

광섬유격자소자와 응용

광섬유격자 제조기술과 응용기술의 개발은 다양한 응용분야와 관련하여 광산업분야에 필수적인 요소이다. 또한 평판형 광도파로격자소자는 DWDM 등 광전송 기술산업에 핵심적이고 원천적인 연구로서, WDM(Wavelength Division Multiplexing: 파중분할다중방식), Add/Drop Multiplexer 등 분야에 대한 응용기술연구가 필요하다. 광섬유 브래그격자(FBG: Fiber Bragg Grating)는 광통신 시스템의 핵심부품 중 하나이다. 제작공정의 특성상 다른 부품에 비하여 삽입손실(Insertion Loss)이 매우 작고, Fiber Laser, Laser wavelength stabilization, 광섬유 증폭기의 pump reflector, add/drop filter, optical circulator, 광증폭기의 이득평탄화 등 매우 다양한 응용분야를 가지고 있으며, 향후 수요시장이 대폭 증가할 것으로 기대된다.

편집자 주

I. 서론

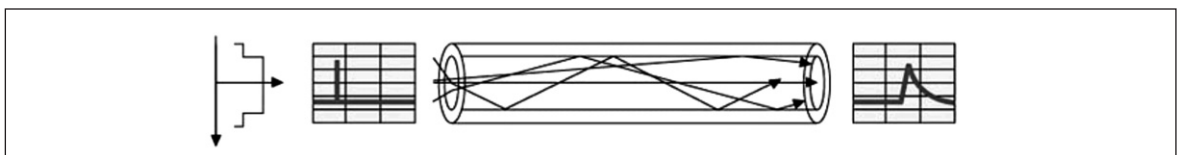
1. 광섬유의 원리

광섬유의 주요한 일은 정보를 가진 빛을, 정보의 손실을 최소화하면서 유도하는 것으로, 광섬유는 진공 상태에서 빛을 광속의 약 2/3 속도로 전달할 수 있는 유리로 된 가는 실이다. 광섬유는 빛이 빠져나가지 못하고 전반사를 할 수 있도록 만든 가는 유리관으로 굴절률이 큰 유리를 굴절률이 낮은 유리로 감싸고 있어 중심축에 작은 각도로 입사한 빛은 내부에서 전반사되어 광섬유 속을 통해 계속 전달될 수 있다.

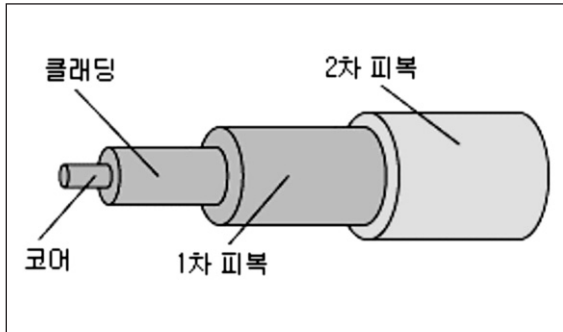
고투명 석영 유리로 만들며, 굵기는 1/100 mm 정도이다. 광섬유 중심에는 굴절률이 큰 코어가 있고, 그것을 굴절률이 작은 클래딩이 감싸고 있으며, 전체를 합성수지로 피복하여 보호하고 있다. 광섬유 코어의 한쪽 끝에 입사한 빛은 코어와 클래딩의 경계면에서 전반사를 계속하여 전달된다.

2. 광섬유의 구조

코어(core)라고 부르는 중앙의 원통형 물질, 이를 둘러싸고 있는 클래딩(cladding), 이들을 뒤덮고 있는 자켓(jacket)으로 구성된다.



도면 1. 광섬유의 빛의 진행 경로



도면 2. 광섬유의 구조

- 코어(속유리) : 빛이 지나가는 광파를 전달하는 물질로 클래딩보다 굴절 계수가 높다. 중심부에 굵기 0.001 mm 정도의 굴절률이 큰유리로 만들어진 부분이다.
- 클래딩(겉유리) : 코어를 감싸는 겉유리로 0.1mm 정도 굵기로 굴절률이 낮은 유리로 만들어진다.
- 자켓(피복) : 광섬유를 감싸서 내부를 보호해 주는 부분으로 광섬유를 수분과 부식으로부터 보호한다.

II. 본 론

1. 광섬유 격자란?

광섬유의 길이 방향으로 위상격자(phase grating)를 만들어준 소자를 말한다. 격자 형성을 위하여 최근에 광섬유의 직경을 주기적으로 변조시키는 방법이 소개되었지만 주로 광섬유의 광민감성을 이용하여 광섬유의 코어에 격자를 만드는 방법이 사용된다. 즉 광섬유의 측면을 주기적인 패턴을 갖는 UV레이저 빔에 노광시켜 광섬유 코어에 같은 주기의 굴절률 변화를 야기시킨다. 격자의 간격, 또는 주기에 따라 격자의 특성과 노광 방법이 달라진다.

2. 광섬유 격자의 특징

광섬유는 광신호를 전달하는 매체로써 초고속 통신망의 핵심자재중 하나로, 광섬유 한가닥으로 초당 수백억 비트의 정보를 전송할 수 있다. 광섬유에 격자를 만들면 광섬유 내부에 빛의 전파 방향으로 굴절률에 주기적인 변화를 줄 수 있어 광통신이나 광신호처리, 광센서 등에 다각적으로 사용되며, 광통신시 정보 손실을 줄일

수 있는 장점이 있다.

3. 광섬유 격자의 종류 및 응용분야

광섬유 격자는 그 격자 간격에 따라 단주기와 장주기로 구분된다.

1) 단주기 광섬유 격자(FBG:Fiber Bragg Grating)

- 광통신에서 널리 응용되고 있으며 대표적인 예로서 색분산 보상기를 들 수 있다.

2) 장주기 광섬유 격자

- 단주기에서처럼 센서나 필터로 사용되고 있는데 특히 넓은 손실 밴드 폭을 이용한 광섬유 증폭기용 이득평탄화 필터로 활발히 응용되고 있다.

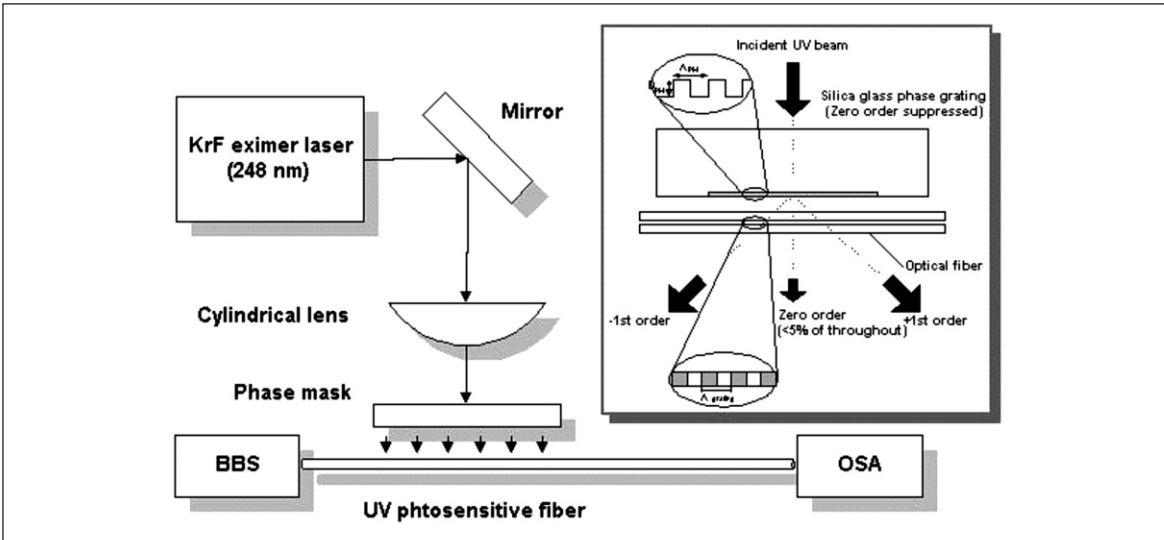
4. 광섬유 격자 제조 방법

1) 단주기 광섬유 격자 제조 방법(FBG:Fiber Bragg Grating)

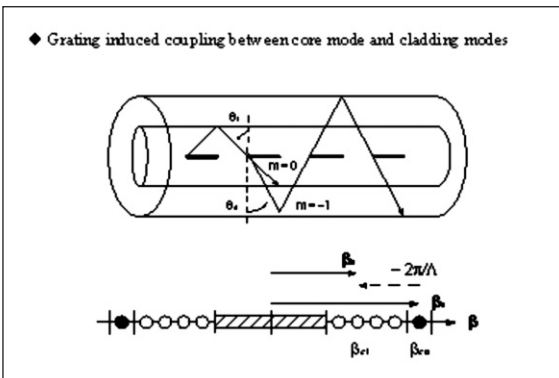
단주기 광섬유 격자는 위상마스크를 사용하여 광섬유 코어의 광민감성을 이용하여 UV 레이저로 만들어진다. 광섬유 브래그격자 소자는 이같은 초고속 WDM 전송 및 전달망의 핵심소자로 광전변환 없이 광신호를 처리함으로써 광신호의 고속성을 유지하고, 광증폭, 광스위칭, 분산보상 등의 다양한 전광(all-optical) 신호처리가 가능케하는 소자기술이며 또한 세계적 경쟁기술이 되고 있다.

2) 전기 방전에 의한 장주기 광섬유 격자

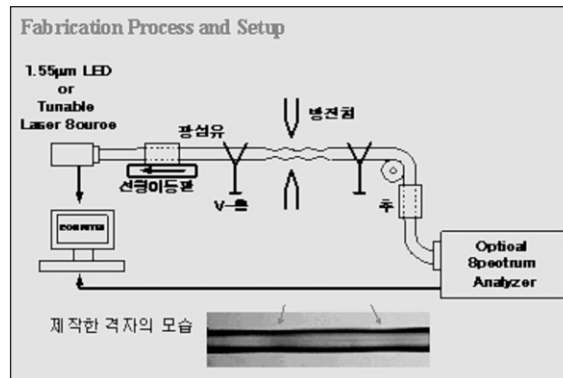
광섬유 장주기 격자는 저손실, 낮은 되반사율의 장점을 가지고 있으며 투과형 광섬유 필터 또는 어븀이 첨가된 광섬유 증폭기의 이득 평탄 필터 등의 용도로 사용된다. 기존의 광섬유 격자는 고출력 UV 광원을 사용하여 제작되는데, 이러한 방법은 제작 공정이 복잡하고 원하는 파장에서의 투과 필터의 디자인이 어려워 고온에서 격자가 쉽게 지워진다는 단점이 있다. 이 이외에 CO₂ 레이저를 이용하여 제작하는 경우 역시 공정이 까다로운 단점이 있다. 전기 방전에 의한 격자 제조 방법은 제작 과정이 간단하며 일반 광섬유로도 제작이 쉽다는 장점이 있다. 또한 방전시간 및 전류를 조절하면



도면 3. 위상 마스크를 이용한 격자 제조



도면 4. 장주기 격자 개념도(Long Period Grating)



도면 5. 광섬유 장주기 격자(Long Period Grating) 제조 과정

apodization이 가능하고 translation stage의 제어로 super-step chirping과 같은 복잡한 형태의 격자 제작이 용이하다. 전기 아크 방전을 이용하는 방법으로 최근에 발표된 미세 구부림에 의한 방법과 테이퍼 형태의 제조 방법이 있다.

도면 4의 채워진 원은 코어 모드를 나타내고, 채워지지 않은 원은 클래딩 모드를 나타낸다. 그리고 빗금친 부분은 지연모드의 연속체를 나타낸다

전기 방전에 의한 장주기 격자의 제작 방법과 제작된 장주기 격자의 외형을 도면 5에 표시하였다. 격자를 제작하기 위하여 양쪽에 두 개의 V홈을 두고, 재킷을 벗긴 광섬유의 한 쪽 끝에 추를 달아 일정한 장력을 가한 상태에서 선형 스테이지를 이용하여 일정한 간격으로 이동한 후 아크 방전을 시킨다. 아크 방전 시 방전 구간

에서 광섬유가 용융되면서 추에 의한 장력으로 테이퍼가 형성된다. 아크 방전은 Fujikura의 FSM-30S 용융 접착기를 사용하였으며 방전 시간을 조절하여 테이퍼 구간에서의 광섬유 외경의 변형을 유도하였다. 광섬유의 외형 변화는 그림에서 보듯이 테이퍼 형태인 것을 알 수 있다.

5. 광섬유 격자 소자에 대한 국내 특허출원 현황

1) 광섬유 격자 소자에 대한 국가별 출원 분포 현황
국내에 출원된 국가별 출원 분포 현황을 살펴보면 국내 출원인이 90%로 압도적으로 많다는 것을 알 수 있다. 그 다음으로 미국이 전체 출원중의 약 10% 정도의 출원 분포를 차지하고 있음을 알 수 있다(그림 1 참조).

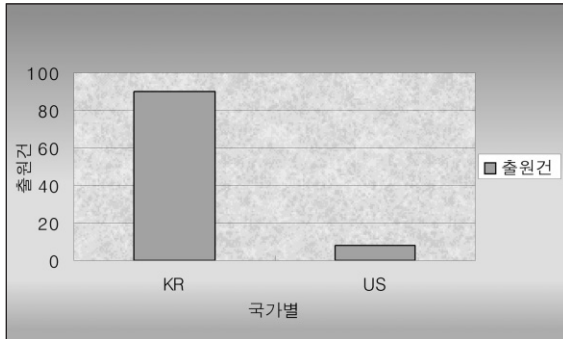


그림 1. 국가별 출원분포 현황

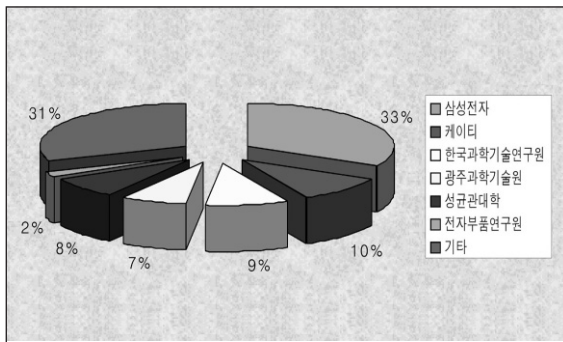


그림 2. 국내 출원인별 출원분포 현황

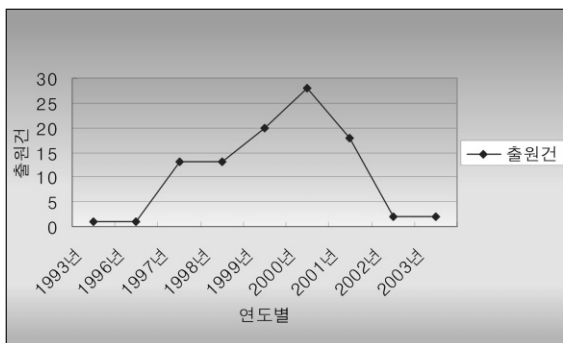


그림 3. 연도별 출원동향

2) 국내 출원인중에서의 출원인별 출원 분포 현황

다음 국내 출원인들 중에서의 출원인별 출원 분포 현황을 알아보자.

국내 출원인들중에서의 출원인별 출원분포 현황을 알아보면 삼성전자가 33%로 국내 출원의 3/1을 차지할 정도로 가장 많은 출원을 하였으며, 이어서 케이티, 한국과학기술연구원의 순으로 출원되었음을 알 수 있다. 그리고 대학으로는 유일하게 성균관대학이 광섬유 격자에 대한 출원이 계속해서 출원되고 있음을 알 수 있다(그림 2 참조).

3) 광섬유 격자 소자에 대한 연도별 출원 동향

그림 3의 그래프는 국내에 출원된 광섬유 격자 소자에 대한 연도별 출원동향을 나타낸 것이다. 연도별 출원동향을 보면 96년까지는 출원이 거의 없다가 97년부터 출원건수가 점차 증가추세를 보이다가 2000년도에는 최고 정점에 이른 것을 알 수 있다. 그 원인으로는 PC의 보급과 인터넷의 급속한 확산으로 인해 통신사들은 대량의 정보전송과 보다 빠른 정보를 전송하기 위한 초고속 통신망이 필요하게 되었고, 그에 대한 대안으로 초고속 통신망의 핵심자재중 하나로서 광섬유 한가닥으로 초당 수백억 비트의 정보를 전송할 수 있는 매체로서 광섬유격자 소자에 대한 출원건수가 증가된 것으로 추측된다(그림 3 참조).

III. 결론

광섬유격자 제조기술과 응용기술의 개발은 다양한 응용분야와 관련하여 광산업분야에 필수적인 요소이다. 또한 평판형 광도파로격자소자는 DWDM 등 광전송 기술산업에 핵심적이고 원천적인 연구로서, WDM (Wavelength Division Multiplexing: 파중분할다중방식), Add/Drop Multiplexer 등 분야에 대한 응용기술 연구가 필요하다. 광섬유 브래그격자(FBG: Fiber Bragg Grating)는 광통신 시스템의 핵심부품 중 하나이다. 제작공정의 특성상 다른 부품에 비하여 삽입손실 (Insertion Loss)이 매우 작고, Fiber Laser, Laser wavelength stabilization, 광섬유 증폭기의 pump reflector, add/drop filter, optical circulator, 광증폭기의 이득평탄화 등 매우 다양한 응용분야를 가지고 있으며, 향후 수요시장이 대폭 증가할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 광소재부품연구센터
2. <http://optics.kyunghee.ac.kr/html/research.html>
3. 한국과학기술연구원
4. 광학협회
5. 전자통신연구원



서진식

한국특허정보원
조사분석3팀

한국특허정보원

한국특허정보원은 특허기술정보 인프라를 구축하고 산업계, 연구소, 학계, 변리사 등에게 우수 발명의 창출과 첨단기술개발의 도우미 역할을 수행하기 위하여 1995년 7월에 설립된 특허청 산하의 특허기술정보서비스 전문기관이다. 한국특허정보원은 현재 350여명의 인원으로 구성되어 있으며, 자체에서 구축한 고품질의 KIPRIS 온라인 특허기술검색, 국내외 특허정보의 수집·가공, 선행기술조사 및 기술가치평가 서비스를 제공함으로써 국가 기술 경쟁력 확보의 길잡이가 되고자 노력하고 있다.

문의 : (02)3452-8144(교 532)
홈페이지 www.kipi.or.kr

본 보고서에 대한 상세특허정보DB 또는 유사기술에 대한 특허동향보고서 신청에 대한 문의사항이 있으신 분은 한국특허정보원 (www.kipi.or.kr)으로 연락주시기 바랍니다.

Tel : 02-3452-8144(교532) Fax : 02-3453-2966
Homepage : 한국특허정보원 www.kipi.or.kr
Kipis 온라인 서비스 www.kipris.or.kr
선행기술조사본부 www.forx.org

한국광학기기협회 회원 가입안내

한국광학기기협회는 산업발전법에 의하여 설립된 산업자원부 산하단체로서 우리나라 광학산업 발전을 위한 공익사업 및 회원사 지원업무를 수행하고 있습니다. 21세기 첨단기술산업으로 각광을 받고 있는 국내 광학산업의 공동발전을 위해 회원가입을 안내하오니 희망업체에서는 신청해 주시기 바랍니다.

1. 회원구성 : 정회원 및 특별회원

2. 회원 서비스 및 특전

- 국내외 광산업 관련 정보 및 자료제공
- 동종업계 공동사업 참여 및 교류
- 정책지원 대상업체 추천, 확인 및 수혜 안내
- 기술개발지원 자금안내 및 사업참여
- 협회발간 '광학세계' 에 업체 및 생산제품 홍보

3. 가입금 및 기본회비 : 업체규모에 따라 차등

4. 가입신청 및 문의

- 전화 : (02)3481-8931
- 팩스 : (02)3481-8669
- 홈페이지 : www.koia.or.kr