



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0099731
(43) 공개일자 2007년10월10일

(51) Int. Cl.

H04B 10/12(2006.01) G02B 6/293(2006.01)

H04B 10/17(2006.01) H04L 12/28(2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0030833

(22) 출원일자 2006년04월05일

심사청구일자 2006년04월05일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 공동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

이동한

대전 유성구 가정동 236-2 과기대 교수아파트
12-402호

이한협

대전 동구 가양2동 55-25

(74) 대리인

권오식, 박창희, 김종관

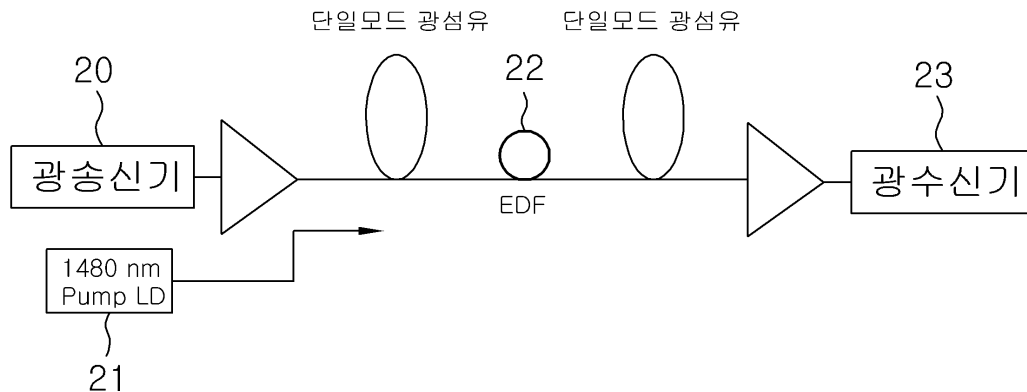
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템

(57) 요약

본 발명은 수동형 광가입자망 시스템의 전송거리를 증가하기 위하여 원격 펌핑 광증폭기를 사용함으로써, Remote Node(RN)에서 전력을 사용하지 않고 광신호를 증폭시킬 수 있어 장거리 전송이 가능하며, 또한 유지가 편리하여 경제적인 장거리 수동형 광가입자망 시스템의 구성이 가능하도록 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템에 관한 것이다. 본 발명은, Optical Line Terminator(OLT)와 Remote Node가 광섬유로 연결된 수동형 광가입자망 시스템에 있어서, 상기 OLT단에는 어븀이 첨가된 광섬유(Erbium-doped fiber: EDF)를 펌핑하기 위한 펌핑 광원을 구비하고, 상기 RN단에는 EDF를 구비하는 것을 특징으로 한다. 상기 원격 펌핑 광증폭기는 상향 광신호와 하향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기이거나, C-band 하향 광신호와 L-band 상향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기이거나, L-band 하향 광신호와 C-band 상향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기이거나, 상향 광신호 또는 하향 광신호만을 선택적으로 증폭하는 단방향 원격 펌핑 광증폭기인 것이 바람직하다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

OLT(Optical Line Terminator)단과 RN(Remote Node)단이 광섬유로 연결된 수동형 광가입자망 시스템에 있어서, 상기 OLT단에는 EDF(Erbium-doped fiber)를 펌핑하는 펌핑 광원을 구비하고, 상기 RN단에는 EDF를 구비하는 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 원격 펌핑 광증폭기는 상향 광신호와 하향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기인 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 원격 펌핑 광증폭기는 C-band 하향 광신호와 L-band 상향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기인 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 원격 펌핑 광증폭기는 L-band 하향 광신호와 C-band 상향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기인 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 원격 펌핑 광증폭기는 상향 광신호 또는 하향 광신호만을 선택적으로 증폭하는 단방향 원격 펌핑 광증폭기인 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 6

제 2 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 상향 광신호 또는 하향 광신호를 바이패스(bypass)시키기 위하여 상기 EDF의 앞뒤에 C/L-band WDM 커플러를 구비하는 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 7

제 2 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 상향 광신호 또는 하향 광신호를 바이패스(bypass)시키기 위하여 상기 EDF의 앞뒤에 광써클레이터를 구비하는 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 8

제 2 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 상향 광신호와 하향 광신호가 서로 다른 광선로를 사용하는 경우에 각각의 신호를 증폭하기 위하여 복수개의 원격 펌핑 광증폭기를 구비하는 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 9

제 1 내지 5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원격 펌핑 광증폭기의 펌핑 효율을 높이기 위하여 출력단에 잉여 펌핑광을 재입사하는 광섬유 격자를 구비하는 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 펌핑 광원은 1480 nm pump LD 인 것을 특징으로 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <23> 본 발명은 수동형 광가입자망(Passive Optical Network, 이하 PON)에 관한 것으로 좀 더 자세히는 기존의 PON 시스템의 RN단(Remote Node)에 원격 펌프광원을 사용하는 EDFA를 사용하여 신호 증폭이 가능하여 전송용량과 전송거리가 증가되도록 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템에 관한 것이다.
- <24> 종래의 가입자계의 액세스 망은 저속 데이터 위주로 좁은 대역 서비스를 위한 교환기와 단말기 간의 동선을 이용한 단순한 음성급 서비스가 주였다. 그러나 최근 VOD, CATV, HDTV 같은 다양한 형태의 광대역 서비스에 대한 가입자들의 수요가 증가하고, 특히 인터넷 서비스가 폭발적으로 증가하여 곧, 멀티미디어 트래픽이 음성 트래픽을 능가할 것으로 예측하고 있다. 이러한 광대역 서비스의 증가와 인터넷의 수요를 가입자에게 원활하게 제공하기 위해서는 광가입자망의 구축이 매우 필수적이다.
- <25> 도 1은 이러한 종래의 일반적인 PON의 구성을 도시한 블록도이다.
- <26> 도시된 바와 같이, 종래의 PON 시스템은 OLT단(Optical Line Terminator)(10), RN단(Remote Node)(11), ONU단(Optical Network Unit)(12)으로 구성된다. 각 단의 구조와 역할에 대해 간략히 설명하면, OLT단(10)에서는 하향 광신호를 RN단(11)으로 전송하고 RN단(11)에서는 OLT단(10)으로부터 전송된 하향 광신호를 광세기 분배기 또는 파장 분할기를 이용하여 각 ONU단(12)으로 전송한다.
- <27> 마찬가지로 각 ONU단(12)에서 발생한 상향 광신호들은 RN단(11)에서 다중화된 후 OLT단(10)으로 전송된다. RN단(11)을 구성하는 광소자는 PON시스템의 종류에 따라 광세기 분배기 또는 파장 분할기를 사용하게 된다.
- <28> 이와 같은 종래의 PON 시스템은 주로 시내 구간에 전화국과 가입자 사이를 연결하므로 OLT단(10)과 ONU단(12) 사이의 거리가 20km를 넘지 않도록 설계되어 있다. 하지만 시외나 도서지방 같이 전화국과 가입자 사이의 거리가 먼 경우에는 전송거리가 20km 이상으로 증가할 가능성이 있다.
- <29> 따라서 전송거리가 증가하는 경우에는 필연적으로 광신호의 손실을 보상해주는 광증폭기를 사용해야하지만 PON 시스템에서는 RN단(11)에서 전력을 사용하지 않는 구조를 취하고 있으므로 RN단(11)에서 광증폭기를 운용할 수 없는 문제점이 있다.
- <30> 만일 광증폭기를 사용한다면, 이를 위하여 RN단(11)에서 전력을 사용해야하므로 단순히 전력비용뿐만 아니라 전원 설치비와 전력을 안정적으로 유지관리하기 위한 비용이 추가되며, 또한 전력 설치를 위한 공간이 필요하게 되는 문제점이 있었다.
- <31> 또한, 광증폭기를 사용하지 않고, OLT단(10)에서 전송되는 광신호의 세기를 증가시킬 수도 있는데, 이 경우 OLT단(10)의 광원의 사양이 높아져 가격이 상승하고, 다른 한편으로는 광섬유에 선풍이 좁고 세기가 큰 광신호가 입사할 때 발생할 수 있는 SBS(stimulated Brillouin scattering)현상으로 광섬유를 통과한 광신호의 세기가 증가하지 못하는 문제점이 있다. 즉, 입사된 광신호의 세기가 SBS 임계치보다 크게 되면 입사된 광신호의 세기의 일부분이 진행방향과 반대방향으로 되돌아온다.
- <32> 도 2는 광섬유에 입사되는 빛의 세기를 증가하여도 SBS현상에 의해 출력되는 빛의 세기가 증가하지 않는 일예를 도시한 그래프이다.

<33> 따라서, 가급적 낮은 세기의 광원을 사용하는 것이 시스템 구성에 편리하지만 전송거리가 제약이 되는 문제점을 가지고 있는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<34> 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, PON 시스템의 전송거리를 증가하기 위하여 원격 펌핑 광증폭기를 사용함으로써, 광신호를 증폭시킬 수 있어 장거리 전송이 가능하며, 또한 RN단에서 전력을 사용하지 않아 유지가 편리하여 경제적인 장거리 PON 시스템의 구성이 가능하도록 하는 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

<35> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템은, OLT(Optical Line Terminator)단과 RN(Remote Node)단이 광섬유로 연결된 수동형 광가입자망 시스템에 있어서, 상기 OLT단에는 EDF를 펌핑하기 위한 펌핑 광원을 구비하고, 상기 RN단에는 EDF(Erbium-doped fiber)를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<36> 또한, 상기 원격 펌핑 광증폭기는 상향 광신호와 하향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기이거나, C-band 하향 광신호와 L-band 상향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기이거나, L-band 하향 광신호와 C-band 상향 광신호를 동시에 증폭하는 양방향 원격 펌핑 광증폭기이거나, 상향 광신호 또는 하향 광신호만을 선택적으로 증폭하는 단방향 원격 펌핑 광증폭기인 것이 바람직하다.

<37> 또한, 상기 상향 광신호 또는 하향 광신호를 바이패스(bypass)시키기 위하여 상기 EDF의 앞뒤에 C/L-band WDM 커플러를 구비하고, 상기 상향 광신호 또는 하향 광신호를 바이패스(bypass)시키기 위하여 상기 EDF의 앞뒤에 광써클레이터를 구비한다.

<38> 또한, 상기 상향 광신호와 하향 광신호가 서로 다른 광선로를 사용하는 경우에 각각의 신호를 증폭하기 위하여 복수개의 원격 펌핑 광증폭기를 구비하고, 상기 원격 펌핑 광증폭기의 펌핑 효율을 높이기 위하여 출력단에 잉여 펌핑광을 재입사하는 광섬유 격자를 구비한다.

<39> 상기 펌핑 광원은 1480 nm pump LD 인 것이 더욱 바람직하다.

<40> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

<41> 도 3은 본 발명에 따른 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 광통신 시스템을 도시한 것이다.

<42> 도시된 바와 같이, 도면부호 20은 광송신기, 21은 펌프광원(Pump LD), 22는 EDF, 23은 광수신기이다.

<43> 일반적으로 EDF를 펌핑하기 위한 빛의 파장대역은 980 nm 대역과 1480 nm 대역을 사용한다. 펌핑 효율면에서는 980 nm 대역이 우수하지만 광섬유에서 980 nm 대역의 손실은 약 1 dB / km로 매우 커서 원격 펌핑 광증폭기의 펌프광원으로 적합하지 않다.

<44> 본 발명에서는 1480 nm pump LD와 EDF를 사용하는 원격 펌핑 광증폭 시스템을 제안한다.

<45> 도시된 바와 같이, 본 발명의 원격 펌핑 광증폭기는 광송수신기(20)(23) 사이에 수십 m의 어븀이 첨가된 광섬유(Erbium-doped fiber: EDF)(22)와 이를 원격 펌핑하기 위한 1480 nm 대역 펌핑 광원(pump LD)(21)이 사용된다.

<46> 단일 모드 광섬유에서 1480 nm 대역의 손실은 약 0.3 dB / km이다. 따라서 200 mW의 1480 nm 파장의 빛이 단일 모드 광섬유 10 km를 통과하게 되면 절반의 손실을 겪어 100 mW의 빛이 EDF로 입사되어 광증폭이 가능하게 된다.

<47> <제 1 실시예>

<48> 도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 원격 펌핑 광증폭기를 이용한 PON 시스템의 구조를 도시한 블록도이다.

<49> 도시된 바와 같이, 도면부호 30은 OLT, 31은 펌프광원(Pump LD), 33은 EDF, 32는 WDM 커플러, 34는 RN, 35는 ONU이다.

<50> 본 발명의 제 1 실시예에서 OLT단(30)에는 EDF(33)를 원격 펌핑하기 위한 펌핑광원(31)으로서 1480 nm pump LD가 추가되었으며, RN단(34)에는 EDF(33)가 추가되는 구조이다.

- <51> 1480 nm pump LD(31)에서 출력된 빛은 WDM 커플러(32)를 통해 단일 모드 광섬유에 결합되며, 하향 광신호와 동시에 ONU단(35)으로 전송된다.
- <52> 단일 모드 광섬유를 통과한 펌핑광은 EDF(33)에 흡수되어 EDF(33)의 밀도반전을 발생시키고 하향 광신호는 EDF(33)를 통과하면서 증폭이 된다.
- <53> 펌핑광원(31)은 EDF(33)에 의해 대부분 흡수되므로 ONU단(35)으로 전송되지 않고 EDF(33)에 의해 증폭된 하향 광신호만이 RN단(34)에서 분배되어 각 ONU단(35)으로 전송된다.
- <54> 도 5는 본 발명의 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 PON 시스템과 그렇지 않은 PON 시스템에서의 예상되는 거리에 따른 하향 광신호의 세기변화를 도시한 그래프이다.
- <55> 도시된 바와 같이, 일반적인 PON 시스템에서의 신호세기는 점선으로 표시하였으며 본 발명에 따른 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 PON 시스템에서의 신호세기는 실선으로 표시하였다. 원격 펌핑 광증폭기를 사용하지 않는 경우에는 하향 광신호는 RN단(34)에서 손실을 겪어 신호가 작아지는 반면에 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 경우에는 하향 광신호가 이득을 얻게 되어 최종 ONU단(35) 까지 도달했을 때에는 신호세기의 차이가 원격 펌핑 광증폭기의 이득만큼 증가하여 보다 장거리 전송이 가능하게 된다.
- <56> 또한 원격 펌핑 광증폭기는 구성에 따라 단방향증폭 또는 양방향 증폭이 가능하므로 만일 양방향 증폭이 가능하도록 구성한다면 하향 광신호뿐만 아니라 상향 광신호도 증폭을 할 수 있는 특징을 가지고 있다.
- <57> 본 발명에 따른 PON 시스템에서는 하향 광신호의 파장과 상향 광신호의 파장을 각각 다른 파장 대역을 사용하여 운용하는 경우도 있다. 이와 같은 경우 제 1 실시예에 따른 구조에서는 상향신호와 하향 신호가 모두 원격 펌핑 광증폭기를 공유하게 된다.
- <58> 1480 nm 펌핑 광원을 사용하는 EDF는 펌핑의 세기와 EDF의 길이에 따라 C-band (1530 nm ~ 1565 nm) 혹은 L-band (1570 nm ~ 1605 nm) 만을 증폭시킬 수 있으며, 증폭되지 않는 파장대역의 신호는 EDF에서 흡수될 수 있다. 물론, 필요한 신호 이득이 작아 EDF의 길이를 짧게 사용하는 경우에는 L-band에서의 흡수 및 증폭 정도가 작아 사용상의 문제가 없다. 그러나 필요한 증폭기의 이득이 큰 경우에는 EDF의 길이를 상대적으로 길게 사용해야 하므로 L-band 신호가 입력되면 EDF에서 증폭이 되지 않고 흡수가 될 수 있다.
- <59> 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 C-band 신호나 L-band 신호 중 하나의 대역을 선택적으로 바이패스(Bypass)시키는 방법이 필요하다.
- <60> <제 2 실시예>
- <61> 도 6은 본 발명의 하향 광신호의 파장대역이 C-band (1530 nm ~ 1565 nm) 이고 상향 광신호의 파장대역이 L-band (1570 nm ~ 1605 nm)인 경우에 원격 펌핑 광증폭기를 적용하기 위한 발명의 제 2 실시예를 도시한 블록도이다.
- <62> 도시된 바와 같이, 도면부호 40은 OLT, 41은 펌프광원(Pump LD), 44는 EDF, 42는 WDM 커플러, 46은 RN, 47은 ONU, 43 및 45는 C/L-band WDM 커플러이다.
- <63> 본 발명은 C-band 하향 광신호와 1480 nm 펌핑광은 C/L-band WDM 커플러(43)를 통해 EDF(44)로 입력된 후 증폭 과정을 거쳐 RN단(46)으로 입사된다. ONU단(47)에서 출력된 L-band 상향 광신호는 C/L-band WDM 커플러(45)를 이용하여 원격 펌핑 광증폭기를 통과하지 않고 바이패스(Bypass)하게 된다.
- <64> 하향 광신호를 증폭시키지 않고 상향 광신호를 증폭시키는 경우에는 하향 광신호를 바이패스(bypass)시키는 구조로 구성하거나 파장대역을 교체하는 것으로 가능하다.
- <65> 도 7은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 광써클레이터를 사용하는 구조를 도시한 블록도로서, 도면부호 50은 OLT, 51은 펌프광원(Pump LD), 54는 EDF, 52는 WDM 커플러, 56은 RN, 57은 ONU, 53, 55는 광써클레이터이다.
- <66> 본 실시예에서 상향 또는 하향 광신호를 바이패스(bypass)시키는 방법으로 다른 구조는 C/L-band WDM 커플러(43)(45) 대신 광써클레이터(53)(55)를 사용하는 것이다.
- <67> <제 3 실시예>
- <68> 상술한 바와 같이, 본 발명의 제 1 및 제 2 실시예는 하향 광신호와 상향 광신호가 한 개의 광섬유를 공유하는 PON 시스템에 원격 펌핑 광증폭기를 사용하여 광신호를 증폭하는 구조에 대해서 설명하였다.

- <69> 하향 광신호와 상향 광신호가 한 개의 광선로를 공유하지 않고 각기 다른 광선로를 사용하는 경우에는 두 개의 독립된 원격 펌핑 광증폭기가 필요하다.
- <70> 도 8은 본 발명의 상하향 신호가 서로 다른 광섬유를 사용하는 경우에 있어서 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 PON 시스템의 구조를 도시한 블록도이다.
- <71> 도시된 바와 같이, 도면부호 60은 OLT, 61, 67은 WDM 커플러, 62는 EDF, 63는 광써클레이터, 64는 RN, 65는 ONU, 66은 펌프광원(Pump LD), 69는 상향 광신호용 광선로이다.
- <72> 상향 광신호는 RN(64)을 통과한 후 광써클레이터(63)를 이용하여 상향 광신호용 광선로(69)로 입사되고 원격 펌핑 광증폭기에 의해 증폭된다. 이 경우 필요에 따라 광증폭기의 사용을 제한할 수 있다.
- <73> 각각의 원격 펌핑 광증폭기의 펌프광원(66)은 OLT단(60)에 위치시킬 수 있으며 한 대의 1480 nm pump LD에서 출력된 펌프광원을 50:50으로 분할하여 사용할 수도 있다.
- <74> <제 4 실시예>
- <75> 도 9는 본 발명의 광섬유 격자를 사용하는 원격 펌핑 광증폭기의 구조를 도시한 블록도이다.
- <76> 도시된 바와 같이, 원격 펌핑 광증폭기의 광원으로 사용되는 1480 nm 대역의 펌프 광원은 대부분 EDF로 흡수될 것이지만, 그 세기에 따라 흡수되지 않는 잉여 펌프광이 있을 수 있다.
- <77> 따라서, 이와 같은 경우 도 9에 도시된 바와 같이 EDF(72)의 뒷단에 1480 nm 대역만을 반사시키는 광섬유 격자(73)를 추가하여 EDF(72)로 재 입사시켜 증폭기의 효율을 높일 수 있다.
- <78> 이상 도면과 명세서에서 최적 실시 예들이 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

- <79> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템에 의하면, 차세대 가입자망 시스템으로 사용이 매우 유력시되는 시스템으로서, 또한 가까운 시일 안에 PON 시스템의 수요가 급격하게 증가할 것이고 또한 그 전송거리의 확장이 필요하게 될 것에 대비하여 본 발명에 의한 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 PON 시스템은 RN단에서 전력이 필요한 광증폭기를 사용하지 않고 EDF만을 RN단에 추가하고 펌프 광원은 OLT단에 위치시킴으로써, 종래의 PON 시스템에도 간단히 적용하여 전송거리를 증가시킬 수 있는 효과가 있다. 다시 말하면, 본 발명의 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 PON 시스템은 RN단에 전력을 필요로 하지 않으면서도 PON 시스템의 전송거리를 효과적으로 증가시킬 수 있으므로 장거리용 PON 시스템에 매우 적합한 효과가 있다.

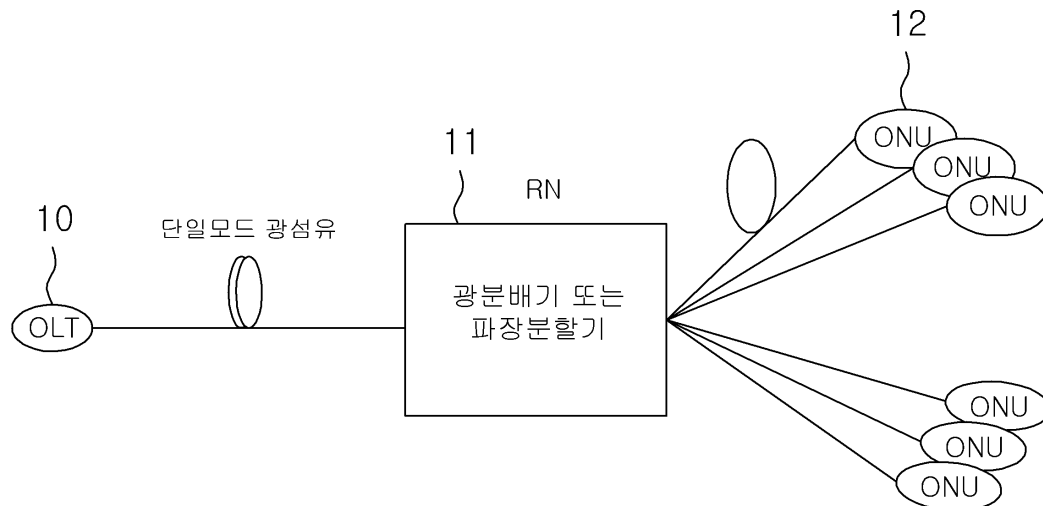
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 종래의 일반적인 수동형 광가입자망(Passive Optical Network, PON)의 구성을 도시한 블록도.
- <2> 도 2는 광섬유에 입사되는 빛의 세기를 증가하여도 Stimulated Brillouin Scattering(SBS)현상에 의해 출력되는 빛의 세기가 증가하지 않는 일예를 도시한 그래프.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 원격 펌핑 광증폭기를 이용하는 수동형 광가입자망 시스템의 바람직한 일실시예를 도시한 블록도.
- <4> 도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 원격 펌핑 광증폭기를 이용한 수동형 광가입자망 시스템의 구조를 도시한 블록도.
- <5> 도 5는 본 발명의 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 수동형 광가입자망 시스템과 그렇지 않은 수동형 광가입자망 시스템에서의 예상되는 거리에 따른 하향 광신호의 세기변화를 도시한 그래프.
- <6> 도 6은 본 발명의 하향 광신호의 파장대역이 C-band (1530 nm ~ 1565 nm) 이고 상향 광신호의 파장대역이 L-band (1570 nm ~ 1605 nm)인 경우에 원격 펌핑 광증폭기를 적용하기 위한 발명의 제 2 실시예를 도시한 블록도.

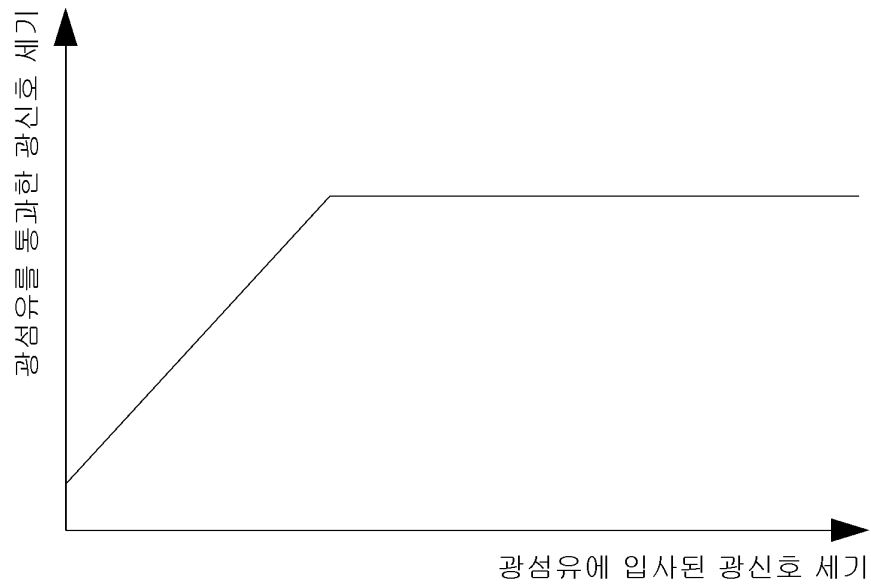
- <7> 도 7은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 광써클레이터를 사용하는 구조를 도시한 블록도.
- <8> 도 8은 본 발명의 상하향 신호가 서로 다른 광섬유를 사용하는 경우에 있어서 원격 펌핑 광증폭기를 사용하는 수동형 광가입자망 시스템의 구조를 도시한 블록도.
- <9> 도 9는 본 발명의 광섬유 격자를 사용하는 원격 펌핑 광증폭기의 구조를 도시한 블록도.
- <10> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <11> 20 : 광송신기
- <12> 21, 31, 41, 51, 66, 70 : 펌프광원(Pump LD)
- <13> 22, 33, 44, 54, 62, 68, 72 : EDF
- <14> 23 : 광수신기
- <15> 30, 40, 50, 60 : OLT
- <16> 32, 42, 52, 61, 67, 71 : WDM 커플러
- <17> 34, 46, 56, 64 : RN
- <18> 35, 47, 57, 65 : ONU
- <19> 43, 45 : C/L-band WDM 커플러
- <20> 53, 55, 63 : 광써클레이터
- <21> 69 : 상향 광신호용 광선로
- <22> 73 : 광섬유 격자

도면

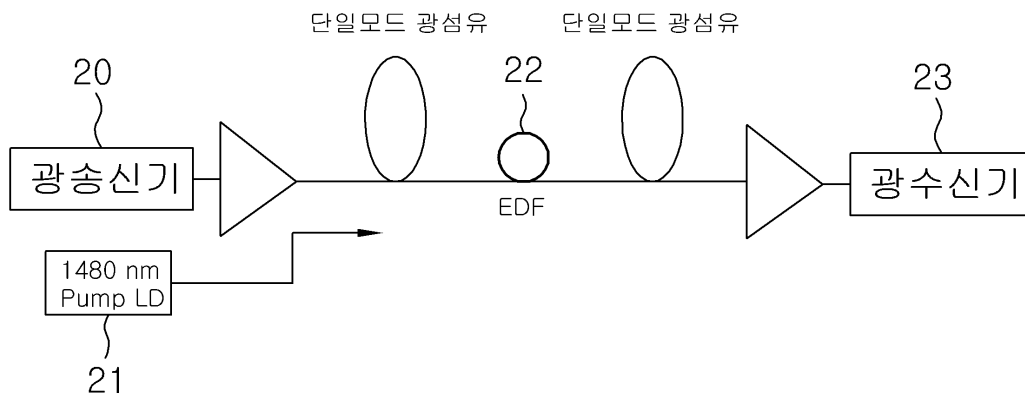
도면1



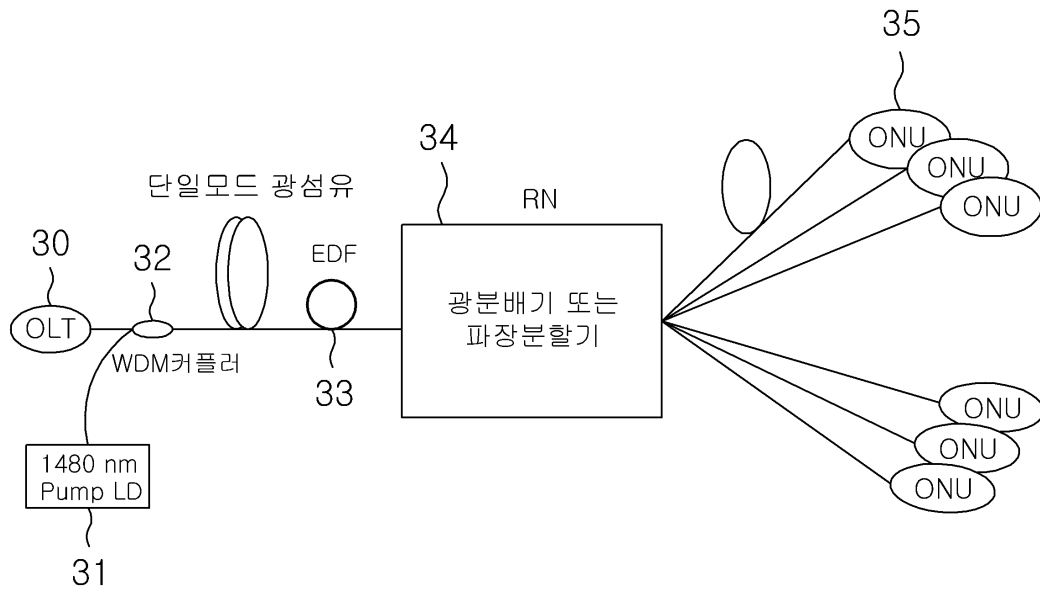
도면2



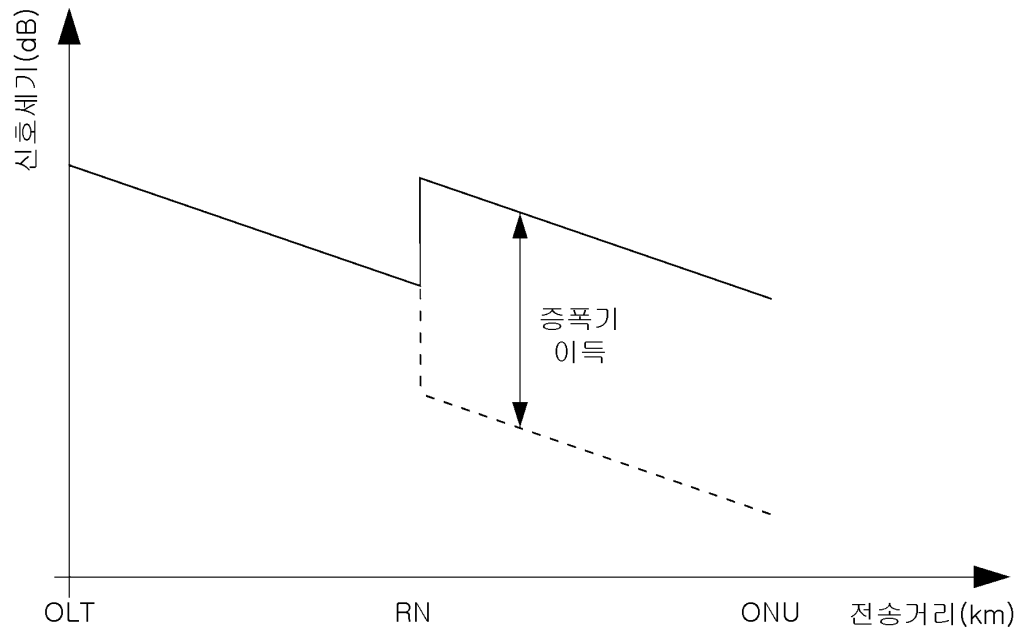
도면3



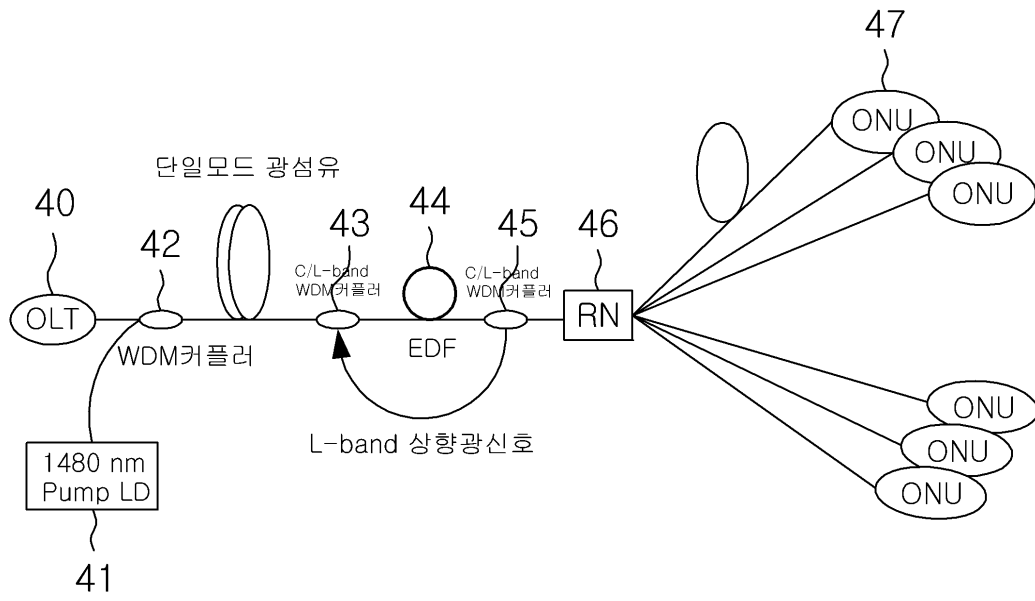
도면4



도면5



도면6



도면7

