

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 6 日(06.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/165564 A1

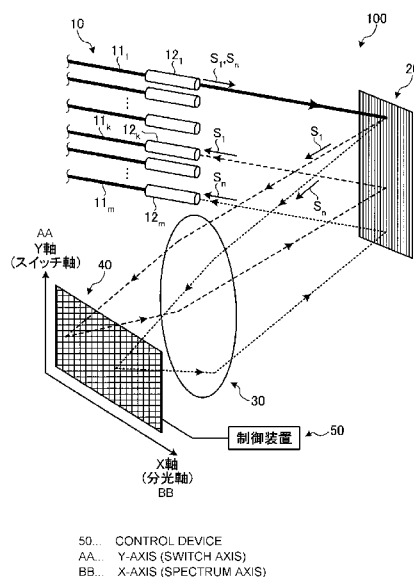
- (51) 国際特許分類:
G02F 1/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/064126
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 31 日(31.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-121277 2011 年 5 月 31 日(31.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河原 亮 (KAWAHARA, Ryo) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 堀川 浩二 (HORIKAWA, Koji) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 加木 信行 (KAGI, Nobuyuki) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL SIGNAL SELECTION DEVICE CONTROL METHOD AND OPTICAL SIGNAL SELECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 光信号選択装置の制御方法および光信号選択装置

[図1]



50... CONTROL DEVICE
AA... Y-AXIS (SWITCH AXIS)
BB... X-AXIS (SPECTRUM AXIS)

(57) Abstract: Provided is a control method of an optical signal selection device which comprises: an I/O optical fiber array in which a plurality of optical fibers are arrayed in a prescribed switch direction; a wavelength spectrometer apparatus which spectrally separates an optical signal which is inputted thereto from the I/O optical fiber array in an approximately perpendicular direction to the switch direction; and a phase modulation element array further comprising phase modulation elements which are arrayed in a two-dimensional shape in the switch direction and the spectrum direction, and wherein the spectrally separated optical signal is inputted. Within the region wherein the optical signal is inputted within the phase modulation element array, a phase modulation is applied having a linearity with a different inclination for each column of the phase modulation elements which are arrayed in the switch direction. An optical signal selection device control method and an optical signal selection device are thus provided which implement an optical signal selection device which is more multi-functional than before.

(57) 要約: 複数の光ファイバが所定のスイッチ方向に沿って配列した入出力光ファイバアレイと、前記入出力光ファイバアレイから入力された光信号を前記スイッチ方向と略垂直の方向に分光する波長分光器と、前記スイッチ方向と前記分光方向とに2次元状に配列された位相変調素子を備え、前記分光された光信号が入射される位相変調素子アレイと、を備える光信号選択装置の制御方法であって、前記位相変調素子アレイのうち、前記光信号が入射する領域内で、前記スイッチ方向に沿って配列した前記位相変調素子の列毎に、傾きが異なる線形の位相変調を印加する。これによって、より多機能な光信号選択装置を実現する光信号選択装置の制御方法および光信号選択装置を提供する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光信号選択装置の制御方法および光信号選択装置 技術分野

[0001] 本発明は、光信号選択装置の制御方法および光信号選択装置に関するものである。

背景技術

[0002] 波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）方式を適用した光ネットワークにおいては、より柔軟なネットワークを構成するために、光信号の経路を電気信号に変換せずに光信号のまま切り替えを行う、光信号選択装置の重要性が高まっている。上記のような光信号選択装置として、例えば反射型位相変調器を使用した装置が提案されている。反射型位相変調器としては、位相変調素子である反射型液晶素子を２次元状に配列した位相変調素子アレイ（例えばＬＣＯＳ：Liquid Crystal on Siliconなど）があり、光学特性や拡張性などの面から有力な方式として考えられている（特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特表２００７－５１０９５７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の光信号選択装置は、光信号の経路を切り替えることが主な機能であった。しかしながら、たとえばより高機能な光ネットワークに適用するために、光信号選択装置にも、経路の切り替え以外の機能、たとえば光強度の制御などの機能を持たせることがより好ましい。さらには、光強度の制御についても、光信号の波長に応じた制御を行うことができればより好ましい。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、より多機能な光信号選択装置を実現する光信号選択装置の制御方法および光信号選択装置を提供する

ことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る光信号選択装置の制御方法は、複数の光ファイバが所定のスイッチ方向に沿って配列した入出力光ファイバアレイと、前記入出力光ファイバアレイから入力された光信号を前記スイッチ方向と略垂直の方向に分光する波長分光器と、前記スイッチ方向と前記分光方向とに2次元状に配列された位相変調素子を備え、前記分光された光信号が入射される位相変調素子アレイと、を備える光信号選択装置の制御方法であって、前記位相変調素子アレイのうち、前記光信号が入射する領域内で、前記スイッチ方向に沿って配列した前記位相変調素子の列毎に、傾きが異なる線形の位相変調を印加することを特徴とする。

[0007] また、本発明に係る光信号選択装置は、複数の光ファイバが所定のスイッチ方向に沿って配列した入出力光ファイバアレイと、前記入出力光ファイバアレイから入力された光信号を前記スイッチ方向と略垂直の方向に分光する波長分光器と、前記スイッチ方向と前記分光方向とに2次元状に配列された位相変調素子を備え、前記分光された光信号が入射される位相変調素子アレイと、前記位相変調素子アレイのうち、前記光信号が入射する領域内で、前記スイッチ方向に沿って配列した前記位相変調素子の列毎に、傾きが異なる線形の位相変調を印加する制御装置と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、より多機能な光信号選択装置を実現できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施の形態1に係る制御方法を適用する光信号選択装置の模式的な構成図である。

[図2]図2は、位相変調素子アレイに光信号が入射されている状態を示す図である。

[図3]図3は、光信号の経路の切り替えを行う従来の制御方法による位相変調

素子アレイの位相の設定を説明する図である。

[図4]図4は、図3を位相軸方向から見た図である。

[図5]図5は、図3をX軸方向から見た図である。

[図6]図6は、実施の形態1に係る制御方法による位相変調素子アレイの位相の設定を説明する図である。

[図7]図7は、図6に示す位相の設定によって実現される光信号選択装置の光学特性を示す図である。

[図8]図8は、実施の形態1に係る制御方法のフロー図である。

[図9]図9は、位相の分布形状の一例を示す図である。

[図10]図10は、実施の形態2に係る制御方法による位相変調素子アレイの位相の設定を説明する図である。

[図11]図11は、図10の座標Y1における位相の分布形状を示す図である。

[図12]図12は、図10に示す位相の設定によって実現される光信号選択装置の光学特性を示す図である。

[図13]図13は、実施の形態2に係る制御方法のフロー図である。

[図14]図14は、実施の形態3に係る制御方法を適用する光信号選択装置の模式的な構成図である。

[図15]図15は、位相変調素子アレイに光信号が入射されている状態を示す図である。

[図16]図16は、実施の形態3に係る制御方法による位相変調素子アレイの位相の設定を説明する図である。

[図17]図17は、図16の座標Y1、Y2における位相の分布形状を示す図である。

[図18]図18は、実施の形態3に係る制御方法のフロー図である。

[図19]図19は、実施の形態4に係る制御方法による位相の設定によって実現される光信号選択装置の光学特性を示す図である。

[図20]図20は、実施の形態4に係る制御方法のフロー図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、図面を参照して本発明に係る光信号選択装置の制御方法および光信号選択装置の実施の形態を詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、各図面において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付している。さらに、図面は模式的なものであり、各層の厚みと幅との関係、各層の比率などは、現実のものとは異なる場合があることに留意する必要がある。図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。

[0011] (実施の形態1)

図1は、実施の形態1に係る制御方法を適用する光信号選択装置の模式的な構成図である。この光信号選択装置100は、入出力光ファイバアレイ10と、波長分光器20と、集光レンズ30と、位相変調素子アレイ40と、制御装置50とを備えている。ここで、説明のために、位相変調素子アレイ40の素子面に平行にXY座標軸を規定する。なお、X軸は適宜分光軸またはX軸（分光軸）と記載し、Y軸はスイッチ軸または適宜Y軸（スイッチ軸）と記載する。

[0012] 入出力光ファイバアレイ10は、Y軸方向に沿って複数本の光ファイバ11₁～11_mがアレイ状に配列して構成されている。ただし、mは3以上の整数である。光ファイバ11₁～11_mのそれぞれの先端にはコリメータレンズ付のフェルール12₁～12_mが取り付けられている。

[0013] 波長分光器20は、たとえば回折格子を用いて構成されている。波長分光器20は、入出力光ファイバアレイ10から入力された光信号をX軸方向に沿って分光するように配置されている。

[0014] 集光レンズ30は、波長分光器20が分光した光を位相変調素子アレイ40に集光するように配置されている。

[0015] 位相変調素子アレイ40は、電圧を印加することによって屈折率を変化させることができる単位位相変調素子（ピクセル）がXY平面に2次元状に配列して構成されている。位相変調素子アレイ40は、たとえば位相変調素子

として液晶素子を用いた反射型のLCOSを用いて構成することができる。

[0016] 制御装置50は、位相変調素子アレイ40に接続しており、位相変調素子アレイ40を構成する各ピクセルに所望の電圧を印加するように構成されている。

[0017] (参考：従来の制御方法による動作)

実施の形態1に係る制御方法を説明するための参考として、この光信号選択装置100を従来のように光信号の経路の切り替えに使用する場合の光信号選択装置100の動作について説明する。

はじめに、入出力光ファイバアレイ10の光ファイバ11₁が外部から光信号S₁、S_nを入力させる。ここで、nは2以上m未満の整数とする。光信号S₁、S_nは互いに異なる波長を有し、WDM光信号の異なるチャンネルに割り当てられている。光信号S₁、S_nの波長は光通信に使用される波長であり、たとえば1520nm～1620nmの範囲である。光信号S₁、S_nはフェルルール12₁のコリメータレンズによって平行光とされる。

[0018] 光信号S₁、S_nは太い実線で示す光路に沿って伝搬し、波長分光器20に入射する。波長分光器20は光信号S₁、S_nをそれぞれの波長に応じた異なる回折角で回折して、2つの光信号を分光する。

[0019] 集光レンズ30は破線で示す光路に沿って伝搬する光信号S₁を位相変調素子アレイ40に集光する。位相変調素子アレイ40は集光され入射された光信号S₁を所定の角度で回折する。この回折角度は制御装置50によって制御される。

[0020] 回折された光信号S₁は集光レンズ30によって平行光とされ、波長分光器20によってフェルルール12_kを介して所望の光ファイバ11_kに入力される。これによって、光ファイバ11₁から光ファイバ11_kへの経路の切り替えが実現される。

[0021] 同様に、集光レンズ30は点線で示す光路に沿って伝搬する光信号S_nを位相変調素子アレイ40に集光する。位相変調素子アレイ40は集光され入射された光信号S_nを所定の角度で回折する。光信号S_nの回折角度は光信号S₁

の回折角度とは異なる。回折された光信号 S_n は集光レンズ 30 によって平行光とされ、波長分光器 20 によってフェルルール 12_m を介して所望の光ファイバ 11_m に入力される。これによって、光ファイバ 11₁ から光ファイバ 11_m への経路の切り替えが実現される。

[0022] つぎに、位相変調素子アレイ 40 による光信号 S_1 、 S_n の回折について具体的に説明する。図 2 は、位相変調素子アレイ 40 に光信号 S_1 、 S_n が入射されている状態を示す図である。図 2 に示すように、各光信号 S_1 、 S_n は X 軸（分光軸）に沿って位相変調素子アレイ 40 の異なる領域に入射する。また、各光信号 S_1 、 S_n は複数のピクセル上にビームが広がって入射する。

[0023] 図 3 は、光信号 S_1 、 S_n の経路の切り替えを行う従来の制御方法による位相変調素子アレイ 40 の位相の設定を説明する図である。図 3 に示すように、位相変調素子アレイ 40 のうち、光信号 S_1 、 S_n が入射する各領域 A_1 、 A_n には、Y 軸（スイッチ軸）に沿った傾きがそれぞれ異なる線形の位相変調を印加する。

[0024] 図 4 は、図 3 を位相軸方向から見た図である。図 4 では、紙面下端で X 軸に沿ったピクセル列の Y 座標をゼロとし、紙面上端のピクセル列の Y 座標を Y_{max} としている。なお、図 4 では、Y 軸（スイッチ軸）に沿って位相がステップ状に変化しているように見えるが、実際には図示した格子内の一つ一つには 2 次元上に配列した複数のピクセルが存在し、位相は連続的に線形に変化している。

[0025] 図 5 は、図 3 を X 軸方向から見た図であり、位相変調素子アレイ 40 に印加した線形の位相変調と、位相変調素子アレイ 40 の素子面に対する光信号の入射角および出射角（回折角）との関係を示している。所望の回折角 θ_{out} を得るための条件は下記の式（1）で表すことができる。

$$[0026] \quad \Delta\phi = 2\pi/d = 2\pi/\lambda \times (\sin\theta_{out} - \sin\theta_{in}) \quad \cdots \quad (1)$$

[0027] ここで、 $\Delta\phi$ は必要な位相変調の傾き、 d は位相変調の周期、 λ は光信号の波長、 θ_{in} は光信号の入射角を意味する。なお光信号の波長がスペクトル

的に広がりを持つ場合は、 λ は、たとえば光信号の波長帯域の中心波長とすればよい。図5で位相の変化が0から 2π までであり、位相の変化が鋸状になっている理由は、位相は0から 2π までの周期関数であるため、 2π 以上の位相とする場合は0から 2π の範囲で折り返すように位相を設定しても同等の位相特性となるからである。

[0028] したがって、光信号 S_1 、 S_n の経路の切り替えを行う場合には、制御装置50は、光信号 S_1 、 S_n の波長、入射角、所望の回折角に応じた位相変調の傾き $\Delta\phi$ が得られるように、位相変調素子アレイ40の各領域 A_1 、 A_n のピクセルの位相を制御する。

[0029] (実施の形態1に係る制御方法による動作)

つぎに、実施の形態1に係る制御方法として、光信号選択装置100を光信号の経路の切り替えに使用し、かつ光強度スペクトラムの制御を行う場合の光信号選択装置100の動作について説明する。

[0030] 実施の形態1に係る制御方法では、従来の制御方法とは位相変調素子アレイ40の位相の設定が異なるので、以下ではその設定方法について、光信号 S_1 を例として説明する。光信号 S_n についても光信号 S_1 と同様の方法で設定することができる。

[0031] 図6は、光信号 S_1 の経路の切り替えを行う実施の形態1に係る制御方法による位相変調素子アレイ40の位相の設定を説明する図である。図6は領域 A_1 のみを示している。図6では、紙面下端でX軸に沿ったピクセル列のY座標をゼロとし、紙面上端のピクセル列のY座標を Y_{max} とし、光信号 S_1 の強度分布における強度が最大となるピクセル列のY座標を Y_1 としている。図6に示すように、位相変調素子アレイ40のうち、光信号 S_1 が入射する領域 A_1 には、Y軸（スイッチ軸）に沿って配列したピクセルの列毎に、傾きが異なる線形の位相変調を印加する。

[0032] 従来の制御方法では、図4に示すように、領域 A_1 内での位相変調の傾きは、X軸（分光軸）が異なっても同一に設定する。これに対して、実施の形態1に係る制御方法では、領域 A_1 内でもX軸（分光軸）の位置によって位

相変調の傾きが異なるように設定する点が異なる。

[0033] 図6の場合は、領域 A_1 のX軸（分光軸）方向の両端の領域 A_{11} では図4の領域 A_1 と同じ位相変調の傾きであるが、両端から中央部に向かって位相変調の傾きが徐々に小さくなるように、位相が設定されている。その結果、光信号 S_1 のうち、領域 A_{11} に入射して回折される波長の光成分は、従来の制御方法と同様に、光ファイバ 11_k に効率よく結合される。これに対して、位相変調の傾きが領域 A_{11} よりも小さく設定された領域に入射して回折される波長の光成分は回折角度が変わるため、光ファイバ 11_k への結合効率が減少する。その結果、光信号 S_1 の光強度は波長に依存して減衰された状態で光ファイバ 11_k に入力され、外部に出力する。

[0034] 図7は、図6に示す位相の設定によって実現される光信号選択装置100の光学特性を示す図である。図7（a）は光の強度スペクトラム、図7（b）は光の位相スペクトラム、図7（c）は光の群遅延スペクトラム、図7（d）は光の波長分散スペクトラムのシミュレーション結果をそれぞれ示している。図7（a）～（d）において、縦軸は、光ファイバ 11_k に入射されるとき光信号 S_1 の特性（たとえば図7（a）の場合は光強度）の値を基準（ゼロ）とした値を示している。また、横軸は、領域 A_1 のX軸方向中心での波長をゼロとした場合の波長オフセットによって示している。図6に示す位相の設定によれば、図7（a）に示すような、波長帯域の中央で減衰量が大きくなるような特性を有する光強度スペクトラムを実現することができる。このように、チャネル内において、波長帯域の端の波長に対して中心付近の波長を減衰させる特性は、たとえば光送受信機の特性を補償するために行われる。

[0035] なお、光の位相を ϕ 、波長を λ 、光速を c とすると、群遅延（ τ ）および波長分散（ D ）は、それぞれ下記の式（2）、（3）に従って算出されるものである。

$$[0036] \quad \tau = -(\lambda^2 / 2\pi c) \times (d\phi / d\lambda) \quad \cdots \quad (2)$$

$$D = -(\lambda^2 / 2\pi c) \times (d^2\phi / d\lambda^2) \quad \cdots \quad (3)$$

- [0037] 図8は、図6に示す位相の設定を行う実施の形態1に係る制御方法のフロー図である。なお、このフローに示す制御は、制御装置50が、たとえば外部から入力されたデータ、または内部に備えられた記憶部から読み出したデータ等に基づいて、制御装置50の内部に備えられた演算部が所定の演算処理を行うことによって実現される。
- [0038] はじめに、ステップS101で、制御対象とするピクセル列のY座標をゼロに設定する($Y=0$)。つぎに、ステップS102で、制御対象に印加する位相の初期値をゼロに設定する($\phi(X, Y=0)=0$)。なお、XはピクセルのX座標である。つぎに、ステップS103で、制御対象である位相変調素子アレイ40のY=0のピクセル列内の各ピクセルに、位相の初期値 $\phi(X, 0)=0$ をX軸(分光軸)に沿って出力する。
- [0039] つぎに、ステップS104で、制御対象のピクセル列のY座標をカウントアップする($Y=Y+1$)。つぎに、ステップS105で、前回設定した位相の初期値に所定の位相傾き $\Delta\phi(X)$ を加算し、制御対象に印加する位相値($\phi(X, Y)=\phi(X, Y-1)+\Delta\phi(X)$)を演算する。ここで、加算すべき位相傾き $\Delta\phi(X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。なお、位相傾き $\Delta\phi(X)$ は外部から入力してもよいし、制御装置50内部に備えられた記憶部に格納されたテーブルデータを読み出したものでもよい。
- [0040] つぎに、ステップS106で、制御対象である位相変調素子アレイ40のピクセル列内の各ピクセルに、演算した位相値 $\phi(X, Y)$ をX軸(分光軸)に沿って出力する。
- [0041] つぎに、ステップS107で、制御対象のピクセル列のY座標が最大値(Y_{max})かどうかを判定する。最大値(Y_{max})でなければ(ステップS107、No)ステップS104に戻ってステップS104~S107を繰り返す。最大値(Y_{max})であれば(ステップS107、Yes)ステップS101に戻ってステップS101~S107を繰り返す。上記制御に

よって、図6に示す位相の設定および図7に示す光学特性が実現される。

[0042] なお、たとえば光信号選択装置100において実現すべき光学特性を変更したり、光信号 S_1 を出力すべき光ファイバを光ファイバ11_kから他の光ファイバに切り換えたりする場合は、位相傾き $\Delta\phi(X)$ の値を更新することによって、所望の位相の設定が実行される。これによって、所望の光学特性の変更または光路の切り替えが実現される。

[0043] 以上説明したように、本実施の形態1によれば、光信号選択装置100を、光信号の経路の切り替えと光強度スペクトラムの制御とを行うことができる、より多機能な光信号選択装置として使用することができる。

[0044] (実施の形態2)

実施の形態2に係る制御方法として、光信号選択装置100を光信号の経路の切り替えに使用し、かつ光強度スペクトラムの制御を行う場合の光信号選択装置100の動作について説明する。

[0045] 図9に一例を示すように、位相の分布形状がX軸（分光軸）に沿って不連続な形状であり、位相差が生じている場合には、X軸（分光軸）方向に光が回折してしまうことがある。これに対して、本実施の形態2では、X軸（分光軸）方向への光の回折を防止することが可能であり、より好適なスペクトラム形状を得ることができる。

[0046] 図10は、実施の形態2に係る制御方法による位相変調素子アレイ40の位相の設定を説明する図である。図11は、図10の座標Y1における位相の分布形状を示す図である。図10、11に示すように、本実施の形態2では、Y軸（スイッチ軸）方向に対して光信号 S_1 の強度分布における光強度が最大となる位置にあるピクセル列である、Y座標がY1のピクセル列において、位相値が略等しくなるように位相分布を設定している。図10、11では、Y1のピクセル列における位相値をゼロとしている。なお、一般的に、光信号は、分光軸およびスイッチ軸のそれぞれに対してガウス曲線の光強度分布となっているため、光信号の入射領域の中心付近にて光強度が最大となる。したがって、Y1はY_{max}の約1/2の値である。

- [0047] 図12は、図10に示す位相の設定によって実現される光信号選択装置100の光学特性を示す図である。図12(a)は光の強度スペクトラム、図12(b)は光の位相スペクトラム、図12(c)は光の群遅延スペクトラム、図12(d)は光の波長分散スペクトラムのシミュレーション結果をそれぞれ示している。
- [0048] 図10に示す位相の設定によれば、図12(a)に示すような、波長帯域の中央で減衰量が大きくなり、かつ滑らかな波長特性を有する光強度スペクトラムを実現することができる。また、図12(b)～(d)に示すように、位相、群遅延、および波長分散を波長に対して一定であり、かつ値をゼロにすることができる。これによって、光信号 S_1 に余分な波長分散を与えないので、波形のひずみを好適に防止することができる。
- [0049] なお、図10では、座標 Y_1 のピクセル列における位相値をゼロとしているので、位相、群遅延、波長分散などの値がゼロとなっているが、位相値はゼロに限られない。座標 Y_1 のピクセル列における位相値が一定であれば、位相、群遅延、および波長分散が波長に対して一定になる。したがって、光信号 S_1 の波長成分に対しても波長に対して一定の群遅延や波長分散が与えられるので、光信号 S_1 の波形のひずみを抑制することができる。
- [0050] 図13は、図10に示す位相の設定を行う実施の形態2に係る制御方法のフロー図である。
- はじめに、ステップS201で、制御対象とするピクセル列の Y 座標をゼロに設定する($Y=0$)。つぎに、ステップS202で、光強度が最大のピクセル列の Y 座標(Y_1)を読み込む。なお、 Y_1 は、たとえば予め光信号 S_1 の光強度分布を測定して求めた Y_1 を記憶部に記憶しておき、それを読み出してもよいし、外部から入力したデータを読み込んでもよい。つぎに、ステップS203で制御対象である位相変調素子アレイ40の $Y=0$ のピクセル列内の各ピクセルに印加すべき位相の初期値 $\phi(X, 0) = -\Delta\phi(X) \times Y_1$ を算出し、ステップS204で位相の初期値 $\phi(X, 0)$ を各ピクセルに X 軸(分光軸)に沿って出力する。ここで、計算に用いる位相傾き $\Delta\phi$

(X) は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0051] つぎに、ステップS 2 0 5で、制御対象のピクセル列のY座標をカウントアップする ($Y = Y + 1$)。つぎに、ステップS 2 0 6で、前回設定した位相の初期値に所定の位相傾き $\Delta \phi (X)$ を加算し、制御対象に印加する位相値 ($\phi (X, Y) = \phi (X, Y - 1) + \Delta \phi (X)$) を演算する。ここで、加算すべき位相傾き $\Delta \phi (X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0052] つぎに、ステップS 2 0 7で、制御対象である位相変調素子アレイ40のピクセル列内の各ピクセルに、演算した位相値 $\phi (X, Y)$ をX軸（分光軸）に沿って出力する。

[0053] つぎに、ステップS 2 0 8で、制御対象のピクセル列のY座標が最大値 (Y_{max}) かどうかを判定する。最大値 (Y_{max}) でなければ（ステップS 2 0 8、No）ステップS 2 0 5に戻ってステップS 2 0 5～S 2 0 8を繰り返す。最大値 (Y_{max}) であれば（ステップS 2 0 8、Yes）ステップS 2 0 1に戻ってステップS 2 0 1～S 2 0 8を繰り返す。上記制御によって、図10に示す位相の設定および図12に示す光学特性が実現される。

[0054] なお、たとえば光信号選択装置100において実現すべき光学特性を変更したり、光信号 S_1 を出力すべき光ファイバを光ファイバ11_k から他の光ファイバに切り換えたりする場合は、位相傾き $\Delta \phi (X)$ の値を更新することによって、所望の位相の設定が実行される。これによって、所望の光学特性の変更または光路の切り替えが実現される。

[0055] 以上説明したように、本実施の形態2によれば、光信号選択装置100を、光信号の経路の切り替えと滑らかな波長特性での光強度スペクトラムの制御とを行うことができ、かつ位相、群遅延、および波長分散が波長に対して一定の光信号選択装置として使用することができる。

[0056] (実施の形態3)

本発明の実施の形態3について説明する。図14は、実施の形態3に係る制御方法を適用する光信号選択装置の模式的な構成図である。この光信号選択装置200は、図1に示した光信号選択装置100において、入出力光ファイバレイ10と波長分光器20との間に、偏光分離素子群60を挿入したものである。

[0057] 偏光分離素子群60は、光ファイバ11₁～11_mに対応させて配置された複数の偏光分離素子61₁～61_mを備えている。偏光分離素子61₁～61_mは、光ファイバ11₁側から入力された光信号S₁、S_nを直交する偏光に分離し、片方の偏光成分のみ偏光方向を回転させて2つの偏光成分の偏光方向を、たとえばY軸（スイッチ軸）の方向に揃えて出力する。偏光分離素子61₁～61_mは、たとえばルチル（TiO₂）単結晶や方解石などからなる複屈折素子と、λ/2波長板とを組み合わせる構成することができる。

[0058] 一般に、液晶は偏光依存性を有するため、液晶素子を利用した場合の位相変調素子アレイ40は、入射される光信号の偏光に依存した応答を示す。この光信号選択装置200では、光信号S₁、S_nは、その偏光方向が1つの方向に揃えられた状態で位相変調素子アレイ40に入射されるので、位相変調素子アレイ40の偏光依存性は解消される。なお、位相変調素子アレイ40によって回折された光信号S₁、S_nは、それぞれ偏光分離素子61_k、61_mに波長分光器20側から入射し、直交する偏光成分が合成された状態でそれぞれ光ファイバ11_k、11_mに入力される。

[0059] 図15は、位相変調素子アレイ40に光信号S₁、S_nが入射されている状態を示す図である。図15に示すように、光信号S₁の分離した偏光成分S₁₁、S₁₂は、互いに光路が異なるため、Y軸（スイッチ軸）に沿って配列した異なる領域に入射される。また、光信号S_nの分離した偏光成分S_{n1}、S_{n2}についても、Y軸（スイッチ軸）に沿って配列した異なる領域に入射される。

[0060] 図16は、実施の形態3に係る制御方法による位相変調素子アレイの位相の設定を説明する図である。図17は、図16の座標Y1、Y2における位

相の分布形状を示す図である。図 16、17 に示すように、本実施の形態 3 では、Y 軸（スイッチ軸）方向に対して光信号 S_1 が入射する領域 A_1 を Y 座標に対して $Y=0$ と $Y=Y_{max}$ との中央のピクセル列（ $Y=Y_{mid}$ ）で分割している。そして、偏光成分 S_{11} の強度分布における、光強度が最大となるピクセル列（第 1 の光強度最大のピクセル列）である、Y 座標が Y_1 のピクセル列において、位相値が略等しくなるように位相分布を設定している。同様に、偏光成分 S_{12} の強度分布における、光強度が最大となるピクセル列（第 2 の光強度最大のピクセル列）である、Y 座標が Y_2 のピクセル列において、位相値が略等しくなるように位相分布を設定している。図 16、17 では、 Y_1 、 Y_2 のピクセル列における位相値をいずれもゼロとしている。

[0061] 図 16 に示す位相の設定によれば、光信号 S_1 が偏光分離され各偏光成分が Y 軸（スイッチ軸）方向に配列して位相変調素子アレイ 40 に入射される場合にも、実施の形態 2 の場合と同様に、図 12 に示すような滑らかな波長特性を有する光強度スペクトラムと、位相、群遅延、および波長分散が波長に対してゼロで一定であるスペクトラムとを実現できる。

[0062] 図 18 は、図 16 に示す位相の設定を行う実施の形態 3 に係る制御方法のフロー図である。

はじめに、ステップ S301 で、制御対象とするピクセル列の Y 座標をゼロに設定する（ $Y=0$ ）。つぎに、ステップ S302 で、第 1 の光強度最大のピクセル列の Y 座標（ Y_1 ）を読み込む。なお、 Y_1 はたとえば予め偏光成分 S_{11} の光強度分布を測定して求めた Y_1 を記憶部に記憶しておき、それを読み出してもよいし、外部から入力したデータを読み込んでもよい。つぎに、ステップ S303 で制御対象である位相変調素子アレイ 40 の $Y=0$ のピクセル列内の各ピクセルに印加すべき第 1 の位相の初期値 $\phi_1(X, 0) = -\Delta\phi_1(X) \times Y_1$ を算出し、ステップ S304 で第 1 の位相の初期値 $\phi_1(X, 0)$ を各ピクセルに X 軸（分光軸）に沿って出力する。ここで、計算に用いる第 1 の位相傾き $\Delta\phi_1(X)$ は、ピクセル列内で全ては同一で

はなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0063] つぎに、ステップS305で、制御対象のピクセル列のY座標をカウントアップする($Y=Y+1$)。つぎに、ステップS306で、前回設定した位相の初期値に第1の位相傾き $\Delta\phi_1(X)$ を加算し、制御対象に印加する第1の位相値($\phi_1(X, Y) = \phi_1(X, Y-1) + \Delta\phi_1(X)$)を演算する。ここで、加算すべき第1の位相傾き $\Delta\phi_1(X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0064] つぎに、ステップS307で、制御対象である位相変調素子アレイ40のピクセル列内の各ピクセルに、演算した第1の位相値 $\phi_1(X, Y)$ をX軸(分光軸)に沿って出力する。

[0065] つぎに、ステップS308で、制御対象のピクセル列が中央ピクセルか、すなわち、制御対象のピクセル列のY座標が中央値(Y_{mid})かどうかを判定する。中央値(Y_{mid})でなければ(ステップS308、No)ステップS305に戻ってステップS305~S308を繰り返す。中央値(Y_{mid})であれば(ステップS308、Yes)ステップS309で、制御対象のピクセル列のY座標をカウントアップする($Y=Y+1$)。

[0066] つぎに、ステップS310で、第2の光強度最大のピクセル列のY座標(Y_2)を読み込む。なお、 Y_2 はたとえば予め偏光成分 S_{12} の光強度分布を測定して求めた Y_2 を記憶部に記憶しておき、それを読み出してもよいし、外部から入力したデータを読み込んでもよい。つぎに、ステップS311で制御対象のピクセル列内の各ピクセルに印加すべき第2の位相の初期値 $\phi_2(X, Y_{mid}+1) = -\Delta\phi_2(X) \times \{Y_2 - (Y_{mid}+1)\}$ を算出し、ステップS312で第2の位相の初期値 $\phi_2(X, Y_{mid}+1)$ を各ピクセルにX軸(分光軸)に沿って出力する。ここで、計算に用いる第2の位相傾き $\Delta\phi_2(X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対

して行う。

[0067] つぎに、ステップS 3 1 3で、制御対象のピクセル列のY座標をカウントアップする($Y = Y + 1$)。つぎに、ステップS 3 1 4で、前回設定した位相の初期値に第2の位相傾き $\Delta \phi 2 (X)$ を加算し、制御対象に印加する第2の位相値($\phi 2 (X, Y) = \phi 2 (X, Y - 1) + \Delta \phi 2 (X)$)を演算する。ここで、加算すべき第2の位相傾き $\Delta \phi 2 (X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0068] つぎに、ステップS 3 1 5で、制御対象のピクセル列内の各ピクセルに、演算した第2の位相値 $\phi 2 (X, Y)$ をX軸(分光軸)に沿って出力する。

[0069] つぎに、ステップS 3 1 6で、制御対象のピクセル列のY座標が最大値(Y_{max})かどうかを判定する。最大値(Y_{max})でなければ(ステップS 3 1 6、No)ステップS 3 1 3に戻ってステップS 3 1 3~S 3 1 6を繰り返す。最大値(Y_{max})であれば(ステップS 3 1 6、Yes)ステップS 3 0 1に戻る。上記制御によって、図16に示す位相の設定および図12に示す光学特性が実現される。

[0070] なお、たとえば光信号選択装置200において実現すべき光学特性を変更したり、光信号 S_1 を出力すべき光ファイバを光ファイバ11_kから他の光ファイバに切り換えたりする場合は、外部からの入力される、または記憶部から読み出される位相傾き $\Delta \phi 1 (X)$ 、 $\Delta \phi 2 (X)$ の値を更新することによって、所望の位相の設定が実行される。これによって、所望の光学特性の変更または光路の切り替えが実現される。

[0071] 以上説明したように、本実施の形態3によれば、光信号選択装置200の偏波依存特性を解消するとともに、光信号の経路の切り替えと滑らかな波長特性での光強度スペクトラムの制御とを行うことができ、かつ位相、群遅延、および波長分散が波長に対して一定の光信号選択装置として使用することができる。

[0072] なお、実施の形態3では、光信号の偏光を分離することによりY軸(スイ

ツチ軸）に沿って光信号が入力される領域を分割して制御する場合を一例として説明したが、本発明はそれに制限されることはない。例えば、入出力光ファイバアレイを構成する光ファイバの数が増加した場合に、各チャネルの光信号をX軸（分光軸）だけでなくY軸（スイッチ軸）に対しても分離して入射させるような光信号選択装置においても、本発明を適用することができる。また、実施の形態3では、Y軸（スイッチ軸）に沿った制御領域の分割数が2である場合を例として説明をしたが、分割数が増加しても同様の効果が得られることは自明である。

また、実施の形態3では、偏光分離素子群60は、入出力光ファイバアレイ10と波長分光器20との間に挿入されている。しかしながら、偏光分離素子群60の挿入位置はこれに限定されず、たとえば集光レンズ30と位相変調素子アレイ40との間に挿入してもよい。

[0073] （実施の形態4）

本発明の実施の形態4について説明する。上記実施の形態2、3では、光信号の強度が最大となるピクセル列において印加する位相値を等しくしている。これに対して、本実施の形態4では、位相変調にX軸（分光軸）に対して連続的なオフセットを加えることにより、各チャネルの光信号に対して意図的な位相制御を行うようにしている。光信号選択装置に入射する光信号には、その光信号が伝搬してきた光ファイバなどの光伝送路の影響によって様々な波形ひずみが生じることがあるが、上記の意図的な位相制御によってこの波形ひずみを補正することが可能である。

[0074] 本実施の形態4では、光伝送路において生じる波形ひずみの補正の一例として、光信号選択装置100の位相変調素子アレイ40において、X軸（分光軸）に対する位相変調の分布が2次関数状となるようなオフセットを印加することにより、各波長成分に波長分散を付加して、伝送路にて生じた波長分散を補償する。

[0075] ここで、一般に、光ファイバなどの光伝送路にて生じる波長分散（D）は波長によらず一定であるので、チャネル内の波長帯域の中心波長を λ_0 とす

ると、中心波長を基準とした群遅延（ τ ）は下記式（４）で表される。

$$[0076] \quad \tau = D \times (\lambda - \lambda_0) \quad \dots \quad (4)$$

[0077] ここで、上述した式（２）に式（４）を代入して両辺を積分することにより、波長分散の影響による位相（ ϕ ）は下記式（５）のように求められる。

$$[0078] \quad \phi = - (\pi c / \lambda_0^2) \times D \times (\lambda - \lambda_0)^2 \quad \dots \quad (5)$$

[0079] したがって、光伝送路で生じた波長分散を補償するためには、位相変調素子アレイ４０において、式（５）に示す位相を打ち消すような位相変調（すなわち、式（５）に－１を乗算した２次関数状の位相変調）を印加すればよい。

[0080] 図１９は、実施の形態４に係る制御方法による位相の設定によって実現される光信号選択装置の光学特性を示す図である。図１９（ａ）は光の強度スペクトラム、図１９（ｂ）は光の位相スペクトラム、図１９（ｃ）は光の群遅延スペクトラム、図１９（ｄ）は光の波長分散スペクトラムのシミュレーション結果をそれぞれ示している。

[0081] 図１９（ｂ）に示す位相の設定によれば、位相変調に２次関数状のオフセットを印加することによって、図１９（ｄ）に示すように光信号選択装置１００の波長分散を、波長オフセットが－０．４ｎｍ～＋０．４ｎｍの範囲において略平坦に－２０ｐｓ／ｎｍにすることができる。これによって、光信号選択装置１００は、光伝送路で発生する波長分散を－２０ｐｓ／ｎｍだけ補償することができる。なお、光の強度スペクトラムについては図１９（ａ）に示すスペクトラム形状となっており、分散補償特性とともに所望の光減衰特性を有する光信号選択装置１００を実現することができる。

[0082] 図２０は、実施の形態４に係る制御方法のフロー図である。

はじめに、ステップＳ４０１で、制御対象とするピクセル列のＹ座標をゼロに設定する（Ｙ＝０）。つぎに、ステップＳ４０２で、光強度が最大のピクセル列のＹ座標（Ｙ１）を読み込む。

[0083] つぎに、ステップＳ４０３で、光強度が最大のピクセル列における設定すべき位相値のオフセット（ $\phi_{ff}(X)$ ）を導出する。この導出は、記憶部に

記憶されたデータや外部から入力されたデータに基づいて行われる。ここで、オフセット $\phi_{ff}(X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記導出もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0084] つぎに、ステップS404で、制御対象である位相変調素子アレイ40の $Y=0$ のピクセル列内の各ピクセルに印加すべき位相の初期値 $\phi(X, 0) = -\Delta\phi(X) \times Y1 + \phi_{ff}(X)$ を算出し、ステップS405で位相の初期値 $\phi(X, 0)$ を各ピクセルにX軸（分光軸）に沿って出力する。ここで、計算に用いる位相傾き $\Delta\phi(X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0085] つぎに、ステップS406で、制御対象のピクセル列のY座標をカウントアップする($Y=Y+1$)。つぎに、ステップS407で、前回設定した位相の初期値に所定の位相傾き $\Delta\phi(X)$ を加算し、制御対象に印加する位相値($\phi(X, Y) = \phi(X, Y-1) + \Delta\phi(X)$)を演算する。ここで、加算すべき位相傾き $\Delta\phi(X)$ は、ピクセル列内で全ては同一ではなく、ピクセルのX座標に応じた値であるので、上記演算もピクセル列内の各ピクセルに対して行う。

[0086] つぎに、ステップS408で、制御対象である位相変調素子アレイ40のピクセル列内の各ピクセルに、演算した位相値 $\phi(X, Y)$ をX軸（分光軸）に沿って出力する。

[0087] つぎに、ステップS409で、制御対象のピクセル列のY座標が最大値(Y_{max})かどうかを判定する。最大値(Y_{max})でなければ（ステップS409、No）ステップS406に戻ってステップS406～S409を繰り返す。最大値(Y_{max})であれば（ステップS409、Yes）ステップS401に戻ってステップS401～S409を繰り返す。上記制御によって、図19に示す光学特性が実現される。

[0088] 以上説明したように、本実施の形態4によれば、光信号選択装置100を

、光信号の経路の切り替えと滑らかな波長特性での光強度スペクトラムの制御とを行うことができ、かつ分散補償機能を有する光信号選択装置として使用することができる。

[0089] 本実施の形態4は、光信号選択装置100の制御を行うものであるが、本発明はこれに限られない。たとえば、図20に示すフロー図と図18に示すフロー図とを組み合わせ、Y軸（スイッチ軸）に対して複数の光信号が入射される光信号選択装置200の制御を行っても良い。この場合、例えばそれぞれの偏光成分に対して異なる位相変調を印加することにより、各偏光成分が異なる光路を通ることによる影響を補正することも可能である。

[0090] なお、近年、光ネットワークにおけるネットワーク容量の増大に伴う波長帯域の効率的な運用や光送受信機の特性の補償などの面から、各チャネルの波長帯域やスペクトラム形状を任意に制御できることが好ましい。特に各チャネルのスペクトラム形状の制御は、ネットワーク容量の増大に伴う、電気的な処理の負荷を軽減し、システム全体の低消費電力化にも寄与する。したがって、上記本実施の形態の制御方法を行うことが効果的である。

[0091] 上記実施の形態では、入力される光信号の数は2つであるが、特に限定はされず、1または3以上でもよい。

[0092] また、上記実施の形態2～4では、光信号の強度が最大となるピクセル列において、X軸（分光軸）に対する位相変調の分布が等しくなるようにしているが、たとえばX軸（分光軸）に沿って傾斜する線形の分布となるように位相変調のオフセットを印加することにより、スイッチ軸に対してだけでなく分光軸に対しても意図的に光信号の回折角を制御することも可能である。これによって、例えば、振動や温度変動、もしくは経年劣化などにより、入出力光ファイバアレイ10や波長分光器20などに光軸ずれが生じた時、スイッチ軸方向だけでなく分光軸方向に対しても回折角度を調整できるので、より正確な光軸ずれの補正が可能となる。なお、X軸（分光軸）に沿って印加する位相変調のオフセット量は、図5および式（1）に従って算出することができる。

[0093] また、たとえば図8に示す実施の形態1に係る制御方法のフロー図では、所定のY座標のピクセル列に対して、位相値をX軸（分光軸）に沿って出力した後に、制御対象のピクセル列のY座標をカウントアップする、という制御を行っている。しかし、本発明はこれに限られず、まず制御対象のX座標のピクセルに対して $Y=0$ から $Y=Y_{max}$ まで位相値を出力し、その後に制御対象のピクセルのX座標をカウントアップして、当該X座標のピクセルに対して $Y=0$ から $Y=Y_{max}$ まで位相値を出力する、という制御を行ってもよい。

[0094] また、上記実施の形態により本発明が限定されるものではない。上記各実施形態の各構成要素を適宜組み合わせて構成したものも本発明に含まれる。その他、上記実施の形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施の形態、実施例及び運用技術等は全て本発明に含まれる。

産業上の利用可能性

[0095] 以上のように、本発明に係る光信号選択装置の制御方法および光信号選択装置は、主に光通信の用途に利用して好適なものである。

符号の説明

[0096] 10 入出力光ファイバアレイ
 11₁～11_m 光ファイバ
 12₁～12_m フェルール
 20 波長分光器
 30 集光レンズ
 40 位相変調素子アレイ
 50 制御装置
 60 偏光分離素子群
 61₁～61_m 偏光分離素子
 100、200 光信号選択装置
 A₁、A_n、A₁₁、A₁₂ 領域
 S₁、S_n 光信号

S_{11} 、 S_{12} 、 S_{n1} 、 S_{n2} 偏光成分

$S_{101} \sim S_{107}$ 、 $S_{201} \sim S_{208}$ 、 $S_{301} \sim S_{316}$ 、 $S_{401} \sim S_{409}$ ステップ

請求の範囲

- [請求項1] 複数の光ファイバが所定のスイッチ方向に沿って配列した入出力光ファイバアレイと、
前記入出力光ファイバアレイから入力された光信号を前記スイッチ方向と略垂直の方向に分光する波長分光器と、
前記スイッチ方向と前記分光方向とに2次元状に配列された位相変調素子を備え、前記分光された光信号が入射される位相変調素子アレイと、
を備える光信号選択装置の制御方法であって、
前記位相変調素子アレイのうち、前記光信号が入射する領域内で、前記スイッチ方向に沿って配列した前記位相変調素子の列毎に、傾きが異なる線形の位相変調を印加することを特徴とする光信号選択装置の制御方法。
- [請求項2] 前記位相変調素子アレイに入射される光信号の強度が最大となる位置において前記分光方向に沿って配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、略等しい位相を印加することを特徴とする請求項1に記載の光信号選択装置の制御方法。
- [請求項3] 前記位相変調素子アレイには複数の前記光信号が入射され、前記複数の光信号の強度が最大となる各位置において前記分光方向に沿って配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、各列毎に略等しい位相を印加することを特徴とする請求項1に記載の光信号選択装置の制御方法。
- [請求項4] 前記複数の光信号は、前記スイッチ方向に沿って配列するように入射されることを特徴とする請求項3に記載の光信号選択装置の制御方法。
- [請求項5] 前記略等しい位相はゼロであることを特徴とする請求項2～4のいずれか一つに記載の光信号選択装置の制御方法。
- [請求項6] 前記光信号の強度が最大となる位置において前記分光方向に沿って

配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、オフセットを加えた位相を印加することを特徴とする請求項 1 に記載の光信号選択装置の制御方法。

[請求項7] 前記位相変調素子アレイには複数の前記光信号が入射され、前記複数の光信号の強度が最大となる各位置において前記分光方向に沿って配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、各列毎にオフセットを加えた位相を印加することを特徴とする請求項 1 に記載の光信号選択装置の制御方法。

[請求項8] 前記オフセットは、前記光信号が前記入出力光ファイバアレイから入力される前に伝搬した光伝送路から与えられた波形ひずみを補正するように設定することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の光信号選択装置の制御方法。

[請求項9] 前記オフセットは、前記光伝送路から与えられた波長分散による波形ひずみを補正するように、前記分光方向に沿って 2 次関数状の分布を有することを特徴とする請求項 8 に記載の光信号選択装置の制御方法。

[請求項10] 前記オフセットは、前記分光方向に沿って線形に傾斜する分布を有することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の光信号選択装置の制御方法。

[請求項11] 前記オフセットの傾斜は、当該光信号選択装置において発生した光軸ずれを補正するように設定することを特徴とする請求項 10 に記載の光信号選択装置の制御方法。

[請求項12] 複数の光ファイバが所定のスイッチ方向に沿って配列した入出力光ファイバアレイと、

前記入出力光ファイバアレイから入力された光信号を前記スイッチ方向と略垂直の方向に分光する波長分光器と、

前記スイッチ方向と前記分光方向とに 2 次元状に配列された位相変調素子を備え、前記分光された光信号が入射される位相変調素子アレ

イト、

前記位相変調素子アレイのうち、前記光信号が入射する領域内で、前記スイッチ方向に沿って配列した前記位相変調素子の列毎に、傾きが異なる線形の位相変調を印加する制御装置と、
を備えることを特徴とする光信号選択装置。

[請求項13] 前記制御装置は、前記位相変調素子アレイに入射される光信号の強度が最大となる位置において前記分光方向に沿って配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、略等しい位相を印加することを特徴とする請求項12に記載の光信号選択装置。

[請求項14] 前記位相変調素子アレイには複数の前記光信号が入射され、前記制御装置は、前記複数の光信号の強度が最大となる各位置において前記分光方向に沿って配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、各列毎に略等しい位相を印加することを特徴とする請求項12に記載の光信号選択装置。

[請求項15] 前記複数の光信号は、前記スイッチ方向に沿って配列するように入射されることを特徴とする請求項14に記載の光信号選択装置。

[請求項16] 前記略等しい位相はゼロであることを特徴とする請求項13～15のいずれか一つに記載の光信号選択装置。

[請求項17] 前記制御装置は、前記光信号の強度が最大となる位置において前記分光方向に沿って配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、オフセットを加えた位相を印加することを特徴とする請求項12に記載の光信号選択装置。

[請求項18] 前記位相変調素子アレイには複数の前記光信号が入射され、前記制御装置は、前記複数の光信号の強度が最大となる各位置において前記分光方向に沿って配列した前記位相変調素子のそれぞれに対して、各列毎にオフセットを加えた位相を印加することを特徴とする請求項12に記載の光信号選択装置。

[請求項19] 前記オフセットは、前記光信号が前記入出力光ファイバアレイから

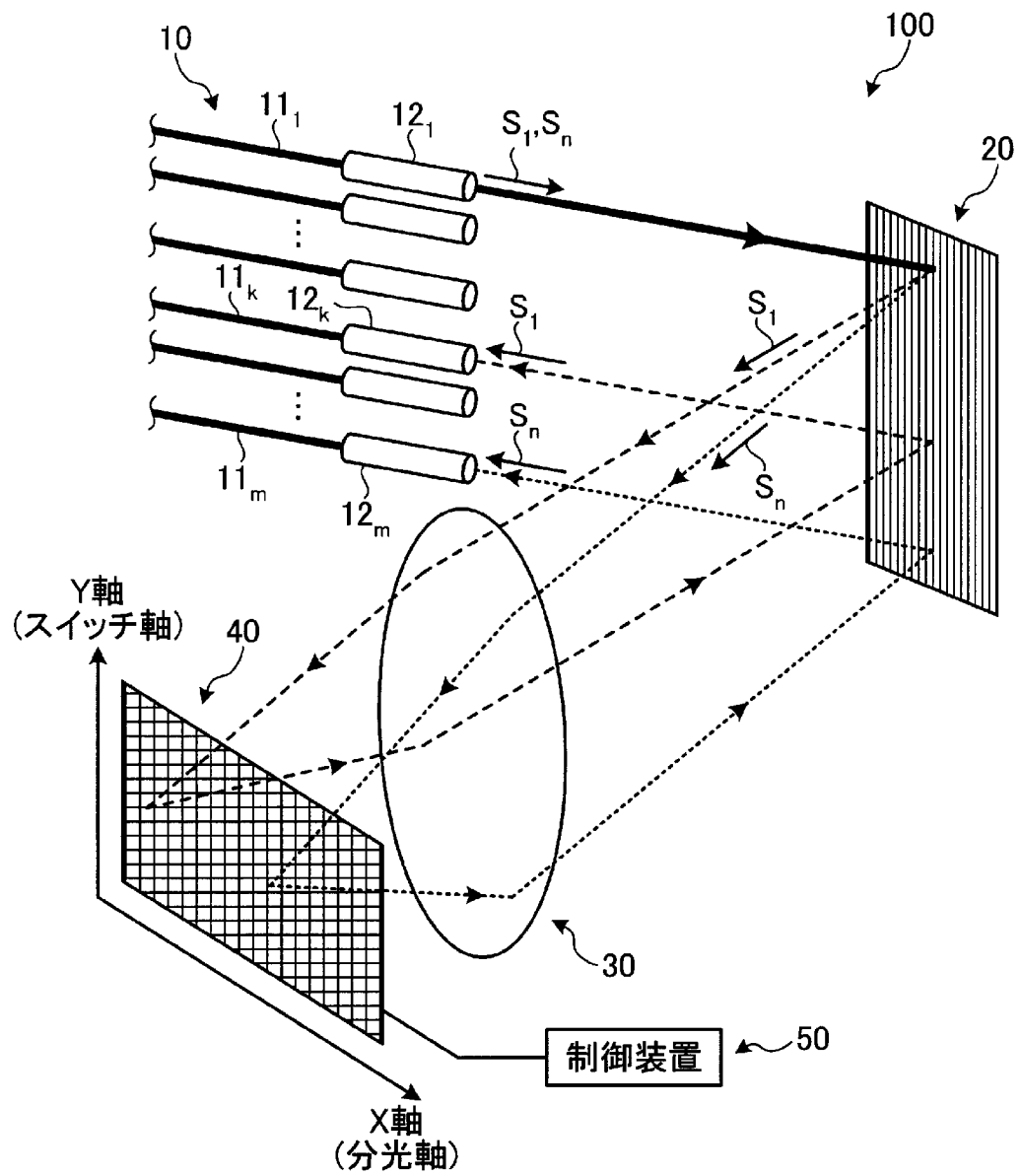
入力される前に伝搬した光伝送路から与えられた波形ひずみを補正するように設定されることを特徴とする請求項 17 または 18 に記載の光信号選択装置。

[請求項20] 前記オフセットは、前記光伝送路から与えられた波長分散による波形ひずみを補正するように、前記分光方向に沿って 2 次関数状の分布を有することを特徴とする請求項 19 に記載の光信号選択装置。

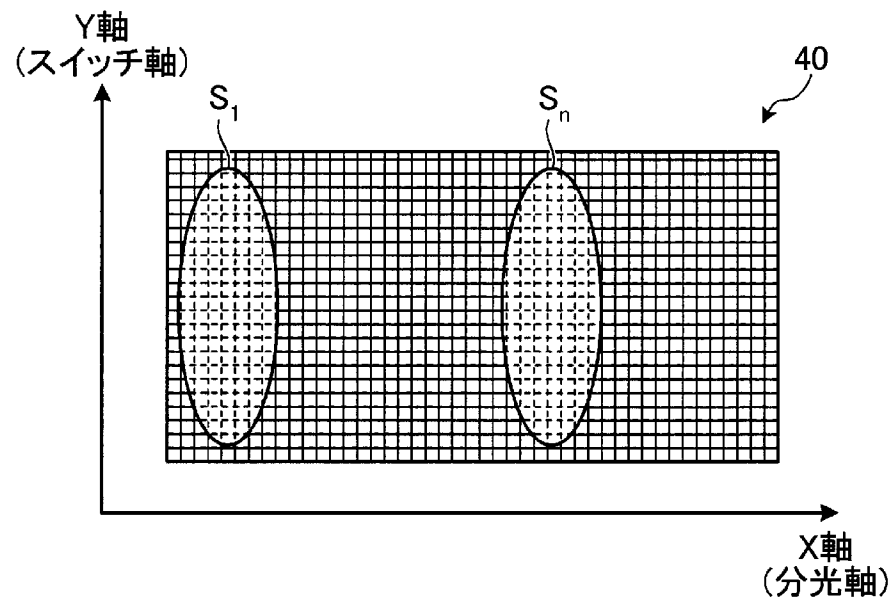
[請求項21] 前記オフセットは、前記分光方向に沿って線形に傾斜する分布を有することを特徴とする請求項 17 または 18 に記載の光信号選択装置。

[請求項22] 前記オフセットの傾斜は、当該光信号選択装置において発生した光軸ずれを補正するように設定されることを特徴とする請求項 21 に記載の光信号選択装置。

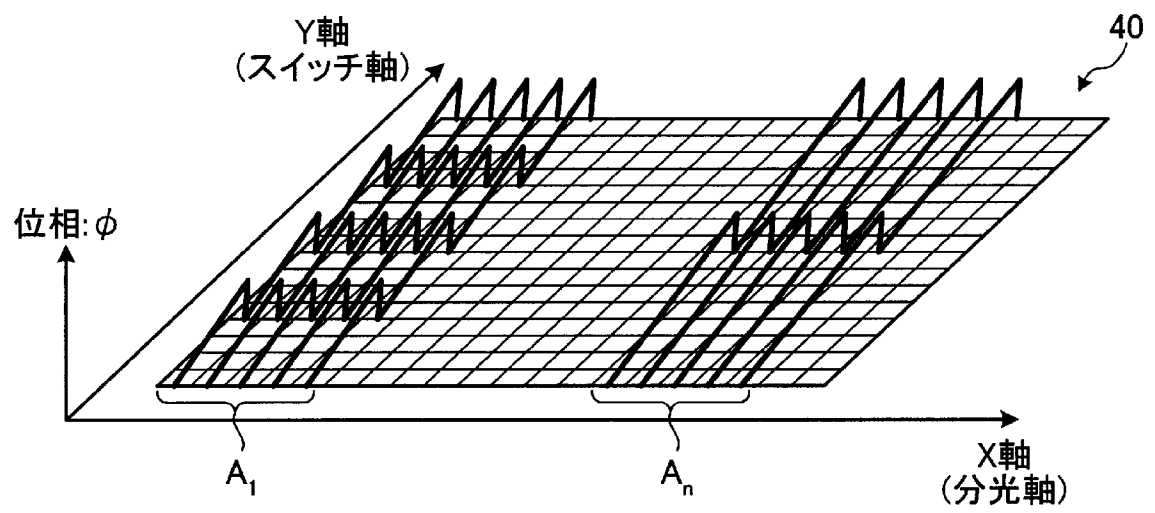
[図1]



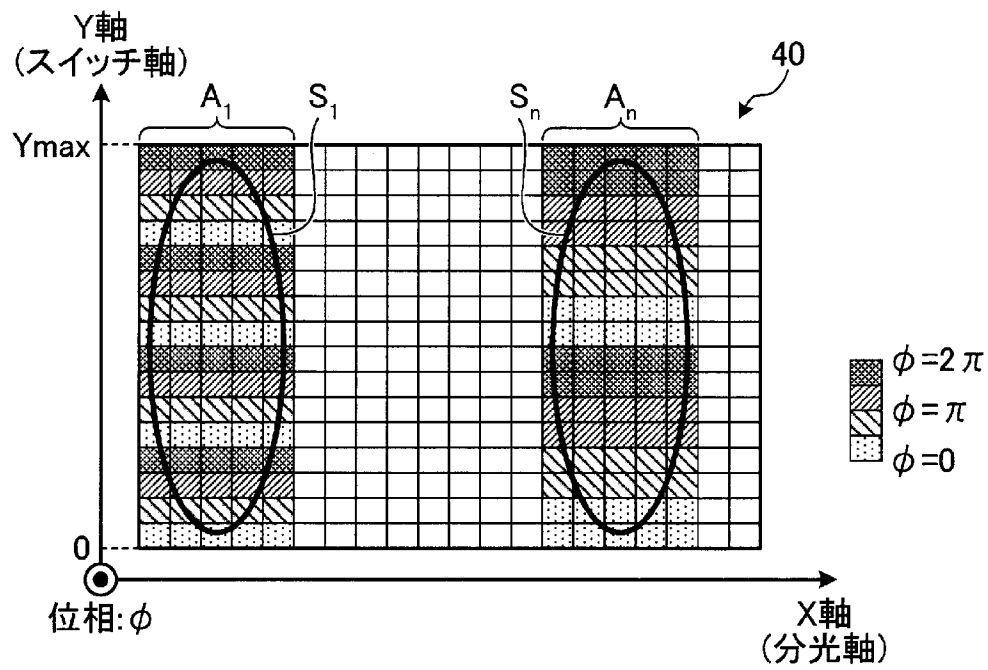
[図2]



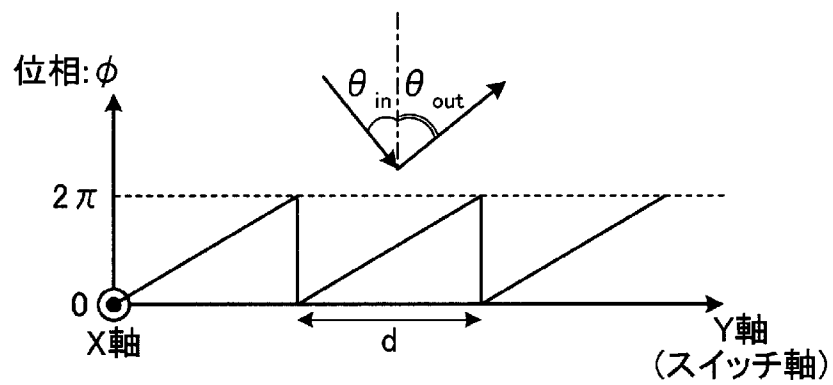
[図3]



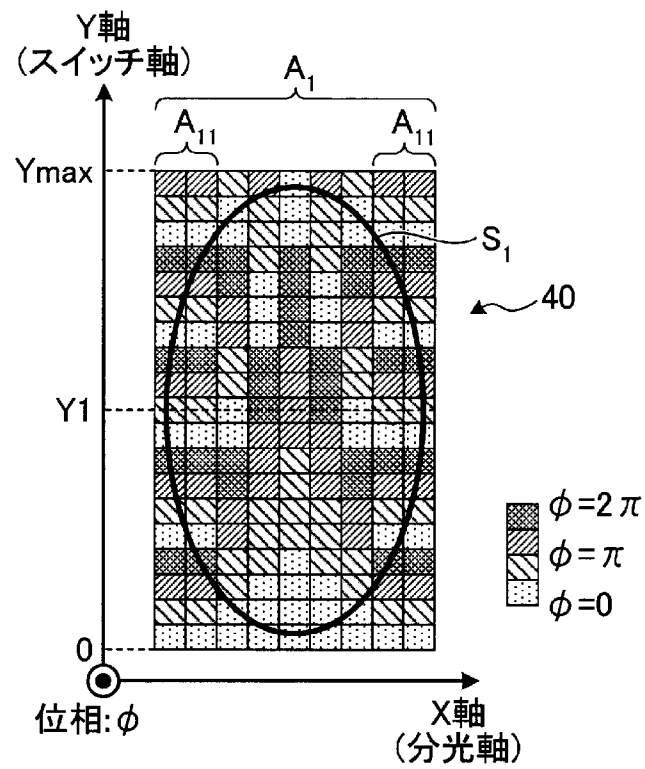
[図4]



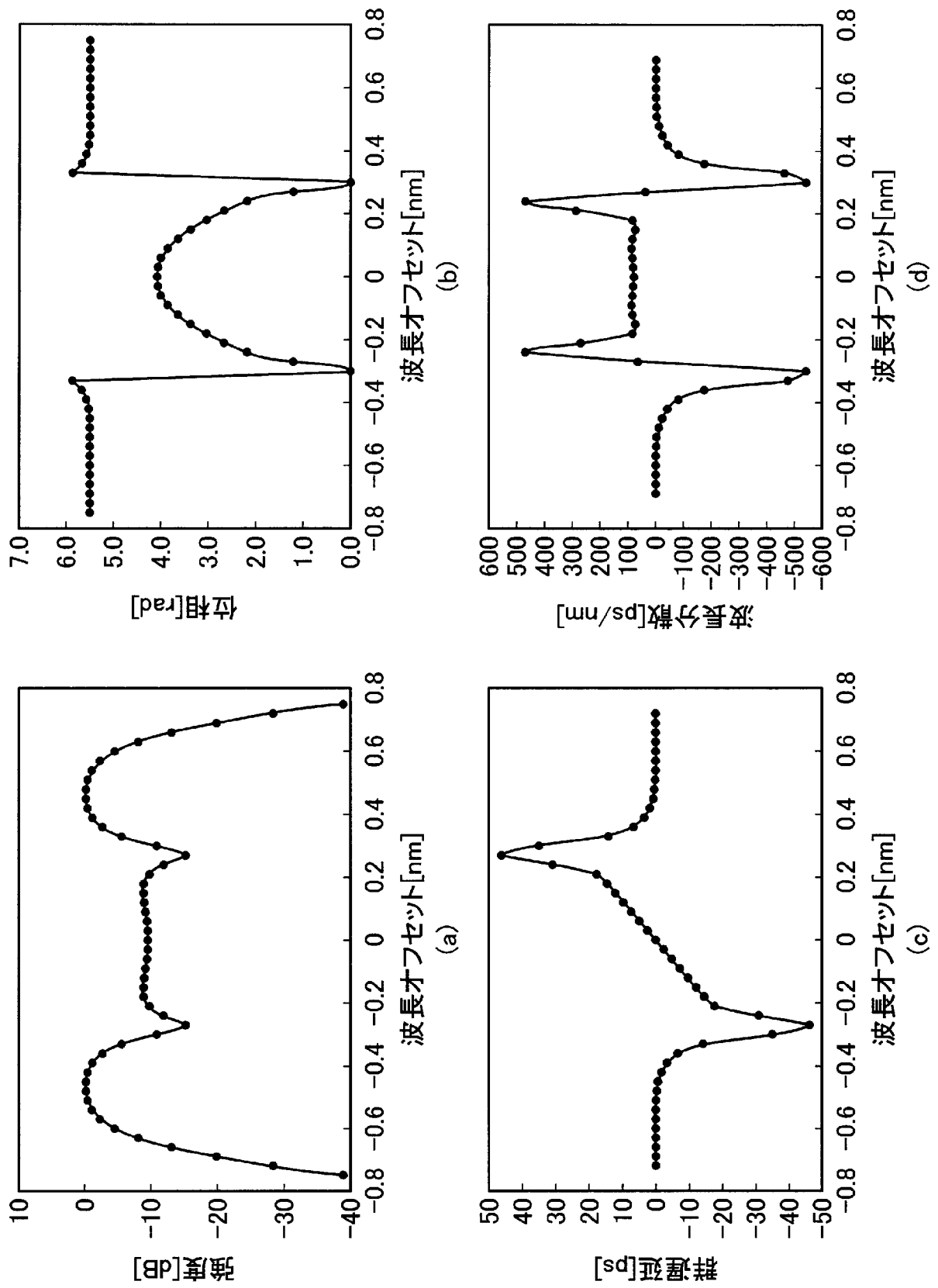
[図5]



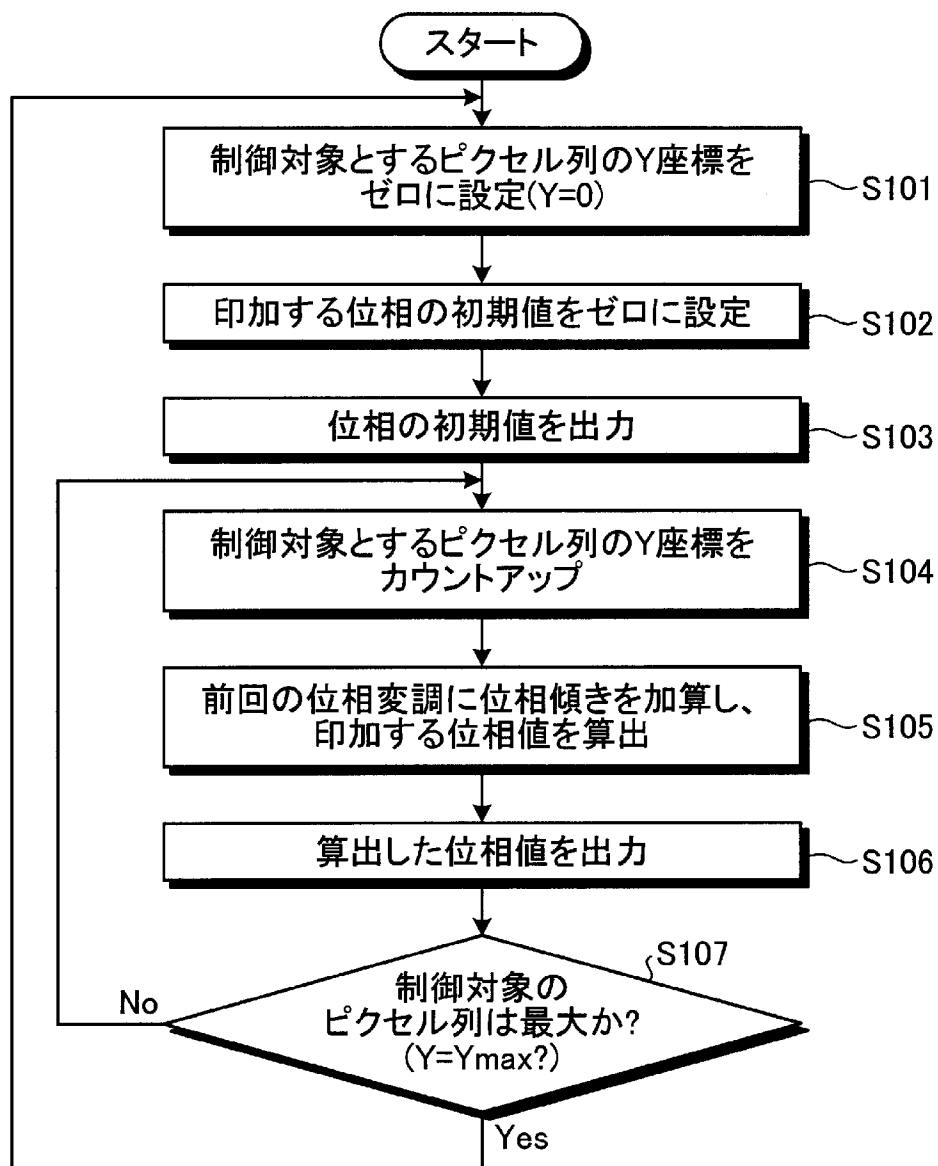
[図6]



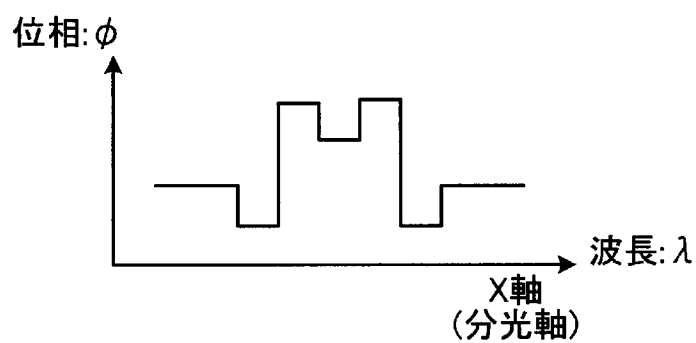
[図7]



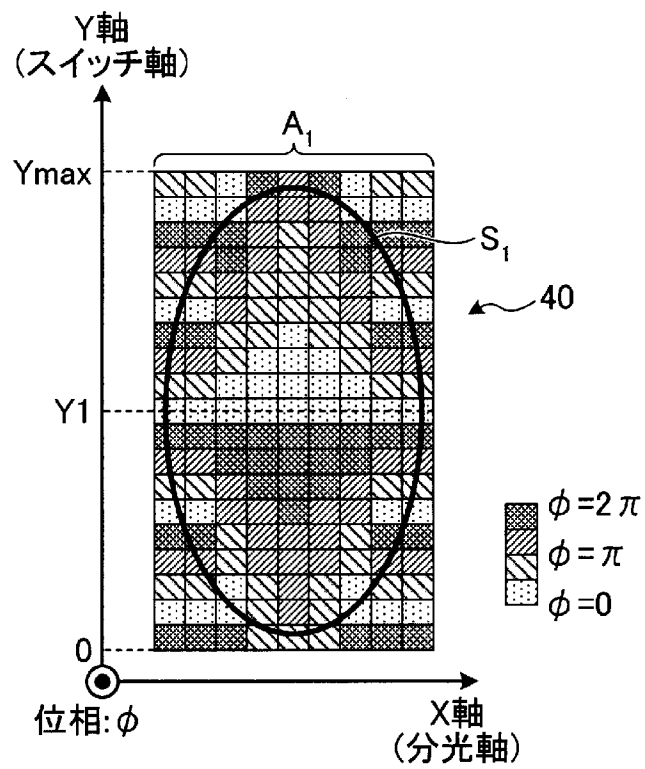
[図8]



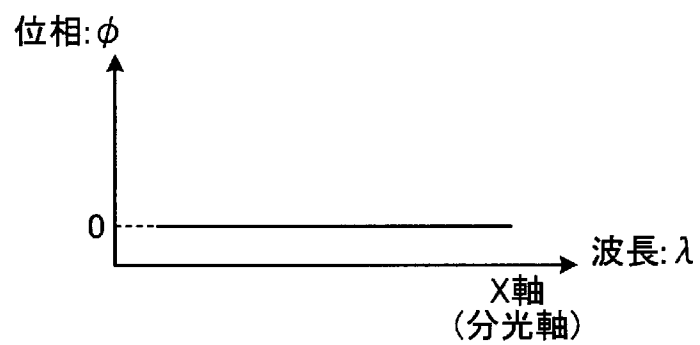
[図9]



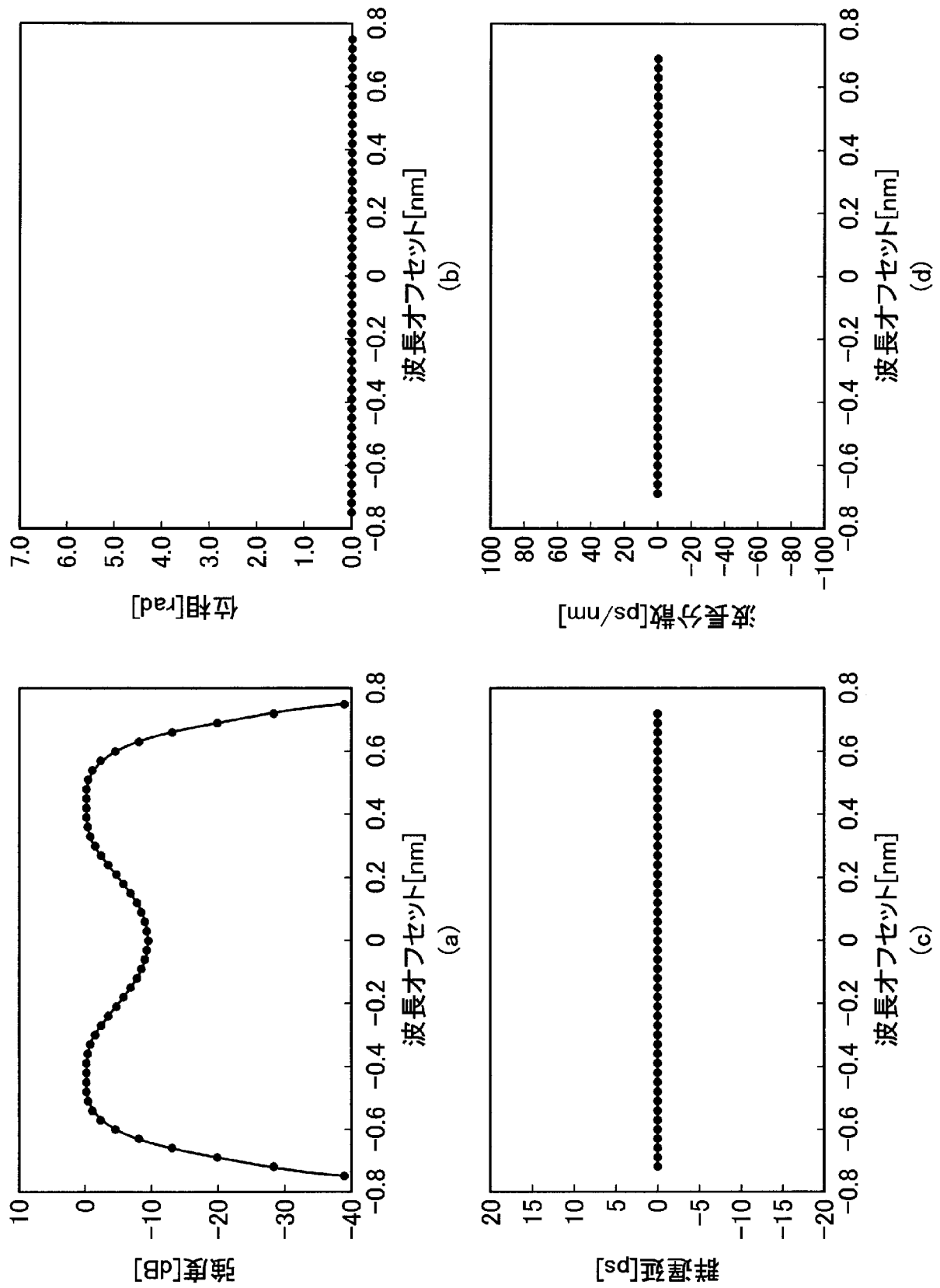
[図10]



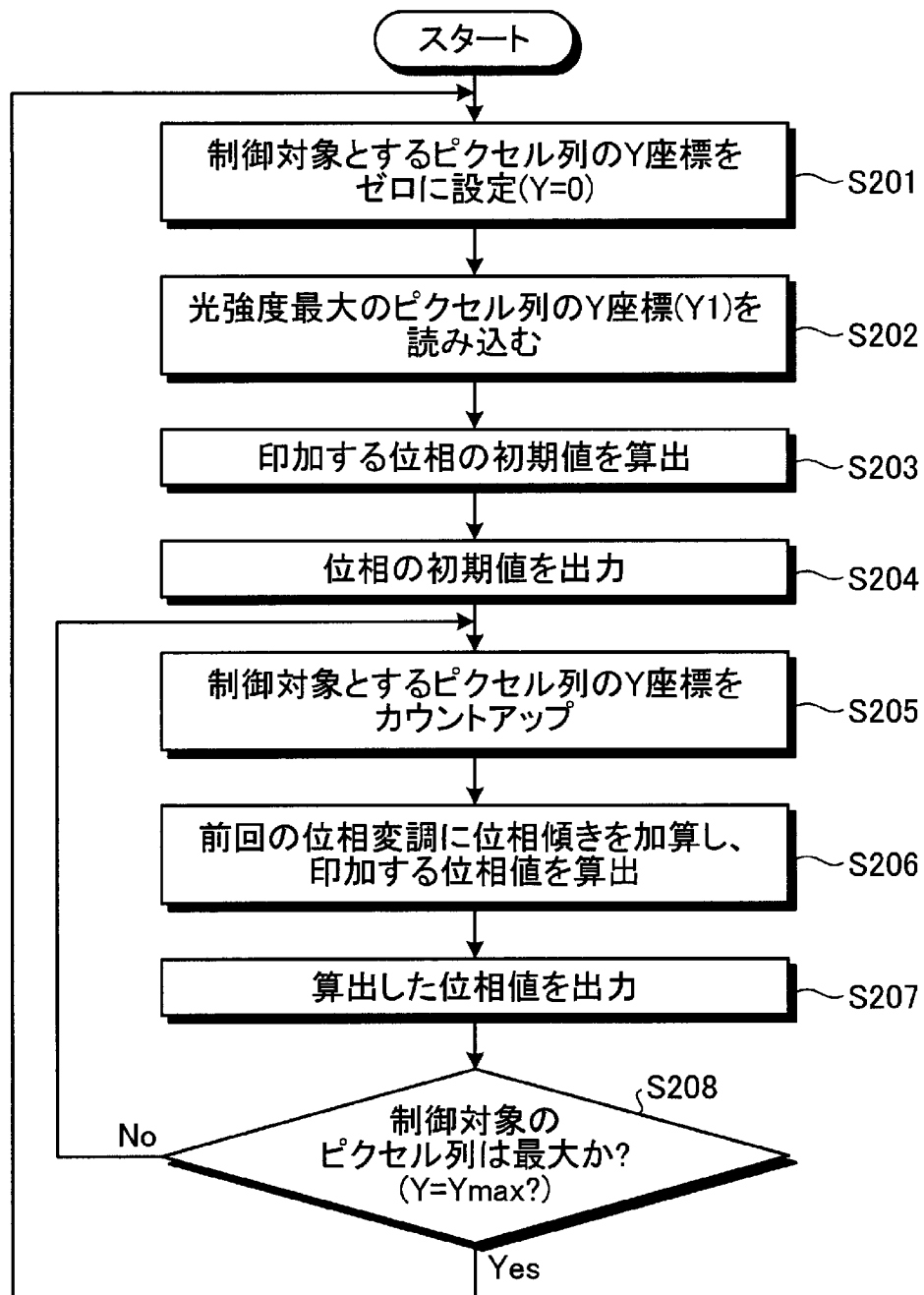
[図11]



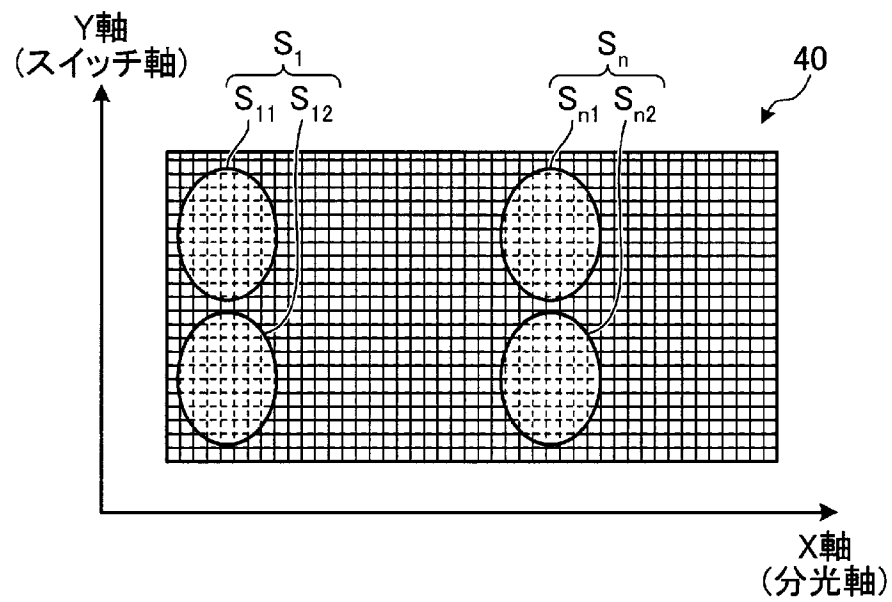
[図12]



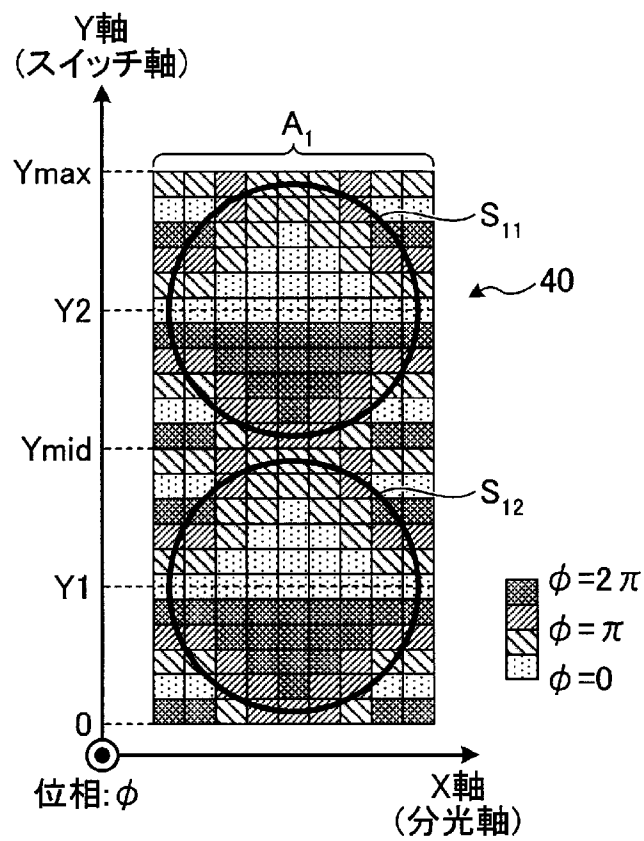
[図13]



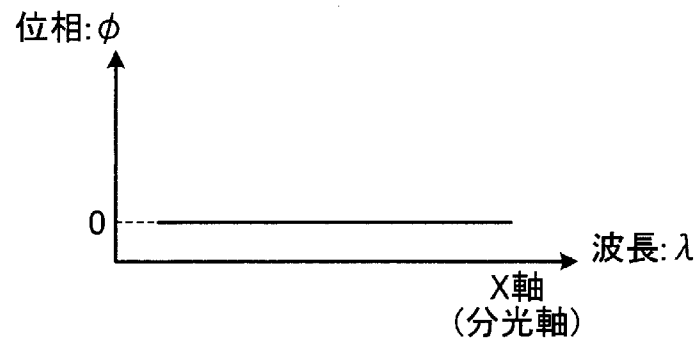
[図15]



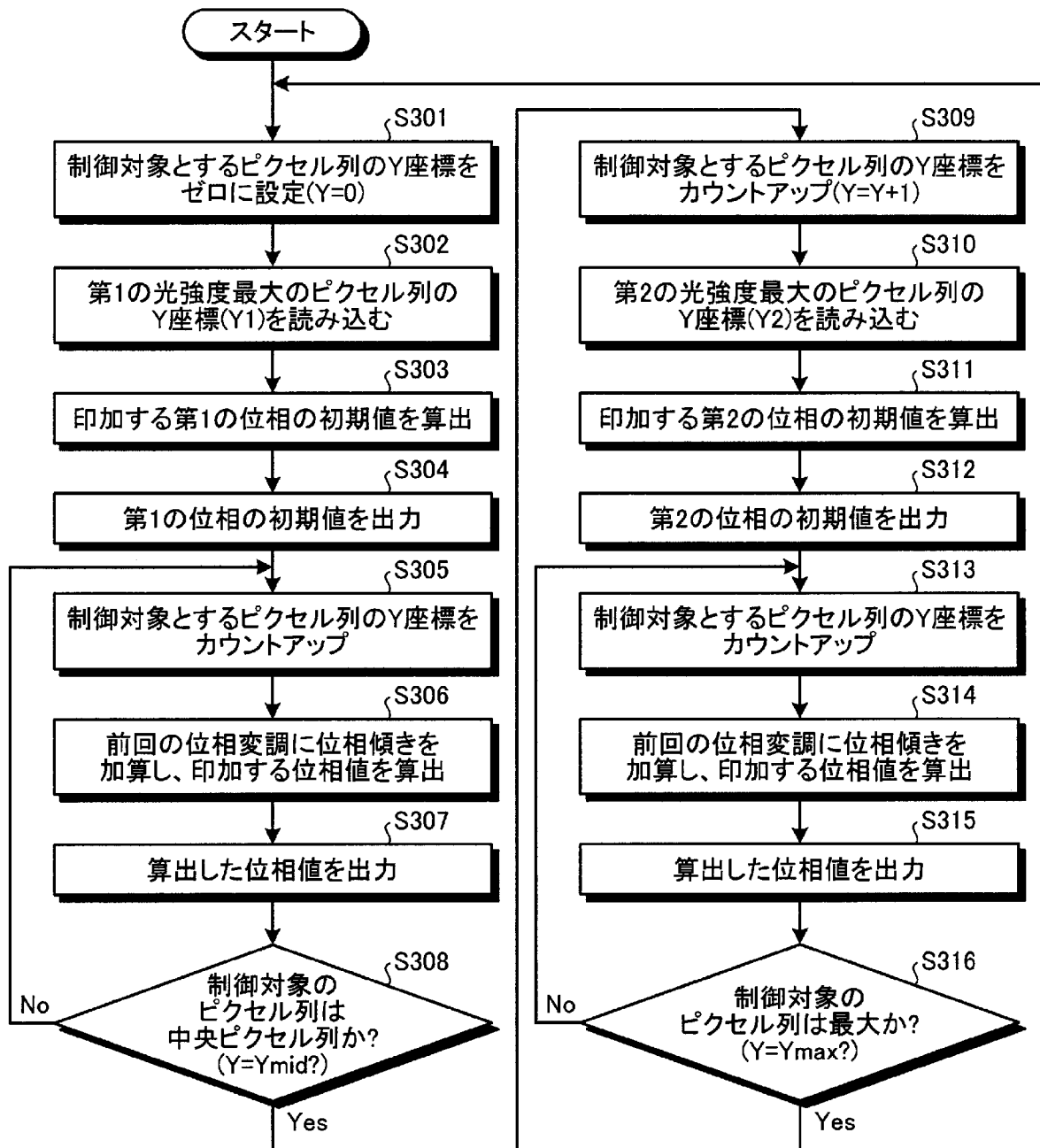
[図16]



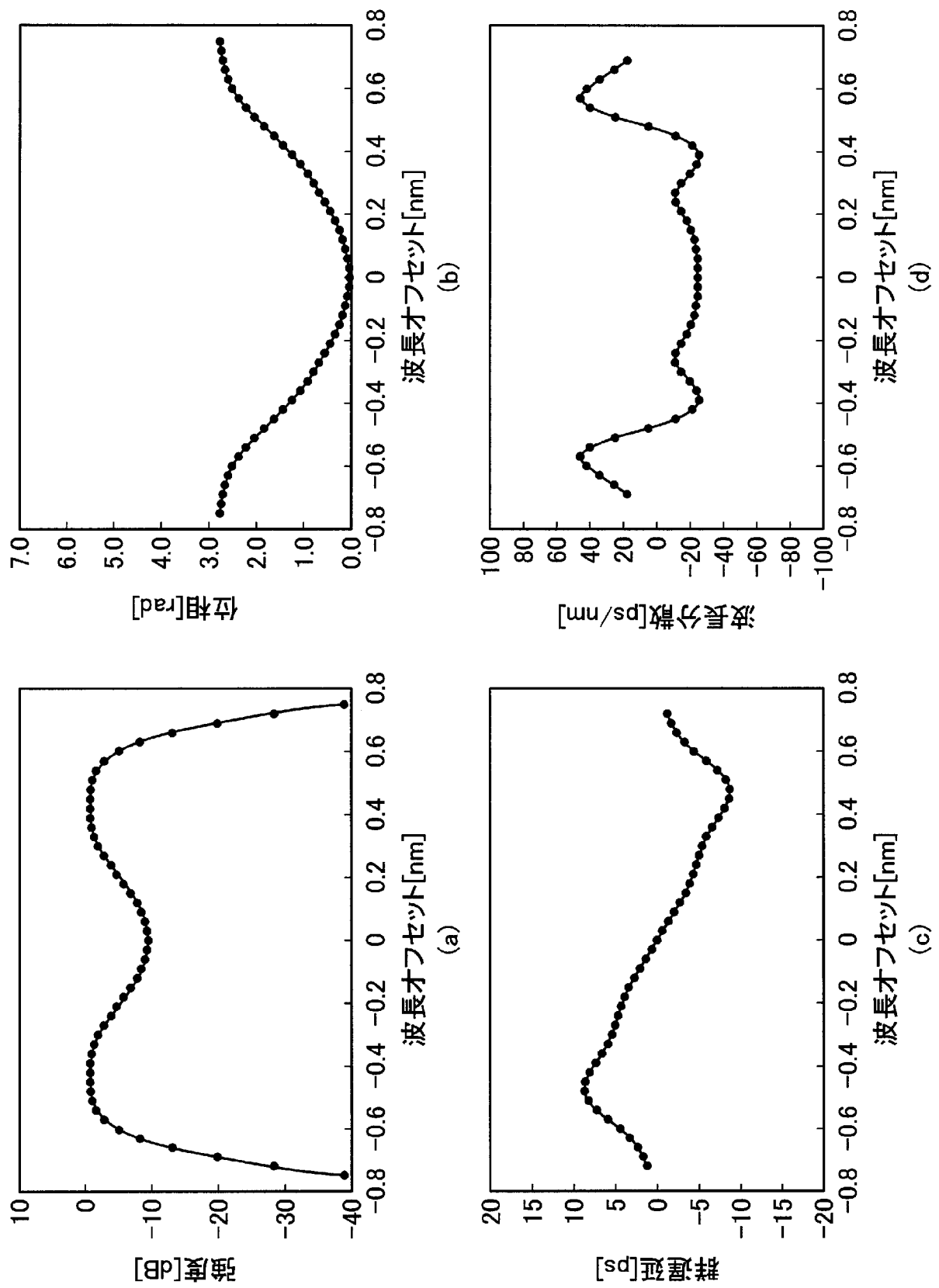
[図17]



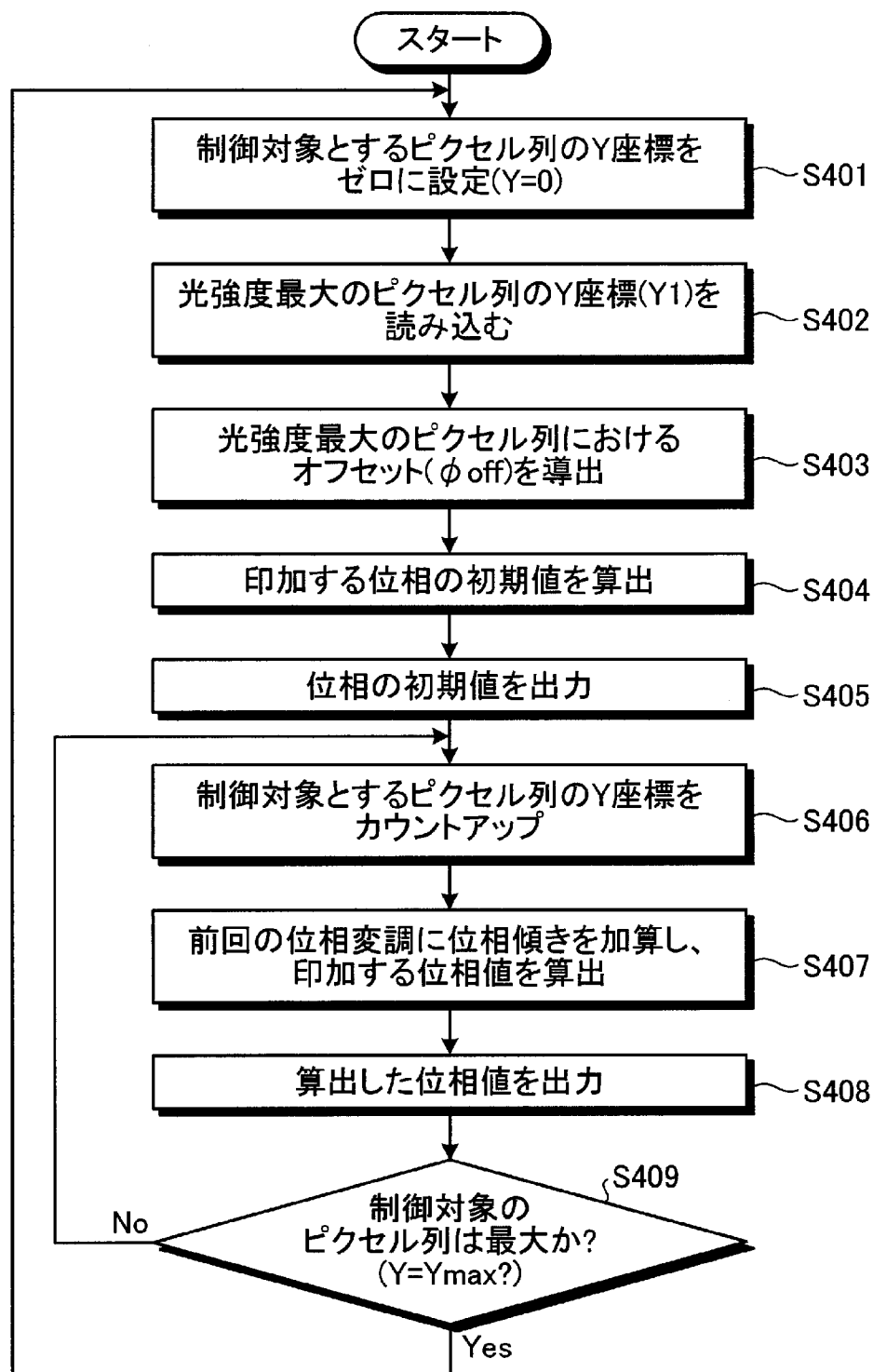
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064126

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/01 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/01-1/141

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-298865 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 11 December 2008 (11.12.2008), paragraphs [0036] to [0091]; fig. 1, 5 & US 2008/0298738 A1	1-5, 12-16 6-11, 17-22
Y A	JP 2010-224156 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0056] to [0071]; fig. 7 (Family: none)	1-5, 12-16 6-11, 17-22
A	WO 2009/001847 A1 (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 31 December 2008 (31.12.2008), paragraphs [0027] to [0141]; fig. 1 to 13 & US 2010/0183310 A1	1-22

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 June, 2012 (18.06.12)Date of mailing of the international search report
03 July, 2012 (03.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/064126

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 2006-113185 A (Ricoh Co., Ltd.), 27 April 2006 (27.04.2006), claims 1, 2; paragraphs [0032] to [0049] & US 2009/0147330 A1 & WO 2006/041191 A1	1-22
A	JP 2009-258438 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraphs [0003] to [0009], [0018] to [0056]; fig. 1, 2, 8, 13 (Family: none)	1-22
A	WO 2009/104715 A1 (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0026] to [0068]; fig. 1 to 5 & US 2010/0316385 A1	1-22
A	JP 2011-64780 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraphs [0035] to [0086]; fig. 6 to 14 (Family: none)	1-22

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02F1/01(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G02F1/01-1/141

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

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）

JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)

C. 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 請求項の番号
Y A	JP 2008-298865 A（独立行政法人産業技術総合研究所） 2008.12.11, 段落【0036】 - 【0091】，第1,5図 & US 2008/0298738 A1	1-5, 12-16 6-11, 17-22
Y A	JP 2010-224156 A（日本電信電話株式会社） 2010.10.07, 段落【0056】 - 【0071】，第7図 （ファミリーなし）	1-5, 12-16 6-11, 17-22

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山本 貴一

2 X

4 0 8 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

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 請求項の番号
A	WO 2009/001847 A1 (日本電信電話株式会社) 2008.12.31, 段落【0027】 - 【0141】, 第1-13 図 & US 2010/0183310 A1	1-22
A	JP 2006-113185 A (株式会社リコー) 2006.04.27, 請求項1, 2, 段落【0032】 - 【0049】 & US 2009/0147330 A1 & WO 2006/041191 A1	1-22
A	JP 2009-258438 A (日本電信電話株式会社) 2009.11.05, 段落【0003】 - 【0009】, 【0018】 - 【0056】, 第1, 2, 8, 13 図 (ファミリーなし)	1-22
A	WO 2009/104715 A1 (日本電信電話株式会社) 2009.08.27, 段落【0026】 - 【0068】, 第1-5 図 & US 2010/0316385 A1	1-22
A	JP 2011-64780 A (日本電信電話株式会社) 2011.03.31, 段落【0035】 - 【0086】, 第6-14 図 (ファミリーなし)	1-22