

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6658439号
(P6658439)

(45) 発行日 令和2年3月4日(2020.3.4)

(24) 登録日 令和2年2月10日(2020.2.10)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 Q 13/08 (2006.01) H O 1 Q 13/08
 H O 1 Q 1/42 (2006.01) H O 1 Q 1/42

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-197466 (P2016-197466)	(73) 特許権者	000004695
(22) 出願日	平成28年10月5日(2016.10.5)		株式会社 S O K E N
(65) 公開番号	特開2018-61137 (P2018-61137A)		愛知県日進市米野木町南山500番地20
(43) 公開日	平成30年4月12日(2018.4.12)	(73) 特許権者	000004260
審査請求日	平成30年9月7日(2018.9.7)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(74) 代理人	100106149
			弁理士 矢作 和行
		(74) 代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	杉本 勇次
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内
			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】

板状の導体部材である地板(10)と、
 前記地板と所定の間隔をおいて対向するように設置された板状の導体部材であるパッチ部(20)と、
 前記パッチ部と前記地板とを電氣的に接続する導体部材である短絡部(60)と、
 前記パッチ部にとって前記地板が配置されていない側に、前記パッチ部と所定の間隔をおいて対向するように設置された板状の導体部材である付加導体(30)と、
 前記パッチ部に給電するための給電線路(70)と、を備え、
 前記付加導体の中心が、前記パッチ部の中心および前記短絡部と上面視において重なるように配置されており、

前記短絡部が備えるインダクタンスと、前記地板と前記パッチ部が形成する静電容量と、前記パッチ部と前記付加導体が形成する静電容量とを用いて並列共振することを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、
 前記付加導体は、上面視において前記パッチ部を覆うように、前記パッチ部よりも大きく形成されていることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

10

20

前記地板の面積は、前記パッチ部の面積の 1.5 倍以上であり、
前記付加導体の面積は、前記パッチ部の面積の 1.2 倍以上であり、かつ、前記地板の面積よりも小さいことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 の何れか 1 項において、
前記パッチ部と前記付加導体の間には樹脂が充填されていることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れか 1 項において、
前記地板は、前記アンテナ装置を収容する筐体の金属部分 (10A) を用いて実現されていることを特徴とするアンテナ装置。 10

【請求項 6】

請求項 1 から 3 の何れか 1 項において、
前記付加導体は、前記アンテナ装置を収容する筐体の金属部分 (30A) を用いて実現されていることを特徴とするアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、メタマテリアルの応用技術である 0 次共振を利用した、平板構造を有するアンテナ装置に関する。 20

【背景技術】

【0002】

従来、0 次共振を利用したアンテナ装置として、給電ケーブルの外部導体と接続されてグラウンドとして機能する平板状の金属導体 (以降、地板) と、当該地板に対向するように配置されるとともに任意の位置に給電点が設けられた平板状の金属導体 (以降、パッチ部) と、地板とパッチ部とを電氣的に接続する短絡部と、を備えるアンテナ装置がある (例えば特許文献 1)。

【0003】

この種のアンテナ装置では、地板とパッチ部との間に形成される静電容量と、短絡部が備えるインダクタンスとによって、その静電容量とインダクタンスに応じた周波数において並列共振を生じさせる。地板とパッチ部との間に形成される静電容量は、パッチ部の面積に応じて定まる。 30

【0004】

上記構成におけるアンテナ装置は、パッチ部の面積を調整したり、地板とパッチ部との距離を調整したりすることで、当該アンテナ装置において送受信の対象とする周波数 (以降、対象周波数) を所望の周波数とすることができる。

【0005】

なお、特許文献 1 には、地板において短絡部と接続する部分に、らせん負荷としてのスパイラルパターンを設けた構成が開示されている。地板と短絡部との接続部分にスパイラルパターンを導入することによって、並列共振の発生に寄与するインダクタンスが増加する。そのため、スパイラルパターンを導入したアンテナ装置は、同一サイズのパッチ部を備えるスパイラルパターンが導入されていないアンテナ装置に比べて共振周波数 (換言すれば対象周波数) を低減することができる。 40

【0006】

パッチ部の面積を維持したまま対象周波数を低減できるということは、換言すれば、同一の周波数を対象周波数とする場合にはパッチ部の面積を削減できることを意味する。パッチ部の面積を削減できるということは、アンテナ装置の上面視における面積 (以降、アンテナ面積) を小さくできることを意味する。つまり、特許文献 1 の構成は、アンテナ面積の低減にも利用することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特表２０１２－５０８５３８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

アンテナ装置は、さらなる小型化が望まれている。特許文献１の構成では、地板にスパイラルパターンを設けることによってインダクタンスを増加させ、アンテナ面積の低減を実現する。そのため、特許文献１の構成を用いてアンテナ面積をさらに低減しようとする

10

と、スパイラルパターンのターン数（いわゆる巻数）を増加させる必要がある。

【０００９】

しかしながら、スパイラルパターンは地板面を利用して（例えばエッチングして）設けられるため、スパイラルパターンのターン数の増加は、地板面積の縮小を意味する。一方、地板の面積が対象周波数に対して小さすぎると、アンテナ装置としての動作が不安定になってしまう。つまり、アンテナ装置の動作を安定させるためには、地板が、対象周波数に応じて定まる所定の面積よりも十分に大きく形成されている必要がある。そのため、特許文献１に開示の方法による共振周波数の低減には限界がある。

【００１０】

また、特許文献１の開示の構成は、インダクタンスを増加させる一方、静電容量を減少させてしまう。アンテナ装置が有する静電容量を減少させ、かつ、インダクタンスを大きくすると、共振のピークの鋭さを示すＱ値が大きくなり、アンテナ装置としてのロバスト性が低下してしまう。Ｑ値は下記数式に示すように、インダクタンスが大きいほど、また、静電容量が小さいほど、大きくなるためである。なお、式中のＲは純抵抗値を、Ｌはインダクタンスを、Ｃは静電容量を、それぞれ表している。

20

【数１】

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

【００１１】

本発明は、この事情に基づいて成されたものであり、その目的とするところは、Ｑ値の増加を抑制しつつ、アンテナ面積の低減が可能なアンテナ装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【００１２】

その目的を達成するための本発明は、板状の導体部材である地板（１０）と、地板と所定の間隔をおいて対向するように設置された板状の導体部材であるパッチ部（２０）と、パッチ部と地板とを電氣的に接続する導体部材である短絡部（６０）と、パッチ部にとって地板が配置されていない側に、パッチ部と所定の間隔をおいて対向するように設置された板状の導体部材である付加導体（３０）と、パッチ部に給電するための給電線路（７０）と、を備え、付加導体の中心が、パッチ部の中心および短絡部と上面視において重なるように配置されており、短絡部が備えるインダクタンスと、地板とパッチ部が形成する静電容量と、パッチ部と付加導体が形成する静電容量とを用いて並列共振することを特徴とする。

40

【００１３】

以上の構成では、短絡部はその長さに応じた所定のインダクタンスを備えており、パッチ部は、地板との間にその面積に応じた静電容量を形成する。アンテナ装置の等価回路において、地板とパッチ部とが形成する静電容量は、短絡部に由来するインダクタンスと並列に接続する。

【００１４】

また、付加導体は、パッチ部との間に、パッチ部との離隔及び付加導体の面積に応じた静電容量を形成する。パッチ部と付加導体に由来する静電容量は、アンテナ装置の等価回

50

路において、地板とパッチ部との間に形成される静電容量に並列接続する。

【0015】

したがって、上記構成では、地板とパッチ部に由来する静電容量と、パッチ部と付加導体に由来する静電容量の合計値が、短絡部が備えるインダクタンスと対象周波数で並列共振を生じさせる静電容量となっていればよい。つまり、上記構成によれば、同一の周波数を対象周波数とする従来構成に比べて、パッチ部の面積を小さくすることができる。パッチ部の面積の削減は、前述の通り、アンテナ面積の低減につながる。なお、ここでの従来構成とは、パッチ部の上側に付加導体を設けない構成を指す。パッチ部の上側とは、パッチ部にとって地板が存在しない側である。

【0016】

そして、以上の構成によるアンテナ面積の低減は、静電容量の増加によって達成されるため、インダクタンスを増加させる必要はない。したがって、Q値の増加を抑制しつつ、アンテナ面積を低減することができる。

【0017】

なお、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】アンテナ装置100の概略的な外観斜視図である。

【図2】図1に示すII-II線におけるアンテナ装置100の断面図である。

【図3】アンテナ装置100の等価回路図である。

【図4】比較構成としてのアンテナ装置100Xの構成を示した図である。

【図5】パッチ部20に対する付加導体30の面積比率と、並列共振周波数の関係を示したグラフである。

【図6】変形例1におけるアンテナ装置100の概略的な構成を示した図である。

【図7】変形例2におけるアンテナ装置100の概略的な構成を示した図である。

【図8】変形例3におけるアンテナ装置100の概略的な構成を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について図を用いて説明する。図1は、本実施形態に係るアンテナ装置100の概略的な構成の一例を示す外観斜視図である。図2は、図1に示すII-II線におけるアンテナ装置100の断面図である。

【0020】

このアンテナ装置100は、所定の対象周波数の電波を送受信するように構成されている。もちろん、他の態様としてアンテナ装置100は、送信と受信の何れか一方のみに利用されても良い。

【0021】

対象周波数は、ここでは一例として850MHzとする。もちろん、対象周波数は適宜設計されれば良く、他の態様として例えば300MHzや、760MHz、900MHz、5.9GHz等としてもよい。アンテナ装置100は、対象周波数だけでなく、対象周波数の前後所定範囲内の周波数の電波もまた送受信可能となる。便宜上以降では、アンテナ装置100が送受信可能な周波数の帯域を、動作帯域とも記載する。

【0022】

アンテナ装置100は、例えば同軸ケーブルを介して図示しない無線機と接続されており、アンテナ装置100が受信した信号は逐次無線機に出力される。また、アンテナ装置100は無線機から入力される電気信号を電波に変換して空間に放射する。無線機は、アンテナ装置100が受信した信号を利用するとともに、当該アンテナ装置100に対して送信信号に応じた高周波電力を供給するものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

なお、本実施形態ではアンテナ装置 1 0 0 と無線機とを同軸ケーブルで接続する場合を想定して説明するが、フィーダ線など、その他の周知の通信ケーブルを用いて接続しても良い。また、アンテナ装置 1 0 0 と無線機とは、同軸ケーブルのほかに、周知の整合回路やフィルタ回路などを介して接続される構成となっても良い。

【 0 0 2 4 】

以下、アンテナ装置 1 0 0 の具体的な構成について述べる。アンテナ装置 1 0 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、地板 1 0、パッチ部 2 0、付加導体 3 0、第 1 支持部 4 0、第 2 支持部 5 0、短絡部 6 0、及び、給電線路 7 0 を備える。便宜上以降では、地板 1 0 に対してパッチ部 2 0 や付加導体 3 0 が設けられている側を、アンテナ装置 1 0 0 にとって

10

【 0 0 2 5 】

地板 1 0 は、銅などの導体を素材とする板状（箔を含む）の導体部材である。この地板 1 0 は、同軸ケーブルの外部導体と電氣的に接続されて、アンテナ装置 1 0 0 におけるグラウンド電位（換言すれば接地電位）を提供する。なお、地板 1 0 は、アンテナ装置 1 0 0 を安定して動作させるために必要な大きさを備えていけばよい。地板 1 0 の面積は、少なくともパッチ部 2 0 より大きく、パッチ部 2 0 の面積の 1 . 5 倍以上であることが好ましい。ここでは一例として地板 1 0 は、パッチ部 2 0 の 1 . 8 倍相当の面積を有するものとする。

【 0 0 2 6 】

20

また、地板 1 0 を上側から見た形状（以降、平面形状）は適宜設計されればよい。ここでは一例として地板 1 0 の平面形状を正形状とするが、他の態様として地板 1 0 の平面形状は、長形状であってもよいし、その他の多角形状であってもよい。また、円形（楕円を含む）状であってもよい。もちろん、直線部分と曲線部分とを組み合わせた形状であってもよい。

【 0 0 2 7 】

パッチ部 2 0 は、銅などの導体を素材とする板状の導体部材である。パッチ部 2 0 は、第 1 支持部 4 0 を介し、地板 1 0 と対向するように配置されている。なお、ここでは一例としてパッチ部 2 0 の平面形状は正方形とするが、その他、長形状であってもよいし、長方形以外の形状（例えば円形や八角形等）であってもよい。また、一部に切り欠き部やスリットが設けられていてもよい。例えば 1 対の対角部分に縮退分離素子としての切り欠きが設けられていてもよい。

30

【 0 0 2 8 】

付加導体 3 0 は、銅などの導体を素材とする板状（箔を含む）の導体部材である。この付加導体 3 0 は、第 2 支持部 5 0 を介し、パッチ部 2 0 と所定の間隔をおいて対向するように配置されている。付加導体 3 0 は、上面視においてパッチ部 2 0 を覆うように、パッチ部 2 0 よりも大きいことが好ましい。ここでは一例として、付加導体 3 0 の平面形状は、付加導体 3 0 の面積がパッチ部 2 0 の面積の 1 . 2 倍となるように、パッチ部 2 0 を相似拡大した形状とする。

【 0 0 2 9 】

40

付加導体 3 0 は、その中心がパッチ部 2 0 の中心（以降、パッチ中心点）と上面視において重なるように配置されている。付加導体 3 0 の中心や、パッチ中心点は、それぞれの重心に相当する点とすればよい。本実施形態の付加導体 3 0 は正形状であるため、付加導体 3 0 の中心とは、正方形の対角線の交点に相当する。また、本実施形態のパッチ部 2 0 は正形状であるため、パッチ中心点は、正方形の対角線の交点に相当する。

【 0 0 3 0 】

なお、ここでは一例として付加導体 3 0 の平面形状はパッチ部 2 0 の相似形状とするがこれに限らない。付加導体 3 0 の平面形状は、正方形以外の四角形であってもよいし、その他の多角形状であってもよい。また、円形状であってもよい。さらに、付加導体 3 0 は、変形例 1 として後述するようにパッチ部 2 0 よりも小さくてもよい。

50

【0031】

第1支持部40は、地板10とパッチ部20とを、所定の間隔H1において互いに対向するように配置するための部材である。第1支持部40は、樹脂などの誘電体を用いて実現されれば良い。便宜上、第1支持部40において、パッチ部20が配置される面をパッチ側面、地板10が配置される面を地板側面と称する。

【0032】

本実施形態では一例として第1支持部40は、地板10とパッチ部20との間隔がH1となる厚さを有する板状の部材とする。第1支持部40の厚さを調整することで、パッチ部20と地板10との間隔を調整することができる。間隔H1は、対象周波数の電波の波長（以降、対象波長）に対して十分に小さければ良く、具体的な値はシミュレーションや試験によって適宜決定されれば良い。

10

【0033】

なお、第1支持部40は前述の役割を果たせればよく、第1支持部40の形状は板状に限らない。第1支持部40は、地板10とパッチ部20とを所定の間隔H1において対向するように支持する複数の柱であってもよい。また、本実施形態において地板10とパッチ部20の間は、第1支持部40としての樹脂が充填された構成を採用するが、これに限らない。地板10とパッチ部20の間は、中空や真空となっていてよい。さらに、以上で例示した構造が組み合わさっていてもよい。

【0034】

間隔H1は、後述するように短絡部60の長さ（換言すれば短絡部60が提供するインダクタンス）を調整するパラメータとして機能する。また、間隔H1は、地板10とパッチ部20とが対向することによって形成する静電容量を調整するパラメータとしても機能する。間隔H1は、少なくとも対象波長の10分の1以下とすることが好ましい。例えば、対象波長の50分の1や100分の1などとすればよい。

20

【0035】

第2支持部50は、パッチ部20と付加導体30を、所定の間隔H2において互いに対向するように配置するための部材である。第2支持部50は、樹脂などの誘電体を用いて実現されれば良い。本実施形態では一例として第2支持部50は、パッチ部20と付加導体30の間隔がH2となる厚さを有する板状の部材とする。第2支持部50の厚さを調整することで、パッチ部20と付加導体30との間隔H2を調整することができる。

30

【0036】

なお、第2支持部50は前述の役割を果たせればよく、第2支持部50の形状は板状に限らない。第2支持部50は、パッチ部20と付加導体30とを所定の間隔H2において対向するように支持する複数の柱であってもよい。また、本実施形態においてパッチ部20と付加導体30との間は、第2支持部50としての樹脂が充填された構成を採用するが、これに限らない。パッチ部20と付加導体30との間は、中空や真空となっていてよい。

【0037】

間隔H2は、パッチ部20と付加導体30が対向することによって形成する静電容量を調整するパラメータとしても機能する。間隔H2は、間隔H1と同様に対象波長に対して十分に小さければ良く、具体的な値はシミュレーションや試験によって適宜決定されれば良い。

40

【0038】

短絡部60は、地板10とパッチ部20とを電氣的に接続する導電性の部材である。短絡部60は、導電性のピン（以降、ショートピン）を用いて実現されれば良い。短絡部60としてのショートピンの長さ等を調整することによって、短絡部60が備えるインダクタンスを調整することができる。

【0039】

なお、アンテナ装置100がプリント配線板をベースに実現される場合には、プリント配線板に設けられたビアを短絡部60として機能させてもよい。何れにしても短絡部60

50

は、一端が地板 10 と電氣的に接続され、他端がパッチ部 20 と電氣的に接続された線状の部材である。

【0040】

短絡部 60 は、パッチ中心点に位置するように設けられている。なお、短絡部 60 は必ずしもパッチ中心点に配置する必要はない。パッチ中心点以外の位置に配置すると、パッチ中心点からのずれ量に応じた指向性の偏りが生じる。指向性の偏りが所定の許容範囲内に収まる範囲においては、パッチ中心点からずれた位置に短絡部 60 を配置してもよい。

【0041】

給電線路 70 は、パッチ部 20 に給電するために、第 1 支持部 40 のパッチ側面に設けられたマイクロストリップ線路である。給電線路 70 の一端は、同軸ケーブルの内部導体と電氣的に接続されており、他端は、パッチ部 20 と電氣的に接続されている。給電線路 70 とパッチ部 20 との接続部分がパッチ部 20 にとっての給電点に相当する。なお、給電線路 70 とパッチ部 20 との接続部分には、給電線路 70 とパッチ部 20 とが対象周波数において電磁結合する所定の間隔が設けられていてもよい。

【0042】

以上で述べたアンテナ装置 100 は、例えば、車両などの移動体で用いられる。当該アンテナ装置 100 を車両で用いる場合には、車両の屋根部において、地板 10 が略水平であって、地板 10 からパッチ部 20 に向かう方向が天頂方向と略一致するように設置されればよい。

【0043】

<アンテナ装置 100 の等価回路>

図 3 は、アンテナ装置 100 の等価回路を示している。インダクタ L1 はパッチ部 20 に由来する要素であり、パッチ部 20 の形状に応じたインダクタンスを備える。インダクタ L2 は、短絡部 60 に由来する要素であり、短絡部 60 の長さに応じたインダクタンスを備える。

【0044】

キャパシタ C1 は、地板 10 とパッチ部 20 とが形成する静電容量に対応する要素である。キャパシタ C1 は、パッチ部 20 の面積、及び、地板 10 とパッチ部 20 との間隔 H1 に応じた静電容量を備える。キャパシタ C2 は、パッチ部 20 と付加導体 30 とが形成する静電容量に対応する要素である。キャパシタ C2 は、付加導体 30 の面積、及び、パッチ部 20 と付加導体 30 との間隔 H2 に応じた静電容量を備える。

【0045】

等価回路においてキャパシタ C1 はキャパシタ C2 と並列に接続されていることから、キャパシタ C1 とキャパシタ C2 は 1 つのキャパシタ（以降、合成キャパシタ）C12 と見なせる。合成キャパシタ C12 の静電容量は、キャパシタ C1 の静電容量とキャパシタ C2 の静電容量の合計である。

【0046】

また、合成キャパシタ C12 は、インダクタ L2 と並列に接続している。そのためアンテナ装置 100 は、合成キャパシタ C12 が備える静電容量とインダクタ L2 が備えるインダクタンスから定まる周波数（以降、並列共振周波数とする）において、並列共振する。なお、ここでの並列共振周波数は、メタマテリアルアンテナにおいて 0 次共振周波数と称される周波数に相当する。

【0047】

以上の構成によれば、並列共振周波数が対象周波数と一致するように、合成キャパシタ C12 の静電容量とインダクタ L2 のインダクタンスを調整することで、アンテナ装置 100 を対象周波数において並列共振させることができる。

【0048】

例えば、地板 10 とパッチ部 20 との間隔 H1 を一定とする場合には、インダクタ L2 が備えるインダクタンスと対象周波数とから、並列共振させるために必要な目標静電容量を算出する。なお、地板 10 とパッチ部 20 との間隔 H1 を一定とする場合には、短絡部

10

20

30

40

50

60の長さも一定値となる。そのため、インダクタL2が備えるインダクタンスを間隔H1に応じた一定値として、残りのパラメータを設計することができる。

【0049】

次に、合成キャパシタC12の静電容量が目標静電容量と一致するように、キャパシタC1及びキャパシタC2のそれぞれが備えるべき静電容量を決定し、各キャパシタに対応する部材の形状や配置を決定すればよい。キャパシタC1が備える静電容量は、パッチ部20の面積によって調整できる。また、キャパシタC2が備える静電容量は、間隔H2や付加導体30の面積によって調整できる。

【0050】

つまり、アンテナ装置100が所定の対象周波数で並列共振するように、パッチ部20の大きさや、付加導体30の大きさ、パッチ部20と付加導体30との間隔H2などといった、各要素の形状や配置を適宜調整する。もちろん、他の態様として地板10とパッチ部20との間隔H1を固定値ではなく、調整可能なパラメータとして扱っても良い。また、特許文献1に開示の構成を導入することによってインダクタL2の値を調整しても良い。

【0051】

[アンテナ装置100の動作について]

次に、アンテナ装置100が並列共振している場合の動作について説明する。なお、ここでは一例として付加導体30が上面視においてパッチ部20を覆うように、パッチ部20よりも大きく（例えば面積比率が1.2倍となるように）形成されているものとする。

【0052】

アンテナ装置100が並列共振している場合、地板10と付加導体30の間（特に、地板10とパッチ部20の間）には、地板10に対して垂直な電界が発生する。この垂直電界は、短絡部60から、パッチ部20の外縁部及び付加導体30の外縁部に向かって伝搬していく。そして、付加導体30の外縁部において、垂直電界は垂直偏波電界になって空間を伝搬していく。このようにして、アンテナ装置100は、付加導体30の外縁部において、アンテナ装置100の厚み方向に直交する方向（以降、遠心方向）に垂直偏波を放射する。

【0053】

また、上記のアンテナ装置100は、パッチ中心点から付加導体30の外縁部に向かう全方向に、同程度の利得を有する。特に、地板10が水平となるようにアンテナ装置100が載置されている場合、アンテナ装置100は水平方向に対して無指向性のメタマテリアルアンテナとして動作する。

【0054】

[本実施形態の効果について]

次に、比較構成としてのアンテナ装置100Xを導入し、本実施形態の効果について述べる。比較構成としてのアンテナ装置100Xは、図4に示すように、地板10X、パッチ部20X、支持部40X、短絡部60X、及び給電線路70Xを備える。つまり、比較構成としてのアンテナ装置100Xは、本実施形態のアンテナ装置100から、付加導体30及び第2支持部50を除去した構成に相当する。

【0055】

パッチ部20Xは、本実施形態のパッチ部20と同一形状、同一面積となっており、地板10Xとパッチ部20Xとの間に形成される静電容量は、本実施形態のキャパシタC1が備える静電容量と等しい。また、短絡部60Xが提供するインダクタンスも、短絡部60が提供するインダクタンスと等しいものとする。支持部40Xは第1支持部40に相当する部材である。この比較構成では、地板10Xとパッチ部20Xとの間に形成される静電容量と、短絡部60Xが備えるインダクタンスによって並列共振を生じさせる。

【0056】

一方、本実施形態の構成では、付加導体30に由来するキャパシタC2が、地板10とパッチ部20とによって形成されるキャパシタC1に並列に接続する。その結果、並列共

10

20

30

40

50

振の発生に寄与する静電容量は、キャパシタ C 2 とキャパシタ C 1 の合計値となる。

【 0 0 5 7 】

したがって、本実施形態の短絡部 6 0 が提供するインダクタンスと並列接続する静電容量は、比較構成において短絡部 6 0 X が提供するインダクタンスと並列接続する静電容量よりも大きくなる。また、並列共振周波数 F は、下記の式で表されるように、インダクタンス L が大きいほど、また、静電容量 C が大きいほど低くなる。

【 数 2 】

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

10

【 0 0 5 8 】

したがって、本実施形態のアンテナ装置 1 0 0 の並列共振周波数は、比較構成のアンテナ装置 1 0 0 X の並列共振周波数よりも低くなる。つまり、上記の構成によれば、同一サイズのパッチ部 2 0 X を備える比較構成に比べて、並列共振周波数を低減することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、図 5 に示すように、付加導体 3 0 が大きいほど、並列共振周波数を低減する効果は高くなる。図 5 は、付加導体 3 0 を設けない場合の共振周波数 F x が 1 3 0 0 M H z となるようにパッチ部 2 0 及び短絡部 6 0 を設計したアンテナ装置 1 0 0 における、パッチ部 2 0 に対する付加導体 3 0 の面積比率と並列共振周波数の関係を示すグラフである。図 5 に示すように、付加導体 3 0 を設けることによって並列共振周波数が低減されることが分かる。また、付加導体 3 0 の面積をパッチ部 2 0 の面積よりも大きくすることによって（換言すれば、面積比率を 1 よりも大きくすることによって）、並列共振周波数を 1 0 0 M H z 以上低減することができる。特に、面積比率を 1 . 2 以上とすることで並列共振周波数を低減する効果を高めることができる。

20

【 0 0 6 0 】

また、前述の比較構成では、地板 1 0 X とパッチ部 2 0 X とが形成する静電容量が、短絡部 6 0 X が備えるインダクタンスと対象周波数において並列共振する静電容量（つまり目標静電容量）となっている必要がある。すなわち、パッチ部 2 0 X の面積は目標静電容量に応じた面積となっている必要がある。

30

【 0 0 6 1 】

一方、本実施形態の構成によれば、目標静電容量は、パッチ部 2 0 によって形成されるキャパシタ C 1 の静電容量と、付加導体 3 0 が提供するキャパシタ C 2 の合計によって達成される。したがって、パッチ部 2 0 によって形成されるキャパシタ C 1 の静電容量が、目標静電容量と一致している必要はなく、パッチ部 2 0 の面積を従来構成のパッチ部 2 0 X よりも小さくすることができる。

【 0 0 6 2 】

したがって、以上の構成によれば、或る所定の周波数を対象周波数とする場合には、比較構成に比べてアンテナ面積を低減できる。例えば、8 5 0 M H z を対象周波数とする場合、本実施形態の付加導体 3 0 を地板 1 0 と同等のサイズとすることで、比較構成に比べてアンテナ面積を 3 7 % 程度削減することができる。

40

【 0 0 6 3 】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、以降で述べる種々の変形例も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。

【 0 0 6 4 】

なお、前述の実施形態で述べた部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。また、構成の一部のみに言及している場合、他の部分については先に説明した実施形態の構成を適用することができる。

【 0 0 6 5 】

50

【変形例１】

上述した実施形態では、付加導体３０をパッチ部２０よりも大きく形成した態様を開示したが、これに限らない。図６に示すように、付加導体３０は、パッチ部２０よりも小さくてもよい。なお、図６において第１支持部４０、第２支持部５０の図示は省略している。

【００６６】

【変形例２】

アンテナ装置１００が平板状の金属部分を備える筐体に收容される場合には、当該筐体が備える平板状の金属部分を地板１０として利用しても良い。図７は、そのような態様を概念的に表している。図７中の１０Ａが、地板１０として機能する、筐体の金属部分を表している。なお、アンテナ装置１００を收容する筐体の側面部は、電波の伝搬を妨げない素材（例えば樹脂）によって形成されているものとする。

【００６７】

【変形例３】

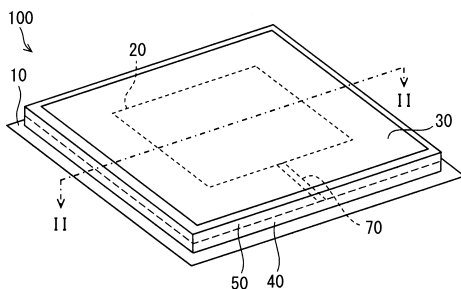
アンテナ装置１００が平板状の金属部分を備える筐体に收容される場合には、当該筐体が備える平板状の金属部分を付加導体３０として利用しても良い。図８は、そのような態様を概念的に表している。図８中の３０Ａが、付加導体３０として機能する、筐体の金属部分を表している。なお、変形例２と同様に、アンテナ装置１００を收容する筐体の側面部は、電波の伝搬を妨げない素材（例えば樹脂）によって形成されているものとする。

【符号の説明】

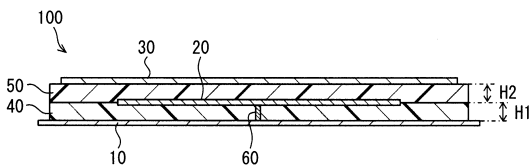
【００６８】

１００ アンテナ装置、１０ 地板、２０ パッチ部、３０ 付加導体、４０ 第１支持部、５０ 第２支持部、６０ 短絡部、７０ 給電線路

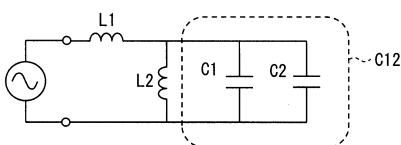
【図１】



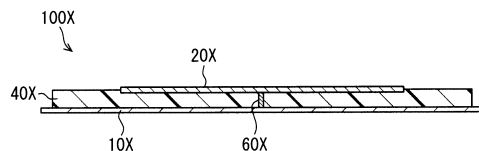
【図２】



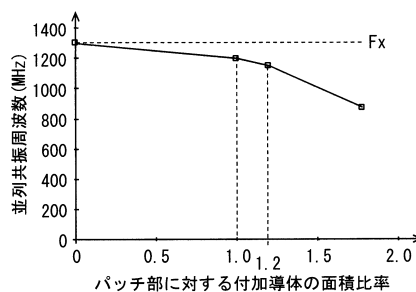
【図３】



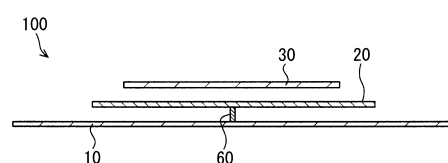
【図４】



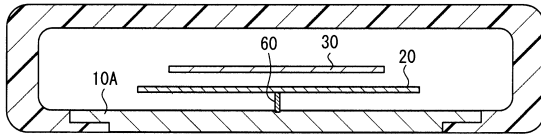
【図５】



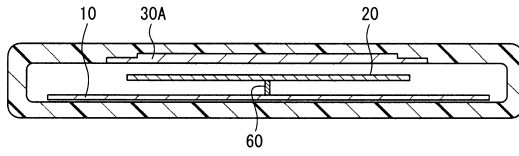
【図６】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 小出 士朗

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 泉 博之

愛知県大府市中央町2丁目188番地 デンソーテクノ株式会社内

審査官 新田 亮

(56)参考文献 国際公開第2011/114746(WO,A1)

特開2012-257315(JP,A)

国際公開第2010/116675(WO,A1)

特開2014-120989(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01Q 13/08

H01Q 1/42