

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5662247号
(P5662247)

(45) 発行日 平成27年1月28日 (2015. 1. 28)

(24) 登録日 平成26年12月12日 (2014. 12. 12)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 Q 7/00 (2006. 01)

H O 1 Q 7/00

H O 1 Q 3/24 (2006. 01)

H O 1 Q 3/24

H O 1 Q 1/24 (2006. 01)

H O 1 Q 1/24

C

H O 1 Q 1/44 (2006. 01)

H O 1 Q 1/44

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-119370 (P2011-119370)
 (22) 出願日 平成23年5月27日 (2011. 5. 27)
 (65) 公開番号 特開2012-249089 (P2012-249089A)
 (43) 公開日 平成24年12月13日 (2012. 12. 13)
 審査請求日 平成25年9月19日 (2013. 9. 19)

(73) 特許権者 000004695
 株式会社日本自動車部品総合研究所
 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地
 (73) 特許権者 000004260
 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 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 杉本 勇次
 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式
 会社日本自動車部品総合研究所内
 (72) 発明者 鈴木 忠男
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式
 会社デンソー内

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】

第一地板と、

電波にて送受信される送受信信号が入出力される少なくとも一つの高周波送受信回路及びその高周波送受信回路の接地電位となる第二地板が形成された回路基板であって、その第二地板の板面が前記第一地板の板面に対して交差するようにその第一地板上に配置された高周波回路基板と、

を備え、

前記第一地板と前記第二地板とは、少なくとも、前記送受信信号の周波数の信号に対して絶縁状態となるように構成されており、

前記高周波送受信回路による前記送受信信号の給電はその高周波送受信回路毎に不平衡給電により行われ、

前記高周波送受信回路毎に、前記不平衡給電における給電ラインは前記第一地板に接続され、その不平衡給電におけるグラウンドラインは前記第二地板に接続されて、前記給電ラインから前記第一地板へ給電されると前記第二地板に電流が励振されるよう構成されていることにより、前記第二地板が、前記電波を送受信するための放射素子として機能する

ことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のアンテナ装置であって、

前記高周波回路基板には、複数の前記高周波送受信回路が形成されており、

10

20

前記各高周波送受信回路における、前記給電ラインと前記第一地板との接続点である給電点の各々、及び前記グラウンドラインと前記第二地板との接続点であるグラウンド接続点の各々は、いずれも、前記第一地板の板面に平行で且つ前記第二地板の板面に平行な方向である基板水平方向において離間するように配置されている

ことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のアンテナ装置であって、

前記高周波回路基板には、少なくとも 2 つの前記高周波送受信回路が形成されており、その 2 つの高周波送受信回路における前記各グラウンド接続点の一方は、前記高周波回路基板における前記基板水平方向の両端のうち一端を含む所定の第 1 端部領域内に配置され、その各グラウンド接続点の他方は、前記両端のうち他端を含む所定の第 2 端部領域内に配置されている

10

ことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 請求項 3 の何れか 1 項に記載のアンテナ装置であって、

前記高周波回路基板には、少なくとも、外部機器から前記高周波送受信回路の動作電源を供給するための外部電源線、及び前記外部機器のグラウンドと接続された外部グラウンド線が接続されており、

当該アンテナ装置は、前記絶縁状態を実現するために前記外部電源線及び前記外部グラウンド線のうち少なくとも前記外部グラウンド線において直列に接続された、少なくとも前記送受信信号の周波数の信号に対するインピーダンスが所定の高インピーダンス値以上であって少なくとも直流に対しては前記高インピーダンス値よりも低い所定の低インピーダンス値以下であるようなインピーダンス素子を備えている

20

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、主に移動体通信に用いられるアンテナ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば GPS や車車間通信、路車間通信等の各種通信を行うために車両に搭載されるアンテナに対しては、良好な送受信性能が要求されると共に、小型化も要求されている。

30

【0003】

特に近年、これら各種通信を実現するためにその通信の種類毎に構成される、アンテナを含む無線通信モジュールを、同じ一つの場所（例えば車両のルーフ上における所定の場所）にまとめて配置する要請がある。そのため、アンテナを含む各種無線通信モジュールの小型化がより一層求められている。

【0004】

これに対し、例えば特許文献 1 には、アンテナを含む無線通信モジュールを小型化するための一手法が開示されている。この特許文献 1 に記載のアンテナ装置は、無線端末のグラウンドであるグラウンド構造物の上に高周波回路基板が搭載されてなるものであり、その回路基板の一端に給電点を設けると共に他端に可変容量リアクタンス素子を設け、回路基板の一端側に設けられた給電点は、その一端が回路基板の地導体の一端側に接続されて他端が第 1 の接触端子を介してグラウンド構造物に接続され、回路基板の他端側に設けられた可変容量リアクタンス素子は、その一端が回路基板の地導体の他端側に接続されて他端が第 2 の接触端子を介してグラウンド構造物に接続されている。

40

【0005】

このような構成により、給電点の一端から第 1 の接触端子、グラウンド構造物、第 2 の接触端子、可変容量リアクタンス素子、及び地導体を経て給電点の他端に至る電流ループが

50

形成され、これによりアンテナ素子を用いることなく、アンテナとしての放射パターン形状が実現されて小型化を可能としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-205604号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載のアンテナ装置では、アンテナ素子を用いることなくアンテナとしての放射パターン形状を実現できてはいるものの、回路基板の両端にそれぞれ給電点及び可変容量リアクタンス素子を配置して一つのアンテナとしての機能が実現されるため、小型化が効果的に実現できているとは言い難い。

【0008】

しかも、特許文献1に記載のアンテナ装置は、上述したような電流ループが形成されることから、グランド構造物及び地導体の双方が放射源となり、よって双方を考慮した設計が必要となる。そのため、アンテナ装置の設計が複雑化し、またアンテナ装置の構造自体も複雑化するおそれがある。

【0009】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、設計や構成の複雑化を抑制しつつ、効果的に小型化を実現することが可能な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】

【0010】

上記課題を解決するためになされた請求項1に記載の発明は、第一地板と、この第一地板上に配置された高周波回路基板とを備えたものである。高周波回路基板は、電波にて送受信される送受信信号が入出力される少なくとも一つの高周波送受信回路及びその高周波送受信回路の接地電位となる第二地板が形成された回路基板であって、その第二地板の板面が第一地板の板面に対して交差するようにその第一地板上に配置されている。また、第一地板と第二地板とは、少なくとも、送受信信号の周波数の信号に対して絶縁状態となるように構成されている。

【0011】

そして、高周波送受信回路による送受信信号の給電はその高周波送受信回路毎に不平衡給電により行われ、高周波送受信回路毎に、不平衡給電における給電ラインは第一地板に接続され、その不平衡給電におけるグラウンドラインは第二地板に接続されて、給電ラインから第一地板へ給電されると第二地板に電流が励振されるよう構成されていることにより、第二地板が、電波を送受信するための放射素子として機能する。

【0012】

このように構成されたアンテナ装置は、高周波送受信回路からの給電ラインは第一地板に接続されてグラウンドラインは高周波回路基板の第二地板に接続され、第一地板と第二地板とは絶縁状態になっているという、特徴的構成を有している。

【0013】

このような構成により、第一地板に対して高周波回路基板の第二地板が高周波的に浮いた状態となり、給電ラインから第一地板への給電によって、高周波回路基板の第二地板の電位が変動する。これにより、第二地板におけるグラウンドラインの接続部近傍に電流が励振され、その励振電流によって、別途アンテナ素子を設けることなく、アンテナとしての機能が実現される。

【0014】

また、第二地板は、第一地板に対して各々の板面が交差するように配置されていることから、その励振電流には少なくとも第一地板に対して垂直方向の電流成分も含まれ、よってその垂直方向の偏波（垂直偏波）成分の電波の送受信が可能となる。この垂直方向の電

10

20

30

40

50

流成分により、本発明のアンテナ装置は、高周波回路基板の第二地板を用いた垂直モノポールが形成されていると見なすことができる。

【0015】

従って、本発明のアンテナ装置によれば、高周波送受信回路からの給電ラインは第一地板に接続してグラウンドラインは高周波回路基板の第二地板に接続するという簡素な構成で、別途アンテナ素子を設けることなく垂直偏波を良好に送受信することができる。そのため、設計や構成の複雑化を抑制しつつ、効果的に小型化を実現することが可能となる。

【0016】

尚、高周波送受信回路の具体的構成は種々考えられ、例えば、送受信信号の増幅或いは周波数変換などの、送受信信号に対する何らかのアナログ信号処理を行う機能を持った回路構成などが考えられる。

10

【0017】

また、絶縁状態とは、必ずしも電氣的、物理的に全く接続されていない状態のみを意味するものではなく、送受信信号の周波数に対しては高いインピーダンス（所定のインピーダンス値以上）となっているような状態も含む概念である。

【0018】

また、第一地板と第二地板の配置関係、より具体的には双方の板面がなす角度は、第一地板の板面に対して垂直な方向の偏波（垂直偏波）成分の電波を良好に送受信可能な（例えば垂直偏波成分の利得が所望のレベル以上となるような）範囲内の角度であればよいが、より好ましくは、第一地板に対して第二地板が垂直或いは垂直に近い配置関係であると

20

【0019】

次に、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のアンテナ装置であって、高周波回路基板には、複数の高周波送受信回路が形成されている。そして、各高周波送受信回路における、給電ラインと第一地板との接続点である給電点の各々、及びグラウンドラインと第二地板との接続点であるグラウンド接続点の各々は、いずれも、第一地板の板面に平行で且つ第二地板の板面に平行な方向である基板水平方向において、離間するように配置されている。

【0020】

つまり、複数の高周波送受信回路における各給電点は、基板水平方向において互いに離間しており、各グラウンド接続点も、基板水平方向において互いに離間している。

30

このように、複数の高周波送受信回路を備えて且つ各給電点及び各グラウンド接続点がそれぞれ基板水平方向に離間された構成となっていることで、第二地板において、複数の高周波送受信回路毎に、基板水平方向における異なる位置でそれぞれ上記垂直方向の励振電流を発生させることができる。これにより、例えば垂直偏波に対する空間ダイバーシティアンテナとしての機能を実現させることができたり、例えばMIMO（Multiple Input Multiple Output）のような複数のアンテナを用いて高速通信を可能とするような通信方式を実現することができる。そのため、装置全体の小型化と、移動体通信やマルチパスフェージングに対応可能な良好な通信性能との両立が可能な、小型且つ高性能のアンテナ装置を提供することができる。

40

【0021】

次に、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載のアンテナ装置であって、高周波回路基板には、少なくとも2つの高周波送受信回路が形成されている。そして、その2つの高周波送受信回路における各グラウンド接続点の一方は、高周波回路基板における基板水平方向の両端のうち一端を含む所定の第1端部領域内に配置され、各グラウンド接続点の他方は、上記両端のうち他端を含む所定の第2端部領域内に配置されている。

【0022】

つまり、2つの高周波送受信回路における各グラウンド接続点を、それぞれ、高周波回路基板の端部近傍に配置するのであり、このようにすることで、両端それぞれにおいて上記垂直方向の励振を必要十部に発生させることができ、各高周波送受信回路を介してそれぞ

50

れ垂直偏波の電波の送受信を良好に行うことができる。

【 0 0 2 3 】

なお、第 1 端部領域及び第 2 端部領域をそれぞれどのように設定するかは適宜考えられるが、各端部においてそれぞれ発生する上記垂直方向の励振電流が所望のレベルとなるよう、即ち上記垂直方向の偏波成分の電波を良好に送受信できるような領域に設定すればよい。

【 0 0 2 4 】

次に、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ～ 請求項 3 の何れか 1 項に記載のアンテナ装置であって、高周波回路基板には、少なくとも、外部機器から高周波送受信回路の動作用電源を供給するための外部電源線、及び外部機器のグラウンドと接続された外部グラウンド線

10

【 0 0 2 5 】

そして、当該アンテナ装置は、上記絶縁状態を実現するためのインピーダンス素子を備えている。即ち、外部電源線及び外部グラウンド線のうち少なくとも外部グラウンド線において、インピーダンス素子が直列に接続されている。このインピーダンス素子は、少なくとも送受信信号の周波数の信号に対するインピーダンスが所定の高インピーダンス値以上であって少なくとも直流に対してはその高インピーダンス値よりも低い所定の低インピーダンス値以下であるような素子である。

【 0 0 2 6 】

上記構成のアンテナ装置では、高周波回路基板が外部グラウンド線と物理的に接続されているものの、その外部グラウンド線にはインピーダンス素子が直列に挿入（直列接続）されているため、高周波回路基板と外部機器のグラウンドとは、直流的には導通状態であるものの高周波領域では（即ち少なくとも上記送受信信号の周波数の領域では）高いインピーダンスとなって両者間が絶縁状態であるとみなせる。

20

【 0 0 2 7 】

そのため、高周波回路基板と外部機器のグラウンドとの高周波領域での絶縁（延いては高周波回路基板の第二地板と第一地板との高周波領域での絶縁）を容易且つ確実に実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

30

【 図 1 】 第 1 実施形態の無線通信モジュールの概略構成を表す構成図である。

【 図 2 】 無線通信モジュールを構成する高周波送受信回路の具体的回路構成を表す構成図である。

【 図 3 】 無線通信モジュールを構成するアンテナの特性（指向性及び V S W R ）を説明するための説明図である。

【 図 4 】 無線通信モジュールを構成するアンテナの特性（電流分布）を説明するための説明図である。

【 図 5 】 無線通信モジュールの他の構成例を表す構成図である。

【 図 6 】 無線通信モジュールの他の構成例を表す構成図である。

【 発明を実施するための形態 】

40

【 0 0 2 9 】

以下に、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

〔 第 1 実施形態 〕

本発明のアンテナ装置が適用された実施形態の無線通信モジュール 1 は、図示しない車両のルーフ上に配置されて例えば G P S や車車間通信などの無線通信に用いられるものであり、図 1 に示すように、車両のルーフ上に固定して設置された導体からなる第一地板 2 と、この第一地板 2 の上に配置された高周波回路基板 3 とを備えてなるものである。

【 0 0 3 0 】

第一地板 2 は、当該無線通信モジュール 1 全体のグラウンドであり、車両のルーフ（導体）と電氣的に接続され、車両導体と同電位となっている。

50

高周波回路基板 3 は、主として、ベースバンド回路 5 と、第 1 高周波送受信回路 6 と、第 2 高周波送受信回路 7 とが形成されてなるものである。これら各回路 5, 6, 7 は、高周波回路基板 3 を構成する誘電体基板の一方の面に形成されている。そして、誘電体基板の他方の面に、上記各回路 5, 6, 7 のグランド（接地電位）となる第二地板 4 が、その他方の面のほぼ全面に形成されている。

【0031】

図 1 は、高周波回路基板 3 をその一方の面側（表側）から見た状態を示しており、よってその一方の面側に形成されている各回路 5, 6, 7 が図示されている。そして、図 1 において直接は図示されない他方の面側（裏側）に、導体からなる第二地板 4 が形成されている。

10

【0032】

高周波回路基板 3 は、その板面が第一地板 2 の板面に対して垂直になるように、即ち高周波回路基板 3 の第二地板 4 の板面が第一地板 2 の板面に対して垂直になるように、第一地板 2 の上に配置されている。尚、高周波回路基板 3 は、第一地板 2 とは接触しておらず、第一地板 2 に対して垂直方向に所定距離だけ離間して配置されている。

【0033】

第 1 高周波送受信回路 6 及び第 2 高周波送受信回路 7 は、高周波回路基板 3 における基板水平方向の両端部に形成されている。尚、基板水平方向とは、第一地板 2 の板面に平行で且つ第二地板 4 の板面に平行な方向である。

【0034】

20

即ち、第 1 高周波送受信回路 6 は、高周波回路基板 3 の両端のうち一端（図 1 の左側の端部）を含む所定の第 1 端部領域 16 内に形成されている。この第 1 端部領域 16 は、高周波回路基板 3 における基板水平方向の中心部から一端側に所定距離以上離れている領域である。

【0035】

また、第 2 高周波送受信回路 7 は、高周波回路基板 3 の両端のうち他端（図 1 の右側の端部）を含む所定の第 2 端部領域 17 内に形成されている。この第 2 端部領域 17 は、高周波回路基板 3 における基板水平方向の中心部から他端側に所定距離以上離れている領域である。

【0036】

30

そして、当該無線通信モジュール 1 からの電波の送受信は、給電回路としての、上記第 1 高周波送受信回路 6 及び第 2 高周波送受信回路 7 を介して行われる。即ち、第 1 高周波送受信回路 6 は、不平衡給電によって給電を行うよう構成されており、その不平衡給電における給電ライン 23 は第一地板 2 に接続され、グランドライン 24 は高周波回路基板 3 の第二地板 4 に接続されている。

【0037】

尚、ここでいう垂直方向とは、第一地板 2 の板面に対して垂直な方向であり、これは即ち、車両の走行路の路面に対して垂直な方向でもある。そのため、高周波回路基板 3 の第二地板 4 は、走行路の路面に対して垂直に配置されていることになる。

【0038】

40

第 1 高周波送受信回路 6 におけるグランドライン 24 と第二地板 4 との接続点（グランド接続点）は、第 1 端部領域 16 内にある。また、給電ライン 23 と第一地板 2 との接続点（即ち給電点）も、基板水平方向において上記第 1 端部領域 16 に相当する範囲内にある。

【0039】

この第 1 高周波送受信回路 6 は、いわゆる RF 回路としての機能を備えており、ベースバンド回路 5 から第 1 電源ライン 21 によって供給される電源によって動作し、ベースバンド回路 5 から第 1 信号ライン 22 によって伝送されてきた送信データを変調・周波数変換等して送信信号として給電ライン 23 へ出力する。これにより、その送信信号は電波として無線送信されることとなる。逆に、電波にて受信されて第 1 高周波送受信回路 6 に入

50

力された受信信号は、第 1 高周波送受信回路 6 において受信データに復調され、その受信データが第 1 信号ライン 2 2 を介してベースバンド回路 5 へ入力される。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、通常のアンテナではアンテナ素子（エレメント）に接続する給電ライン 2 3 を、第一地板 2 に接続している。そのため、第一地板 2 に対して高周波回路基板 3 の第二地板 4 が高周波的に浮いた状態となり、給電ライン 2 3 から第一地板 2 への給電によって、高周波回路基板 3 の第二地板 4 の電位が変動する。これにより、第二地板 4 において、グラウンドライン 2 4 の接続部近傍に垂直方向の電流が励振され、その励振電流によって、別途アンテナ素子を設けることなく、アンテナとしての機能を実現される。

【 0 0 4 1 】

尚、その励振電流は、主には垂直方向の電流成分であり、よって垂直偏波の電波を良好に送受信可能である。つまり、本実施形態の無線通信モジュール 1 においては、高周波回路基板 3 の第二地板 4 を用いた垂直モノポールが形成されていると見なすことができる。但し、垂直方向だけでなく、基板水平方向や斜め方向の電流成分も励振される。そのため、垂直偏波以外にも、水平偏波や斜め偏波などの電波についても送受信することは可能である。

【 0 0 4 2 】

第 2 高周波送受信回路 7 も、第 1 高周波送受信回路 6 と同様の構成であって、いわゆる R F 回路としての機能を備えており、ベースバンド回路 5 から第 2 電源ライン 2 6 によって供給される電源によって動作し、ベースバンド回路 5 から第 2 信号ライン 2 7 によって伝送されてきた送信データを変調・周波数変換等して送信信号として給電ライン 2 8 へ出力する。これにより、その送信信号は電波として無線送信されることとなる。逆に、電波にて受信されて第 2 高周波送受信回路 7 に入力された受信信号は、第 2 高周波送受信回路 7 において受信データに復調され、その受信データが第 2 信号ライン 2 7 を介してベースバンド回路 5 へ入力される。

【 0 0 4 3 】

この第 2 高周波送受信回路 7 の内部構成は、図 2 に示す通りであり、給電ライン 2 8 を送信側又は受信側の何れかに切り換えるためのアンテナスイッチ 3 1 と、受信信号（R X）を増幅するローノイズアンプ（L N A）3 2 と、その増幅後の受信信号から所定の使用周波数成分（電波にて送受信される送受信信号（送信信号及び受信信号）が占める周波数帯域の成分）を抽出するバンドパスフィルタ（B P F）3 3 と、その B P F 3 3 を通過した受信信号を、その周波数よりも低い所定の中間周波数に周波数変換（ダウンコンバート）する周波数変換器 3 4 と、そのダウンコンバート後の受信信号を復調して受信データ（ベースバンド信号）を出力する復調器 3 5 と、ベースバンド回路 5 から入力された送信データ（ベースバンド信号）を上記中間周波数の送信信号に変調する変調器 3 7 と、その変調された送信信号を電波にて送信すべき所定の使用周波数の送信信号に周波数変換（アップコンバート）する周波数変換器 3 8 と、そのアップコンバート後の送信信号から上記使用周波数成分を抽出する B P F 3 9 と、その B P F 3 9 を通過した送信信号を増幅するパワーアンプ（P A）4 0 と、各周波数変換器 3 4，3 8 における周波数変換に用いられる局発信号を生成する P L L シンセサイザ 3 6 と、を備えている。

【 0 0 4 4 】

そして、既述の通り、アンテナスイッチ 3 1 に接続された給電ライン 2 8 は、第一地板 2 に接続され、第 2 高周波送受信回路 7 のグラウンドライン 2 9 は、高周波回路基板 3 の第二地板 4 に接続される。

【 0 0 4 5 】

尚、第 1 高周波送受信回路 6 の内部構成も、図 2 に示した第 2 高周波送受信回路 7 の内部構成と同じである。

図 1 に戻って説明を続ける。ベースバンド回路 5 は、車両内に設けられた外部機器（例えばナビ E C U 等の、無線通信モジュール 1 を介した無線通信を制御する機器）1 0 との間で、外部電源線 1 1、外部グラウンド線 1 2、及び外部信号線 1 3 によって接続されてい

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 4 6 】

このうち外部電源線 1 1 は、高周波回路基板 3 に形成された各回路 5 , 6 , 7 の動作電源を供給するためのものであり、外部機器 1 0 からこの外部電源線 1 1 を介してその動作電源が供給される。尚、この動作電源は本実施形態では直流電源である。より具体的には、外部電源線 1 1 は高周波回路基板 3 においてベースバンド回路 5 に接続され、このベースバンド回路 5 へ直流電源が入力される。そして、その入力された直流電源は、ベースバンド回路 5 の動作電源になると共に、このベースバンド回路 5 から各電源ライン 2 1 , 2 6 を介して 2 つの高周波送受信回路 6 , 7 にも入力され、これら各高周波送受信回路 6 , 7 の動作電源としても用いられる。

10

【 0 0 4 7 】

また、外部信号線 1 3 は、第 1 高周波送受信回路 6 及び第 2 高周波送受信回路 7 によって送受信されるデータ（送信データ、受信データ）が伝送される。即ち、外部機器 1 0 から伝送されてきた送信データは、ベースバンド回路 5 にて所定の処理が行われた上で、各信号ライン 2 2 , 2 7 を介して各高周波送受信回路 6 , 7 へ出力される。これにより、その送信データは各高周波送受信回路 6 , 7 にてそれぞれ変調・周波数変換等されて、各給電ライン 2 3 , 2 8 等を介して電波にて送信されることとなる。

【 0 0 4 8 】

一方、電波にて受信されて各高周波送受信回路 6 , 7 に入力された受信信号は、各高周波送受信回路 6 , 7 にてそれぞれ周波数変換・復調等されて受信データ（ベースバンド信号）となり、各信号ライン 2 2 , 2 7 を介してベースバンド回路 5 に入力される。そして、その入力された各受信データは、ベースバンド回路 5 において所定の処理（例えば最大比合成法による処理など）が行われた上で、外部信号線 1 3 を介して外部機器 1 0 へ伝送される。

20

【 0 0 4 9 】

尚、最大比合成法とは、各高周波送受信回路 6 , 7 からの受信信号の位相を合わせてその強度に応じた重み付け合成を行うものであり、空間ダイバーシティ方式を具体的に実現するための手法の 1 つとしてよく知られているものである。また、送受信回路を複数備えていることから、MIMO に図 1 及び図 2 に示すように、外部機器 1 0 側においてはその外部機器 1 0 のグランドと接続されており、高周波回路基板 3 においてはベースバンド回路 5 からグランド接続線 1 4 を介して当該高周波回路基板 3 の第二地板 4 に接続されている。つまり、外部機器 1 0 のグランドと高周波回路基板 3 の第二地板 4 とは、外部グランド線 1 2 を介して電氣的に接続された状態となっている。また、図示は省略したものの、外部機器 1 0 のグランドは第一地板 2 と接続されているため、高周波回路基板 3 の第二地板 4 と第一地板 2 とは電氣的に接続されていることになる。

30

【 0 0 5 0 】

但し、図 1 に示すように、無線通信モジュール 1 内において、この外部グランド線 1 2 には、ベースバンド回路 5 との接続部近傍にインピーダンス素子としてのコイル L 2 が直列に接続されている。このコイル L 2 は、各高周波送受信回路 6 , 7 を介して電波にて送受信される送受信信号（送信信号及び受信信号）が占める周波数帯域（高周波領域）で十分高いインピーダンス（例えば所定の高インピーダンス値以上のインピーダンス）となるようなインダクタンス値を有するものである。

40

【 0 0 5 1 】

そのため、第二地板 4 と外部機器 1 0 のグランドとの間（延いては第二地板 4 と第一地板 2 との間）は、高周波領域では絶縁された状態となり、直流に対しては導通した状態と同等、即ち上記高インピーダンス値よりも低い所定の低インピーダンス値以下となる。

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態では、無線通信モジュール 1 内において、外部グランド線 1 2 と外部電源線 1 1 との間にバイパスコンデンサ C 1 が接続され、外部グランド線 1 2 と外部信号線 1 3 との間にもバイパスコンデンサ C 2 が接続されている。そのため、外部電源線 1 1

50

及び外部信号線 1 3 にも、外部グランド線 1 2 と同様に、インピーダンス素子が直列接続されている。即ち、外部電源線 1 1 にはコイル L 1 が直列接続され、外部信号線 1 3 にもコイル L 3 が直列接続されている。このように、外部グランド線 1 2 とバイパスコンデンサによって接続されている他の各線にもインピーダンス素子を設けることで、高周波回路基板 3 の第二地板 4 と第一地板 2 との絶縁状態をより確実に維持するようにしている。

【 0 0 5 3 】

このように構成された本実施形態の無線通信モジュール 1 の、アンテナとしての特性例を、図 3 に示す。図 3 (a) は、本実施形態の無線通信モジュール 1 の指向性特性や V S W R を計測するためのモデルであり、第一地板 4 4 上に第二地板 4 1 が垂直に立設され、その一端側に給電回路 4 2 を設けた構成を設定している。尚、このモデルでは、選択式空間ダイバーシティを想定し、一方のアンテナのみが機能している状態を想定している。そのため、第二地板 4 1 の他端は 5 0 Ω の終端抵抗 4 3 を接続した構成となっている。また、使用電波の周波数を例えば 3 1 2 M H z に設定し、第二地板 4 1 の幅 (基板水平方向の長さ) d は使用電波の波長の約 1 / 2 である 4 8 0 m m とし、第二地板 4 1 の高さ (垂直方向の長さ) h はその波長の約 1 / 4 である 2 4 0 m m とした。

【 0 0 5 4 】

このようなモデルのアンテナ装置の指向性 (垂直偏波成分に対する水平面指向性) を測定した結果、図 3 (b) に示すような指向性が得られた。また、V S W R の測定結果は図 3 (c) に示す通りとなった。尚、図 3 (b) に示す 2 つの指向性特性図は、第二地板 4 1 における給電回路 4 2 の位置と終端抵抗 4 3 の位置を入れ替えたものである。

【 0 0 5 5 】

図 3 (b) からわかるように、一部方向においてヌル点が発生しているものの、全体として良好な指向特性が得られている。そのため、第二地板 4 1 の両端に給電回路を設けることによって (即ち図 1 に示したような無線通信モジュール 1 を構成することで) 、空間ダイバーシティとしての良好な性能を発揮させることができる。

【 0 0 5 6 】

また、図 3 (c) に示す V S W R の計測結果からわかるように、使用周波数である 3 1 2 M H z 近傍においては、V S W R は 3 以下と良好な性能となっており、このことから、本実施形態の無線通信モジュール 1 のアンテナとしての性能が良好であることがわかる。

【 0 0 5 7 】

また、図 3 (a) に示すモデルにおける電流分布のシミュレーション結果を、図 4 に示す。図 4 に示すように、給電回路 4 2 が設けられた端部側において、垂直方向の強い電流成分と水平方向の強い電流成分とが発生していることがわかる。このシミュレーション結果は、本アンテナ装置 (無線通信モジュール 1) が、垂直偏波及び水平偏波の両偏波成分を良好に送受信できることを裏付けるものである。

【 0 0 5 8 】

以上説明した本実施形態の無線通信モジュール 1 によれば、各高周波送受信回路 6 , 7 からの各給電ライン 2 3 , 2 8 は第一地板 2 に接続して各グランドライン 2 4 , 2 9 は高周波回路基板 3 の第二地板 4 に接続するという簡素な構成で、別途アンテナ素子を設けることなく垂直偏波モノポールが実現され、垂直偏波を良好に送受信することができる。そのため、設計や構成の複雑化を抑制しつつ、効果的に無線通信モジュール 1 全体の小型化を実現することが可能となる。また、垂直偏波だけでなく水平偏波や斜め偏波成分についても送受信することが可能である。

【 0 0 5 9 】

また、各高周波送受信回路 6 , 7 をそれぞれ高周波回路基板 3 の両端に形成してそれぞれ両端部で給電するようにしているため、両者の間隔 (詳しくは各グランド接続点の間隔) を適宜設定することで、空間ダイバーシティ或いは M I M O など、複数のアンテナを用いた無線通信方式にも対応することができる。そのため、モジュール全体の小型化と、移動体通信やマルチパスフェージングに対応可能な良好な通信性能との両立を実現すること

10

20

30

40

50

ができる。

【 0 0 6 0 】

更に、高周波回路基板 3 は外部グランド線 1 2 と物理的に接続されているものの、その外部グランド線 1 2 にはインピーダンス素子（コイル L 2 ）が直列接続されているため、高周波回路基板 3 と外部機器 1 0 のグランドとは、直流的には導通状態であるものの高周波領域では高いインピーダンスとなって両者間を絶縁状態に維持することができる。しかも、外部電源線 1 1 及び外部信号線 1 3 にも、同様にインピーダンス素子が直列接続されている。そのため、高周波回路基板 3 と外部機器 1 0 のグランドとの高周波領域での絶縁（延いては高周波回路基板 3 の第二地板 4 と第一地板 2 との高周波領域での絶縁）を容易且つ確実に実現することができる。

10

【 0 0 6 1 】

[変形例]

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明の実施の形態は、上記実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の形態を採り得ることはいうまでもない。

【 0 0 6 2 】

例えば、高周波回路基板において複数の高周波送受信回路を具体的にどの位置に配置するかは適宜考えられ、例えば図 5 に示す無線通信モジュール 6 0 のように、高周波回路基板 6 1 における両端のうち一端側には図 1 と同様に第 1 高周波送受信回路 6 を設け、他端側については、高周波回路基板 6 1 における垂直方向の上端側に第 2 高周波送受信回路 7 を設けるようにしてもよい。この場合、第 2 高周波送受信回路 7 からの給電ライン 6 5 を具体的にどのように構成するかは種々考えられ、例えば回路基板 6 1 上ではマイクロストリップにて形成するようにしてもよい。

20

【 0 0 6 3 】

また、高周波送受信回路からの出力インピーダンスが適切に調整できない場合は、例えば図 6 に示すように、各高周波送受信回路 6 , 7 からの給電ラインにそれぞれ整合回路 7 2 , 7 4 を設け、これによりインピーダンス整合を行うようにしてもよい。即ち、各給電ライン 7 3 , 7 5 は、それぞれ対応する整合回路（ 7 2 , 7 4 ）を介して第一地板 2 に接続される。

【 0 0 6 4 】

また、上記実施形態では、ベースバンド回路 5 と各高周波送受信回路 6 , 7 との間ではベースバンド信号が伝送される構成とし、各高周波送受信回路 6 , 7 においてそれぞれ、送信データの変調及び受信データの復調を行うような構成としたが、このような回路構成はあくまでも一例に過ぎない。例えば、変調器 3 7 及び復調器 3 5 を各高周波送受信回路 6 , 7 の外に形成するようにしてもよい。勿論、ベースバンド回路 5 内に変調器 3 7 、復調器 3 5 を備えるようにしてもよい。

30

【 0 0 6 5 】

また、高周波回路基板 3 にベースバンド回路 5 及び 2 つの高周波送受信回路 6 , 7 が形成された上記実施形態の構成はあくまでも一例であり、高周波回路基板 3 において具体的にどのような回路等を形成するかは適宜決めることができる。例えば、ベースバンド回路 5 はこの高周波回路基板 3 とは別に設けるようにしてもよい。また、その場合、高周波回路基板 3 に形成する各高周波送受信回路 6 , 7 の構成についても適宜考えられ、例えば、復調器 3 5 及び変調器 3 7 についてもベースバンド回路 5 と共に高周波回路基板 3 とは別に設けるようにしてもよい。

40

【 0 0 6 6 】

また、上記実施形態では、外部電源線 1 1 と外部グランド線 1 2 との間にバイパスコンデンサ C 1 が接続され、外部グランド線 1 2 と外部信号線 1 3 との間にもバイパスコンデンサ C 2 が接続されているため、インピーダンス素子（上記例ではコイル）についてもこれら各線 1 1 , 1 2 , 1 3 それぞれに直列接続するようにした。しかし、このように外部電源線 1 1 , 外部グランド線 1 2 , 及び外部信号線 1 3 の全てにインピーダンス素子を接

50

続するのはあくまでも一例であり、例えば外部グランド線 1 2 と外部信号線 1 3 との間にバイパスコンデンサ C 2 が接続されていない場合は、外部信号線 1 3 に対するコイル L 3 の接続は必須ではない。

【 0 0 6 7 】

また、第一地板 2 と第二地板 4 との間の高周波領域での絶縁を確保するための具体的手法として各コイル L 1 , L 2 , L 3 を接続する構成を採用したことも一例に過ぎず、第一地板 2 と第二地板 4 との間で高周波領域での絶縁が確保できる限り、それを具体的にどのようにして実現するかについては適宜決めることができる。

【 0 0 6 8 】

また、上記実施形態は、基板の両端にそれぞれ高周波送受信回路 6 , 7 が形成された構成を示したが、一つの高周波送受信回路からなる無線通信モジュールを構成してもよいし、逆に 3 つ以上の高周波送受信回路からなる無線通信モジュールを構成してもよい。

10

【 0 0 6 9 】

また、上記実施形態では、高周波回路基板 3 の第二地板 4 の板面が第一地板 2 の板面に対して垂直になるように配置された構成であったが、このように第一地板 2 の板面に対する第二地板 4 の板面の角度を垂直とすることは必須ではなく、双方の板面が交差するようなく（即ち平行ではなく所定の角度をなすような）配置関係であればよい。そのような配置関係である限り、垂直偏波の送受信は可能である。また、双方がなす角度についても、垂直偏波成分を良好に送受信（例えば垂直偏波に対する利得が所望のレベル以上になるように）できるなど、無線通信モジュールとしての所望の性能を実現できる限り、適宜決めることができる。

20

【 0 0 7 0 】

但し、アンテナの設計や製造等の面で、垂直偏波に対する良好な性能を効率的に得られるようにするためには、上記実施形態のように垂直となるような配置関係、或いは垂直に近い配置関係とするのが好ましい。

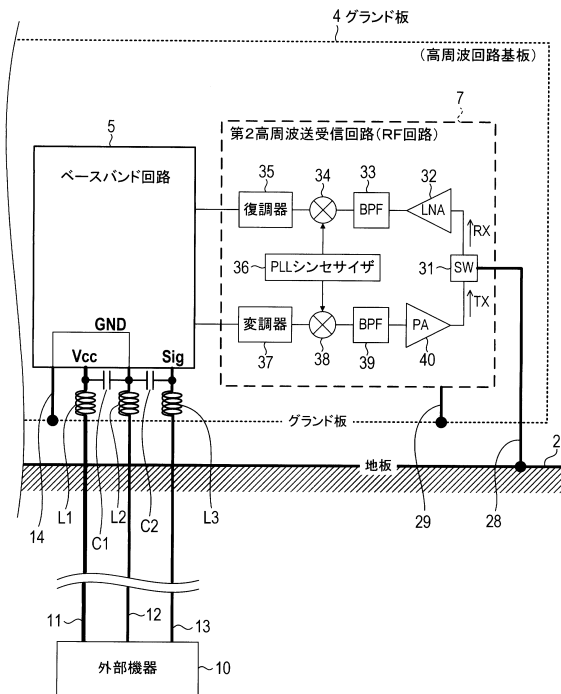
【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

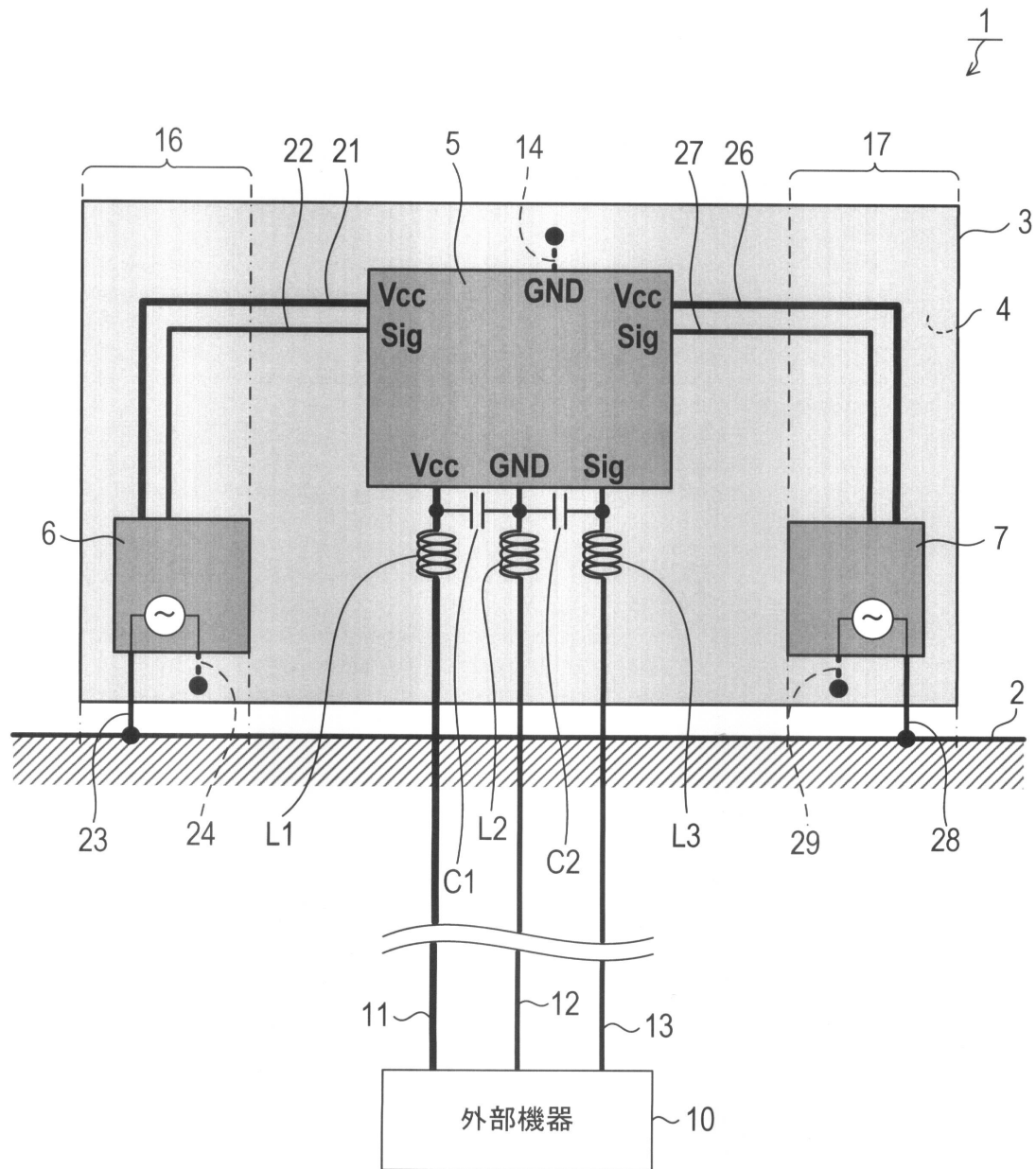
1 , 6 0 , 7 0 ... 無線通信モジュール、 2 ... 第一地板、 3 , 6 1 , 7 1 ... 高周波回路基板、 4 , 4 1 ... 第二地板、 5 ... ベースバンド回路、 6 ... 第 1 高周波送受信回路、 7 ... 第 2 高周波送受信回路、 1 0 ... 外部機器、 1 1 ... 外部電源線、 1 2 ... 外部グランド線、 1 3 ... 外部グランド線、 1 3 ... 外部信号線、 1 4 ... グランド接続線、 1 6 ... 第 1 端部領域、 1 7 ... 第 2 端部領域、 2 1 ... 第 1 電源ライン、 2 2 ... 第 1 信号ライン、 2 3 , 2 8 , 6 5 , 7 3 , 7 5 ... 給電ライン、 2 4 , 2 9 ... グランドライン、 2 6 ... 第 2 電源ライン、 2 7 ... 第 2 信号ライン、 3 1 ... アンテナスイッチ、 3 2 ... L N A、 3 3 , 3 9 ... B P F、 3 4 , 3 8 ... 周波数変換器、 3 5 ... 復調器、 3 6 ... P L L シンセサイザ、 3 7 ... 変調器、 4 0 ... P A、 4 2 ... 給電回路、 4 3 ... 終端抵抗、 7 2 , 7 4 ... 整合回路、 C 1 , C 2 ... バイパスコンデンサ、 L 1 , L 2 , L 3 ... コイル

30

【図 2】

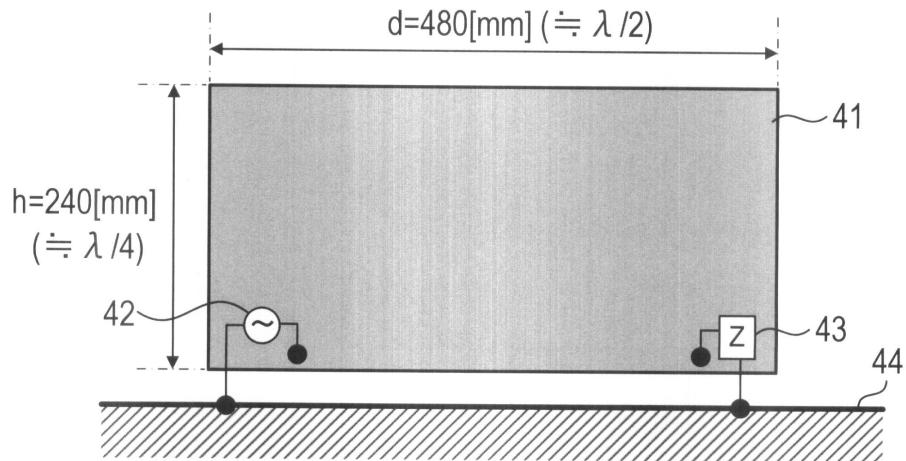


【図 1】



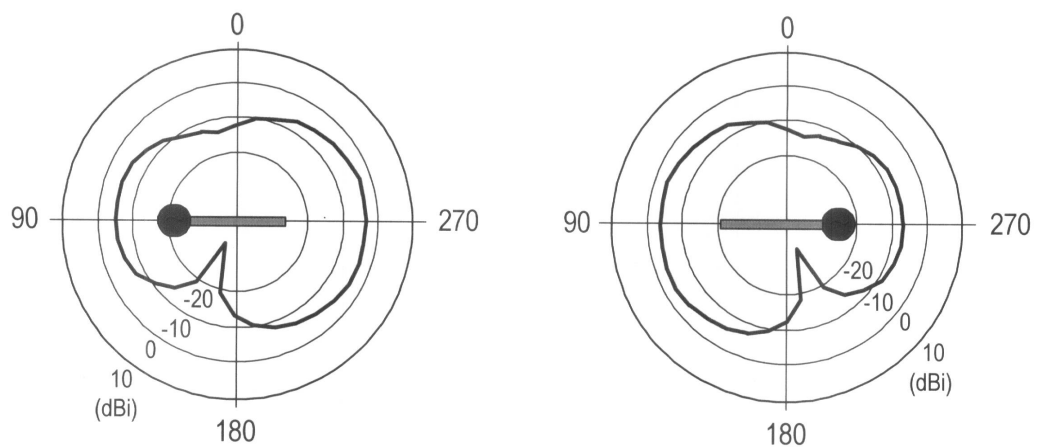
【図3】

(a)



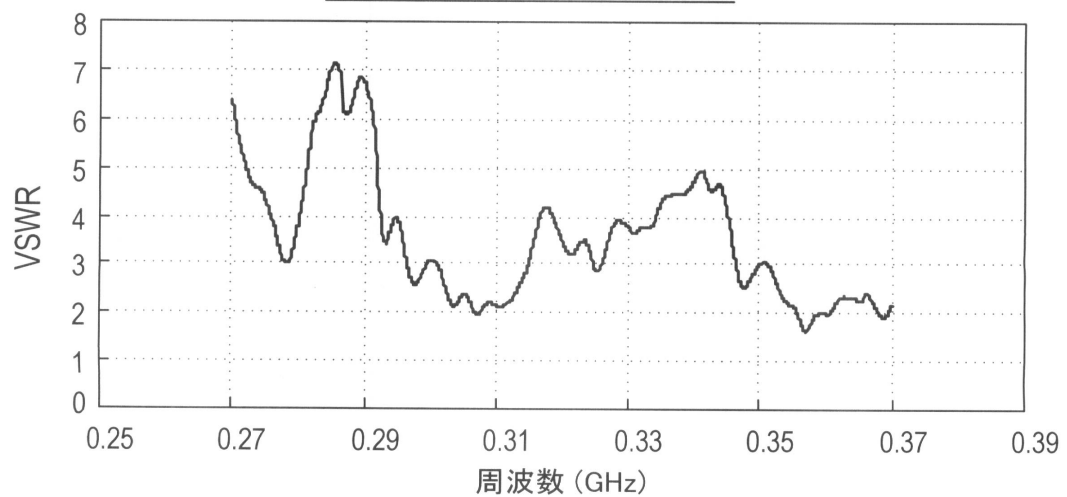
(b)

アンテナの指向性測定結果 (312MHz)

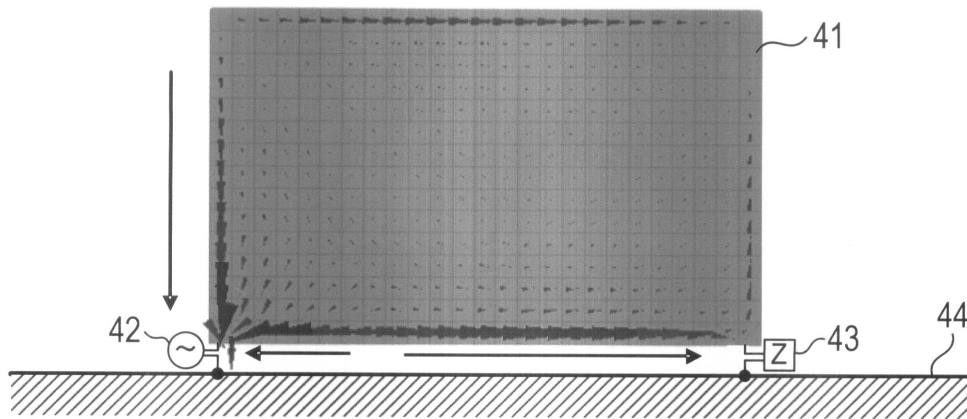


(c)

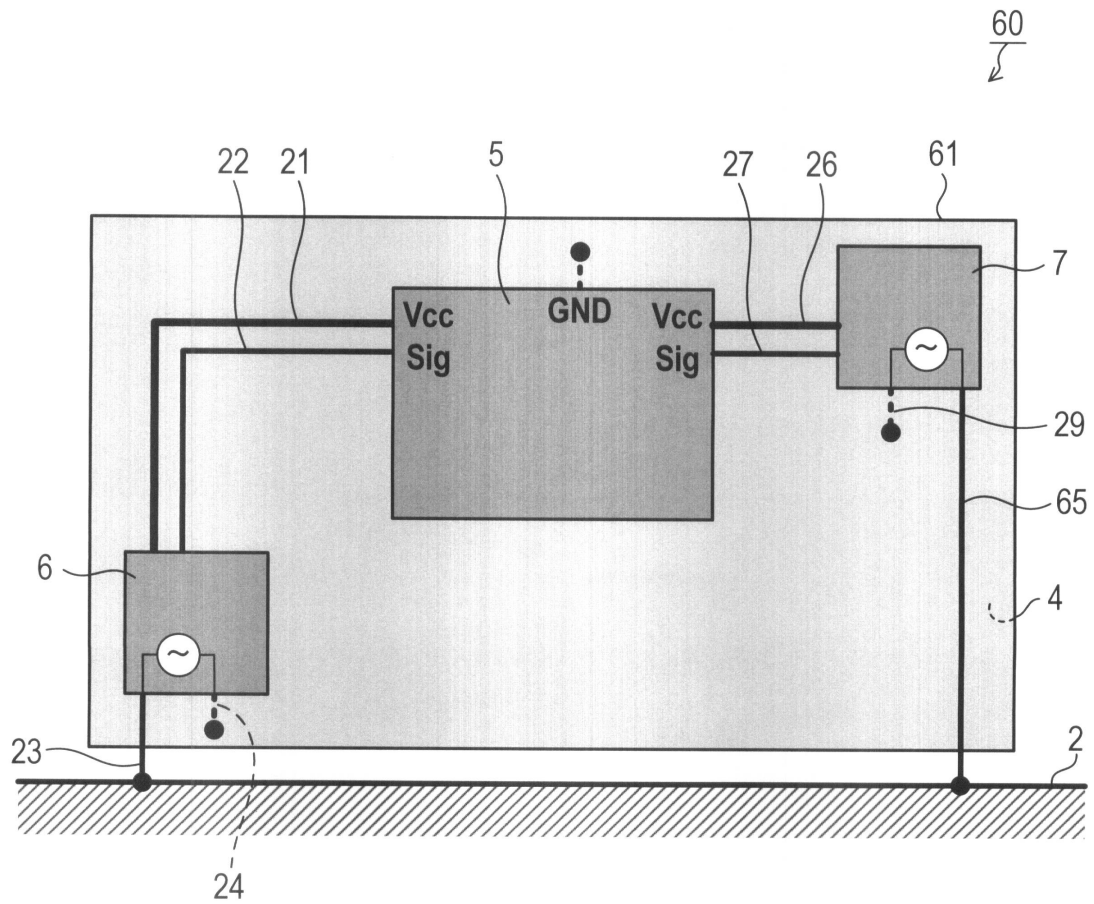
VSWR測定結果 (312MHz)



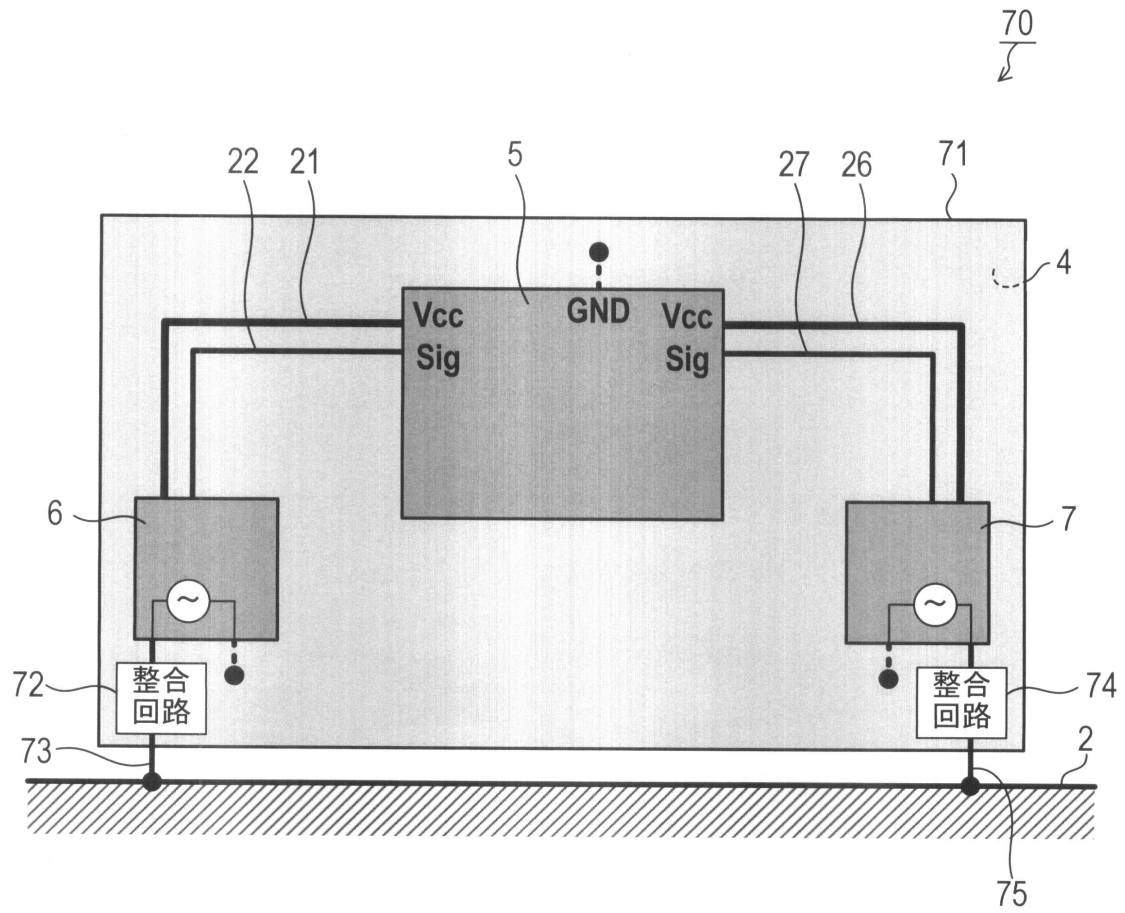
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 片岡 良平

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 溝口 幸

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

審査官 富澤 哲生

(56)参考文献 特開2005-020621(JP,A)

特開2007-282124(JP,A)

特開2002-204116(JP,A)

特開2008-205604(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 1/00 - 25/04