



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

配線層5aを構成する伝送線路6aの形状と、配線層5bを構成する伝送線路6bの形状とを相互に等しくし、それらの分散特性を相互に等しくする。伝送線路6a及び6bはミアンダ状に形成し、平面視で相互に重なるように配置する。伝送線路6a及び6bには、差動信号14及び15を入力する。

明 細 書

分散補償器及びそれを備えた光通信装置

技術分野

本発明は、光通信に使用される分散補償器及びそれを備えた光通信装置に関し、特に、電気信号に対して分散補償処理を施す分散補償器及びそれを備えた光通信装置に関する。

背景技術

光通信システムにおいては、光ファイバを使用して相互に離隔した地点間で光信号の伝送を行っている。しかし、光信号が光ファイバ中を伝播すると、波長成分によって伝播速度が異なるため、光信号の波形が劣化する。この現象を分散という。近時、幹線系の光通信ケーブルのみならず、WAN (Wide Area Network) 及びMAN (Metropolitan Area Network) 等の技術分野においても、光ファイバによる信号伝送時に、種々の分散の影響による信号劣化が問題となっている。このため、光信号の受信側において、受信した光信号に対して分散補償を行うことが必須となってきている。

従来は、分散補償方法として、DCF (Dispersion Compensation Fiber) 又はDSF (Dispersion Shift Fiber) 等の光ファイバを、光信号の伝送路中に挿入する方法が用いられてきた。また、最近では、光信号を電気信号に変換した後に、電子回路により分散補償を行うEDC (Electrical Dispersion Compensation) が行われている。

しかし、光ファイバを用いる方法は伝送コストの増大を招く。また、EDCの場合は、FPGA (Field Programmable Gate Array : プログラミング型LSI) 化等により動的分散補償が実現する可能性はあるが、消費電力の増大が避けられないという問題がある。

そこで、電気伝送線路を用いた分散補償器として、伝送線路をジグザクに配線

したミアンダ伝送線路が知られている（例えば、特許文献1：特開平5-226901号公報、特許文献2：特開平5-226902号公報）。

図1Aは、特許文献1に記載された従来の分散補償器を示す平面図であり、図1Bは図1Aに示すB-B'線による断面図である。図1A及び図1Bに示すように、従来の分散補償器101は、誘電体基板102を有する。誘電体基板102の上面上には1本の伝送線路103が設けられている。誘電体基板102の表面に垂直な方向から見て（以下、平面視で、という）、伝送線路103はミアンダ状に、即ちジグザグに形成されている。誘電体基板102の下面上の全面には、導体層104が設けられている。導体層104には接地電位が印加され、グラウンド層となっている。図示していないが、伝送線路103の一端側（図1Aの左側）には光信号-電気信号変換器が接続され、他端側（図1Aの右側）には電気信号-光信号変換器が接続される。

受信した光信号は光信号-電気信号変換器で電気信号111に変換され、この電気信号111は伝送線路103に入力される。伝送線路103により、電気信号111に周波数に依存する遅延が付加され、光信号が光ファイバ中を伝播したことによる分散が補償される。

しかしながら、上述の従来技術には、以下に示すような問題点がある。即ち、図1A及び図1Bに示す従来の分散補償器は、補償効率が低い。例えば、分散値が 0.12 (p秒/GHz/km)である通常のシングルモード光ファイバにより、伝送速度が 10 Gbpsの光信号を伝送するものとする。この場合、伝送による分散を補償しようとする、 256 kmの長さの光ファイバを補償するためには、図1Aに示す伝送線路103の長さを 21 cmとする必要がある。この長さの伝送線路を通常の光モジュール内又は光モジュールが実装されている基板上に配置することは極めて困難である。

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、補償効率が高い分散補償器及びこの分散補償器を備えた光通信装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明による分散補償器は、絶縁性の基板と、この基板上に形成され分散特性

が相互に等しく電気信号が流れたときにそれぞれの少なくとも一部が相互に電磁氣的に結合する一対の伝送線路とを有することを特徴とする。

本発明による分散補償器は、一対の伝送線路が相互に電磁氣的に結合するため、これらの伝送線路を流れる電気信号を効果的に遅延させることができる。特に、一対の伝送線路に差動信号を流したときに、この効果が大きい。

本発明による分散補償器においては、一対の伝送線路のそれぞれの少なくとも一部がミアンダ状に形成されていることが好ましい。これにより、分散補償器の小型化及び低損失化を実現することができる。

本発明による分散補償器においては、基板が樹脂により形成されていることが好ましい。これにより、分散補償器にフレキシブル性を付与することができ、配設の自由度が増大する。

本発明による光通信装置は、前述の分散補償器を有することを特徴とする。また、本発明による光通信装置は、入力された光信号を電気信号に変換して分散補償器に対して出力する光モジュールと、分散補償器から出力された電気信号に対して信号処理を施す集積回路とを有していても良い。

図面の簡単な説明

図1Aは、従来の分散補償器の一例を示す平面図である。

図1Bは、図1Aに示すB-B'線による断面図である。

図2Aは、本発明の第1の実施形態による分散補償器を、一対の伝送線路について示す斜視図である。

図2Bは、本発明の第1の実施形態による分散補償器の断面図である。

図3は、第1の実施形態による分散補償器と従来の分散補償器との特性の違いを示すグラフ図である。

図4Aは、本発明の第2の実施形態による分散補償器を示す平面図である。

図4Bは、図4Aに示すA-A'線による断面図である。

図5は、本発明の第3の実施形態による分散補償器を示す断面図である。

図6は、本発明の第4の実施形態による光通信装置を示す側面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態について図面を参照して具体的に説明する。先ず、本発明の第1の実施形態について説明する。図2Aは第1の実施形態による分散補償器を示す斜視図であり、図2Bは図2Aに示す分散補償器の断面図である。図2Aにおいては、図を簡単にするために伝送線路のみを示しており、他の構成要素を省略している。

図2A及び図2Bに示すように、第1の実施形態による分散補償器1は、例えば樹脂からなる基板2を有する。基板2の上面上の全面には導電材料からなる導体層3aが設けられている。導体層3a上の全面には、例えば樹脂からなる誘電体層4aが設けられている。誘電体層4a上には配線層5aが設けられている。配線層5aは、導電材料からなる1本の伝送線路6aと、伝送線路6aの周囲を埋め込む絶縁材料部7aとから構成されている。更に、配線層5a上の全面には、例えば樹脂からなる誘電体層4bが設けられている。誘電体層4b上の全面には配線層5bが設けられている。配線層5bは、導電材料からなる1本の伝送線路6bと、伝送線路6bの周囲を埋め込む絶縁材料部7bとから構成されている。絶縁材料部7a、7bは例えば樹脂である。配線層5b上の全面には、例えば樹脂からなる誘電体層4cが設けられている。誘電体層4c上の全面には導体層3bが設けられている。導体層3a、誘電体層4a、配線層5a、誘電体層4b、配線層5b、誘電体層4c及び導体層3bにより、多層配線層が形成されている。

配線層5aを構成する伝送線路6aと、配線層5bを構成する伝送線路6bとは、基板2の上面に垂直な方向から見て、即ち、平面視で、相互に重なるように配置されている。また、伝送線路6a及び6bは、それらの全体がミアンダ状に形成されている。即ち、伝送線路6a及び6bは、それぞれ、第1の方向11に延びる部分、第1の方向に直交する第2の方向12に延びる部分、第1の方向11に延びる部分、第2の方向12の反対方向である第3の方向13に延びる部分が、この順に繰り返し配列されて、ジグザグに形成されている。

伝送線路6a及び6bは、それらの形状が相互に等しく、それらの分散特性が相互に等しくされている。また、配線層5a及び5bの厚さは相互に等しく、絶縁材料部7bは絶縁材料部7aと同じ材料により形成されている。更に、誘電体

層 4 a 及び 4 c はその厚さ及び材料が相互に等しく、誘電率が相互に等しい。更にまた、導体層 3 a 及び 3 b はその厚さ及び材料が相互に等しい。このようにして、分散補償器 1 には、マイクロストリップ差動ミアンダ結合伝送線路が設けられている。

次に、上述の如く構成された第 1 の実施形態による分散補償器 1 の動作について説明する。まず、導体層 3 a 及び 3 b に接地電位（基準電位）を印加する。これにより、導体層 3 a 及び 3 b がグランド層となる。この状態で、伝送線路 6 a 及び 6 b に差動信号、即ち、極性が相互に逆となる電気信号 1 4 及び 1 5 を入力する。そうすると、伝送線路 6 a は導体層 3 a に電磁氣的に結合し、伝送線路 6 b は導体層 3 b に電磁氣的に結合する。また、伝送線路 6 a と伝送線路 6 b とは、それらの全長が相互に電磁氣的に結合する。このとき、伝送線路 6 a 及び 6 b には差動信号が流れているため、伝送線路 6 a に流れる電流に起因する電磁場と伝送線路 6 b に流れる電流に起因する電磁場とが相互に強め合い、伝送線路 6 a 及び 6 b に流れる電気信号を遅延させるように作用する。この結果、伝送線路 6 a 及び 6 b に流れる電気信号を大きく遅延させることができる。これにより、大きな分散補償特性を得ることができる。伝送線路 6 a 及び 6 b はそれらの全長にわたって電磁界的に結合関係にあり、伝送線路 6 a 及び 6 b のインピーダンスは特定の周波数範囲において 100Ω に保たれている。このように、分散補償器 1 は、差動伝送線路としてのインピーダンス整合を行いながら、分散補償器としても動作する。

次に、第 1 の実施形態による分散補償器 1 の効果について説明する。2 つの伝送線路の結合係数を、それぞれ γ 及び γ' とする。また、伝送線路の共振周波数、即ち、伝送線路の蛇行長さ L が $1/4$ 波長となる周波数を f_0 とする。更に、伝送線路における折り返し 1 回当たりの位相のシフト量、即ち、長さが $(2L + 2G)$ であるミアンダ型配線の基本単位当たりの位相シフト量を θ とする。この場合、図 1 A 及び図 1 B に示す従来の分散補償器 1 0 1 の位相シフト量 θ は下記数式 (1) により与えられる。なお、数式 (1) における α 及び β は、それぞれ下記数式 (2) 及び (3) により与えられる。また、結合係数 γ 及び γ' は、伝送線路の形状、即ち、図 1 A 及び図 1 B に示す線路幅 W 、線路厚さ t 、線路間ギャッ

プG、蛇行長さLによって決定される係数である。

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{1+2\gamma'}{6\gamma'} \cos \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) + 2\sqrt{\frac{\alpha}{3}} \cos \left\{ \frac{1}{3} \cos^{-1} \left(\frac{-\beta}{2} \times \left(\frac{3}{\alpha} \right)^{\frac{3}{2}} \right) + \frac{4\pi}{3} \right\} \right] \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{\gamma + \gamma' - 1}{2\gamma'} + \frac{1}{3} \left(1 + \frac{1}{2\gamma'} \right)^2 \cos^2 \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) \quad (2)$$

$$\beta = \left\{ \frac{\gamma + \gamma'}{2\gamma'} - \frac{(1+2\gamma') \times (\gamma + \gamma' - 1)}{12\gamma'^2} \right\} \cos \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) - \frac{2}{27} \left(1 + \frac{1}{2\gamma'} \right)^3 \cos^3 \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) \quad (3)$$

群遅延特性 τ ($= d\theta / d\omega$) は、数式 (1) を角速度 ω で微分して、下記数式 (4) のように求められる。

$$\tau = -\frac{1}{4f_0} \times \frac{\sin \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) \left(\frac{\gamma + \gamma'}{2\gamma'} - \frac{1+2\gamma'}{2\gamma'} \cos^2 \theta \right)}{\sin \theta \left\{ 3 \cos^2 \theta - \frac{1+2\gamma'}{\gamma'} \cos \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) \cos \theta - \frac{\gamma + \gamma' - 1}{2\gamma'} \right\}} \quad (4)$$

これに対して、図 2 A 及び図 2 B に示す第 1 の実施形態による分散補償器 1 の群遅延特性 τ は、伝送線路 6 a と伝送線路 6 b との間の結合係数が各伝送線路における折り返し部分での結合係数と同じである場合、下記数式 (5) のように求められる。

$$\tau = -\frac{1}{4f_0} \times \frac{\sin \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) \left(\frac{2\gamma + 2\gamma'}{4\gamma'} - \frac{1+4\gamma'}{4\gamma'} \cos^2 \theta \right)}{\sin \theta \left\{ 3 \cos^2 \theta - \frac{1+4\gamma'}{2\gamma'} \cos \left(\frac{f \times \pi}{f_0 \times 2} \right) \cos \theta - \frac{2\gamma + 2\gamma' - 1}{4\gamma'} \right\}} \quad (5)$$

上記数式(4)及び数式(5)からわかるように、ミアンダ型の分散補償器においては、線路幅 W 、線路厚さ t 、線路間ギャップ G 、蛇行長さ L を調整することにより、任意の群遅延周波数特性を得ることができる。

図3は、図2A及び図2Bに示す第1の実施形態による分散補償器1と、図1A及び図1Bに示す従来の分散補償器との特性の違いを示すグラフ図である。図3において、横軸は伝送線路に流れる電気信号の周波数であり、縦軸はその周波数における遅延量である。図3から理解できるように、第1の実施形態による差動型の分散補償器1は、従来の単線型の分散補償器と比較して、最大で約2倍の遅延量を得ることができる。即ち、第1の実施形態による分散補償器1は、従来の分散補償器と比較して、伝送線路の長さを等しくした場合には最大で約2倍の分散補償量を得ることができ、同じ分散補償量を得る場合には伝送線路の長さを約半分にすることができる。

また、第1の実施形態による分散補償器1は、従来の単線型のミアンダ伝送線路型分散補償器と比較して、補償範囲を拡大することができる。更に、第1の実施形態による分散補償器1においては、伝送線路6a及び6bがミアンダ状に形成されているため、小型化及び低損失化を図ることができる。更にまた、基板2、誘電体層4a乃至4c並びに絶縁材料部7a及び7bが樹脂により形成されているため、分散補償器1にフレキシブル性を付与することができる。このため、例えば分散補償器1を湾曲させて狭いスペースに配設することができ、配設の自由度が高い。

第1の実施形態によれば、高価なDCFやDSFを設けることなく、また、消費電力が大きいEDCを適用することなく、簡易で低コストな構成で効果的な分散補償器を実現することができる。

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図4Aは第2の実施形態による分散補償器を示す平面図であり、図4Bは図4Aに示すA-A'線による断面図である。図4A及び図4Bに示すように、第2の実施形態による分散補償器21は、例えば樹脂からなる基板2を有する。基板2の上面上には2本の伝送線路26a及び26bが設けられている。伝送線路26a及び26bは、基板2上に設けられた1層の配線層を構成している。基板2の下面上の全面には、導体層

23が設けられている。

伝送線路26a及び26bの形状は相互に同一であり、それらの全体がミアンダ状に形成されている。伝送線路26a及び26bは、基板2の上面に垂直な仮想平面24に関して面対称となる位置に配置されており、それらの分散特性が相互に等しくなっている。これにより、伝送線路26aと伝送線路26bには、これらが最も接近しあう近接部分27が存在することとなる。伝送線路26aと導体層23との間の距離は、伝送線路26bと導体層23との間の距離と等しくなっている。

次に、上述の如く構成された第2の実施形態による分散補償器21の動作について説明する。まず、導体層23に接地電位（基準電位）を印加する。これにより、導体層23がグランド層となる。この状態で、伝送線路26a及び26bにそれぞれ差動信号14及び15を入力する。そうすると、伝送線路26a及び26bがそれぞれ導体層23と電磁氣的に結合すると共に、伝送線路26aと伝送線路26bとが、近接部分27において電磁氣的に相互に結合する。このとき、伝送線路26a及び26bには差動信号が流れているため、伝送線路26aに流れる電流に起因する電磁場と伝送線路26bに流れる電流に起因する電磁場とが近接部分27において相互に強め合い、伝送線路26a及び26bに流れる電気信号を遅延させるように作用する。この結果、伝送線路26a及び26bに流れる電気信号を大きく遅延させることができる。なお、伝送線路26a及び26bは近接部分27において電磁界的に結合関係にあるため、伝送線路26a及び26bの特定の周波数範囲におけるインピーダンスは、電磁界的に結合している近接部分27では例えば約100Ωに保たれており、結合していない部分、即ち、近接部分27以外の部分では単線で例えば約50Ωに保たれている。このように、第2の実施形態による分散補償器21は、差動伝送線路としてのインピーダンス整合を行いながら、分散補償器としても動作する。

第2の実施形態による分散補償器21は、第1の実施形態による分散補償器1と比較して、伝送線路26aと伝送線路26bとの間の距離を調整することにより、任意の分散補償特性を得ることができる。また、伝送線路26a及び26bを同一面上に形成しているため、分散補償器の厚さを薄くすることができる。更

に、伝送線路 2 6 a 及び 2 6 b を同時に形成することができるため、製造工程を簡略化することができる。第 2 の実施形態における上記以外の効果は、第 1 の実施形態による効果と同様である。

次に、本発明の第 3 の実施形態による分散補償器について説明する。図 5 は第 3 の実施形態による分散補償器を示す断面図である。図 5 に示す分散補償器 3 1 の平面図は、図 4 A と同じ図になる。図 5 に示すように、第 3 の実施形態による分散補償器 3 1 は、例えば樹脂からなる基板 2 を有する。基板 2 の上面上の全面には導電材料からなる導体層 3 a が設けられている。導体層 3 a 上の全面には、例えば樹脂からなる誘電体層 4 a が設けられている。誘電体層 4 a 上には配線層 3 5 が設けられている。配線層 3 5 は、導電材料からなる 2 本の伝送線路 2 6 a 及び 2 6 b と、これらの伝送線路 2 6 a 及び 2 6 b の周囲を埋め込む絶縁材料部 3 7 とから構成されている。絶縁材料部 3 7 は例えば樹脂である。更に、配線層 3 5 上の全面には、例えば樹脂からなる誘電体層 4 c が設けられている。誘電体層 4 c 上の全面には導体層 3 b が設けられている。導体層 3 a、誘電体層 4 a、配線層 3 5、誘電体層 4 c 及び導体層 3 b により、多層配線層が形成されている。

伝送線路 2 6 a 及び 2 6 b は、第 2 の実施形態における伝送線路 2 6 a 及び 2 6 b と同じものである。また、誘電体層 4 a 及び 4 c はその厚さ及び材料が相互に等しく、誘電率が相互に等しい。更にまた、導体層 3 a 及び 3 b はその厚さ及び材料が相互に等しい。

次に、上述の如く構成された第 3 の実施形態による分散補償器 3 1 の動作について説明する。先ず、導体層 3 a 及び 3 b に接地電位（基準電位）を印加する。これにより、導体層 3 a 及び 3 b がグランド層となる。この状態で、伝送線路 2 6 a 及び 2 6 b にそれぞれ差動信号を入力する。そうすると、伝送線路 2 6 a が導体層 3 a 及び 3 b と電磁氣的に結合し、伝送線路 2 6 b が導体層 3 a 及び 3 b と電磁氣的に結合すると共に、伝送線路 2 6 a と伝送線路 2 6 b とが、その近接部分 2 7（図 4 A 参照）において相互に電磁氣的に結合する。第 3 の実施形態における上記以外の動作及び効果は、第 2 の実施形態の動作及び効果と同様である。

なお、上述の第 1 乃至第 3 の実施形態においては、伝送線路の全体をミアンダ状に形成する例を示したが、本発明はこれに限定されず、伝送線路の一部をミア

ンダ状に形成してもよい。

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。第4の実施形態によれば光通信装置が提供される。図6は、第4の実施形態による光通信装置を示す側面図である。図6に示す光通信装置51は、光ファイバを使用した光通信システムにおける受信器である。光通信装置51は配線基板52を有する。配線基板52の端子パッド（図示せず）上には、半田バンプ53a及び53bが設けられている。これらの半田バンプ53a及び53bを介して、分散補償器1が配線基板52に実装されている。分散補償器1は、前述の第1の実施形態による分散補償器である。分散補償器1は湾曲されており、配線基板52上にコンパクトに配設されている。

分散補償器1上には、半田バンプ54a及び54bを介して、光モジュール55が搭載されている。光モジュール55には光ファイバ56が結合されている。また、光モジュール55内には、受信アンプ用のLSI（Large Scale Integrated circuit）（図示せず）が設けられている。光モジュール55は、光ファイバ56から入力された光信号を電気信号に変換し増幅して、分散補償器1に対して出力する。

更に、配線基板52の端子パッド（図示せず）上には、半田バンプ53c乃至53fが設けられており、この半田バンプ53c、53d、53e、53fを介して、LSI57が配線基板52に実装されている。また、半田バンプ53bは、配線基板52内の配線（図示せず）を介して、半田バンプ53c乃至53fの少なくとも一部に接続されている。LSI57は、分散補償器1から出力され、半田バンプ53b及び配線基板52を介して入力された電気信号に対して、信号処理を施す。分散補償器1は、光モジュール55とLSI57との間で、インピーダンスマッチングが行われている。

次に、上述の如く構成された第4の実施形態による光通信装置の動作について説明する。光信号が、光ファイバ56を伝播して光モジュール55に入力される。このとき、光信号の波形は、光ファイバ56に起因する分散により劣化している。光モジュール55は、入力された光信号を電気信号に変換し増幅して、分散補償器1に対して出力する。分散補償器1は、前述の第1の実施形態において説明し

た動作により、入力された電気信号に対して分散補償を行い、補償された電気信号をLSI57に対して出力する。LSI57はこの電気信号を信号処理する。

第4の実施形態においては、分散補償器1が小型化されており、更に湾曲させることができるため、光モジュール55が搭載される配線基板52上に、分散補償器1も搭載することができる。第4の実施形態における上記以外の効果は、前述の第1の実施形態と同様である。

なお、第4の実施形態においては、分散補償器として前述の第1の実施形態による分散補償器1を使用する例を示したが、本発明はこれに限定されず、前述の第2の実施形態による分散補償器21又は第3の実施形態による分散補償器31を使用してもよい。

また、要求される分散補償量が小さい場合には、本発明の分散補償器をLSIの内部に設けることも可能である。例えば、前述の第4の実施形態においては、光モジュール55の受信アンプ用LSIの内部又はLSI57の内部に分散補償器を設けることもできる。この場合、分散補償器の基板としてLSIの層間絶縁膜を使用し、伝送線路としてLSIの配線を使用することもできる。更に、本発明の分散補償器は、通常の回路基板又はフレキシブルな樹脂基板上にも容易に形成可能である。

本発明による分散補償器は、分散特性が相互に等しく電気信号が流れたときに相互に電磁氣的に結合する一対の伝送線路を備えることにより、電気信号を効果的に遅延させることができ、高い補償効率を実現することができる。

本発明は、光ファイバを使用した光通信システムの受信側の光通信装置及びその分散補償器に好適に利用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 絶縁性の基板と、この基板の上に形成され分散特性が相互に等しく電気信号が流れたときにそれぞれの少なくとも一部が相互に電磁氣的に結合する一対の伝送線路と、を有することを特徴とする分散補償器。
2. 前記一対の伝送線路は、それぞれ少なくとも一部がミアンダ状に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の分散補償器。
3. 前記一対の伝送線路の形状が相互に等しいことを特徴とする請求項2に記載の分散補償器。
4. 前記一対の伝送線路は、差動信号が流れるものであることを特徴とする請求項3に記載の分散補償器。
5. 更に、前記基板の上に設けられた多層配線層を有し、前記一対の伝送線路は、前記多層配線層における相互に異なる配線層を構成しており、前記一対の伝送線路は、前記基板の表面に垂直な方向に関して相互に重なるように配置されていることを特徴とする請求項4に記載の分散補償器。
6. 前記基板の上に設けられた配線層を有し、前記一対の伝送線路はこの配線層を構成しており、前記一対の伝送線路は前記基板の表面に垂直な面に関して対称な位置に配置されていることを特徴とする請求項4に記載の分散補償器。
7. 前記多層配線層は、誘電体層を介して前記一対の伝送線路を挟むように形成された一対の導体層を有することを特徴とする請求項5に記載の分散補償器。
8. 更に、誘電体層を介して前記一対の伝送線路を挟むように形成された一対の導体層を有することを特徴とする請求項6に記載の分散補償器。
9. 更に、前記一対の伝送線路からのそれぞれの距離が相互に等しくなる位置に配置された導体層を有することを特徴とする請求項6に記載の分散補償器。
10. 前記一対の導体層には基準電位が印加されることを特徴とする請求項7に記載の分散補償器。
11. 前記一対の導体層には基準電位が印加されることを特徴とする請求項8に記載の分散補償器。

1 2. 前記導体層には基準電位が印加されることを特徴とする請求項 9 に記載の分散補償器。

1 3. 請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の分散補償器を有することを特徴とする光通信装置。

1 4. 請求項 1 3 に記載の光通信装置において、更に、入力された光信号を電気信号に変換して前記分散補償器に対して出力する光モジュールと、前記分散補償器から出力された電気信号に対して信号処理を施す集積回路と、を有することを特徴とする光通信装置。

1 5. 請求項 1 4 に記載の光通信装置において、更に、配線基板を有し、前記分散補償器はフレキシブル性を有し、前記分散補償器は湾曲されて前記配線基板に実装されていることを特徴とする光通信装置。

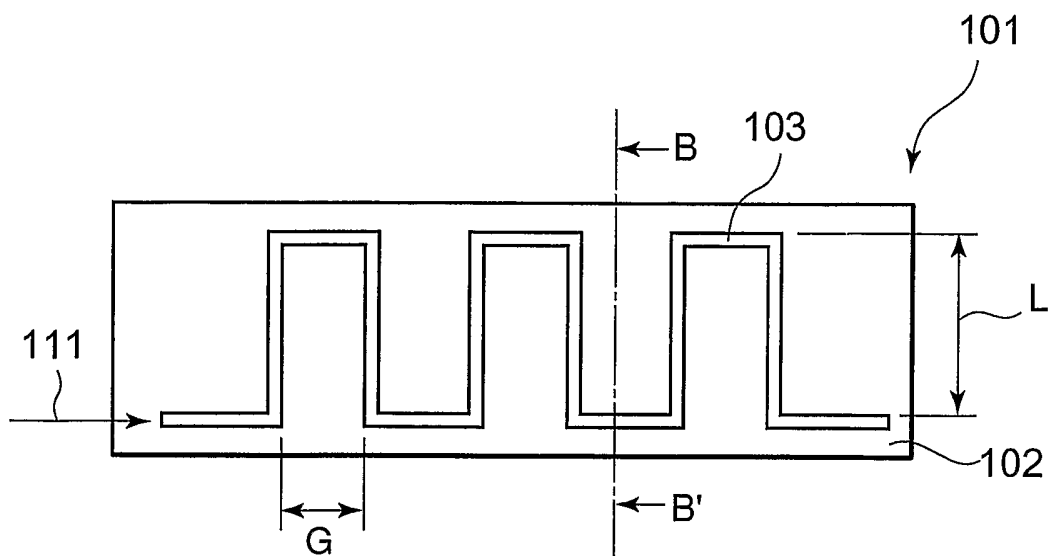


図 1A

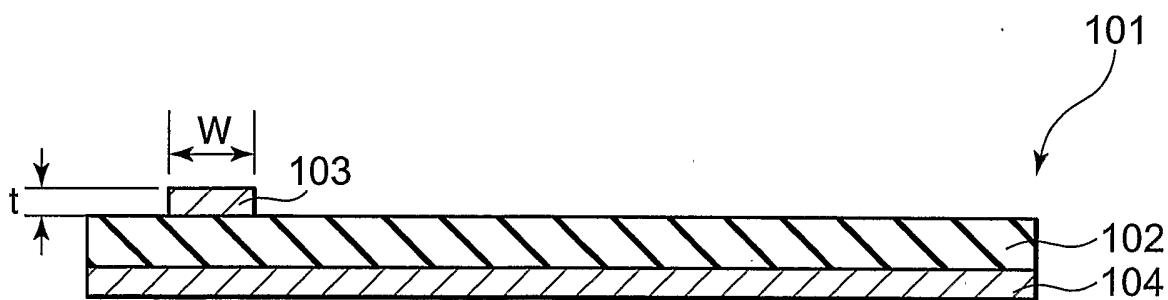


図 1B

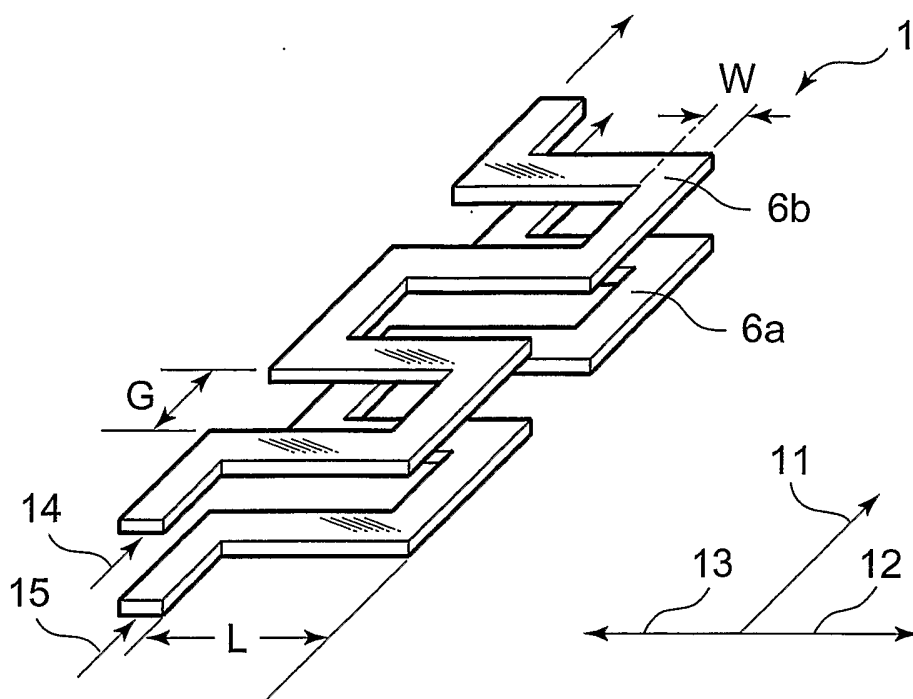


図 2A

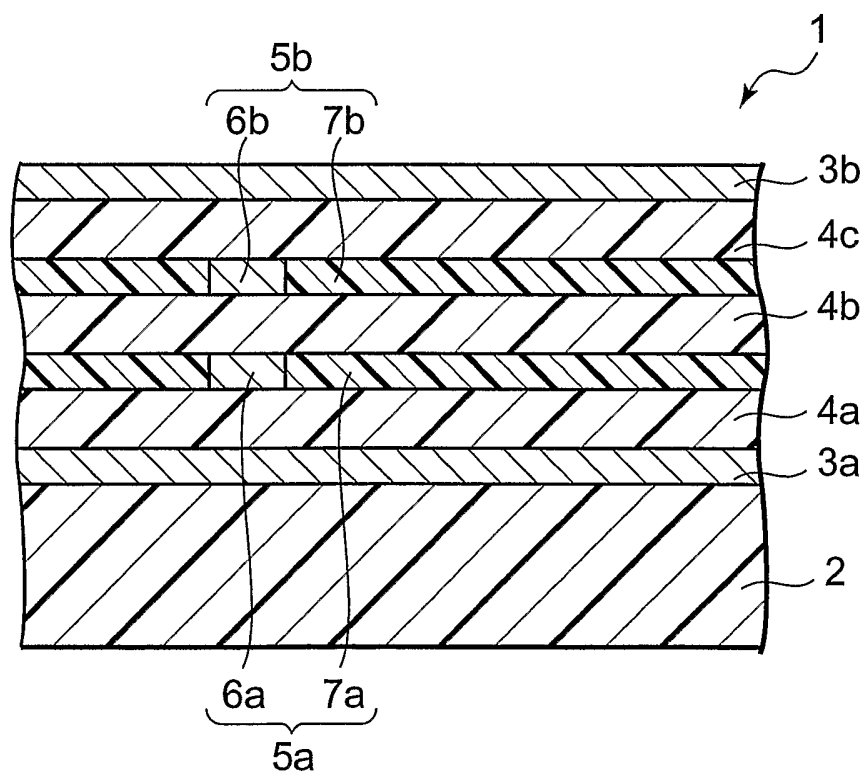


図 2B

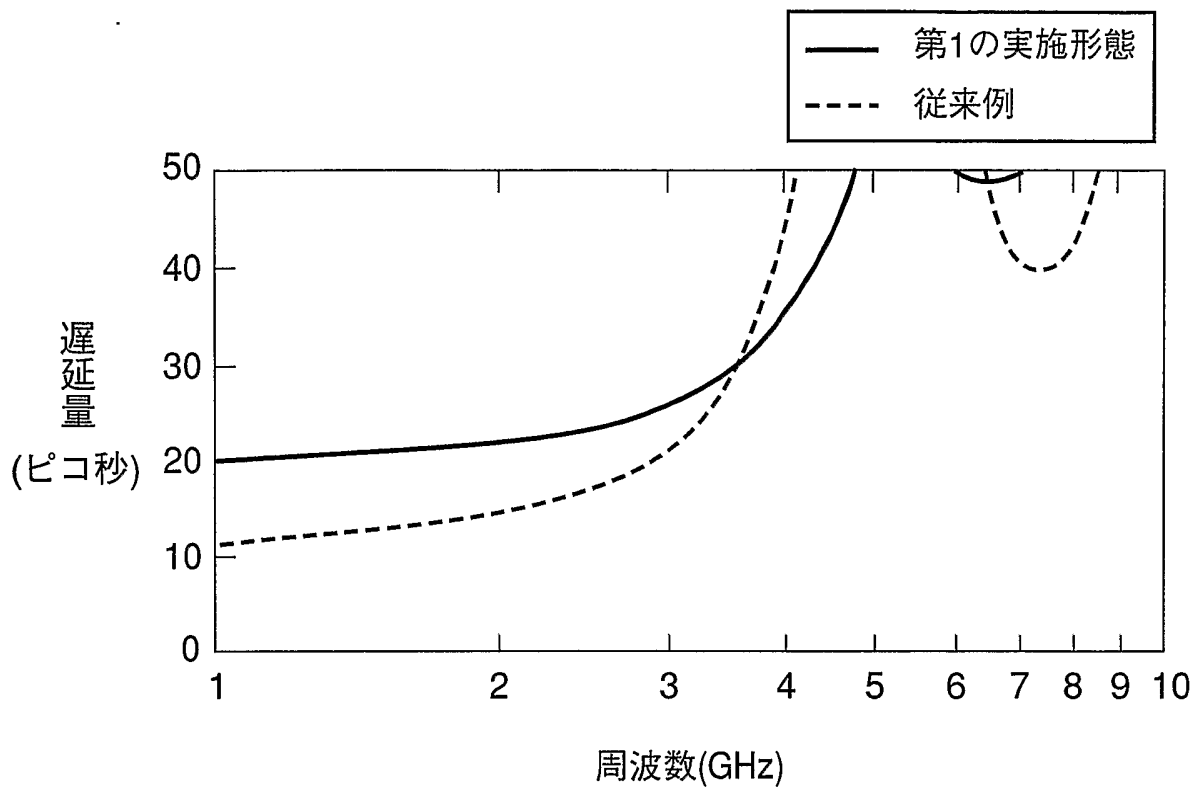


図 3

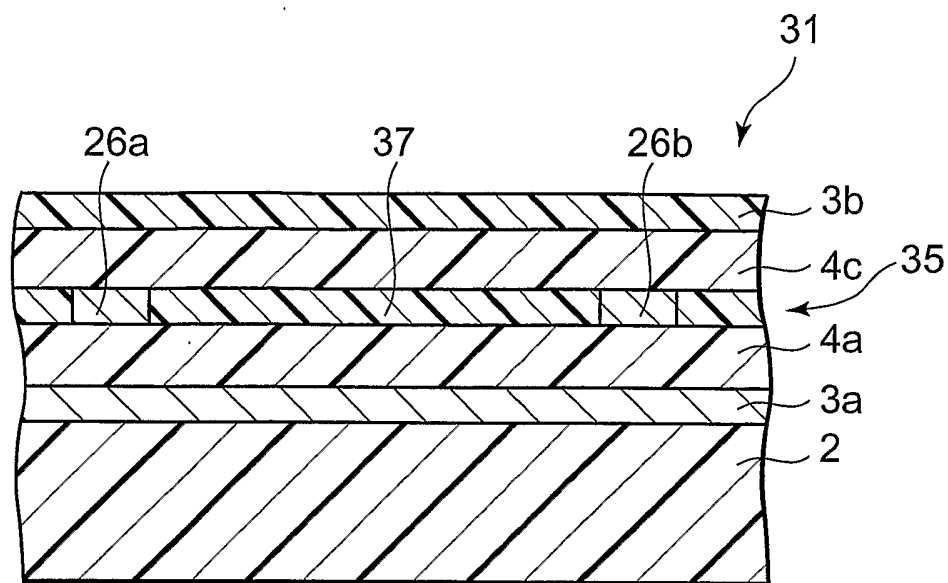


図 5

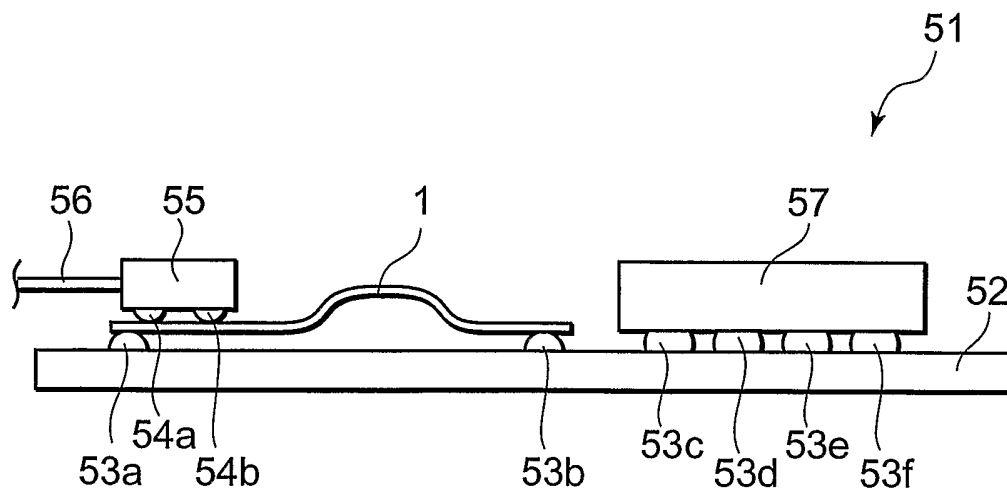


図 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/303206

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01P9/00(2006.01), H01P1/00(2006.01), H04B10/02(2006.01), H04B10/18 (2006.01)</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01P9/00(2006.01), H01P1/00(2006.01), H04B10/02(2006.01), H04B10/18 (2006.01)</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 5-226901 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 03 September, 1993 (03.09.93), Full text; all drawings (Family: none)</td> <td align="center">1-15</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 62-272411 A (Kenwood Corp.), 26 November, 1987 (26.11.87), Full text; all drawings (Family: none)</td> <td align="center">1-4, 6, 8, 9, 11-15</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 10-224128 A (Thin Film Technology Corp.), 21 August, 1998 (21.08.98), Full text; all drawings & US 5815050 A</td> <td align="center">5, 7, 10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 5-226901 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 03 September, 1993 (03.09.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-15	Y	JP 62-272411 A (Kenwood Corp.), 26 November, 1987 (26.11.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 6, 8, 9, 11-15	Y	JP 10-224128 A (Thin Film Technology Corp.), 21 August, 1998 (21.08.98), Full text; all drawings & US 5815050 A	5, 7, 10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	JP 5-226901 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 03 September, 1993 (03.09.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-15												
Y	JP 62-272411 A (Kenwood Corp.), 26 November, 1987 (26.11.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 6, 8, 9, 11-15												
Y	JP 10-224128 A (Thin Film Technology Corp.), 21 August, 1998 (21.08.98), Full text; all drawings & US 5815050 A	5, 7, 10												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>										
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 28 March, 2006 (28.03.06)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 11 April, 2006 (11.04.06)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/303206

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 56-23002 A (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp., Hirose Electric Co., Ltd.), 04 March, 1981 (04.03.81), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 46-33285 B (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 29 September, 1971 (29.09.71), Full text; all drawings (Family: none)	1-15

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01P9/00(2006.01), H01P1/00(2006.01), H04B10/02(2006.01), H04B10/18(2006.01)</p>														
<p>B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01P9/00(2006.01), H01P1/00(2006.01), H04B10/02(2006.01), H04B10/18(2006.01)</p>														
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2006年													
日本国実用新案登録公報	1996-2006年													
日本国登録実用新案公報	1994-2006年													
<p>国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)</p>														
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 5-226901 A (日本電信電話株式会社) 1993.09.03, 全文, 全図 (ファミリーなし)</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 62-272411 A (株式会社ケンウッド) 1987.11.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)</td> <td>1-4, 6, 8, 9, 11 -15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 10-224128 A (シン・フィルム・テクノロジー・ コーポレーション) 1998.08.21, 全文, 全図 & US 5815050 A</td> <td>5, 7, 10</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	Y	JP 5-226901 A (日本電信電話株式会社) 1993.09.03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15	Y	JP 62-272411 A (株式会社ケンウッド) 1987.11.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 6, 8, 9, 11 -15	Y	JP 10-224128 A (シン・フィルム・テクノロジー・ コーポレーション) 1998.08.21, 全文, 全図 & US 5815050 A	5, 7, 10
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号												
Y	JP 5-226901 A (日本電信電話株式会社) 1993.09.03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15												
Y	JP 62-272411 A (株式会社ケンウッド) 1987.11.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 6, 8, 9, 11 -15												
Y	JP 10-224128 A (シン・フィルム・テクノロジー・ コーポレーション) 1998.08.21, 全文, 全図 & US 5815050 A	5, 7, 10												
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <table border="0"> <tr> <td>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</td> <td>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>			「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献	「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献													
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願														
<p>国際調査を完了した日 28.03.2006</p>	<p>国際調査報告の発送日 11.04.2006</p>													
<p>国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員) 麻生 哲朗 電話番号 03-3581-1101 内線 3568</p>	<p>5 T 2953</p>												

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 5 6 - 2 3 0 0 2 A (日本電信電話公社、ヒロセ電機株式会社) 1 9 8 1 . 0 3 . 0 4 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	J P 4 6 - 3 3 2 8 5 B (日本電信電話公社) 1 9 7 1 . 0 9 . 2 9 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15