【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第７部門第２区分
【発行日】平成17年7月21日(2005.7.21)

【公開番号】特開2003-258348(P2003-258348A)
【公開日】平成15年9月12日(2003.9.12)
【出願番号】特願2002-57600(P2002-57600)
【国際特許分類第７版】
　Ｈ０１Ｓ　 3/10
　Ｇ０２Ｆ　 1/01
　Ｈ０４Ｂ　10/04
　Ｈ０４Ｂ　10/06
　Ｈ０４Ｂ　10/14
【ＦＩ】
　Ｈ０１Ｓ　 3/10　　Ｚ
　Ｇ０２Ｆ　 1/01　　Ｃ
　Ｈ０４Ｂ　 9/00　　Ｓ

【手続補正書】
【提出日】平成16年12月1日(2004.12.1)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
　入力端に入力した信号光を光増幅して、その光増幅した信号光を出力端より出力する光増幅器であって、
　前記入力端から前記出力端へ至る信号光伝搬経路上に設けられ、Ｔｍ元素が光導波領域に添加され前記信号光を光増幅する光導波路と、
　励起光を前記光導波路に供給する励起光供給手段と、
　前記信号光伝搬経路上に前記光導波路と直列的に設けられ、信号光波長における透過特性が可変である透過特性可変光部品と、
　前記入力端に入力する信号光のパワーもしくは波数、または、前記出力端より出力される光のパワーを検知する信号光検知部と、
　前記信号光検知部による検知結果に基づいて、前記励起光供給手段より前記光導波路に供給される励起光のパワーを調整するとともに、信号光波長における前記透過特性可変光部品の透過特性をも調整して、前記光導波路における信号光増幅の利得の大きさ及び利得スペクトルの形状の双方を制御する制御部と
　を備えることを特徴とする光増幅器。
【請求項２】
　前記励起光供給手段は、波長１．０５μｍ帯または波長１．４μｍ帯の励起光を前記光導波路に供給するとともに、波長１．２μｍ帯または波長１．５５～１．６５μｍ帯の励起光を前記光導波路に供給することを特徴とする請求項１記載の光増幅器。
【請求項３】
　前記信号光検知部は、前記光導波路における信号光増幅の利得帯域内の２以上の波長で、前記出力端より出力する信号光のパワー、前記光導波路における信号光増幅の利得、または、ＡＳＥ光のパワーを検知することを特徴とする請求項１記載の光増幅器。
【請求項４】

前記信号光検知部は、前記光導波路の側方に出射される自然放出光のパワーを検出することで、前記光導波路における信号光増幅の利得を検知することを特徴とする請求項３記載の光増幅器。
【請求項５】
前記信号光検知部は、
前記入力信号光の全パワーまたは出力光の全パワーと、
前記光導波路における信号光増幅の利得帯域内の１以上の波長で、前記出力端より出力する信号光のパワー、前記光導波路における信号光増幅の利得、またはＡＳＥ光のパワーと、
を検知することを特徴とする請求項１記載の光増幅器。
【請求項６】
前記光導波路における信号光増幅の利得帯域内の１以上の波長が、信号光の波長帯域中の端波長側か若しくは長波長側にあることを特徴とする請求項５記載の光増幅器。
【請求項７】
前記信号光検知部は、
前記光導波路より出力された光のパワーの一部を分岐して取り出す光分岐カプラと、
前記光分岐カプラにより取り出された光のうち特定波長の光を選択的に透過させるフィルタと、
前記フィルタを透過した前記特定波長の光のパワーを検出する受光部と
を有することを特徴とする請求項３または５に記載の光増幅器。
【請求項８】
前記信号光検知部は、
前記光導波路より出力された光のパワーの一部を分岐して取り出す光分岐カプラと、
前記光分岐カプラにより取り出された光を回折する回折格子と、
前記回折格子により回折された光のうち特定波長の光のパワーを検出する受光部と
を有することを特徴とする請求項３記載の光増幅器。
【請求項９】
前記信号光検知部は、前記回折格子により回折された光のスペクトルに基づいて、前記入力端に入力する信号光の波数を検知することを特徴とする請求項８記載の光増幅器。
【請求項１０】
前記信号光検知部は、前記入力端に入力する信号光の全パワー、および、前記出力端より出力される光の全パワーを検知することを特徴とする請求項１記載の光増幅器。
【請求項１１】
前記信号光検知部は、信号光本線以外から受け渡される情報に基づいて、前記入力端に入力する信号光の波数を検知することを特徴とする請求項１記載の光増幅器。
【請求項１２】
前記透過特性可変光部品は、信号光波長における透過率が可変であることを特徴とする請求項１記載の光増幅器。
【請求項１３】
前記制御部は、
前記入力端に入力する信号光の波数に基づいて、前記励起光供給手段より前記光導波路に供給される波長１．２μｍ帯または波長１．５５～１．６５μｍ帯の励起光のパワーを調整し、前記入力端に入力した信号光のパワーまたは前記出力端より出力されるべき信号光パワーの目標値に基づいて、信号光波長における前記透過特性可変光部品の透過率を調整して、前記光導波路における信号光増幅の利得スペクトルの形状を制御し、
前記励起光供給手段より前記光導波路に供給される波長１．０５μｍ帯または波長１．４μｍ帯の励起光のパワーを調整して、前記出力端より出力される各波長の信号光のパワーを制御する
ことを特徴とする請求項１２記載の光増幅器。
【請求項１４】

前記入力端に入力する各波長の信号光のパワーの変動量ΔＰ$_{in}$［ｄＢ］、前記出力端より出力されるべき各波長の信号光の目標パワーの変動量ΔＰ$_{out}$［ｄＢ］、および、前記入力端に入力する信号光の波数に応じた値を有する係数Ｘに対して、前記透過特性可変光部品の透過率の変動量ΔＡ［ｄＢ］が「ΔＡ＝Ｘ・（ΔＰ$_{in}$－ΔＰ$_{out}$）」なる式で表されることを特徴とする請求項１３記載の光増幅器。

【請求項１５】

前記透過特性可変光部品は、信号光波長域における損失スペクトルの傾斜が可変であることを特徴とする請求項１記載の光増幅器。

【請求項１６】

前記制御部は、

前記入力端に入力する信号光の波数に基づいて、前記励起光供給手段より前記光導波路に供給される波長１．２μｍ帯または波長１．５５～１．６５μｍ帯の励起光のパワーを調整し、前記入力端に入力した信号光のパワーまたは前記出力端より出力されるべき信号光パワーの目標値に基づいて、信号光波長域における前記透過特性可変光部品の損失スペクトルの傾斜を調整して、前記光導波路における信号光増幅の利得スペクトルの形状を制御し、

前記励起光供給手段より前記光導波路に供給される波長１．０５μｍ帯または波長１．４μｍ帯の励起光のパワーを調整して、前記出力端より出力される各波長の信号光のパワーを制御する

ことを特徴とする請求項１５記載の光増幅器。

【請求項１７】

前記入力端に入力する各波長の信号光のパワーの変動量ΔＰ$_{in}$［ｄＢ］、前記出力端より出力されるべき各波長の信号光の目標パワーの変動量ΔＰ$_{out}$［ｄＢ］、および、前記入力端に入力する信号光の波数に応じた値を有する係数Ｙに対して、信号光波長域における前記透過特性可変光部品の損失スペクトルの傾斜の変動量ΔＳ［ｄＢ］が「ΔＳ＝Ｙ・（ΔＰ$_{in}$－ΔＰ$_{out}$）」なる式で表されることを特徴とする請求項１６記載の光増幅器。

【請求項１８】

前記透過特性可変光部品は、信号光波長域における損失スペクトルの形状が波長軸方向にシフト可能であることを特徴とする請求項１５記載の光増幅器。

【請求項１９】

前記制御部は、

前記入力端に入力する信号光の波数に基づいて、信号光波長域における前記透過特性可変光部品の損失スペクトルの傾斜および波長軸方向シフト量を調整し、前記入力端に入力する各波長の信号光のパワーおよび前記出力端より出力されるべき各波長の信号光の目標パワーに基づいて、信号光波長域における前記透過特性可変光部品の損失スペクトルの傾斜を調整して、前記光導波路における信号光増幅の利得スペクトルの形状を制御し、

前記励起光供給手段より前記光導波路に供給される波長１．０５μｍ帯または波長１．４μｍ帯の励起光のパワーを調整して、前記出力端より出力される各波長の信号光のパワーを制御する

ことを特徴とする請求項１８記載の光増幅器。

【請求項２０】

入力端に入力した信号光を光増幅して、その光増幅した信号光を出力端より出力する光増幅器であって、

前記入力端から前記出力端へ至る信号光伝搬経路上に設けられ、Ｔｍ元素が光導波領域に添加され前記信号光を光増幅する光導波路と、

波長１．２μｍ帯または波長１．５５～１．６５μｍ帯の励起光を前記光導波路に供給する励起光供給手段と、

前記光導波路またはその近傍の温度を検出する温度検出部と、

前記温度検出部による温度検出結果に基づいて、前記励起光供給手段より前記光導波路

に供給される励起光のパワーを調整して、前記光導波路における信号光増幅の利得の大きさ及び利得スペクトルの形状の双方を制御する制御部と
を備えることを特徴とする光増幅器。
【請求項２１】
入力端に入力した信号光を光増幅して、その光増幅した信号光を出力端より出力する光増幅器であって、
前記入力端から前記出力端へ至る信号光伝搬経路上に設けられ、Ｔｍ元素が光導波領域に添加され前記信号光を光増幅する光導波路と、
励起光を前記光導波路に供給する励起光供給手段と、
前記信号光伝搬経路上に設けられ、信号光波長における透過特性が可変である透過特性可変光部品と、
前記光導波路またはその近傍の温度を検出する温度検出部と、
前記温度検出部による温度検出結果に基づいて、信号光波長における前記透過特性可変光部品の透過特性を調整して、前記光導波路における信号光増幅の利得の大きさ及び利得スペクトルの形状の双方を制御する制御部と
を備えることを特徴とする光増幅器。
【請求項２２】
前記透過特性可変光部品は、信号光波長域における損失スペクトルの傾斜が可変であることを特徴とする請求項２１記載の光増幅器。
【請求項２３】
前記透過特性可変光部品は、複数のマッハツェンダ型干渉計が多段構成されたものであることを特徴とする請求項１５または２２に記載の光増幅器。
【請求項２４】
前記透過特性可変光部品は、損失スペクトルの形状が波長方向にシフト可能であることを特徴とする請求項２２記載の光増幅器。
【請求項２５】
前記透過特性可変光部品は、損失スペクトルの傾斜の制御と波長方向のシフトとが互いに独立に制御可能であることを特徴とする請求項２４記載の光増幅器。
【請求項２６】
前記透過特性可変光部品は、損失スペクトルの波長方向のシフト可能量が１０ｎｍ以上であることを特徴とする請求項２４記載の光増幅器。
【請求項２７】
前記透過特性可変光部品は、損失スペクトルの波長方向のシフト可能量が１５ｎｍ以上であることを特徴とする請求項２４記載の光増幅器。
【請求項２８】
請求項１，２０および２１の何れか１項に記載の光増幅器を含み、信号光を伝送するとともに、この信号光を前記光増幅器により光増幅することを特徴とする光通信システム。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１４】
また、本発明に係る光増幅器では、信号光検知部は、光導波路の側方に出射される自然放出光のパワーを検出することで、光導波路における信号光増幅の利得を検知するのが好適である。或いは、信号光検知部は、入力信号光の全パワーまたは出力光の全パワーと、光導波路における信号光増幅の利得帯域内の１以上の波長で、出力端より出力する信号光のパワー、光導波路における信号光増幅の利得、またはＡＳＥ光のパワーと、を検知するのが好適であり、また、このとき、光導波路における信号光増幅の利得帯域内の１以上の波長が、信号光の波長帯域中の端波長側か若しくは長波長側にあるのが好適である。或い

は、信号光検知部は、(1) 光導波路より出力された光のパワーの一部を分岐して取り出す光分岐カプラと、(2) 光分岐カプラにより取り出された光のうち特定波長の光を選択的に透過させるフィルタと、(3)フィルタを透過した特定波長の光のパワーを検出する受光部とを有するのが好適である。或いは、信号光検知部は、(1) 光導波路より出力された光のパワーの一部を分岐して取り出す光分岐カプラと、(2) 光分岐カプラにより取り出された光を回折する回折格子と、(3) 回折格子により回折された光のうち特定波長の光のパワーを検出する受光部とを有するのが好適である。これら何れの場合にも、利得の大きさ及び利得傾斜の双方が求められる。また、信号光検知部は、回折格子により回折された光のスペクトルに基づいて、入力端に入力する信号光の波数を検知するのが好適であり、この場合には、上位監視システムから独立した制御が可能となる。