

(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  
2017年9月8日(08.09.2017)



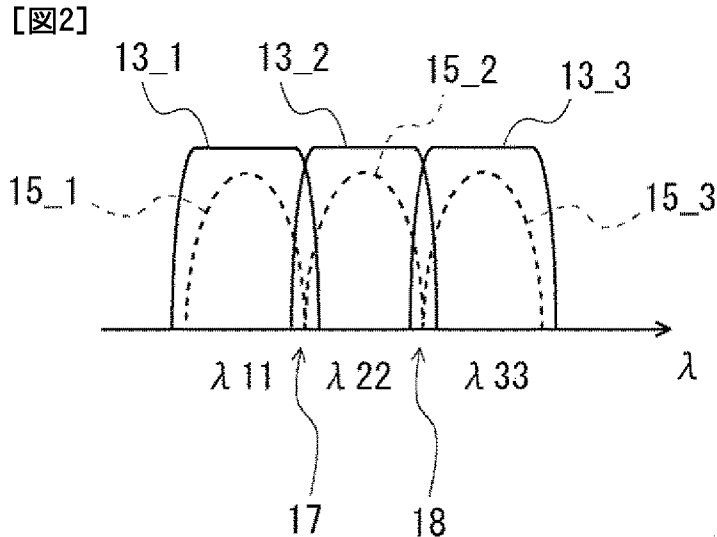
(10) 国際公開番号  
WO 2017/150278 A1

- (51) 国際特許分類: *G02B 6/12* (2006.01) *H04J 14/02* (2006.01)  
*G02F 1/31* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/006394
- (22) 国際出願日: 2017年2月21日(21.02.2017)
- (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 2016-038163 2016年2月29日(29.02.2016) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号  
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松山 友理恵(MATSUYAMA Yurie); 〒  
1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電  
気株式会社内 Tokyo (JP). 小熊 健史(OGUMA  
Takefumi); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1  
号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA Naoki); 〒  
1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電  
気株式会社内 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,  
CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,  
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,  
IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA,  
LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,  
MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,  
PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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),

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 光デバイス



(57) Abstract: [Problem] To provide an optical device capable of suppressing cutting of optical signals due to band-narrowing of an optical filter. [Solution] The optical device of the present invention is provided with a plurality of optical filters for filtering optical signals of a prescribed band from among a plurality of optical signals of different wavelengths. The plurality of optical filters is configured such that a portion of each of the optical filter pass bands (13\_1, 13\_2, 13\_3), which pass each of optical signals of mutually adjacent wavelengths (15\_1, 15\_2, 15\_3), are superimposed on each other.

(57) 要約: [課題] 光フィルタの帯域狭窄によって光信号が削られることを抑制することが可能な光デバイスを提供することである。 [解決手段] 本発明にかかる光デバイスは、波長が異なる複数の光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする光フィルタを複数備えている。前記複数の光フィルタは、互いに隣接する波長の光信号 (15\_1, 15\_2, 15\_3) を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域 (13\_1, 13\_2, 13\_3) の一部が互いに重畳するように構成されている。



WO 2017/150278 A1

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

規則 4.17 に規定する申立て:

- 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則 4.17(v))

## 明 細 書

**発明の名称**：光デバイス

### 技術分野

[0001] 本発明は光デバイスに関し、特に光通信ネットワークに用いられる光デバイスに関する。

### 背景技術

[0002] インターネットや映像配信等の広帯域マルチメディア通信サービスの需要増加に伴い、幹線系やメトロ系では長距離かつ大容量の光ファイバ通信システムの導入が進んでいる。

こうした光ファイバを使用した光通信システムでは、光ファイバ1本当たりの伝送効率を高めることが重要である。このため、複数の異なる波長の光信号を多重化して伝送する、波長分割多重（WDM：Wavelength Division Multiplex）通信が広く用いられている。

[0003] 特許文献1には、所定の帯域の光信号を通過させる光フィルタを備える光伝送装置が開示されている。この光伝送装置は、WDM技術を利用した光ネットワークで用いられる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-19289号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 背景技術で説明したように、光通信ネットワークでは長距離伝送が可能なシステムが求められている。しかしながら、光信号をフィルタリングする光フィルタを用いた光伝送装置（特許文献1参照）を光通信ネットワークに用いると、光信号の伝送過程で光信号が光フィルタを何度も通過する。光フィルタを何度も通過すると、光信号への帯域狭窄の影響が大きくなり、伝送特性が劣化するという問題がある。

[0006] 上記課題に鑑み本発明の目的は、光フィルタの帯域狭窄によって光信号が削られることを抑制可能な光デバイスを提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明にかかる光デバイスは、波長が異なる複数の光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする光フィルタを複数備えている。前記複数の光フィルタは、互いに隣接する波長の光信号を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域の一部が互いに重畳するように構成されている。

### 発明の効果

[0008] 本発明により、光フィルタの帯域狭窄によって光信号が削られることを抑制可能な光デバイスを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0009] [図1]実施の形態1にかかる光デバイスを説明するための図である。  
[図2]実施の形態1にかかる光デバイスが備える光フィルタの通過帯域を説明するための図である。  
[図3]実施の形態1における課題を説明するための図である。  
[図4A]実施の形態1にかかる光デバイスが備える光フィルタの通過帯域を説明するための図である。  
[図4B]実施の形態1にかかる光デバイスが備える光フィルタの通過帯域を説明するための図である。  
[図5]実施の形態2にかかる光デバイスを説明するための図である。  
[図6]実施の形態2にかかる光デバイスで用いられているチャンネルの帯域幅を説明するための図である。  
[図7]実施の形態2における課題を説明するための図である。  
[図8]実施の形態2にかかる光デバイスが備える周回性AWGの通過帯域を説明するための図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] <実施の形態1>

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

- [0011] 図1は、実施の形態1にかかる光デバイスを説明するための図である。図1に示すように、本実施の形態にかかる光デバイス1は、複数の光フィルタ11\_1~11\_3を備える。各々の光フィルタ11\_1~11\_3は、波長が異なる複数の光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする。各々の光フィルタ11\_1~11\_3を通過した光信号は合波部12で合波されて光デバイス1から出力される。
- [0012] 本実施の形態にかかる光デバイス1は、波長が異なる複数の光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする光フィルタを複数備える光デバイスであればどのような光デバイスであってもよい。このような光デバイスとしては、例えば、波長選択スイッチ（WSS: Wavelength Selective Switch）、アレイ導波路グレーティング（AWG: Arrayed Waveguide Grating）、周回性AWGなどを挙げることができるがこれらに限定されることはない。図1では一例として周回性AWGを図示している。
- [0013] また、図1では、本実施の形態の内容を理解しやすいように機能的ブロック図を用いて概念的に図示しているが、実際の光デバイスの構成はこれに限定されることはなく、例えば、光フィルタ11\_1~11\_3の機能と合波部12の機能とが一体化されていてもよい。
- [0014] 図1に示すように、光デバイス1（以下、周回性AWG1とも記載する）の入力ポートP1には光信号 $\lambda_{11}$ ~ $\lambda_{13}$ が、入力ポートP2には光信号 $\lambda_{21}$ ~ $\lambda_{23}$ が、入力ポートP3には光信号 $\lambda_{31}$ ~ $\lambda_{33}$ がそれぞれ入力される。各々の光信号 $\lambda_{11}$ ~ $\lambda_{13}$ は互いに波長が異なる光信号であり、各々の光信号 $\lambda_{21}$ ~ $\lambda_{23}$ は互いに波長が異なる光信号であり、各々の光信号 $\lambda_{31}$ ~ $\lambda_{33}$ は互いに波長が異なる光信号である。
- [0015] 一方、入力ポートP1に入力される光信号 $\lambda_{11}$ 、入力ポートP2に入力される光信号 $\lambda_{21}$ 、入力ポートP3に入力される光信号 $\lambda_{31}$ はそれぞれ同一波長の光信号である。
- [0016] また、入力ポートP1に入力される光信号 $\lambda_{12}$ 、入力ポートP2に入力

される光信号 $\lambda_{22}$ 、入力ポートP3に入力される光信号 $\lambda_{32}$ はそれぞれ同一波長の光信号である。また、入力ポートP1に入力される光信号 $\lambda_{13}$ 、入力ポートP2に入力される光信号 $\lambda_{23}$ 、入力ポートP3に入力される光信号 $\lambda_{33}$ はそれぞれ同一波長の光信号である。このため、周回性AWG1の各々の光フィルタ11\_1~11\_3は、同一波長の光信号が合波部12に供給されないように、入力ポートP1~P3に入力された各々の光信号をフィルタリングする。

[0017] 具体的には、光フィルタ11\_1は、入力ポートP1に入力された光信号 $\lambda_{11}$ ~ $\lambda_{13}$ のうち、光信号 $\lambda_{11}$ を通過させ、光信号 $\lambda_{12}$ 、 $\lambda_{13}$ を遮断する。また、光フィルタ11\_2は、入力ポートP2に入力された光信号 $\lambda_{21}$ ~ $\lambda_{23}$ のうち、光信号 $\lambda_{22}$ を通過させ、光信号 $\lambda_{21}$ 、 $\lambda_{23}$ を遮断する。また、光フィルタ11\_3は、入力ポートP3に入力された光信号 $\lambda_{31}$ ~ $\lambda_{33}$ のうち、光信号 $\lambda_{33}$ を通過させ、光信号 $\lambda_{31}$ 、 $\lambda_{32}$ を遮断する。

[0018] 光フィルタ11\_1を通過した光信号 $\lambda_{11}$ 、光フィルタ11\_2を通過した光信号 $\lambda_{22}$ 、及び光フィルタ11\_3を通過した光信号 $\lambda_{33}$ は合波部12で合波されて、周回性AWG1の出力ポートから出力される。

[0019] ここで、各々の光フィルタ11\_1~11\_3は、互いに隣接する波長の光信号を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域の一部が互いに重畳するように構成されている。つまり、図2に示すように、光信号15\_1 ( $\lambda_{11}$ )と光信号15\_2 ( $\lambda_{22}$ )は互いに隣接しており、光フィルタ11\_1の通過帯域13\_1と光フィルタ11\_2の通過帯域13\_2は互いに隣接している。そして、光フィルタ11\_1の通過帯域13\_1の一部と光フィルタ11\_2の通過帯域13\_2の一部とが互いに重畳するように構成している（つまり、重畳領域17を設けている）。同様に、光信号15\_2 ( $\lambda_{22}$ )と光信号15\_3 ( $\lambda_{33}$ )は互いに隣接しており、光フィルタ11\_2の通過帯域13\_2と光フィルタ11\_3の通過帯域13\_3は互いに隣接している。そして、光フィルタ11\_2の通過帯域13\_2の一部と光フィルタ11\_3の通過帯

域 1 3\_3 の一部とが互いに重畳するように構成している（つまり、重畳領域 1 8 を設けている）。

[0020] 周回性AWGを光デバイスとして用いた場合には、例えば、周回性AWGの入出力導波路の形状を調整し、各光フィルタに対応する通過帯域を広げることで、隣接するポート間で通過帯域を重畳させることができる。例えば、周回性AWGの各ポートの通過帯域は、周回性AWGの入力導波路と入力側のスラブ導波路の結合部と、出力側のスラブ導波路と出力導波の結合部の形状を調整することで広げることができる。

[0021] 図3の上図に示すように、光フィルタの形状は矩形ではなく、中心周波数と帯域幅に個体ばらつきがあるため、フィルタ数が増えると、受信端で見るフィルタの帯域幅は狭くなっていく（帯域狭窄）。このようなフィルタの特性により、光信号は伝送過程で両端が削られ信号成分が失われていき、最終的には受信端での信号誤りが増え、受信できなくなる。

[0022] 具体的に説明すると、図3の下図に示すように、光フィルタが多段連なると、通過帯域 2 1\_1 ~ 2 1\_3 の帯域幅が元の帯域幅よりも狭くなり、帯域幅 2 2\_1 ~ 2 2\_3 に示すようになる。結果として、各々の光信号  $\lambda 1 1$ 、 $\lambda 2 2$ 、 $\lambda 3 3$  の両端が削られるため（削られた部分をハッチングで示す）、光信号  $\lambda 1 1$ 、 $\lambda 2 2$ 、 $\lambda 3 3$  が受信できないレベルになる。

[0023] このような問題を解決するために、本実施の形態にかかる光デバイス1では、各々の光フィルタ 1 1\_1 ~ 1 1\_3 を構成する際に、互いに隣接する波長の光信号を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域の一部が互いに重畳するようにしている。つまり、図2に示すように、光フィルタ 1 1\_1 の通過帯域 1 3\_1 の一部と光フィルタ 1 1\_2 の通過帯域 1 3\_2 の一部とが重畳する重畳領域 1 7 を設けている。また、光フィルタ 1 1\_2 の通過帯域 1 3\_2 の一部と光フィルタ 1 1\_3 の通過帯域 1 3\_3 の一部とが重畳する重畳領域 1 8 を設けている。このような構成とすることで、光フィルタの帯域狭窄によって光信号  $\lambda 1 1$ 、 $\lambda 2 2$ 、 $\lambda 3 3$  の両端が削られることを抑制することができ、受信できない光信号が発生することを抑制することができる。

- [0024] 各々の光フィルタ11\_1~11\_3の通過帯域に重畳領域17、18を設ける場合は、例えば、隣接する光フィルタ間の周波数間隔を維持しつつ、複数の光フィルタの各々の通過帯域幅を広げる。具体的に説明すると、図4Aに示すように、各々の光フィルタの周波数間隔を維持しつつ、光フィルタの通過帯域を、通過帯域21\_1~21\_3（図3参照）から通過帯域13\_1~13\_3になるように広げる。各々の光フィルタの周波数間隔は、光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ のピーク間の周波数間隔に対応する。このようにすることで、各々の光フィルタ11\_1~11\_3の通過帯域13\_1~13\_3に重畳領域17、18を設けることができる。
- [0025] また、各々の光フィルタ11\_1~11\_3の通過帯域13\_1~13\_3の形状は任意の形状とすることができる。一例を挙げると、各々の光フィルタ11\_1~11\_3として、スーパーガウシアン型の光フィルタを用いることができる。
- [0026] 他の手段としては、例えば波長選択スイッチWSSのスイッチ素子（LCOS：Liquid crystal on silicon）の回折効率を調整することで通過帯域に重畳領域を設けることができる。
- [0027] 本実施の形態では、LCOS素子で形成された波長選択スイッチWSSのスイッチ素子25を用いることで、通過帯域を広げるように調整することができる。
- [0028] 通過帯域に重畳領域を有する構成を備えない一般的な波長選択スイッチWSSを用いた場合には、波長選択スイッチWSSのスイッチ素子25から各ポートに入力される光信号の帯域は、互いに重畳しない。そのため、図4Bの左図に示すように、スイッチ素子25が各々異なる波長を備える光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ をそれぞれ、ポートP1、P2、P3に入力されるようにスイッチングする際に、各光信号の帯域は、互いに重畳していない。よって、波長選択スイッチWSSのスイッチ素子は、各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ が互いに重畳しない状態でポートP1、P2、P3に入力されるようにスイッチングを行っている。

- [0029] すなわち、図4Bの左図に示すように、WSSの一般的な制御では、波長選択スイッチWSSのスイッチ素子25は、各々異なる波長を備える光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ をそれぞれ、ポートP1、P2、P3に出力する。このとき、スイッチ素子25は各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ が互いに重畳しないようにスイッチングしている。
- [0030] これに対して本実施の形態にかかる光デバイスでは、波長選択スイッチWSSのスイッチ素子25がLCOS素子によって通過帯域の調整を行っている。スイッチ素子25のLCOS素子は、図4Bの右図に示すように、各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ の端部が互いに重畳するような通過帯域を有するように設定されている。
- [0031] すなわち、本実施の形態の波長選択スイッチWSSのスイッチ素子25は、図4Bの右図に示すように、各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ の端部が互いに重畳するようにスイッチングする。波長選択スイッチWSSのスイッチ素子25は、各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ を各々のポートP1、P2、P3にスイッチングする際に、各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ の端部を互いに重畳させてスイッチングする。具体的には、スイッチ素子25は、光信号 $\lambda_{11}$ がポートP1、及びポートP2の一部に出力されるようにスイッチングする。
- [0032] また、スイッチ素子25は、光信号 $\lambda_{22}$ がポートP1の一部、ポートP2、及びポートP3の一部に出力されるようにスイッチングする。また、スイッチ素子25は、光信号 $\lambda_{33}$ がポートP3、及びポートP2の一部に出力されるようにスイッチングする。図4Bの右図において、スイッチ素子25が光信号をオーバーラップ制御している部分をハッチングで示している。また、各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ の強度Pを図4Bのグラフに示す。このような制御により、各々の光信号 $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{22}$ 、 $\lambda_{33}$ の端部が互いに重畳するようにスイッチングすることができる。なお、図4Bでは、一例として1入力N出力(1×N)の波長選択スイッチWSSの場合を示したが、本実施の形態はN入力1出力(N×1)の波長選択スイッチWSSを

用いても実現することができる。

[0033] また、本実施の形態では、AWGの入出力導波路の形状を調整することで各々の光信号の通過帯域に重畳領域を設けてもよい。例えば、AWGのスラブ導波路と入出力導波路との結合部の形状を調整することで、各々の光信号の通過帯域に重畳領域を設けることができる。

[0034] 以上で説明した本実施の形態にかかる発明により、光フィルタの帯域狭窄によって光信号が削られることを抑制することが可能な光デバイスを提供することができる。

[0035] なお、上記では3入力1出力の光デバイス1（周回性AWG）を一例として示したが、本発明はこれに限定されることはなく、光デバイス1の入力ポートの数や出力ポートの数は任意に決定することができる。

#### <実施の形態2>

次に、本発明の実施の形態2について説明する。

[0036] 図5は、実施の形態2にかかる光デバイス2を説明するための図である。図5に示すように、本実施の形態にかかる光デバイス2は、複数のビームスプリッタBS<sub>1</sub>～BS<sub>3</sub>と複数の周回性AWG<sub>1</sub>～AWG<sub>3</sub>とを用いて構成されている。本実施の形態にかかる光デバイス2は、光通信ネットワークにおける光ノード、より具体的には光クロスコネクタノードに用いることができる。

[0037] 図5に示すように、ビームスプリッタBS<sub>1</sub>～BS<sub>3</sub>の各々の入力側は、3つの入力側方路IN<sub>#1</sub>～IN<sub>#3</sub>と接続されている。ビームスプリッタBS<sub>1</sub>～BS<sub>3</sub>から出力された光信号は、ビームスプリッタBS<sub>1</sub>～BS<sub>3</sub>の後段に設けられている周回性AWG<sub>1</sub>～AWG<sub>3</sub>に供給される。ビームスプリッタBS<sub>1</sub>～BS<sub>3</sub>は1入力3出力（1×3）のビームスプリッタであり、周回性AWG<sub>1</sub>～AWG<sub>3</sub>は3入力1出力（3×1）の周回性AWGである。周回性AWG<sub>1</sub>～AWG<sub>3</sub>の各々の出力ポートは、出力側方路OUT<sub>#1</sub>～OUT<sub>#3</sub>にそれぞれ接続されている。

[0038] ビームスプリッタBS<sub>1</sub>～BS<sub>3</sub>の各々は、ビームスプリッタBS<sub>1</sub>～

BS\_3の各々に入力された各々の光信号を周回性AWG\_1~AWG\_3の各々の入力ポートに出力する。具体的には、ビームスプリッタBS\_1は入力側方路IN\_#1から供給された光信号Ch11、Ch12、Ch13を、周回性AWG\_1の入力ポートP1、周回性AWG\_2の入力ポートP2、及び周回性AWG\_3の入力ポートP3に供給する。同様に、ビームスプリッタBS\_2は入力側方路IN\_#2から供給された光信号Ch21、Ch22、Ch23を、周回性AWG\_1の入力ポートP2、周回性AWG\_2の入力ポートP3、及び周回性AWG\_3の入力ポートP1に供給する。同様に、ビームスプリッタBS\_3は入力側方路IN\_#3から供給された光信号Ch31、Ch32、Ch33を、周回性AWG\_1の入力ポートP3、周回性AWG\_2の入力ポートP1、及び周回性AWG\_3の入力ポートP2に供給する。

[0039] 各々の周回性AWG\_1~AWG\_3は、各々の入力ポートP1~P3に入力された各々の光信号をフィルタリングして出力側方路に出力する。具体的には、周回性AWG\_1は、入力ポートP1~P3に入力された光信号のうち光信号Ch11、Ch32、Ch23を出力側方路OUT\_#1に出力する。また、周回性AWG\_2は、入力ポートP1~P3に入力された光信号のうち光信号Ch21、Ch12、Ch33を出力側方路OUT\_#2に出力する。また、周回性AWG\_3は、入力ポートP1~P3に入力された光信号のうち光信号Ch31、Ch22、Ch13を出力側方路OUT\_#3に出力する。

[0040] ここで、入力側方路IN\_#1を通る各々の光信号Ch11、Ch12、Ch13は、各々異なる周波数帯域の光信号である。入力側方路IN\_#2を通る各々の光信号Ch21、Ch22、Ch23、及び入力側方路IN\_#3を通る各々の光信号Ch31、Ch32、Ch33についても同様である。

[0041] 一方、入力側方路IN\_#1の光信号Ch11、入力側方路IN\_#2の光信号Ch21、及び入力側方路IN\_#3の光信号Ch31は同一の周波数帯域の光信号である。同様に、入力側方路IN\_#1の光信号Ch12、入力側方路IN\_#2の光信号Ch22、及び入力側方路IN\_#3の光信号Ch32は同一の周波数帯域の光信号である。同様に、入力側方路IN\_#1の光信

号Ch13、入力側方路IN\_#2の光信号Ch23、及び入力側方路IN\_#3の光信号Ch33は同一の周波数帯域の光信号である。このため、WDM通信を実現するためには、これらの光信号が同一の出力側方路に出力されないようにする必要がある。

[0042] また、本実施の形態にかかる光デバイス2では、各々の光信号（Ch11、Ch12、Ch13、・・・Ch33）はチャンネル単位でルーティングされる。また、1つのチャンネルの帯域内に複数の波長多重信号を割り当て可能に構成されている。

[0043] 図6は、本実施の形態にかかる光デバイス2で用いられているチャンネルの帯域幅を説明するための図である。図6に示すように、本実施の形態にかかる光デバイス2では、1つのチャンネル帯域31の中に複数の波長多重信号（光信号）32を割り当てることができる。図6では、一例として、各々のチャンネルCh11、Ch12、Ch13の帯域幅を150GHzとし、チャンネルCh11の中に50GHzの帯域幅の光信号を3つ割り当てた場合を示している。また、チャンネルCh12の中に37.5GHzの帯域幅の光信号を4つ割り当てた場合を示している。また、チャンネルCh13の中に100GHzの帯域幅の光信号と50GHzの帯域幅の光信号とを割り当てた場合を示している。なお、図6に示した例は一例であり、各々のチャンネル帯域31の帯域幅は任意に決定することができる。また、各々のチャンネルの帯域内に割り当てた光信号32の帯域幅および数は任意に決定することができる。

[0044] そして、本実施の形態にかかる光デバイス2では、周回性AWG\_1～AWG\_3の各々の入力ポートP1～P3の通過帯域幅（つまり、光フィルタの帯域幅）を、チャンネル（Ch11、Ch12、Ch13、・・・Ch33）の帯域幅に対応するようにしている。換言すると、周回性AWG\_1～AWG\_3の各々の入力ポートP1～P3の通過帯域幅をチャンネルの帯域幅まで広げることで、所定の帯域幅を持った光信号（つまり、チャンネルCh11、Ch12、Ch13、・・・Ch33）を各々フィルタリングすることができる。例えば、チャンネルCh11をチャンネル単位でフィルタリングすることで、

50GHzの帯域幅の光信号32を3つ同一方向にフィルタリングすることができる。

[0045] 例えば、周回性AWG\_1の入力ポートP1には光信号Ch11、Ch12、Ch13が供給され、入力ポートP2には光信号Ch21、Ch22、Ch23が供給され、入力ポートP3には光信号Ch31、Ch32、Ch33が供給される。このとき、各々の入力ポートP1～P3の通過帯域幅を150GHzとすることで、1チャンネル当たりの帯域幅が150GHzの光信号を通過させることができる。

[0046] 例えば、周回性AWG\_1の入力ポートP1の通過帯域と中心周波数とを光信号Ch11の周波数帯域と中心周波数とに合わせることで、入力ポートP1に供給された光信号Ch11、Ch12、Ch13のうち光信号Ch11のみを通過させることができる。すなわち、入力ポートP1の通過帯域、すなわち、光フィルタの通過帯域と中心周波数とを光信号Ch11の周波数帯域と中心周波数とに合わせることで、光信号Ch12、Ch13を除去することができる。

[0047] 同様に、周回性AWG\_1の入力ポートP2の通過帯域と中心周波数とを光信号Ch23の周波数帯域と中心周波数とに合わせることで、入力ポートP2に供給された光信号Ch21、Ch22、Ch23のうち光信号Ch23のみを通過させることができる。

[0048] 同様に、周回性AWG\_1の入力ポートP3の通過帯域と中心周波数とを光信号Ch32の周波数帯域と中心周波数とに合わせることで、入力ポートP3に供給された光信号Ch31、Ch32、Ch33のうち光信号Ch32のみを通過させることができる。

[0049] 例えば、各々の周回性AWG\_1～AWG\_3の各々の入力ポートP1～P3の通過帯域幅は、複数の波長多重信号の隣接周波数間隔のm倍（mは2以上の正の実数）としてもよい。例えば、波長多重信号の隣接周波数間隔を37.5GHz、m=4とした場合、入力ポートP1～P3の通過帯域幅は150GHzとなる（図6のCh12参照）。この場合は、1つの光信号で1

00 Gbpsの容量の通信を行うとすると、1つのチャンネルの中に37.5 GHzの帯域幅の光信号を4つ割り当てることができるので、400 Gbpsの容量の通信を実現することができる。

[0050] また、例えば、波長多重信号の隣接周波数間隔を50 GHz、 $m=3$ とした場合、入力ポートP1～P3の通過帯域幅は150 GHzとなる（図6のCh11参照）。この場合は、1つの光信号で100 Gbpsの容量の通信を行うとすると、1つのチャンネルの中に50 GHzの帯域幅の光信号を3つ割り当てることができるので、300 Gbpsの容量の通信を実現することができる。また、例えば、波長多重信号の隣接周波数間隔を75 GHz、 $m=2$ とした場合も、入力ポートP1～P3の通過帯域幅は150 GHzとなる。また、上記の例はあくまでも一例であり、当該信号の変調方式、容量から最適な信号間隔、AWGの追加帯域幅(信号間隔の $m$ 倍)が決定される。

[0051] 上記で説明したように、本実施の形態にかかる光デバイス2では、1つのチャンネルの帯域内に複数の波長多重信号を割り当て可能に構成されている。ここで、1つのチャンネルの帯域内に割り当てられる複数の波長多重信号の数や帯域幅は任意に設定することができる。

[0052] つまり、1つのチャンネルに1つの光信号しか割り当てられない場合は、チャンネルと光信号とが一对一に対応している。そのため入力側方路IN\_#1～IN\_#3に供給される各々の光信号と、出力側方路OUT\_#1～OUT\_#3から出力される各々の光信号との関係は一意に決定されていた。換言すると、入力側方路IN\_#1～IN\_#3に供給される各々の光信号と、出力側方路OUT\_#1～OUT\_#3から出力される各々の光信号との関係は固定されていた。そのため、光通信ネットワークにおける運用の柔軟性に欠けるという問題があった。

[0053] これに対して本実施の形態にかかる光デバイス2では、1つのチャンネルの帯域内に複数の波長多重信号を割り当て可能に構成している。更に、周回性AWGがチャンネル単位で光信号をフィルタリングすることができるように、周回性AWGの各々の入力ポートの通過帯域幅（つまり、各々の入力ポート

に対応した各々の光フィルタの通過帯域幅)を広げている。よって、各々のチャンネル内に割り当てられる複数の波長多重信号の数や帯域幅を任意に設定することができるので、伝送する光信号に柔軟性を持たせることができる。つまり、図6に示すように、1チャンネル内に割り当てる光信号の数を変えたり(チャンネルCh11、Ch12参照)、1チャンネル内に各々異なる帯域幅を有する光信号を割り当てたりすることができる(チャンネルCh13参照)。そのため、伝送する光信号に柔軟性を持たせることができる。

[0054] また、本実施の形態にかかる光デバイス2では、周回性AWG\_1~AWG\_3を用いているので、同一の周波数帯域の信号が同一の出力側方路に出力されることを回避することができる。

[0055] ところで、本実施の形態にかかる光デバイス2では、1つのチャンネルの帯域内に複数の波長多重信号を割り当てている。光信号を高密度(高収容率)で伝送するためには、図7の上図に示すように、光フィルタの通過帯域41の帯域幅と4つの光信号42の帯域幅(つまり、1チャンネル当たりの帯域幅)との間に差がないほうが好ましい。例えば、図7の上図に示す場合は、1つの光信号42の帯域幅が37.5GHzでこの光信号42の数が4つであるので、4つの光信号42の帯域幅(1チャンネル当たりの帯域幅)は $37.5\text{GHz} \times 4 = 150\text{GHz}$ となる。この場合は、光フィルタの通過帯域41も150GHzとすることで、光信号を高密度に伝送することができる。

[0056] しかしながら、光フィルタの形状は矩形ではなく、中心周波数と帯域幅に個体ばらつきがあるため、フィルタ数が増えると、受信端で見るフィルタの帯域幅は狭くなっていく(帯域狭窄)。このようなフィルタの特性により、光信号は伝送過程で両端が削られ信号成分が失われていき、最終的には受信端での信号誤りが増え、受信できなくなる。具体的に説明すると、図7の下図に示すように、光フィルタが多段連なると、通過帯域41の帯域幅が元の帯域幅よりも狭くなり、帯域幅43に示すようになる。結果として、4つある光信号42のうちの両端の信号が削られるため(削られた部分をハッチングで示す)、両端の信号が受信できないレベルになる場合がある。

- [0057] このような現象を抑制するために、光信号と光フィルタ帯域の両端との間に空白エリア（つまり、ガードバンド）を設けることも考えられる。しかし、この場合は、ガードバンドを設けた分だけ光信号の収容率が低下してしまうという問題がある。
- [0058] このような問題を解決するために、本実施の形態にかかる光デバイス2では、互いに隣接するチャネルの光信号を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域の一部が互いに重畳するように各々の光フィルタを構成している。具体的に説明すると、図5に示した周回性AWG\_1のポートP1の光フィルタの通過帯域の一部とポートP2の光フィルタの通過帯域の一部とが、図8に示す通過帯域51\_1、51\_2のように互いに重畳するように構成している。すなわち、周回性AWG\_1のポートP1とポートP2の光フィルタの通過帯域に重畳領域55が設けられている。このとき、周回性AWG\_1のポートP1の光フィルタの通過帯域は、チャネルCh11の波長帯域に対応している。また、周回性AWG\_1のポートP2の光フィルタの通過帯域は、チャネルCh32の波長帯域に対応している。
- [0059] 周回性AWGの光フィルタの通過帯域は、例えば、周回性AWGの入出力導波路の形状を調整することで可変とすることができる。各光フィルタに対応する通過帯域を広げることで、隣接するポートに対応する光フィルタ間で通過帯域を重畳させることができる。例えば、周回性AWGの各ポートに対応する通過帯域は、周回性AWGの入力導波路と入力側のスラブ導波路の結合部と、出力側のスラブ導波路と出力導波の結合部の形状を調整することで広げることができる。
- [0060] また、図5に示した周回性AWG\_1のポートP2の光フィルタの通過帯域の一部とポートP3の光フィルタの通過帯域の一部とが、図8に示す通過帯域51\_2、51\_3のように互いに重畳するように構成している。すなわち、周回性AWG\_1のポートP2とポートP3の光フィルタの通過帯域に重畳領域56を設けられている。このとき、周回性AWG\_1のポートP2の光フィルタの通過帯域は、チャネルCh32の波長帯域に対応している。また、

周回性AWG<sub>1</sub>のポートP<sub>3</sub>の光フィルタの通過帯域は、チャンネルC<sub>h23</sub>の波長帯域に対応している。

[0061] 例えば、互いに隣接するチャンネルに対応した各々の光フィルタの周波数間隔を維持しつつ、各々の光フィルタの通過帯域を広げることで、互いに隣接するチャンネルに対応した光フィルタの通過帯域の一部を互いに重畳させることができる。具体例を用いて説明すると、図8に示すように、各々のチャンネルの周波数間隔5<sub>4</sub>を150GHzとしたまま、各々のチャンネルに対応した光フィルタの通過帯域5<sub>1\_1</sub>~5<sub>1\_3</sub>の幅を150GHzから162.5GHzに広げる。

[0062] このようにすることで、通過帯域5<sub>1\_1</sub>の一部と通過帯域5<sub>1\_2</sub>の一部とを重畳させることができる。この場合は、通過帯域5<sub>1\_1</sub>と通過帯域5<sub>1\_2</sub>とが重畳する重畳領域5<sub>5</sub>の幅は12.5GHzとなる。同様に、通過帯域5<sub>1\_2</sub>の一部と通過帯域5<sub>1\_3</sub>の一部とを重畳させることができる。この場合も、通過帯域5<sub>1\_2</sub>と通過帯域5<sub>1\_3</sub>とが重畳する重畳領域5<sub>6</sub>の幅は12.5GHzとなる。

[0063] 上記で説明したように、本実施の形態にかかる光デバイス2では、互いに隣接するチャンネルの光信号を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域の一部が互いに重畳するように各々の光フィルタを構成している。よって、光信号の帯域狭窄によって伝送過程で光信号の両端が削られることを抑制でき、受信できない光信号が発生することを抑制できる。したがって、伝送特性の劣化を抑制することができる。

[0064] 一方で、隣接するチャンネルの光フィルタの通過帯域の一部を重畳させると、隣接する他のチャンネルの光信号が漏れ込みクロストークが発生する。しかし、フィルタ帯域狭窄とクロストークとを比較して光信号の劣化が最小となるようにフィルタのオーバーラップ幅を最適化することにより、最良の伝送特性を得ることができる。

[0065] なお、図5に示した光デバイス2では、入力側方路および出力側方路の数がそれぞれ3つである場合を例として示した。しかし本実施の形態にかかる

光デバイス2では、入力側方路および出力側方路の数はこれ以外であってもよい。つまり、 $n$ 個の入力側方路 $I N_{\# 1} \sim I N_{\# n}$ と $n$ 個の出力側方路 $O U T_{\# 1} \sim O U T_{\# n}$ とを有する構成の場合は、入力側方路 $I N_{\# 1} \sim I N_{\# n}$ にそれぞれ接続された $n$ 個のビームスプリッタ $B S_{\# 1} \sim B S_{\# n}$ （1入力 $n$ 出力のビームスプリッタ）を設ける。 $n$ は、2以上の自然数である。

[0066] また、 $n$ 個のビームスプリッタ $B S_{\# 1} \sim B S_{\# n}$ の後段に $n$ 個の周回性 $A W G_{\# 1} \sim A W G_{\# n}$ （ $n$ 入力1出力の周回性 $A W G$ ）を設ける。 $n$ 個のビームスプリッタ $B S_{\# 1} \sim B S_{\# n}$ の各々は、 $n$ 個のビームスプリッタ $B S_{\# 1} \sim B S_{\# n}$ の各々に入力された各々の光信号を $n$ 個の周回性 $A W G_{\# 1} \sim A W G_{\# n}$ の各々の入力ポートに出力する。 $n$ 個の周回性 $A W G_{\# 1} \sim A W G_{\# n}$ の各々は、各々の入力ポートに入力された各々の光信号をフィルタリングして出力側方路に出力する。これにより、出力側方路 $O U T_{\# 1} \sim O U T_{\# n}$ にはルーティング後の光信号が出力される。

[0067] 以上で説明した本実施の形態にかかる発明により、光フィルタの帯域狭窄によって光信号が削られることを抑制することが可能な光デバイスを提供することができる。

[0068] 上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0069] （付記1）

波長が異なる複数の光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする光フィルタを複数備え、

前記複数の光フィルタは、互いに隣接する波長の光信号を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域の一部が互いに重畳するように構成されている、

光デバイス。

[0070] （付記2）

隣接する光フィルタ間の周波数間隔を維持しつつ前記複数の光フィルタの

各々の通過帯域幅を広げることで、前記隣接する光フィルタの各々の通過帯域の一部を互いに重畳させる、付記 1 に記載の光デバイス。

[0071] (付記 3)

前記複数の光フィルタは、スーパーガウシアン型の光フィルタまたはスーパーガウシアン関数で近似可能な光フィルタである、付記 1 または 2 に記載の光デバイス。

[0072] (付記 4)

前記複数の光フィルタの 1 つの当たりの通過帯域幅は、複数の光信号を同時に通過させることができる帯域幅である、付記 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光デバイス。

[0073] (付記 5)

前記光デバイスは、前記各々の光信号をフィルタリングする周回性 AWG であり、

前記各々の光信号はチャンネル単位でフィルタリングされ、

前記チャンネルは、当該チャンネルの帯域内に複数の光信号を割り当て可能に構成されており、

前記周回性 AWG の前記光フィルタの 1 つの当たりの通過帯域幅は前記チャンネルの帯域幅に対応している、

付記 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の光デバイス。

[0074] (付記 6)

前記周回性 AWG の前記光フィルタの 1 つ当たりの通過帯域幅は、前記複数の光信号の隣接周波数間隔の  $m$  倍 ( $m$  は 2 以上の正の実数) である、付記 5 に記載の光デバイス。

[0075] (付記 7)

前記周回性 AWG の前記各々の光フィルタの通過帯域幅は 150 GHz で、中心周波数間隔は 150 GHz である、付記 6 に記載の光デバイス。

[0076] (付記 8)

前記隣接周波数間隔は 37.5 GHz であり、前記  $m$  の値は  $m = 4$  である

、付記 7 に記載の光デバイス。

[0077] (付記 9)

前記隣接周波数間隔は 50 GHz であり、前記 m の値は  $m = 3$  である、付記 7 に記載の光デバイス。

[0078] (付記 10)

前記隣接周波数間隔は 75 GHz であり、前記 m の値は  $m = 2$  である、付記 7 に記載の光デバイス。

[0079] (付記 11)

前記光デバイスは通過帯域が可変可能な波長選択スイッチである、付記 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光デバイス。

[0080] (付記 12)

前記光デバイスは AWG である、付記 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光デバイス。

[0081] (付記 13)

互いに隣接する波長の光信号を各々通過させる通過帯域の一部が互いに重畳している複数の光フィルタに、波長多重化された光信号を入力し、

波長が異なる複数の前記光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする、光信号の処理方法。

[0082] (付記 14)

隣接する前記光フィルタ間の周波数間隔を維持しつつ前記複数の光フィルタの各々の通過帯域幅を広げることで、前記隣接する光フィルタの各々の通過帯域の一部を互いに重畳させる、付記 13 に記載の光信号の処理方法。

[0083] (付記 15)

前記複数の光フィルタの 1 つの当たりの通過帯域幅は、複数の光信号を同時に通過させることができる帯域幅である、付記 13 または 14 に記載の光信号の処理方法。

[0084] (付記 16)

前記光フィルタは、前記各々の光信号をフィルタリングする際の通過帯域

幅がチャンネルの帯域内に複数の光信号が割り当てられている前記チャンネルの帯域幅に対応するように設定され、

前記各々の光信号を前記チャンネル単位でフィルタリングする、付記13乃至15に記載の光信号の処理方法。

[0085] 以上、上述した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明のスコープ内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

[0086] この出願は、2016年2月29日に提出された日本出願特願2016-38163を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

## 符号の説明

- [0087] 1、2 光デバイス
- 11\_1～11\_3 光フィルタ
  - 12 合波部
  - 13\_1～13\_3 通過帯域
  - 15\_1～15\_3 光信号
  - 17、18 重畳領域
  - 21\_1～21\_3 通過帯域
  - 22\_1～22\_3 帯域幅
  - 31 通過帯域
  - 32 光信号
  - 41 通過帯域
  - 42 光信号
  - 43 帯域幅
  - 51\_1～51\_3 通過帯域
  - 52 光信号
  - 54 周波数間隔

55、56 重畳領域

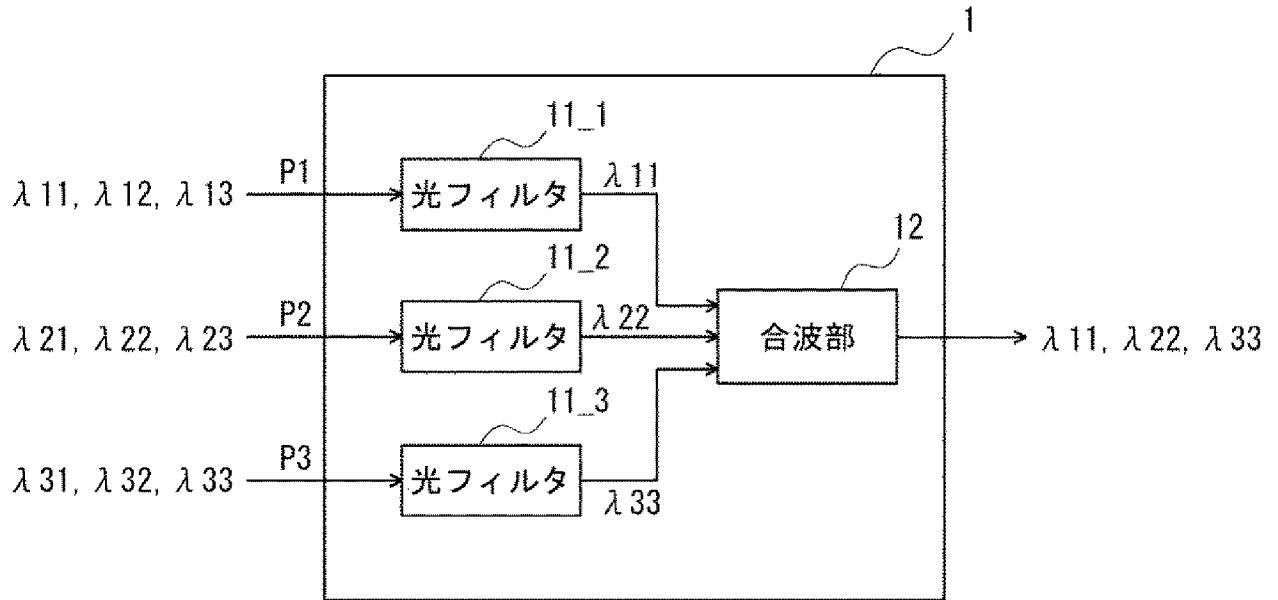
## 請求の範囲

- [請求項1] 波長が異なる複数の光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする光フィルタを複数備え、  
前記複数の光フィルタは、互いに隣接する波長の光信号を各々通過させる各々の光フィルタの通過帯域の一部が互いに重畳するように構成されている、  
光デバイス。
- [請求項2] 隣接する光フィルタ間の周波数間隔を維持しつつ前記複数の光フィルタの各々の通過帯域幅を広げることで、前記隣接する光フィルタの各々の通過帯域の一部を互いに重畳させる、請求項1に記載の光デバイス。
- [請求項3] 前記複数の光フィルタは、スーパーガウシアン型の光フィルタまたはスーパーガウシアン関数で近似可能な光フィルタである、請求項1または2に記載の光デバイス。
- [請求項4] 前記複数の光フィルタの1つの当たりの通過帯域幅は、複数の光信号を同時に通過させることができる帯域幅である、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の光デバイス。
- [請求項5] 前記光デバイスは、前記各々の光信号をフィルタリングする周回性AWGであり、  
前記各々の光信号はチャンネル単位でフィルタリングされ、  
前記チャンネルは、当該チャンネルの帯域内に複数の光信号を割り当て可能に構成されており、  
前記周回性AWGの前記光フィルタの1つの当たりの通過帯域幅は前記チャンネルの帯域幅に対応している、  
請求項1乃至4のいずれか一項に記載の光デバイス。
- [請求項6] 前記周回性AWGの前記光フィルタの1つ当たりの通過帯域幅は、前記複数の光信号の隣接周波数間隔の $m$ 倍（ $m$ は2以上の正の実数）である、請求項5に記載の光デバイス。

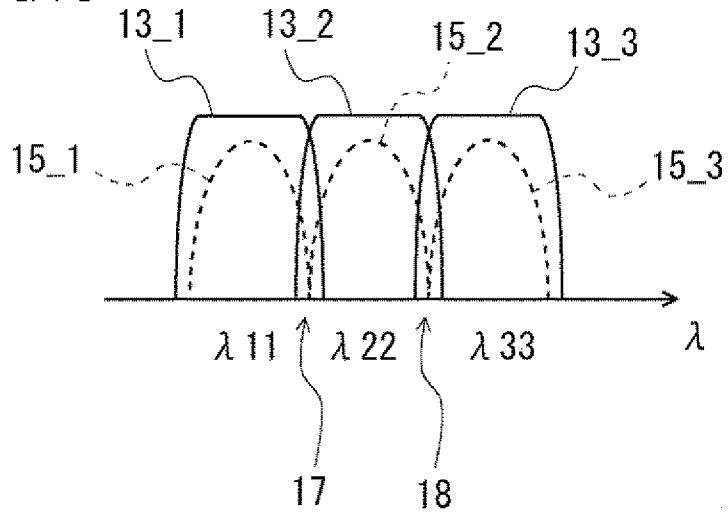
- [請求項7] 前記周回性AWGの前記各々の光フィルタの通過帯域幅は150GHzで、中心周波数間隔は150GHzである、請求項6に記載の光デバイス。
- [請求項8] 前記隣接周波数間隔は37.5GHzであり、前記mの値はm=4である、請求項7に記載の光デバイス。
- [請求項9] 前記隣接周波数間隔は50GHzであり、前記mの値はm=3である、請求項7に記載の光デバイス。
- [請求項10] 前記隣接周波数間隔は75GHzであり、前記mの値はm=2である、請求項7に記載の光デバイス。
- [請求項11] 前記光デバイスは通過帯域が可変可能な波長選択スイッチである、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の光デバイス。
- [請求項12] 前記光デバイスはAWGである、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の光デバイス。
- [請求項13] 互いに隣接する波長の光信号を各々通過させる通過帯域の一部が互いに重畳している複数の光フィルタに、波長多重化された光信号を入力し、  
波長が異なる複数の前記光信号の中から所定の帯域の光信号をフィルタリングする、光信号の処理方法。
- [請求項14] 隣接する前記光フィルタ間の周波数間隔を維持しつつ前記複数の光フィルタの各々の通過帯域幅を広げることで、前記隣接する光フィルタの各々の通過帯域の一部を互いに重畳させる、請求項13に記載の光信号の処理方法。
- [請求項15] 前記複数の光フィルタの1つの当たりの通過帯域幅は、複数の光信号を同時に通過させることができる帯域幅である、請求項13または14に記載の光信号の処理方法。
- [請求項16] 前記光フィルタは、前記各々の光信号をフィルタリングする際の通過帯域幅がチャンネルの帯域内に複数の光信号が割り当てられている前記チャンネルの帯域幅に対応するように設定され、

前記各々の光信号を前記チャンネル単位でフィルタリングする、請求項 13 乃至 15 のいずれか一項に記載の光信号の処理方法。

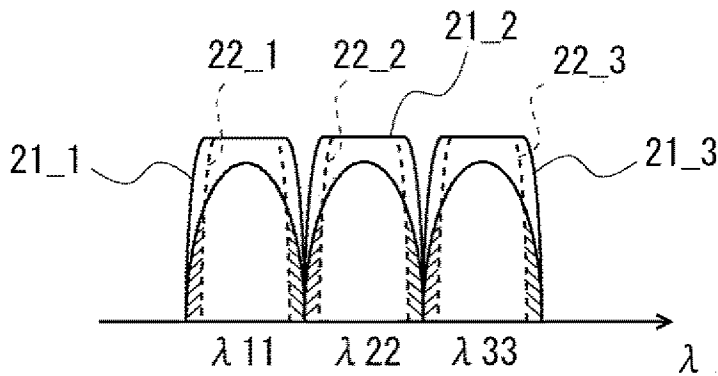
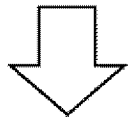
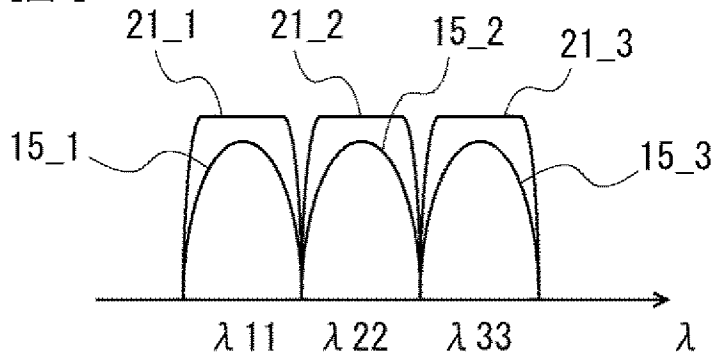
[図1]



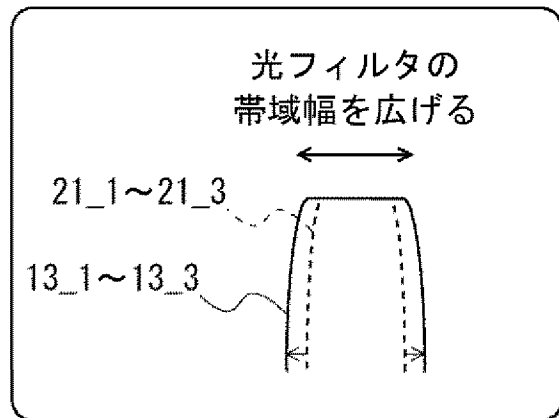
[図2]



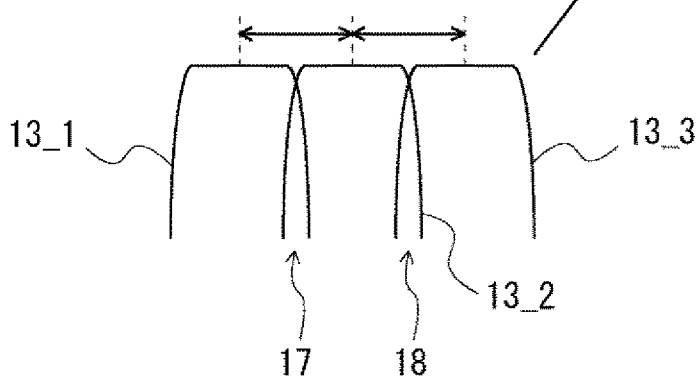
[図3]



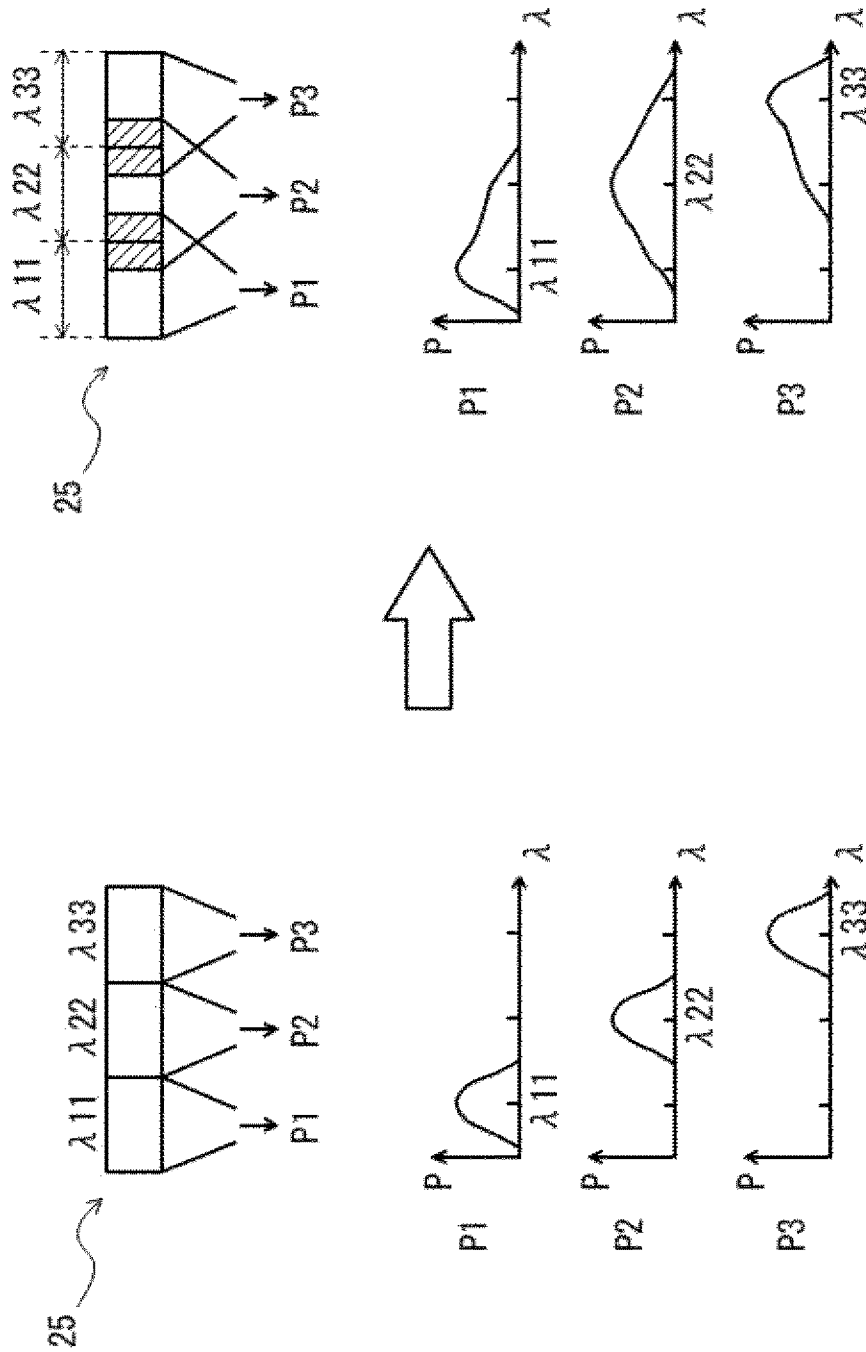
[図4A]



各々の周波数間隔は  
維持する



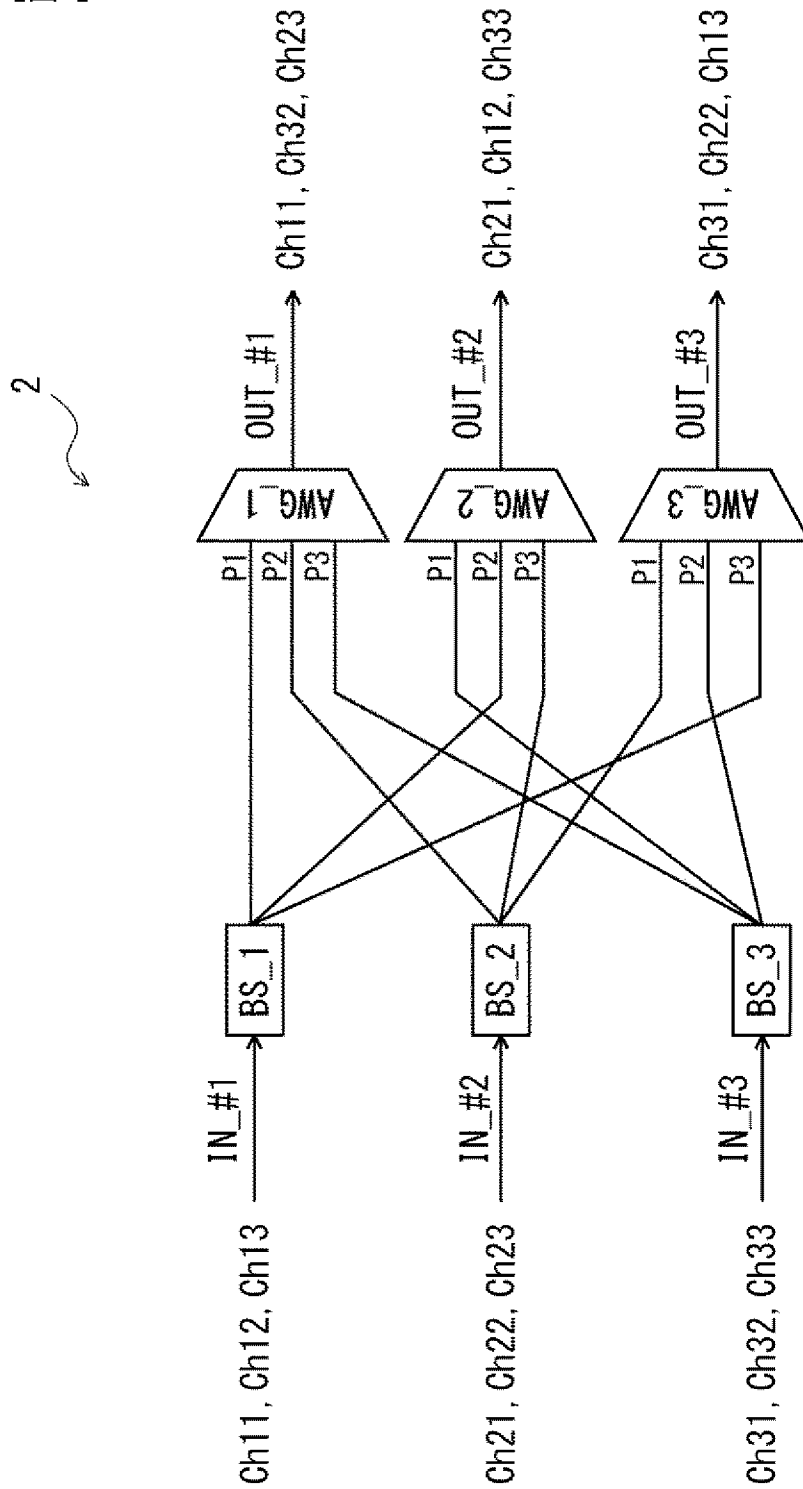
[図4B]



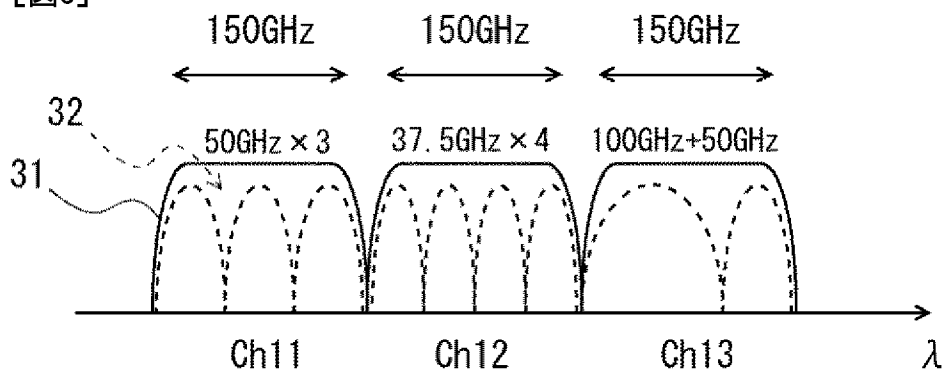
本発明の制御

一般的な制御

[図5]

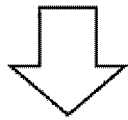
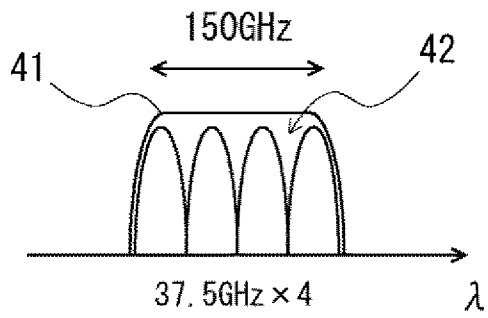


[図6]

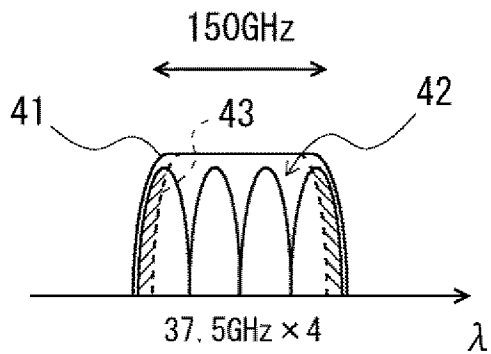


[図7]

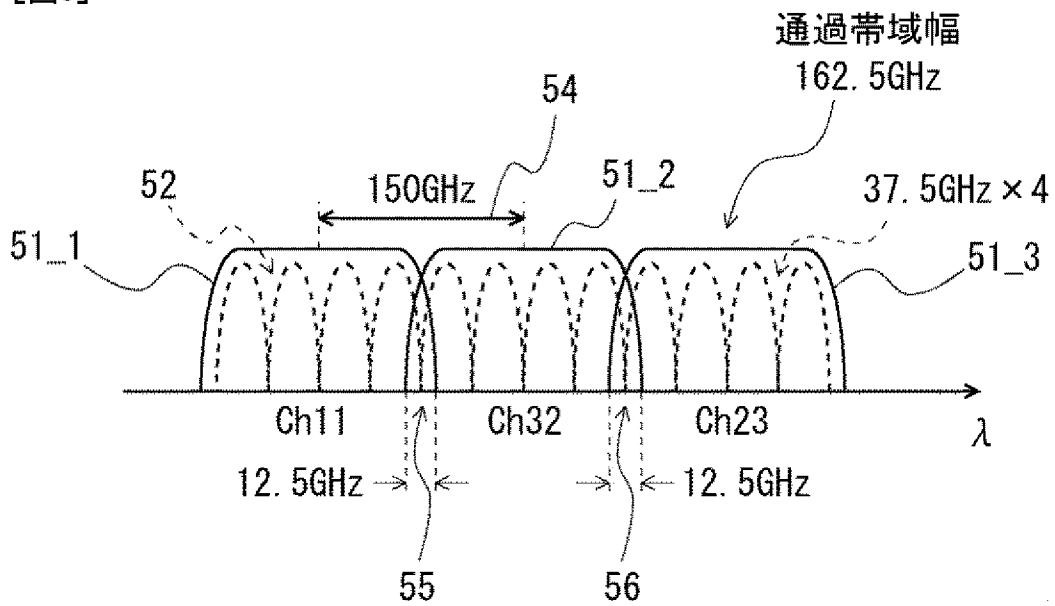
光フィルタの帯域幅



光フィルタの帯域幅



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/006394

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B6/12(2006.01)i, G02F1/31(2006.01)i, H04J14/02(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)  
G02B6/12-6/14, G02F1/31, H04J14/02

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
IEEE Xplore, JSTPlus(JDreamIII), JST7580(JDreamIII)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	KLONIDIS, D. et al., Enabling Transparent Technologies for the Development of Highly Granular Flexible Optical Cross-Connects, 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRANSPARENT OPTICAL NETWORKS, 2014.07.09, We.D1.5, pp.1-6	1-3, 11, 13-14 4-10, 12, 15-16
X A	JINNO, M. et al., Demonstration of Novel Spectrum-Efficient Elastic Optical Path Network with Per-Channel Variable Capacity of 40 Gb/s to Over 400 Gb/s, 34TH EUROPEAN CONFERENCE ON OPTICAL COMMUNICATION, 2008.09.24, Th.3.F.6, pp.1-2	1-3, 11, 13-14 4-10, 12, 15-16

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 09 May 2017 (09.05.17)	Date of mailing of the international search report 23 May 2017 (23.05.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/006394

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-40253 A (Fujitsu Ltd.), 05 February 2004 (05.02.2004), paragraphs [0019] to [0034], [0042]; fig. 1 to 6 & US 2004/0062550 A1 paragraphs [0070] to [0085], [0099]; fig. 1 to 6 & EP 1376919 A2 & CN 1469579 A	1-3, 12-14 4-10, 15-16
Y	JP 2015-60125 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 30 March 2015 (30.03.2015), paragraphs [0050] to [0060], [0080] to [0176]; fig. 7 to 36 (Family: none)	4-10, 15-16
A	JP 2000-244402 A (JDS Uniphase Inc.), 08 September 2000 (08.09.2000), paragraphs [0017] to [0043]; fig. 1 to 8 & EP 1030480 A2 paragraphs [0014] to [0028]; fig. 1 to 8 & CA 2262291 A1	1-16
A	JP 2012-175247 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraphs [0006] to [0010], [0019] to [0044]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-16
A	US 2014/0268155 A1 (INTELLIGENT FIBER OPTIC SYSTEMS, INC.), 18 September 2014 (18.09.2014), paragraphs [0026] to [0032]; fig. 5 to 9 (Family: none)	1-16
A	ZAMI, T., Impact of intra-superchannel spectral constraints on the throughput of the elastic WDM networks, OFC/NFOEC TECHNICAL DIGEST, 2012.05.03, pp.1-3	1-16
P,X P,A	Yurie MATSUYAMA et al., "Proposition of Simplified OXC Architecture on Elastic Optical Node", Proceedings of the 2016 IEICE General Conference, 01 March 2016 (01.03.2016), B-10-18	1-6, 12-16 7-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G02B6/12(2006.01)i, G02F1/31(2006.01)i, H04J14/02(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（IPC））  
 Int.Cl. G02B6/12-6/14, G02F1/31, H04J14/02

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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）  
 IEEE Xplore, JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII)

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
X	KLONIDIS, D. et al., Enabling Transparent Technologies for the Development of Highly Granular Flexible Optical Cross-Connects, 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON TRANSPARENT OPTICAL NETWORKS, 2014.07.09, We.D1.5, pp.1-6	1-3, 11, 13-14
A		4-10, 12, 15-16
X	JINNO, M. et al., Demonstration of Novel Spectrum-Efficient Elastic Optical Path Network with Per-Channel Variable Capacity of 40 Gb/s to Over 400 Gb/s, 34TH EUROPEAN CONFERENCE ON OPTICAL COMMUNICATION, 2008.09.24, Th.3.F.6, pp.1-2	1-3, 11, 13-14
A		4-10, 12, 15-16

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	

国際調査を完了した日 09.05.2017	国際調査報告の発送日 23.05.2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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 元彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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
X	JP 2004-40253 A (富士通株式会社) 2004. 02. 05, 段落 [0019] - [0034], [0042], 第 1-6 図 & US 2004/0062550 A1, 段落 [0070] - [0085], [0099], 第 1-6 図 & EP 1376919 A2 & CN 1469579 A	1-3, 12-14
Y		4-10, 15-16
Y	JP 2015-60125 A (日本電信電話株式会社) 2015. 03. 30, 段落 [0050] - [0060], [0080] - [0176], 第 7-36 図 (ファミリーなし)	4-10, 15-16
A	JP 2000-244402 A (ジェイディーエス ユニフェイズ インコーポレイテッド) 2000. 09. 08, 段落 [0017] - [0043], 第 1-8 図 & EP 1030480 A2, 段落 [0014] - [0028], 第 1-8 図 & CA 2262291 A1	1-16
A	JP 2012-175247 A (日本電信電話株式会社) 2012. 09. 10, 段落 [0006] - [0010], [0019] - [0044], 第 1-6 図 (ファミリーなし)	1-16
A	US 2014/0268155 A1 (INTELLIGENT FIBER OPTIC SYSTEMS, INC.) 2014. 09. 18, 段落 [0026] - [0032], 第 5-9 図 (ファミリーなし)	1-16
A	ZAMI, T., Impact of intra-superchannel spectral constraints on the throughput of the elastic WDM networks, OFC/NFOEC TECHNICAL DIGEST, 2012. 05. 03, pp. 1-3	1-16
P, X	松山 友理恵 et al., エラスティック光ノードにおける Simplified OXC Architecture の提案, 2016 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2016. 03. 01, B-10-18	1-6, 12-16
P, A		7-11