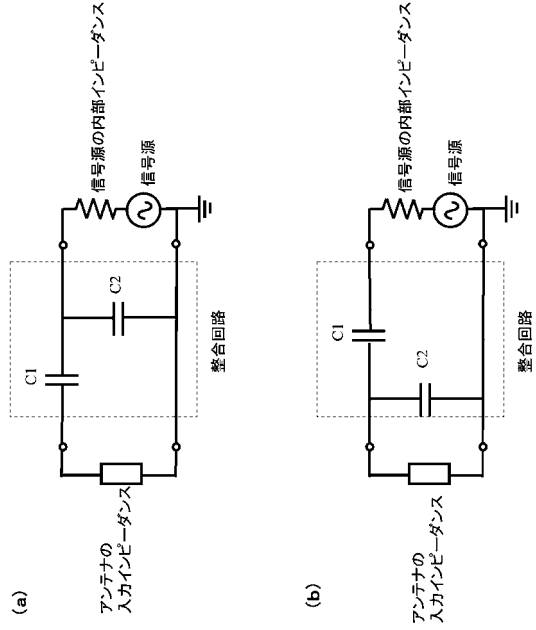
【 図 2 】



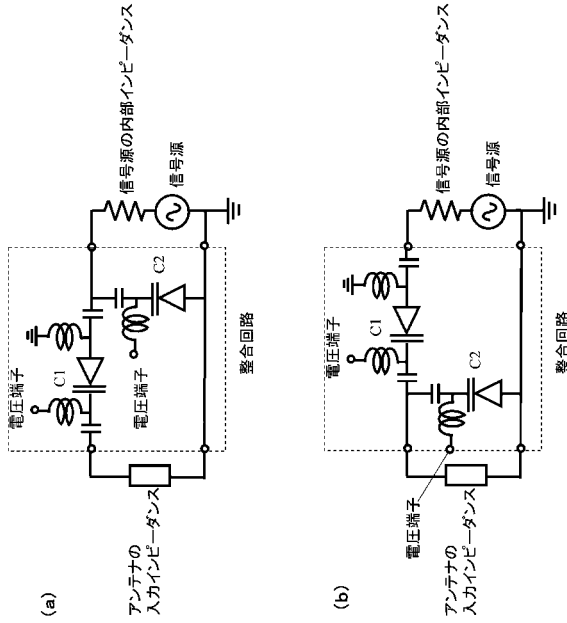
【図3】



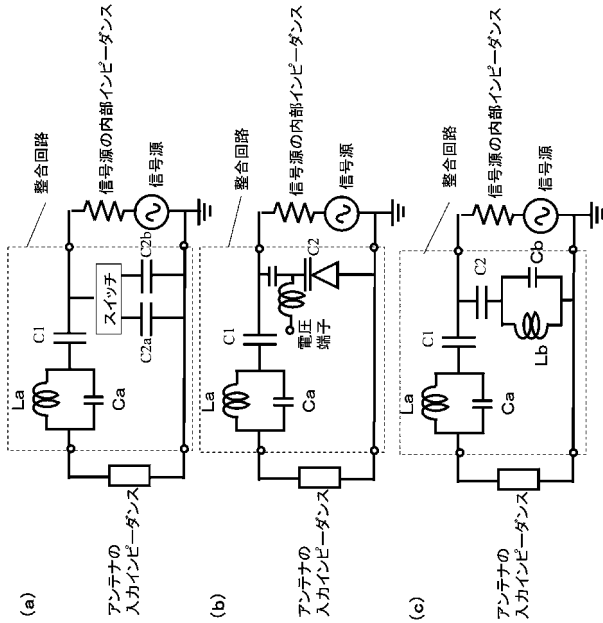
【図4】

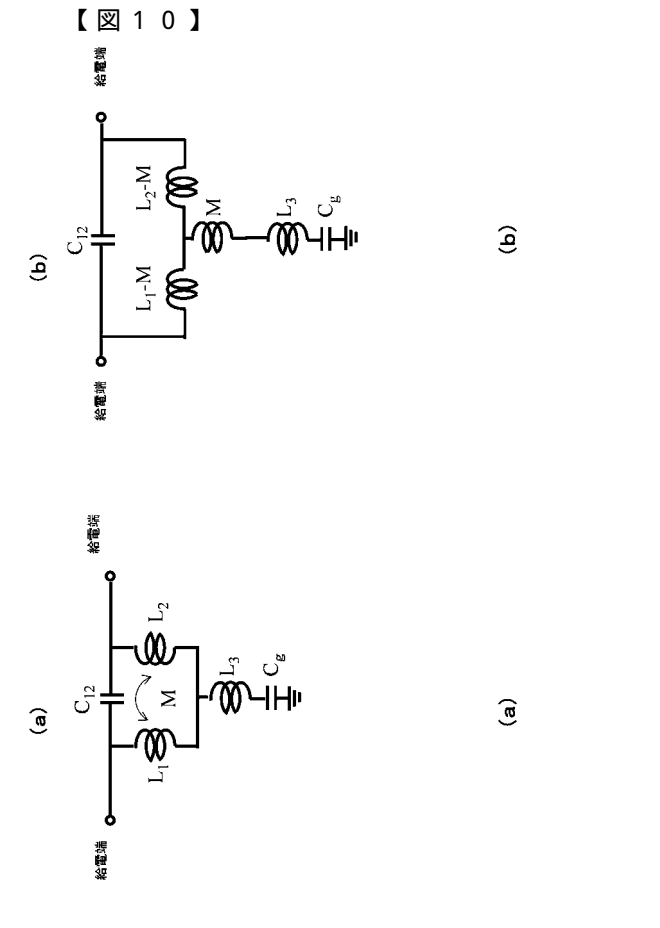
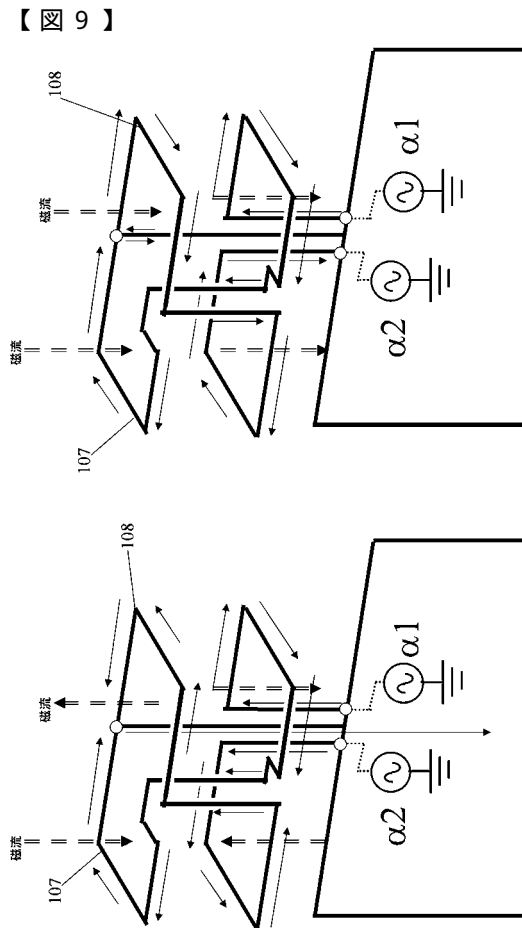
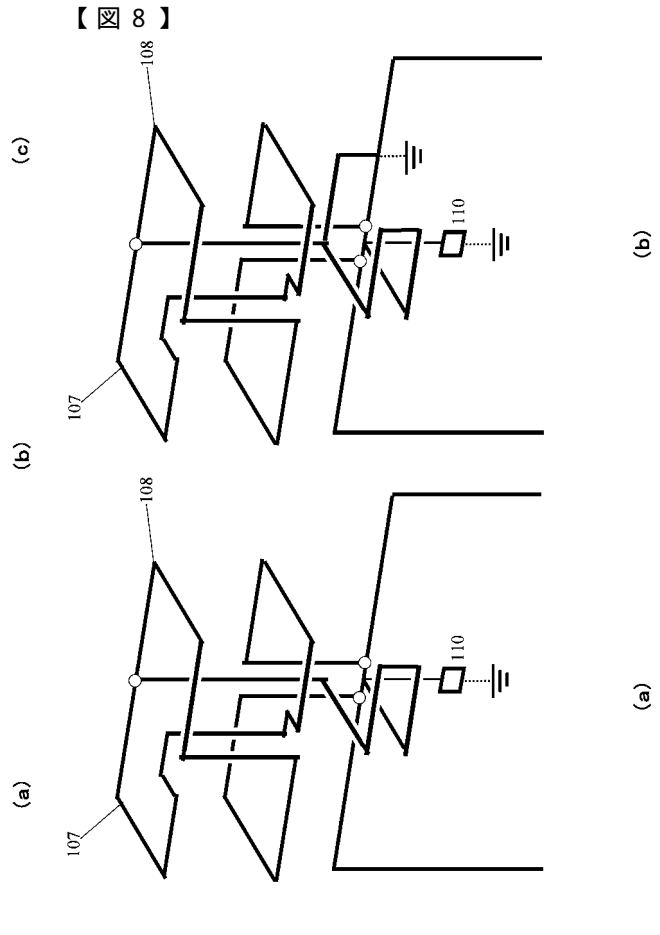
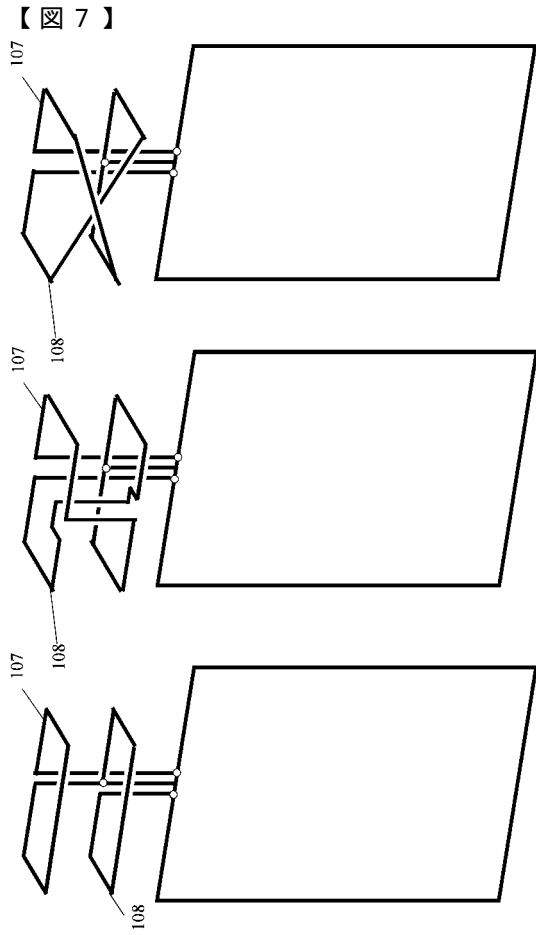


【図5】

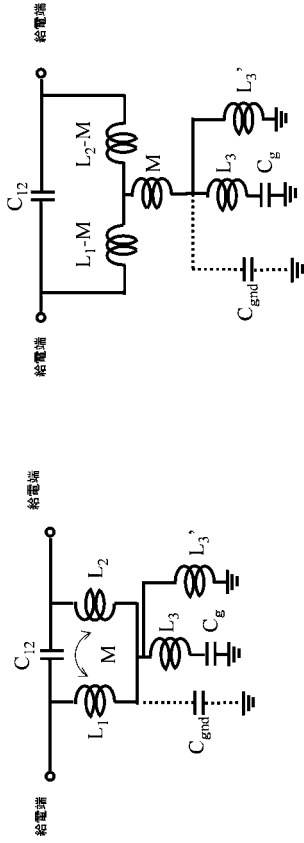


【図6】





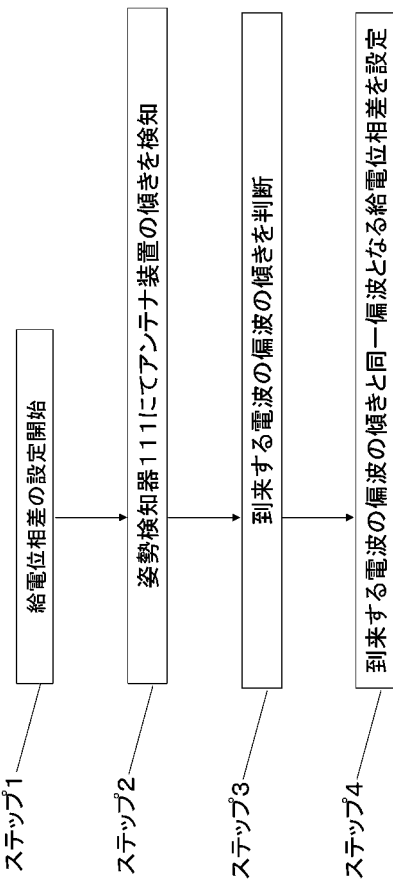
【図 1 2】



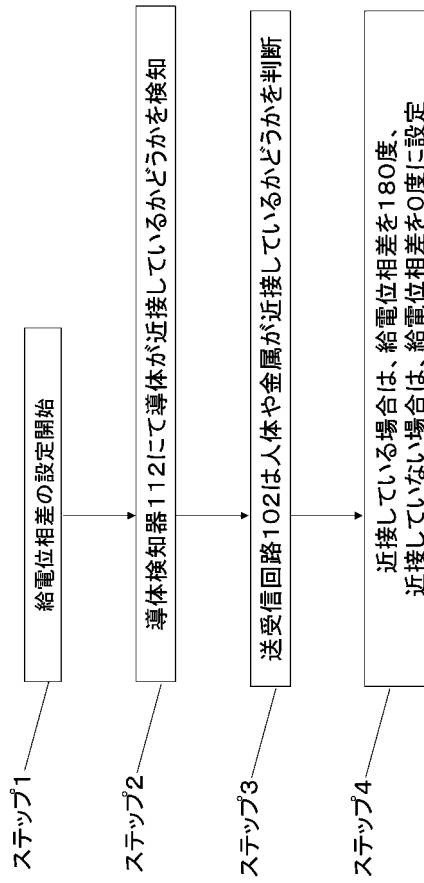
(a)

(b)

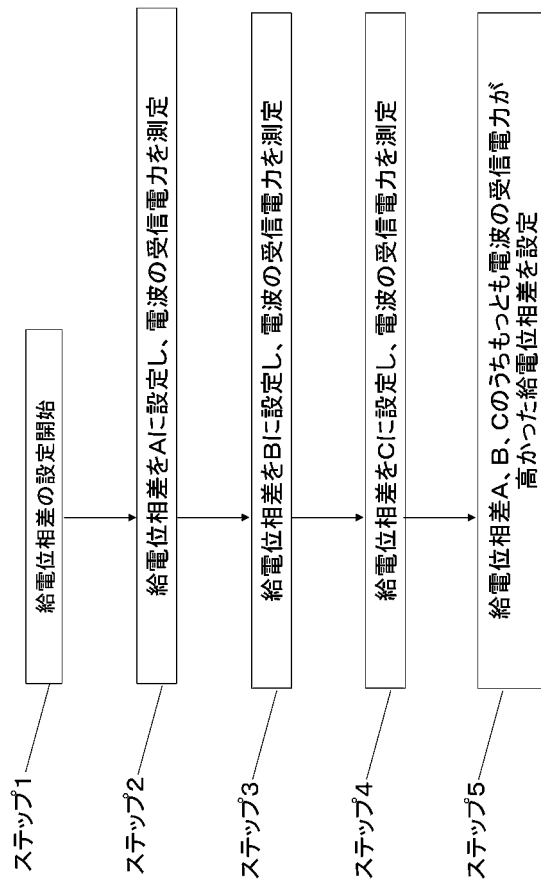
【図 1 5】



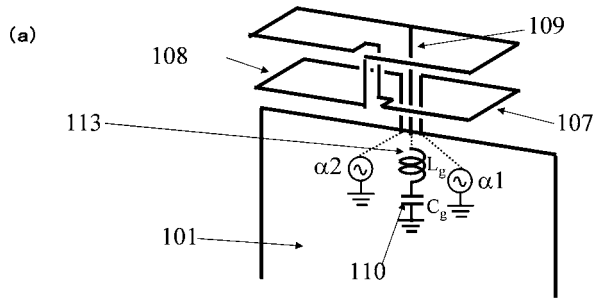
【図 1 4】



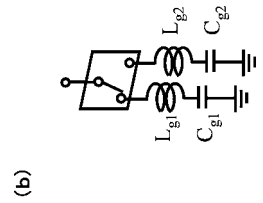
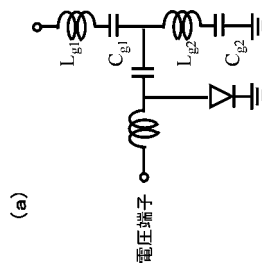
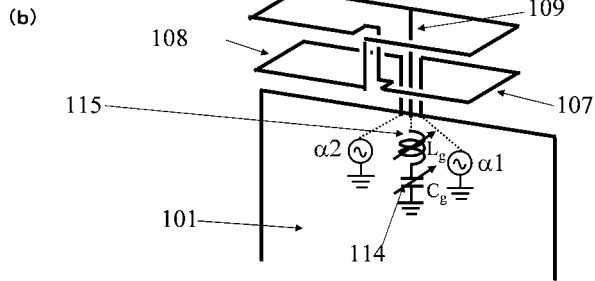
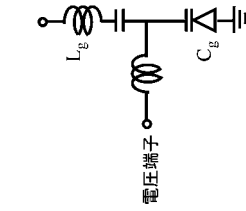
【図 1 6】



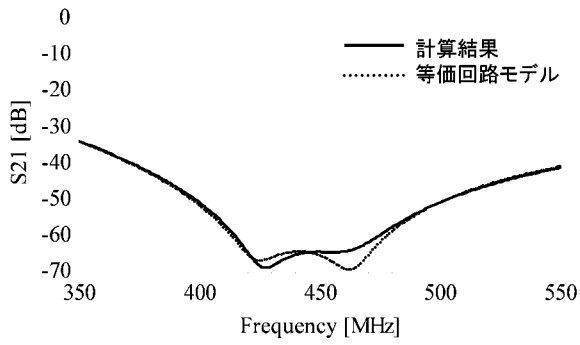
【図17】



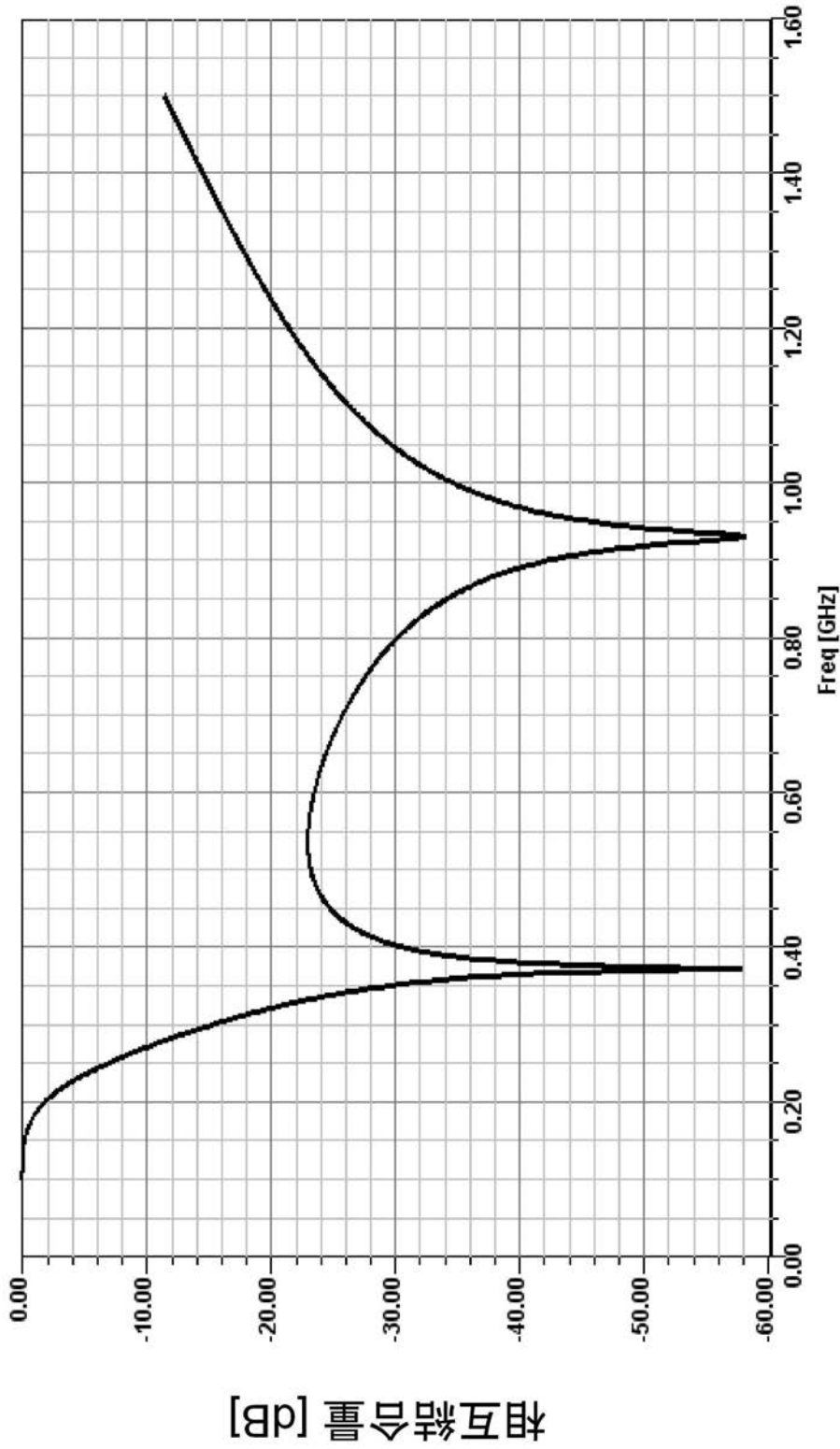
【図18】



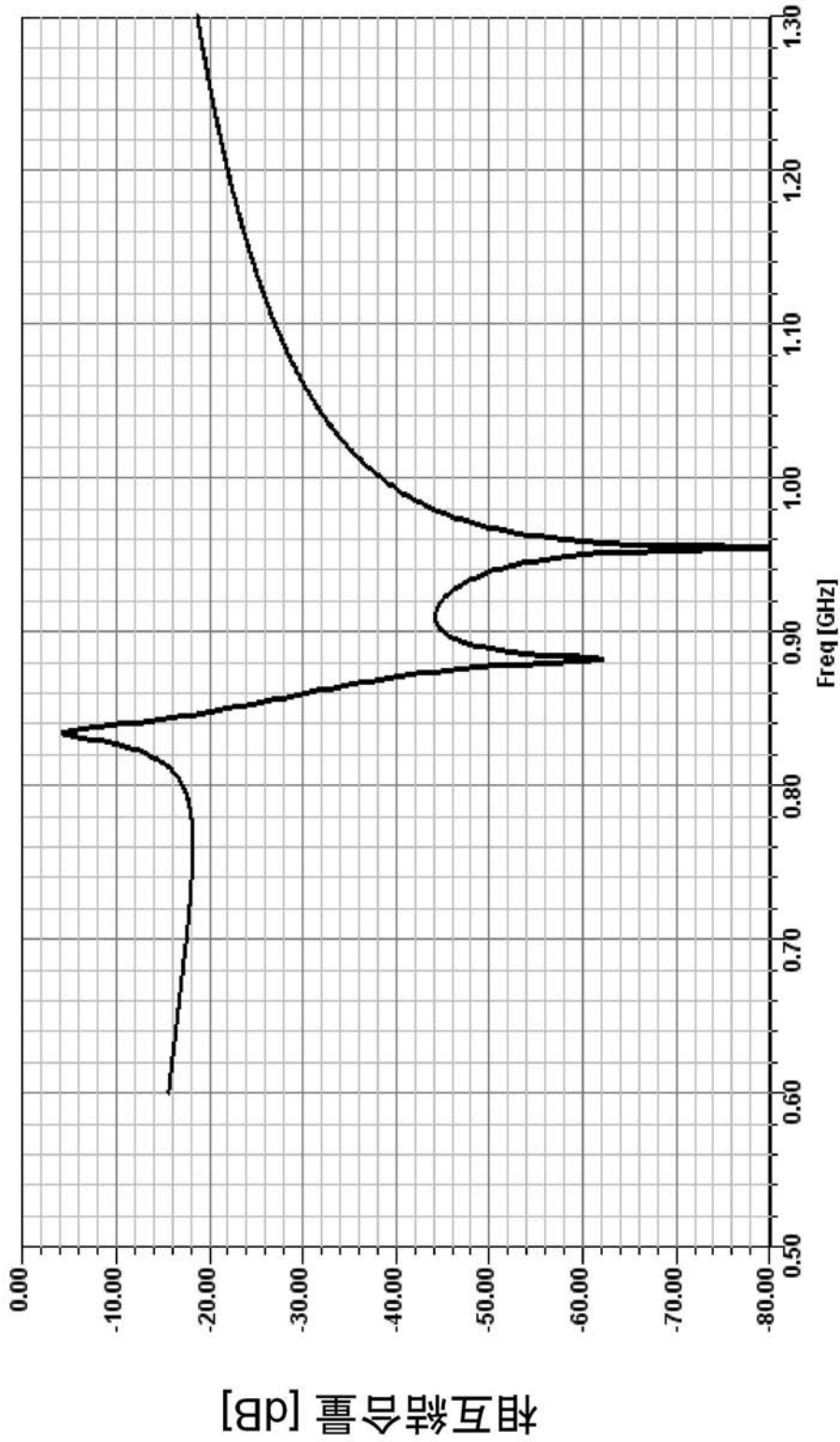
【図19】



【図 11】



【図 13】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-035124(JP,A)
特開2008-113233(JP,A)
特開2010-081268(JP,A)
特開2005-175902(JP,A)
実開昭61-026338(JP,U)
特開2011-114737(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 7/00
H01Q 1/52
H01Q 5/01