



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0111746
(43) 공개일자 2007년11월22일

(51) Int. Cl.

G02B 6/26 (2006.01) G02B 6/293 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0044915

(22) 출원일자 2006년05월19일

심사청구일자 2006년05월19일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 공동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

이동한

대전 유성구 가정동 236-2 과기대 교수아파트
12-402

이한협

대전 유성구 신성동 대림두레아파트 103-1105

(74) 대리인

김원준

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기

(57) 요약

본 발명은 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 관한 것으로 좀 더 자세히는 기존의 반도체광증폭기의 출력단에 반사부를 구비하여 파장변환효율이 증가되도록하는 파장변환기에 관한 것이다.

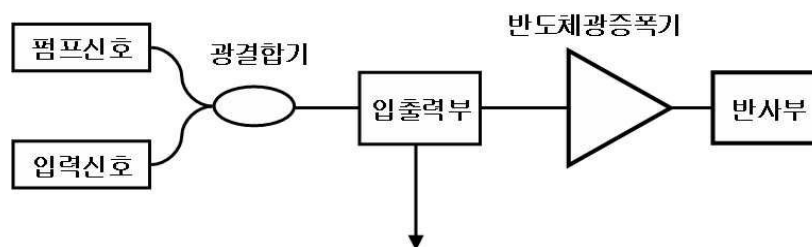
본 발명에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기는 일반적으로 사용되는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 있어서, 상기 반도체광증폭기의 출력단에 출력된 신호를 반사하는 반사부를 구비하고, 입력단에는 반사부에서 반사되어 재증폭된 신호들이 출력될수 있도록 하는 출력부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

또한, 반사부는 반사율이 높은 거울을 이용하여 구성하거나, 광써클레이터를 이용하여 신호를 재입사시키는 것이 바람직하다.

또한, 외부에서 반사부를 구비하지 않고 반도체 광증폭기의 이득 매질인 반도체칩의 단면에 고반사 코팅을 한 반사형 반도체광증폭기를 사용할 수도 있다.

본 발명에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 의하면, 전광통신망에 필수적으로 사용되는 전광변환기로의 사용이 매우 유력시되며 종래의 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에도 간단히 적용하여 변환효율을 증가시킬 수 있는 효과가 있다. 다시 말하면, 본 발명의 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기는 간단히 반도체광증폭기의 출력단에 반사부를 구비하여 변환효율을 효과적으로 증가시킬 수 있으므로 전광통신망에 사용되는 파장변환기로 매우 적합하다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 있어서,

상기 반도체광증폭기의 출력단에 설치되어 출력신호를 반사하는 반사부; 및

입력신호를 받아들이는 제 1입출력단, 입력신호를 상기 반도체광증폭기로 전달하고, 상기 반도체광증폭기로부터의 반사된 증폭신호를 받아들이는 제 2입출력단 및 상기 반도체광증폭기로부터의 증폭신호를 출력하는 제 3입출력단을 가지는 입출력부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 반사부는 광학 거울인 것을 특징으로 하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 반사부는 광섬유클레이터인 것을 특징으로 하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 반사부는 상기 반도체광증폭기의 출력단에 형성된 고반사 코팅인 것을 특징으로 하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 입출력부는 광섬유클레이터인 것을 특징으로 하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 입출력부는 광분배기로 구성된 것을 특징으로 하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 입출력부는 광고립기 및 광분배기로 구성된 것을 특징으로 하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<6> 본 발명은 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 관한 것으로 좀 더 자세히는 기존의 반도체광증폭기의 출력단에 반사부를 구비하여 파장변환효율이 증가되도록 하는 파장변환기에 관한 것이다.

<7> 파장변환기는 초고속으로 data를 처리하는 차세대 광통신망을 위한 기술로 Optical Cross Connect (OXC) 파장분할다중화방식(Wavelength Division Multiplexing: WDM) 광통신 시스템과 같은 전광통신 시스템을 구성하기 위

해 매우 중요하다.

- <8> 반도체광증폭기(半導體光增幅器, semiconductor optical amplifier)란 반도체 레이저 등과 같이 반도체 활성층에서의 이득 기구를 이용하는 광증폭기로서, 소자를 발진 임계치 이하에서 동작시킨 상태에서, 외부로부터 광을 주입하여 그 광을 증폭하는 역할을 한다. 전광파장변환기로 이러한 반도체광증폭기를 주된 소자로 사용한다.
- <9> 전광 파장변환방법은 cross-gain modulation(XGM), cross-phase modulation (XPM) 그리고 four-wave mixing (FWM) 등이 있다. FWM은 서로 다른 파장을 가진 두 입력신호가 같은 매질을 통과할 때 발생하는 비선형현상들 중의 한 현상으로 최종적으로 입력신호들 이외의 새로운 파장의 신호들이 발생하는 현상이다. 도 1은 FWM에 의해 새로운 파장의 신호가 발생하는 것을 개략적으로 도시한 것이다.
- <10> FWM에 의하여 변환된 신호는 입력신호의 비선형 광학현상에 의해 생성되는 신호이기 때문에 세기와 파장 및 위상까지도 입력신호에 의존한다. 따라서 FWM의 경우는 입력신호의 데이터 변조방식에 대한 제한이 없다. 그러나 FWM은 반도체에서 발생하는 비선형현상을 이용하기 때문에 그 변환효율이 매우 낮다.
- <11> 알려진 바에 의하면, FWM을 이용한 파장변환기의 효율은 아래와 같이 이득의 3배에 비례하고 펌프신호의 2배에 비례한다. 따라서 펌프의 세기가 고정되어 있을 때에는 이득이 증가하면 변환효율이 3배가 커지게 된다.

$$Conversion\ Efficiency\ (dB) \propto 3 \times Gain\ (dB) + 2 \times Power_{pump}$$

- <12>
- <13> FWM의 변환효율은 광증폭기의 이득과 펌프신호의 세기가 증가함에 따라 증가한다. 따라서 가능하다면 포화이득이 큰 반도체광증폭기를 파장변환기로 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 반도체광증폭기의 출력이 다른 종류의 광증폭기에 비해 상대적으로 낮기 때문에 포화이득이 큰 반도체광증폭기를 구현하는 것에는 기술적인 제약이 따른다. 따라서 이러한 기술적인 제약을 극복하기 위한 새로운 구조가 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <14> 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 발명된 것으로, 파장변환기의 변환효율을 증가하기 위하여 반도체광증폭기의 출력단에 반사부를 구비하여, 출력된 광신호를 다시 반도체광증폭기로 입사시켜 FWM이 더 크게 발생되도록 하는 것이 가능하여 적은 입력세기로도 큰 세기의 변환신호의 생성이 가능하도록 하는 고효율의 파장변환기를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <15> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은
- <16> 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 있어서, (A) 상기 반도체광증폭기의 출력단에 설치되어 출력신호를 반사하는 반사부 및 (B) 입력신호를 받아들이는 제 1입출력단, 입력신호를 상기 반도체광증폭기로 전달하고, 상기 반도체광증폭기로부터의 반사된 증폭신호를 받아들이는 제 2입출력단 및 상기 반도체광증폭기로부터의 증폭신호를 출력하는 제 3입출력단을 가지는 입출력부를 포함하는 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 관한 것이다.
- <17> 본 발명에서 반사부는 반도체광증폭기의 출력단에 출력된 신호를 반사하는 기능을 하는 것으로써, 반사율이 높은 광학 거울이나, 신호를 재입사시키는 광써클레이터를 이용할 수도 있고, 반도체 칩(반도체광증폭기)의 출력부의 단면에 고반사 코팅을 한 것일 수도 있다.
- <18> 본 발명에서 입출력부는 최소 3개의 단자(입출력단)를 가지고 있으며 소정의 단자로 입력되는 신호는 다른 소정의 단자로만 출력(예를 들면, 1번으로 입력된 신호는 2번으로만 출력되고 2번으로 입력된 신호는 3번으로만 출력...)되는 기능을 가지는 소자나 장치를 의미한다. 상기 입출력부는 광써클레이터이거나 광분배기이거나 광교립기-광분배기로 구성된 것일 수 있다.
- <19> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 설명한다.
- <20> 도 2는 본 발명에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기를 도시한 것으로서 펌프광원, 입력광원, 펌프신호와 입력신호를 하나로 결합하는 광결합기, 입력신호를 반도체광증폭기에 입력시키기 위한 입력장치와 반사부에서 반사되어 재증폭된 출력신호를 분리하기 위한 출력장치가 결합된 입출력부, 반도체광증폭기, 증폭된 신호를 반사시켜 반도체광증폭기로 재입력시키는 반사부로 이루어진다.
- <21> 도 3은 본 발명에 의한 출력단에 반사부를 구비한 반도체광증폭기와 출력단에 반사부를 구비하지 않은 반도체광

증폭기의 입력세기에 따른 이득 그래프(반도체광증폭기를 한번 통과한 신호의 이득곡선)이다. 본 발명에 의한 출력단에 반사부를 구비한 반도체광증폭기의 이득은 실선으로 도시하였으며 출력단에 반사부를 구비하지 않은 반도체광증폭기의 이득은 점선으로 도시하였다.

<22> 본 발명에 의한 출력단에 반사부를 구비한 반도체광증폭기의 경우 증폭된 신호들이 반도체광증폭기로 재입사되어 재증폭되므로 그 이득이 출력단에 반사부를 구비하지 않은 반도체광증폭기의 이득보다 커지게 된다. 이득의 차이는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

<23>
$$Gain_{total}(dB) = Gain_1(dB) + Gain_1(dB)$$

<24> 여기서 $Gain_1(dB)$ 은 반도체 광증폭기의 이득을 log 단위로 표시한 것이다.

<25> 이하 실시예와 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다. 하기 실시예나 도면은 본 발명을 설명하기 위해 예시된 것일 뿐 이에 의해 본 발명의 기술적 범위가 변경되거나 축소되는 것은 아니다. 하기 실시예에서는 특정의 펌프광원, 입력광원, 광결합기, 광써클레이터, 반도체광증폭기, 반사부 등을 사용하였지만(표 1, 2 참조), 동일한 기능을 하는 다른 부품 또는 다른 사양의 동일 부품을 사용하더라도 본 발명의 기술적 사상의 범위를 벗어나는 것이 아님은 당업자에게 당연할 것이다. 또한 각 부품소자의 조합도 다양하게 할 수 있음도 당연하다.

표 1

	입력광원	펌프광원
종류	Distributed Feedback LD (DFB-LD)	
사용 파장	1546.1 nm	1547.7 nm
동작 전류	100 mA	
최대 출력	+10 dBm	
제 조 원	SEI (일본)	

표 2

	광결합기	광교합기	광써클레이터	반도체광증폭기	반사부(거울)
특성	-결합 비율: 10:90	-삽입손실: 20 % 미만	-삽입손실: 20 % 미만	-동작전류: 300 mA -소신호 이득: 16 dB	말단이 골드코팅된 광섬유
제 조 원	E-TEK (미국)	이리콤 (한국)	New-Focus (미국)	삼성전자 (한국)	FIS (미국)

(결합비율 : 펌프광원이 90%, 입력광원이 10% 단자로 입력됨)

실시예 1

<29> 도 4는 본 발명의 실시예 1에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기의 구조를 도시한 블록도이다.

<30> 도시된 바와 같이 펌프광원, 입력광원, 펌프신호와 입력신호를 하나로 결합하는 광결합기, 광결합기에서 결합된 입력신호를 반도체 광증폭기에 입력시키고, 반사부에서 반사되어 재증폭된 출력신호를 분리하기 위한 광써클레이터, 반도체광증폭기 및 증폭된 신호를 반사시켜 반도체광증폭기로 재입력시키는 거울로 구성되었다.

<31> 펌프광원 및 입력광원을 위하여 Distributed Feedback LD를 사용하였으나 tuneable laser diode나 다른 광원을

사용할 수도 있다.

- <32> 반사부에서 반사되어 재증폭된 출력신호를 분리하기 위한 입출력부로 광써클레이터를 사용했으며 증폭된 신호를 반사시켜 반도체광증폭기로 재입력시키는 반사부로 거울을 사용하였다.
- <33> 펌프광원과 입력광원에서 출력된 신호들은 커플러를 통해 광써클레이터의 1번 단자로 입력된 후 2번 단자로 출력되어 반도체광증폭기로 입력된다.
- <34> 반도체 광증폭기에서 신호들은 증폭되며 FWM이 발생하여 새로운 파장의 신호가 생성된다.
- <35> 증폭된 신호들과 새로 생성된 FWM 신호들은 거울을 통해 다시 반도체광증폭기로 입사하고 증폭되고 동시에 FWM이 다시 발생한다. 반도체광증폭기에서 출력된 신호들은 광써클레이터의 2번 단자로 입력된 후 3번 단자로 출력된다.
- <36> 도 5는 본 발명에 따른 파장변환기와 일반적인 파장변환기에서의 입력신호에 따른 변환효율의 변화를 도시한 그래프이다. 일반적인 파장변환기의 변환효율은 점선으로 표시하였으며 본 발명에 따른 파장변환기의 변환효율은 실선으로 표시하였다. 그래프에서 알 수 있는 바와 같이, 출력단에 반사부를 구비하지 않은 일반적인 파장변환기의 경우 변환효율이 0 dB 이하로 낮은 반면, 본 발명에 의한 출력단에 반사부를 구비한 파장변환기의 경우 변환효율이 10 dB 이상으로 높은 것을 알 수 있다.

<37> 실시예 2

- <38> 도 6은 본 발명의 실시예 2에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기의 구조를 도시한 블록도이다.
- <39> 도시된 바와 같이 펌프광원, 입력광원, 펌프신호와 입력신호를 하나로 결합하는 광결합기, 광결합기에서 결합된 입력신호를 반도체 광증폭기에 입력시키고, 반사부에서 반사되어 재증폭된 출력신호를 분리하기 위한 광써클레이터(입출력부), 반도체광증폭기, 증폭된 신호를 반사시켜 반도체광증폭기로 재입력시키는 광써클레이터(반사부)로 구성되어 있다.
- <40> 본 실시예에서 광결합기에서 결합된 입력신호를 반도체 광증폭기에 입력시키고, 반사부에서 반사되어 재증폭된 출력신호를 분리하기 위한 입출력부로 광써클레이터를 사용했으며 증폭된 신호를 반사시켜 반도체광증폭기로 재입력시키는 반사부로 광써클레이터를 사용하였다.
- <41> 펌프광원과 입력광원에서 출력된 신호들은 커플러를 통해 광써클레이터의 1번 단자로 입력된 후 2번 단자로 출력되어 반도체광증폭기로 입력된다.
- <42> 반도체 광증폭기에서 신호들은 증폭되며 FWM이 발생하여 새로운 파장의 신호가 생성된다.
- <43> 증폭된 신호들과 새로 생성된 FWM 신호들은 광써클레이터의 1번 단자로 입력된 후 2번 단자를 통해 출력된다. 광써클레이터의 2번 단자와 3번 단자를 연결하여 입력된 신호들은 다시 1번 단자를 통해 출력될 수 있으며 반도체광증폭기로 입력된다. 반도체광증폭기에서 출력된 신호들은 광써클레이터의 2번 단자로 입력된 후 3번 단자로 출력된다.

<44> 실시예 3

- <45> 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예 1 및 2는 반도체광증폭기에서 출력된 신호들을 반사하기 위해 외부에 반사부를 구비하는 구조에 대해 설명하였다.
- <46> 도 7은 본 발명의 실시예 3에 따른 외부에 반사부를 간단히 구성하기 위하여 반도체칩의 한쪽 단면에 고반사 코팅한 반사부를 가지는 구조를 도시한 블록도이다.
- <47> 도시된 바와 같이 펌프광원, 입력광원, 펌프신호와 입력신호를 하나로 결합하는 광결합기, 광결합기에서 결합된 입력신호를 반도체 광증폭기에 입력시키고, 반사부에서 반사되어 재증폭된 출력신호를 분리하기 위한 광써클레이터(입출력부), 출력단에 고반사 코팅(반사부)을 한 반도체광증폭기로 이루어진다.
- <48> 본 발명의 실시예 1 및 2에서는 증폭된 신호를 반사시켜 반도체광증폭기로 재입력시키는 반사부로 거울 또는 광써클레이터를 사용하였지만 실시예 3에서는 반사부를 간단히 구성하기 위하여 한쪽 단면이 고반사 코팅된 반도체칩을 사용하였다.
- <49> 일반적으로, 고반사 코팅을 위해서는 유전체(Dielectric) 물질을 반사면에 여러 층으로 증착하게 되는데, 층이 많아질수록 반사율이 높아진다. 이때 증착되는 유전체 물질의 두께는 반사시키고자 하는 파장의 1/4이 되도록

한다. 즉 1.55 um 파장의 빛을 반사시키고자 한다면 1.55/4 um 두께로 증착한다. 코팅기술과 코팅용 소재는 종래 공지되어 있고 많은 종류가 상용화되어 있으므로 구체적인 설명을 생략한다.

- <50> 펌프광원과 입력광원에서 출력된 신호들은 커플러를 통해 광써클레이터의 1번 단자로 입력된 후 2번 단자로 출력되어 반도체광증폭기로 입력된다.
- <51> 반도체 광증폭기에서 신호들은 증폭되며 FWM이 발생하여 새로운 파장의 신호가 생성된다.
- <52> 증폭된 신호들과 새로 생성된 FWM 신호들은 반도체칩끝 단에서 반사되어 반도체광증폭기로 다시 입력된다. 반도체광증폭기에서 출력된 신호들은 광써클레이터의 2번 단자로 입력된후 3번 단자로 출력된다.
- <53> **실시예 4**
- <54> 도 8은 본 발명의 실시예 4에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기의 구조를 도시한 블록도이다.
- <55> 도시된 바와 같이, 펌프광원, 입력광원, 펌프신호와 입력신호를 하나로 결합하는 광결합기, 광결합기에서 결합된 신호가 통과하는 광고립기와 광분배기로 구성된 입출력부, 반도체광증폭기 및 거울로 된 반사부로 구성되어 있다.
- <56> 이때 광고립기는 화살표방향으로 진행하는 빛은 투과시키고 반대방향으로 진행하는 빛은 차단한다. 따라서 거울에서 반사되어 다시 반도체 광증폭기로 입력된 후 증폭된 신호들은 광분배기를 통해 일정비율로 분배된 후, 광고립기가 연결되지 않은 단자로 출력된다. 광분배기 결합비율은 필요에 따라 설정할 수 있지만 손실을 최소화하기 위해서는 50:50인 것을 적용하였다.
- <57> 본 발명의 실시예 4에서 광결합기에서 결합된 입력신호를 반도체 광증폭기에 입력시키고, 반사부에서 반사되어 재증폭된 출력신호를 분리하는 입출력부는 광고립기와 광분배기로 이루어져 있다. 본 실시예에서는 광분배기의 전단에 광고립기가 장착되도록 하였으나, 광분배기의 특성상 광고립기가 필수적인 것은 아니다. 즉, 비록 별도의 실시예로 제시하지는 않지만 입출력부로서 광분배기만 설치하는 것도 가능하다.
- <58> 펌프광원과 입력광원에서 출력된 신호들은 광결합기를 통해 광고립기를 거쳐 광분배기의 1번 단자로 입력된 후 2번 단자로 출력되어 반도체광증폭기로 입력된다. 반도체 광증폭기에서 신호들은 증폭되며 FWM이 발생하여 새로운 파장의 신호가 생성된다. 증폭된 신호들과 새로 생성된 FWM 신호들은 다시 광분배기의 2번 단자로 입력된 후 다른 단자(들)을 통해 출력된다.
- <59> 이상 도면과 명세서에서 최적 실시 예들이 제시되었다. 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

- <60> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에 의하면, 전광통신망에 필수적으로 사용되는 전광파장변환기로의 사용이 매우 유력시되며 종래의 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기에도 간단히 적용하여 변환효율을 증가시킬 수 있는 효과가 있다. 다시 말하면, 본 발명의 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기는 간단히 반사부를 구비하여 변환효율을 효과적으로 증가시킬 수 있으므로 전광통신망에 사용되는 파장변화기로 매우 적합하다.

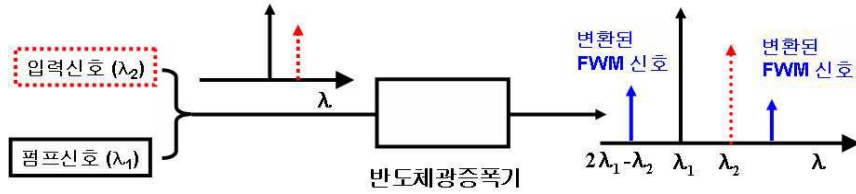
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 Four Wave Mixing (FWM)에 의해 새로운 파장의 신호가 발생하는 것을 개략적으로 도시한 것이다.
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기를 도시한 블록도이다.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 출력단에 반사부를 구비한 반도체광증폭기와 일반적인 광증폭기에서의 입력신호의 세기 변화에 따른 이득의 변화를 도시한 그래프이다.
- <4> 도 4 와 도 6 내지 도 8은 본 발명의 각 실시예에 따른 반도체광증폭기를 이용한 파장변환기의 구조를 도시한 블록도이다.

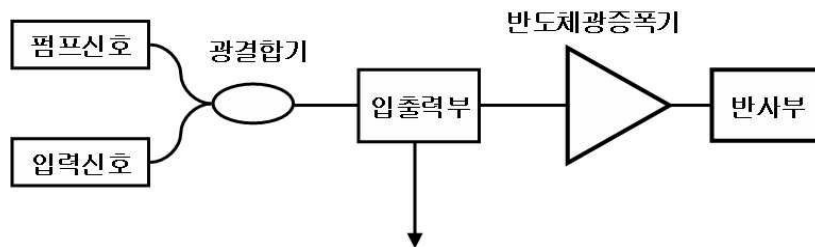
<5> 도 5는 본 발명에 따른 파장변환기와 일반적인 파장변환기에서의 입력신호에 따른 변환효율의 변화를 도시한 그래프이다.

도면

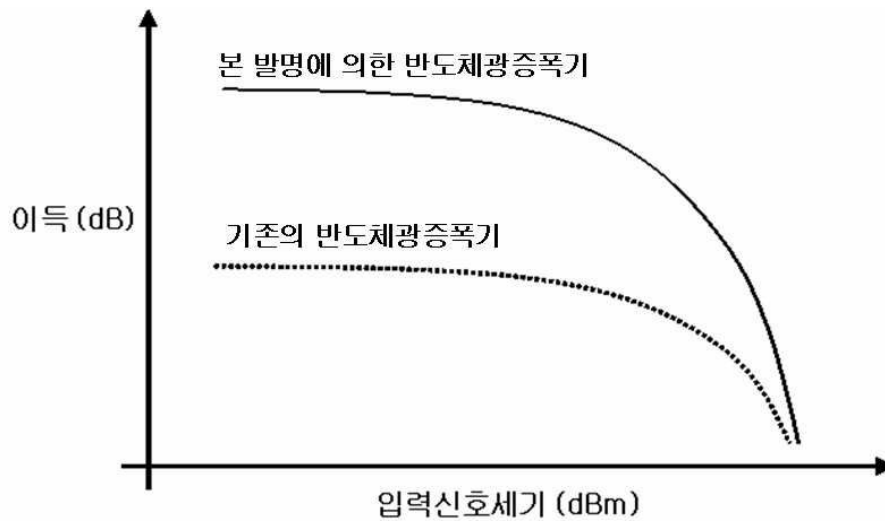
도면1



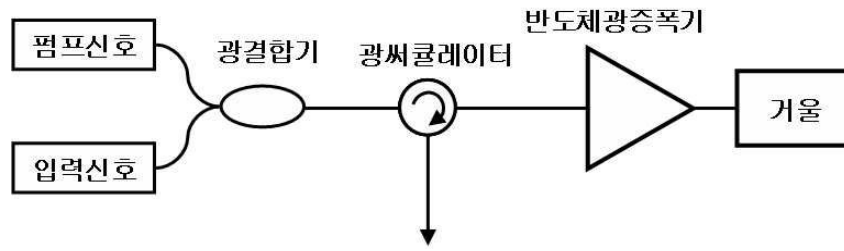
도면2



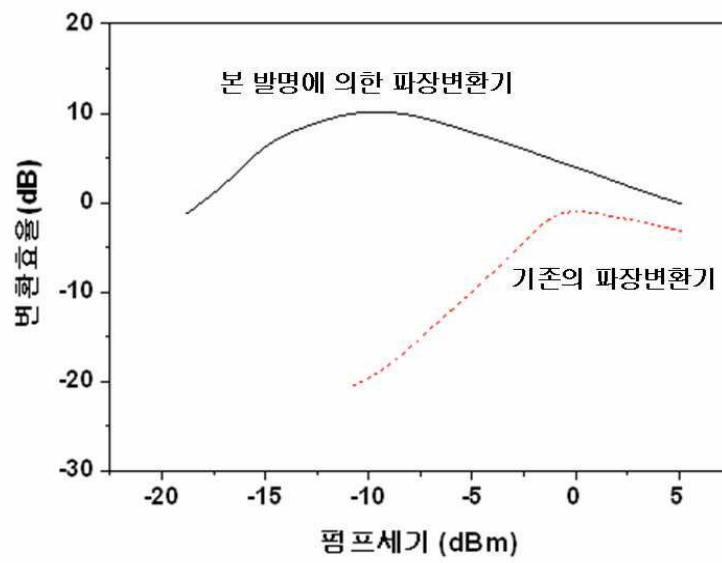
도면3



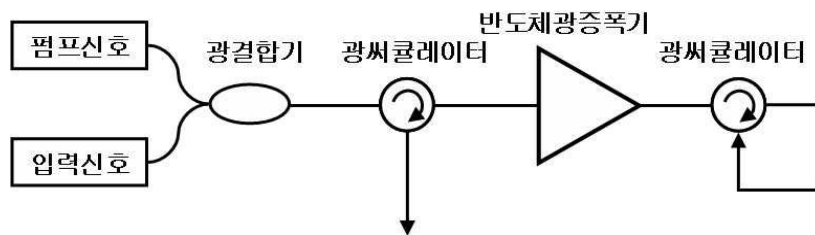
도면4



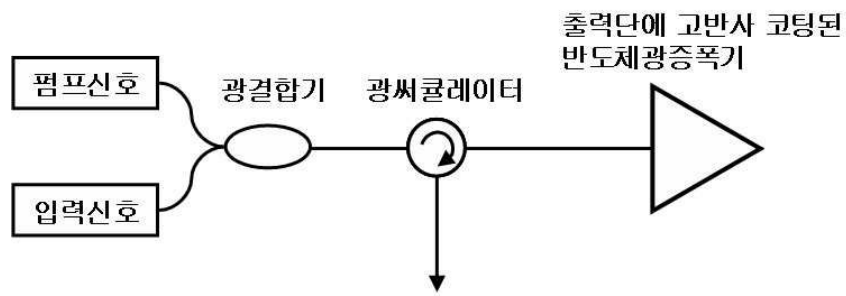
도면5



도면6



도면7



도면8

