

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2884503号

(45)発行日 平成11年(1999) 4月19日

(24)登録日 平成11年(1999) 2月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 P 5/08

H 0 1 P 5/08

K

請求項の数4 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-219615

(22)出願日 平成9年(1997) 8月14日

(65)公開番号 特開平11-68419

(43)公開日 平成11年(1999) 3月9日

審査請求日 平成9年(1997) 8月14日

特許法第30条第1項適用申請有り 電子情報学会論文誌  
C-▲I▼, Vol. J180-C-▲I▼, No. 2,  
1997, pp. 88-89

(73)特許権者 391016923

北海道大学長

北海道札幌市北区北8条西5丁目8番地

(72)発明者 伊藤 精彦

北海道札幌市中央区南5条西16丁目1番  
10号

(72)発明者 石井 望

北海道札幌市西区西野6条1丁目8番3  
号

(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外8名)

審査官 岸田 伸太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 同軸-誘電体イメージ線路変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 外導体および内導体を有する同軸線路と、接地板およびその上に設けた誘電体ロッドを有する誘電体イメージ線路との間で電力を伝達する変換装置において、前記同軸線路の外導体を前記誘電体イメージ線路の接地板に接続するとともに内導体を誘電体ロッドの端面の中央に接触させ、前記誘電体イメージ線路の接地板上には、前記誘電体ロッドの延長線上に誘電体ロッドの巾に等しい間隔で互いに平行に離間させた一対の導電性平行板を配置したことを特徴とする同軸-誘電体イメージ線路変換装置。

【請求項2】 前記一対の金属板に、誘電体ロッドの両側面と対向し、外側に向かって拡開するように延在する一対の導電性フレアを連結したことを特徴とする請求項1に記載の同軸-誘電体イメージ線路変換装置。

【請求項3】 前記同軸線路の外導体を前記接地板の裏面に接続し、内導体を接地板にあけた開口を経て表面に突出させて誘電体ロッドの端面に接触させたことを特徴とする請求項1または2に記載の同軸-誘電体イメージ線路変換装置。

【請求項4】 前記一対の導電性平行板を、これらによって画成される空間のカットオフ周波数 $f_1$ を、誘電体イメージ線路のカットオフ周波数 $f_2$ よりも高くなるように形成したことを特徴とする請求項1~3のいずれに記載の同軸-誘電体イメージ線路変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外導体および内導体を有する同軸線路と、接地板およびその上に設けた誘電体ロッドを有する誘電体イメージ線路との間で電力を

伝達する変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】携帯電話やPHSなどの移動体通信の幅広い普及に伴い、無線に利用できる周波数資源の枯渇が問題となってきている。さらに無線LANなどの高速データ通信を無線で行なう動きも活発となってきている。これらの周波数資源の需要の高まりは、情報通信先進国である米国を始め欧州、さらには情報通信のインフラストラクチャーの構築を積極的に進めている韓国などのアジア諸国でも同様である。このように逼迫している周波数資源に対応する有力な未利用周波数資源としてマイクロ波帯、特にミリ波帯が注目されている。

【0003】このようなミリ波帯での信号伝送線路としては種々のものが提案されているが、構成が簡単で、集積化に適しており、しかも低損失のものとして誘電体イメージ線路が有望視されている。このような誘電体イメージ線路を用いることによりマイクロ波帯またはミリ波帯の固体回路として実用的なものが構成できる可能性が高い。この誘電体イメージ線路は、一般にグランドプレーンと呼ばれている接地板の上に、矩形の断面形状を有する誘電体ロッドを設けたものである。

【0004】上述した誘電体イメージ線路を含むマイクロ波またはミリ波回路を設計したり試験したりするためには、誘電体イメージ線路と他の線路または測定装置との間で電力の伝達を行なう線路変換装置が必要となる。従来、誘電体イメージ線路に対して給電する場合には、導波管を用いることが提案されている。例えば、図1に示すように、誘電体イメージ線路1の接地板2の上に設けられた誘電体ロッド3の先端を楔状に形成し、これと対向するように導波管4を配置し、この導波管の上部金属板の内側に誘電体ロッドまで延在するようにテーパを形成したものが提案されている。このような構造の変換装置においては、誘電体イメージ線路1では

【外1】

$$E_{11}$$

モードとなり、導波管4ではTE<sub>10</sub>モードとなり、このTE<sub>10</sub>モードから【外1】モードへの変換は効率よく行われるようになる。

【0005】また、図2に示すように、誘電体イメージ線路1の接地板2の裏面に開口を形成し、この開口にテーパ状とした導波管4の先端を連結し、接地板には、八木アンテナの原理にしたがって導波管を挟むように反射用開口5および指向用開口6を設けた変換装置も提案されている。このような変換装置においても、誘電体イメージ線路と導波管との間での電力の伝達を良好に行なうことができ、誘電体イメージ線路への給電も効率良く行なうことができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように図1および2に示した従来の導波管 - 誘電体イメージ線路変換装置によって誘電体イメージ線路への直接給電を良好に行なうことはできるが、この変換装置は導波管を使用しているため、構造が複雑で大型になるとともに製作が面倒になり、高価となるので、実際のマイクロ波回路またはミリ波回路に適用するには非常に不利である。したがって本発明の目的は、同軸線路を用いることによって構造が簡単で製作が容易で安価であるにも拘らず変換特性の良好な同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、外導体および内導体を有する同軸線路と、接地板およびその上に設けた誘電体ロッドを有する誘電体イメージ線路との間で電力を伝達する変換装置において、前記同軸線路の外導体を前記誘電体イメージ線路の接地板に接続するとともに内導体を誘電体ロッドの端面の中央に接触させ、前記誘電体イメージ線路の接地板上には、前記誘電体ロッドの延長線上に誘電体ロッドの巾に等しい間隔で互いに平行に離間させた一対の導電性平行板を配置したことを特徴とするものである。

【0008】このような本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置の好適な実施例においては、前記一対の導電性平行板に、誘電体ロッドの両側面と対向し、外側に向かって拡開するように延在する一対の導電性フレアを連結する。このようなフレアを設けることにより、変換効率をさらに改善することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】図3および4は本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置の第1の実施例の構成を示す線図的な斜視図である。同軸線路を構成する同軸ケーブル11は外導体12とこの外導体から絶縁物13によって分離された内導体14と、外導体12の外側を覆う絶縁被覆15とを具えている。また、誘電体イメージ線路21は接地板22と、この接地板の上に設けられた誘電体ロッド23とを具えている。本発明においては、同軸ケーブル11の外導体12を誘電体イメージ線路21の接地板22に裏面で接続し、内導体14を接地板22にあけた開口を経て裏面から表面へ突出させ、誘電体ロッド23の端面の中央に接触させる。さらに、接地板22の表面には、誘電体イメージ線路23の巾に等しい間隔で互いに平行に離間した一対の金属板31および32を、誘電体ロッドの端面から誘電体ロッドの長手方向に延在して設ける。

【0010】上述したように構成した本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置において、一対の金属板31および32を設けない場合には、同軸ケーブル11に供給される電力は、誘電体イメージ線路21に供給される他に、自由空間への放射電力として消費され、変換効率が低下してしまう。この自由空間への電力の放射をなくす

ために、本発明においては、一对の金属板31および32を誘電体ロッド23の巾に等しい間隔を以て平行に配置し、所定のカットオフ周波数 $f_1$ 以下の周波数においては電力は伝達されないようにしている。したがって、誘電体イメージ線路11のカットオフ周波数 $f_2$ を、一对の平行な金属板31および32によって構成される空間のカットオフ周波数 $f_1$ よりも低く設定することによって、同軸ケーブル11から供給された電力は誘電体イメージ線路21のみに供給されることになる。換言すると、2枚の金属板31および32で挟まれた誘電体イメージ線路の終端は回路的に無損失の開放終端と見做すことができる。したがって、2枚の金属板31および32の長さは、電磁波が指数関数的に減衰し、金属板の先端面からの反射が見えなくなる程度に選ぶ必要がある。このようにして非常に高い変換効率を有する同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置を実現することができる。

【0011】図5および6は本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置の他の実施例の構成を示す斜視図である。本例では後述するように伝送特性のデータを測定するために、誘電体イメージ線路の両端に同軸ケーブルを結合した構造となっているが、実際の装置に適用する場合には、誘電体イメージ線路の一端に同軸ケーブルを結合すれば良い。本例において前例と同一の部分には前例と同じ符号を付けて示した。本例では、電磁界モードを連続的に変化させて不要放射を抑制し、同軸ケーブル11から誘電体イメージ線路21への変換における $|S_{21}|$ を改善するために、金属板31、32にフレア41、42をそれぞれ連結したものである。すなわち、誘電体イメージ線路21の両端に同軸ケーブル11を上述した実施例と同様に取り付けるとともに一对の金属板31および32を誘電体ロッド23の巾と等しい間隔で互いに平行に離間させて誘電体ロッドの長手方向に延在させる。さらに、これらの金属板31および32の、誘電体イメージ線路側の側面に、所定の角度で拡開する一对の金属板よりなるフレア41および42を誘電体ロッド23を挟むように設けたものである。

【0012】上述した実施例の各部の材料および寸法は以下に示す通りであるが、本発明は勿論このような寸法に限定されるものではない。ただし、後述する特性を調べるために、誘電体イメージ線路の長さは150mmと275mmとの2種類のを製作した。

誘電体ロッド23

低分散性のテフロン(誘電率2.0)

巾 : 10mm

高さ: 6mm

長さ: 150mmまたは 275mm

接地板22

巾 : 70mm

長さ: 270mmまたは395mm

金属板31, 32

長さ: 60mm

高さ: 30mm

フレア41, 42

長さ: 30mm

高さ: 30mm

拡開角度: 60° (誘電体ロッドの長手方向とフレアとの成す角度)

【0013】上述した第1および第2の実施例に示す構造の変換装置を作成し、その特性を調べた。ここで、誘電体イメージ線路の主モードのみが動作する周波数の内、12.8~18GHzのKuバンド内の13.5~15GHzの帯域を含む範囲で測定を行った。また、一对の金属板31および32によるカットオフ周波数 $f_1$ は15GHzとした。このとき、実効誘電定数解析により、13.5~15GHzにおける誘電体イメージ線路の管内波長は19.79~17.35mmで与えられる。

【0014】図7および8は、同軸ケーブル11側から見た誘電体イメージ線路21の反射特性および伝送特性をそれぞれ示すものであり、これらのグラフにおいて点線はフレアを持たない第1の実施例を示し、実線はフレアを設けた第2の実施例を示す。また、誘電体ロッド23の長さは275mmとした。13.5~15GHzにおいて、フレアなしの場合、 $|S_{11}|$ は-10dB以下、 $|S_{21}|$ は-2.0dB程度と良好な値を示している。また、フレアありの場合には、 $|S_{11}|$ はフレアなしの場合と同様-10dB以下、 $|S_{21}|$ は-1.0dBと1.0dB改善されている。Xバンドの導波管から誘電体イメージ線路への変換における $|S_{21}|$ は-1.25dB(誘電体ロッドの長さが12波長のとき)であるから、本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置は十分に実用的であることがわかる。

【0015】図9および10は、フレアを設けた第2の実施例において、誘電体イメージ線路21の誘電体ロッド23の長さを150mmおよび275mmとした場合の反射特性および伝送特性をそれぞれ示すものであり、点線は長さを150mmとした場合を示し、実線は長さを275mmとした場合を示すものである。このように、誘電体ロッド23の長さを変えても反射特性および伝送特性に著しい影響は現れないことが確認できた。誘電体イメージ線路の減衰特性は14GHzにおいて0.28dB/mと算出されるから、上述したモデルの線路損失は0.1dB以下となり、 $|S_{21}|$ はほぼ変換損失に対応することがわかる。したがって、1つの変換部分当たりの変換損失は0.5dB程度となり、これによって本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置の有効性が確認された。

【0016】

【発明の効果】上述した本発明の同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置によれば、誘電体イメージ線路の誘電体ロッドの端面に同軸ケーブルの内導体を直接接触させるとともに外導体を誘電体イメージ線路の接地板に接続し、誘電体イメージ線路とは反対側への自由放射を抑圧する

ために、カットオフ周波数が誘電体イメージ線路のカットオフ周波数よりも高くなるように一対の金属板を互いに平行に設けたという簡単な構造であるので、製作は容易で安価となる。また変換損失の0.5dB程度と低いので高効率の変換を行なうことができる。さらに、金属板にフレアを設けることによって $|S_{21}|$ を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、従来の導波管を用いて誘電体イメージ線路への給電を行なうための変換装置を示す図である。

【図2】図2は、同じく従来の導波管 - 誘電体イメージ線路変換装置を示す斜視図である。

【図3】図3は、本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置の第1の実施例の構成を示す斜視図である。

【図4】図4は、同じくその要部を拡大して示す斜視図である。

【図5】図5は、本発明による同軸 - 誘電体イメージ線路変換装置の第2の実施例の構成を示す斜視図である。

【図6】図6は、同じくその要部を拡大して示す斜視図である。

【図7】図7は、本発明による変換装置の反射特性を示すグラフである。

【図8】図8は、本発明による変換装置の伝送特性を示すグラフである。

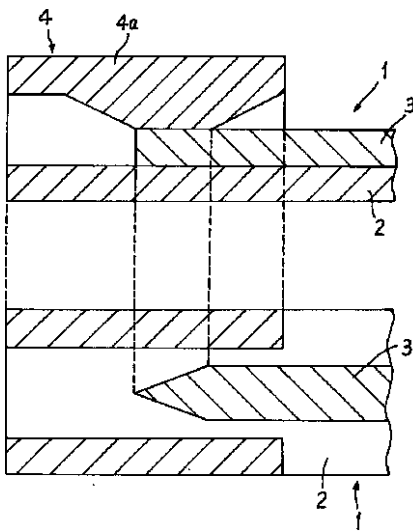
【図9】図9は、本発明による変換装置において誘電体ロッドの長さを変えたときの反射特性を示すグラフである。

【図10】図10は、本発明による変換装置において誘電体ロッドの長さを変えたときの伝送特性を示すグラフである。

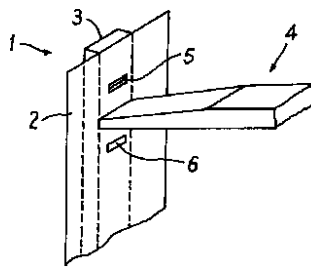
【符号の説明】

- 11 同軸ケーブル、12 外導体、13 絶縁物、14 内導体、15 絶縁被覆、21 誘電体イメージ線路、22 接地板、23 誘電体ロッド、31、32 金属板、41、42 フレア

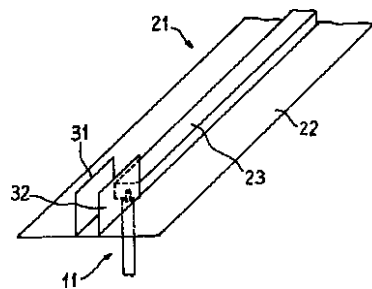
【図1】



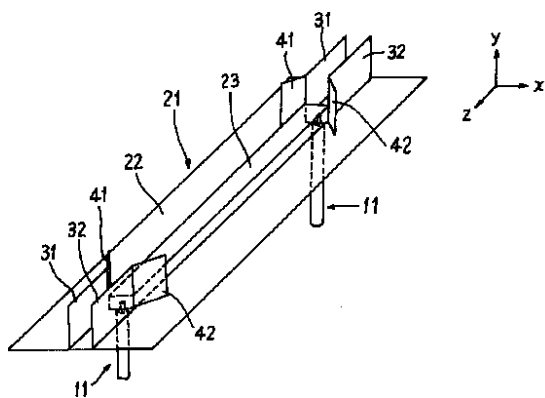
【図2】



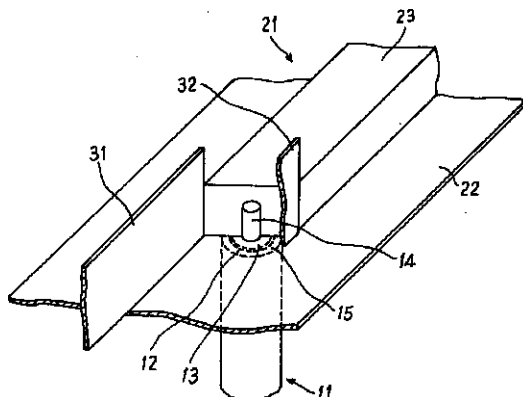
【図3】



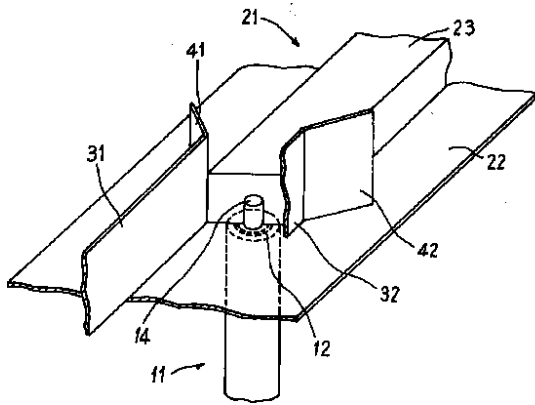
【図5】



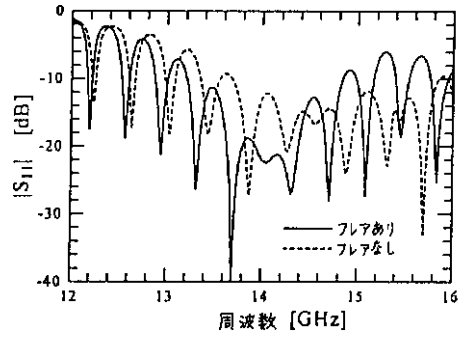
【図4】



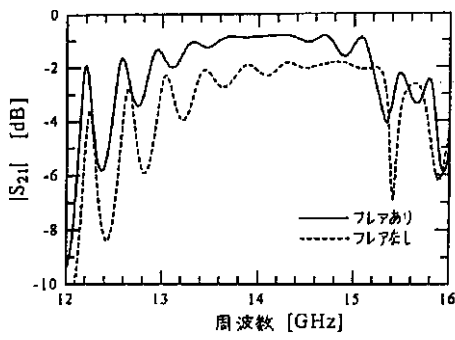
【図6】



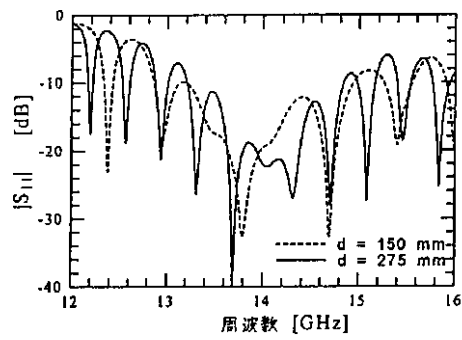
【図7】



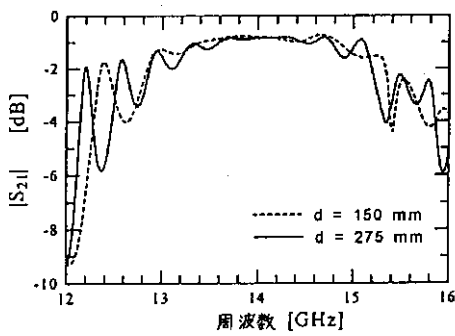
【図8】



【図9】



【図10】



## フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平5 - 63410 ( J P , A )  
実開 昭60 - 61816 ( J P , U )  
菊間、他、「誘電体イメージ線路の同  
軸プローブ励振」、電子情報通信学会論  
文誌 C - I I 、 V o l . J 80 - C  
- 11 , N o . 2 , 1997 , p p . 83 - 84  
(平成9年2月25日発行)。

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, D B名)  
H01P 5/08  
J I C S Tファイル(J O I S )  
W P I ( D I A L O G )