

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G02B 6/22

(11) 공개번호 특2001-0041602  
(43) 공개일자 2001년05월25일

(21) 출원번호	10-2000-7009799	(87) 국제공개번호	WO 1999/45418
(22) 출원일자	2000년09월04일	(87) 국제공개일자	1999년09월10일
번역문제출일자	2000년09월04일		
(86) 국제출원번호	PCT/AU1999/00129		
(86) 국제출원출원일자	1999년03월03일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스		
	국내특허 : 오스트레일리아 캐나다 일본 대한민국 미국		
(30) 우선권주장	PP2181 1998년03월04일 오스트레일리아(AU)		
(71) 출원인	더 유니버시티 오브 시드니 앤더슨 데릭 제이.		
	오스트레일리아 뉴사우스웨일즈 2006 시드니 파라마타로드		
(72) 발명자	플레밍, 사이몬찰스		
	오스트레일리아 뉴사우스웨일즈 2042 뉴타운 챔스포드 스트리트 6/85		
(74) 대리인	이한영		

**심사청구 : 없음**

**(54) 초광대역의 저-노이즈 게인-플랫된 희토류 도프처리된섬유 증폭기**

**요약**

다음의 수단을 포함하는 넓은 파장 범위에 걸쳐 플랫게인 증폭을 제공하기 위한 장치: 입력신호를 증폭 도파관 수단에 입력하기 위한 입력수단(21); 실질적으로 플랫게인 특성을 갖는 증폭된 입력신호를 포함하는 출력신호를 출력하기 위한 출력수단(22); 노이즈 제거수단(27); 입력수단 및 출력수단과 연결되고, 입력신호의 파장성분의 증폭 도파관 수단을 따라가는 입력신호의 전달길이에 비례하여 증폭되는 정도의 다양한 증폭 게인을 제공하는 증폭 도파관 수단(24, 26); 예정된 증폭 파장을 증폭 도파관 수단에서 출력수단으로 커플링하기 위하여, 증폭 도파관 수단을 따라 위치하는 일련의 출력 파장 커플링 수단; 및, 증폭 도파관수단에서 출력수단으로 예견된 증폭된 파장을 커플링하기 위하여 증폭 도파관 수단을 따라 위치하는 일련의 출력 도파관 커플링 수단(25)과 노이즈 제거수단(27)으로 분산시키기 위하여, 원치않는 증폭을 증폭 도파관 수단으로 부터 노이즈 제거수단(27)으로 커플링하기 위한 노이즈 파장 커플링 수단(24, 26)을 추가로 포함하는 증폭 도파관 수단.

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 광신호, 특히 희토류 도프처리된(rare earth doped) 섬유 증폭기를 이용하여 광섬유를 통해 전달되고 증폭되는 신호들의 증폭에 관한 것이다.

**배경기술**

최근, 광섬유의 높은 대역폭을 제공하므로, 통신을 위한 광섬유의 이용이 점차 대중화되고 있다. 광섬유 전달에 일반적으로 사용되는 파장은 통상적으로 단일모드 광섬유 전달 스펙트럼의 저감쇠 지역과 관련되어 왔다. 먼저, 도 1을 참조하면, 단일모드 광섬유에 대한 전형적인 감쇠율의 스펙트럼이 도시되어 있다. 도 1은 저손실 전달에 대한 두 개의 특정 관여 원도우를 나타낸다. 첫번째 원도우는 대략 1550nm, 두번째 원도우는 1310nm에 위치한다. 특히, 1550nm상의 원도우가 낮은 감쇠율로 인하여 보편화되었다.

최근, 모든 광학 희토류 도프처리된(rare earth doped) 섬유 증폭기도 모든 광학 증폭기에 입력신호를 제공함으로써 점차 대중화되고 있다. 널리 사용되고 있는 증폭기의 한 특정 형태로는 어비움(Erbium) 도프처리된 증폭기(EDFA)를 들 수 있으며, 이것은 1550nm 지역에서도 특별히 강력한 증폭을 갖는다. 도 2는 각각 다른 펌핑력(하나로 노멀라이징된 게인을 가지고 하나로 노멀라이징됨)에 대한 표준 EDFA에 의하여 제공되는 게인의 한 예를 나타낸다. 도 2에서 알 수 있듯이, EDFA의 게인 프로파일은 매우 불규칙적이다. 종래에는, 단일 파장만이 광섬유에 의하여 전달되었을 때, 이것은 문제가 되지 않았다. 그러나, 최근에는 파장 분할 다중화(wavelength division multiplexed, WDM) 시스템이 제기되고, 그 명칭에서 알 수 있듯이, 각기 다른 주파수 또는 파장의 채널들을 운반하는 광섬유로 구축되었다. 공교롭게도, EDFA의 증폭 프로파일은 각 채널이 실질적으로 다른 게인을 경험하게 되어, 게인 프로파일 실질적으로 일정하게 유지되지 않으면, WDM 시스템이 EDFA 증폭기에 의한 증폭에 문제를 일으킬 수 있다. 물론, EDFA가 적당한 파장의 넓은 스펙트럼을 가로질러 사용가능한 게인의 위치(등급)를 정상적으로 제공함을 도 2를 통하여 알 수

있을 것이다. 그러나, 도 2에서 분명히 알 수 있듯이, 게인 스펙트럼은 중앙 정점을 지나면 "감쇠된다 (swamped)".

#### 발명의 요약

본 발명의 목적은 WDM 전달 시스템에서의 통합에 적절한 실질적으로 평평화된 게인 스펙트럼을 갖는 모든 광학 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 첫 번째 목적은, 다음의 수단을 포함하는 넓은 파장 범위에 걸쳐 플랫폼에 증폭을 제공하기 위하여 마련된 장치를 제공하는 것이다: 입력신호를 증폭 도파관 수단에 입력하기 위한 입력수단; 실질적으로 플랫폼에 특성을 갖는 증폭된 입력신호를 포함하는 출력신호를 출력하기 위한 출력수단; 노이즈 제거수단; 입력수단 및 출력수단과 연결되고, 입력신호의 파장성분의 증폭 도파관 수단을 따라가는 입력신호의 전달길이에 비례하여 증폭되는 정도의 다양한 증폭 계인을 제공하는 증폭 도파관 수단; 예정된 증폭 파장을 증폭 도파관 수단에서 출력수단으로 커플링하기 위하여, 증폭 도파관 수단을 따라 위치하는 일련의 출력 파장 커플링 수단; 및, 노이즈 제거수단으로 분산시키기 위하여, 원치않는 증폭을 증폭 도파관 수단에서 노이즈 제거수단으로 전달하기 위한 노이즈 파장 커플링 수단.

출력 파장 커플링 수단은 적절히 조절된 광학 회절격자를 포함할 수 있으며, 노이즈 파장 커플링 수단도 또한 섬유를 따라 형성된 회절격자를 포함할 수 있다. 회절격자들은 바람직하게 장기 회절격자(long period grating)이다.

증폭 도파관 수단은 어비움 도프처리된(Erbium doped) 섬유 증폭기 또는 네오디미움(Neodymium) 도프처리된 섬유 증폭기와 같은 섬유 증폭기를 포함할 수 있다. 노이즈 도파관 수단은 광섬유의 피복재(cladding)를 포함할 수 있다.

본 발명의 두 번째 목적은, 그 내부에서 심들이 구축되어 예정된 파장에서 전달상수들이 매치되지 않으나, 장기 회절격자에 기록되어 추후에 매치되도록 심(core)이 구성된 다심섬유(multi-core fibre)를 제공하는 것이다.

본 발명의 세 번째 목적은, 다음의 수단을 포함하는 넓은 파장 범위를 가로질러 평평한 게인 증폭을 제공하기 위한 장치를 제공하는 것이다: 입력신호를 증폭 도파관 수단에 입력하기 위한 입력수단; 실질적으로 플랫폼에 특성을 갖는 증폭된 입력신호를 포함하는 출력신호를 출력하기 위한 출력수단; 노이즈 제거수단; 입력수단 및 출력수단과 연결되고, 입력신호의 파장성분의 증폭 도파관 수단을 따라가는 입력신호의 전달길이에 비례하여 증폭되는 정도의 다양한 증폭 계인을 제공하는 증폭 도파관 수단; 및, 예정된 증폭 파장을 증폭 도파관 수단에서 출력 수단으로 커플링하기 위하여, 증폭 도파관 수단 또는 출력수단을 따라 위치하는 일련의 출력 파장 커플링 수단.

본 발명의 네 번째 목적은, 넓은 파장 범위를 가로질러 평평한 게인 증폭을 제공하기 위하여 제공된 다음의 단계를 포함하는 방법을 제공한다: 증폭될 신호를 예정된 공간증폭 특성을 갖는 광대역 증폭수단에 입력하는 단계; 출력수단에 신호의 실질적인 플랫폼에 특성을 갖는 증폭을 제공하여 실질적인 플랫폼에 특성을 갖는 증폭된 출력신호를 생성하도록, 광대역 증폭수단과 출력수단을 공간적으로 커플링하는 단계; 및, 실질적으로 플랫폼에 특성을 갖는 증폭된 출력신호를 출력하는 단계.

바람직하게, 이 방법은 광대역 증폭 수단에 있어서 원하지 않는 증폭의 감소를 위하여 제공하도록 광대역 증폭 수단을 노이즈 덤프 수단으로 공간적으로 커플링하는 단계를 추가적으로 제공할 수 있다. 공간적 커플링은 광대역 증폭 수단을 출력 수단으로 커플링하기 위한 광학 회절격자의 이용을 포함할 수 있다.

#### 도면의 간단한 설명

본 발명의 범주에 해당할 수 있는 다른 어떠한 형태가 존재할 수 있으나, 본 명세서에서는 본 발명의 바람직한 실시태양을 다음 도면들을 참조로 하여 설명하겠다:

도 1은 단일모드 섬유에 대한 전형적인 감쇠율을 나타낸 그래프이다.

도 2는 각기 다른 펌핑 레벨에 대한 어비움 도프처리된 섬유 증폭기(EDFA)의 증폭 계인 그래프를 나타낸다.

도 3은 바람직한 실시태양을 참조하여 기술된 첫 번째 예시적 배치를 모식적으로 나타낸 그림이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시태양의 한 형태를 모식적으로 나타낸 그림이다.

#### 발명의 상세한 설명

본 발명의 바람직한 실시태양에 의하면, 어비움 도프처리된 섬유 증폭기는 특정 파장에서 입력신호상의 예상된 계인에 의하여 결정된 위치에 있는 입력 채널에서 출력 채널까지의 각 파장과 연관된 신호를 전달하기 위하여, 회절격자 시스템과 관련하여 사용된다. 이어, 동일 파장의 입력신호와 연관된 노이즈의 증폭은 폐기되든지, 제거로 또는 분산을 위한 노이즈 채널로 "덤프(dumped)"된다. 이 과정은 각 관여 신호에 대하여 반복된다.

바람직한 실시태양을 명확히 이해하기 위하여, 초기 장치가 도 3을 참조로 제안 및 기술되었다. 이 장치에 있어서, 입력신호(10)가 어비움 도프처리된 증폭 심(11)으로 이송된다. 이 증폭심(11)은 두 번째 비증폭심(12)과 아주 근접하게 위치해 있다. 심(11)과 심(12)은 피복재층(13)에 존재한다. 그러나, 일반적으로 두 도파관(11)과 도파관(12)이 근접하게 위치하나, 그들간의 커플링이 일어나지 않도록(예를 들면, 필요한 만큼의 유사 차단 파장을 제공하는 동안 다른 전달상수들을 주는 심 직경 및 굴절율의 선택에 의하여) 고안되었다. 도파관(11)은 강력하게 도프처리되고 펌핑된 EDFA를 포함할 수 있다. 도파관은 매우 넓은 스펙트럼에 걸쳐 잠재적으로 계인을 제공한다. 그러나, 이미 진술하였듯이, 도 2의 게인 스펙트럼의 정점상의 강력한 계인은 점차 감소하며 끌리게 된다. 게인 밴드내의 모든 파장이 일정 수준의 계인

(예를 들면, 30dB)에 이르는 도파관(11)의 길이를 따라 포인트가 있으며, 증폭 도파관(11)의 길이를 따라 전반부의 게인 정점상의 파장들은 이 게인의 전체수준을 경험하며, 게인 밴드 하단부의 파장들은 도파관(11)의 후반부의 게인의 수준을 경험한다. 게인의 플랫폼은 도파관(11)과 도파관(12)을 함께 어떤 포인트, 예를 들면 특정파장에 대한 포인트에서 경험된 게인의 양에 의존적인 15 내지 17, 에서 커플링함으로써 이루어진다. 커플링은 섬유내로 기록되어진 회절격자에 의하여 제공되어질 수 있다. 바람직하게는, 장기 회절격자들이 사용될 수 있다. 기록되어진 회절격자의 주파수는 원하는 커플링파장에 의존적일 것이다. 포인트 15에서의 커플링은 게인 정점 부근에서 게인 최대값을 받는 파장에 대한 것일 수 있으며, 게인 정점에 있어서 포인트 17에서의 커플링은 도파관(11)을 따라 게인 하단부 부근에서 훨씬 낮은 수준의 게인을 경험하는 파장에 대한 것일 수 있다. 이러한 이유로, 커플링 포인트는 파장에 따라 섬유의 길이를 변화시킨다. 15 내지 17의 회절격자들의 위치, 예를 들면 출력신호(18)의 출력 게인이 실질적으로 모든 파장들에 동일하도록 조절함으로써, 게인을 플랫폼화시킨다.

불행히도, 도 3의 배치는 예를 들면, 회절격자(15)에서 커플링되지 않은 어떠한 노이즈 또는 잔여신호도 고려하지 않는다. 불행히도, 도파관(11)의 후속되는 길이방향으로 잔여 노이즈(및 포인트 15에서 커플링되어질 신호)가 크게 증폭되어 도파관(11) 내에서 에너지를 흡수할 것이며, 그렇지 않으면 다른 파장을 증폭하는데 이용되어질 것이다. 게인 정점의 채널(11)에 있어서의 고도 게인(very high gains)으로, 자연방사(spontaneous emission)가 잠재적으로 레이저 방출을 일으키기에 충분히 증폭될 것이다. 그러나, 도 3의 장치는 그 고유의 기능에 있어서 여전히 적합하다.

도 4를 참조하면, 배치(20)에 더 적합한 예시된 대체물이 있다. 이 배치는 도 3에 예시된 것과 유사하며, 광역대 입력신호(21)와 증폭된 출력신호(22)를 포함한다. EDFA 증폭기는 도파관(23)을 제공받아 종래의 방식으로 펌핑된다. 하나의 파장만을 견본으로 하여, 첫번째 커플링은 이미 설명된 바와 같이, 신호를 출력 도파관(25)으로 커플링하기 위하여 도파관(24)을 제공받는다. 나머지 섬유를 따라 일련의 회절격자들, 예를 들면 회절격자(26)가 모든 잔여 신호 및 노이즈 제거 도파관(27)으로의 직접 커플링을 위하여 제공하도록, 특별히 조절된 회절격자(26)에 의하여 도파관(23)으로부터 노이즈 제거 도파관(27)으로 증폭된 노이즈를 커플링하기 위하여 제공된다. 바람직하게는, 노이즈 제거 도파관(27)은 섬유의 피복재가 될 수 있다. 도파관(27)은 증폭된 노이즈가 축적되어 게인을 격감시키거나 방사선 방출을 유발하기 전에 그것을 덤핑하기에 편리한 장소를 제공한다. 이미 언급되었듯이, 간단한 경우에서 있어서 도파관(27)은 피복재를 포함할 수 있다. 선택적으로, 노이즈를 활발히 제거하기 위한 수단으로서 펌핑되지 않은 도프처리된 도파관이 될 수도 있다. 일련의 회절격자(26)는 출력(25)로 커플링한 후에 남은 노이즈 신호들의 모든 증폭을 최소화하기 위하여 도파관(24)을 첫번째 커플링한 후, 도파관(23)을 따라 제공될 수 있다.

보다 명확하게 하기 위하여, 오버랩되는 회절격자들을 도파관(27)으로의 노이즈 덤핑과 더불어 도파관(25)으로의 평평한 게인 커플링을 위하여 제공되어 다른 파장들을 다루도록 기입하여, 도 4의 배치(20)는 한 파장만의 프로세싱을 나타낸다. 따라서, 바람직한 실시태양은 장기 회절격자들을 오버랩함으로써 제공되는 커플링을 갖는 다심 섬유를 포함할 수 있다. 각 포인트에서 도파관(25)으로의 커플링이 일어날 수 있다. 각 포인트에서는 출력신호(25)로의 커플링 직후에, 출력 주파수와 연관된 모든 추후의 노이즈를 "노이즈 덤핑(noise dumping)" 채널(27)로 커플링하여, 필요한 파장이 한 게인에 다다른다.

물론 다른 배치들이 가능하다: 예를 들면, 카운터 방향 펌핑은 하단부 게인 최대값을 위하여 제공하도록 사용될 수 있다; 공동방향 및 양방향 펌핑도 가능하다. 선택적으로, 4번째 심 도파관은 필요에 따라 펌핑 에너지의 분배를 위하여 적절한 회절격자와 함께 도입되어 질 수 있다. 다른 배치에 있어서, 회절격자들은 나머지 다른 도파관들에 기록될 수 있다. 예를 들면, 회절격자는 게인/입력 도파관 대신 출력 및 노이즈 도파관으로서 기록될 수 있다.

추가적으로 가능한 배치에 있어서, 노이즈 채널은 피복재를 포함할 수 있다. 기타 배치들은, 예를 들면, 주위에 게인 증폭기 및 입력 채널이 배열되고, 추가적으로 노이즈 채널이 배열된 중앙출력 채널을 포함할 수 있다. 이 채널들은 양자택일적으로, 다른 순으로 배열될 수 있다.

바람직한 실시태양의 원리는 다른 전달 윈도우까지 추가 확장되어질 수 있다. 예를 들면, 1300nm 윈도우에 있어서 실리카의  $Nd^{3+}$ 는 이 구역에서 게인을 제공하나, 관련 밴드상에 미약한 센트링(centring)으로 결합된 강한 경향 레이저 방출로 인하여, 통상적으로 사용불가능한 것으로 알려져 있다. 만일, 게인이 밴드 전체를 가로질러 제공된다면, 스펙트럼의 문제 부위들의 고효율 아웃커플링이 1300nm 지역에대한 실질적 실리카 증폭기가 될 것이다.

본 발명의 바람직한 실시태양을 확장하면, 다중모드 소스로부터의 게인 미디엄의 효율적인 펌핑이 가능하게 된다. 멀티모드 펌프는 게인 심 가까이에 주행하는 멀티모드 심으로 내보내어 질 수 있다. 이 심들은 신호나 게인 핵의 펌프모드들과 이 펌프 심의 어떠한 모드간에도 커플링이 일어나지 않도록 고안되었다. 회절격자들은 게인채널에 있어서 다중모드 펌프를 펌프의 근본모드로 커플링하기 위하여 도입되었다. 섬유를 따른 회절격자들의 간격은 이미 커플링된(무시가능한 백커플링이 있도록) 이들 펌프의 구성요소의 강한 흡입을 가능하게 한다. 이러한 방법으로, 각 모드는 커플링되고 흡수된다. 이것은 피복재 펌핑과 같은 현존하는 스킴(existing scheme)에 유리하다. 피복재 펌핑에서 펌프의 흡수는 도파관의 영역과의 효율등급과 단순 오버랩에 의존한다. 이 스킴은 특히 증폭기 뿐만 아니라 레이저에도 유리하다.

또한, 장기회절격자들은 섭동에 매우 민감한 것으로 알려져있다. 이것은 커플링의 조절에 영향을 주어, 전체적인 수행에 영향을 주는데 이용될 수 있다. 예를 들면, 신호나 펌프력에 있어서의 변화로부터의 전도의 변화에 기인하는 스펙트럼의 게인 변화에 대한 첫번째 순서 교정은, 예를 들면 변형 또는 온도, 장기회절격자들을 조절함으로써 교정될 수 있다.

이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시태양일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에

의하여 정의된다고 할 것이다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

다음의 수단을 포함하는 넓은 파장범위에 걸쳐 플랫폼이증폭(flat gain amplification)을 제공하는 장치:

입력신호를 증폭 도파관 수단에 입력하기 위한 입력수단;

실질적으로 플랫폼인 특성을 갖는 증폭된 입력신호를 포함하는 출력신호를 출력하기 위한 출력수단;

노이즈 제거수단;

입력수단 및 출력수단과 연결되고, 입력신호의 파장성분의 증폭 도파관 수단을 따라가는 입력신호의 전달 길이에 비례하여 증폭되는 정도의 다양한 증폭 계인을 제공하는 증폭 도파관 수단;

예정된 증폭 파장을 증폭 도파관 수단에서 출력수단으로 커플링하기 위하여, 증폭 도파관 수단을 따라 위치하는 일련의 출력 파장 커플링 수단; 및,

노이즈 제거수단으로 분산시키기 위하여, 원치않는 증폭을 증폭 도파관 수단에서 노이즈 제거수단으로 전달하기 위한 노이즈 파장 커플링 수단.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

출력 파장 커플링 수단은 광학 회절격자를 포함하는 것을

특징으로 하는

장치.

#### 청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

노이즈 파장 커플링 수단은 섬유를 따라가며 형성된 회절격자를

포함하는 것을 특징으로 하는

장치.

#### 청구항 4

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

회절격자는 장기 회절격자를 포함하는 것을 특징으로 하는

장치.

#### 청구항 5

제 1항 내지 제 4항에 있어서,

증폭 도파관 수단은 섬유 증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는

장치.

#### 청구항 6

제 5항에 있어서,

섬유 증폭기는 희토류 도프처리된(rare earth doped)

섬유 증폭기인 것을 특징으로 하는

장치.

#### 청구항 7

제 6항에 있어서,

섬유 증폭기는 어비엄 도프처리된(Erbium doped) 섬유 증폭기인

것을 특징으로 하는

장치.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

노이즈 도파관 수단은 광섬유의 피복재(cladding)를 포함하는 것을

특징으로 하는

장치.

#### 청구항 9

심(core)이 예정된 파장에서 전달상수가 매치되지 않고, 그 후에 장기 회절격자의 기록에 의해 매치되도록 구성된 다심 섬유.

#### 청구항 10

다음의 수단을 포함하는 넓은 파장 범위에 걸쳐 플랫게인증폭(flat gain amplification)을 제공하는 장치:

입력신호를 증폭 도파관 수단에 입력하기 위한 입력수단;

실질적으로 플랫게인 특성을 갖는 증폭된 입력신호를 포함하는 출력신호를 출력하기 위한 출력수단;

노이즈 제거 수단;

입력수단 및 출력수단과 연결되고, 입력신호의 파장성분의 증폭 도파관 수단을 따라가는 입력신호의 전달 길이에 비례하여 증폭되는 정도의 다양한 증폭 계인을 제공하는 증폭 도파관 수단; 및,

예정된 증폭 파장을 증폭 도파관 수단에서 출력 수단으로 커플링하기 위하여, 증폭 도파관 수단 또는 출력수단을 따라 위치하는 일련의 출력 파장 커플링 수단.

#### 청구항 11

다음의 단계를 포함하는 넓은 파장 범위에 걸쳐 플랫게인증폭(flat gain amplification)을 제공하는 방법:

증폭될 신호를 예정된 공간증폭 특성을 갖는 광대역 증폭수단에 입력하는 단계;

출력수단에 신호의 실질적인 플랫게인 증폭을 제공하여 실질적인 플랫게인 증폭 출력신호를 생성하도록, 광대역 증폭수단과 출력수단을 공간적으로 커플링하는 단계; 및,

실질적으로 플랫게인 증폭된 출력신호를 출력하는 단계.

#### 청구항 12

제 11항에 있어서,

광대역 증폭수단에서 원하지 않는 증폭을 감소시키기 위하여, 광대역 증폭수단과 노이즈 덤핑수단을 공간적으로 커플링하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는

방법.

#### 청구항 13

제 11항 또는 제 12항에 있어서,

광대역 증폭 수단은 광학 증폭기를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 14

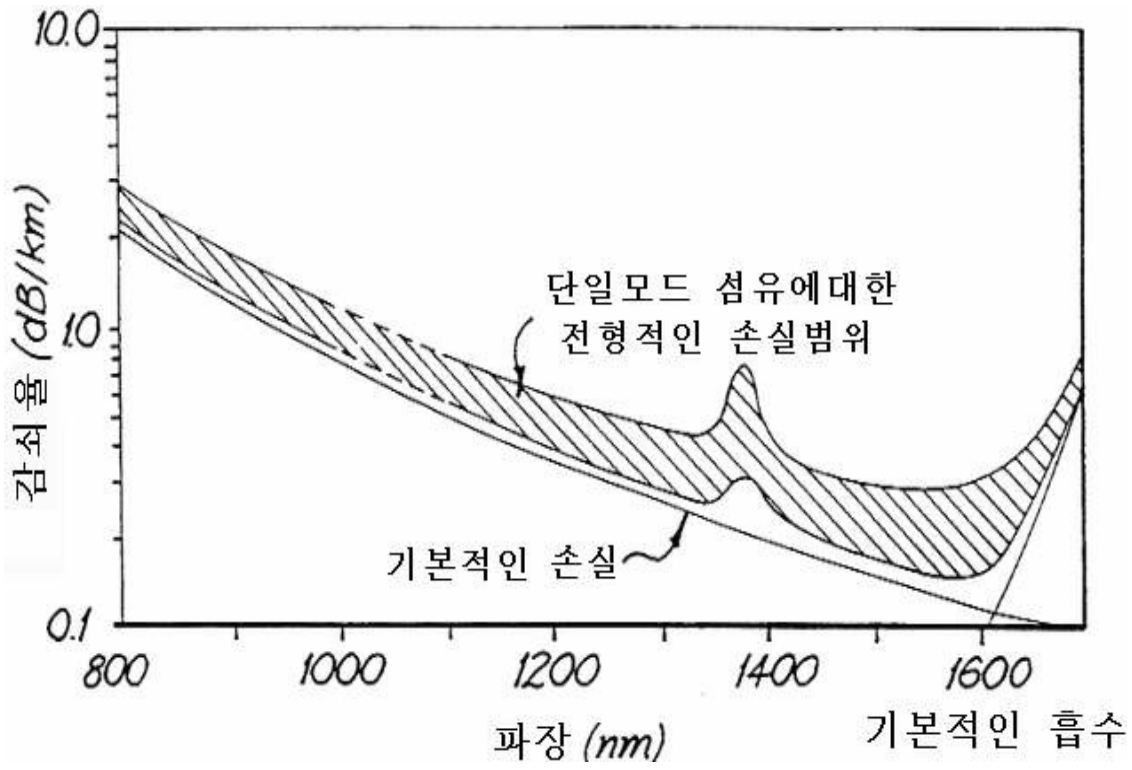
제 11항에 있어서,

공간적 커플링은 광대역 증폭수단과 출력수단을 커플링하기 위한, 광학 회절격자의 이용을 포함하는 것을 특징으로 하는

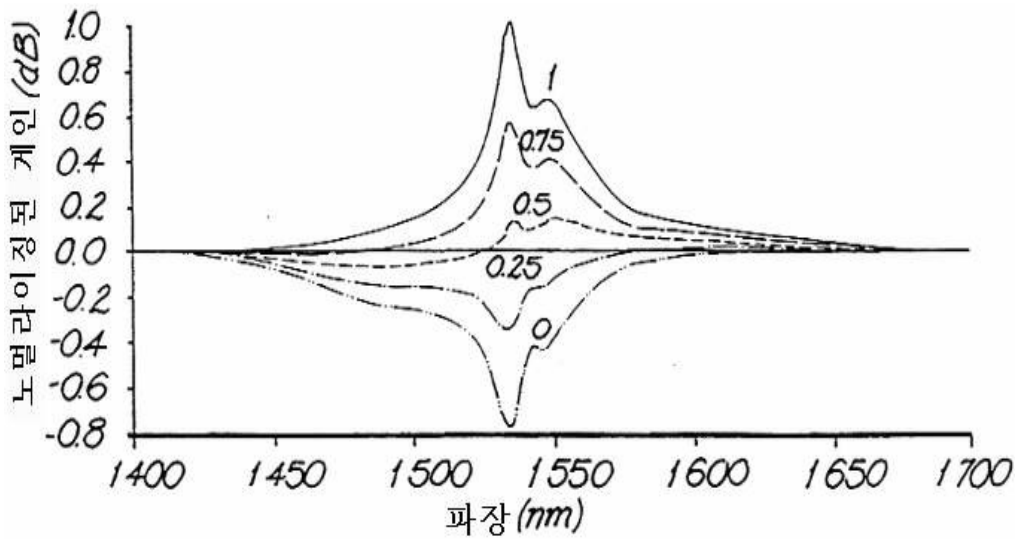
방법.

**도면**

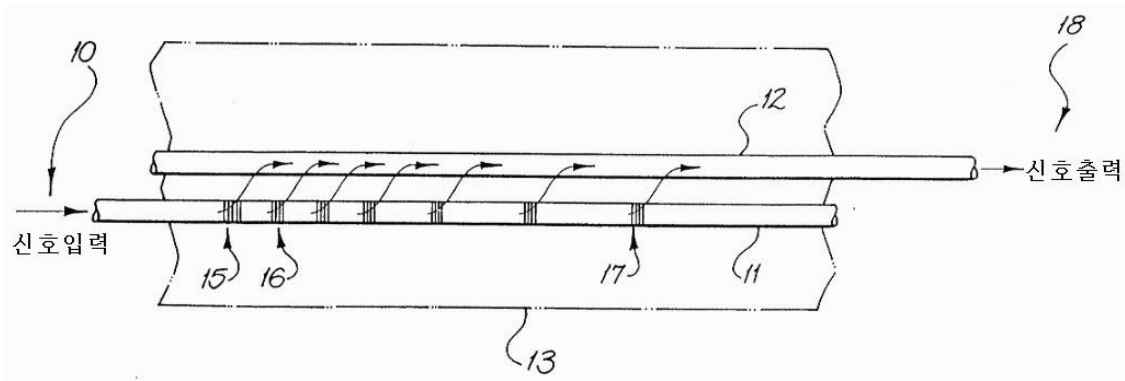
도면1



도면2



도면3



도면4

