

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4068559号
(P4068559)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月18日(2008.1.18)

(51) Int.Cl.

H01Q 9/16 (2006.01)
G01R 29/08 (2006.01)

F 1

H01Q 9/16
G01R 29/08

F

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-533377 (P2003-533377)
 (86) (22) 出願日 平成14年9月26日 (2002.9.26)
 (65) 公表番号 特表2005-505962 (P2005-505962A)
 (43) 公表日 平成17年2月24日 (2005.2.24)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2002/031930
 (87) 國際公開番号 WO2003/030299
 (87) 國際公開日 平成15年4月10日 (2003.4.10)
 審査請求日 平成16年9月27日 (2004.9.27)
 (31) 優先権主張番号 09/968,816
 (32) 優先日 平成13年10月1日 (2001.10.1)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 504116906
 アンプリファイア・リサーチ・コーポレーション
 アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 18
 964-9990、スダートン、スクール
 ・ハウス・ロード 160
 (74) 代理人 230101177
 弁護士 木下 洋平
 (72) 発明者 ジェロウム・チヨダ
 アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 19
 006、ハンティントン・バレー、ウォーフィールド・ドライブ 3892

審査官 岸田 伸太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フィールド・プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの細長い要素であって少なくとも該要素の全長の一部分が並んで配置され前記要素の延長方向に延びる2つの接近結合された伝導体の形態をなす2つのアーム(a, b)からなる前記要素と、第1のアーム(a)と第2のアーム(b)の同じ側の一方端同士を接続する結線(30)と、第1のダイオード(58)のカソードと第2のダイオード(60)のアノードが前記結線(30)に接続される2つのダイオード(58, 60)と、第1のダイオード(58)のアノードと第2のダイオード(60)のカソードにそれぞれ接続された一対のフィード伝導体(42, 44, 46; 48, 50, 52)とを有し、前記ダイオード(58, 60)が、フィールド・プローブが無線周波数の電磁場内に置かれた時にプローブ内で誘導される無線周波数電流を前記フィード伝導体内における直流電流に変換するようになっている、フィールド・プローブ。

【請求項 2】

前記フィード伝導体(42, 44, 46; 48, 50, 52)が、前記結線及び変換手段(58, 30, 60)が前記伝導体を互いに接続する位置から離れた位置において、前記接近結合された伝導体(a, b)に接続されている、請求項1のフィールド・プローブ。

【請求項 3】

前記細長い要素が、前記細長い要素の中間位置であるダイポールの中心から正逆両方向に延びる2つの伝導体(a, b; a, b)からなるダイポールアンテナであり、前記伝導

10

20

体(a, b)の少なくとも1つが前記少なくとも1つの細長い要素の全長の前記一部分により構成され、前記中間位置から端位置に延びてあり、かくして、前記端位置に2つのターミナルが設けられ、一方の該ターミナルが一方の前記伝導体(a)の端に、他方の前記ターミナルが他方の前記伝導体(b)の隣合った端に設けられており、前記フィード伝導体(42, 44, 46; 48, 50, 52)が前記ターミナルにそれぞれ接続されている、請求項1のフィールド・プローブ。

【請求項4】

前記ダイオードが、一対のダイオード(58, 60)からなり、両ダイオードが結線により直列に接続されている、請求項1のフィールド・プローブ。

【請求項5】

前記結線及び変換手段がダイオードを直列に接続する結線(30)を有する一対のダイオード(58, 60)からなり、前記他方の伝導体(a, b)が前記結線(30)に直接接続されている、請求項3のフィールド・プローブ。

【請求項6】

前記伝導体(a, b)の両方が直列に接続されたディスクリート抵抗からなる、請求項1のフィールド・プローブ。

【請求項7】

前記伝導体(a, b)が相互に燃り合わされている、請求項1のフィールド・プローブ。

【請求項8】

前記伝導体(a, b)の抵抗値が前記手段からの距離とともに累進的に増加し、前記接近接合された伝導体を相互に接続している、請求項6のフィールド・プローブ。

【請求項9】

前記抵抗が単一のプリント基板(62)に取付けられており、前記2つの接近接合された伝導体が相互に燃り合わされており、前記プリント基板の両面に各列の前記抵抗(a, b)が交互に取付けられている、請求項6のフィールド・プローブ。

【請求項10】

各抵抗(a, b)が間隔をおいて配置された1対のターミナルを有し、前記プリント基板の各面にある前記抵抗が前記細長い要素の延長方向に平行に一列(14, 16)に配置され、前記プリント基板の各面にある前記複数対の抵抗の端部が、前記細長い要素の延長方向に対し斜めに傾いて平行線上に配置され、各列の前記抵抗が、前記プリント基板(62)の面に対して直角に前記プリント基板を通って延びる実質的に真っすぐな伝導体によって相互に接続されている、請求項9のフィールド・プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全体として、無線アンテナに関し、特に、フィールド・プローブ(field probe)として知られる特殊な形態のアンテナの改良に関する。フィールド・プローブは、無線周波数電磁界の強度を計るために使われる。フィールド・プローブは、特に、試験下の電子装置が特定の周波数帯の強い電磁界に曝される電磁感受性(electromagnetic susceptibility)試験機を較正するのに役立つ。本発明は、特に、E-フィールド・プローブ(E-field probe)の改良に関する。

【0002】

電磁感受性試験用E-フィールド・プローブは、全体として、処理回路を有するハウジングに取付けられた1つ以上のショートアンテナを有する。給電ケーブルがあることにより生じるアンテナパターンの歪みを最小化するために、処理回路は、典型的には、検波された高周波電圧を変調光線に変換する変換器を有し、その変調光線はプローブから光ファイバケーブルを通って伝わる。光ファイバケーブルは、レーザ光線の形で、処理回路に直流動作電力を供給するために使用することもできる。

【0003】

10

20

30

40

50

E - フィールド・プローブは、典型的には、1軸プローブ又は3軸プローブの形態である。いずれの場合も、1つ以上のダイポール(dipole)アンテナを利用する好ましい。歪みを最小化するために光ファイバ光伝導体を用いるとしても、殆どのプローブ、特に、ギガヘルツ帯の周波数を含む周波数帯に亘って使用可能なプローブにおいて、処理回路をダイポールの中心に置くことは実用的ではない。それ故、従来、給電フィーダ(給電線)を、処理回路からダイポールの中心(多軸プローブの場合には、複数のダイポールの中心)に接続することが行なわれてきた。フィーダ自体が、アンテナパターンの歪みの原因となる。従来の方法では、給電線によって生じる歪みは高抵抗フィーダを用いて減らされる。

【0004】

10

従来のE - フィールド・プローブも、実際には周波数にかなり依存する傾向にあり、広い周波数帯で使用するためには、関連付けられる電子回路の補正が必要とされる。さらに、従来のE - フィールド・プローブは、アンテナパターンが非対称となる傾向がある。非対称性は、ダイポール要素が直角をなす想像上の平面において存在し(配向非対称性)、ダイポール要素が置かれる任意に選択された想像上の平面において存在する(軸非対称性)。

【0005】

従来のE - フィールド・プローブのさらなる欠点は、浮遊(stray)磁界の影響を受ける傾向があるということである。

【0006】

20

従って、本発明の重要な目的は、従来のプローブの上述した欠点のうち、1つ以上を克服することである。

【0007】

要するに、本発明の好適なE - フィールド・プローブは1つ以上のダイポールを有し、各ダイポールが、プリント基板の一区画に取付けられ電気的に接続されるディスクリート(個別)抵抗の複数の平行な列を有する。平行な列は、配向対称性を最適にして、浮遊電磁界を拾うことを最小化するために相互に燃り合わされる。それぞれの抵抗の抵抗値は、ダイポールが本質的に非常に広い周波数帯で優れた性能が得られるテープ型抵抗(tapered resistance)ダイポールとなるように選択される。

【0008】

30

本発明の特に望ましい特徴は、ダイポールのアームの平行な列とそれに接続される一対のダイオードを設け、これらのダイオードが電気的に同じ方向に相互に接続される、すなわち、一方のダイオードのカソードと他方のダイオードのアノードの間が直接接続されることである。このダイオードの構成により、ダイオードが設けられるアームの外端部から伸び抵抗値が比較的高い一対の直平行の抵抗により、フィーダを構成することができる。こうして、ダイポールは、中心で給電されるのではなく、事実上「端で給電」(end feed)され、パターンの歪み及び軸非対称性が最小化される。

【0009】

本発明の第1の側面によれば、フィールド・プローブは、少なくとも1つの細長い要素を有し、少なくともその全長の一部分は、相互に実質的に平行に並んで配置されている複数(好ましくは2つ)の接近結合された伝導体からなる。ここで用いられる、平行な伝導体について「接近結合された」(closely coupled)という文言は、伝導体が全てその伸びる方向を横断する面内において、その間隔が、最大で、予定動作の最大周波数における1つの波長よりもずっと短く、換言すれば、その20分の1以下であることを意味する。予定動作の最大周波数とは、(E面及びH面の両方の)アンテナパターンが、電気的に短いダイポールのパターンから著しく逸脱していない場合での最大周波数のことである。「平行に並べて」(parallel, side-by-side relationship)という文言が伝導体(抵抗列を含む。)に関して使われるときは、伝導体同士が平行であるだけでなく、1つの伝導体の各端が、その他の各伝導体の端に隣合って位置することを意味する。

【0010】

40

50

4.2 GHz の予定動作の最大周波数を有するプローブでは、平行な伝導体が位置する断面の最大寸法は約 3.5 mm にすべきである。

【0011】

細長い要素は、中間位置にあるダイポールの中心から正逆両方向に延びる 2 つの伝導要素（アーム）を有するダイポールアンテナであることが好ましい。伝導要素のうちの少なくとも 1 つは、前記少なくとも 1 つの細長い要素の前記全長の一部分によって構成され、相互に平行に並べて配置される 2 つの接近結合された伝導体からなる。これらの伝導体は、中間位置から端位置まで延びる。2 つのターミナルが端位置に設けられており、2 つの接近結合された伝導体のうちの一方の端に 1 つのターミナルがあり、2 つの接近結合された伝導体の他方の隣合った端にもう 1 つのターミナルがある。プローブは、処理回路及び第 1 及び第 2 の両端部を有する給電線を有する。給電線の第 1 端部は処理回路に接続されており、給電線の第 2 端部はターミナルでダイポールアンテナに直接接続される。2 つの接近結合された伝導体は、電気的に同じ方向にダイオードを接続させる結線を有する一対のダイオードにより、中間位置で相互に接続される。もう一方の伝導要素は、前記結線に直接接続される。好適な実施形態において、伝導体は抵抗要素である。各抵抗器は、直列に接続された複数のディスクリート抵抗で構成されることが好ましい。ディスクリート抵抗は、ダイポールの中間位置からの距離とともに抵抗値が累進的に増加することが好ましい。二つの接近結合された抵抗器の場合、抵抗器が相互に撲り合わされるのが好ましい。

10

【0012】

接近結合された抵抗器のそれぞれが 2 つの列のディスクリート抵抗からなる場合、プリント基板の両面に各列の抵抗を交互に取付けることによって、相互の抵抗の撲りを達成することが好ましい。プリント基板の各面にある抵抗は、前記細長いダイポール要素の延長方向に平行に一列に配置され、プリント基板の各面にある複数対の抵抗の端部は、細長い要素の延長方向に対し斜めに傾いて平行線上に配置される。そのとき、各列の抵抗は、プリント基板面に対して直角に、プリント基板を通って延びる実質的にまっすぐな伝導体により相互に接続されてもよい。

20

【0013】

以下の詳細な説明で述べられるとおり、本発明は、小さいアンテナパターンの歪み、周波数の高い独立性、優れた対称性、及び浮遊電磁界に対するイミュニティ等の望ましい特性のうち 1 つ以上を有する E - フィールド・プローブを提供する。

30

【0014】

様々な他の目的や、本発明の詳細及び利点は、図面と合わせて読めば、以下の詳細な説明から明らかとなるであろう。

【0015】

典型的なフィールド・プローブ要素の機械的な配置が、図 1 に示されている。電磁界プローブ要素は、チップ抵抗の 4 つのセット 10, 12, 14, 16 からなる。チップ抵抗は、図 1 には図示されていないプリント基板に取付けられる。セット 10, 14 は基板の一方の面に取付けられ、セット 12, 16 は基板の反対面に取付けられる。

【0016】

抵抗は、図 1 に導線として示される伝導体によって電気的に接続される。図 1 の上部のセット 10, 12 のチップ抵抗「a」が、伝導体 18, 20 等により電気的に直列に接続され、セット 10, 12 のチップ抵抗「b」が伝導体 22, 24 等により電気的に直列に接続される。基板の一方の面のチップは、一方向へ斜めに傾いている。基板の反対側のチップは、それとは反対方向に斜めに傾いている。チップの傾斜により、各々の抵抗の最下端部が、電気的に直列に接続された次の抵抗の最上端部の正反対側に配置される。この電気的に直列に接続された抵抗の端部間の対向関係により、伝導体はプリント基板を直に通って延び、実際には、伝導体は基板上のメッキされたスルーホールの形態をとる。

40

【0017】

2 つの抵抗列「a」及び「b」が相互に撲り合わされ、電気抵抗を有するツイストペアが形成されることが、図 1 より明らかとなるであろう。

50

【0018】

抵抗セット14, 16は、同様に、抵抗列「a」と抵抗列「b」からなり、抵抗列「a」及び「b」が相互に撲り合わされるように、電気接続が基板を通ってなされている。

【0019】

図1の中間部に示されるように、抵抗チップ26(「b」チップ)は、一体化2相ダイオードパッケージ32の共通ターミナルにも接続される伝導体30によって、直接抵抗チップ28(「a」チップ)に接続される。一方のダイオードのアノードは、基板上の伝導体34を経由して、セット14の「a」抵抗36に接続される。他方のダイオードのカソードは、伝導体38を経由して、セット16の「b」抵抗40に接続される。

【0020】

抵抗及びダイオードの電気配列が、図2に示されている。実際には、内部結線30より上の抵抗がダイポールの一方のアームを構成し、ダイオードの下の抵抗がダイポールの他方のアームを構成する。ダイオードから離れたいくつかの抵抗、すなわち、抵抗42～52は、撲り合わされたフィーダとして用いられ、受信した無線信号をフレキシブル光ファイバ光伝導体56によって届けられる光信号に好適に変換する処理回路54にダイポールアンテナを接続する。光ファイバ光伝導体は電気伝導しないので、プローブのアンテナパターンへの影響は殆どない。

【0021】

ダイポールを構成するディスクリート抵抗の抵抗値は、動作周波数帯に亘りアンテナ全体をテーパ型抵抗ダイポールに近づくように変化することが好ましい。抵抗値は、ダイオードが位置するダイポールの中心からの距離とともに増加する。テーパ型抵抗ダイポールは、神田元久著『Standard Antennas for Electromagnetic Interference Measurements and Methods to Calibrate Them, IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol. 36, No. 4, November 1994』に記載されている。神田氏の論文は、参照として、ここに一体化される。

【0022】

例えば、抵抗26, 28, 36, 40の標準値は、68である。各列の6つの抵抗の抵抗値は、典型的には、ダイポールの中心から先端に向かって、順に、68、82、100、150、270、560である。これらは、約4GHzから5GHzの間の最大動作周波数を有するように設計されるプローブにおける抵抗値である。プローブの予定上限周波数に基づいて、各々のダイポールの大きさ及び抵抗の抵抗値を変動させてよい。

【0023】

ダイポールの中心から外に向かい抵抗値が低い値から高い値へ増加する抵抗によりダイポール要素を形成することで達成される、テーパ型抵抗負荷は、広い周波数帯で反応するプローブを提供し、アンテナの自然共振周波数の作用を抑える。各要素を構成する接近結合された複数の抵抗列を用いることで、比較的厚いダイポール要素と同様の効果を奏し、プローブの感度をさらに向上させる。

【0024】

フィーダ抵抗42～52は非常に高い抵抗値を有するべきであり、抵抗42, 48はそれぞれ典型的には2Mの抵抗値を有し、抵抗44, 50, 46, 52はそれぞれ典型的には390Kの抵抗値を有する。

【0025】

図1に示されているように、基板の両面に抵抗を取付けることにより、抵抗列を相互に撲り合わせることができる。フィーダを形成する抵抗列は、ダイポール要素を形成する抵抗列と同様に相互に撲り合わされる。フィーダの抵抗列の撲りは、関係のない電磁場を拾うことを少なくさせる。ダイポール要素を形成する抵抗列の撲りは、長手方向軸のまわりのダイポールの回転対称性を向上させる。フィーダに隣合うダイポール要素が2つ以上の抵抗列からなることは重要であるが、勿論、フィーダから離れたダイポール要素を1つの抵抗列で構成することは可能である。しかし、両方のダイポール要素を、対称性のために

10

20

30

40

50

同一に撲り合わされた抵抗列で形成するのが好ましい。

【0026】

ダイポールの各アームにおける抵抗列の数を変更することは、可能である。例えば、4つのダイオードがダイポールの中心に直列で（電気的に同方向に接続されて）設けられる場合、処理回路を第1ダイポールアームの二つの平行した抵抗列を経由して直列のダイオードの外端部に接続し、第3の抵抗列を第2及び第3ダイオードの接続部に一端を接続し、他端を自由端とすることで、第1ダイポールアームに第3の列を構成できる。もう一つのダイポールアームは、第1及び第2ダイオードの間及び第3及び第4ダイオードの間の接続にそれぞれ接続された2つの平行した抵抗列からなる。このように、この変更で、ダイポールは、一方のアームに3つの抵抗列を、他方のアームに2つの抵抗列を有する。

10

【0027】

本発明の好適な実施形態の重要な特徴は、ダイポールの中心に、一対のダイオード58, 60を設けることである。これらのダイオードは、電気的に直列に同じ方向に相互に接続されており、フィーダに隣合ってダイポール要素を形成する抵抗列と直列にそれぞれ配置される。ダイオードは、検波器としてともに作動し、ダイポールが曝される電界の強さに応じて変化する直流出力信号を処理回路54に出力する。

【0028】

ダイオードからの直流信号を伝える2つの伝導体からなる給電線を有し、中心に検波器として単一のダイオードを有する抵抗ダイポールの場合には、ダイポールが180°反転すると、ダイオードが2乗領域（square law region）で作動していない限り所定の電磁場に対して異なった応答信号を出力してしまう。

20

【0029】

図2に示すように、本発明の好適な実施形態のダイオードは実際は相互に直列に接続されるが、直列に接続される抵抗要素においては反対方向に配置される。2つのダイオードが反対方向にある結果、対称性が得られ、ダイポールの向きが逆になったとき、すなわち、図1及び図2のダイポールが180°引っくり返りダイオードが2乗領域の外で作動している場合であっても、所定の電界に対する検出された応答信号を同一にすることができる。

【0030】

中心に位置する一対のダイオードがあることで、フィーダをダイポールの外端部のうちの1つに接続でき、それにより、ダイポールの中心に接続される別のフィーダが不要になり、ダイポールのアンテナパターンの軸対称性に対する別のフィーダの悪影響を除去することができるというさらなる利点が得られる。また、中心に位置する一対のダイオードがあることで、いくつかの応用において有利な、低周波で増幅された応答信号を出力できるという潜在的な利点も得られる。

30

【0031】

前述したように、ダイポールのディスクリート抵抗とフィーダを基板上へ取付けると、相互に撲り合わされ、接近結合された一対の抵抗伝導体を具えたダイポールを簡便に提供することができる。また、それにより、処理回路、ダイポール及びフィーダ抵抗を、図3及び図4に示すように、単一の基板上に取付けることができる。基板は、図3に示すように、処理回路の様々な構成要素が取付けられる広い部分64の一端から外に向かって延びる、細長く狭い部分62を有して形成してもよい。典型的なプローブにおいて、処理回路は、增幅回路及び圧縮回路を有し、信号を光ファイバ光伝導体56（図2）経由でコンピューターで利用可能なフォーマットに変換するA/D変換器（図示せず。）に伝えることができるよう、ダイポールの直流応答信号を光信号に変換する変換器を有する。

40

【0032】

いくつかの方法で、処理回路へ電力を供給することができる。例えば、バッテリ電源を有してもよいし、外部レーザー又はその他の光源から光伝導体を通して処理回路に伝わる光線により通電される基板上の光電池から電力を得てもよい。

【0033】

50

1軸プローブの場合、図5に示すように、処理回路をハウジング65内で有してもよい。

【0034】

3つの軸における電界を計測できるように、複数のプローブは3つの相互に直交するダイポールを有するプローブとして一体化させることができる。

【0035】

そのような一体化が図6に示されており、ダイポール66, 68, 70は処理回路を具えた球面ハウジング72からx、y及びz軸に沿ってそれぞれ延びる。ダイポール66, 68は、単一のプリント基板上に形成することができる。

【0036】

図7に示されるもう1つの三次元電界プローブは、図5に示される型の3つの別々のプローブ74, 76, 78を有し、それらは、相互に直交するように配置され、互いにダイポールの中心の辺りで交差する。

【0037】

上記のプローブにおいて、様々な変更が可能である。例えば、フィーダを形成するディスクリート抵抗の数と同様に、各々のダイポールを形成するディスクリート抵抗の数を変えることができる。処理回路が小さい場合、フィーダ抵抗の数を減らすこともできるし、フィーダを完全に省くこともできる。

【0038】

例えば、撲り合わされたディスクリート抵抗からなるダイポールアームで、フィーダをダイポールアームの外端に接続させない等の本発明の特定の特徴から利点が得られる。例えば、処理回路を小さくする場合、ダイポールアームの端ではなく、ダイポールの中心近くに処理回路を置くことが可能である。さらに、非常に小さい処理回路が使われる場合、処理回路をダイポールの中心の位置の基板上に設けることができる。

【0039】

さらに、特許請求の範囲に記載の本発明の範囲内から逸脱しない、上記の装置及び方法のその他の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明のテーパ型抵抗要素である、典型的な撲り合わされたディスクリート抵抗の機械的な配置を示す概略図。

【図2】同要素の電気回路図。

【図3】要素の抵抗及び関連付けられた処理回路が取付けられたプリント基板を含む、撲り合わされたディスクリート抵抗（テーパ型抵抗要素）を示す正面立面図。

【図4】図3の装置の背面図。

【図5】撲り合わされたディスクリート抵抗（テーパ型抵抗要素）を有する单一要素プローブの立面図。

【図6】3つの相互に直交する撲り合わされたディスクリート抵抗（テーパ型抵抗要素）を有する3要素プローブの斜視図。

【図7】3要素プローブの別の形態の斜視図。

10

20

30

40

【図1】

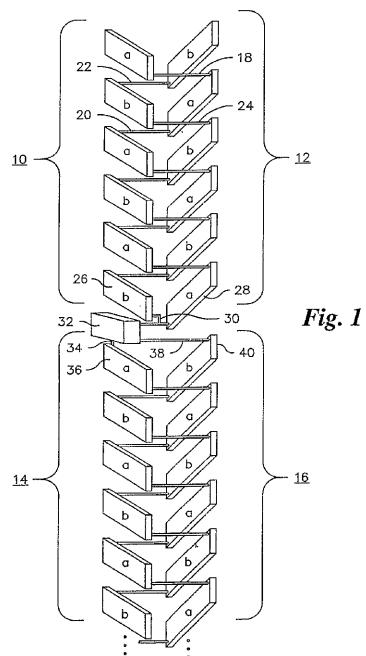
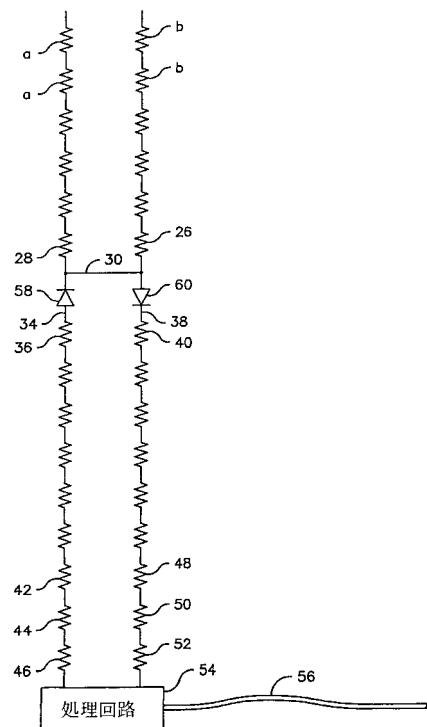


Fig. 1

【図2】



【図3】

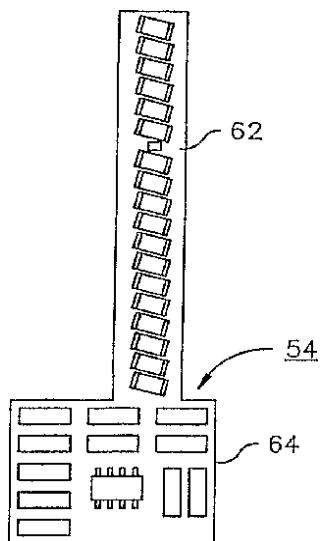


Fig. 3

【図4】

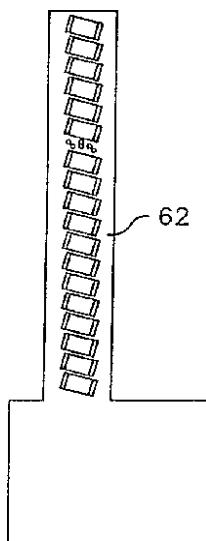


Fig. 4

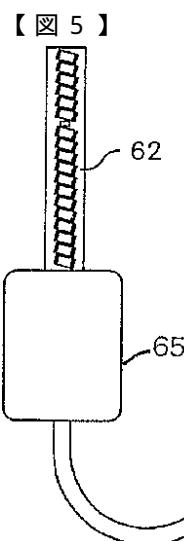


Fig. 5

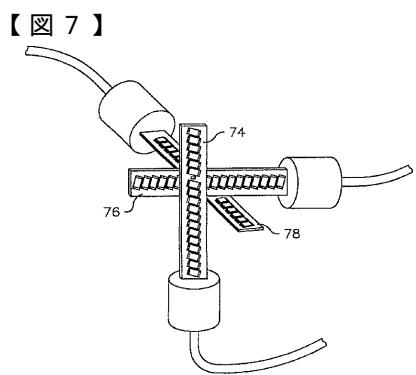
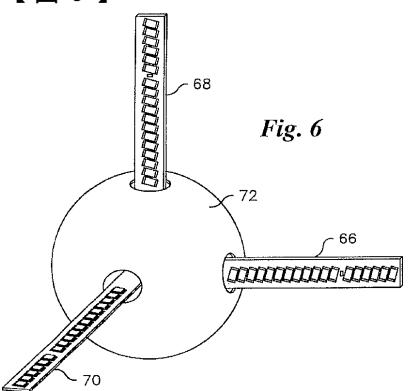


Fig. 7

【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特公平02-502887(JP,B2)
特開平02-017486(JP,A)
特開平09-223917(JP,A)
特開平4-89578(JP,A)
特開平3-262977(JP,A)
特開昭50-3380(JP,A)
米国特許第4634968(US,A)
米国特許第4392108(US,A)
M.Kanda, "Standard Antennas for Electromagnetic Interference Measurements and Method to Calibrate Them", IEEE Trans.ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY, Vol.36,No.4, pp.261-273

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 9/16

G01R 29/08

IEEE