

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-152256

(P2013-152256A)

(43) 公開日 平成25年8月8日(2013.8.8)

(51) Int.Cl.

G02B 6/42 (2006.01)

F1

G02B 6/42

テーマコード (参考)

2H137

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-11624 (P2012-11624)
 (22) 出願日 平成24年1月24日 (2012.1.24)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100153110
 弁理士 岡田 宏之
 (74) 代理人 100099069
 弁理士 佐野 健一郎
 (72) 発明者 川瀬 大輔
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 (72) 発明者 石井 邦幸
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内

最終頁に続く

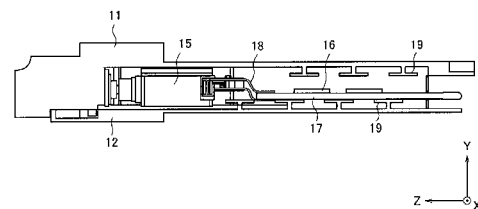
(54) 【発明の名称】 光データリンク

(57) 【要約】

【課題】簡単な構造で外部へのノイズ放射を効果的に低減でき、小型化が可能な光データリンクを提供する。

【解決手段】光データリンクは、光電変換素子を搭載した光サブアセンブリ15と、この光サブアセンブリ15用の電子回路16を実装した回路基板17を、筐体内に収納保持している。筐体を構成するトップハウジングおよびボトムハウジングの少なくともいずれか一方には、断面T字型の導電部材19からなる周期構造体(T字型コルゲート構造体)が設けられている。この断面T字型の導電部材19の寸法と数は、抑制する電磁波の周波数帯域によって定めることができる。また、T字型コルゲート構造体は筐体と一体に形成されていても別体に形成されていてもよい。さらに、周期構造体の断面T字型の導電部材間に誘電体を設けてもよい。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光電変換素子を搭載した光サブアセンブリと、電子回路部品を実装した回路基板とを、筐体内に収納保持した光データリンクであって、前記筐体の内部に断面Ｔ字型の導電部材からなる周期構造体を設けたことを特徴とする光データリンク。

【請求項 2】

前記周期構造体は、断面Ｔ字型の導電部材を筐体の長手方向に沿って複数個配列したものであることを特徴とする請求項 1 に記載の光データリンク。

【請求項 3】

前記筐体が導電体からなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光データリンク 10

【請求項 4】

前記筐体が、トップハウジングとボトムハウジングの 2 つのハウジングを有し、少なくともいずれか一方のハウジング内面に、前記周期構造体が設けられていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 に記載の光データリンク。

【請求項 5】

前記トップハウジングの断面およびボトムハウジングの断面が、それぞれＬ字型であることを特徴とする請求項 4 に記載の光データリンク。

【請求項 6】

前記周期構造体が、前記筐体と一体に形成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 に記載の光データリンク。 20

【請求項 7】

前記周期構造体が、前記筐体と別体に形成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 に記載の光データリンク。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光信号によるデータ通信に用いられる光トランシーバ等の光データリンクに関する。

【背景技術】

30

【0002】

光通信に用いられる光データリンクは、光信号を送信する送信用光サブアセンブリ（ＴＯＳＡ：Transmitter Optical Sub-Assembly）、光信号を受信する受信用光サブアセンブリ（ＲＯＳＡ：Receiver Optical Sub-Assembly）、または、送受信の双方の構成を持つ送受信用光サブアセンブリ等の光サブアセンブリを、多数の電子部品を実装した回路基板と共に金属製の筐体内に収納保持して構成される。この場合、送受信の双方の機能を備えるものは、一般にプラグブル型光トランシーバ（以下、光トランシーバという）とも言われ、ホスト装置のケージに挿抜されてケージ奥部に配された電気コネクタに接続されて使用される。

【0003】

40

図 1 2 は、従来の光トランシーバ 1 0 0 の一例を説明する図であり、例えば、光トランシーバ 1 0 0 は、光レセプタクル 1 0 6 の後部が断面矩形状の金属製の筐体 1 0 5 で囲われた長方形体で形成されている。光トランシーバ 1 0 0 は、ホスト装置 1 0 1 のフロントパネル 1 0 3 に設けられたパネル開口 1 0 3 a を通して、ホスト基板 1 0 4 上に載置されたケージ 1 0 2 内に挿抜自在に嵌めこまれ、ケージ 1 0 2 の奥部に配された電気コネクタ（図示せず）により電氣的に接続される。また、光レセプタクル 1 0 6 内には光ファイバコネクタ 1 0 7 が挿入され、光トランシーバ 1 0 0 に実装されている発光素子および受光素子と光学的に接続され、光信号の送受信が行われる。

【0004】

このような光トランシーバでは、光トランシーバの内部、もしくはホスト装置の内部か 50

ら外部への電磁放射（E M I）を抑え、また放熱を促進するために、光トランシーバ 1 0 0 の金属製の筐体 1 0 5 を、接地されているケージ 1 0 2 またはホスト装置のフロントパネルの開口 1 0 3 a に電氣的に接触させて電磁的にシールドすることなどが一般的に行われている。

【 0 0 0 5 】

例えば、特許文献 1 には、光トランシーバを覆う金属カバーに設けた弾性フィンガが、光コネクタが挿入された状態のときに、金属カバーの外方に突き出されてケージ内面に電氣的に接触されて E M I シールドを形成し、光コネクタが挿入されていないときは、弾性フィンガは、ケージと無接触となってモジュールの着脱を容易にしたものが開示されている。また、特許文献 2 には、電磁波の遮断構造として、金属表面の電磁誘導表面電流を減少させるために、導電ビアによって支持された六角形の金属プレートを 2 次元的に配列したマッシュルーム構造が開示されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 2 3 3 2 6 1 号公報

【 特許文献 2 】 米国特許 6 2 6 2 4 9 5 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

20

一般に、E M I シールドを考慮した光トランシーバの実装は、ホスト装置のフロントパネルとケージ間、並びに光トランシーバ筐体とケージ間を、複数のフィンガ（又はタブ）により複数の電気接続パスを形成して接地電位の安定化を図るとともに、外部への漏洩口となるパネル開口付近の隙間となる部分小さくする努力が払われ、上記の特許文献 1 に開示されるような種々の提案がなされてきた。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、近年は、信号の伝送量の増大に加えて伝送速度が高速化し、動作周波数が高くなっているため、外部への電磁放射が僅かな隙間からでも生じる。例えば、フロントパネル開口とケージとの間の隙間、ケージと光トランシーバ筐体との間の隙間は、外向きと内向きのフィンガで部分的には塞ぐことが可能であるが、フィンガ間の間隙が隙間として残るため、この隙間を通してシールド漏れが生じるおそれがある。

30

【 0 0 0 9 】

このため、出願人は、特願 2 0 1 0 - 2 8 2 7 1 9 号において、光トランシーバの筐体内部に櫛歯状導電部材を設けることにより、筐体の内部空間を伝搬する電磁ノイズを櫛歯状導電部材によって減衰させ、外部へのノイズ放射を効果的に低減できる発明を提案している。しかしながら、光トランシーバの大きさは M S A 等の業界標準で定められるが、ますます小型化を目指した標準化が進められており、光トランシーバの内部空間の余裕は少ない。そして、櫛歯状導電部材によるツイタテ構造は、後述するように櫛歯の高さのために光トランシーバ内での設置場所が制約されるという問題があった。

【 0 0 1 0 】

40

櫛歯の高さは、例えば、導波管中における、櫛歯高さ t と遮断周波数 f との関係が式 1 で表される。

【 数 1 】

$$t = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{c^2}{f^2 - c^2/(2a)^2}} \quad \dots (式 1)$$

ここで、 a は導波管の幅、 c は真空中の光速。

また、導波管の幅 a が無限大 ($a \rightarrow \infty$) 場合、櫛歯高さ t' は次の式 2 で表される。

【数 2】

$$t' = \frac{1}{4} \frac{c}{f} = \frac{1}{4} \lambda \quad \dots (式 2)$$

ここで、 λ は遮断したい電磁波の波長。

したがって、有限な幅 a をもつ導波管においては、櫛歯高さ t は、 $t > t'$ 、すなわち、遮断したい電磁波の波長の $1/4$ 以上必要となり、光トランシーバ内では大きな設置場所を占めることになる。

また、特許文献 2 に開示されたマッシュルーム構造は、その構造が複雑であるため、光トランシーバ筐体との一体型として製作するのはきわめて困難である。

10

【0011】

本発明は、これらの実情に鑑みてなされたものであり、簡単な構造で外部へのノイズ放射を効果的に低減でき、小型化が可能な光データリンク（光トランシーバ）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】

【0012】

本発明による光データリンクは、光電変換素子を搭載した光サブアセンブリと、該光サブアセンブリ用の電子回路部品を実装した回路基板とを、筐体内に収納保持した光データリンクであって、筐体の内部に断面 T 字型の導電部材からなる周期構造体を設けたことを特徴とする。この周期構造体は、断面 T 字型の導電部材を筐体の長手方向に沿って複数個配列されたものである。

20

【0013】

筐体は導電体からなり、トップハウジングとボトムハウジングの少なくともいずれか一方のハウジング内面に、周期構造体が設けられている。トップハウジングおよびボトムハウジングのそれぞれの断面が、L 字型であってもよい。また、周期構造体が、筐体と一体に形成されていても別体に形成されていてもよい。さらに、周期構造体の断面 T 字型の導電部材間に誘電体を設けてもよい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、光データリンクの筐体の内部に断面 T 字型の導電部材からなる周期構造体を設けたことにより、筐体の内部空間を伝搬する電磁ノイズを周期構造体によって減衰させることができ、外部へのノイズ放射を効果的に低減できる。また、断面 T 字型の導電部材は高さを低く形成することができるため、筐体内での回路基板などの配置の自由度が大きく、光データリンクの小型化が可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明の実施形態に係る光トランシーバの一例を示す外觀図である。

【図 2】図 1 に示す光トランシーバの断面図である。

【図 3】図 1 に示す光トランシーバの筐体の構成部材を示す図である。

【図 4】本発明の実施形態に係る光トランシーバの筐体の他の例を示す図である。

40

【図 5】垂直型コルゲート構造体の等価回路モデルを説明するための図である。

【図 6】垂直型コルゲート構造体による電磁波の遮断について説明するための図である。

【図 7】垂直型コルゲート構造体における減衰乗数について説明するための図である。

【図 8】垂直型コルゲート構造体におけるユニット数のシミュレーション結果を示す図である。

【図 9】垂直型コルゲート構造体と T 字型コルゲート構造体とにおけるツイステ高さを説明するための図である。

【図 10】垂直型コルゲート構造体と T 字型コルゲート構造体における遮断特性の F D T D シミュレーションに用いた例を示す図である。

【図 11】図 10 の垂直型コルゲート構造体と T 字型コルゲート構造体の例によるシミュ

50

レーションの結果を示す図である。

【図 1 2】従来の光トランシーバを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して、光データリンクとして光トランシーバを例に、本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は、本発明の実施形態に係る光トランシーバの一例を示す外觀図であり、図 2 は、図 1 に示す光トランシーバの断面図である。また、図 3 は、図 1 に示す光トランシーバの筐体の構成部材を示す図である。

【0017】

10

図において、1 は光トランシーバ、11 はトップハウジング、12 はボトムハウジング、13 はハウジングカバー、14 はレセプタクル部、15 は光サブアセンブリ、16 は電子回路部品、17 は回路基板、18 はフレキシブル基板 (FPC)、19 は断面 T 字型の導電部材を示す。

【0018】

ここで、光アセンブリ 15 は、光信号を送信する光サブアセンブリ (TOSA) と光信号を受信する光サブアセンブリ (ROSA) を含み、それぞれ、互いに幅方向 (X 軸方向) に並列状態にして、レセプタクル部 14 により一体的に組み付けられてサブアセンブリユニットとされる。光アセンブリ 15 の TOSA および ROSA には、それぞれ光電変換素子である発光素子および受光素子が搭載され、フレキシブル基板 18 を介して回路基板 17 に接続される。

20

【0019】

そして、光アセンブリ 15 の TOSA と ROSA のための電気信号処理、制御等は、回路基板 17 に実装された電子回路部品 16 からなる電子回路で行われる。回路基板 17 は、主回路基板として光トランシーバの主たる制御を行う回路装置に用い、IC 回路等の発熱部品を搭載する基板とすることができる。また、1 枚の回路基板 17 で電子回路を収納できない場合は、第 2 の回路基板を設けてもよい。なお、回路基板 17 の Z 軸後方 (レセプタクル部 14 側と反対側) には、光トランシーバをホスト装置に電氣的に接続するための、コネクタ部が設けられる。

【0020】

30

光トランシーバ 1 の筐体は、本実施形態では、トップハウジング 11、ボトムハウジング 12、および、ハウジングカバー 13 から構成される。トップハウジング 11 は、放熱とシールド機能を有する金属材で形成され、頂部壁 11₁ と一対の側壁 11₂ を有している。トップハウジング 11 の前部には、光コネクタを挿着するためのレセプタクル部 14 が設けられている。このレセプタクル部 14 は、図示しない光コネクタが挿着される一対のソケット孔 14a を有し、光アセンブリ 15 の TOSA、ROSA のスリーブ部分に連通している。そして、トップハウジング 11 の頂部壁 11₁ の後部内面には、複数の断面 T 字型の導電部材 19 からなる周期構造体 20 (以下、「T 字型コルゲート構造体」ともいう。) が設けられている。

【0021】

40

ボトムハウジング 12 は、トップハウジング 11 の下部の開口を塞ぐ蓋形状を有しており、トップハウジング 11 と同様に、放熱とシールド機能を有する金属材で形成することができる。ボトムハウジング 12 の底部壁 12₁ の前部内面は、トップハウジング 11 内に位置決めされて収納されている TOSA、ROSA を下方から押えて保持固定するようになっている。また、ボトムハウジング 12 の底部壁 12₁ の後部内面には、複数の断面 T 字型の導電部材 19 からなる周期構造体 20 が設けられている。

【0022】

ハウジングカバー 13 は、光トランシーバ 1 の後端側部を覆うコの字形状をしており、トップハウジング 11 およびボトムハウジング 12 にそれぞれ設けた周期構造体 20 を覆っている。ハウジングカバー 13 の材料は、トップハウジング 11、ボトムハウジング 1

50

2と同様に、放熱とシールド機能を有する金属材で形成することができる。

【0023】

トップハウジング11およびボトムハウジング12にそれぞれ設けたT字型コルゲート構造体20は、筐体の内部空間を伝搬する電磁ノイズを減衰させるためのものであって、断面T字型の導電部材を筐体の長手方向(Z軸方向)に沿って、例えば、一列に複数個配列したものである。そして、T字型コルゲート構造体20は、光トランシーバ1が機器に挿入される活線挿抜部分、すなわち、光トランシーバ1の後端部のみ、もしくは、後端部と光コネクタが装着される側である前端部との両者に設けられることが望ましい。また、T字型コルゲート構造体20は、トップハウジング11およびボトムハウジング12の少なくとも一方に設けるようにしてもよい。

10

【0024】

図4は、本発明の実施形態に係る光トランシーバの筐体の他の例を示す図である。

図4に示す筐体は、それぞれ断面L字型をしたトップハウジング11'とボトムハウジング12'の2つの部材から構成されている。そして、トップハウジング11'の頂部壁およびボトムハウジング12'の底部壁12₁'には、それぞれ長手方向(Z軸方向)全体に亘って、複数の断面T字型の導電部材19からなる周期構造体20を一体に形成している。このようにすることにより、金型成型によってT字型コルゲート構造体を有する筐体を製作することが可能となる。

【0025】

次に、T字型コルゲート構造体20による電磁波の遮断について説明する。説明にあたって、まず、櫛歯構造体(以下、「垂直型コルゲート構造体」ともいう。)による電磁波の遮断について説明する。

20

図5は、垂直型コルゲート構造体の等価回路モデルを説明するための図であり、図5(A)は、光トランシーバ内に設けた櫛歯構造体の断面を示す図、図5(B)は、櫛歯1ユニット当たりの伝送線路モデルの諸元(パラメータ)を示す図である。図5(C)は、櫛歯1ユニット当たりの伝送線路モデルの等価回路モデルを示す図である。

【0026】

光トランシーバの筐体の内部空間は導波管と同様の構造となっている。したがって、その内部空間の構造で定まる遮断周波数以上の周波数を有するノイズは、筐体の内部空間を伝搬することになる。図5(A)において、30は櫛歯構造体、31は櫛歯を構成するツ

30

イタテ、32は溝部、33は導波管を示す。

【0027】

ここで、導波管の伝送線路モデルの櫛歯1ユニット当たりのパラメータとして、図5(B)に示すように、導波管33の横幅を a (m)、導波管33の高さを b (m)、1周期分の長さ(ピッチ)を p (m)、ツイタテ31の高さ(深さ)を t_s (m)、ツイタテ31間の隙間を w_s (m)、溝部32の比透磁率を μ_r 、溝部32の比誘電率を ϵ_r とする。そして、透磁率を μ (H/m)、誘電率を ϵ (C/m)、1周期あたりのインピーダンスを Z (Ω)、1周期あたりのアドミタンスを Y (S)、単位長さあたりのインピーダンスを Z' (Ω)、単位長さあたりのアドミタンスを Y' (S)、角周波数を ω (rad/s)、周波数を f (1/s)、カットオフ周波数を f_c (1/s)(ここで、 $f_c = 1/(2a)$)、溝部でのインピーダンスを Z_s (Ω)、溝部での伝搬定数を β_s (rad/m)、真空中の光速を c (m/s)とすれば、伝送線路モデルにおける実効的な透磁率 μ_{eff} (H/m)は、式3で表すことができる。

40

【数 3】

$$\mu_{eff} \equiv Z'/j\omega = \mu \left(\frac{2b}{a} \right) + \frac{Z_s \tan(\beta_s t_s)}{\omega p} \quad \dots (式 3)$$

$$\text{ここで } Z_s = \frac{2w_s}{a} \frac{\omega \mu}{\beta_s}$$

$$\beta_s = \sqrt{\left(\frac{\omega}{c/\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \right)^2 - \left(\frac{\pi}{a} \right)^2}$$

10

【0028】

また、伝送線路モデルにおける実効的な誘電率 ϵ_{eff} (C/m) は、式 4 で表すことができる。

【数 4】

$$\epsilon_{eff} \equiv Y'/j\omega = \epsilon \left\{ 1 - \left(\frac{f_c}{f} \right)^2 \right\} \left(\frac{a}{2b} \right) \quad \dots (式 4)$$

20

そして、櫛歯 1 ユニット当たりの伝送線路モデルの等価回路は、図 5 (C) に示す図となる。

【0029】

図 6 は、垂直型コルゲート構造体による電磁波の遮断について説明するための図である。

ある特定の周波数帯域で電磁波が伝搬できない領域となる電磁バンドギャップ (EBG) は、図 6 (A) で示した μ_{eff} (式 3) または ϵ_{eff} (式 4) のどちらか片方が負になる場合に形成され、これは、 ϵ_{eff} と μ_{eff} の 2 次元平面を描いた場合、図 6 (A) の第 2 象限 D 2 あるいは第 4 象限 D 4 の時に対応する。ここで、実効的な誘電率と透磁率を自由に操作できるという意味で、垂直型コルゲート構造体および後述する T 字型コルゲート構造体は、メタマテリアルの一つと考えられる。(参考文献 Christophe Caloz, Tatsuo Itoh 著 “Electromagnetic Metamaterials : Transmission Line Theory and Microwave Applications” Wiley-IEEE Press; 1 版 (2005/11/25))

30

【0030】

図 6 (B) に、図 5 (B) に示した伝送線路モデルの各パラメータの値を表 1 に示す値とした際の、 ϵ_{eff} と μ_{eff} との計算例を示す。 $\epsilon_{eff} < 0$ の領域はいわゆる導波管でのカットオフ周波数以下に対応する。この領域は導波管の幅 a で一意に決まってしまうため、導波管サイズがすでに決められている状況ではギャップ領域の操作は不可能である。一方、 $\mu_{eff} < 0$ となる領域は、導波管内のショートスタブ構造 (コルゲート構造) の形状を変更することで操作可能である。

40

【表 1】

a	0.0164	m
b	0.00288	m
p	0.0021	m
w _s	0.0014	m
t _s	0.004125	m

[表 1]

10

【0031】

そして、ショートスタブのインピーダンスがオープンになる条件の時に、電磁波の遮断がおこるため、下記の式5を解いて、式6で示す遮断周波数 f_{open} を得ることができる。

【数 5】

$$\frac{Z_s \tan(\beta_s t_s)}{\omega p} = \infty \quad \dots (式5)$$

20

【数 6】

$$f_{open} = \frac{1}{2} \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \sqrt{\frac{1}{4t_s^2} + \frac{1}{a^2}} \quad \dots (式6)$$

【0032】

遮断したい周波数の電磁波の波長を λ_{open} とした場合、コルゲート構造のツイタテの高さ t_s は、式6から算出される値である必要がある。ここで、導波管横方向の長さが十分長く、 $a = \infty$ 、ツイタテ間の溝32に誘電体、磁性体が存在しない、すなわち、真空中で、溝部32の比透磁率 $\mu_r = 1$ 、溝部32の比誘電率を $\epsilon_r = 1$ とすると、ツイタテの高さ t_s は、式7で示すように、遮断したい電磁波の波長の $1/4$ になる。

30

【数 7】

$$t_s = \frac{1}{4} \frac{c}{f_{open}} = \frac{1}{4} \lambda_{open} \quad \dots (式7)$$

【0033】

また、溝の隙間に誘電体または磁性体を設置した場合は、式8で示すように、 $1/\sqrt{(\epsilon_r \mu_r)}$ 倍だけツイタテの高さ t_s を小さくすることができる。

【数 8】

40

$$t_s = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \left(\frac{1}{4} \lambda_{open} \right) \quad \dots (式8)$$

ツイタテ間の隙間32に充填する誘電体として、例えば、ポリイミド(10GHzで比誘電率3.2)、LCP(液晶ポリマー:25GHzで比誘電率2.9)、アクリル系放熱材(1MHzで比誘電率約4.4)などを用いることにより、ツイタテの高さ t_s を約0.5から0.6倍程度に抑えることが可能となる。

【0034】

次に、垂直型コルゲート構造体を実際に使用するにあたって、導波管内を伝わる電磁波

50

の減衰効果は大きい方が望ましい。図 7 は、垂直型コルゲート構造体における減衰乗数について説明するための図である。フロケの定理を用い、垂直型コルゲート構造体の櫛歯 1 ユニット当たりの減衰定数は、式 9 で表すことができる。

【数 9】

$$\alpha = \frac{1}{p} \cosh^{-1} \left(\left| 1 + \frac{ZY}{2} \right| \right) \quad \dots (式 9)$$

ただし $\left| 1 + \frac{ZY}{2} \right| > 1$ の領域

10

【0035】

そして、図 7 に示すように、櫛歯を複数 (N 個) のユニット設けた際の入力電界振幅を A_{in} 、出力電界振幅を A_{out} とする場合、入力電界振幅を A_{in} に対する出力電界振幅 A_{out} は、式 10 で示す関係となる。

【数 10】

$$A_{out} = A_{in} \times \exp(-\alpha N) \quad \dots (式 10)$$

ここで、 $\exp(-\alpha)$ は櫛歯 1 ユニット当たりの減衰を示す。したがって、ユニットの数が多いほど、導波管内を伝わる電磁波の減衰効果は大きくなり、遮断性能は向上することになる。

20

【0036】

図 8 は、垂直型コルゲート構造体におけるユニット数のシミュレーション結果を示す図であり、ユニットの形状を図 5 (A) で示す形状とし、各パラメータを表 1 に示す値とした場合における、FDTD (Finite Difference Time Domain) 解析した結果を、周波数と S パラメータの S_{21} の関係で示している。ここで、実際の光トランシーバでは、電界振幅が -30 dB 以上減衰する帯域が 2 GHz 以上ある場合が望ましく、図 8 から、4 枚以上の櫛歯のツイタテを設ければよいことが分かる。なお、この点は、後述する T 字型コルゲート構造においても同様である。

30

【0037】

図 9 は、垂直型コルゲート構造体と T 字型コルゲート構造体におけるツイタテ高さを説明するための図である。図 9 (A) に示す垂直型コルゲート構造体のツイタテの高さ t_s は、図 9 (B)、(C) に示す T 字型コルゲート構造体では、概ね T 字型の一つの翼 21 の長さ、翼 21 の厚みと、隣の翼までの長さの 1/2 と、翼 21 の柱部分 22 の長さの 1/2 とを加算した長さ t_s と同様となる。また、図 9 (A) に示す垂直型コルゲート構造体のツイタテ間の間隙 w_s は、図 9 (B)、(C) に示す T 字型コルゲート構造体では、概ね隣の翼 21 までの長さ、翼 21 の柱部分 22 の長さの平均値と同様となる。

【0038】

図 10 は、垂直型コルゲート構造体と T 字型コルゲート構造体における遮断特性の FDTD シミュレーションに用いた例示す図であり、図 11 は、図 10 の垂直型コルゲート構造体と T 字型コルゲート構造体の例による遮断特性のシミュレーション結果を示す図である。

40

ここで、図 10 (A) は、垂直型コルゲート構造体のシミュレーションに用いたユニットの断面図とパラメータを、図 10 (B) は、T 字型コルゲート構造体のシミュレーションに用いたユニットの断面図とパラメータを示す。また、シミュレーションに用いた導波管の断面と内径寸法を図 10 (C) に示す。

【0039】

シミュレーションは、ユニットの数は 5 つとし、ユニット間には誘電体を設けないものとして行った。そして、図 11 に示すように、垂直型コルゲート構造体と T 字型コルゲ

50

ト構造体をそれぞれ導波管内部に設置した場合のバンドギャップの周波数帯域は、ほぼ同じであることが確認できた。このように、Ｔ字型導電体の寸法と数を定めることにより、光トランシーバ内を伝搬する特定の周波数帯域の電磁波を抑制することが可能になる。

【 0 0 4 0 】

以上、Ｔ字型コルゲート構造体を用いることにより、垂直型コルゲート構造体を用いる場合よりも、実質高さを低く抑えることができるため、光トランシーバの筐体内での配置に関する自由度を大きくすることができる。なお、Ｔ字型コルゲート構造体 2 0 の断面形状は、直線部のみを含むものに限定されず、曲線部を含んでいても構わない。

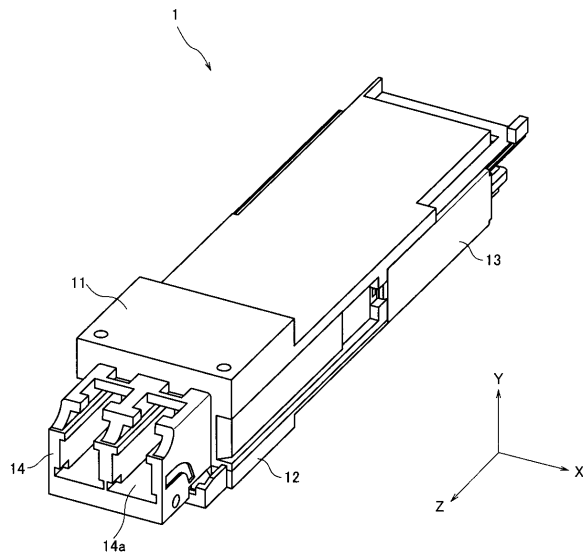
【 符号の説明 】

【 0 0 4 1 】

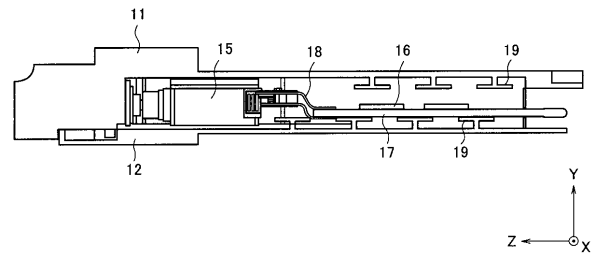
1 ... 光トランシーバ、1 1 ... トップハウジング、1 2 ... ボトムハウジング、1 3 ... ハウジングカバー、1 4 ... レセプタクル部、1 5 ... 光サブアセンブリ、1 6 ... 電子回路部品、1 7 ... 回路基板、1 8 ... フレキシブル基板、1 9 ... 断面Ｔ字型の導電部材、2 0 ... 周期構造体（Ｔ字型コルゲート構造体）、2 1 ... 翼、2 2 ... 翼の柱、3 0 ... 櫛歯構造体（垂直型コルゲート構造体）、3 1 ... ツイタテ、3 2 ... 溝部、3 3 ... 導波管。1 0 0 ... 光トランシーバ、1 0 1 ... ホスト装置、1 0 2 ... ケージ、1 0 3 ... フロントパネル、1 0 4 ... ホスト基板、1 0 5 ... 筐体、1 0 6 ... 光レセプタクル、1 0 7 ... 光コネクタ。

10

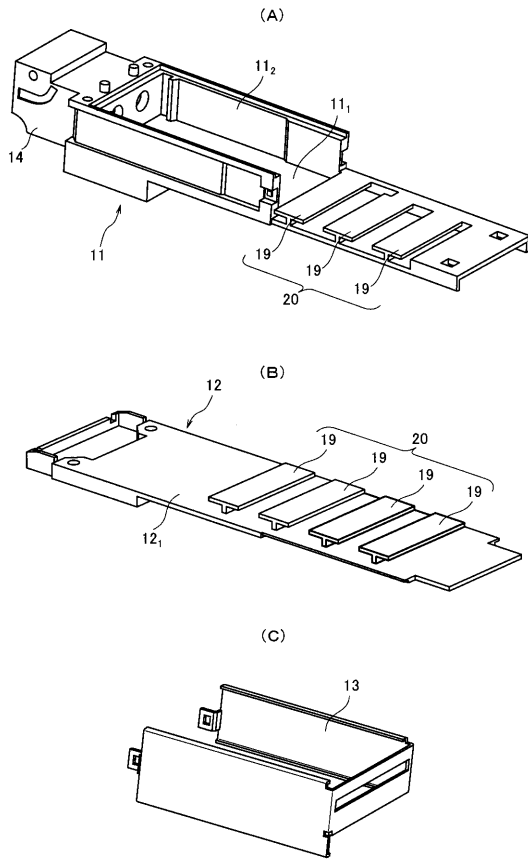
【 図 1 】



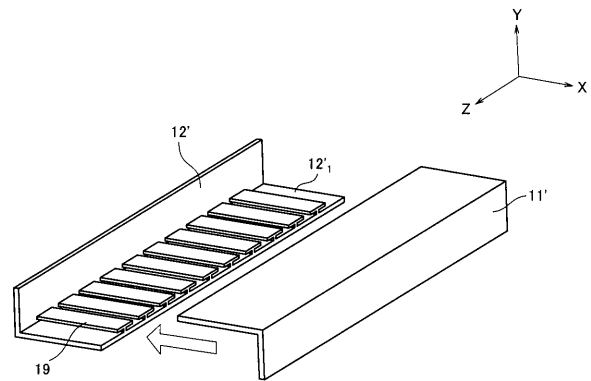
【 図 2 】



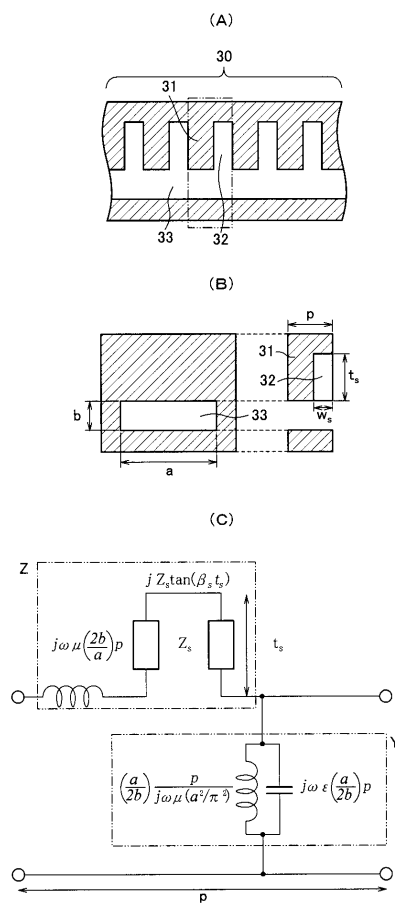
【図 3】



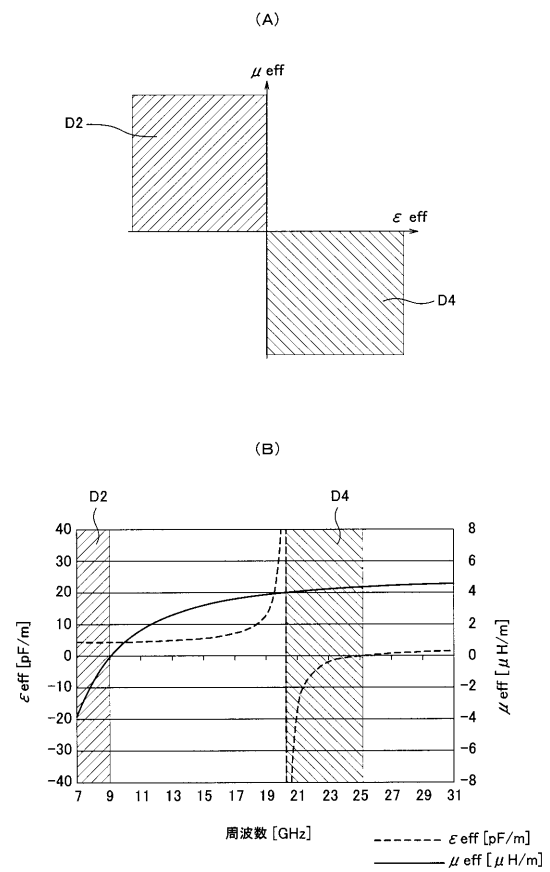
【図 4】



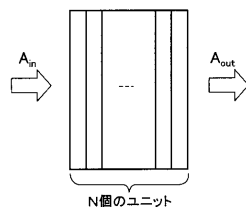
【図 5】



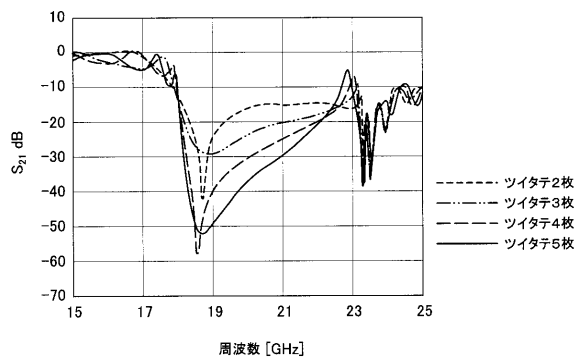
【図 6】



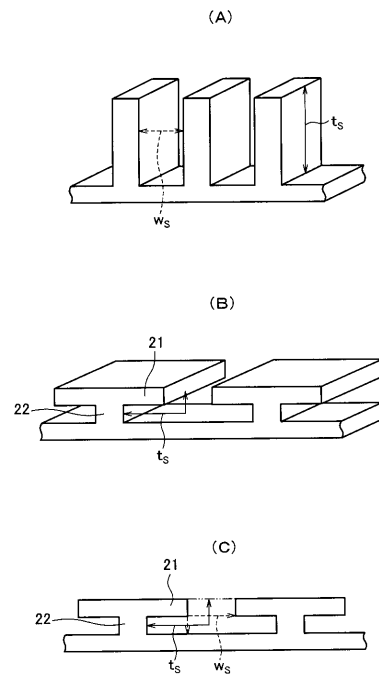
【図 7】



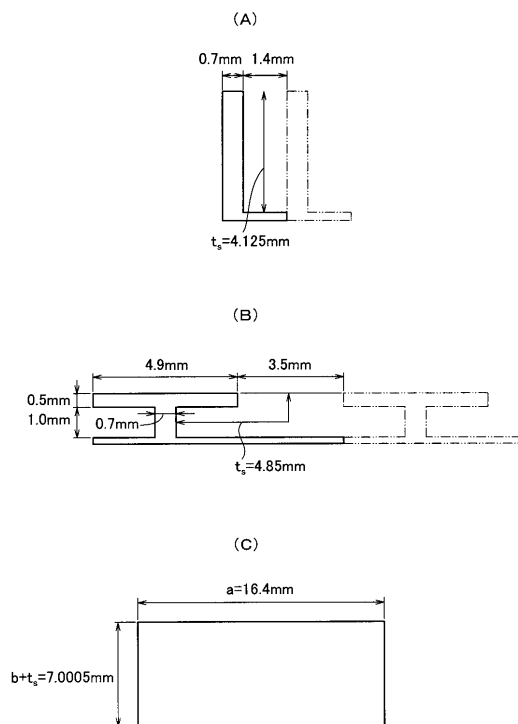
【図 8】



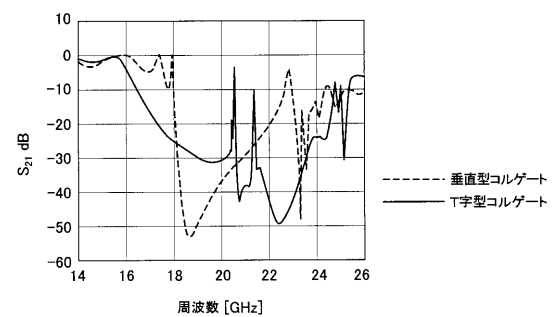
【図 9】



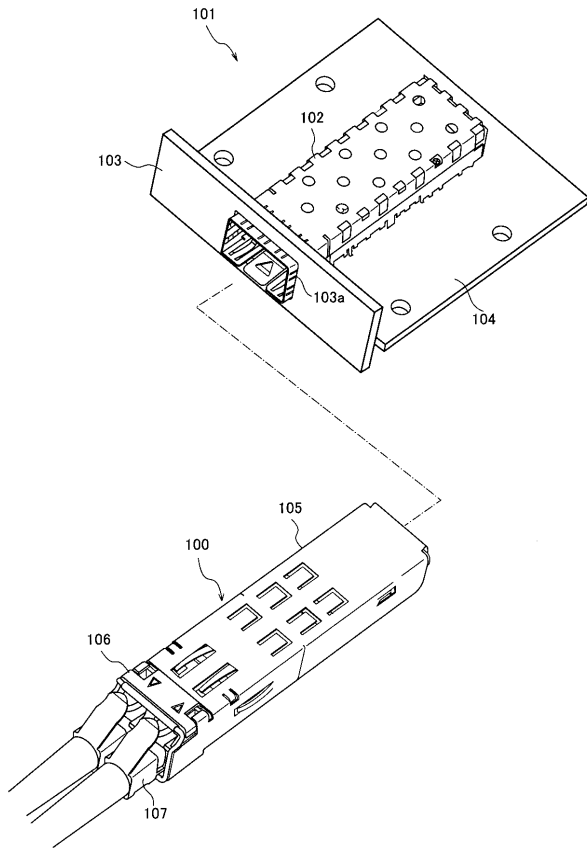
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 大森 寛康

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 倉島 宏実

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

F ターム(参考) 2H137 AA01 AB05 AB06 AC02 BB02 BB12 BB22 BB33 DA39 GA07