

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3938924号

(P3938924)

(45) 発行日 平成19年6月27日(2007.6.27)

(24) 登録日 平成19年4月6日(2007.4.6)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4J	14/00	(2006.01)	HO4B	9/00	E
HO4J	14/02	(2006.01)	HO4B	9/00	N
HO4B	10/20	(2006.01)	HO4B	9/00	G
HO4B	10/24	(2006.01)	HO4L	12/44	200
HO4L	12/44	(2006.01)			

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2005-505049 (P2005-505049)
(86) (22) 出願日	平成16年6月18日(2004.6.18)
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/008952
(87) 国際公開番号	W02004/114555
(87) 国際公開日	平成16年12月29日(2004.12.29)
審査請求日	平成16年9月30日(2004.9.30)
(31) 優先権主張番号	特願2003-173898 (P2003-173898)
(32) 優先日	平成15年6月18日(2003.6.18)
(33) 優先権主張国	日本国(JP)

(73) 特許権者	000004226
	日本電信電話株式会社
	東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(74) 代理人	100077481
	弁理士 谷 義一
(74) 代理人	100088915
	弁理士 阿部 和夫
(72) 発明者	可児 淳一
	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
	本電信電話株式会社内
(72) 発明者	岩月 勝美
	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
	本電信電話株式会社内

審査官 前田 典之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光波長多重アクセスシステムおよび光ネットワークユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

センタ装置(OLT)とn個の光ネットワークユニット(ONU)およびm個のONUが波長多重分離装置を介して配置され、OLTと波長多重分離装置の多重区間が多重区間光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各ONUのアクセス区間がそれぞれアクセス区間光ファイバを介して接続され、前記OLTから前記各ONUへの下り光信号および前記各ONUから前記OLTへの上り光信号を、各ONUごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムであって、

前記n個のONUに対応する下り光信号の波長帯Da(波長 d1~ dn)、前記n個のONUに対応する上り光信号の波長帯Ua(波長 u1~ un)、前記m個のONUに対応する下り光信号の波長帯Db(波長 dn+1~ dn+m)、前記m個のONUに対応する上り光信号の波長帯Ub(波長 un+1~ un+m)が互いに異なる帯域に設定され、かつ波長帯Uaと波長帯Ubが隣接し、波長帯Uaと波長帯Daまたは波長帯Ubと波長帯Dbの少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、

前記OLTは、

前記波長帯Da(波長 d1~ dn)において波長多重された下り光信号と、前記波長帯Db(波長 dn+1~ dn+m)において波長多重された下り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段と、

前記多重区間光ファイバを介して入力される上り光信号を、前記波長帯Ua(波長 u1

10

20

～ u_n) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とに、分波する手段とを備え、

前記波長多重分離装置は、

前記多重区間光ファイバを介して入力される下り光信号を、前記波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$) において波長多重された下り光信号と、前記波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$) において波長多重された下り光信号とに、分波する手段と、

前記波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段とを備え、

前記各 ONU は、

前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中で割り当てられた波長 $d_1 \sim d_{n+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、

前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中で割り当てられた波長 $u_1 \sim u_{n+m}$ の上り光信号または前記波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記下り光信号の波長帯 D_a , D_b および前記上り光信号の波長帯 U_a , U_b は、波長軸上で、

波長帯 D_a 、波長帯 U_a 、波長帯 U_b 、波長帯 D_b の順、または

波長帯 D_b 、波長帯 U_b 、波長帯 U_a 、波長帯 D_a の順に設定されたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記下り光信号の波長帯 D_a , D_b および前記上り光信号の波長帯 U_a , U_b は、波長軸上で、

波長帯 U_a 、波長帯 U_b 、波長帯 D_b 、波長帯 D_a の順、または

波長帯 D_a 、波長帯 D_b 、波長帯 U_b 、波長帯 U_a の順に設定されたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記下り光信号の波長帯 D_a , D_b および前記上り光信号の波長帯 U_a , U_b は、波長軸上で、

波長帯 U_b 、波長帯 U_a 、波長帯 D_a 、波長帯 D_b の順、または

波長帯 D_b 、波長帯 D_a 、波長帯 U_a 、波長帯 U_b の順に設定されたことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記アクセス区間は、前記各 ONU ごとに 2 本のアクセス区間光ファイバを介して接続された構成であり、

前記 OLT は、前記波長帯 $U_a \sim U_b$ (波長 $u_1 \sim u_{n+m}$) の上り用光キャリアおよび前記波長帯 $D_a \sim D_b$ (波長 $d_1 \sim d_{n+m}$) の下り光信号を波長多重して前記多重区間光ファイバに送出する構成であり、

前記波長多重分離装置は、前記多重区間光ファイバを介して入力される上り用光キャリアおよび下り光信号から、各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアおよび下り光信号を分波して各一方のアクセス区間光ファイバを介して各 ONU へ出力し、各他方のアクセス区間光ファイバから入力する各 ONU に対応する波長の上り光信号を合波して前記波長

10

20

30

40

50

帯 $U_a \sim U_b$ (波長 $u_1 \sim u_{n+m}$) の上り光信号を波長多重し前記多重区間光ファイバに出力する構成であり、

前記 ONU は、

上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、前記一方のアクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアと下り光信号を分波する波長帯分波器と、

前記上り光信号送信手段として、前記波長帯分波器で分波された各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアを変調して他方のアクセス区間光ファイバに送出する光変調器とを備えた

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

10

【請求項 6】

請求項 1 に記載の光波長多重アクセスシステムにおいて、

前記アクセス区間は、前記各 ONU ごとに 1 本のアクセス区間光ファイバを介して接続された構成であり、

前記 ONU は、上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、前記アクセス区間光ファイバを介して入力される各 ONU に対応する波長の下り光信号を前記下り光信号受信手段に出力し、前記上り光信号送信手段から出力される各 ONU に対応する波長の上り光信号を前記アクセス区間光ファイバに出力する波長帯分波器を備えた

ことを特徴とする光波長多重アクセスシステム。

20

【請求項 7】

請求項 1 に記載の光ネットワークユニット (ONU) が有する、前記下り光信号受信手段と前記上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニット。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の光ネットワークユニット (ONU) が有する、前記波長帯分波器と、前記波長帯分波器で分波された前記下り光信号を受信する前記下り光信号受信手段と、前記光変調器とを備えたことを特徴とする光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニット。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の光ネットワークユニット (ONU) が有する、前記波長帯分波器と、前記波長帯分波器で分波された前記下り光信号を受信する前記下り光信号受信手段と、前記上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニット。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センタ装置 (OLT; Optical line terminal) と複数の光ネットワークユニット (ONU; Optical network unit) との間で光信号を双方向伝送するシステムにおいて、光ネットワークユニットの増設を容易にする光波長多重アクセス (Wavelength-division multiple access) システム、およびそれに対応する光ネットワークユニットに関する。

40

【背景技術】

【0002】

図 1 A は、従来の光波長多重 (WDM; Wavelength-division multiplex(ing)) アクセスシステムの構成例を示す (特開 2000 - 196536 号公報)。図 1 A において、センタ装置 (OLT) 50 と波長多重分離 (Wavelength multi/demultiplex(ing)) 装置 60 との多重区間は、多重区間光ファイバ 1, 2 を介して接続される。波長多重分離装置 60 と複数の光ネットワークユニット (ONU) 70 - 1 ~ 70 - n とのアクセス区間は、それぞれアクセス区間光ファイバ 3, 4 を介して接続される。ここでは、OLT から ONU

50

への下り信号用として1つの波長帯(Wavelength band) Dを割り当てる。ONUからOLTへの上り信号用として1つの波長帯U (D)を割り当てる。さらに波長帯Dの波長 $d_1 \sim d_n$ および波長帯Uの波長 $u_1 \sim u_n$ をそれぞれ各ONUに割り当てる例を示す。

【0003】

OLT 50の送信部(S) 51は、波長帯D(波長 $d_1 \sim d_n$)の下り光信号と波長帯U(波長 $u_1 \sim u_n$)の上り用光キャリア(Optical carrier(s))とを波長多重し、多重区間光ファイバ1を介して波長多重分離装置60へ送信する。波長多重分離装置60は、波長帯Dの下り光信号と波長帯Uの上り用光キャリアとをそれぞれ各波長に分波する。そして波長多重分離装置60は、分波して得られた、波長 $d_1 \sim d_n$ の下り光信号および波長 $u_1 \sim u_n$ の上り用光キャリアの各ペアを、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU 70-1~70-nへ送信する。

10

【0004】

ONU 70-1は、伝送されてきた波長 d_1 の下り光信号と波長 u_1 の上り用光キャリアとをWDMカプラ71で分波し、波長 d_1 の下り光信号を光受信器(R) 72で受信する。また、ONU 70-1は、波長 u_1 の上り用光キャリアを、光変調器(M) 73で変調し上り光信号として、アクセス区間光ファイバ4を介して波長多重分離装置60へ送信する。他のONUについても同様である。各ONUから送信された波長 $u_1 \sim u_n$ の上り光信号は、波長多重分離装置60で波長多重される。そして、波長多重された上り光信号は、上りの多重区間光ファイバ2を介してOLT 50へ伝送され、受信部(R) 52に受信される。

20

【0005】

ここで、図1Bに示すように、下り光信号の波長帯D(波長 $d_1 \sim d_n$)と、上り光信号(上り用光キャリア)の波長帯U(波長 $u_1 \sim u_n$)とは、波長軸上で重ならないように配置される。波長多重分離装置60として用いるアレイ導波路回折格子(AWG; Arranged waveguide grating(s)) 61は、FSR(Free spectral range)間隔の下り信号波長(例えば d_1)と上り信号波長(例えば u_1)とを同じポートに分波する機能を有する。各ONUでは、波長帯Dと波長帯Uからそれぞれ1波ずつ分波された下り光信号と上り用光キャリアがペアで入力される。このため、図1Cに示すように波長帯Dと波長帯Uを分離する同一仕様のWDMカプラ71を用いることにより、下り光信号と上り用光キャリアを分離して互いに干渉を引き起こさないようにすることができる。

30

【0006】

なお、波長 $u_1 \sim u_n$ の上り用光キャリアは、OLT 50の送信部51から送信する際には波長 $u_1 \sim u_n$ を含む広帯域光(Broadband light)とし、波長多重分離装置60のAWG 61で波長 $u_1 \sim u_n$ の上り用光キャリアにスペクトルスライスして各ONUに供給する方法も提案されている(特開2001-177505号公報)。

【0007】

ところで、このような工夫は、ONU 70-1~70-nの構成要素の共通化(少品種化)を目的としている。すなわち、まずOLT 50から各波長の上り用光キャリアが各ONUに供給される。これにより、各ONUは、それぞれ割り当てられる波長の光源を個々に備える必要がなく、同一仕様の波長帯Uの光変調器(Optical modulator) 73を利用することができる。さらに、各ONUには、波長帯Dの下り信号と波長帯Uの上り信号とがそれぞれ1波ずつ入力される。各ONUは、下り光信号と上り用光キャリアとを分波するために、波長帯Dと波長帯Uとを分離する同一仕様のWDMカプラ71を利用することができる。

40

【0008】

また、図2Aのように、AWG 61や多ポート波長フィルタを用いた波長多重分離装置60を介して、OLT 50と複数のONU 70-1~70-nとが対向する構成において、光送信器(S) 75として波長可変光源を用いることで、各ONUに同一仕様の光送信器を配置できる。この場合、ONU 70-1から70-nは、図2Bにその波長特性を示すように、それぞれ異なる波長の上り光信号 u_1 から u_n を送信する。

50

【 0 0 0 9 】

さらに、同様に図 2 A の構成において、以下に述べるような構成も提案されている (Akimoto, K. et al., "Spectrum-sliced, 25-GHz spaced, 155 Mbps x 32 channel WDM access", The 4th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics, 2001 (CLEO/Pacific Rim 2001), Vol.2, pp.11-556-557)。各 ONU の光送信器 (S) 75 は、図 2 C にその波長特性を示すような、波長帯 U で広いスペクトル幅を有する広帯域光を変調する光送信器である。この広帯域光を各 ONU が変調して上り光信号として送信し、波長多重分離装置 60 がその上り光信号をスペクトルスライスして波長多重し、OLT 50 に伝送する。この構成は、実質的に各 ONU からそれぞれ異なる波長の上り光信号を送信する構成と等価であるが、各 ONU に同一仕様の光送信器を配置できることが特徴になっている。

10

【 0 0 1 0 】

なお、光スペクトル幅の広い変調 (modulation) 光を得るためには、スーパーluminescentダイオードまたは半導体光増幅器 (SOA; Semiconductor optical amplifier(s)) を電気信号で直接変調 (Direct modulation) する方法が可能である。または、半導体光増幅器またはエルビウム添加光ファイバ増幅器 (EDFA; Erbium-doped fiber amplifier(s)) の出力光 (広帯域無変調光) を外部変調 (External modulation) 器で変調する方法が可能である。

【 0 0 1 1 】

ところで、従来の光波長多重アクセスシステムにおいて OLT に収容する ONU を増設する場合には、標準の ONU に割り当てた波長と、増設する ONU に割り当てる波長とを異なる波長帯に設定する。一般的には図 3 に示すような構成が考えられている。これは、基本的には図 1 A に示す OLT 50 の送信部 51 および受信部 52、波長多重分離装置 60 の AWG 61、ONU 70-1 ~ 70-n を標準および増設用として並列に配置した構成である。

20

【 0 0 1 2 】

ここでは、標準の ONU 70-1 ~ 70-n に、下り信号用として波長帯 Da の波長 $d_1 \sim d_n$ および上り信号用として波長帯 Ua の波長 $u_1 \sim u_n$ がそれぞれ割り当てられている。また、増設の ONU 70-n+1 ~ 70-n+m に、下り信号用として波長帯 Db の波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$ および上り信号用として波長帯 Ub の波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$ がそれぞれ割り当てられている。

30

【 0 0 1 3 】

OLT 50 は、波長帯 Da ($d_1 \sim d_n$) の下り光信号と波長帯 Ua ($u_1 \sim u_n$) の上り用光キャリアとを波長多重送信する標準の送信部 (Sa) 51a を備える。OLT 50 はまた、波長帯 Db ($d_{n+1} \sim d_{n+m}$) の下り光信号と波長帯 Ub ($u_{n+1} \sim u_{n+m}$) の上り用光キャリアとを波長多重送信する増設の送信部 (Sb) 51b を備える。さらに OLT 50 は、波長帯 Ua ($u_1 \sim u_n$) の上り光信号を受信する標準の受信部 (Ra) 52a と、波長帯 Ub ($u_{n+1} \sim u_{n+m}$) の上り光信号を受信する増設の受信部 (Rb) 52b とを備える。

【 0 0 1 4 】

標準の送信部 51a および増設の送信部 51b から送信される標準と増設の下り光信号および上り用光キャリアは、WDM カプラ 53d で波長多重され、多重区間光ファイバ 1 を介して波長多重分離装置 60 へ送信される。波長多重分離装置 60 は、WDM カプラ 62d で標準の波長帯 Da, Ua と、増設の波長帯 Db, Ub とを分波する。波長多重分離装置 60 は、これらの分波された波長帯を、それぞれの AWG 61a, 61b で各波長の下り光信号と上り用光キャリアにそれぞれ分波する。AWG 61a で分波された波長 $d_1 \sim d_n$ の下り光信号および波長 $u_1 \sim u_n$ の上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ 3 を介してそれぞれ対応する ONU 70-1 ~ 70-n へ伝送される。AWG 61b で分波された波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$ の下り光信号および波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$ の上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ 3 を介してそれぞれ対応する ONU 70-n+1 ~ 70-n+m へ伝送される。

40

50

【 0 0 1 5 】

標準のONU70-1~70-nのWDMカプラ71aは、波長帯Daと波長帯Uaを分波する共通の特性を有する。標準のONU70-1~70-nの光変調器73aは、波長帯Uaの光キャリアを変調する共通の特性を有する。一方、増設のONU70-n+1~70-n+mのWDMカプラ71bは、波長帯Dbと波長帯Ubを分波する共通の特性を有する。増設のONU70-n+1~70-n+mの光変調器73bは、波長帯Ubの光キャリアを変調する共通の特性を有する。各ONUから送信された上り光信号は、アクセス区間光ファイバ4を介して波長多重分離装置60のAWG61a, 61bに伝送される。そして、それぞれ波長多重された標準および増設の上り光信号が、さらにWDMカプラ62uで合波され、上りの多重区間光ファイバ2を介してOLT50へ伝送される。OLT50は、WDMカプラ53uで標準の波長帯Uaと増設の波長帯Ubとに分波し、標準の受信部52aおよび増設の受信部52bでそれぞれ、分波された波長帯を受信する。

10

【 0 0 1 6 】

図3に示す光波長多重アクセスシステムは、図1Aに示す従来の光波長多重アクセスシステムを単純に拡張したものである。すなわち、図4のAに示すように、標準の下り信号用として波長帯Daの波長 $d_1 \sim d_n$ が割り当てられ、および上り信号用として波長帯Uaの波長 $u_1 \sim u_n$ が割り当てられている。また、増設の下り信号用として波長帯Dbの波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$ が割り当てられ、および上り信号用として波長帯Ubの波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$ が割り当てられている。かつUa, Da, Ub, Dbが、それらの順に波長軸上に割り当てられている。

20

【 0 0 1 7 】

このような割り当てでは、図4のBに示すように、OLT50のWDMカプラ53d, 53uおよび波長多重分離装置60のWDMカプラ62d, 62uの透過特性は、標準の波長帯Ua, Daと増設の波長帯Ub, Dbを合分波すればよい。したがって、それらはすべて同一仕様のものを用いることができる。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 8 】

しかし、標準のONU70-1~70-nのWDMカプラ71aは波長帯Uaと波長帯Daとを分波し、増設のONU70-n+1~70-n+mのWDMカプラ71bは波長帯Ubと波長帯Dbとを分波する。したがって、図4のC、Dに示すように、それらはそれぞれ異なった透過特性のものが必要になる。また、同様に標準の光変調器73aと増設の光変調器73bの動作帯域についても、図4のE、Fに示すように波長帯Uaと波長帯Ubで異なることになる。すなわち、標準のONUと増設のONUでは、WDMカプラ71a, 71bおよび光変調器73a, 73bとしてそれぞれ異なる仕様のものが必要になる。

30

【 0 0 1 9 】

なお、WDMカプラ71a, 71bとして、図4のGに示すような波長帯Da, Ubと波長帯Ua, Dbとを分波する透過特性のものを用いれば、そそれは共通化することが可能である。しかし、WDMカプラに対する光受信器と光変調器の接続ポートを標準と増設で入れ替える必要が生じ、必ずしもONUが共通化されたとはいえないところがある。また、光変調器73a, 73bは、動作帯域が波長帯Daを挟んで波長帯Uaから波長帯Ubまでである広帯域のものを用いれば共通化が可能である。しかし、現状では動作帯域は数10nm程度が限界であるので、単一品種で対応するためには波長数(ONU数)が制限されることになる。また、図2Bまたは図2Cに示すような、各ONUに波長可変光源または広帯域光を変調する光送信器75を配置する構成でも、これらの発光帯域が制限要因となる。

40

【 0 0 2 0 】

本発明は、標準のONUと増設のONUとを共通の仕様とし、かつ光変調器の動作帯域あるいは光送信器の発光帯域を最小化することができる光波長多重アクセスシステム、お

50

よびそれに対応する光ネットワークユニット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】

【0021】

(発明の開示)

このような目的を達成するために、本発明の光波長多重アクセスシステムは、センタ装置(OLT)とn個の光ネットワークユニット(ONU)およびm個のONUが波長多重分離装置を介して配置され、OLTと波長多重分離装置の多重区間が多重区間光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各ONUのアクセス区間がそれぞれアクセス区間光ファイバを介して接続され、前記OLTから前記各ONUへの下り光信号および前記各ONUから前記OLTへの上り光信号を、各ONUごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムであって、前記n個のONUに対応する下り光信号の波長帯Da(波長 $d_1 \sim d_n$)、前記n個のONUに対応する上り光信号の波長帯Ua(波長 $u_1 \sim u_n$)、前記m個のONUに対応する下り光信号の波長帯Db(波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$)、前記m個のONUに対応する上り光信号の波長帯Ub(波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$)が互いに異なる帯域に設定され、かつ波長帯Uaと波長帯Ubが隣接し、波長帯Uaと波長帯Daまたは波長帯Ubと波長帯Dbの少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、前記OLTは、前記波長帯Da(波長 $d_1 \sim d_n$)において波長多重された下り光信号と、前記波長帯Db(波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$)において波長多重された下り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段と(13d、13)、前記多重区間光ファイバを介して入力される上り光信号を、前記波長帯Ua(波長 $u_1 \sim u_n$)において波長多重された上り光信号と、前記波長帯Ub(波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$)において波長多重された上り光信号とに、分波する手段とを備え(13u、13)、前記波長多重分離装置は、前記多重区間光ファイバを介して入力される下り光信号を、前記波長帯Da(波長 $d_1 \sim d_n$)において波長多重された下り光信号と、前記波長帯Db(波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$)において波長多重された下り光信号とに、分波する手段と(22d、22)、前記波長帯Ua(波長 $u_1 \sim u_n$)において波長多重された上り光信号と、前記波長帯Ub(波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$)において波長多重された上り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段とを備え(22u、22)、前記各ONUは、前記波長帯Da～Dbの中で割り当てられた波長 $d_1 \sim d_{n+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、前記波長帯Ua～Ubの中で割り当てられた波長 $u_1 \sim u_{n+m}$ の上り光信号または前記波長帯Ua～Ubを含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする(図5A、5B、11A、11B、12A、12B)。

【0022】

また、上記目的を達成するために、本発明の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットは、センタ装置(OLT)とn個の光ネットワークユニット(ONU)およびm個のONUが波長多重分離装置を介して配置され、OLTと波長多重分離装置の多重区間が多重区間光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各ONUのアクセス区間がそれぞれアクセス区間光ファイバを介して接続され、前記OLTから前記各ONUへの下り光信号および前記各ONUから前記OLTへの上り光信号を、各ONUごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムであって、前記n個のONUに対応する下り光信号の波長帯Da(波長 $d_1 \sim d_n$)、前記n個のONUに対応する上り光信号の波長帯Ua(波長 $u_1 \sim u_n$)、前記m個のONUに対応する下り光信号の波長帯Db(波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$)、前記m個のONUに対応する上り光信号の波長帯Ub(波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$)が互いに異なる帯域に設定され、かつ波長帯Uaと波長帯Ubが隣接し、波長帯Uaと波長帯Daまたは波長帯Ubと波長帯Dbの少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、前記OLTは、前記波長帯Da(波長 $d_1 \sim d_n$)において波長多重された下り光信号と、前記波長帯Db(波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$)において波長多重された下り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段と(13d、13

)、前記多重区間光ファイバを介して入力される上り光信号を、前記波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とに、分波する手段とを備え (13 u、13)、前記波長多重分離装置は、前記多重区間光ファイバを介して入力される下り光信号を、前記波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$) において波長多重された下り光信号と、前記波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$) において波長多重された下り光信号とに、分波する手段と (22 d、22)、前記波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段とを備え (22 u、22)、前記各 ONU は、前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中で割り当てられた波長 $d_1 \sim d_{n+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中で割り当てられた波長 $u_1 \sim u_{n+m}$ の上り光信号または前記波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備えた光波長多重アクセスシステムの、光ネットワークユニット (ONU) が有する、前記下り光信号受信手段と前記上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする (図 5 A、5 B、11 A、11 B、12 A、12 B)。

10

【0023】

また、上記目的を達成するために、本発明の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットは、センタ装置 (OLT) と n 個の光ネットワークユニット (ONU) および m 個の ONU が波長多重分離装置を介して配置され、OLT と波長多重分離装置の多重区間が多重区間光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各 ONU のアクセス区間がそれぞれアクセス区間光ファイバを介して接続され、前記 OLT から前記各 ONU への下り光信号および前記各 ONU から前記 OLT への上り光信号を、各 ONU ごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムであって、前記 n 個の ONU に対応する下り光信号の波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$)、前記 n 個の ONU に対応する上り光信号の波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$)、前記 m 個の ONU に対応する下り光信号の波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$)、前記 m 個の ONU に対応する上り光信号の波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) が互いに異なる帯域に設定され、かつ波長帯 U_a と波長帯 U_b が隣接し、波長帯 U_a と波長帯 D_a または波長帯 U_b と波長帯 D_b の少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、前記 OLT は、前記波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$) において波長多重された下り光信号と、前記波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$) において波長多重された下り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段と (13 d、13)、前記多重区間光ファイバを介して入力される上り光信号を、前記波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とに、分波する手段とを備え (13 u、13)、前記波長多重分離装置は、前記多重区間光ファイバを介して入力される下り光信号を、前記波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$) において波長多重された下り光信号と、前記波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$) において波長多重された下り光信号とに、分波する手段と (22 d、22)、前記波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段とを備え (22 u、22)、前記各 ONU は、前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中で割り当てられた波長 $d_1 \sim d_{n+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中で割り当てられた波長 $u_1 \sim u_{n+m}$ の上り光信号または前記波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備えた光波長多重アクセスシステムにおいて、前記アクセス区間は、前記各 ONU ごとに 2 本のアクセス区間光ファイバを介して接続された構成であり、前記 OLT は、前記波長帯 $U_a \sim U_b$ (波長 $u_1 \sim u_{n+m}$) の上り用光キャリアおよび前記波長帯 $D_a \sim D_b$ (波長 $d_1 \sim d_{n+m}$) の下り光信号を波長多重して前記多重区間光ファイバに送出する構成であり、前記波長多重分離装置は、前記多重区間光ファイバを介して入力される上り用光キャリアおよび下り光信号から、各 ONU に対応する波長の上り用光キャリアお

20

30

40

50

よび下り光信号を分波して各一方のアクセス区間光ファイバを介して各ONUに出力し、各他方のアクセス区間光ファイバから入力する各ONUに対応する波長の上り光信号を合波して前記波長帯 $U_a \sim U_b$ (波長 $u_1 \sim u_{n+m}$) の上り光信号を波長多重し前記多重区間光ファイバに出力する構成であり、前記ONUは、上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、前記一方のアクセス区間光ファイバを介して入力される各ONUに対応する波長の上り用光キャリアと下り光信号を分波する波長帯分波器と、前記上り光信号送信手段として、前記波長帯分波器で分波された各ONUに対応する波長の上り用光キャリアを変調して他方のアクセス区間光ファイバに送出する光変調器とを備えた、光波長多重アクセスシステムの、光ネットワークユニット (ONU) が有する、前記波長帯分波器と、前記波長帯分波器で分波された前記下り光信号を受信する前記下り光信号受信手段と、前記光変調器とを備えたことを特徴とする (図5A)。

10

【0024】

また、上記目的を達成するために、本発明の光波長多重アクセスシステムの光ネットワークユニットは、センタ装置 (OLT) と n 個の光ネットワークユニット (ONU) および m 個のONUが波長多重分離装置を介して配置され、OLTと波長多重分離装置の多重区間が多重区間光ファイバを介して接続され、波長多重分離装置と各ONUのアクセス区間がそれぞれアクセス区間光ファイバを介して接続され、前記OLTから前記各ONUへの下り光信号および前記各ONUから前記OLTへの上り光信号を、各ONUごとに割り当てた波長により前記多重区間を波長多重伝送し、前記波長多重分離装置で波長多重または波長多重分離して双方向伝送する光波長多重アクセスシステムであって、前記 n 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$)、前記 n 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$)、前記 m 個のONUに対応する下り光信号の波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$)、前記 m 個のONUに対応する上り光信号の波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) が互いに異なる帯域に設定され、かつ波長帯 U_a と波長帯 U_b が隣接し、波長帯 U_a と波長帯 D_a または波長帯 U_b と波長帯 D_b の少なくとも一方が隣接する帯域に設定され、前記OLTは、前記波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$) において波長多重された下り光信号と、前記波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$) において波長多重された下り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段と (13d、13)、前記多重区間光ファイバを介して入力される上り光信号を、前記波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とに、分波する手段とを備え (13u、13)、前記波長多重分離装置は、前記多重区間光ファイバを介して入力される下り光信号を、前記波長帯 D_a (波長 $d_1 \sim d_n$) において波長多重された下り光信号と、前記波長帯 D_b (波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$) において波長多重された下り光信号とに、分波する手段と (22d、22)、前記波長帯 U_a (波長 $u_1 \sim u_n$) において波長多重された上り光信号と、前記波長帯 U_b (波長 $u_{n+1} \sim u_{n+m}$) において波長多重された上り光信号とを、合波して前記多重区間光ファイバに送出する手段とを備え (22u、22)、前記各ONUは、前記波長帯 $D_a \sim D_b$ の中で割り当てられた波長 $d_1 \sim d_{n+m}$ の下り光信号を受信する下り光信号受信手段と、前記波長帯 $U_a \sim U_b$ の中で割り当てられた波長 $u_1 \sim u_{n+m}$ の上り光信号または前記波長帯 $U_a \sim U_b$ を含む広帯域の上り光信号を送信する上り光信号送信手段とを備えた光波長多重アクセスシステムにおいて、前記アクセス区間は、前記各ONUごとに1本のアクセス区間光ファイバを介して接続された構成であり、前記ONUは、上り光信号の波長帯 $U_a \sim U_b$ と下り光信号の波長帯で分波する特性を有し、前記アクセス区間光ファイバを介して入力される各ONUに対応する波長の下り光信号を前記下り光信号受信手段に出力し、前記上り光信号送信手段から出力される各ONUに対応する波長の上り光信号を前記アクセス区間光ファイバに出力する波長帯分波器を備えた、光波長多重アクセスシステムの、光ネットワークユニット (ONU) が有する、前記波長帯分波器と、前記波長帯分波器で分波された前記下り光信号を受信する下り前記光信号受信手段と、前記上り光信号送信手段とを備えたことを特徴とする (図12A)。

20

30

40

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 2 5 】

(第1の実施形態)

図5A、図5Bは、本発明の光波長多重アクセスシステムの第1の実施形態を示す。図5Aにおいて、センタ装置(OLT)10と波長多重分離装置20との多重区間は、多重区間光ファイバ1,2を介して接続される。波長多重分離装置20と複数の光ネットワークユニット(ONU)30-1~30-n、30-n+1~30-n+mのアクセス区間は、それぞれアクセス区間光ファイバ3,4を介して接続される。ここでは、ONU30-1~30-nを標準とし、ONU30-n+1~30-n+mを増設とする場合を想定する。

【 0 0 2 6 】

本発明は、標準のONU30-1~30-nに、下り信号用として波長帯Daの波長d1~dnを割り当て、および上り信号用として波長帯Uaの波長u1~unを割り当てる。また、増設のONU30-n+1~30-n+mに、下り信号用として波長帯Dbの波長dn+1~dn+mを割り当て、および上り信号用として波長帯Ubの波長un+1~un+mを割り当てる。さらに、本発明は、波長帯Uaと波長帯Ubとを隣接する帯域に設定することを特徴とする。本実施形態では、Da, Ua, Ub, Dbが、それらの順に波長軸上に割り当てられる例を示すが、その並びは逆でもよい。

【 0 0 2 7 】

OLT10は、波長帯Da(d1~dn)の下り光信号と波長帯Ua(u1~un)の上り用光キャリアとを波長多重送信する標準の送信部(Sa)11aを備える。また、OLT10は、波長帯Db(dn+1~dn+m)の下り光信号と波長帯Ub(un+1~un+m)の上り用光キャリアとを波長多重送信する増設の送信部(Sb)11bを備える。さらに、OLT10は、波長帯Ua(u1~un)の上り光信号を受信する標準の受信部(Ra)12aと、波長帯Ub(un+1~un+m)の上り光信号を受信する増設の受信部(Rb)12bとを備える。

【 0 0 2 8 】

標準の送信部11aおよび増設の送信部11bから送信される、標準と増設の、下り光信号および上り用光キャリアは、WDMカプラ13dで波長多重され、多重区間光ファイバ1を介して波長多重分離装置20へ送信される。波長多重分離装置20は、WDMカプラ22dで標準の波長帯Da, Uaと、増設の波長帯Db, Ubとを分波する。そして、波長多重分離装置20は、それぞれの波長合分波器21a, 21bで各波長の下り光信号と上り用光キャリアとをそれぞれ分波する。波長合分波器21aで分波された波長d1~dnの下り光信号および波長u1~unの上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU30-1~30-nへ伝送される。また、波長合分波器21bで分波された波長dn+1~dn+mの下り光信号および波長un+1~un+mの上り用光キャリアの各ペアは、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU30-n+1~30-n+mへ伝送される。

【 0 0 2 9 】

ONU30-1~30-n+mのWDMカプラ31は、下り信号の波長帯Da, Dbと上り信号の波長帯Ua, Ubを分波する共通の透過特性(あるいは反射特性)を有する。光変調器33は、隣接する波長帯Ua~Ubの光キャリアを変調する共通の特性を有する。各ONUは、WDMカプラ31で分波された波長帯Da, Dbの中の割り当てられた波長の下り光信号を光受信器(R)32で受信する。また、各ONUは、波長帯Ua, Ubの中の割り当てられた波長の上り用光キャリアを光変調器(M)33で変調して上り光信号として送信する。各ONUから送信された上り光信号は、アクセス区間光ファイバ4を介して波長多重分離装置20の波長合分波器21a, 21bに伝送される。そして、波長合分波器21a, 21bによってそれぞれ波長多重された標準および増設の上り光信号が、さらにWDMカプラ22uで合波され、上りの多重区間光ファイバ2を介してOLT10へ伝送される。OLT10では、上り光信号をWDMカプラ13uで標準の波長帯Uaと、増設の波長帯Ubとに分波し、標準の受信部12aおよび増設の受信部12bでそれ

10

20

30

40

50

ぞれ受信する。

【0030】

図6は、第1の実施形態におけるWDMカプラおよび光変調器の特性を示す。図6のAに示すように、本実施形態では、 D_a 、 U_a 、 U_b 、 D_b はそれらの順に波長軸上に割り当てられる。このことにより、OLT10のWDMカプラ13d、13uおよび波長多重分離装置20のWDMカプラ22d、22uの透過特性は、図6のBに示すように、標準の波長帯 U_a 、 D_a と増設の波長帯 U_b 、 D_b とを合分波すればよい。このため、WDMカプラ13d、13uおよびWDMカプラ22d、22uは、すべて同一仕様のもを用いることができる。ここでは、WDMカプラ13d、13uの反射ポートに標準の送信部11aおよび受信部12aが接続される。また、それらの透過ポートに増設の送信部11bおよび受信部12bが接続される。また、WDMカプラ22d、22uの反射ポートに標準の波長合分波器21aが接続される。また、それらの透過ポートに増設の波長合分波器21bが接続される。

10

【0031】

さらに、標準のONU30-1~30-nおよび増設のONU30-n+1~30-n+mのWDMカプラ31の透過特性は、図6のCに示すように、下り光信号の波長帯 D_a 、 D_b と上り用光キャリアの波長帯 U_a 、 U_b とを分波すればよい。すなわち、上り用光キャリア(上り光信号)の波長帯 U_a 、 U_b が、隣接する帯域に設定される。このことにより、WDMカプラ31は、その透過ポートに波長帯 U_a 、 U_b の上り用光キャリアを分波し、その反射ポートに波長帯 D_a 、 D_b の下り光信号を分波する透過特性のもので対応

20

【0032】

例えば、波長帯 D_a 、 U_a 、 U_b 、 D_b が、各々、1525~1545nm、1545~1565nm、1570~1590nm、1590~1610nmに設定された場合には、標準および増設の各ONUの光変調器33としては、動作帯域が1545~1590nmの45nm程度のもを用いればよい。したがって、WDMカプラ31を含めてONUの単一品種化が容易に図られる。

30

【0033】

また、標準の下り光信号および上り光信号(上り用光キャリア)の波長帯は1525~1565nmとなり、増設の下り光信号および上り光信号(上り用光キャリア)の波長帯は1570~1610nmとなる。したがって、例えば、波長多重分離装置20内でエルビウム添加光ファイバ増幅器あるいは利得シフト型エルビウム添加光ファイバ増幅器(Gain-shifted EDFA(s))を用いて、それぞれの波長帯を一括増幅することができる。

【0034】

(第2の実施形態)

図7は、第2の実施形態におけるWDMカプラおよび光変調器の特性を示す。本発明の光波長多重アクセスシステムの第2の実施形態の構成は、図5Aに示す第1の実施形態と同様である。本実施形態では、 U_a 、 U_b 、 D_b 、 D_a が、それらの順に波長軸上に割り当てられる例を示すが、その並びは逆でもよい。

40

【0035】

OLT10のWDMカプラ13d、13uおよび波長多重分離装置20のWDMカプラ22d、22uの透過特性は、図7のBに示すように、標準の波長帯 U_a 、 D_a と増設の波長帯 U_b 、 D_b とを合分波すればよい。このため、WDMカプラ13d、13uおよびWDMカプラ22d、22uは、すべて同一仕様のもを用いることができる。ここでは、WDMカプラ13d、13uの反射ポートに標準の送信部11aおよび受信部12aが接続される。また、それらの透過ポートに増設の送信部11bおよび受信部12bが接続される。また、WDMカプラ22d、22uの反射ポートに標準の波長合分波器21aが

50

接続される。また、それらの透過ポートに増設の波長合分波器 2 1 b が接続される。

【 0 0 3 6 】

さらに、標準の ONU 3 0 - 1 ~ 3 0 - n および増設の ONU 3 0 - n + 1 ~ 3 0 - n + m の WDM カプラ 3 1 の透過特性は、図 7 の C に示すように、下り光信号の波長帯 Da , Db と上り用光キャリアの波長帯 Ua , Ub とを分波すればよい。すなわち、上り用光キャリア（上り光信号）の波長帯 Ua , Ub が、隣接する帯域に設定される。このことにより、WDM カプラ 3 1 は、その透過ポートに波長帯 Ua , Ub の上り用光キャリアを分波し、その反射ポートに波長帯 Da , Db の下り光信号を分波する透過特性のもので対応できる。このため、標準および増設の各 ONU の WDM カプラ 3 1 は、共通化することができる。また、同様に標準および増設の各 ONU の光変調器 3 3 についても、上り用光キャリアの波長帯 Ua , Ub を隣接する帯域に設定した。このことにより、光変調器 3 3 は、図 7 D に示すような連続する動作帯域を有する同一仕様のもので対応することができる。

10

【 0 0 3 7 】

例えば、波長帯 Ua , Ub , Db , Da が、各々、1525 ~ 1545 nm、1545 ~ 1565 nm、1570 ~ 1590 nm、1590 ~ 1610 nm に設定された場合には、標準および増設の各 ONU の光変調器 3 3 としては、動作帯域が 1525 ~ 1565 nm の 40 nm 程度のものを用いればよい。したがって、WDM カプラ 3 1 を含めて ONU の単一品種化が容易に図られる。

【 0 0 3 8 】

（第 3 の実施形態）

図 8 は、第 3 の実施形態における WDM カプラおよび光変調器の特性を示す。本発明の光波長多重アクセスシステムの第 3 の実施形態の構成は、図 5 A に示す第 1 の実施形態と同様である。本実施形態では、Ub , Ua , Da , Db が、それらの順に波長軸上に割り当てられる例を示すが、その並びは逆でもよい。

20

【 0 0 3 9 】

OLT 1 0 の WDM カプラ 1 3 d , 1 3 u および波長多重分離装置 2 0 の WDM カプラ 2 2 d , 2 2 u の透過特性は、図 8 の B に示すように、標準の波長帯 Ua , Da と増設の波長帯 Ub , Db とを合分波すればよい。このため、WDM カプラ 1 3 d , 1 3 u および WDM カプラ 2 2 d , 2 2 u は、すべて同一仕様のもので用いることができる。ここでは、WDM カプラ 1 3 d , 1 3 u の反射ポートに標準の送信部 1 1 a および受信部 1 2 a が接続される。また、それらの透過ポートに増設の送信部 1 1 b および受信部 1 2 b が接続される。また、WDM カプラ 2 2 d , 2 2 u の反射ポートに標準の波長合分波器 2 1 a が接続される。また、それらの透過ポートに増設の波長合分波器 2 1 b が接続される。

30

【 0 0 4 0 】

さらに、標準の ONU 3 0 - 1 ~ 3 0 - n および増設の ONU 3 0 - n + 1 ~ 3 0 - n + m の WDM カプラ 3 1 の透過特性は、図 8 の C に示すように、下り光信号の波長帯 Da , Db と上り用光キャリアの波長帯 Ua , Ub とを分波すればよい。すなわち、上り用光キャリア（上り光信号）の波長帯 Ua , Ub が、隣接する帯域に設定される。このことにより、WDM カプラ 3 1 は、その透過ポートに波長帯 Ua , Ub の上り用光キャリアを分波し、その反射ポートに波長帯 Da , Db の下り光信号を分波する透過特性のもので対応できる。このため、標準および増設の各 ONU の WDM カプラ 3 1 は、共通化することができる。また、同様に標準および増設の各 ONU の光変調器 3 3 についても、上り用光キャリアの波長帯 Ua , Ub を隣接する帯域に設定した。このことにより、光変調器 3 3 は、図 8 の D に示すような連続する動作帯域を有する同一仕様のもので対応することができる。

40

【 0 0 4 1 】

例えば、波長帯 Ub , Ua , Da , D が、各々、1525 ~ 1545 nm、1545 ~ 1565 nm、1570 ~ 1590 nm、1590 ~ 1610 nm に設定された場合には、標準および増設の各 ONU の光変調器 3 3 としては、動作帯域が 1525 ~ 1565 nm の 40 nm 程度のものを用いればよい。したがって、WDM カプラ 3 1 を含めて ONU の単一品種化が容易に図られる。

50

【 0 0 4 2 】

(波長合分波器 2 1 a , 2 1 b の構成例)

図 5 A、図 5 B に示す波長多重分離装置 2 0 の波長合分波器 2 1 a は、波長 $d_1 \sim d_n$ の下り光信号と波長 $u_1 \sim u_n$ の上り用光キャリアをそれぞれペアで同一ポートに分波する AWG を想定している。したがって、各ペアの波長間隔は、図 6 A に示すように FSR (あるいはその整数倍) に設定される。ただし、波長 $u_1 \sim u_n$ の上り光信号の合波については、必ずしも AWG としての機能は必要ない。その構成は、図 9 に示すように下り光信号と上り用光キャリアの分波に AWG 2 3 を用い、上り光信号の合波に合波器 2 4 を用いる構成としてもよい。

【 0 0 4 3 】

また、図 1 0 に示すように、図 9 の AWG 2 3 に代えて、波長 $d_1 \sim d_n$ の下り光信号を分波する分波器 2 5 - 1 と、波長 $u_1 \sim u_n$ の上り用光キャリアを分波する分波器 2 5 - 2 とを用い、WDM カプラ 2 6 で波長帯 D_a の下り光信号と波長帯 U_a の上り用光キャリアとを分波して各分波器 2 5 - 1 , 2 5 - 2 に入力し、ペアとなる下り光信号と上り用光キャリアを WDM カプラ 2 6 - 1 ~ 2 6 - n でそれぞれ合波する構成としてもよい。この構成では、各 ONU に対応してペアとなる下り光信号と上り用光キャリアとの波長間隔は、AWG の FSR である必要はなく、任意に設定することができる。

【 0 0 4 4 】

波長合分波器 2 1 b の構成は、以上示した波長合分波器 2 1 a の構成と同様である。なお、波長合分波器として AWG を用いる構成において、第 2 の実施形態では図 7 A に示すように、標準の各 ONU に対応する下り光信号と上り用光キャリアとの波長間隔が大きく異なる。また、波長合分波器として AWG を用いる構成において、第 3 の実施形態では図 8 A に示すように、増設の各 ONU に対応する下り光信号と上り用光キャリアとの波長間隔が大きく異なる。このため、波長合分波器 2 1 a , 2 1 b は、第 2 の実施形態および第 3 の実施形態の各々に応じた AWG で構成する必要がある。

【 0 0 4 5 】

(第 4 の実施形態、第 5 の実施形態)

第 1 の実施形態は、OLT 1 0 から各 ONU に供給する上り用光キャリアを波長多重して送信し、波長多重分離装置 2 0 で各波長の上り用光キャリアを分波してそれぞれ対応する ONU に供給し、各 ONU で上り用光キャリアを変調して上り光信号として送信する構成であった。以下に示す第 4 の実施形態および第 5 の実施形態は、各 ONU に上り光信号を送信する光送信器を有する構成であるが、第 1 の実施形態 ~ 第 3 の実施形態に示したような波長割り当てを行う。このことにより、第 4 の実施形態および第 5 の実施形態は、その光送信器の動作帯域を共通化し、ひいては標準および増設の ONU の共通化を可能にする。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 A、図 1 1 B は、本発明の光波長多重アクセスシステムの第 4 の実施形態を示す。本実施形態の OLT 1 0 は、波長帯 D_a ($d_1 \sim d_n$) の下り光信号を波長多重送信する標準の送信部 (Sa) 1 4 a と、波長帯 D_b ($d_{n+1} \sim d_{n+m}$) の下り光信号を波長多重送信する増設の送信部 (Sb) 1 4 b とを備える。また、OLT 1 0 は、波長帯 U_a ($u_1 \sim u_n$) の上り光信号を受信する標準の受信部 (Ra) 1 2 a と、波長帯 U_b ($u_{n+1} \sim u_{n+m}$) の上り光信号を受信する増設の受信部 (Rb) 1 2 b とを備える。

【 0 0 4 7 】

標準の送信部 1 4 a および増設の送信部 1 4 b から送信される標準と増設の下り光信号は、WDM カプラ 1 3 d で波長多重され、多重区間光ファイバ 1 を介して波長多重分離装置 2 0 へ送信される。波長多重分離装置 2 0 は、WDM カプラ 2 2 d で標準の波長帯 D_a と増設の波長帯 D_b とを分波し、それぞれの波長合分波器 2 1 a , 2 1 b で各波長の下り光信号をそれぞれ分波する。波長合分波器 2 1 a で分波された波長 $d_1 \sim d_n$ の下り光信号は、アクセス区間光ファイバ 3 を介してそれぞれ対応する ONU 3 0 - 1 ~ 3 0 - n へ伝送される。また、波長合分波器 2 1 b で分波された波長 $d_{n+1} \sim d_{n+m}$ の下り光信号は

10

20

30

40

50

、アクセス区間光ファイバ3を介してそれぞれ対応するONU30-n+1~30-n+mへ伝送される。

【0048】

ONU30-1~30-n+mは、波長合分波器21a, 21bで分波された波長帯Da, Dbの中割り当てられた波長の下り光信号を光受信器(R)32で受信する。また、ONU30-1~30-n+mは、光送信器(S)35から波長帯Ua, Ubの中割り当てられた波長の上り光信号を送信する。各ONUから送信された上り光信号は、アクセス区間光ファイバ4を介して波長多重分離装置20の波長合分波器21a, 21bに伝送される。そして、波長合分波器21a, 21bのそれぞれで波長多重された標準および増設の上り光信号が、さらにWDMカプラ22uで合波され、上りの多重区間光ファイバ2を介してOLT10へ伝送される。OLT10では、上り光信号をWDMカプラ13uで標準の波長帯Uaと増設の波長帯Ubとに分波し、標準の受信部12aおよび増設の受信部12bでそれぞれ受信する。

10

【0049】

本実施形態では、OLT10のWDMカプラ13dおよび波長多重分離装置20のWDMカプラ22dは、標準の波長帯Daと増設の波長帯Dbとを合分波する。また、OLT10のWDMカプラ13uおよび波長多重分離装置20のWDMカプラ22uは、標準の波長帯Uaと増設の波長帯Ubとを合分波する。このため、WDMカプラ13d, 13uおよびWDMカプラ22d, 22uは、いずれも図6のB、図7のB、図8のBに示す透過特性のもので対応することができる。波長多重分離装置20の波長合分波器21aは、標準の波長帯Daの下り光信号を分波し、標準の波長帯Uaの上り光信号を合波する機能を1つの素子(AWG)で行っている。しかし、分波および合波は、それぞれ分波器および合波器で個別に対応するようにしてもよい。このことは、波長合分波器21bについても同様である。

20

【0050】

さらに、本実施形態の各ONUの光送信器35は、標準の波長帯Uaおよび増設の波長帯Ubを隣接する帯域に設定した。このことにより、光送信器35は、図6D、図7D、図8Dに示す連続する動作帯域を有する同一仕様のもので対応することができる。例えば、波長帯Da, Ua, Ub, Dbを、各々1525~1545nm、1545~1565nm、1570~1590nm、1590~1610nmに設定した場合には、光送信器35として動作帯域が1545~1590nmの波長可変光源を用いることにより、各ONUはそれぞれ設定された波長の上り光信号を送信することができる。また、光送信器35が、波長帯Ua~Ubを含む広帯域光を変調して送信し、送信した光を波長合分波器21a, 21bでスペクトルスライスする構成としてもよい。

30

【0051】

図12A、図12Bは、本発明の光波長多重アクセスシステムの第5の実施形態を示す。本実施形態の特徴は、第4の実施形態の構成において、OLT10と波長多重分離装置20との多重区間を1本の多重区間光ファイバ1を介して接続し、波長多重分離装置20と各ONUとのアクセス区間をそれぞれ1本のアクセス区間光ファイバ3を介して接続するところにある。

40

【0052】

本実施形態では、OLT10のWDMカプラ13および波長多重分離装置20のWDMカプラ22とは、標準の波長帯Da, Uaと増設の波長帯Db, Ubとを合分波する。これらは、いずれも図6のB、図7のB、図8のCに示す透過特性のもので対応することができる。また、各ONUは、下り光信号の波長帯Da, Dbと上り光信号の波長帯Ua, Ubとを分波するWDMカプラ31を備える。その透過特性は図6のC、図7のC、図8のCに示すもので対応することができる。また、OLT10も同様に、WDMカプラ13で合分波される標準の下り光信号の波長帯Daと上り光信号の波長帯Uaとを分波するWDMカプラ15aを備える。さらに、OLT10は、増設の下り光信号の波長帯Dbと上り光信号の波長帯Ubとを分波するWDMカプラ15bを備える。それらWDM

50

カブラの透過特性は図6のC、図7のC、図8のCに示すもので対応することができる。なお、OLT10において、WDMカブラ13と、WDMカブラ15a、15bとの機能を入れ替えることも可能である。

【0053】

(他の実施形態)

以上説明した実施形態では、標準のn個のONUに対してm個のONUを増設する場合を想定して説明した。しかしながら、上述した実施形態は、当初のn+m個のONUをn個のONUとm個のONUに分割し、一方を標準用とし他方を増設用として確保する場合においても同様である。すなわち、図10Aに示す上り光信号の波長帯Uと下り光信号の波長帯Dとをそれぞれ2分割する場合に、標準と増設の波長帯の並び方に本発明の特徴がある。

10

【0054】

図13A~図13Dは、本発明による標準と増設の波長割り当ての特徴を示す。図13A~図13Dにおいて、「a」を標準、「b」を増設とする。この場合、図13Aに示す方法は、波長帯Uと波長帯Dを単純に波長軸上で分割してUa、Ub、Da、Dbの順(あるいはその逆順)に並べる方法である。これに対して、図13B、図13C、図13Dに示す方法は、UaとUbが隣接し、かつUaとDaまたはUbとDbの少なくとも一方が隣接する(図中下線で示す)ように設定する方法である。この方法により、上述した実施形態に示したようなONUの同一仕様化が可能になる。なお、図13Aは図4(従来例)に対応し、図13B、図13C、図13Dは、それぞれ図6(第1の実施形態)、図7(第2

20

【0055】

(産業上の利用可能性)

以上説明したように、本発明によれば、標準のONUに割り当てる上り光信号の波長帯Uaと、増設のONUに割り当てる上り光信号の波長帯Ubとを隣接する帯域に設定することにより、標準および増設のONUで上り光信号を送信する上り光信号送信手段(光変調器、波長可変光源を用いた光送信器、広帯域光源(Broadband light source)を用いた光送信器)の動作帯域あるいは発光帯域を最小化し、同一の仕様のもので対応することができる。

【0056】

また、OLTから上り用光キャリアを各ONUに供給する構成では、各ONUで上り用光キャリアと下り光信号とを分波する波長帯分波器を同一の仕様のもので対応することができる。これにより、OLTに収容するONUを容易に増設することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1A】従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図である。

【図1B】従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図である。

【図1C】従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図である。

【図2A】従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図である。

【図2B】従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図である。

40

【図2C】従来の光波長多重アクセスシステムの構成例を示す図である。

【図3】従来の光波長多重アクセスシステムの増設例を示す図である。

【図4】増設構成におけるWDMカブラおよび光変調器の特性を示す図である。

【図5A】本発明の光波長多重アクセスシステムの第1の実施形態を示す図である。

【図5B】本発明の光波長多重アクセスシステムの第1の実施形態を示す図である。

【図6】第1の実施形態におけるWDMカブラおよび光変調器の特性を示す図である。

【図7】第2の実施形態におけるWDMカブラおよび光変調器の特性を示す図である。

【図8】第3の実施形態におけるWDMカブラおよび光変調器の特性を示す図である。

【図9】第1の実施形態における波長合分波器(Wavelength multi/demultiplexer)21aの他の構成例を示す図である。

50

- 【図10】第1の実施形態における波長合分波器21aの他の構成例を示す図である。
- 【図11A】本発明の光波長多重アクセスシステムの第4の実施形態を示す図である。
- 【図11B】本発明の光波長多重アクセスシステムの第4の実施形態を示す図である。
- 【図12A】本発明の光波長多重アクセスシステムの第5の実施形態を示す図である。
- 【図12B】本発明の光波長多重アクセスシステムの第5の実施形態を示す図である。
- 【図13A】本発明による標準と増設の波長帯割り当ての特徴を示す図である。
- 【図13B】本発明による標準と増設の波長帯割り当ての特徴を示す図である。
- 【図13C】本発明による標準と増設の波長帯割り当ての特徴を示す図である。
- 【図13D】本発明による標準と増設の波長帯割り当ての特徴を示す図である。

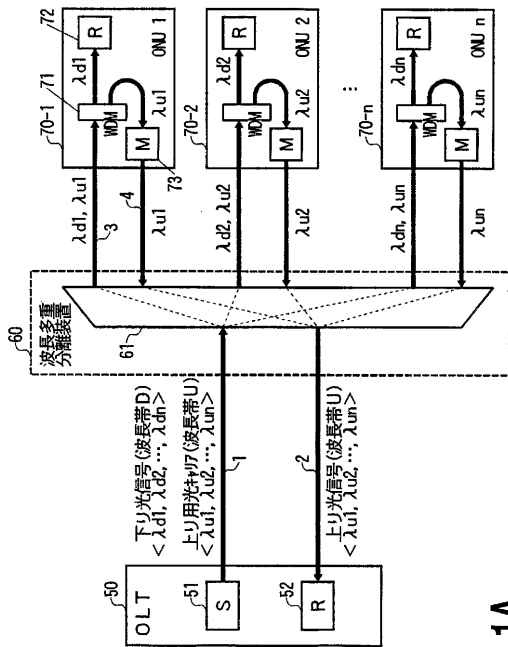


FIG.1A

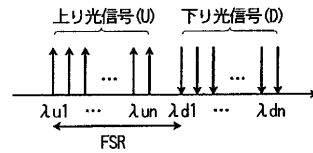


FIG.1B

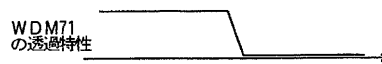


FIG.1C

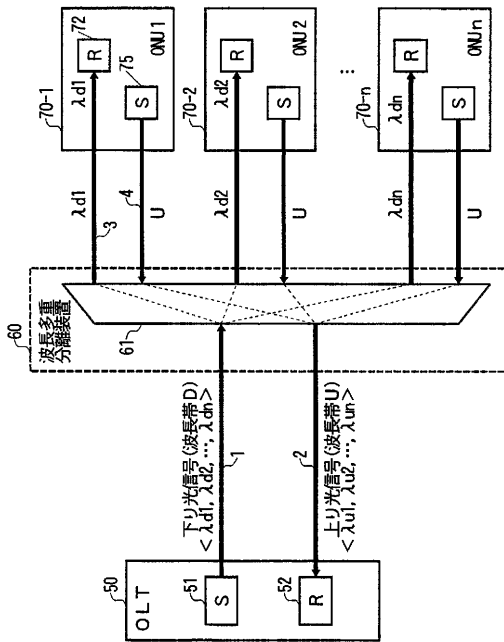


FIG.2A

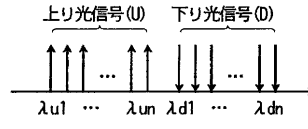


FIG.2B

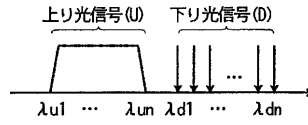


FIG.2C

【 図 3 】

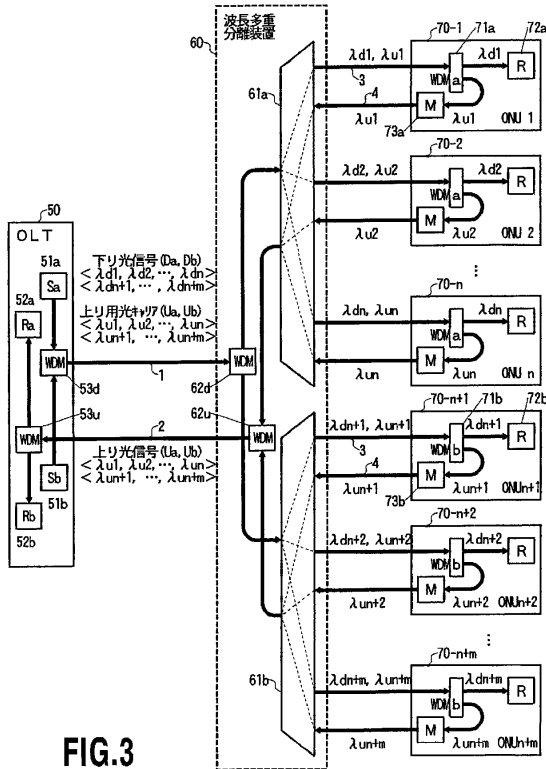


FIG.3

【 図 4 】

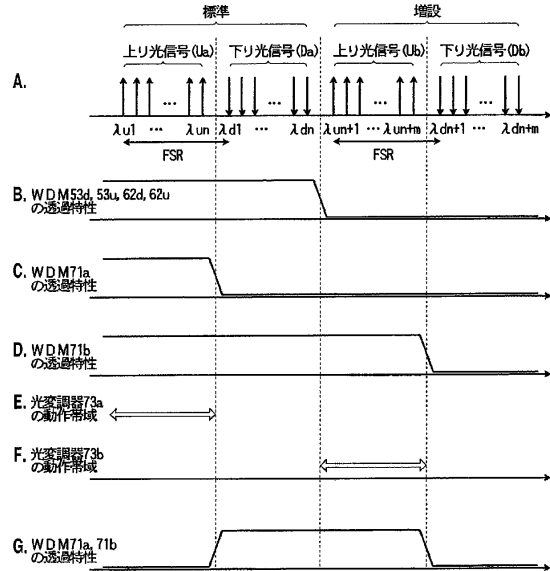


FIG.4

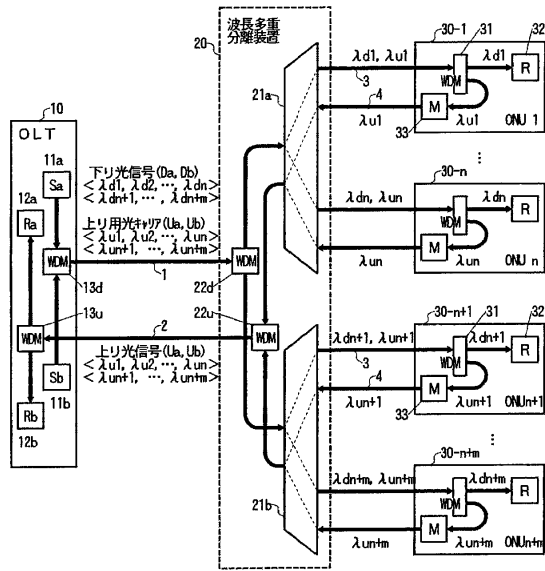


FIG. 5A

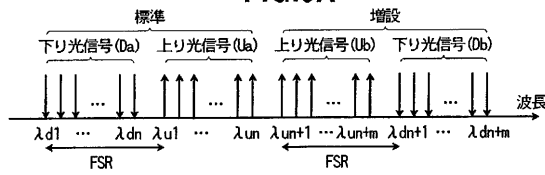


FIG. 5B

【図6】

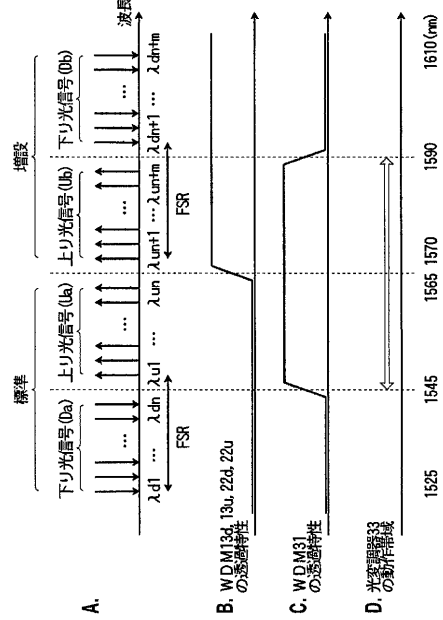


FIG. 6

【図7】

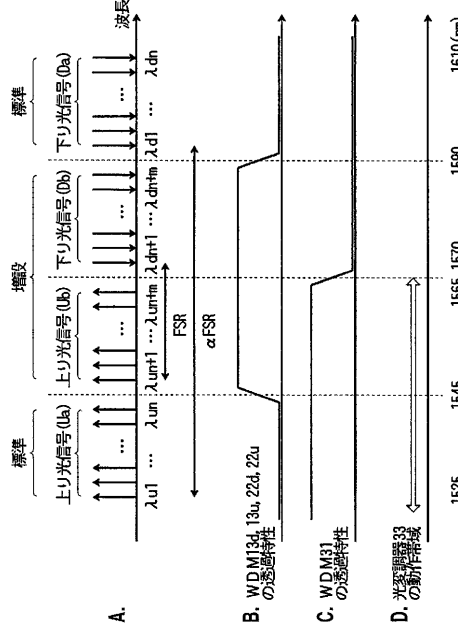


FIG. 7

【図8】

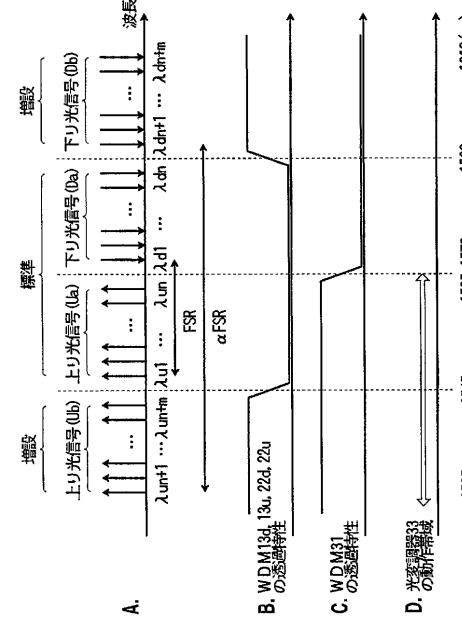


FIG. 8

【 図 9 】

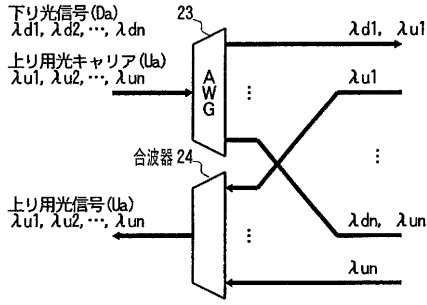


FIG.9

【 図 10 】

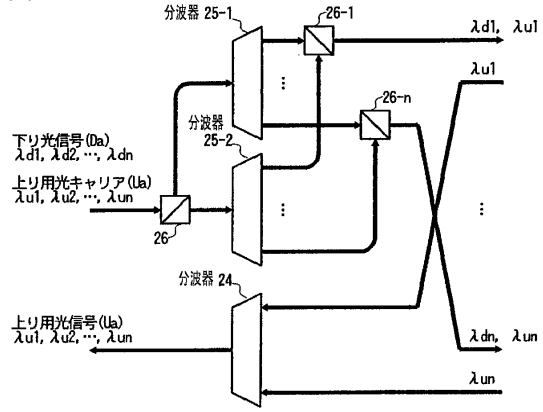


FIG.10

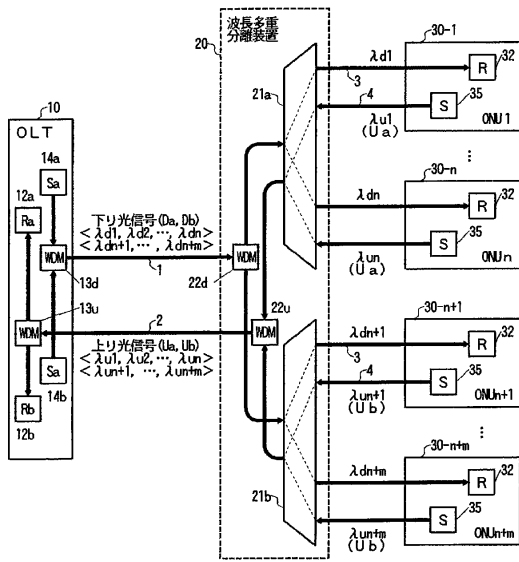


FIG.11A

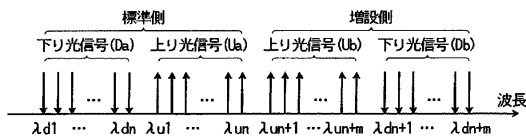


FIG.11B

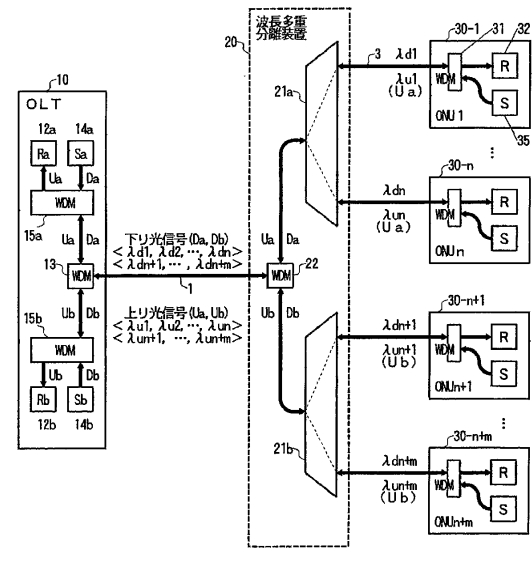


FIG.12A

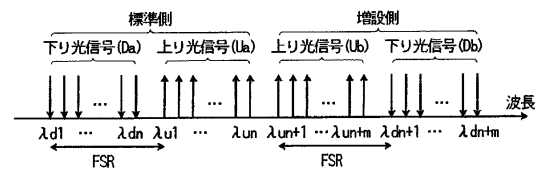
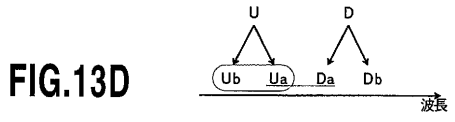
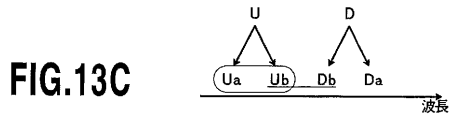
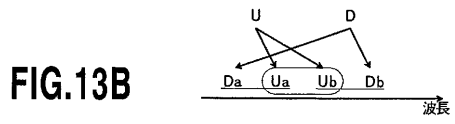
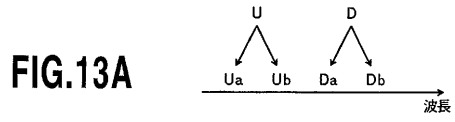


FIG.12B



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-032439(JP,A)

秋本浩司 他, スペクトルスライス技術を適用したギガビットWDM-PONシステム, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, (社)電子情報通信学会, 2003年 5月23日, Vol.103, No.70(OCS2003-16~26), pages.25-30

ITU-T Recommendation G.983.1, 1998年10月13日, page 19

Jun-ichi Kani et.al, A WDM-Based Optical Access Network for Wide-Area Gigabit Access Services, IEEE Optical Communications, 米国, IEEE, 2003年 2月, Vol.41, Issue 2, pages S43-S48

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08