

' 95 하이테크, 선진 광디바이스 기술

파장 1.55 μm 대의 신호광을 광인체로 증폭하는 광직접 증폭기술은, 반도체 레이저 화이버 증폭기(EDFA)에 의해, 이미 일반적인 것이 되었다.

일본-미국본토-하와이-괌을 루프상으로 연결하는 제5태평양 횡단 광케이블(TPC-5CN)이 '96년 운용개시를 목표로, 시설공사를 진행중이다.

이 시스템에는 광직접 증폭기술이 도입되어 있어, 증폭기의 실용화에 박차를 가하고 있다.

EDFA는 당초 파장 1.48 μm 의 여기광원을 이용하고 있었으나, 보다 효율적인 0.98 μm 대의 Pr 첨가꽃화물 화이버 증폭기(PDFA)도 개발중에 있어, 이들 여기광원의 파장은 1.017 μm 가 된다.

여기서 양 파장대의 증폭기에는, 증폭기를 구성하는 광부품 등으로부터의 반사광이 여기광원에 재결합하는 것을 어느 정도 막을 수 있는가 하는 과제가 남아 있다.

신호광원과 마찬가지로 여기광원도 반사광에 의해 영향을 받는데, 즉, 그것은 증폭기의 잡음을 증가시켜 시스템의 전송 특성을 소화

시키게 된다.

이러한 상황에서 1 μm 대 광 아이소레타의 개발이 최근 활발해지고 있다.

본고에서는 우선 이 1 μm 대에서 사용되는 광아이소레타의 최근의 개발 상황에 대해 소개하고, 증폭기 주변의 광디바이스로써 사큐레이터나 스위치 등이 있는 바, 이들의 개발상황에 대해서도 소개한다.

1 μm 대 광아이소레타, 45° 화라디 회전자를 이용해 시험제작

액상 에피타키살 성장(LPE)법에서 육성한 종래의 Bi 치환 가네트 후막(TbBi)₃, (AlFe)₅, O₁₂, 통칭 BIG는 1 μm 대에서의 광흡수가 큰 아이소레타를 구성하기 어려웠다. 주 성분인 Fe₃+에 기인하는 0.9 μm 를 피크로 한 광흡수가 있기 때문이다. 아이소레타를 구성하는 45° 화라디 회전자의 광흡수량은, 흡수계수에 비례해 화라디 회전계수에 반비례한다.

따라서, 이 파장대역에서의 광흡수를 낮추고, 화라디 회전계수를 증가시키는 시도가 행해졌다.

우선, 화라디 소자의 격자 정수가 커지면, Fe₃+의 흡수 피크가 단파장쪽으로 이전하는 성질이 있다. 이 성질을 사용해 1 μm 대의 흡수를 낮추는 것이다.

이는 BIG를 LPE법으로 육성할 때, 종래보다도 격자정수가 큰 (NdGd)³Sc²Ga³O₁₂ 단결정(NGSGG)를 가판재료로 이용하여 대처할 수 있다.

NGSGG는 <111> 방위에서 이라듐르보를 이용해 상층시킴으로써 육성한다.

한편, 화라디 회전계수의 증가는 Nd를 호스트의 희토류 원소로써 Bi를 치환함으로써 달성할 수 있다. 즉, LPE법에서 NGSGG상에 (NdBi)³Fe⁵O₁₂ 후막을 육성하면 된다.

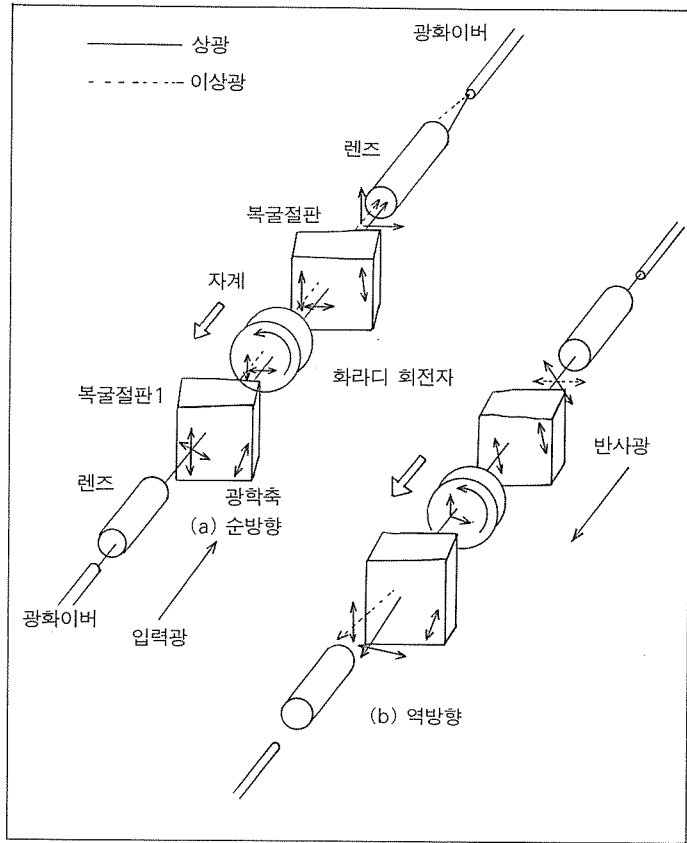
이렇게 육성한 결정을 45° 화라디 회전자에 이용해 1 μm 대 아이소레타를 시험제작한다. 결과는 삽입손실이 0.98 μm , 1.017 μm , 0.147 μm 의 각 파장대에서 2.9데시벨, 1.2데시벨, 0.8데시벨, 아이소레이션은 39 데시벨 이상이 나온다. 또 치수는 직경 3.6mm×길이 3.3mm였다.

화이버 증폭기와 광 아이소레이타, 무파 무의존 아이소레이타 합파기 등 일체화

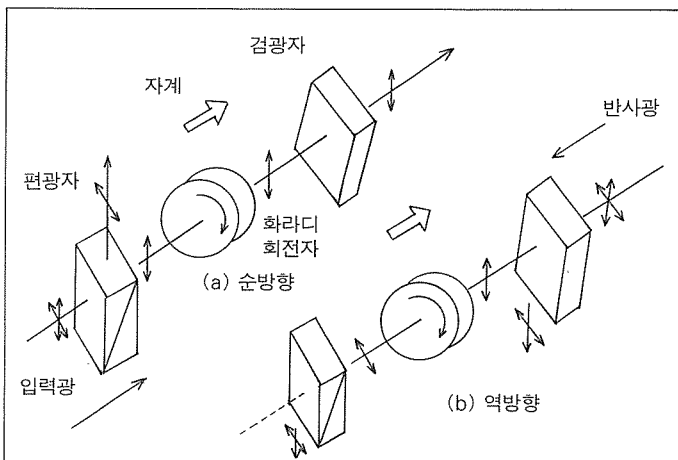
광전송로 중에는 코넥타 등에 의한 접속점이나 광부품이 있어 반사광이 발생한다. 반사광은 신호광원의 발진을 불안정하게 하고, 또 다중반사에 의한 전송특성의 열화나 광증폭기의 발진 등을 일으킨다. 이들 현상을 방지하기 위해서는 아이소레이타가 필요불가결한데, 아이소레이타는 화라디 효과를 갖는 자성체 예를들면, 전술한 (TbBi)a (AlFe)5O₁₂ 후막 등과 이에 소정의 자계를 인가하는 영구자석(Sm-Co계 자석)과 편광소자로 구성되어 있어, 입출력하는 광의 편파면을 화라디 소자와 편광소자로 제어함으로써(편파면의 회전 비상반기능에 의해) 순방향의 빛만 통과시켜, 역방향의 빛을 차단한다.

여기서 아이소레이타에는 반도체 레이저 등의 신호광원이나, 여기광원과 화이버와의 사이에 삽입

〈그림 2〉 편파무의존형 아이소레이타의 구조와 동작원리



〈그림 1〉 편파의존형 광아이소레이타의 구조와 작동원리

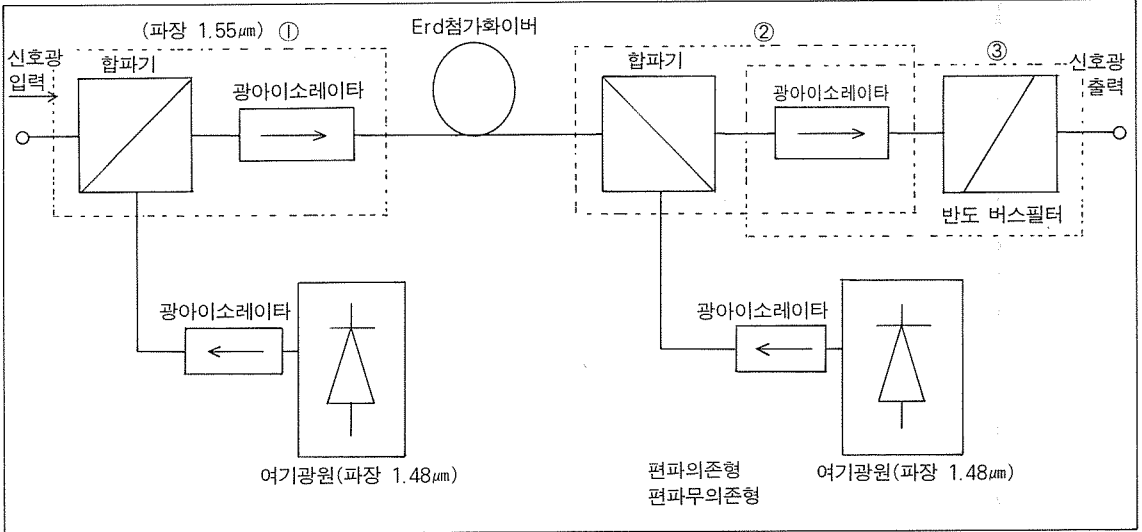


하여 사용되는 편파의존형과, 화이버 전송로 속에 삽입되는 편파무의존형이 있다. 후자는 편광소자가 루틸(TiO₂) 등의 복굴절결정으로 구성되어 있어 화라디소자와의 조합에 의해 순방향의 낮은 양편파 모두 축력축의 화이버에 초점을 두지 않도록 고안함으로써, 편파무의존을 실현하고 있다. 양 타입의 아이소레이타 구조와 동작원리를 〈그림 1〉 및 〈그림 2〉에 나타냈다.

여기서 쌍방향 여기 화이버 증폭기를 예로 증폭기 속의 아이소레이타를 〈그림 3〉에 나타냈다.

쌍방향여기관, Er 첨가 화이버

〈그림 3〉 광화이버 증폭기(EDFA)중의 광 아이소레이터



를 쌍방향에서 여가한 증폭기를 가리키는 것으로, 그것이 어느쪽인가 한쪽인 경우에는, 각각 전방여기, 후방여기라 부른다.

편파무의존 아이소레이터는, 화이버 증폭기의 소형화나 손실특성을 개선하기 때문에 그림 중의 점선에서 나타낸 ①~③의 부분을 모듈화하여 사용되는 경우가 많다. 즉, 합파기(WDM) 등과 일체화된 아이소레이터 복합모듈로써 사용되는 케이스가 늘고 있다.

여기광원(파장 1.55 μm)와 신호광(파장 1.55 μm)를 합파하여 출력 포트에 출력하는 타입이 있어, 위에서 전방여기용 및 후방여기용 모듈이라 부른다. 편파광과 무의존 아이소레이터와 반도 파스필터를 일체화한 모듈이다. 전방여기 및 후방여기용 모듈의 특성은 신호광 및 여기광의 출력 포트에 대한 삽입손실이 0.8데시벨, 신호광에 대한 아이소레이션이 40데시벨 정도

이다. 치수는 세로 25 \times 가로30 \times 높이8mm(본체)이다.

광 서큐레이터, 1.3 μm 대의 증폭기에도 적용

서큐레이터는 아이소레이터와 마찬가지로의 비상반 기능과 방향마다 신호광을 순환하는 기능을 합친 디바이스이다. 복합편파프리즘(PBS) 화라디 회전자 1/2 파장판(수정) 영구자석, 비구면렌즈 및 화이버로 구성되어 있다. 특성은 삽입손실 0.8데시벨, 아이소레이션 30데시벨 정도, 치수는 세로 43 \times 가로30 \times 높이 8mm(본체)이다.

종래 쌍방향 전송이라 화이버의 장애점 위치 등을 측정하는 광화이버·리프랙트메터(OTDR) 등의 광계측기에 응용되어 왔으나, 최근에는 1.3 μm 대의 증폭기에 적용된 예가 보고되고 있다. 〈그림 4〉는 1.3 μm 대의 증폭기에 서큐레이터를

적용한 예이다.

일반적인 Pr 첨가 붕화물 화이버를 이용한 1.3 μm 대 증폭은 증폭효율이 낮아, 이제까지 다양한 효율개선을 위한 검토가 행해져 왔다.

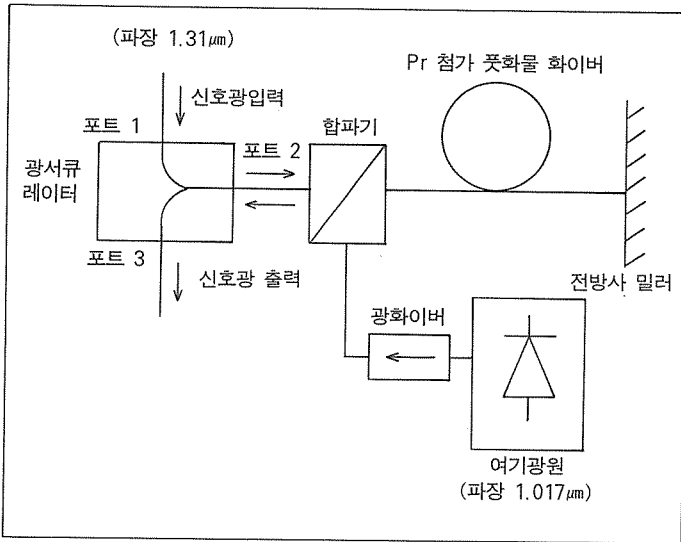
그 일례로써 〈그림 4〉에 나타낸 더블패스 증폭이라 불리는 계가 제안되고 있다.

이것은 서큐레이터, PDFA 및 전반사 밀러로 구성되어 있어 서큐레이터의 포토 1에서 입력한 신호광이 PDFA로 한번 증폭된 후, 전반사 밀러로 반사하고 다시 PDFA로 증폭되어, 서큐레이터의 포토 3에 출력되는 것이다.

통상의 싱글패스 증폭계에 비해 증폭율이 2배가 되는 등 효과가 커, 서큐레이터의 새로운 응용방법으로써 주목되고 있다.

광스위치, 완성도가 높은 화라디 소자 채용한 자기광학식

〈그림 4〉 광 서큐레이터의 응용

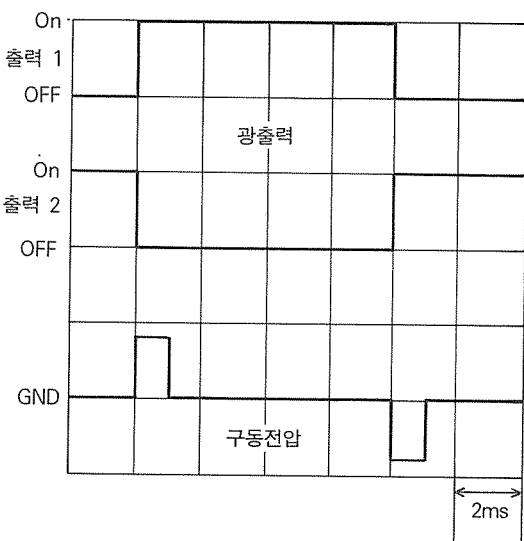


서큐레이터의 영구자석을 코아부에 반경질 자성재료(코발트 철니오브계)의 합금인 니브코로이 등이 있음을 이용한 전자석으로 치환해 화라디 회전자로 인가하는 자계의 방향을 반전할 수 있도록 하면, 2입

력 2출력의 자기보호형 스위치가 실현된다.

자기보호란, 스위치의 패스를 교체할때만 신호를 가하는 것이 좋다고 하는 것을 나타내며, 통상적으로는 전력을 소비하지 않는다.〈그림

〈그림 5〉 광스위치의 동작파형



5 참조)

특성은 삼입손실 0.9데시벨, 아이소레이션(크로스토크) 30데시벨, 교체시간 280 μ초 정도이다.

치수는, 세로43×가로50×높이8mm(본체)이다.

광신호의 간선이나 대규모의 광 LAN 등에서는 시스템의 신뢰성을 향상시키기 위해, 穴長계나 바이패스계를 통상 구축

한다. 이러한 계를 구축하기 위해 스위치가 이용되는 것이다.

화라디 소자를 이용한 스위치는 가동부가 없는 소위 비기계식 스위치로 신뢰성이 높다.

현재 비기계식 스위치에는 음향광학소자나 액정을 사용한 타입, 나오브산 리치움의 전기광학효과를 이용한 도파로 타입이 있으나, 이중 화라디 소자를 이용한 자기광학식의 완성도가 가장 높다고 알려져 있다.

그림 6 (a)는 穴長계에 2입력 1출력의 스위치를 그림 6 (b)는 바이패스계에 2입력 2출력의 스위치를 각각 사용한 예를 나타낸 것이다.

광디바이스의 기본적인 개발동향은 소형화, 저가격화, 고신뢰성 확보로 종래와 다르지 않다. 금후에는 이러한 기본기술에 더하여 “다양한 광파장에의 대응” 혹은 “기능의 복합화”라고 하는 새로운 기술이 요구되어질 것이다.

또한, 본격적인 멀티미디어 시대의 도래를 맞아, 도파로 디바이스의 개발이 활발히 진행중이며, 그 성과에 대한 기대도 크다.

그러나 한편으로는 당장 실용레벨로 제공할 수 있는 디바이스가 요구되고 있는 것도 사실인 바, 이러한 의미에서 최근에는 바르크 재료를 기본으로 한 미세 가공기술을 구사한 광디바이스 개발의 추진이 긴급하다 할 것이다.