

Ge 도핑농도와 수소처리시간 변화가 광섬유격자 형성에 미치는 영향

송정환*, 이종훈, 송정태, 이경식, 이유섭⁺, 전찬오⁺, 전건익⁺
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부, 대한전선(주)⁺

The effects of Germanium concentration and Hydrogen loading time on the growth of fiber Bragg grating

J. H. Song, J. H. Lee, J. T. Song, K. S. Lee,
Y. S. Lee⁺, C. O. Jeon⁺, K. I. Jeon⁺

Sung Kyun Kwan Univ. School of Electrical and Computer Engineering
TAEHAN ELECTRIC WIRE Co. LTD⁺

Abstract - We fabricated fiber gratings with three different Ge-doped fibers exposed to 60atm pressure of H₂ gas at 90°C for different times and studied the effects of Ge-doping concentration and H₂ loading time on the growth of gratings. According to experiments, the growing effect of hydrogen loading on high Ge-doped fiber was great.

2. 광섬유 수소처리 및 광섬유격자 제작

Ge 도핑량이 서로 다른 3가지 광섬유에 대하여 60atm, 90°C의 조건으로 수소처리를 하였다. 수소처리 시간에 따라 광감도의 변화를 알아보기 위하여 2시간, 4시간, 8시간, 19시간, 27시간, 그리고 48시간으로 광섬유를 각각 수소처리 하였다. 수소처리에 사용된 광섬유들은 Δ (광섬유 코어와 클래드의 상대 굴절률차)가 0.3%인 일반통신용 광섬유(광섬유#1)와 광감도 개선을 위해 광섬유의 코어에 Ge를 도핑시켜 Δ 가 0.94%인 광섬유(광섬유#2), 그리고 Δ 가 1.39%인 광섬유(광섬유#3)를 사용하였으며, 각각의 광섬유를 동일한 조건으로 격자를 제작하여 광감도의 변화를 비교해 보았다. 이러한 조건으로 수소처리 된 Ge 도핑량이 서로 다른 광섬유들을 사용하여 격자 제작시, 광섬유격자 성장에 미치는 광감도 변화를 분석하기 위하여 유니폼 위상 마스크(QPS사)와 엑시머 레이저(Lamda Physik사, 248nm UV빔)를 이용하여 광섬유격자를 제작하였다. 격자 제작 조건으로, 에너지밀도는 90 mJ/cm², 펄스 반복률은 10Hz로 6분간 UV빔을 조사하면서 OSA(optical spectrum analyzer)를 통하여 1분마다 실시간으로 투과 스펙트럼을 측정 한 결과 그림1과 같은 투과스펙트럼을 얻었다.

1. 서론

광섬유격자는 광통신 시스템에 널리 쓰이는 핵심소자이다. 이러한 광섬유격자는 광섬유 코어내 굴절률의 주기적인 변화를 줌으로써 제작할 수 있고 이는 광감도 현상과 밀접히 연관되어 있다[1]. 이러한 광감도 현상을 토대로 한 광섬유격자의 개발과 함께 광감도 향상을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 광감도의 증대를 위하여, 광섬유 코어내에 Ge를 도핑시키는 방법은 널리 알려져 있으며 이 경우 굴절률은 커다란 증가를 보인다[2]. 최근에는 질소를 Ge와 함께 도핑시켜 광감도가 향상된다는 것이 보고되었다[3]. 이러한 방법 이외에도 일정압력과 일정한 온도의 수소가스내에 광섬유를 노출시키는 수소처리방법이 있다[4]. 이러한 수소처리방법은 어떠한 방법보다도 광섬유의 광감도를 크게 향상시켜 광섬유격자 제작시 널리 이용되고 있다. 본 논문에서는 광섬유에 도핑된 Ge와 광섬유 수소처리 시간이 광섬유격자 형성에 미치는 영향에 대하여 굴절률변화량 Δn 를 측정하여 비교 분석해 보았다.

그림2는 광섬유#1을 2시간에서 48시간까지 수소처리시켜 UV빔을 1분에서 6분간 조사함에 따라 발생하는 굴절률 변화량 Δn 을 나타내었다. 여기서 UV빔의 노출시간이 1분일 때 수소처리시간이 2시간에서 19시간까지의 경우 Δn 의 값은 $0.69 \times 10^{-5} \sim 0.78 \times 10^{-5}$ 이며, 6분일 때는 Δn 의 값은 $1.81 \times 10^{-5} \sim 1.93 \times 10^{-5}$ 으로 수소처리시간이 광섬유격자 형성에 미치는 영향은 거의 없음을 알 수 있었고, 다만 UV빔 노출시간에 따라 지속적으로 Δn 이 증가됨을 알 수 있었다. 한편, 수소처리시간이

27시간과 48시간인 경우는 UV빔 노출시간이 1분일 때 Δn 의 값은 0.98×10^{-5} 로 동일하였고, 6분일 때는 Δn 의 값은 각각 2.33×10^{-5} 와 2.34×10^{-5} 으로 27시간과 48시간의 특성은 거의 비슷하였다. 다만, 앞의 19시간미만의 경우와 비교할 때, 광섬유격자의 Δn 의 값이 약간 커짐을 알 수 있었다.

그림3과 그림4는 광섬유#2와 광섬유#3의 UV빔 노출시간에 대한 광섬유격자의 굴절률변화를 각각 나타내었다. 그림3에서도 UV빔 노출시간에 따라 Δn 이 지속적으로 증가되며 수소처리시간이 8시간 이상에서는 특성이 거의 비슷함을 나타내고 있다. 즉 UV빔의 노출시간이 6분인 경우 Δn 의 값은 최소 4.13×10^{-5} (수소처리시간:48hr)에서 최대 4.50×10^{-5} (수소처리시간:27hr)이었다. 그림4에서는 Ge도핑량이 가장 높은 광섬유(광섬유#3)를 사용한 경우로써 그림2와 그림3의 경우에 비해 굴절률변화량도 크고(UV빔의 노출시간이 6분인 경우 Δn 의 최대값: 4.91×10^{-5} (수소처리시간:27hr)), 이것의 포화현상도 빨리 나타남을 알 수 있었다. 그림2와 그림3 및 그림4에서 보는 바와 같이 수소처리시간이 광섬유격자에 영향을 미치는 광감도는 Ge도핑농도가 높은 광섬유일수록 크게 나타나며 굴절률변화량이 빨리 포화됨을 알 수 있었다. 이의 결과를 종합적으로 그림5와 그림6에 나타내었는데 그림5는 수소처리시간이 19시간인 3종류의 광섬유에 대해 UV빔의 노출시간에 대한 굴절률변화량을 서로 비교한 그림이다. 여기서 알 수 있듯이, Ge도핑농도가 높을수록 굴절률변화량이 많이 일어나고 빨리 포화됨을 알 수 있었다. 또한 그림6은 3가지 종류의 광섬유를 UV빔에 6분간 노출시켰을 때, 수소처리시간에 따른 최대 반사율을 나타낸 것으로 광섬유#1의 경우는 수소처리효과가 미미하지만 Ge농도가 높은 광섬유일수록 6분간 형성되는 광섬유격자의 성장이 커짐을 알 수 있었다. 또한, 수소처리시간이 19시간 이상에서는 광섬유#2와 광섬유#3의 경우 거의 포화되어 19시간 이상 수소처리하는 것은 별 효과가 없었다.

3. 결론

본 논문에서는 서로 다른 Ge 도핑량을 가진 3가지 종류의 광섬유를 60atm, 90°C의 동일 조건하에 2, 4, 8, 19, 27, 48시간으로 수소처리 하여, 수소처리 시간에 따라 광섬유격자 성장에 미치는 영향에 관하여 분석해 보았다. 광섬유#1($\Delta = 0.3\%$)의 경우 27시간 이상으로 수소 처리하여 $\Delta n = 2.34 \times 10^{-5}$ 인 광섬유격자를 제작할 수 있었으나, 수소처리효과는 미미하였다. 광섬유#2($\Delta = 0.94\%$)와 광섬유#3($\Delta = 1.39\%$)은 동일한 광섬유격자 제작조

건하에서 모두 27시간의 수소처리조건에서 최대의 굴절률변화량을 가진 광섬유격자를 제작할 수 있었으며, 이때 Δn 은 각각 4.50×10^{-5} 와 4.91×10^{-5} 이었다. 따라서, Ge도핑량이 적은 광섬유는 수소처리효과가 미미하며 많은 시간의 수소처리가 요구되고, Ge도핑량이 큰 광섬유는 수소처리효과가 크게 일어나며 작은 수소처리시간에도 광감도는 크게 향상되어 광섬유격자형성이 쉽게 일어남을 실험적으로 확인할 수 있었다.

※ 본 연구는 1998년도 정보통신부 산·학·연 공동기술개발사업의 연구비지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- [1] 이경식, 조상연, 이종훈, 전기학회지, 제 46권, 12호, 1997, 12.
- [2] Raman Kashyap, Opt. fiber techn.1, pp17-34, 1994.
- [3] E.M.Dianov, K.M.Golanr, V.M.Mashinsky, O.I.Medvedkov, I.V.Nikolin, O.D.Sazhin and S.A.Vasiliev, Electron. Lett. Vol.33, No.15, 17th July 1997
- [4] P.J. Lemaire, R.M.Atkins, V.Mizrahi and W.A. Reed, Electron. Lett. Vol.29, No13, 24th June 1993.

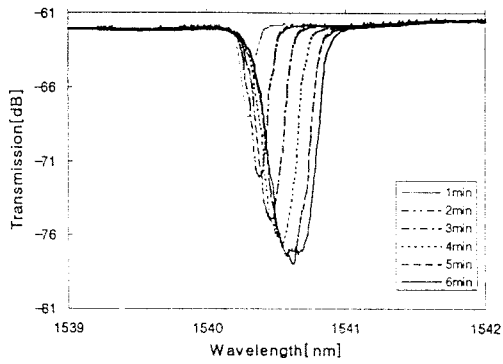


그림 1. 광섬유격자 성장의 실시간 측정
(광섬유#3, 수소처리조건 : 27hr, 60atm, 90℃)

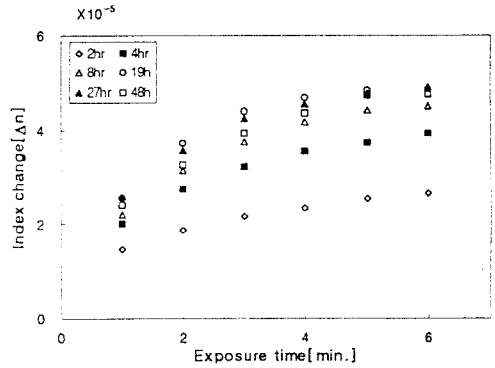


그림 4. 광섬유#3의 수소처리시간별 UV빔 노출 시간에 따른 광섬유격자의 굴절률변화량

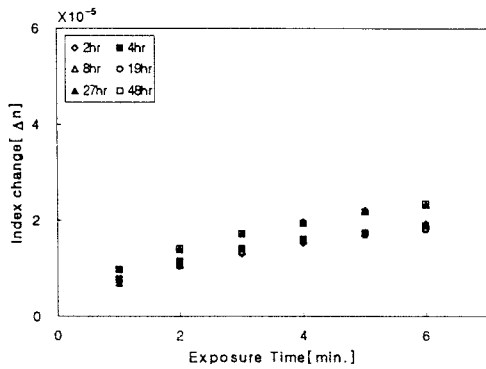


그림 2. 광섬유#1의 수소처리시간별 UV빔 노출 시간에 따른 광섬유격자의 굴절률변화량

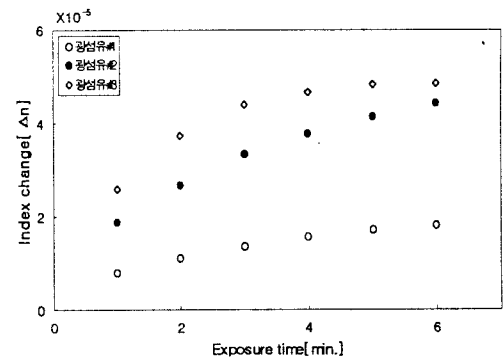


그림 5. 광섬유별 동일수소처리조건에 따른 광섬유격자의 굴절률변화량
(수소처리조건:19hr, 60atm, 90℃)

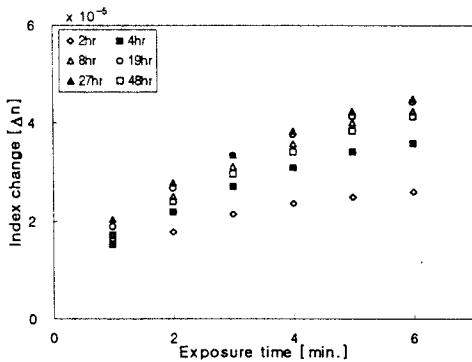


그림 3. 광섬유#2의 수소처리시간별 UV빔 노출 시간에 따른 광섬유격자의 굴절률변화량

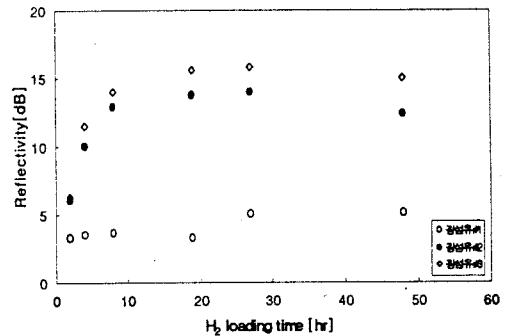


그림 6. 수소처리시간에 따른 광섬유격자의 반사율 (UV빔 조사시간 : 6분)