



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2007-0050145
H04B 10/13 (2006.01) (43) 공개일자 2007년05월15일

(21) 출원번호 10-2005-0107374
(22) 출원일자 2005년11월10일
심사청구일자 2005년11월10일

(71) 출원인 충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자 이동한
대전 유성구 가정동 236-2 과기대 교수아파트 12-402
이한협
대전 동구 가양2동 55-25번지

(74) 대리인 김원준

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 자동 이득 조절 광증폭 시스템

(57) 요약

본 발명은 자동 이득 조절 광증폭 시스템에 관한 것으로서, 신호대역 이외의 특정 파장대역의 광세기를 분기하는 제 1 파장 분할 다중화기; 제 1 파장 분할 다중화기에서 출력된 광을 전기신호로 변환하는 광전변환기; 변환된 전기신호를 처리하여 라만 펌핑광원의 세기를 조절하기 위한 전자회로부; 광신호의 분산을 보상해주기 위한 분산보상 광섬유; 라만 광증폭기의 펌핑광을 출력하는 라만 펌핑광원; 상기 펌핑광을 분산보상 광섬유에 결합하는 제 2 파장 분할 다중화기; 상위 또는 하위 광통신 시스템과 신호를 주고받을 수 있도록 하는 OADM(optical add-drop multiplexer); 및 OADM에서 출력된 광신호를 증폭하기 위한 이득 고정 광증폭기(gain-clamped optical amplifier)로 이루어진 자동 이득 조절 광증폭 시스템에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, 광통신 시스템의 초기 설치 후에 광소자의 변경, 시스템의 구성변경에 의한 구간 손실의 변화 및 신호의 add-drop에 의해 광증폭기로 입력되는 신호의 광세기가 변화가 있다고 하더라도 자동으로 광증폭기의 이득을 조절하여 안정된 광출력을 제공할 수 있다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

신호대역 이외의 특정 파장대역의 광세기를 분기하는 제 1 파장 분할 다중화기;

제 1 파장 분할 다중화기에서 출력된 광을 전기신호로 변환하는 **광전변환기**;

변환된 전기신호를 처리하여 라만 펌핑광원의 세기를 조절하기 위한 **전자회로부**;

광신호의 분산을 보상해주기 위한 **분산보상 광섬유**;

라만 광증폭기의 펌핑광을 출력하는 **라만 펌핑광원**;

상기 펌핑광을 분산보상 광섬유에 결합하는 **제 2 파장 분할 다중화기**;

상위 또는 하위 광통신 시스템과 신호를 주고받을 수 있도록 하는 **OADM(optical add-drop multiplexer)**; 및

OADM에서 출력된 광신호를 증폭하기 위한 **이득 고정 광증폭기(GCSOA)**;를 포함하는 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

제 1 파장 분할 다중화기가 분산보상 광섬유 앞에 위치하는 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

제 1 파장 분할 다중화기가 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치하는 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항에 있어서,

상기 이득 고정 광증폭기는 이득 고정 반도체 광증폭기 또는 이득 고정 어븀 첨가 광섬유 증폭기인 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

청구항 5.

광신호를 일정한 비율로 분배하는 **광분배기**;

특정 파장 대역만을 투과시키는 **광학필터**;

광학필터에서 출력된 광을 전기신호로 변환하는 **광전변환기**;

변환된 전기신호를 처리하여 라만 펌핑광원의 세기를 조절하기 위한 **전자회로부**;

광신호의 분산을 보상해주기 위한 **분산보상 광섬유**;

라만 광증폭기의 펌핑광을 출력하는 **라만 펌핑광원**;

상기 펌핑광을 분산보상 광섬유에 결합하는 제 2 파장 분할 다중화기;

상위 또는 하위 광통신 시스템과 신호를 주고받을 수 있도록 하는 OADM(optical add-drop multiplexer); 및

OADM에서 출력된 광신호를 증폭하기 위한 이득 고정 광증폭기(gain-clamped optical amplifier);를 포함하는 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

광분배기와 광학필터가 분산보상 광섬유 앞에 위치하는 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

청구항 7.

제 4 항에 있어서,

광분배기와 광학필터가 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치하는 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

청구항 8.

제 5 항 내지 제 7 항에 있어서,

상기 이득 고정 광증폭기는 이득 고정 반도체 광증폭기 또는 이득 고정 어븀 첨가 광섬유 증폭기인 것을 특징으로 하는 자동 이득 조절 광증폭 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 파장분할다중화방식 광통신 시스템에 사용되는 광증폭 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 광통신 시스템의 초기 설치 후에 광소자의 변경, 시스템의 구성변경에 의한 구간 손실의 변화 및 신호의 add-drop에 의해 광증폭기로 입력되는 신호의 광세기가 변화가 있다고 하더라도 자동으로 광증폭기의 이득을 조절하여 안정된 광출력을 제공할 수 있는 자동 이득 조절 광증폭 시스템에 관한 것이다.

파장분할 다중화 방식의 메트로 네트워크는 노드들간의 거리, 예를 들면 전화국과 전화국간의 거리가 일정하지 않다. 따라서, 각 전송구간의 손실이 일정하지 않으므로 손실보상을 위해서는 각 전송 구간에 적합한 광증폭기를 사용해야 한다. 그러나, 전송구간들의 손실들이 각각 다르고 전송구간 손실의 증가와 감소가 빈번하게 일어나므로, 이에 적합한 광증폭기를 설계하는 것이 어렵다.

기존의 파장분할 다중화 방식의 광통신 시스템에 사용되는 광증폭기는 신호의 add-drop에 의해서도 항상 일정한 채널별 이득을 얻기 위하여 광학적 방법이나 전기적인 방법을 이용하여 이득을 고정시키는 방법을 사용한다. 종래의 전기적인 방법은 광증폭기로 입력되는 전체 광신호의 세기를 측정하고 이를 바탕으로 광증폭기의 펌핑 광원의 세기를 조절하는 방법

으로 Feed-back방식의 펌프제어를 할 수 있다. 이 방법은 입력과 출력을 검출하고 비교하여 원하는 출력이 될 때까지 펌프광의 값을 조절하는 알고리즘을 채택하는 것이다. 그러나, Feed-back의 순환이 여러 차례 반복되면서 전자회로에서 발생하는 시간의 지연으로 순간적으로 발생하는 출력 변화를 완벽하게 억제하기 어렵다.

또 다른 방법으로 입력 광신호의 세기를 측정하고 이미 만들어진 계산식이나 표의 값을 이용하여 펌핑 광원을 한번에 조절하는 알고리즘을 채택한 feed-forward방식이 있다. Feed-forward방식은 feed-back방식에 비해 조절속도가 빠르고 구성이 간단하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 위와 같은 방법은 신호의 add-drop에 의해서 입력 광신호의 세기가 변할 때 적합하며, 만일 구간 손실의 변화와 신호의 add-drop이 동시에 발생하는 경우엔 적합하지 못하다. 즉, 전체 입력신호를 측정하게 되면 구간 손실의 변화에 의한 신호세기 변화와 신호의 add-drop에 의한 신호세기 변화를 구분할 수 없기 때문이다.

도 1은 구간 손실 변화가 발생한 경우에 전체 입력신호를 측정하는 feed-forward 방식의 광증폭기에서 신호의 add-drop이 있을 때 발생할 수 있는 문제점을 나타낸다. 신호의 add-drop이 있더라도 drop되지 않은 채널들은 항상 일정한 세기를 유지해야하지만 도 1에서 drop되지 않은 5채널들의 세기가 기준 세기보다 증가한 것을 알 수 있다.

상기 문제점을 해결하기 위해 대한민국 공개특허 제10-2005-40147호에는 이득 조절이 가능한 라만 광증폭기와 반도체 광증폭기를 결합한 반도체 기반의 복합형 광증폭기가 제안되었다. 하지만 이 방법은 최초 증폭기 설치시 구간 손실이 다른 경우에 대해 적용하기 위한 것이며, 광통신 시스템의 초기 설치 후에 광소자의 변경 및 시스템의 구성변경에 의한 구간 손실의 변화에 대해서는 자동적으로 이득을 조절 하지 못하는 문제점을 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 광통신 시스템의 초기 설치 후에 광소자의 변경 및 시스템의 구성변경에 의한 구간 손실의 변화가 있다고 하더라도 자동으로 광증폭기의 이득을 조절하여 안정된 광출력을 제공할 수 있는 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한 본 발명의 목적은 신호의 add-drop에 관계없이 일정한 광신호 채널별 출력을 제공하는 광증폭 시스템을 제공하는 것이다.

발명의 구성

전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 자동 이득 조절 광증폭 시스템에 관한 것으로서, 신호대역 이외의 특정 파장대역의 광세기를 분기하는 **제 1 파장 분할 다중화기**; 제 1 파장 분할 다중화기에서 출력된 광을 전기신호로 변환하는 **광전변환기**; 변환된 전기신호를 처리하여 라만 펌핑광원의 세기를 조절하기 위한 **전자회로부**; 광신호의 분산을 보상해주기 위한 **분산보상 광섬유**; 라만 광증폭기의 펌핑광을 출력하는 **라만 펌핑광원**; 상기 펌핑광을 분산보상 광섬유에 결합하는 **제 2 파장 분할 다중화기**; 상위 또는 하위 광통신 시스템과 신호를 주고받을 수 있도록 하는 **OADM(optical add-drop multiplexer)**; 및 OADM에서 출력된 광신호를 증폭하기 위한 **이득 고정 광증폭기(GCSOA)**로 이루어진 것을 특징으로 한다.

상기 광전변화기로는 포토다이오드(Photo Diode: PD) 또는 Avalanche 포토다이오드(Avalanche Photo Diode: APD)를 사용할 수 있다. APD의 경우 성능이 PD보다 좋지만 가격이 비싸고 동작시에 항상 전압을 걸어줘야 하는 불편이 있어, 입력신호가 아주 미약하거나 변조속도가 빠른 특수한 경우가 아니라면 가격과 속도를 고려하여 PD를 사용하는 것이 바람직하다.

상기 라만 펌핑광원으로는 1.4 μm 파장 대역의 레이저 다이오드를 사용할 수 있다. 1.5 μm 대역(광통신 대역)에서 사용되는 라만증폭기의 펌핑광원은 크기가 작아 사용이 편리하고 전력 소모가 적으며 고출력을 낼 수 있는 1.4 μm 대역의 레이저 다이오드를 사용하는 것이 바람직하다.

상기 이득 고정 광증폭기는 이득이 고정된 반도체 광증폭기 또는 이득 고정 어븀 첨가 광섬유 증폭기를 사용할 수 있다.

이하 실시예를 통하여 첨부도면을 참조하면서 본 발명을 상세하게 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 예시적인 목적일 뿐 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능, 혹은 구성에 관한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 광통신 시스템에 적용한 일 구성을 도시한 것이다.

본 발명에서는 구간 손실 변화에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 위해 이득 고정 광증폭기에서 발생하는 증폭된 자발 방출광(Amplified Spontaneous Emission: ASE)의 일부 파장대역을 측정하고 이를 이용하여 펌핑광원의 세기를 조절하는 feed-forward 방식을 사용하였다. 이를 위해 제 1 파장분할 다중화기를 이용하여 이득 고정 광증폭기 1에서 발생하고 전송용 광섬유를 통과하면서 그 세기가 줄어드는 ASE중 신호대역 이외의 특정 파장 대역의 ASE(P_{ASE})를 광전변환기로 입력한다. 이득 고정 광증폭기에서 발생하는 ASE는 신호의 Add-drop에 상관없이 항상 일정한 세기로 발생하므로 제 1 파장분할 다중화기를 통해서 광전변환기로 입력되는 P_{ASE} 의 세기 변화를 측정하면 전송용 광섬유의 손실 변화나 또는 그 사이에 있는 광소자의 손실 변화를 계산할 수 있다.

도 3은 이득 고정 광증폭기의 출력 스펙트럼의 일예이다. 도 3 (a)는 열여섯 채널의 신호가 입력되었을 때의 출력 스펙트럼이며 도 3 (b)는 단일 채널의 신호가 입력되었을 때의 출력 스펙트럼이다. 입력신호의 숫자에 관계없이 항상 일정한 ASE가 발생하는 것을 알 수 있다.

전자회로부에서는 P_{ASE} 의 변화량으로부터 필요한 펌핑광원의 세기를 계산한 후 펌핑 광원의 세기를 조절한다. 펌핑광원에서 발생한 빛은 제 2 파장 분할 다중화기를 통해서 분산 보상용 광섬유로 입력되어 라만 증폭을 발생시킨다. 라만 증폭기에 의해서 증폭된 광신호는 OADM을 통과하면서 add-drop된 후 이득 고정 광증폭기 2로 입력된다. 이때 OADM의 구성은 한 쌍의 Arrayed WaveGuide(AWG)와 광스위치들로 구성되어 있다. AWG는 입력된 광신호중 특정 파장대역들의 신호들만 통과시키는 optical filter 역할을 하므로 광신호가 OADM을 통과하게 되면 신호파장 대역이외의 ASE는 모두 제거된다. 따라서 이득 고정 광증폭기 2로 입력되는 신호에는 신호 파장 대역이외의 ASE가 포함되어 있지 않아 라만 이득이 변하더라도 항상 일정한 세기의 ASE가 이득 고정 광증폭기로부터 출력된다.

도 4는 OADM의 입력신호와 입출력 스펙트럼의 일예이다. 라만 증폭된 신호가 OADM을 통과하면 신호파장 대역만 통과되고 이외의 파장대역의 ASE는 제거된다.

도 5는 이득 조절 기능을 사용하지 않은 증폭기를 사용하는 경우에 구간 손실이 ± 5 dB 변했을 때 라만 증폭부에서의 출력 스펙트럼이다. 라만 펌핑광원의 세기가 고정되어 있으므로 출력 신호의 세기가 ± 5 dB 변화한다.

도 6은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 사용하는 경우에 구간 손실이 ± 5 dB 변했을 때 라만 증폭부에서의 출력 스펙트럼이다. 구간 손실 변화에 따라 라만 펌핑광원의 세기가 변화하여 출력 신호의 세기가 항상 일정한 값으로 유지됨을 알 수 있다.

또한, 본 발명의 자동 이득 조절 광증폭 시스템은 이득 고정 광증폭기에서 발생하는 ASE의 일부분을 측정하기 위하여 상기 제 1 파장 분할 다중화기를 사용하는 대신, 일정 비율로 광세기를 나누어 주는 광분배기와, 특정 파장 대역을 투과시키는 광학 필터를 사용할 수도 있다.

도 7은 상기 구성에 의해 제 1 파장 분할 다중화기를 광분배기와 광학필터로 대체한 일 실시예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템의 구성 예시도이다.

상기에서 제 1 파장 분할 다중화기 또는 광분배기 및 광학필터는 분산 보상 광섬유의 앞에 위치하는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 제 1 파장 분할 다중화기 또는 광분배기 및 광학필터는 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치하여도 무방하다. 이 경우에는 제 2 파장분할 다중화기를 통해 분산보상 광섬유와 라만 펌핑광을 결합한 후, 특정 파장대역의 광세기를 제 1 파장 분할 다중화기를 이용해 분기하고 이때 출력된 광을 광전변환기에서 전기신호로 변환하여 펌핑광원의 세기를 조절하게 된다. 제 1 파장 분할 다중화기가 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치한 경우에는 제 2 파장 분할 다중화기를 통해 측정되는 ASE의 일부분에는 이득 고정 광증폭기에서 발생한 ASE 뿐만 아니라 라만 증폭부에서 발생하는 ASE가 포함되므로 정확한 구간 손실 측정은 불가능하다. 하지만 이 경우에도 적은 오차 범위 내에서 사용할 수 있다.

도 8은 제 1 파장 분할 다중화기가 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치한 일 실시예에 따른 자동 이득조절 광증폭 시스템의 구성 예시도이다. 도 9는 광분배기와 광학필터가 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치한 일 실시예에 따른 자동 이득조절 광증폭 시스템의 구성 예시도이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 사용하는 경우에 구간손실 변화에 따른 출력 신호의 세기 변화를 보여주는 그래프이다. 구간 손실이 변하더라도 항상 일정한 출력이 유지된다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명의 자동 이득 조절 광증폭 시스템에 의하면, 피드 포워드 방식의 이득 제어방식을 사용하며 측정된 ASE의 변화량에 따라 라만 펌핑광원의 세기를 조절하므로써 구간 손실 변화나 신호의 add-drop에 의한 입력 신호의 세기 변화에 무관하게 항상 일정한 신호 출력을 갖도록 한다.

또한, 본 발명의 자동 이득 조절 광증폭 시스템은 구간 손실의 변화와 입력의 세기의 순간적인 급격한 변화에 대해서도 채널 출력신호의 시간에 따른 변화가 매우 작으므로, 구간 손실이 변화하는 파장분할 다중화 방식의 광전송 시스템에 중계기로 사용되어 정상 상태 특성이나 구간 손실이 변화하는 상태 또는 과도 응답 특성에서 안정되고 균일한 출력을 가능케 한다.

도면의 간단한 설명

도 1 은 전체 입력신호를 측정하는 feed-forward 방식의 광증폭기에서 신호의 add-drop이 있을 때 발생할 수 있는 문제점을 도시한 출력 스펙트럼.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 광통신 시스템에 적용한 구성을 도시한 도면.

도 3은 이득 고정 광증폭기의 출력 스펙트럼.

도 4는 OADM의 입력신호와 출력 스펙트럼.

도 5는 이득 조절 기능을 사용하지 않은 증폭기를 사용하는 경우의 출력 스펙트럼.

도 6은 본 발명의 도 2의 실시예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 사용하는 경우의 출력 스펙트럼.

도 7은 제1파장 분할 다중화기를 광분배기와 광학필터로 대체한 본 발명의 일 실시예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템의 구성을 도시한 도면.

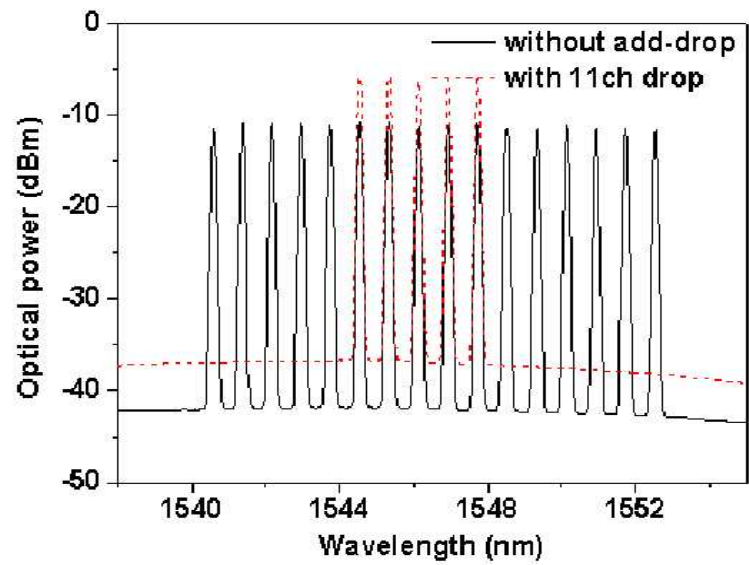
도 8은 제 1 파장 분할 다중화기가 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치한 본 발명의 일 실시예에 따른 자동 이득조절 광증폭 시스템의 구성

도 9는 광분배기와 광학필터가 제 2 파장 분할 다중화기의 다음에 위치한 본 발명의 일 실시예에 따른 자동 이득조절 광증폭 시스템의 구성 예시도이다.

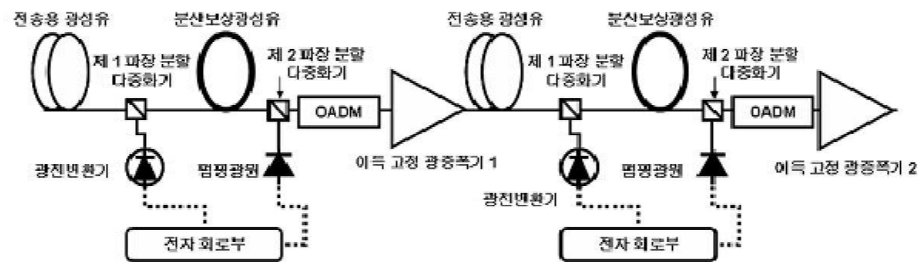
도 10은 본 발명의 실시예에 따른 자동 이득 조절 광증폭 시스템을 사용하는 경우에 구간손실 변화에 따른 출력 신호의 세기 변화를 도시한 그래프.

도면

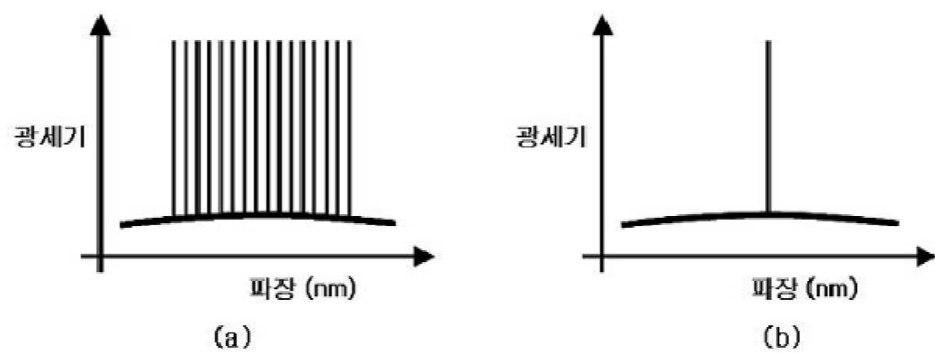
도면1



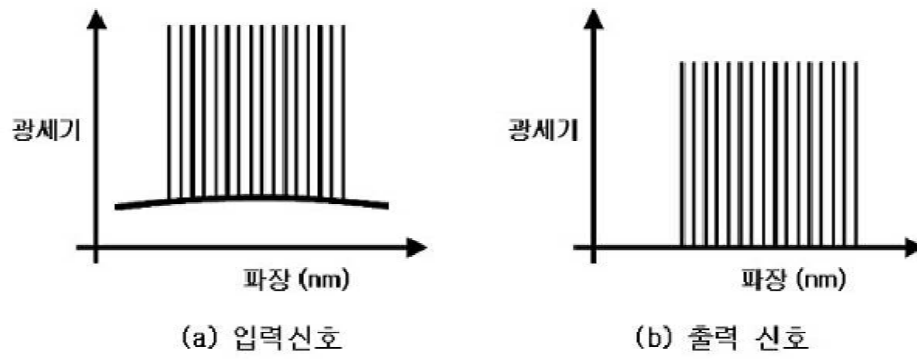
도면2



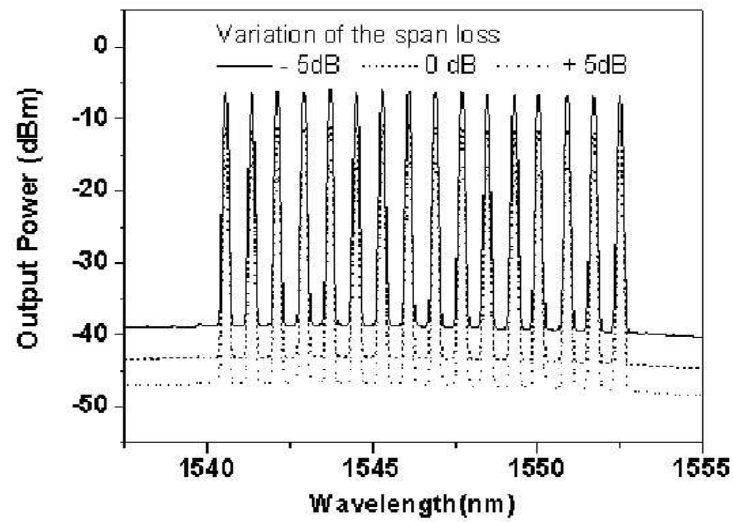
도면3



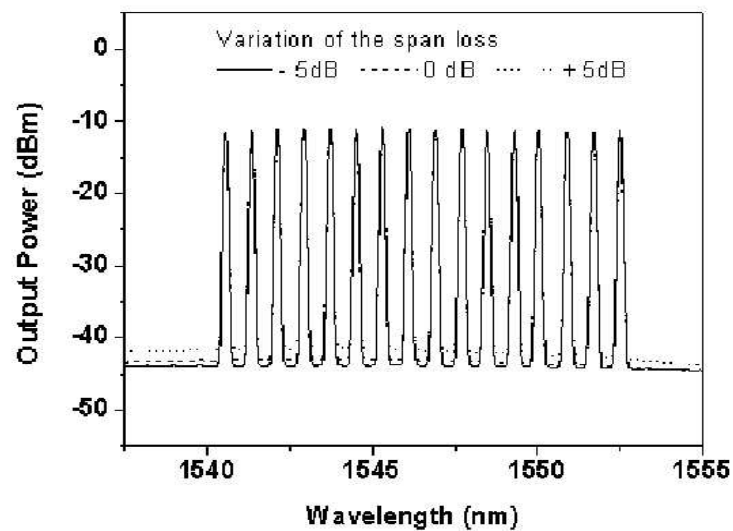
도면4



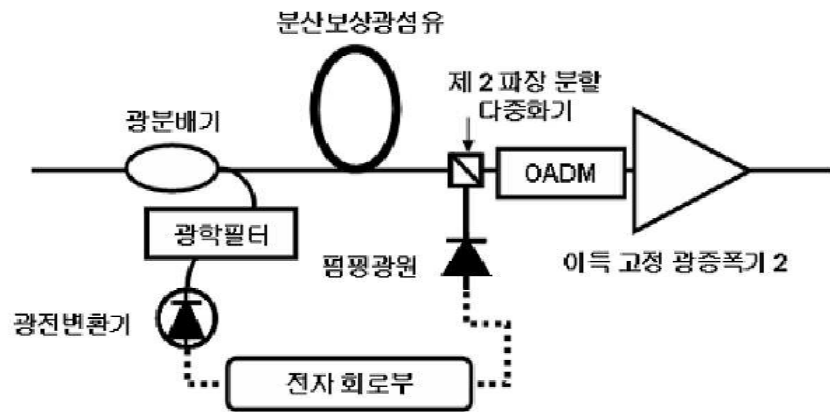
도면5



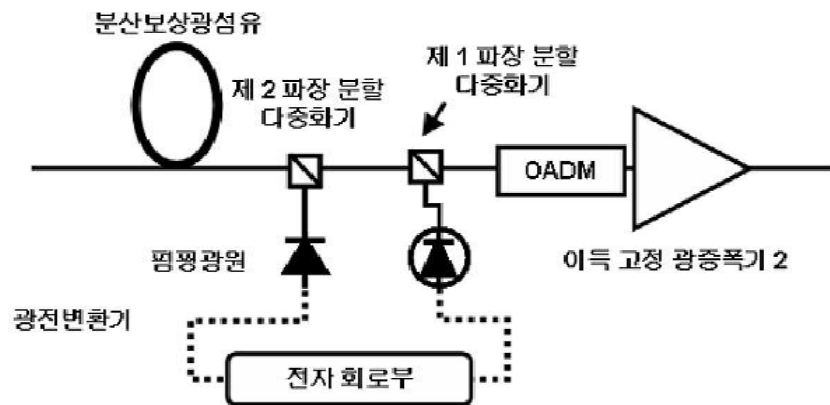
도면6



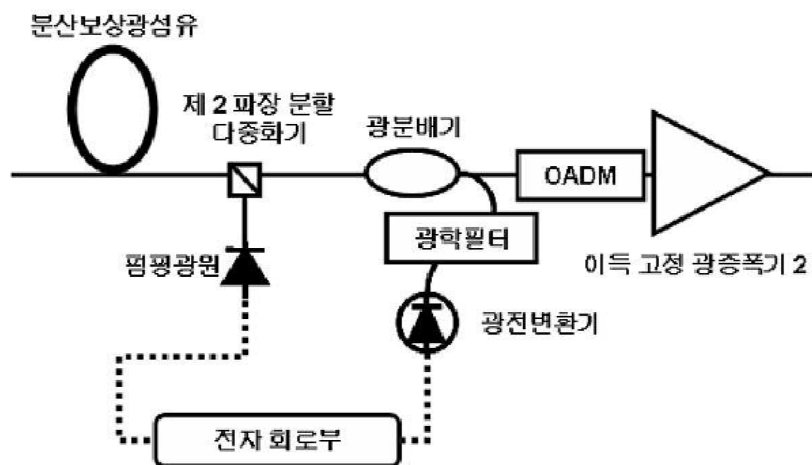
도면7



도면8



도면9



도면10

