

## 역방향 굴절을 변화를 가지는 광섬유에 형성된 광섬유 격자의 특성

### Characteristics of the fiber grating formation in the fiber having negative photosensitivity

박태상, 정호진, 이영탁, 정기태  
한국통신 가입자망 연구소 광통신 연구팀  
tsey@access.kotel.co.kr

광섬유 격자는 광 민감성 광섬유에 특정 파장의 광을 조사할 때 발생하는 굴절을 변화를 이용하여 제조된다. 이때의 굴절을 변화는 일반적으로 굴절율이 상승하는(positive photosensitivity) 경우를 말한다. 하지만 본 실험실에서는 광섬유 격자의 제조 과정에서 굴절율이 작아지는 것으로 보이는 현상을 관측하였다. 이 현상의 특성을 조사하기 위해 광섬유 격자를 제조하면서 UV 조사량에 대한 격자의 반사 파장의 변화과정과 격자의 반사 광 파워의 변화 과정을 관찰하고, 또한 제작된 광섬유 격자를 heat annealing하면서 격자의 분광 특성 변화 과정을 관찰하였다.

광섬유 격자를 제작하는 과정에서 발생하는 광섬유 코어의 굴절률 변화는 보통의 Type I 격자, Type II single pulse 격자, 그리고 Type II A의 세가지 종류로 설명되고 있는데 그 중의 한 종류로 알려져 있는 negative index change 에 관한 실험을 하였다. type II A형의 광섬유 격자는 광섬유의 게르마늄 첨가율이 일반 광섬유 격자용 광섬유의 첨가 농도보다 높을 경우, 즉 광섬유의 NA 값이 클 경우, 또는 격자 제작 과정에서 광섬유에 strain이 가해져 있을 경우 발생하는 것으로 알려져 있다. type II A형의 특성을 관찰하기 위해서는 일반적인 격자 제작 시간보다 좀 더 오랜 시간 UV를 조사하여야 하는데 격자 형성 과정을 보면 우선 type I 형의 격자인 positive 방향의 굴절을 변화를 나타내다가 그 이후에 negative 굴절률 변화의 특성이 나타난다. 이렇게 제작된 type II A형 광섬유 격자의 내열 특성은 일반적인 type I 형 광섬유 격자보다 열에 관하여 매우 견고하다.

광섬유 격자를 제조하기 위해 사용한 광섬유는 본 실험실에서 제조한 광섬유이다. 격자 제조 조건은 UV 광원으로 248nm 파장의 KrF Excimer Laser를 이용하였고 간섭 무늬를 만들기위해 위상 마스크를 사용하였다. 사용된 레이저는 10Hz의 반복률과 200mJ/pulse로 동작되었다.

격자를 제작하기 위한 UV 빔의 조사시간은 30분 정도였다. 그림 1의 그래프에서 나타난 것 처럼 UV를 조사하기 시작하자 격자의 peak이 OSA에 측정 되면서 반사율의 성장과 함께 반사파장이 장파장 쪽으로 이동하였다. 어느정도 반사율이 성장한 다음에는(그림 1의 (a) 부분) 반사율이 성장을 멈추었고 다음에는 줄어들었다. 격자의 스펙트럼이 원래 반사율의 1/5이하 까지 줄어들고나서(그림 1의 (b) 부분) 다시 격자가 커지기 시작했고 이때 반사 파장의 변화는 단파장 쪽으로 움직임을 보였다. 격자가 소멸되고나서 다시 나타나는 과정에서 격자의 스펙트럼이 여러개의 작은 peak을 보였다. 이후 굴절률 변화는 포화상태에 이르렀다.

격자의 열 특성을 알아보기 위하여 heat annealing을 하였다. 시간 경과에 따른 격자의 반사 파장과 반사율의 변화를 그림 2에 나타내었다. 반사율의 변화는 550°C에서부터 시작되었고, 이때 변화의 특징은 반사율이 작아지다가 다시 커지는 양상을 보였다.(그림 2의 (a)에서 (b)까지의 구간)

격자의 제작과정과 annealing 과정을 통하여 새로운 종류의 격자의 특성을 알 수 있었다. 제작과정에서의 특징을 보면 일반적인 격자의 경우보다 제작 시간이 길다. 먼저 나타나는 격자는 장파장 쪽으로 이동하면서 성장하는 특성으로 미루어 일반적인 형태의 Type I 격자로 생각된다. 하지만 어느 정도의

성장 이후 격자의 반사율이 작아지면서 반사 스펙트럼이 여러개의 peak을 보이다가 여러 peak 중에 하나의 peak이 다시 커지는 행동을 보인다. 새로운 peak의 성장과정에서 단파장 쪽으로 이동하는 현상이 나타난다. 열화과정에서는 서로 다른 제작 단계에 있는 격자의 열 특성을 알아보기 위해 격자 제작 과정 중의 진행정도가 다른 두 격자를 실험하였다. Type I (실선)의 격자는 광섬유에 UV를 조사하고 나서 1차 peak 반사율에 도달하기 직전의 상태의 격자이고 Type II A(점선)의 격자는 1차 peak 반사율에 도달한 후 격자의 소멸 과정을 거치고 나서 다시 격자가 형성된 상태의 격자이다. Type I 격자는 250°C에서부터 열에 의해 격자의 반사율이 작아지기 시작하는 반면, Type II A 격자는 550°C에서 격자의 열화가 시작된다. 굴절률 변화의 열에 대한 강도에 차이가 있음을 알 수 있다. 550°C에서 Type I 격자의 열화는 어느정도까지 일어나다가 변화가 없는 상태가 된다. 그 후 650°C에서 반사율이 급격히 감소한다. Type II A 격자의 경우는 550°C 이후의 변화 양상이 Type I의 경우와 많이 다르다. 특이한 사항은 급격히 감소하던 반사율이 다시 증가하는 것이다. 이런 증가는 열화 온도를 650°C로 증가시켜도 계속 되다가 반사광파워 70 (a.u.)에서 정점을 이룬후 감소하기 시작하면서 격자가 소멸되는 형태를 보였다.

참 고 문 헌

1. T. Taunay, "Bragg grating inscription within strained monomode high NA germania-doped fibers", J. Phys. D 30, 40-52 (1997).
2. W. F. Liu, "Complex decay behavior of fiber Bragg gratings", Optical Fiber Communication conference 97, 287-288 (1997).
3. L. Dong, "Grating formation in a phosphorus-doped germanosilicate fiber", Optical Fiber Communication conference 96, 82-83 (1996).

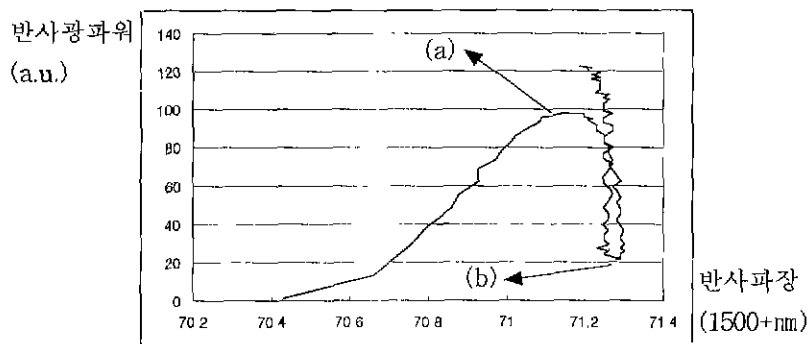


그림 1 Type II A 광섬유 격자의 제작 과정 -파장 변화의 반사율 변화에 대한 trace

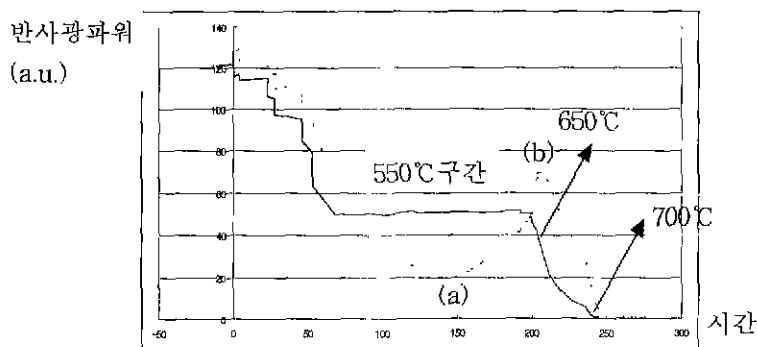


그림 2 제작된 Type II A 광섬유 격자의 열화실험에서 시간과 온도에 대한 광 반사율의 변화 과정

- (-) 유형 II A 상태의 광섬유 격자의 열화과정(점선)
- (-) 유형 I 상태의 광섬유 격자의 열화과정(실선)