

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アンテナ素子が接続されるアンテナ接続部と給電部との間に接続されるアンテナ整合回路であって、

前記アンテナ整合回路は利用周波数が互いに異なる複数の整合回路と、これらの整合回路を選択して前記アンテナ接続部と前記給電部との間に接続するスイッチとから成り、

前記複数の整合回路は、インピーダンスを変換しつつ位相を回転させ、前記給電部から前記アンテナ接続部の方向に当該整合回路を見たリターンロス特性が前記利用周波数の帯域でそれぞれ複共振するインピーダンス回路であることを特徴とするアンテナ整合回路。

【請求項 2】

前記インピーダンス回路は、前記インピーダンスの変換と前記位相の回転を同時に行うインピーダンス変換同時位相回転部から成る、請求項 1 に記載のアンテナ整合回路。

【請求項 3】

前記複数の整合回路は、

前記給電部とグランド間にシャントに接続される 2 つの並列リアクタと、当該 2 つの並列リアクタとの間に直列に接続される直列リアクタとから成る π 型回路、及び前記給電部と前記アンテナ接続部との間で直列に接続されて前記利用周波数で共振させる直列リアクタ、を備えて成る、請求項 2 に記載のアンテナ整合回路。

【請求項 4】

前記整合回路を構成する回路要素の一部または全部を積層基板にパッケージ化した、請求項 1、2 または 3 に記載のアンテナ整合回路。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のアンテナ整合回路と前記アンテナ接続部に接続されるアンテナ素子とを備えて成るアンテナ装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のアンテナ整合回路を回路基板に構成し、当該回路基板に前記アンテナ素子を搭載して成るアンテナ装置。

【請求項 7】

前記アンテナ素子は誘電体または磁性体の基体に電極パターンを形成して成り、当該基体に請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のアンテナ整合回路の一部または全部を構成したアンテナ装置。

【請求項 8】

前記アンテナ素子は、前記アンテナ整合回路のアンテナ接続部に接続可能な複数種のアンテナ素子のうち、前記アンテナ素子単体での放射 Q の良好なアンテナ素子である、請求項 5 ～ 7 のいずれかに記載のアンテナ装置。

【請求項 9】

前記複数種のアンテナ素子の選択条件は、アンテナ素子に対する給電点の位置、アンテナ素子と対向するグランドとの間隔、アンテナ素子のサイズのいずれか又はこれらの複数の組み合わせである、請求項 8 に記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、二周波帯または多周波帯のアンテナ整合回路及びそれを備えたアンテナ装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

複数の周波数帯で動作する携帯電話端末等の携帯無線機に内蔵する多周波のアンテナ装置が特許文献 1 に開示されている。

【0003】

図 1 は特許文献 1 に示されているアンテナ装置の構成図である。このアンテナ装置は、

10

20

30

40

50

スリット 5 を形成した板状素子 2 及び板状素子 1 からなる逆 F アンテナ素子の一部が短絡部 3 によって地板 6 に電氣的に接地されている。給電部 4 には、インダクタ 7 及びキャパシタ 8 を直列接続した直列共振回路 9 と、インダクタ 10 及びキャパシタ 11 を直列接続した直列共振回路 12 とが並列に接続されている。直列共振回路 9 と直列共振回路 12 との並列接続回路の他端は給電端子 13 に接続されている。この給電端子 13 に無線回路が接続される。

【特許文献 1】特開 2003 - 179426 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

特許文献 1 に示されているアンテナ装置においては、図 1 に示したように、低周波帯において回路によって複共振化させるために、給電ラインに LC 共振子を付加している。

【0005】

ところが、このような LC 共振子は帯域通過型のフィルタとして作用するため、共振周波数以外の周波数信号が基本的に通過し難く、他の周波数帯に与える影響が大きい。また、インダクタ及びキャパシタ等をディスクリット部品で構成すると、共振子としての損失が大きく（Q 値が低く）なり、また周波数ばらつきも大きくなるという懸念がある。

【0006】

なお、特許文献 1 の構成では、高低の周波数に対応する 2 つの LC 共振子を設けているが、両周波数帯を同時に複共振化して広帯域化できている訳ではない。

20

【0007】

そこで、この発明の目的は、LC 共振子を用いることのデメリットを回避しながら、使用する複数の周波数帯域について広帯域化を図ったアンテナ整合回路及びそれを備えたアンテナ装置を提供することにある。

【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、この発明は次のように構成する。

(1) アンテナ素子が接続されるアンテナ接続部と給電部との間に接続されるアンテナ整合回路であって、

前記アンテナ整合回路は利用周波数が互いに異なる複数の整合回路と、これらの整合回路を選択して前記アンテナ接続部と前記給電部との間に接続するスイッチとから成り、

30

前記複数の整合回路は、インピーダンスを変換しつつ位相を回転させ、前記給電部から前記アンテナ接続部の方向に当該整合回路を見たリターンロス特性が前記利用周波数の帯域でそれぞれ複共振するインピーダンス回路であることを特徴とする。

【0009】

この構成により、複数の利用周波数でそれぞれ複共振化した特性となり、それぞれの利用周波数帯で広帯域なアンテナ特性が得られる。

【0010】

(2) 前記インピーダンス回路は、前記インピーダンスの変換と前記位相の回転を同時に行うインピーダンス変換同時位相回転部から成る。

40

【0011】

これにより、少ない回路要素でインピーダンス変換と位相回転を行うことができ、小型化・低コスト化が図れる。

【0012】

(3) 前記複数の整合回路は、

前記給電部とグランド間にシャントに接続される 2 つの並列リアクタと、当該 2 つの並列リアクタとの間に直列に接続される直列リアクタとから成る π 型回路、及び前記給電部と前記アンテナ接続部との間で直列に接続されて前記利用周波数で共振させる直列リアクタ、を備えて成る。

これにより、複数の利用周波数帯にそれぞれ最適な広帯域化ができ、小型化が図れる。

50

【 0 0 1 3 】

(4) 前記整合回路は、それを構成する回路要素の一部または全部が積層基板にパッケージ化されたものとする。

これにより、実装先の回路基板上に実装可能な部品として扱うことができ、回路基板上の占有面積が削減できる。

【 0 0 1 4 】

(5) 前記アンテナ整合回路とそのアンテナ接続部に接続されるアンテナ素子とを備えてアンテナ装置を構成する。

これにより、複数の利用周波数帯で広帯域なアンテナ特性が得られる。

【 0 0 1 5 】

(6) 前記アンテナ整合回路を回路基板に構成し、当該回路基板に前記アンテナ素子を搭載してアンテナ装置を構成する。

これにより、要求されるアンテナ特性に応じて、回路要素の選定により前記アンテナ整合回路の特性変更も可能となる。

【 0 0 1 6 】

(7) 前記アンテナ素子は誘電体または磁性体の基体に電極パターンを形成して成り、当該基体に前記アンテナ整合回路の一部または全部を構成する。

この構成により、実装先の回路基板上へのアンテナ整合回路用部品の実装が不要または少なくなり、その分全体の小型化が図れる。

【 0 0 1 7 】

(8) 前記アンテナ素子は、前記アンテナ整合回路のアンテナ接続部に接続可能な複数種のアンテナ素子のうち、前記アンテナ素子単体での放射 Q の良好なアンテナ素子とする。

この構成により、放射 Q の良好なアンテナを前記アンテナ整合回路に接続することによって、効率の高いアンテナ装置が構成できる。

【 0 0 1 8 】

(9) 前記複数種のアンテナ素子の選択条件は、アンテナ素子に対する給電点の位置、アンテナ素子と対向するグラウンドとの間隔、アンテナ素子のサイズのいずれか又はこれらの複数の組み合わせとする。

これにより、放射 Q の良好なアンテナ素子を容易且つ確実に選定でき、高効率なアンテナ装置が構成できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

この発明によれば、複数の利用周波数でそれぞれ複共振化した特性となり、それぞれの利用周波数帯で広帯域なアンテナ特性が得られる。また、整合回路を構成する各回路要素を必須のものとするにより、それぞれの利用周波数帯の広帯域化に最適な整合回路を構成でき、小型化が図れる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

《 第 1 の実施形態 》

図 2 は、第 1 の実施形態に係るアンテナ整合回路の構成を説明するにあたって、予備的な構成を示す斜視図である。

回路基板（以下、単に「基板」という。）31 にはグラウンド領域 GA 及び非グラウンド領域 NGA を設けていて、この基板 31 上にアンテナ整合回路 30 を構成している。そして、基板 31 の非グラウンド領域 NGA に対してアンテナ素子 20 を実装することによってアンテナ装置 100 を構成する。

【 0 0 2 1 】

アンテナ整合回路 41 は、アンテナ素子 20 が接続されるアンテナ接続部 32 と給電部 39 との間に構成している。このアンテナ整合回路 41 は、2 つの利用周波数帯の一方であるハイバンド用のアンテナ整合回路と、他方であるローバンド用のアンテナ整合回路と、その 2 つの整合回路の経路を選択するアンテナ素子側スイッチ 33 及び給電部側スイッ

10

20

30

40

50

チ 3 8 とで構成している。

【 0 0 2 2 】

ハイバンド側アンテナ整合回路とローバンド側アンテナ整合回路は、後述するようにそれぞれ経路上に各種回路要素を付加したものである。

【 0 0 2 3 】

図 2 において基板 3 1 の非グランド領域 N G A の図中の符号 W で示す寸法は 4 0 m m 、符号 L で示す寸法は 4 m m である。また、アンテナ素子 2 0 の符号 T で示す寸法は 3 m m であり、その長さは W に等しい。

【 0 0 2 4 】

図 2 において上記経路上の各区間 P 1 ~ P 6 の構成は次のとおりである。

P 1 - アンテナ素子側スイッチ部

P 2 - リアクタンス装荷部

P 3 - 第 1 整合部

P 4 - 移相部

P 5 - 第 2 整合部

P 6 - 給電部側スイッチ部

上記アンテナ整合回路 4 1 の構成を、ローバンド側とハイバンド側とについて、アンテナ接続部から給電部側へ回路要素を順次付加していったときの特性変化について説明する。

【 0 0 2 5 】

図 3 ~ 図 7 はローバンド側のアンテナ整合回路について示す図であり、各図において (A) はアンテナ整合回路の斜視図、(B) はリターンロス、(C) は給電部 3 9 からアンテナ整合回路側を見たインピーダンスをスミスチャート上に表したものである。

【 0 0 2 6 】

まず図 3 に示すように、給電部 3 9 とアンテナ接続部 3 2 との間を単に線路で接続した場合には、ローバンドの周波数帯 (9 0 0 M H z) で共振せず、整合もとれていない。

【 0 0 2 7 】

なお、図 3 に示した例では 2 7 6 0 M H z 付近でリターンロスが若干下がっているが、これは単なる不要共振である。

【 0 0 2 8 】

このような状態から、図 4 に示すように、経路上に線路に対して直列に直列リアクタとして直列インダクタ 3 4 a を接続する。

【 0 0 2 9 】

これにより、図 4 (B) (C) 中で、マーカー (1) で示すように 9 0 0 M H z 帯のローバンドの周波数帯で共振が生じる。このようにアンテナ素子 2 0 の持つ初期値にリアクタンス成分を付加して所望の周波数帯で共振周波数を定める。

【 0 0 3 0 】

次に、図 5 に示すように並列リアクタとして並列インダクタ 3 5 a を線路とグランドとの間にシャントに接続する。これにより、ローバンド (9 0 0 M H z) で基準の 5 0 Ω に整合がとれてリターンロスが小さくなり、スミスチャート上では図中破線で示すように小円軌跡 S C T が生じる。図 5 (B) (C) 中のマーカー (1) は周波数が対応している。このように、ローバンドの周波数帯でのインピーダンスがスミスチャートの中心に近接する。

【 0 0 3 1 】

続いて図 6 に示すように、位相器 3 6 a を設ける。これにより図 5 (C) に示したスミスチャート上の軌跡は位相器 3 6 a の線路長分だけ時計回りに回転する。この位相器 3 6 a による移相量は、後の並列インダクタを付加することを考慮して前記小円軌跡 S C T がスミスチャート上の第 3 象限に移動するまでの量とする。

【 0 0 3 2 】

なお、図 6 (A) に示した位相器 3 6 a は 5 0 Ω のストリップラインであるので、本来

10

20

30

40

50

なら図 5 (C) に示した軌跡がそのままの形で時計回りに回転する筈であるが、実際にはその他の成分によって、この図 6 (C) に示すように小円の大きさが変化する傾向がある。図 6 (B) (C) 中のマーカー (1) は周波数が対応している。

【0033】

最後に図 7 に示すように、インピーダンス素子として並列インダクタ 37a を接続する。これにより図 7 (C) に示すように、並列インダクタ 37a の接続による図中の矢印方向への旋回により、前記小円軌跡 SCT がスミスチャート上の中心を囲むような位置にまで移動する。図 7 (B) (C) 中のマーカー (1) (2) はそれぞれの周波数が対応している。

【0034】

このようにして、ローバンド用の整合回路は、給電部からアンテナ接続部の方向に見たリターンロス特性がローバンドの周波数帯域で複共振するインピーダンス回路で構成したことにより、図 7 (B) のリターンロス特性に現れているように、ローバンドの周波数帯で複共振が生じて広帯域化が図れる。

【0035】

ハイバンド用の整合回路についてもローバンド用の整合回路と同様に構成することにより、ハイバンドの周波数帯で複共振が生じて広帯域化が図れる。

【0036】

ここで、第 1 整合部 P3, 移相部 P4, 第 2 整合部 P5 の作用を総括すると、「50Ω からずれている (リアクタンス装荷部 P2 を含んだ) アンテナのインピーダンスをスミスチャート上で回転させながら、給電点インピーダンスである 50Ω に直接的にインピーダンス変換してスミスチャートの中央を狙うこと」と言える。

【0037】

この動きは第 1 整合部 P3 - 移相部 P4 - 第 2 整合部 P5 を F 行列 (4 端子行列) で表したもっと簡易な回路で実現でき、これによる設計も可能である。

【0038】

図 8 は上述の設計方法により設計したアンテナ整合回路及びそのインピーダンスをスミスチャート上に表したものである。図 8 (A) において、上記経路上の各区間 P1 ~ P6 の構成は次のとおりである。

【0039】

- P1 - アンテナ素子側スイッチ部
- P2 - リアクタンス装荷部
- P3 4 5 - インピーダンス変換 + 位相回転部
- P6 - 給電部側スイッチ部

図 8 (B) は、図 4 (C) に示した状態 (リアクタンス装荷部 P2 に直列インダクタ 34a を設けた状態) から、このリアクタンス装荷部 P2 を含んだアンテナのインピーダンスをスミスチャート上で回転させながら、給電部 39 のインピーダンスである 50Ω に直接的にインピーダンス変換してスミスチャートの中央を狙うことを表している。

【0040】

図 8 (C) は、インピーダンス変換 + 位相回転部 P3 4 5 を設けた状態で、給電部 39 からアンテナ整合回路を見たインピーダンスをスミスチャート上に表したものである。この図は図 7 (C) に等しい。

【0041】

図 9 (A) は F 行列を 4 端子回路網に表した図、図 9 (B) は、それを実現する π 型回路、図 9 (C) はその π 型回路を想定した 4 つのパラメータを表した図である。このようにして F 行列から π 型回路の Z_1 , Z_2 , Z_3 を決定する。

【0042】

図 2 に示した整合回路は、「第 1 整合部 P3」 - 「移相部 P4」 - 「第 2 整合部 P5」の構成となっている。このことから考えると、上記 F 行列の設定は、移相部 P4 を一般的な π 型で構成し、その π 型の第 1 の脚部と第 1 整合部、第 2 の脚と第 2 整合部のリアクタ

10

20

30

40

50

ンス値をそれぞれ合成していることと等価とみなせる（同じ操作を行っていると考えられる）。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 はそのことを示す図である。図 1 0 (A) は図 2 及び図 7 (A) に示した第 1 整合部 P 3、移相部 P 4、第 2 整合部 P 5 の構成を示す図、図 1 0 (B) はその部分の回路図である。移相部 P 4 は並列リアクタンスと直列リアクタンスによる π 型回路で表されるので、その一方の並列リアクタンスと第 1 整合部 P 3 の並列リアクタンスとが一つのリアクタンス素子として合成できる。同様に、他方の並列リアクタンスと第 2 整合部 P 5 の並列リアクタンスとが一つのリアクタンス素子として合成できる。図 1 0 (C) はこのようにして、「インピーダンス変換 + 位相回転部」P 3 4 5 を π 型回路で表した図である。この「インピーダンス変換 + 位相回転部」P 3 4 5 が本発明に係る「インピーダンス変換同時位相回転部」に相当する。

10

【 0 0 4 4 】

以上のことから、図 2 に示した整合回路に比べて、経路の簡略化、部品点数の削減が図れる。また、設計時には、「第 1 整合部」-「移相部」-「第 2 整合部」を設定し、あるいは第 2 整合部は行列 Z o u t の設定で省略した場合を想定して、第 1 整合部 - 移相部を設定しておいて、上記リアクタンス値の合成という手順を採ってもよい。

【 0 0 4 5 】

図 1 1 は、第 1 の実施形態に係るアンテナ整合回路及びアンテナ装置の構成を示す斜視図である。このアンテナ装置 1 0 1 は、図 2 に示したアンテナ装置 1 0 0 において、第 1 整合部 P 3、移相部 P 4、及び第 2 整合部 P 5 を、「インピーダンス変換 + 位相回転部」P 3 4 5 に置換したものである。図 2 に示した例では、並列リアクタ 3 5 a , 3 5 b で第 1 整合部 P 3 を構成し、位相器 3 6 a , 3 6 b で移相部 P 4 を構成し、並列リアクタ 3 7 a , 3 7 b で第 2 整合部 P 5 を構成したが、図 1 1 では、並列リアクタ 4 5 a , 4 5 b、直列リアクタ 4 6 a , 4 6 b、及び並列リアクタ 4 7 a , 4 7 b によって「インピーダンス変換 + 位相回転部」P 3 4 5 を構成している。その他の構成は図 2 に示したものと同様である。

20

【 0 0 4 6 】

図 1 2 は、以上のようにして設計したアンテナ装置 1 0 1 のリターンロスと効率の特性を表したものである。但し、図 1 1 に示したアンテナ素子側スイッチ 3 3 及び給電部側スイッチ 3 8 を設けていない状態での実験結果である。ここで R L (L) はローバンドでのリターン特性、 η (L) はローバンドでの効率、R L (H) はハイバンドでのリターン特性、 η (H) はハイバンドでの効率である。

30

【 0 0 4 7 】

このように 9 0 0 M H z を中心とするローバンド (G S M 8 5 0 / 9 0 0) 及び 1 9 0 0 M H z を中心とするハイバンド (D C S / P C S / U M T S) の両方とも複共振状態となって広帯域化できる。またローバンド・ハイバンドともに高い効率が得られる。

【 0 0 4 8 】

なお、以上に示した例では 3 素子の π 型回路で「インピーダンス変換同時位相回転部」を構成したが、T 型回路で構成することや 2 素子で構成することも考えられる。

40

【 0 0 4 9 】

《 第 2 の実施形態 》

第 2 の実施形態では、放射 Q の良いアンテナの選択について示す。

結論としては、この発明のアンテナ整合回路を適用した場合の効率は、アンテナ（共振周波数を所望の周波数帯にもってくる装荷リアクタンス以外の整合回路を含まないアンテナ素子と輻射に寄与する筐体部分とを含んだアンテナ）そのものの持つ放射 Q に依存する。このアンテナにはできる限り放射 Q の良いもの（値の小さなもの）を選択すべきである。

【 0 0 5 0 】

第 2 の実施形態では、この効果を実験的に検証するものである。

50

まず、放射 Q の異なる 2 種類のアンテナを準備し、各々にアンテナ整合回路を適用し、その特性を測定した。

【 0 0 5 1 】

図 1 3 はその 2 種類のアンテナの斜視図である。図 1 3 (A) (B) の何れの例でも、アンテナ接続部 3 2 と給電回路 4 0 との間に直列インダクタ 3 4 a を挿入し、アンテナ素子 2 0 に対して給電位置を変えるように構成している。

【 0 0 5 2 】

図 1 3 の (A) の例では、アンテナ接続部 3 2 を基板 3 1 の中央部に配置するとともに、中央給電のアンテナ素子 2 0 を接続するように構成している。また図 1 3 の (B) の例では、アンテナ接続部 3 2 を基板 3 1 B の端部に配置するとともに、端部給電のアンテナ素子 2 0 B を接続するように構成している。

10

【 0 0 5 3 】

図 1 4 は、図 1 3 に示した 2 種類のアンテナ装置のリターンロスと効率の測定結果を示すものである。ここで各曲線の意味は次のとおりである。

【 0 0 5 4 】

R L LC - ローバンド側中央給電アンテナのリターンロス
 R L LE - ローバンド側端部給電アンテナのリターンロス
 η LC - ローバンド側中央給電アンテナの効率 (リターンロス補正後)
 η LE - ローバンド側端部給電アンテナの効率 (リターンロス補正後)
 R L HC - ハイバンド側中央給電アンテナのリターンロス
 R L HE - ハイバンド側端部給電アンテナのリターンロス
 η HC - ハイバンド側中央給電アンテナの効率 (リターンロス補正後)
 η HE - ハイバンド側端部給電アンテナの効率 (リターンロス補正後)
 なお、上記 2 種類のアンテナの放射 Q の値は次のとおりである。

20

【 0 0 5 5 】

中央給電アンテナ
 ローバンド 8 . 4
 ハイバンド 2 5 . 4
 端部給電アンテナ
 ローバンド 9 . 8
 ハイバンド 3 5 . 8

30

このように中央給電にすることによって良好な (値の小さな) アンテナの放射 Q が得られる。

【 0 0 5 6 】

図 1 5 は図 1 3 に示したアンテナに対して第 1 の実施形態で示したアンテナ整合回路 3 0 を適用した例である。

【 0 0 5 7 】

また、図 1 6 はそのアンテナ整合回路 3 0 を適用した後のそれぞれのアンテナについてリターンロスと効率について示している。但し、図 1 1 に示したアンテナ素子側スイッチ 3 3 及び給電部側スイッチ 3 8 に相当するスイッチを設けていない状態での実験結果である。ここでローバンドは G S M 8 5 0 / 9 0 0 、ハイバンドは D C S / P C S / U M T S の周波数帯であり、それぞれの帯域内で平均効率は次のとおりである。

40

【 0 0 5 8 】

中央給電アンテナ
 ローバンド - 2 . 6 (d B)
 ハイバンド - 2 . 3 (d B)
 端部給電アンテナ
 ローバンド - 2 . 4 (d B)
 ハイバンド - 3 . 9 (d B)

このようにアンテナ整合回路を装荷した場合、アンテナの放射 Q の実力が反映され、放

50

射 Q が良好な（値が小さな）アンテナである程、高効率特性が得られる。

【 0 0 5 9 】

なお、この例では、ローバンドの周波数帯では筐体に流れる電流の割合が大きい（依存度が高い）ため、筐体を含めたアンテナの放射 Q に差がなく、この検証には適さない。

【 0 0 6 0 】

図 1 7 は前記 2 種類のアンテナについて筐体に流れる表面電流の強度分布をシミュレーションした結果を示すものである。図 1 7 (A) (C) は中央給電アンテナの例、(B) (D) は端部（図における左端）給電アンテナについて、それぞれ異なった周波数帯での電流分布である。(A) は中央給電アンテナのハイバンド、(B) は端部給電アンテナのハイバンド、(C) は中央給電アンテナのローバンド、(D) は端部給電アンテナのローバンドについてそれぞれ示している。

10

【 0 0 6 1 】

この図 1 7 から明らかなように、(A) 中央給電アンテナ・ハイバンドでは左右の全体に亘って電流の強度分布に偏りなく良く流れるのに対し、(B) 端部給電アンテナ・ハイバンドでは電流の強度分布に左右の偏りがあり、特に左側では電流強度が低く、アンテナ（共振周波数を所望の周波数帯にもってくる装荷リアクタンス以外の整合回路を含まないアンテナ素子と輻射に寄与する筐体部分とから成るアンテナ）の放射 Q が悪いことが分かる。

【 0 0 6 2 】

この第 2 の実施形態では中央給電アンテナと端部給電アンテナとを比較して放射 Q の良好なアンテナを選択すべきであることを示したが、単に給電形式以外に、アンテナ素子と対向するグラウンドとの間隔、アンテナ素子のサイズによっても放射 Q は異なるので、これらのいずれか又はこれらの複数の組み合わせを選定条件として、放射 Q の良好な（値の小さな）アンテナ素子を選定すればよい。

20

【 0 0 6 3 】

《 第 3 の実施形態 》

第 3 の実施形態ではアンテナ素子及びアンテナ素子電極の幾つかの異なった例を示す。

図 1 8 は第 3 の実施形態に係るアンテナ装置の分解斜視図である。直方体（角柱）形状の誘電体基体の表面に、図に示すような漏斗状に広がったアンテナ素子電極 2 1 C を形成したアンテナ素子 2 0 C を用いている。このようにアンテナ素子 2 0 C の給電部からアンテナ素子電極 2 1 C が徐々に広がったパターンのアンテナ素子電極 2 1 C を形成することによって、広い周波数帯域に亘って 1 / 4 波長で共振することになり、広帯域化が促進される。

30

【 0 0 6 4 】

また図 1 8 に示した例では、アンテナ素子 2 0 C の底面に、アンテナ接続部に対する電極のみを形成しているので、またアンテナ素子 2 0 C にある程度の体積を備えているので、基板 3 1 C のグラウンド領域に直接実装可能である。

【 0 0 6 5 】

図 1 9 は別の 3 つのアンテナ装置の分解斜視図である。図 1 9 (A) の例では、金属板を折り曲げ加工したアンテナ素子 2 0 D を用い、これを、基板 3 1 D に形成したアンテナ接続部 3 2 に半田付けし、その上部を筐体 5 0 で覆うようにしている。アンテナ素子 2 0 D 及び基板 3 1 D の端部は、筐体 5 0 の形状に合わせて無駄な空間が生じないような形状にしている。

40

【 0 0 6 6 】

図 1 9 (B) の例では、基板 3 1 D に対して（バネ）ピン状のアンテナ接続部 3 2 B を取り付け、筐体 5 0 の内面にアンテナ素子電極 2 1 E を設け、基板 3 1 D に対して筐体 5 0 を被せた状態でアンテナ接続部 3 2 B がアンテナ素子電極 2 1 E に接続されるようにしている。このようにしてアンテナ素子を筐体の一部に設けたものにも適用できる。

【 0 0 6 7 】

図 1 9 (C) の例では、基板 3 1 E の非グラウンド領域にアンテナ素子電極 2 1 F を直接

50

形成している。このように基板パターンでアンテナ素子を兼用するようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

《 第 4 の実施形態 》

図 2 0 は第 4 の実施形態に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

図 2 0 は、ちょうど第 1 の実施形態で図 1 1 に示したアンテナ整合回路 3 0 を、パッケージ化したアンテナ整合回路モジュール 3 0 A として構成し、それを基板 3 1 に実装した例である。

【 0 0 6 9 】

このアンテナ整合回路モジュール 3 0 A は、例えば L T C C の多層基板を用いて、図 1 1 に示したアンテナ整合回路 3 0 を構成したものである。これにより部品点数が削減できるとともに基板 3 1 のスペースを効率よく利用できる。

10

【 0 0 7 0 】

《 第 5 の実施形態 》

図 2 1 は第 5 の実施形態に係る 2 つのアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

図 2 1 (A) の例では、ローバンド側とハイバンド側に兼用する直列リアクタ 3 4 を設けた例である。この直列リアクタ 3 4 は、ローバンドの周波数帯で必要なインダクタとして作用し、ハイバンドの周波数帯で、必要なキャパシタとして作用するように、例えば、L C 共振子などで構成するよう素子を選定する。これにより部品点数が削減できるとともにアンテナ整合回路の専有面積が縮小化できる。

【 0 0 7 1 】

20

図 2 1 (B) の例では、直列リアクタ 3 4 だけでなく、ローバンドとハイバンドの両方に兼ねる並列リアクタ 3 5 を設けている。例えばローバンドの最適リアクタンス値とハイバンドの最適リアクタンス値との中間的な値を選定する。

【 0 0 7 2 】

また、図 2 1 に示した上記直列リアクタ 3 4 及び並列リアクタ 3 5 以外の部分はアンテナ整合回路モジュール 2 9 または 2 8 として設けてもよい。さらに直列リアクタ 3 4 及び / または並列リアクタ 3 5 は、可変容量を含む切替え可能な又はチューナブルな回路、すなわち使用する周波数帯に応じて直列リアクタ及び / または並列リアクタのリアクタンス値を調整して、より多種の周波数帯で適用できるようにしてもよい。

【 0 0 7 3 】

30

《 第 6 の実施形態 》

図 2 2 は第 6 の実施形態に係る 2 つのアンテナ装置の分解斜視図である。

図 2 2 (A) の例ではアンテナ素子 2 0 E にアンテナ素子電極 2 1 G を形成するとともに、誘電体内部にアンテナ整合回路 3 0 B を構成している。したがって、このアンテナ素子 2 0 E を実装する基板 3 1 F には単に給電回路を設ければよい。

【 0 0 7 4 】

図 2 2 (B) の例では、アンテナ素子 2 0 F にアンテナ素子電極 2 1 G を形成するとともに、ローバンド用の直列インダクタ 3 4 a 及びハイバンド用の直列キャパシタ 3 4 b をそれぞれ形成している。このアンテナ素子 2 0 F を実装する基板 3 1 G 側には、上記直列インダクタ 3 4 a 及び直列キャパシタ 3 4 b を除くアンテナ整合回路のモジュール 2 9 を

40

【 0 0 7 5 】

なお、以上に示した各実施形態ではローバンドとハイバンドの 2 つの周波数帯についてアンテナ整合回路を設けたが、3 つ以上の周波数帯に適合させる場合には、それぞれの周波数帯に応じたアンテナ整合回路を同様にして設ければよい。

【 0 0 7 6 】

また、アンテナ素子は誘電体の基体に電極パターンを形成したものに限らず、磁性体基体に電極パターンを形成して構成してもよい。

【 0 0 7 7 】

また、以上の各実施形態では、位相器をストリップラインで概念的に表したが、例えば

50

ディスクリット部品による π 型やT型などの回路で構成してもよいし、その回路を構成する部品を構造体で置換してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】特許文献1に示されているアンテナ装置の構成図である。

【図2】第1の実施形態に係るアンテナ整合回路の構成を予備的に示す斜視図である。

【図3】ローバンド側のアンテナ整合回路について、アンテナ接続部から給電部側へ回路要素を順次付加していったときの特性変化について説明する図であり、単に線路を構成した状態を示す図である。

【図4】ローバンド側のアンテナ整合回路について、アンテナ接続部から給電部側へ回路要素を順次付加していったときの特性変化について説明する図であり、直列インダクタ34aを付加した状態を示す図である。

【図5】ローバンド側のアンテナ整合回路について、アンテナ接続部から給電部側へ回路要素を順次付加していったときの特性変化について説明する図であり、並列インダクタ35aを付加した状態を示す図である。

【図6】ローバンド側のアンテナ整合回路について、アンテナ接続部から給電部側へ回路要素を順次付加していったときの特性変化について説明する図であり、位相器36aを付加した状態を示す図である。

【図7】ローバンド側のアンテナ整合回路について、アンテナ接続部から給電部側へ回路要素を順次付加していったときの特性変化について説明する図であり、並列インダクタ37aを付加した状態を示す図である。

【図8】上述の設計方法により設計したアンテナ整合回路及びそのインピーダンスをスミスチャート上に表したものである。

【図9】(A)はF行列を4端子回路網に表した図、(B)は、それを実現する π 型回路、(C)はその π 型回路を想定した4つのパラメータを表した図である。

【図10】(A)は図2及び図7(A)に示した第1整合部P3、移相部P4、第2整合部P5の構成を示す図、(B)はその部分の回路図である。(C)は、インピーダンス変換+位相回転部P345を π 型回路で表した図である。

【図11】第1の実施形態に係るアンテナ整合回路及びアンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図12】以上のようにして設計したアンテナ装置101のリターンロスと効率の特性を表したものである。

【図13】アンテナの放射Qの選定について示す、2種類のアンテナの斜視図である。

【図14】図13の2種類のアンテナ装置のリターンロスと効率の測定結果を示す図である。

【図15】図13の2種類のアンテナに対して第1の実施形態で示したアンテナ整合回路30を適用した図である。

【図16】図15のアンテナ整合回路30を適用した後のそれぞれのアンテナについてリターンロスと効率について示す図である。

【図17】図15の2種類のアンテナについて筐体に流れる表面電流の強度分布をシミュレーションした結果を示すものである。

【図18】第3の実施形態に係るアンテナ装置の分解斜視図である。

【図19】第3の実施形態に係る別の3つのアンテナ装置の分解斜視図である。

【図20】第4の実施形態に係るアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図21】第5の実施形態に係る2つのアンテナ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図22】第6の実施形態に係る2つのアンテナ装置の分解斜視図である。

【符号の説明】

【0079】

20...アンテナ素子

21...アンテナ素子電極

10

20

30

40

50

2 8 , 2 9 , 3 0 A ... アンテナ 整合回路 モジュール

3 0 ... アンテナ 整合回路

3 0 A ... アンテナ 整合回路 モジュール

3 0 B ... アンテナ 整合回路

3 1 ... 基板

3 2 ... アンテナ 接続部

3 3 ... アンテナ 素子側 スイッチ

3 4 a ... 直列 インダクタ

3 4 b ... 直列 キャパシタ

3 4 ... 直列 リアクタ

10

3 5 a ... 並列 インダクタ

3 5 b ... 並列 インダクタ

3 5 ... 並列 リアクタ

3 6 ... 位相器

3 7 ... 並列 リアクタ

3 8 ... 給電部側 スイッチ

3 9 ... 給電部

4 0 ... 給電回路

4 5 a , 4 5 b ... 並列 リアクタ

4 6 a , 4 6 b ... 直列 リアクタ

20

4 7 a , 4 7 b ... 並列 リアクタ

5 0 ... 筐体

1 0 0 , 1 0 1 ... アンテナ 装置

G A ... グランド領域

N G A ... 非グランド領域

P 1 ... アンテナ 素子側 スイッチ部

P 2 ... リアクタンス 装荷部

P 3 ... 第 1 整合部

P 4 ... 移相部

P 5 ... 第 2 整合部

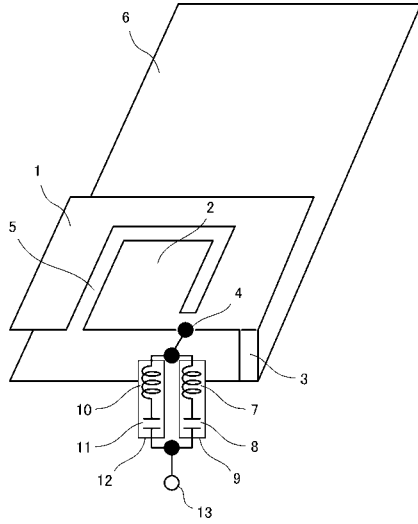
30

P 6 ... 給電部側 スイッチ部

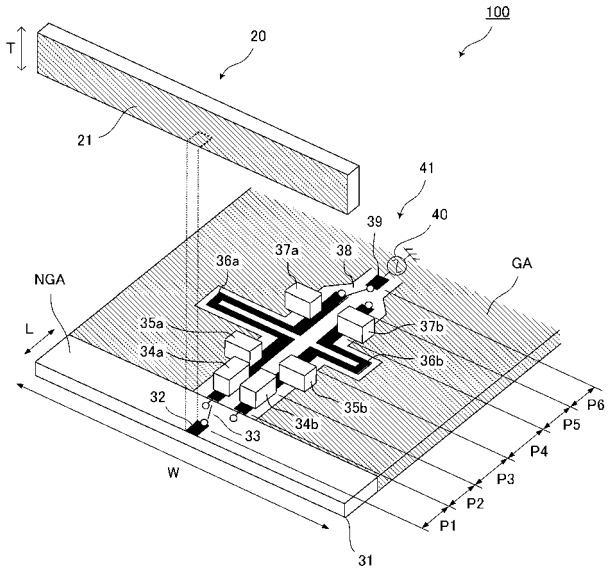
P 3 4 5 ... インピーダンス 変換 + 位相回転部

S C T ... 小円軌跡

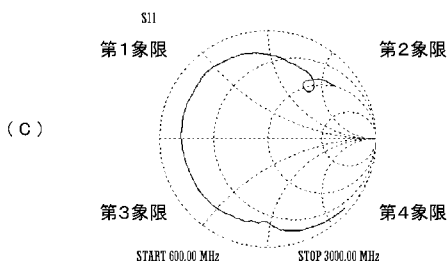
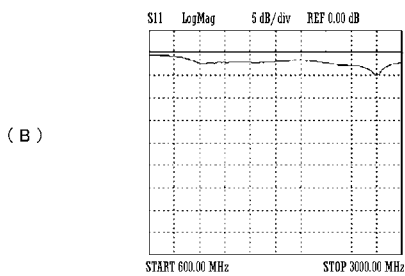
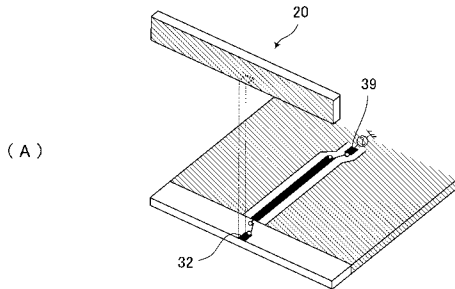
【図 1】



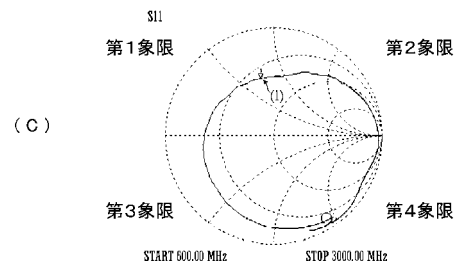
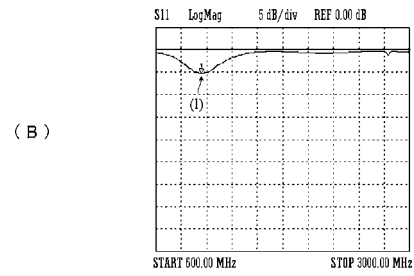
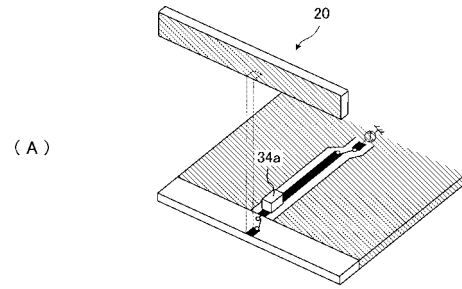
【図 2】



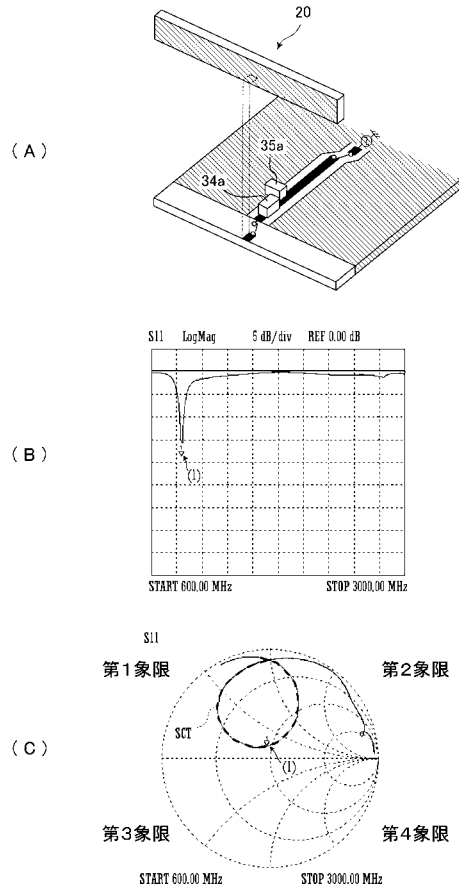
【図 3】



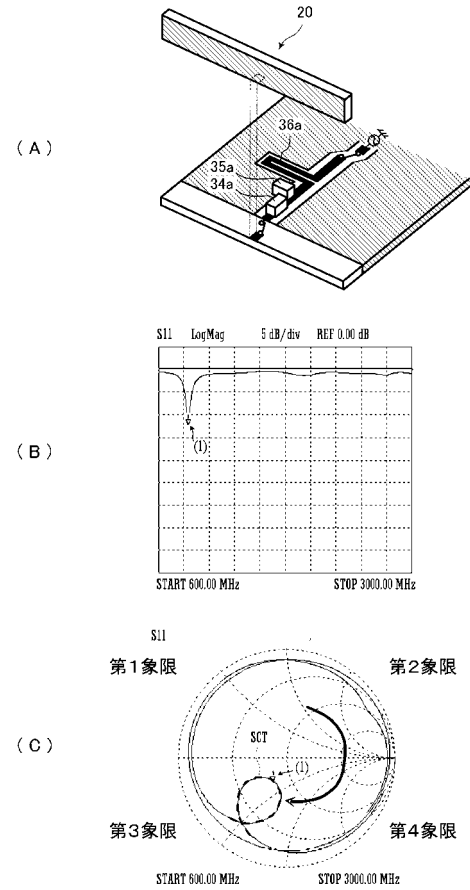
【図 4】



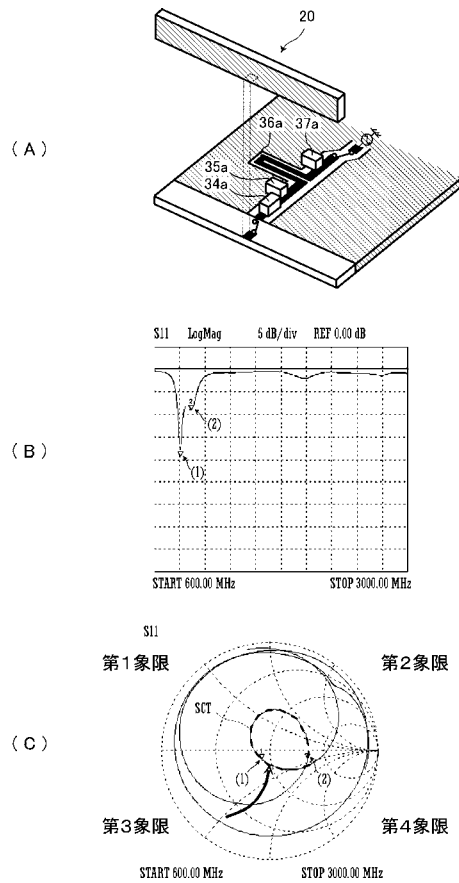
【図 5】



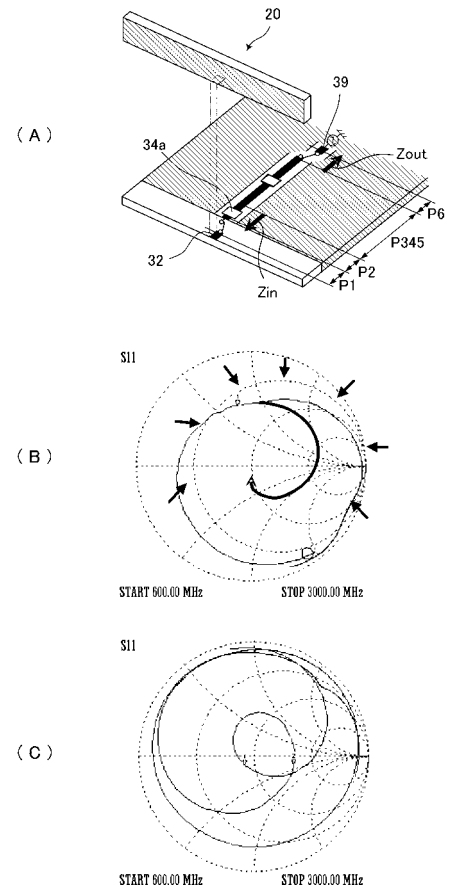
【図 6】



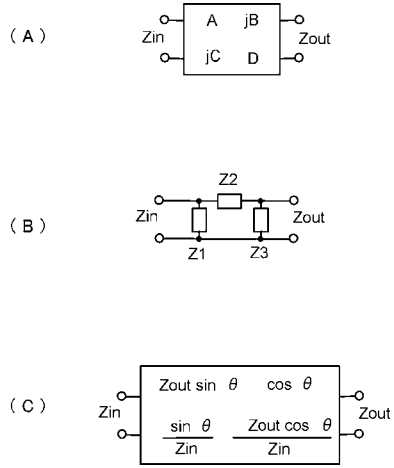
【図 7】



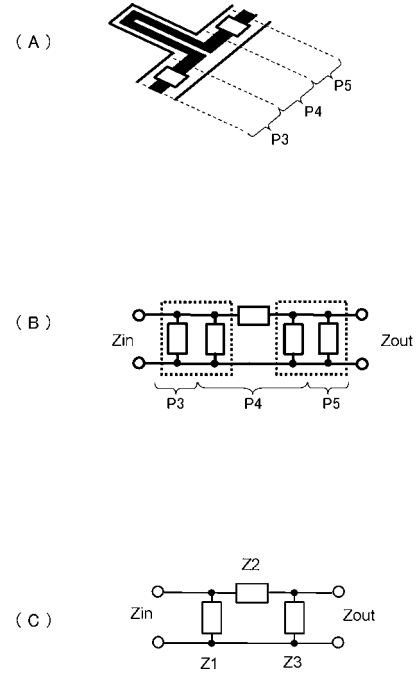
【図 8】



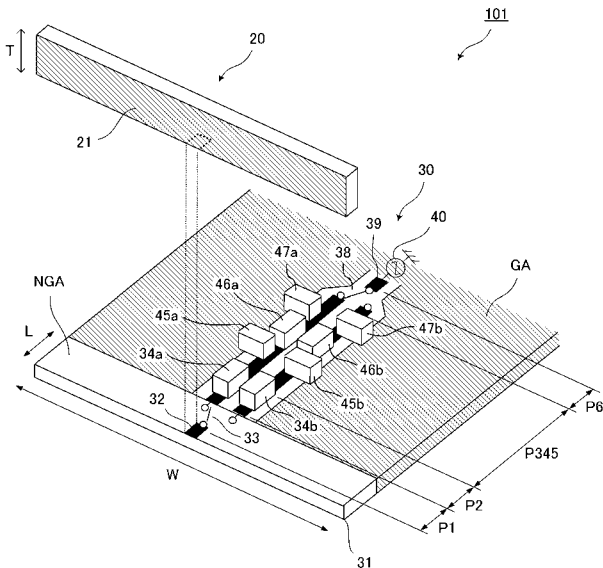
【図 9】



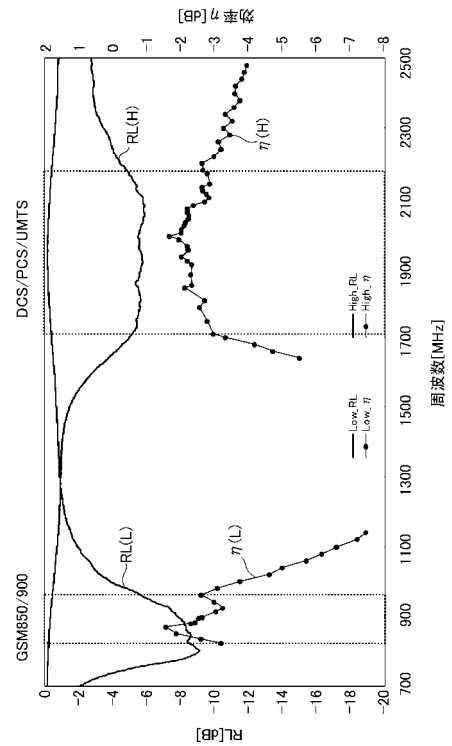
【図 10】



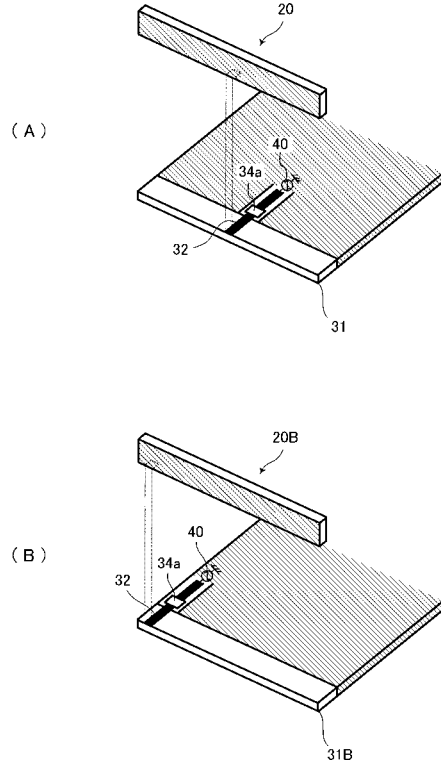
【図 11】



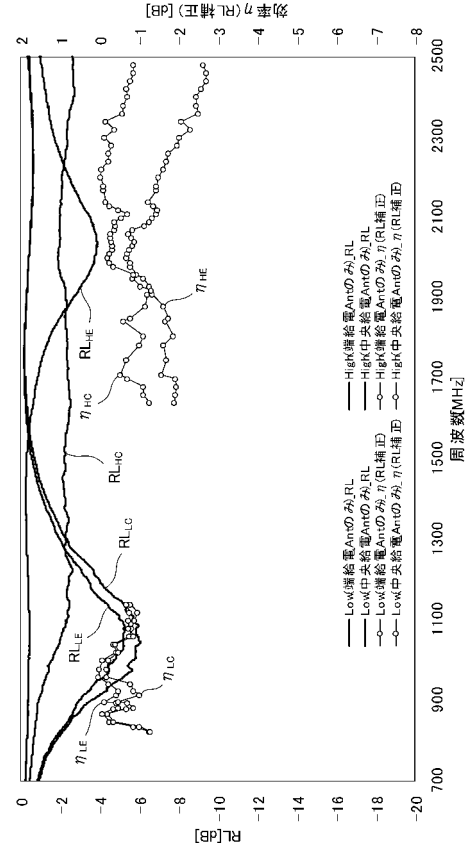
【図 12】



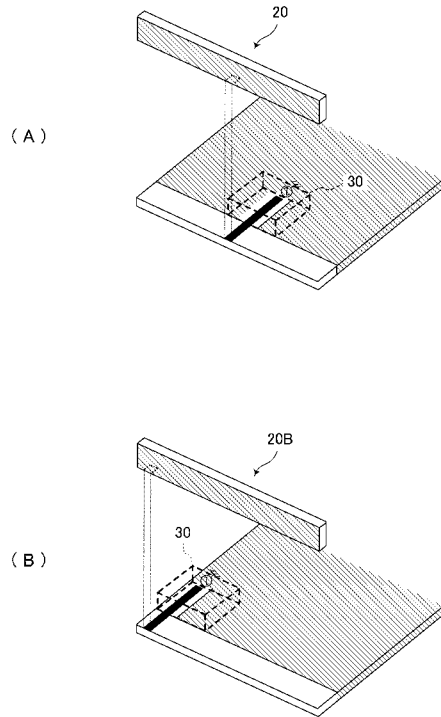
【図 13】



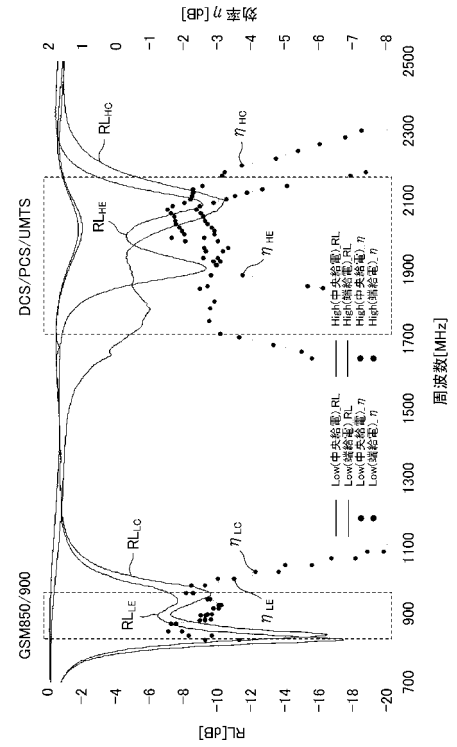
【図 14】



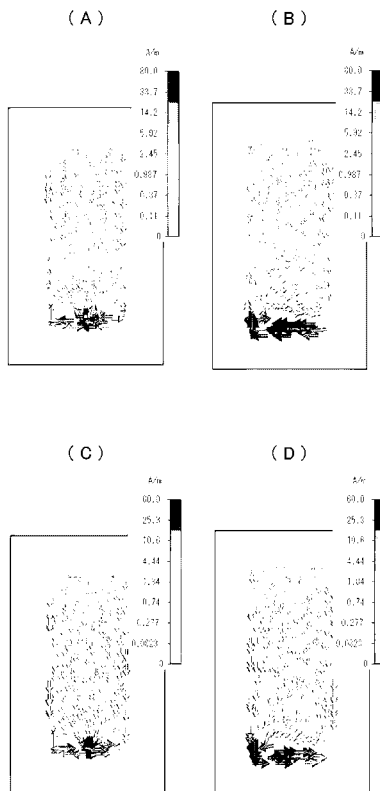
【図 15】



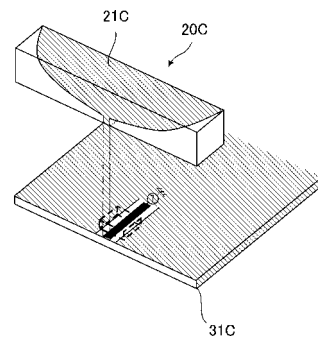
【図 16】



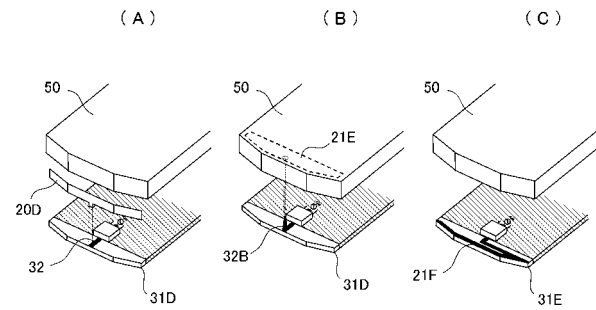
【図 17】



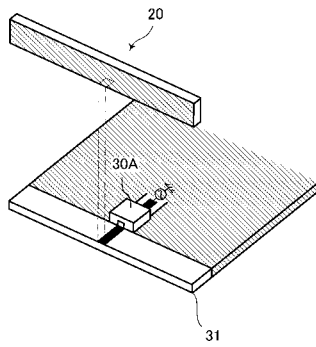
【図 18】



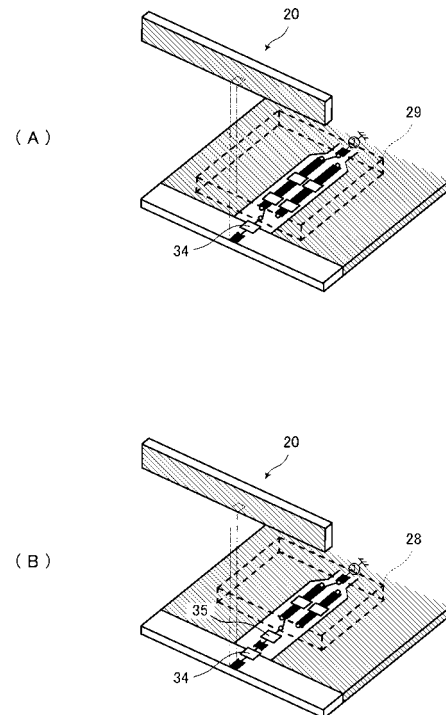
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【 図 2 2 】

