

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4508190号
(P4508190)

(45) 発行日 平成22年7月21日(2010.7.21)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

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

請求項の数 16 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2006-523881 (P2006-523881)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成17年12月6日 (2005.12.6)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/022342		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02006/080141	(74) 代理人	100101926
(87) 国際公開日	平成18年8月3日 (2006.8.3)		弁理士 塚原 孝和
審査請求日	平成18年7月27日 (2006.7.27)	(72) 発明者	石塚 健一
(31) 優先権主張番号	特願2005-20199 (P2005-20199)		日本国京都府長岡京市東神足1丁目10番
(32) 優先日	平成17年1月27日 (2005.1.27)		1号 株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	川端 一也
(31) 優先権主張番号	特願2005-241890 (P2005-241890)		日本国京都府長岡京市東神足1丁目10番
(32) 優先日	平成17年8月23日 (2005.8.23)		1号 株式会社村田製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	吉村 伊佐雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ及び無線通信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

先端開放の放射電極を周波数可変回路を介して給電電極に接続してなる第1アンテナ部と、上記周波数可変回路の途中に接続された先端開放の追加放射電極と上記給電電極とでなる第2アンテナ部とを具備するアンテナであって、

上記周波数可変回路を、上記給電電極に接続され且つそのリアクタンス値を直流の制御電圧で変化可能な第1リアクタンス回路に、上記第1アンテナ部の放射電極に接続された第2リアクタンス回路を直列に接続して構成し、

上記第2アンテナ部の追加放射電極を、上記第1及び第2リアクタンス回路の接続点から分岐することにより、

上記第1アンテナ部を、上記給電電極と第1リアクタンス回路と第2リアクタンス回路と放射電極とで構成し、

上記第2アンテナ部を、上記給電電極と第1リアクタンス回路と追加放射電極とで構成した、

ことを特徴とするアンテナ。

【請求項2】

上記第2リアクタンス回路は、そのリアクタンス値を上記制御電圧で変化可能である、ことを特徴とする請求項1に記載のアンテナ。

【請求項3】

上記第2リアクタンス回路は、そのリアクタンス値が固定値である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ。

【請求項 4】

上記第 1 リアクタンス回路は、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路であり、

上記第 2 リアクタンス回路は、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路であり、

上記第 1 及び第 2 リアクタンス回路の可変容量素子の同極同士を接続して上記第 1 及び第 2 リアクタンス回路の接続点とし、上記可変容量素子の容量を制御するための上記制御電圧をこの接続点に印加する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のアンテナ。

10

【請求項 5】

上記第 1 リアクタンス回路は、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路であり、

上記第 2 リアクタンス回路は、固定容量素子を含む直列回路又は固定容量素子を含む並列回路であり、

上記第 1 リアクタンス回路の可変容量素子を上記第 2 リアクタンス回路に接続して上記第 1 及び第 2 リアクタンス回路の接続点とし、上記可変容量素子の容量を制御するための上記制御電圧をこの接続点に印加する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のアンテナ。

【請求項 6】

インダクタを、上記第 1 リアクタンス回路と第 2 リアクタンス回路とを跨ぐように、当該第 1 及び第 2 リアクタンス回路に並列に接続した、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のアンテナ。

20

【請求項 7】

上記追加放射電極は、共振周波数を制御するためのインダクタを介して、上記接続点から分岐している、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項 8】

上記追加放射電極とは別体の 1 つ以上の追加放射電極を上記接続点から分岐させた、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載のアンテナ。

30

【請求項 9】

上記追加放射電極とは別体の追加放射電極を上記放射電極の途中に接続した、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項 10】

上記別体の追加放射電極をインダクタを介して上記放射電極に接続した、

ことを特徴とする請求項 9 に記載のアンテナ。

【請求項 11】

上記第 1 アンテナ部は、上記給電電極と放射電極の開放先端とが間隔を介して対向配置されたループ形状をなす、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 10 のいずれかに記載のアンテナ。

40

【請求項 12】

上記給電電極と周波数可変回路と放射電極と追加放射電極等のアンテナ要素の全て又は一部を誘電体基体上に形成した、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 11 のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項 13】

上記第 1 アンテナ部の放射電極、上記第 2 アンテナ部の追加放射電極、及び上記 1 つ以上の別体の追加放射電極のうちのいずれかの電極又は全ての電極において、その電極の途中又は開放先端を、インダクタ単体又はリアクタンス回路を介してグランドに接続した、

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項 14】

50

上記リアクタンス回路は、直列共振回路又は並列共振回路のいずれかの回路、又はこれら直列共振回路と並列共振回路との複合回路である、

ことを特徴とする請求項 13 に記載のアンテナ。

【請求項 15】

F M の電波，V H F 帯の電波，及び U H F 帯の電波を受信可能に設定した、ことを特徴とする請求項 13 又は請求項 14 に記載のアンテナ。

【請求項 16】

請求項 1 ないし請求項 15 のいずれかに記載のアンテナを具備する、ことを特徴とする無線通信機。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、無線通信に利用されるアンテナ及び無線通信機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話等の無線通信機において、広帯域化のために複共振化やマルチバンド化が進められている。そして、複数の共振周波数を制御して、広帯域な送受信が可能なアンテナが研究されている。また、周波数を可変させて広帯域化を図ったアンテナも考えられている。

従来、このようなアンテナとしては、例えば特許文献 1 ~ 特許文献 3 に開示されたものがある。

20

【0003】

特許文献 1 に開示されたアンテナは、逆 F 型アンテナ装置である。具体的には、アンテナ素子が、接地導体上に平行に配置され、少なくとも 1 つの結合素子が、これら接地導体とアンテナ素子との間に、平行に設けられている。そして、アンテナ素子が、短絡導体によって接地導体に電氣的に接続されると共に、給電用同軸ケーブルの給電点に接続されている。このように、アンテナ素子の他に結合素子を備えることにより、2 つの共振周波数を得るようにしている。

【0004】

特許文献 2 に開示されたアンテナは、アンテナ素子と、このアンテナ素子に直列あるいは並列接続して共振回路を形成する可変容量素子とを備え、上記制御電圧を可変容量素子に印加して、共振周波数を変化させるようになっている。

30

【0005】

特許文献 3 に開示されたアンテナは、放射素子と同調回路が直列に接続された構成をなし、同調回路は、第 1 インダクタンス素子と可変容量素子を有した並列回路とが直列に接続された構成をなす。そして、直列接続された第 1 アンテナエレメントと第 2 アンテナエレメントとによって第 1 の共振周波数を得、また、第 1 アンテナエレメントのみで第 2 の共振周波数を得る。さらに、給電素子から設けた第 3 アンテナエレメントによって、第 3 の共振周波数を得るようにしている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2003 - 51712 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 232313 号公報

【特許文献 3】特開 2004 - 320611 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、上記した従来のアンテナでは、次のような問題がある。

特許文献 1 に開示のアンテナでは、逆 F 型アンテナ装置であるので、携帯電話等のよう

50

な小型で薄型の無線通信機に実装する場合には、接地導体からアンテナ素子迄の高さを小さくしなければならないため、結合素子の取付位置が低い位置に限定されてしまう。このため、複共振の共振周波数の制御には限界があり、その帯域幅は、逆Fアンテナ素子の帯域幅の1.5倍程度しか広がらない。そして、比帯域幅は数%程度が限界であった。

【0008】

一方、特許文献2に開示のアンテナでは、上記制御電圧によって、共振周波数を変化させることができるが、可変容量素子でなる周波数可変用の共振回路をアンテナ素子の給電部付近に設けているので、給電部とアンテナ素子との整合条件が変化してしまう。このため、複雑な整合回路が必要不可欠となる。これに対して、周波数可変用の共振回路をアンテナ素子の先端部に設ける例が開示されている。この例では、複雑な回路構成を必要とし
10
ないので、共振周波数を大きく変化させることができない。また、1つの可変容量素子を制御してアンテナの共振周波数を所望の範囲で変化させるには、大きな上記制御電圧が必要であり、携帯電話等の無線通信機に求められる低電圧化の要求に応えることができない。

【0009】

また、特許文献3に開示のアンテナでは、複共振可能で且つ共振周波数を変化させることができるが、第3アンテナエレメントが同調回路を介さずに給電素子と並列に接続されているので、第3の共振周波数は大きく変化させることができない。そして、並列回路が放射素子の給電部付近に設けられているので、上記特許文献2に開示のアンテナと同様の
20
問題点を有する。

【0010】

この発明は、上述した課題を解決するためになされたもので、低電圧で、複数の共振周波数を同時に所望範囲だけ変化させることができるアンテナ及び無線通信機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】

【0011】

上記課題を解決するために、請求項1の発明は、先端開放の放射電極を周波数可変回路を介して給電電極に接続してなる第1アンテナ部と、上記周波数可変回路の途中に接続された先端開放の追加放射電極と上記給電電極とでなる第2アンテナ部とを具備するアンテナであって、上記周波数可変回路を、上記給電電極に接続され且つそのリアクタンス値を
30
直流の制御電圧で変化可能な第1リアクタンス回路に、上記第1アンテナ部の放射電極に接続された第2リアクタンス回路を直列に接続して構成し、上記第2アンテナ部の追加放射電極を、上記第1及び第2リアクタンス回路の接続点から分岐することにより、上記第1アンテナ部を、上記給電電極と第1リアクタンス回路と第2リアクタンス回路と放射電極とで構成し、上記第2アンテナ部を、上記給電電極と第1リアクタンス回路と追加放射電極とで構成した。

かかる構成により、第1アンテナ部が、給電電極と周波数可変回路と放射電極とで構成され、第2アンテナ部が給電電極と周波数可変回路の第1リアクタンス回路と追加放射電極とで構成される。これにより、第1アンテナ部による共振周波数と第2アンテナ部による共振周波数との複共振状態を得ることができる。そして、周波数可変回路の第1リアク
40
タンス回路のリアクタンス値を変化させることにより、第1アンテナ部の共振周波数と第2アンテナ部の共振周波数とが同時に変化する。すなわち、周波数可変回路によって、複数の共振周波数を同時に所望範囲だけ変化させることができる。ところで、単共振のアンテナで広帯域化を図る場合には、大きな制御電圧を周波数可変回路に加えて、共振周波数を広い範囲で変化させる必要がある。しかし、この発明のアンテナであれば、低い制御電圧で、周波数の異なる複数の共振周波数を同時に変化させることができるので、低電圧の制御電圧を用いて、広帯域化を図ることができる。しかも、複数の共振周波数を異なる量で変化させることもできる。

【0012】

請求項2の発明は、請求項1に記載のアンテナにおいて、第2リアクタンス回路は、そ
50

のリアクタンス値を制御電圧で変化可能である構成とした。

かかる構成により、第2リアクタンス回路のリアクタンス値を制御電圧によって所望範囲で変化させることができ、この結果、第1アンテナ部の共振周波数を多彩に変化させることができる。

【0013】

請求項3の発明は、請求項1に記載のアンテナにおいて、第2リアクタンス回路は、そのリアクタンス値が固定値である構成とした。

かかる構成により、周波数可変回路のリアクタンス値は、第1リアクタンス回路の可変リアクタンス値と第2リアクタンス回路の固定リアクタンス値との和になり、第1リアクタンス回路のリアクタンス値を変えることで、第1及び第2アンテナ部の共振周波数が同時に変化する。

【0014】

請求項4の発明は、請求項2に記載のアンテナにおいて、第1リアクタンス回路は、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路であり、第2リアクタンス回路は、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路であり、第1及び第2リアクタンス回路の可変容量素子の同極同士を接続して第1及び第2リアクタンス回路の接続点とし、可変容量素子の容量を制御するための制御電圧をこの接続点に印加する構成とした。

【0015】

請求項5の発明は、請求項3に記載のアンテナにおいて、第1リアクタンス回路は、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路であり、第2リアクタンス回路は、固定容量素子を含む直列回路又は固定容量素子を含む並列回路であり、第1リアクタンス回路の可変容量素子を第2リアクタンス回路に接続して第1及び第2リアクタンス回路の接続点とし、可変容量素子の容量を制御するための制御電圧をこの接続点に印加する構成とした。

【0016】

請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載のアンテナにおいて、インダクタを、第1リアクタンス回路と第2リアクタンス回路とを跨ぐように、第1及び第2リアクタンス回路に並列に接続した構成とする。

かかる構成により、当該インダクタを使用することで、第1アンテナ部や第2アンテナ部でカバーする周波数よりも低い周波数帯で共振する第3のアンテナ部を構成することができる。

【0017】

請求項7の発明は、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載のアンテナにおいて、追加放射電極は、共振周波数を制御するためのインダクタを介して、接続点から分岐している構成とした。

【0018】

請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7のいずれかに記載のアンテナにおいて、追加放射電極とは別体の1つ以上の追加放射電極を接続点から分岐させた構成とする。

かかる構成により、さらなる多共振化が可能となる。

【0019】

請求項9の発明は、請求項1ないし請求項8のいずれかに記載のアンテナにおいて、追加放射電極とは別体の追加放射電極を放射電極の途中に接続した構成とする。

【0020】

請求項10の発明は、請求項9に記載のアンテナにおいて、別体の追加放射電極をインダクタを介して放射電極に接続した構成とする。

【0021】

請求項11の発明は、請求項1ないし請求項10のいずれかに記載のアンテナにおいて、第1アンテナ部は、給電電極と放射電極の開放先端とが間隔を介して対向配置されたループ形状をなす構成とした。

10

20

30

40

50

かかる構成により、給電電極と放射電極の開放先端との間隔を変化させることにより、第1アンテナ部のリアクタンス値を変えることができる。

【0022】

請求項12の発明は、請求項1ないし請求項11のいずれかに記載のアンテナにおいて、給電電極と周波数可変回路と放射電極と追加放射電極等のアンテナ要素の全て又は一部を誘電体基体上に形成した構成とする。

かかる構成により、誘電体基体の誘電率を変化させることにより、第1及び第2アンテナ部のリアクタンス値を変えることができる。

【0023】

請求項13の発明は、請求項1ないし請求項12のいずれかに記載のアンテナにおいて、第1アンテナ部の放射電極、第2アンテナ部の追加放射電極、及び1つ以上の別体の追加放射電極のうちいずれかの電極又は全ての電極において、その電極の途中又は開放先端を、インダクタ単体又はリアクタンス回路を介してグラウンドに接続した構成とする。

かかる構成により、インダクタ単体又はリアクタンス回路に基づく新たな共振を得ることができる。

【0024】

請求項14の発明は、請求項13に記載のアンテナにおいて、リアクタンス回路は、直列共振回路又は並列共振回路のいずれかの回路、又はこれら直列共振回路と並列共振回路との複合回路である構成とした。

【0025】

請求項15の発明は、請求項13又は請求項14に記載のアンテナにおいて、FMの電波、VHF帯の電波、及びUHF帯の電波を受信可能に設定した構成とする。

【0026】

そして、請求項16の発明に係る無線通信機は、請求項1ないし請求項15のいずれかに記載のアンテナを具備する構成とした。

【発明の効果】

【0027】

以上詳しく説明したように、請求項1ないし請求項15の発明のアンテナによれば、複共振状態を実現することができ、しかも、低い制御電圧で、広帯域化を図ることができるという優れた効果がある。これにより、携帯電話等のように、低電源電圧化が要求される無線通信機等にも適用することができる。

特に、請求項2の発明に係るアンテナによれば、周波数可変回路の第2リアクタンス回路も可変であるので、第1アンテナ部の共振周波数をより多彩に変化させることができる。

また、請求項3の発明に係るアンテナによれば、周波数可変回路の第2リアクタンス回路が固定であるので、低コストで、第1及び第2アンテナ部の共振周波数に異なる変化量を与えることができる。

また、請求項6の発明に係るアンテナによれば、インダクタンスを追加して使用することで、給電電極とこのインダクタと放射電極とでなる第3のアンテナ部を構成することができ、新たに低い共振周波数の帯域を確保することができる。

また、請求項8の発明に係るアンテナによれば、さらなる多共振化が可能となり、マルチメディアに対応したマルチバンドのアンテナを提供することができる。

また、請求項13ないし請求項15の発明に係るアンテナによれば、アンテナ体積を小さく保ちながら、新たな共振を付加させることができる。

特に、請求項14の発明に係るアンテナにおいて、リアクタンス回路を直列共振回路とすることで、この直列共振回路が接続された電極の共振周波数に対する影響を小さくすることができる。また、リアクタンス回路を並列共振回路とすることで、装荷インダクタの定数を小さくすることが可能となり、チップ部品が持つ自己共振周波数の問題を解決することができる。さらに、リアクタンス回路を直列共振回路と並列共振回路との複合回路にすることで、直列共振回路の持つ利点と並列共振回路の持つ利点との双方の利点を得ること

10

20

30

40

50

ができる。

そして、請求項 16 の発明によれば、低電圧で、広帯域の送受信が可能な無線通信機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】この発明の第1実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図2】複共振の可変状態を説明するための線図である。

【図3】低電圧で広帯域化が可能であることを説明するための線図である。

【図4】この発明の第2実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図5】直列回路の第1リアクタンス回路の具体例を示す回路図である。

10

【図6】可変の第2リアクタンス回路の具体例を示す回路図である。

【図7】この発明の第3実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図8】固定の第2リアクタンス回路の具体例を示す回路図である。

【図9】第3実施例の一変形例を示す概略平面図である。

【図10】この発明の第4実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図11】並列回路の第1リアクタンス回路の具体例を示す回路図である。

【図12】第4実施例の変形例を示す概略平面図であり、図12の(a)は第1変形例を示し、図12の(b)は第2変形例を示し、図12の(c)は第3変形例を示す。

【図13】この発明の第5実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図14】付加したインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図であり、図14の(a)は、インダクタをチョークコイルとして設定した場合を示し、図14の(b)は、インダクタを共振周波数調整用として設定した場合を示す。

20

【図15】第5実施例の変形例を示す概略平面図であり、図15の(a)は第1変形例を示し、図15の(b)は第2変形例を示す。

【図16】この発明の第6実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図17】この発明の第7実施例に係るアンテナを示す斜視図である。

【図18】この発明の第8実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図19】付加したインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図である。

【図20】この発明の第9実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図21】付加した2つのインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図である。

30

【図22】この発明の第10実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図23】付加した3つのインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図である。

【図24】この発明の第11実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図25】付加した直列共振回路の特性によって生じるリターンロス曲線図である。

【図26】インダクタ単体のリアクタンスと直列共振回路のリアクタンスとを比較して示す線図である。

【図27】この発明の第12実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図28】付加した直列共振回路の特性によって生じるリターンロス曲線図である。

【図29】この発明の第13実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

【図30】付加した直列共振回路の特性によって生じるリターンロス曲線図である。

40

【図31】放射電極を追加放射電極に直接形成した変形例を示す概略平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、この発明の最良の形態について図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0030】

図1は、この発明の第1実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

この実施例のアンテナ1は、携帯電話等の無線通信機に設けられている。

図1に示すように、アンテナ1は、無線通信機の回路基板100の非グランド領域101に形成されており、グランド領域102上に搭載されている送受信部110との間で高

50

周波信号のやり取りを行う。また、直流の制御電圧 V_c が、送受信部 110 内に設けられている受信周波数制御部 120 からアンテナ 1 に入力されるようになっている。

【0031】

アンテナ 1 は、第 1 アンテナ部 2 と第 2 アンテナ部 3 とを有し、これら第 1 及び第 2 アンテナ部 2, 3 が周波数可変回路 4 を共有した構造になっている。

【0032】

第 1 アンテナ部 2 は、放射電極 6 を周波数可変回路 4 を介して給電電極 5 に接続してなる。具体的には、インダクタ 111, 112 で構成される整合回路が非グランド領域 101 上に形成され、導体パターンである給電電極 5 がこの整合回路を介して送受信部 110 に接続されている。すなわち、給電電極 5 は、第 1 アンテナ部 2 の給電部をなす。また、放射電極 6 は、給電電極 5 に周波数可変回路 4 を介して接続され、その開放先端 60 が給電電極 5 に所定の間隔 G を介して対向する形状の導体パターンである。これにより、第 1 アンテナ部 2 は、全体として、ループ形状をなす。そして、間隔 G によって給電電極 5 と放射電極 6 との間に容量が生じるため、この間隔 G の大きさを変化させることにより、第 1 アンテナ部 2 のリアクタンス値を所望値に変えることができる。

【0033】

周波数可変回路 4 は、第 1 アンテナ部 2 の給電電極 5 と放射電極 6 との間に介設され、リアクタンス値の可変によって第 1 アンテナ部 2 の電気長を変え、第 1 アンテナ部 2 の共振周波数を可変とする回路である。

周波数可変回路 4 は、給電電極 5 に接続され且つそのリアクタンス値を制御電圧 V_c で変化可能な第 1 リアクタンス回路 4a (図 1 で「 jX_1 」と記す) に、放射電極 6 に接続された第 2 リアクタンス回路 4b (図 1 で「 jX_2 」と記す) を接続した回路構造になっている。

第 1 リアクタンス回路 4a としては、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路がある。

一方、第 2 リアクタンス回路 4b としては、制御電圧 V_c によってそのリアクタンス値が制御可能な回路、即ち可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路や、そのリアクタンス値が固定な回路、即ち固定容量素子を含む直列回路又は固定容量素子を含む並列回路である。

これら第 1 リアクタンス回路 4a と第 2 リアクタンス回路 4b との接続点 P が、高周波カット用抵抗 121 及び DC バスコンデンサ 122 を介して受信周波数制御部 120 に接続されている。

これにより、受信周波数制御部 120 からの制御電圧 V_c が接続点 P に印加されると、第 1 及び第 2 リアクタンス回路 4a, 4b のリアクタンス値が制御電圧 V_c の大きさに対応して変化する。

【0034】

第 2 アンテナ部 3 は、周波数可変回路 4 の途中に接続された先端開放の追加放射電極 7 と給電電極 5 とでなる。

具体的には、導体パターンの追加放射電極 7 が、第 1 及び第 2 リアクタンス回路 4a, 4b の接続点 P に、第 2 アンテナ部 3 の共振周波数を制御するための共振周波数調整用インダクタ 70 を介して接続されている。これにより、第 2 アンテナ部 3 は、給電電極 5 と周波数可変回路 4 の第 1 リアクタンス回路 4a と追加放射電極 7 とで構成される。そして、制御電圧 V_c が接続点 P に印加されて、周波数可変回路 4 の第 1 リアクタンス回路 4a のリアクタンス値が変化すると、第 2 アンテナ部 3 の電気長が変わり、第 2 アンテナ部 3 の共振周波数が可変となる。

【0035】

次に、この実施例のアンテナが示す作用及び効果について説明する。

図 2 は、複共振の可変状態を説明するための線図であり、図 3 は、低電圧で広帯域化が可能であることを説明するための線図である。

上記したように、第 1 アンテナ部 2 が、給電電極 5 と周波数可変回路 4 と放射電極 6 と

10

20

30

40

50

で構成され、第2アンテナ部3が給電電極5と周波数可変回路4の第1リアクタンス回路4aと追加放射電極7とで構成されているので、第1アンテナ部2による共振周波数 f_1 と第2アンテナ部3による共振周波数 f_2 との2共振状態を得ることができる。そして、放射電極6の長さを追加放射電極7よりも長く設定しておくこと、第1アンテナ部2による共振周波数 f_1 が第2アンテナ部3による共振周波数 f_2 よりも低くなり、図2の実線で示すリターンロス曲線S1を得る。そこで、第2リアクタンス回路4bが、上記したように、制御電圧 V_c で制御可能な可変回路である場合には、制御電圧 V_c を受信周波数制御部120から周波数可変回路4の接続点Pに印加することにより、第1及び第2リアクタンス回路4a、4bのリアクタンス値が変化して、第1アンテナ部2の電気長が変化する。この結果、図2の破線で示すリターンロス曲線S2で示すように、第1アンテナ部2の共振周波数 f_1 が制御電圧 V_c の大きさに対応した変化量 M_1 だけ移動して、周波数 f_1 に至る。そして、同時に、第2アンテナ部3の共振周波数 f_2 が、可変容量素子のリアクタンス値の変化に対応した変化量 M_2 だけ移動して、周波数 f_2 に至る。したがって、第1及び第2リアクタンス回路4a、4bの部品設定によって、共振周波数 f_1 の変化量 M_1 と共振周波数 f_2 の変化量 M_2 を等しくしたり、異ならしめたりして、これら共振周波数 f_1 、 f_2 を所望範囲で変化させることができる。また、第2リアクタンス回路4bもリアクタンス値が可変であるので、第1アンテナ部2の共振周波数 f_1 を多彩に変化させることができる。

【0036】

また、この実施例のアンテナ1によれば、低電圧の制御電圧 V_c で広帯域化を図ることができる。すなわち、図3の(a)に示すように、共振周波数 f_1 のみの単共振のアンテナで周波数 $f_1 \sim f_3$ 迄の送受信が可能ないように広帯域化を図る場合、大きな制御電圧 V_c を周波数可変回路に加えて、共振周波数 f_1 を変化量 M だけ変化させ、周波数 $f_1 \sim$ 周波数 f_3 まで変化させるようにしなければならない。したがって、このようなアンテナは低電圧化が要求される携帯電話等の無線通信機には適当でない。

これに対して、この実施例のアンテナ1では、2共振状態の共振周波数 f_1 、 f_2 を制御電圧 V_c によって同時に変化させることができる。このため、図3の(b)に示すように、共振周波数 f_2 を所望周波数 f_2 ($= f_3$)まで変化させると共に、共振周波数 f_1 を共振周波数 f_2 の最低周波数 f_2 以上の周波数 f_1 まで変化させるようにすることで、周波数 $f_1 \sim f_3$ 迄の広帯域の送受信が可能となる。このとき、共振周波数 f_1 、 f_2 の変化量はそれぞれ M_1 、 M_2 であり、いずれの変化量も単共振の場合の変化量 M に比べて極めて小さい。すなわち、このアンテナ1では、僅かな変化量 M_1 や変化量 M_2 だけ変化させる低電圧の制御電圧 V_c によって、共振周波数 f_1 、 f_2 を周波数 $f_1 \sim f_3$ の範囲で変化させることができるので、周波数が $f_1 \sim f_3$ という広帯域での送受信が可能になる。したがって、この実施例のアンテナ1を用いることで、携帯電話等のように、低電源電圧化が要求される無線通信機等でも広帯域の送受信が可能となる。

また、このアンテナ1において、単共振の場合と同じ大きさの制御電圧 V_c を周波数可変回路4に印加した場合には、周波数 $f_1 \sim f_3$ を遙かに越えた広い範囲での送受信が可能となる。周波数可変回路4の部品の設定いかんによって、単共振の場合の帯域の倍以上の帯域を確保することもできる。

【実施例2】

【0037】

図4は、この発明の第2実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図5は、直列回路の第1リアクタンス回路4aの具体例を示す回路図であり、図6は、可変の第2リアクタンス回路4bの具体例を示す回路図である。

この実施例のアンテナ1は、第1実施例の第1リアクタンス回路4a及び第2リアクタンス回路4bに対して具体的な可変の直列回路を適用したものである。

第1リアクタンス回路4aとしては、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路があるが、この実施例では、可変容量素子を含む直列回路を適用した。ところで、可変容量素子を含む直列回路としては、図5の(a)及び(b)に示す直列回路が

10

20

30

40

50

挙げられる。この例では、図5の(a)の直列回路を適用した。

一方、第2リアクタンス回路4bとしては、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路や、固定容量素子を含む直列回路又は固定容量素子を含む並列回路があるが、この実施例では、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路を適用した。ところで、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路としては、図6の(a)~(d)に示す回路が挙げられる。この例では、可変回路である図6の(a)の直列回路を適用した。

【0038】

すなわち、図4に示すように、給電電極5に接続されたインダクタ41に、可変容量素子としての可変容量ダイオード42のアノード側を接続した直列回路で第1リアクタンス回路4aを構成し、放射電極6に接続されたインダクタ43に、可変容量素子としての可変容量ダイオード44のアノード側を接続した直列回路で第2リアクタンス回路4bを構成した。そして、これら可変容量ダイオード42、44の同極同士(カソード側同士)を接続し、その接続点Pを、高周波カット用抵抗121及びDCパスコンデンサ122を介して受信周波数制御部120に接続している。ところで、可変容量ダイオード42、44のアノード側の電位を共にゼロ電位にする必要があることから、インダクタ4cをインダクタ41の給電電極5側の端部とインダクタ43の放射電極6側の端部との間に接続した。

これにより、制御電圧Vcが受信周波数制御部120から周波数可変回路4の接続点Pに印加されると、可変容量ダイオード42、44の容量値が変化して、第1アンテナ部2の電気長が変化し、第1アンテナ部2の共振周波数が制御電圧Vcの大きさに対応した共振周波数に変位する。これと同時に、第2アンテナ部3の共振周波数も、可変容量ダイオード42のリアクタンス値の変化に対応して変位する。

【0039】

なお、この実施例では、直列接続回路である第1リアクタンス回路4aに接続される第2リアクタンス回路4bとして、インダクタ43と可変容量ダイオード44とを直列に接続した図6の(a)に示す回路を適用したが、これに限るものではなく、可変容量ダイオード44を含むあらゆる直列回路又は並列回路を適用することができる。したがって、第2リアクタンス回路4bとして、図6の(d)に示す並列回路のいずれをも適用することができる。

【実施例3】

【0040】

次に、この発明の第3実施例について説明する。

図7は、この発明の第3実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図8は、固定の第2リアクタンス回路4bの具体例を示す回路図である。

上記第2実施例では、第1リアクタンス回路4aとして、可変容量素子を含む直列回路を適用し、第2リアクタンス回路4bとして、可変容量素子を含む直列回路又は可変容量素子を含む並列回路を適用したが、この実施例では、第2リアクタンス回路4bとして、固定容量素子を含む直列回路又は固定容量素子を含む並列回路を適用した。

ところで、固定容量素子を含む直列回路又は固定容量素子を含む並列回路としては、図8の(a)~(e)に示す回路が挙げられる。この例では、固定回路である図8の(a)の直列回路を適用した。

【0041】

具体的には、図7に示すように、周波数可変回路4の第1リアクタンス回路4aを、上記第1実施例と同様に、インダクタ41と可変容量ダイオード42との直列回路で構成し、第2リアクタンス回路4bを、固定容量素子としてのコンデンサ45とインダクタ43との直列回路で構成した。そして、第1リアクタンス回路4aの可変容量ダイオード42を第2リアクタンス回路4bのコンデンサ45に接続して、その接続点Pに、可変容量ダイオード42の容量を制御するための制御電圧Vcを印加するようにした。

【0042】

かかる構成により、第2リアクタンス回路4bのリアクタンス値が固定であるので、高価な可変容量ダイオード44等を必要とせず、その分低コストで製造することができる。

その他の構成、作用及び効果は、上記第2実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【0043】

なお、この実施例では、直列接続回路である第1リアクタンス回路4aに接続される第2リアクタンス回路4bとして、インダクタ43とコンデンサ45とを直列に接続した図8の(a)に示す回路を適用したが、これに限るものではなく、コンデンサ45を含むあらゆる直列回路又は並列回路を適用することができる。したがって、第2リアクタンス回路4bとして、図8の(e)に示す並列回路を適用することもできる。すなわち、図9に示すように、インダクタ43とコンデンサ45とを並列に接続した並列回路で第2リアクタンス回路4bを構成し、可変容量ダイオード42のカソード側を第2リアクタンス回路4bに接続することで、この実施例と同様の作用効果を得ることができる。

【実施例4】

【0044】

次に、この発明の第4実施例について説明する。

図10は、この発明の第4実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図11は、並列回路の第1リアクタンス回路4aの具体例を示す回路図である。

上記第2及び第3実施例では、第1リアクタンス回路4aとして、可変容量素子を含む直列回路を適用したが、この実施例では、第1リアクタンス回路4aとして、可変容量素子を含む並列回路を適用した。

ところで、可変容量素子を含む並列回路としては、図11の(a)及び(b)に示す回路が挙げられる。この例では、図11の(a)の並列回路を適用した。

すなわち、図10に示すように、インダクタ47及び共用のコンデンサ48でなる直列回路を、インダクタ41及び可変容量ダイオード42でなる直列回路に並列に接続して、並列回路の第1リアクタンス回路4aを構成した。また、第2リアクタンス回路4bにおいても同様に、インダクタ46及び共用のコンデンサ48でなる直列回路を、インダクタ43及び可変容量ダイオード44でなる直列回路に並列に接続して、並列回路の第2リアクタンス回路4bを構成した。

そして、可変容量ダイオード42, 44の同極同士を接続して、その接続点Pに可変容量ダイオード42, 44の容量を制御するための制御電圧Vcを印加するようにした。

【0045】

かかる構成により、周波数可変回路4の第1リアクタンス回路4aが並列回路になっているので、直列回路を用いた場合に比べて、第1リアクタンス回路4aのリアクタンス値を大きく変化させることができる。

また、インダクタ46, 47のいずれかをチョークコイルとして用いることにより、第1及び第2リアクタンス回路4a, 4bの一方を直列回路構成のリアクタンス回路とし、他方を並列回路構成のリアクタンス回路とすることができる。したがって、例えばインダクタ46をチョークコイルとして用いることで、第2アンテナ部3を、給電電極5とインダクタ41及び可変容量ダイオード42の直列回路と追加放射電極7とで構成することとなり、かかる条件下で、共振周波数f2の設定と可変範囲が決まることとなる。なお、コンデンサ48は、直流カット用のコンデンサとして機能する。

その他の構成、作用及び効果は、上記第2及び第3実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【0046】

なお、この実施例では、並列回路である第1リアクタンス回路4aに接続される第2リアクタンス回路4bとして、図8の(c)に示す並列回路を接続した例を示したが、これに限るものではなく、第2リアクタンス回路4bとして、図6及び図8に示すあらゆる回路を適用することができることは勿論である。したがって、図12に示すような変形が可能である。すなわち、第1リアクタンス回路4aと第2リアクタンス回路4bとの接続の

組合せとして、図12の(a)に示すように、図11の(a)の並列回路と図6の(d)に示す可変並列回路の組合せや、図12の(b)に示すように、図11の(b)の並列回路と図8の(a)に示す固定直列回路の組合せ、及び図12の(c)に示すように、図11の(a)の並列回路と図8の(d)に示す固定並列回路の組合せ等を採用することができる。

【実施例5】

【0047】

次に、この発明の第5実施例について説明する。

図13は、この発明の第5実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図14は付加したインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図であり、図14の(a)は、インダクタをチョークコイルとして設定した場合を示し、図14の(b)は、インダクタを共振周波数調整用として設定した場合を示す。

10

この実施例は、図13に示すように、インダクタ40を周波数可変回路4の第1及び第2リアクタンス回路4a, 4bを跨ぐように並列に付加した点が、上記第1ないし第4実施例と異なる。

ここでは、第1リアクタンス回路4aとして図5の(a)に示した可変直列回路を採用すると共に、第2リアクタンス回路4bとして、図6の(b)に示した可変回路を採用して構成した周波数可変回路4に、インダクタ40を並列に接続した例について説明する。

すなわち、インダクタ40を給電電極5と放射電極6との間に配し、その両端を、可変容量ダイオード42, 44のカソード側にそれぞれ接続した。

20

【0048】

したがって、インダクタ40をチョークコイルとして設定することで、雑音を帯域内から除去することができると共に、任意の共振周波数のみを大きく動かすことができる。これにより、図14の(a)の実線リターンロス曲線S1及び破線リターンロス曲線S2で示すように、共振周波数 f_1 の変化量 M_1 が共振周波数 f_2 の変化量 M_2 よりも大きくなるように、共振周波数 f_1 のみを大きく変化させることができる。

【0049】

また、インダクタ40を共振周波数調整用インダクタとして設定することで、給電電極5とこのインダクタ40と放射電極6とでなる第3のアンテナ部を構成することができる。この結果、図14の(b)の実線リターンロス曲線S1に示すように、第1アンテナ部2の共振周波数 f_1 よりも低い周波数領域に、この第3のアンテナ部による新たな共振周波数 f_0 を生成して、その低い帯域を確保することができる。また、破線リターンロス曲線S2に示すように、インダクタ40のインダクタンス値を調整することで、第3のアンテナ部の共振周波数 f_0 を任意に変化させることができる。

30

その他の構成、作用及び効果は、上記第1ないし第4実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【0050】

なお、この実施例では、第1リアクタンス回路4aとして、図5の(a)に示した可変直列回路を採用すると共に、第2リアクタンス回路4bとして、図6の(b)に示した可変回路を採用して、周波数可変回路4を構成したが、インダクタ40を第1及び第2リアクタンス回路4a, 4bを跨ぐように並列に付加してあればよく、周波数可変回路4の構造に限定はない。したがって、図15に示すようなアンテナを考えることができる。

40

すなわち、図15の(a)に示すように、上記第2実施例で適用した構造の周波数可変回路4に、インダクタ40を並列に接続しても、この実施例と同様の作用効果を得ることができる。また、図15の(b)に示すように、第2リアクタンス回路4bに、インダクタ43とコンデンサ45との直列回路を採用しても、この実施例と同様の作用効果を得ることができる。

【実施例6】

【0051】

次に、この発明の第6実施例について説明する。

50

図16は、この発明の第6実施例に係るアンテナを示す概略平面図である。

この実施例は、上記第4実施例において、第2アンテナ部3の追加放射電極7とは別体の追加放射電極7を共振周波数調整用インダクタ71を介して接続点Pに接続すると共に、追加放射電極6を共振周波数調整用インダクタ61を介して放射電極6に接続した構成とした。そして、制御電圧Vcを接続点Pに印加するようにした。

これにより、給電電極5と第1リアクタンス回路4aと共振周波数調整用インダクタ71と追加放射電極7とで第3のアンテナ部が形成されると共に、給電電極5と周波数可変回路4と追加放射電極6とによって第4のアンテナ部が形成され、4共振のアンテナを実現することができる。すなわち、さらなる多共振化が可能となり、マルチメディアに対応したマルチバンドのアンテナを提供することができる。

その他の構成、作用及び効果は、上記実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【実施例7】

【0052】

次に、この発明の第7実施例について説明する。

図17は、この発明の第7実施例に係るアンテナを示す斜視図である。

この実施例は、給電電極5と周波数可変回路4と放射電極6と追加放射電極7等のアンテナ要素を所定の誘電体基体上に形成した構成とする。

この実施例では、図17に示すように、図15の(a)に示したアンテナを誘電体基体8表面に形成した例について説明する。

【0053】

具体的には、誘電体基体8は、正面80と両側面81、82と上面83と下面84と裏面85とを有する直方体状をなし、回路基板100の非グランド領域101上に載置されている。

そして、給電電極5が、この誘電体基体8の左側において、正面80から上面83に亘ってパターン形成されている。非グランド領域101上には、パターン113が形成され、インダクタ112を通じて送受信部110に接続されている。そして、給電電極5の一方の端部5aがこのパターン113に接続され、他方の端部5bが周波数可変回路4に接続されている。この周波数可変回路4において、第1リアクタンス回路4aのインダクタ41及び可変容量ダイオード42と第2リアクタンス回路4bのインダクタ43及び可変容量ダイオード44は、それぞれチップ部品であり、上面83上に形成されたパターン48を介して接続されている。

そして、インダクタ40が、この第1リアクタンス回路4a及び第2リアクタンス回路4bを跨ぐようにして、上面83上に形成されている。すなわち、パターン48と平行なパターン49が形成され、このパターン49の途中にインダクタ40が介設されている。

放射電極6は、パターン48、49の接続部から上面83の上隅を右方に延び、側面81を下降した電極部6aを有する。そして、電極部6bが、電極部6aと連続した状態で、下面84の左方に延び、側面82を上昇している。そして、この電極部6bの上端が、上面83上に隅に形成された電極部6cに連結している。すなわち、放射電極6は、電極部6a～6cで成り、全体としてループ形状をなす。

また、周波数可変回路4の可変容量ダイオード42、44との接続部からは、パターン72が引き出され、上面83及び正面80を伝わって、非グランド領域101上の形成され受信周波数制御部120に至るパターン123と接続している。そして、パターン72の途中に、高周波カット用抵抗121が介設されている。

追加放射電極7は、上記のようなパターン72に対して垂直方向を向くように、パターン形成され、共振周波数調整用インダクタ70を介してパターン72に接続されている。

【0054】

かかる構成により、誘電体基体8の誘電率を変化させることにより、第1及び第2アンテナ部2、3のリアクタンス値を調整することができる。

その他の構成、作用及び効果は、上記第1ないし第6実施例と同様であるので、その記載は省略する。

10

20

30

40

50

なお、この実施例では、給電電極 5 等のアンテナ要素のほぼ全てを誘電体基体 8 に形成したが、アンテナ要素の一部を誘電体基体 8 に形成しても良い。また、この実施例では、図 15 の (a) に示したアンテナを誘電体基体 8 表面に形成したが、これに限るものではなく、上記した全ての実施例のアンテナを誘電体基体 8 表面に形成することができることは勿論である。

【実施例 8】

【0055】

次に、この発明の第 8 実施例について説明する。

図 18 は、この発明の第 8 実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図 19 は付加したインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図である。

この実施例は、図 18 に示すように、第 2 アンテナ部 3 の追加放射電極 7 の途中に単体のインダクタ 90 を接続した点が、上記実施例とは異なる。

具体的には、インダクタ 90 の一方端 90 a を追加放射電極 7 の先端部側に接続すると共に、他方端 90 b をグラウンド領域 102 (図 1 参照) に接続した。

【0056】

かかる構成により、図 19 のリターンロス曲線 S1 で示すように、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路部分 4 とによる共振周波数が f_0 であり、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と放射電極 6 とによる共振周波数が f_1 であり、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 とによる共振周波数が f_2 であるとする、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 とインダクタ 90 とによる共振周波数 f_a が新たに生成される。

インダクタ 90 としては、追加放射電極 7 とグラウンド領域 102 に接続した状態で、高インピーダンスとなるインダクタが選択されており、これにより、アンテナ利得の劣化を防止している。そして、このように高インピーダンスのインダクタ 90 を採用することで、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 とによる共振周波数 f_2 に大きな影響を与えることなく、分岐元の追加放射電極 7 が持つ周波数より低い周波数である新たな共振周波数 f_a を生成することができる。かかる低周波の共振周波数を電極のみで形成する場合には、相当長い電極を用いなければならない、アンテナ体積が大きくなってしまふ。しかし、この実施例のように、電極を用いずにインダクタ 90 で新たな共振周波数 f_a を生成することで、アンテナ体積の小型化を図ることができる。

また、可変容量ダイオード 42, 44 を含む周波数可変回路 4 が給電電極 5 と放射電極 6 との間及び給電電極 5 と追加放射電極 7 との間に介在しているので、制御電圧 V_c を周波数可変回路 4 に印加することで、図 19 の破線で示すリターンロス曲線 S2 のように、共振周波数 f_0, f_a, f_1, f_2 を全体的に変化させることができる。

そして、共振周波数 f_0, f_a, f_1, f_2 を適宜設定することで、FM の電波、VHF 帯の電波、及び UHF 帯の電波が受信可能となる。

その他の構成、作用及び効果は、上記実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【0057】

なお、この実施例では、インダクタ 90 を第 2 アンテナ部の追加放射電極 7 の途中に接続した構成としたが、インダクタ 90 を追加放射電極 7 の開放先端部 7 a 側に設けても良い。但し、インダクタ 90 を開放先端部 7 a 側に近づけすぎると、アンテナ利得が劣化するおそれがあるので、この点を留意して、インダクタ 90 を追加放射電極 7 に接続することが好ましい。

また、この実施例では、インダクタ 90 を第 2 アンテナ部の追加放射電極 7 にのみ接続した構成としたが、インダクタ 90 を追加放射電極 7 に接続せず、第 1 アンテナ部 2 の放射電極 6 の途中にのみ接続しても良い。

さらに、この実施例では、インダクタ 90 に 1 つのインダクタ 90 を接続したが、これに限らず、複数のインダクタ 90 を並列に接続することもできる。

10

20

30

40

50

【実施例 9】

【0058】

次に、この発明の第 9 実施例について説明する。

図 20 は、この発明の第 9 実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図 21 は、付加した 2 つのインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図である。

この実施例は、図 20 に示すように、第 1 アンテナ部 2 の放射電極 6 の途中にも単体のインダクタ 91 を接続した点が、上記第 8 実施例とは異なる。

具体的には、インダクタ 91 の一方端 91a を放射電極 6 の折曲部 6d に接続すると共に、他方端 91b をグランド領域 102 に接続した。

これにより、図 21 のリターンロス曲線 S1 で示すように、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路部分 4 とによる共振周波数 f_0 、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 とインダクタ 90 とによる共振周波数 f_a 、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と放射電極 6 とによる共振周波数 f_1 、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 とによる共振周波数 f_2 の他に、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と放射電極 6 とインダクタ 91 とによって、分岐元の放射電極 6 が持つ周波数より低い周波数である新たな共振周波数 f_b が新たに生成される。

このインダクタ 91 もインダクタ 90 と同様に高インピーダンスなインダクタであり、共振周波数 f_b は、共振周波数 f_a と f_1 との間に位置する低い共振周波数である。

そして、制御電圧 V_c を周波数可変回路 4 に印加することで、図 21 の破線で示すリターンロス曲線 S2 のように、共振周波数 f_0 、 f_a 、 f_b 、 f_1 、 f_2 を全体的に変化させることができる。

その他の構成、作用及び効果は、上記第 8 実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【実施例 10】

【0059】

次に、この発明の第 10 実施例について説明する。

図 22 は、この発明の第 10 実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図 23 は、付加した 3 つのインダクタの特性によって生じるリターンロス曲線図である。

この実施例は、図 22 に示すように、第 2 アンテナ部 3 の追加放射電極 7 とは別体の追加放射電極 6、7 が設けられたアンテナにおいて、追加放射電極 6、7 にも、単体のインダクタ 92、93 をそれぞれ接続した点が、上記第 8 及び第 9 実施例とは異なる。

具体的には、インダクタ 92 の一方端 92a を放射電極 6 の折曲部 6e に接続すると共に、他方端 92b をグランド領域 102 に接続した。そして、インダクタ 93 の一方端 93a を追加放射電極 7 の開放先端に接続すると共に、他方端 93b をグランド領域 102 に接続した。

これにより、図 23 のリターンロス曲線 S1 で示すように、共振周波数 f_0 、 f_a 、 f_1 、 f_2 の他に、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と放射電極 6 と共振周波数調整用インダクタ 61 と追加放射電極 6 とインダクタ 92 とによって、分岐元の追加放射電極 6 が持つ周波数より低い周波数である新たな共振周波数 f_b が新たに生成され、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 71 と追加放射電極 7 とインダクタ 93 とによって、分岐元の追加放射電極 7 が持つ周波数より低い周波数である新たな共振周波数 f_c が新たに生成される。

これらのインダクタ 92、93 もインダクタ 90、91 と同様に高インピーダンスなインダクタであり、共振周波数 f_b は、共振周波数 f_a と f_1 との間に位置する低い周波数であり、共振周波数 f_c は、共振周波数 f_0 と f_a との間に位置する低い周波数である。

そして、制御電圧 V_c を周波数可変回路 4 に印加することで、図 23 の破線で示すリターンロス曲線 S2 のように、共振周波数 f_0 、 f_c 、 f_a 、 f_b 、 f_1 、 f_2 を全体的に

10

20

30

40

50

変化させることができる。

その他の構成、作用及び効果は、上記第 8 及び第 9 実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【実施例 11】

【0060】

次に、この発明の第 11 実施例について説明する。

図 24 は、この発明の第 11 実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図 25 は、付加した直列共振回路の特性によって生じるリターンロス曲線図であり、図 26 は、インダクタ単体のリアクタンスと直列共振回路のリアクタンスとを比較して示す線図である。

この実施例は、図 24 に示すように、第 2 アンテナ部 3 の追加放射電極 7 に、リアクタンス回路としての直列共振回路 9 を接続した点が、上記第 8 ないし第 10 実施例と異なる。

具体的には、直列共振回路 9 を直列接続されたインダクタ 94 とコンデンサ 95 とで構成し、インダクタ 94 の一方端 94a を追加放射電極 7 の先端部側に接続すると共に、コンデンサ 95 の一方端 95a をグランド領域 102 に接続した。

これにより、図 25 のリターンロス曲線 S1 で示すように、共振周波数 f_0 、 f_1 、 f_2 の他に、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 と直列共振回路 9 による共振周波数 f_a が新たに生成される。

そして、制御電圧 V_c を周波数可変回路 4 に印加することで、図 25 の破線で示すリターンロス曲線 S2 のように、共振周波数 f_0 、 f_a 、 f_1 、 f_2 を全体的に変化させることができる。

【0061】

ところで、図 26 のリアクタンス曲線 R1 に示すように、直列共振回路 9 のような直列共振回路では、リアクタンス曲線 R2 で示すインダクタ 90 ~ 93 のようなインダクタ単体に比べて、周波数に対するリアクタンスの変化勾配が大きい。したがって、追加共振に必要なインダクタ単体のリアクタンスと直列共振回路のリアクタンスとが同値であれば、分岐元の電極（この実施例では追加放射電極 7）が持つ共振周波数でのリアクタンスは、インダクタ単体の場合と比べて直列共振回路の方が大きくなる。すなわち、この実施例において、インダクタ 90 の代わりに直列共振回路 9 を追加放射電極 7 に接続することで、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 とによる共振周波数 f_2 に大きな影響を与えることなく、新たな共振周波数 f_a を得ることができ、この結果、動作特性に優れたアンテナを提供することができる。

その他の構成、作用及び効果は、上記第 8 ないし第 10 実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【実施例 12】

【0062】

次に、この発明の第 12 実施例について説明する。

図 27 は、この発明の第 12 実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図 28 は、付加した直列共振回路の特性によって生じるリターンロス曲線図である。

この実施例は、図 27 に示すように、第 2 アンテナ部 3 の追加放射電極 7 に、リアクタンス回路としての並列共振回路 9 を接続した点が、上記第 11 実施例と異なる。

具体的には、並列共振回路 9 を並列接続されたインダクタ 94 とコンデンサ 95 とで構成し、並列共振回路 9 の一方端 9a を追加放射電極 7 の先端部側に接続すると共に、他方端の一方端 9b をグランド領域 102 に接続した。

これにより、図 28 のリターンロス曲線 S1 で示すように、共振周波数 f_0 、 f_1 、 f_2 の他に、インダクタ 111 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 70 と追加放射電極 7 と並列共振回路 9 による共振周波数 f_a が新たに生成される。

そして、制御電圧 V_c を周波数可変回路 4 に印加することで、図 28 の破線で示すリタ

10

20

30

40

50

ーンロス曲線 S 2 のように、共振周波数 f_0 , f_a , f_1 , f_2 を全体的に変化させることができる。

【 0 0 6 3 】

ところで、上記第 1 1 実施例の直列共振回路 9 で大きなリアクタンスを得るためには、定数 (n H) の大きなインダクタ 9 4 を用いる必要がある。一般には、インダクタ 9 4 としてはチップ部品を用いる。そして、大きな定数のチップ部品を用いると、自己共振周波数が下がり、その誘導性が劣化する。これに対して、この実施例のように、並列共振回路 9 を用いることで、小さな定数のインダクタ 9 4 で大きなリアクタンスを得ることができる。したがって、並列共振回路 9 を用いることで、チップ部品が抱える自己共振周波数の問題を解決することができる。

10

その他の構成、作用及び効果は、上記第 1 1 実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【実施例 1 3 】

【 0 0 6 4 】

次に、この発明の第 1 3 実施例について説明する。

図 2 9 は、この発明の第 1 3 実施例に係るアンテナを示す概略平面図であり、図 3 0 は、付加した直列共振回路の特性によって生じるリターンロス曲線図である。

この実施例は、図 2 9 に示すように、第 2 アンテナ部 3 の追加放射電極 7 に、リアクタンス回路として、直列共振回路 9 と並列共振回路 9 との複合回路 1 0 を接続した点が、上記第 1 1 及び第 1 2 実施例と異なる。

20

具体的には、直列共振回路 9 と並列共振回路 9 とを直列に接続して、複合回路 1 0 を構成し、直列共振回路 9 のインダクタ 9 4 の一方端 9 4 a を追加放射電極 7 の先端部側に接続すると共に、並列共振回路 9 の一方端 9 b をグランド領域 1 0 2 に接続した。

これにより、図 3 0 のリターンロス曲線 S 1 で示すように、共振周波数 f_0 , f_1 , f_2 の他に、インダクタ 1 1 1 と給電電極 5 と周波数可変回路 4 と共振周波数調整用インダクタ 7 0 と追加放射電極 7 と複合回路 1 0 による共振周波数 f_a が新たに生成される。

そして、制御電圧 V_c を周波数可変回路 4 に印加することで、図 3 0 の破線で示すリターンロス曲線 S 2 のように、共振周波数 f_0 , f_a , f_1 , f_2 を全体的に変化させることができる。

【 0 0 6 5 】

30

かかる構成により、追加放射電極 7 による共振周波数 f_2 に大きな影響を与えることなく、新たな共振周波数 f_a を得ることができるという直列共振回路 9 の利点と、インダクタチップ部品が抱える自己共振周波数の問題を解決することができるという並列共振回路 9 の利点との双方を享受することができる。

その他の構成、作用及び効果は、上記第 1 1 及び第 1 2 実施例と同様であるので、その記載は省略する。

【 0 0 6 6 】

なお、この発明は、上記実施例に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内において種々の変形や変更が可能である。

例えば、上記実施例では、追加放射電極を共振周波数調整用インダクタを介して周波数可変回路 4 の接続点 P や放射電極 6 の途中に接続した例を挙げて説明したが、図 3 1 に示すように、第 2 アンテナ部 3 を構成する追加放射電極 7 とは別体の追加放射電極 6 を放射電極 6 の途中に直接形成することもできる。

40

【符号の説明】

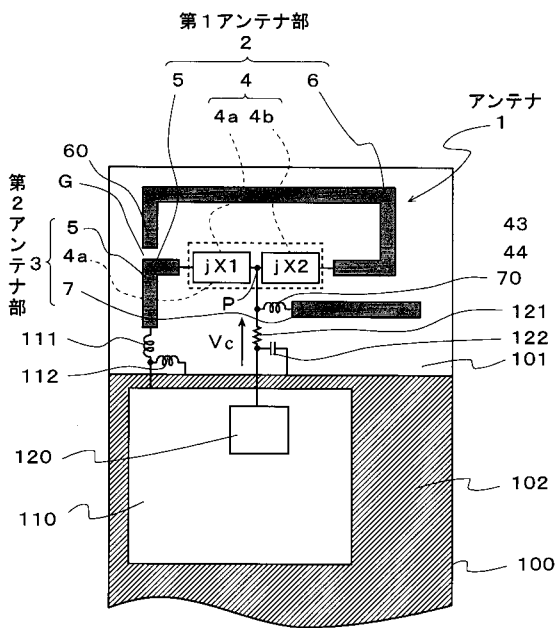
【 0 0 6 7 】

1 ... アンテナ、 2 ... 第 1 アンテナ部、 3 ... 第 2 アンテナ部、 4 ... 周波数可変回路、 4 a ... 第 1 リアクタンス回路、 4 b ... 第 2 リアクタンス回路、 5 ... 給電電極、 6 ... 放射電極、 6 , 7 , 7 ... 追加放射電極、 9 ... 直列共振回路、 9 ... 並列共振回路、 1 0 ... 複合回路、 4 0 , 4 1 , 4 3 , 4 6 , 4 7 , 9 0 ~ 9 4 , 9 4 , 1 1 1 , 1 1 2 ... インダクタ、 4 2 , 4 4 ... 可変容量ダイオード、 4 5 , 4 8 , 9 5 ,

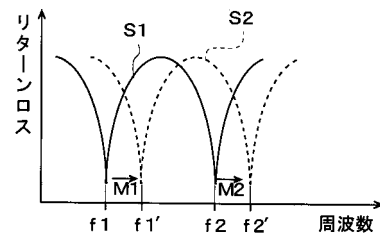
50

95 ...コンデンサ、 60 ...開放先端、 61, 70, 71 ...共振周波数調整用インダクタ、 100 ...回路基板、 101 ...非グランド領域、 102 ...グランド領域、 110 ...送受信部、 120 ...受信周波数制御部、 121, DC ...高周波カット用抵抗、 122 ...パスコンデンサ、 G ...間隔、 M, M1, M2 ...変化量、 P ...接続点、 Vc ...制御電圧、 f0, fa, fb, fc, f1, f2 ...共振周波数。

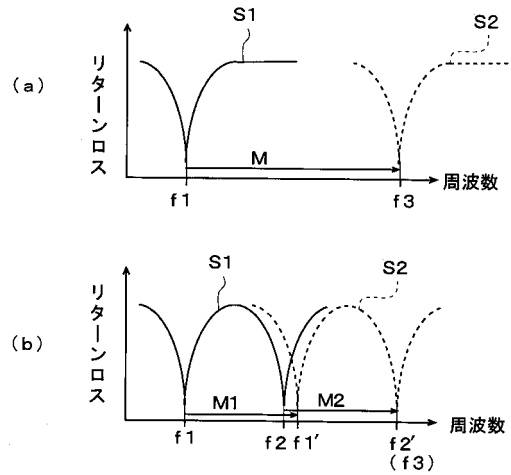
【図1】



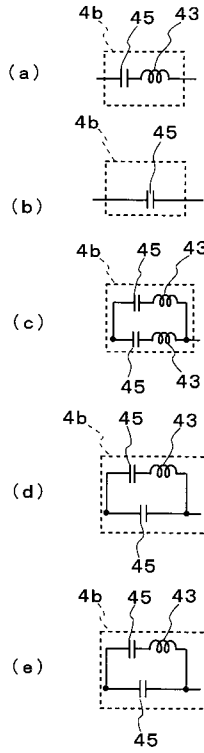
【図2】



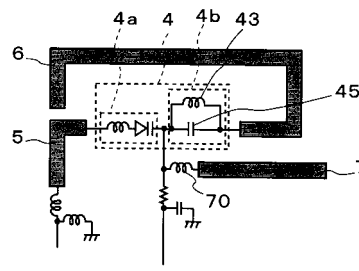
【図3】



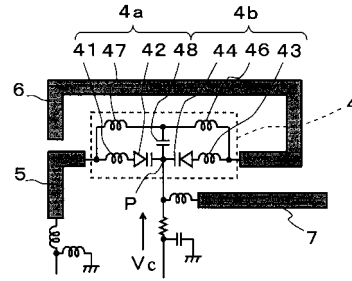
【図 8】



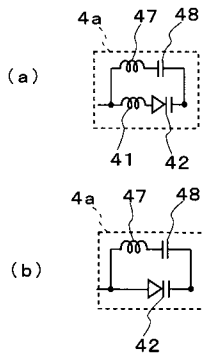
【図 9】



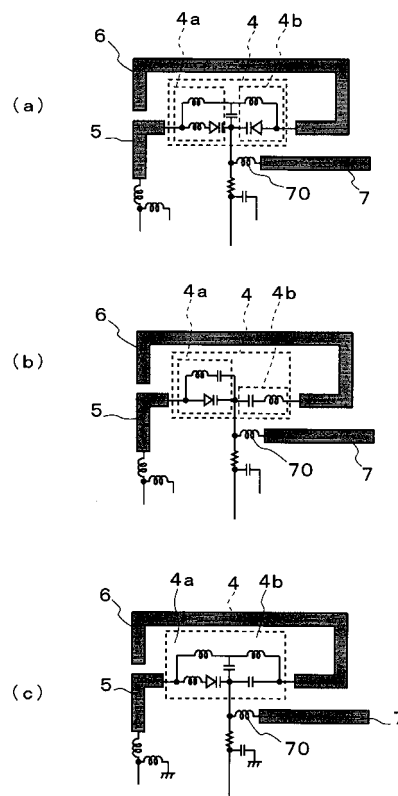
【図 10】



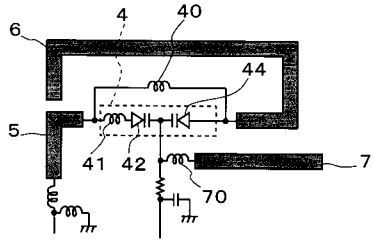
【図 11】



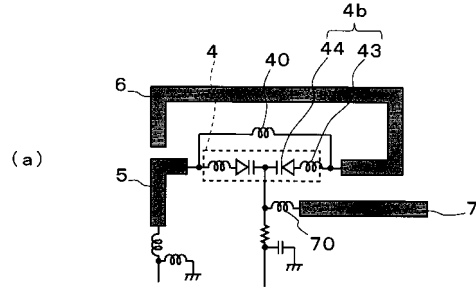
【図 12】



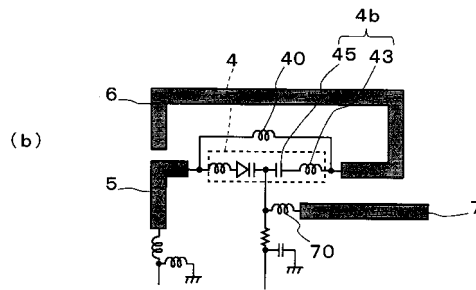
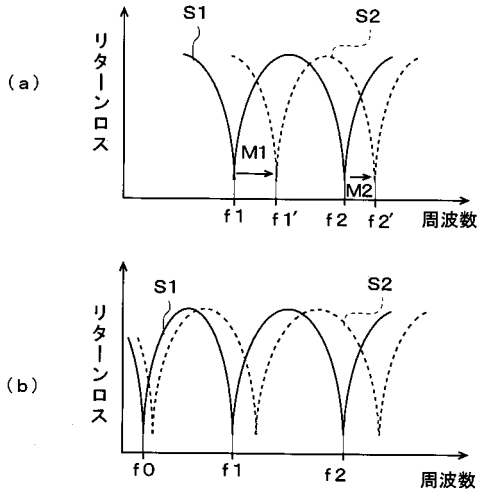
【図13】



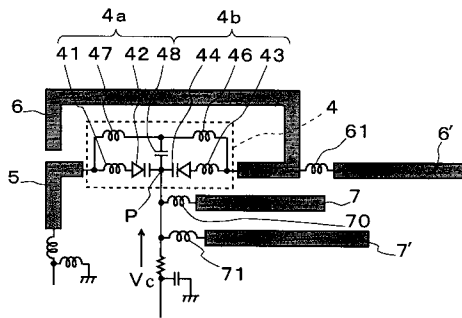
【図15】



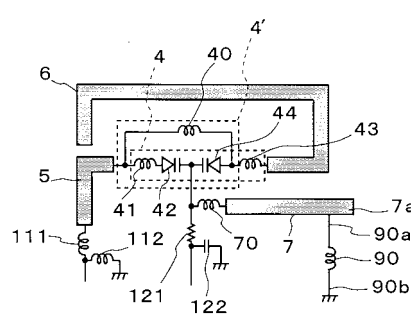
【図14】



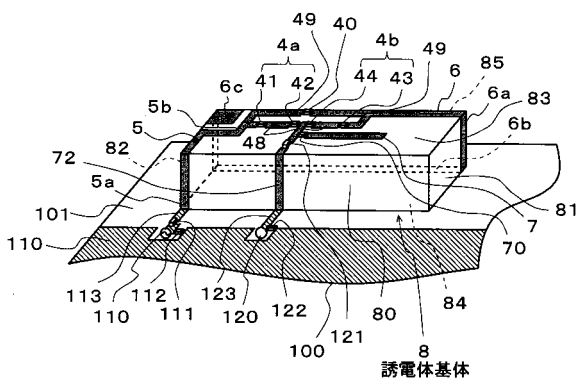
【図16】



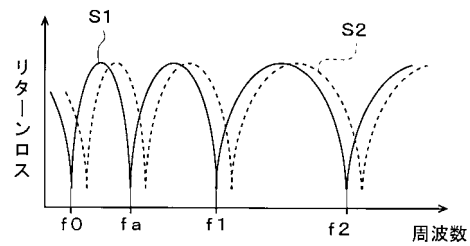
【図18】



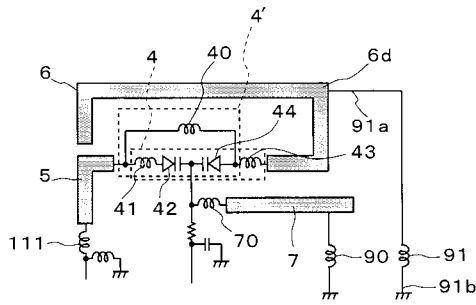
【図17】



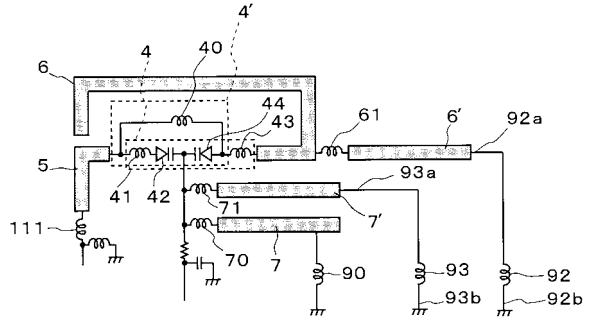
【図19】



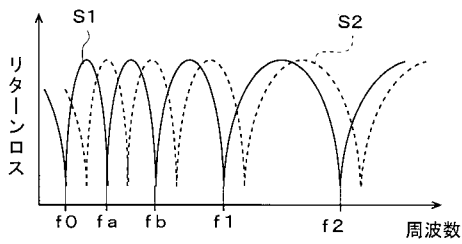
【図20】



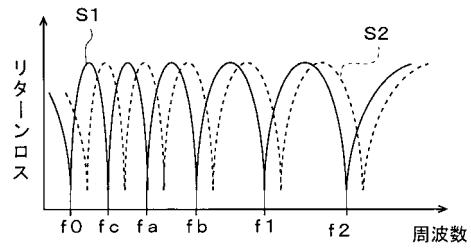
【図22】



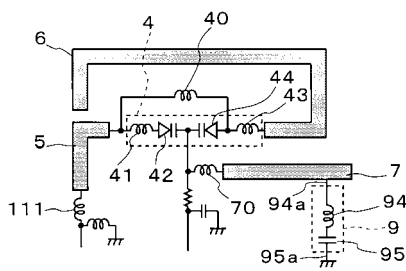
【図21】



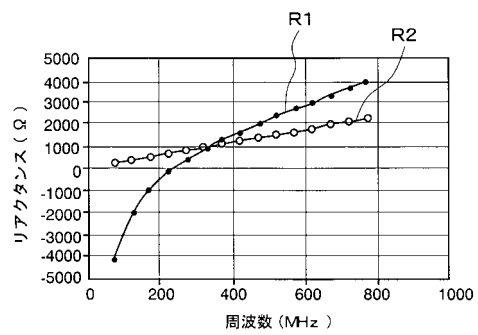
【図23】



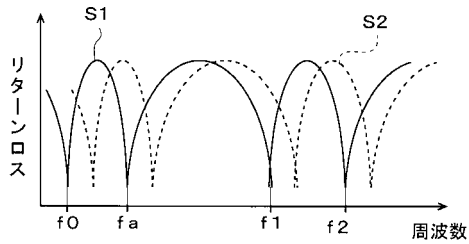
【図24】



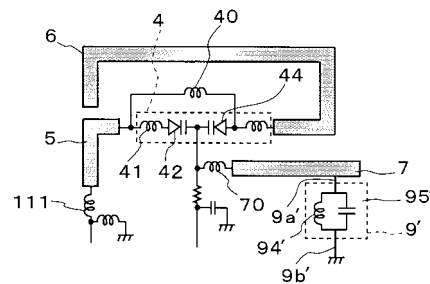
【図26】



【図25】



【図27】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-158529(JP,A)
特開2002-076750(JP,A)
特開2004-320611(JP,A)
特開2002-271123(JP,A)
特開2004-328128(JP,A)
特開2001-298378(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 5/01
H01Q 1/38