

## Optical isolator 삽입에 따른 자이로스코프용 Er<sup>3+</sup> 첨가 광섬유광원의 특성

### Characteristics of Er<sup>3+</sup> Doped Fiber Source with an optical isolator for Fiber Optic Gyroscope

서대동, 조준용, 이재철, 권오선\*, 조민식\*

센텍(주), \*국방과학연구소

ddseo@sentek.co.kr

**Abstract** Isolator가 삽입된 Erbium 첨가 광섬유광원을 제작하였고 그 특성을 측정하였다. Isolator 삽입 유무에 따른 광섬유광원의 전 온도구간(-32 ~ 75°C)에서의 중심파장 안정도는 수 ppm으로 큰 차이를 보이지 않았고, 귀환광 변화(-22 ~ -20dB)에 따른 중심파장 안정도에서는 isolator 삽입이후에 1.6ppm으로 귀환광 변화에 매우 둔감한 결과를 얻었다.

광섬유자이로스코프는 회전각속도를 측정하는 센서로서 높은 측정감도와 바이어스 안정도를 요구한다. 자이로스코프가 안정도를 유지하기 위한 중요한 요인 중 하나가 광섬유광원의 안정도 특성을 일정하게 유지하는 것이다.<sup>[1]</sup> 특히 광섬유광원의 자체 특성뿐만 아니라 귀환광 변화에 의한 광섬유광원의 중심파장 안정도를 최소화해야만 자이로스코프의 scale factor가 일정하게 유지될 수 있다. 귀환광 변화 즉, 광원에서 광변조기로 입사된 광이 위상변조를 겪은 후 회전에 대한 정보를 싣고 광원으로 귀환하는 과정에서 발생하는 광파워의 변화는 광원의 중심파장 안정도를 저해하는 주요한 요인 중 하나이다.<sup>[2]</sup> 귀환광 변화에 의한 광원의 중심파장 안정도 특성을 최소화하기 위해서 isolator를 삽입하여야한다. 그러나 지금까지 isolator는 저온에서의 온도특성이 좋지 않은 것으로 알려져 왔으며 규격 상에도 저온에서의 특성을 보장하지 않는 것으로 나와 있다.

본 논문에서는 귀환광 변화에 둔감한 중심파장 안정도 특성을 갖는 광섬유광원을 개발하기 위해 가장 단순한 구성방식인 'single pass' 방식에 isolator를 삽입

한 광원을 제작하였고 isolator의 저온특성과 광원의 중심파장 안정도 특성을 측정하였다.

Isolator의 삽입에 의한 광섬유광원의 특성을 측정하기 위해 그림 1과 같이 구성하였다. 구성방식은 'single pass backward' 방식으로 EDF, WDM, pump LD, optical isolator로 구성되며 귀환광 변화에 의한 광원의 특성을 측정하기 위해 variable attenuator, coupler 2개를 광원의 출력단에 연결하였다. 실험은 기본적으로 전 온도구간(-32 ~ 75°C)에 대해 isolator의 삽입 유무에 따른 광원의 중심파장 안정도와 귀환광 변화에 따른 광원의 중심파장 안정도를 측정하였다. Isolator 삽입유무에 따른 광원의 출력 spectrum 측정 결과를 그림 2에 나타내었다. 이 결과는 isolator를 삽입함으로써 귀환광 변화가 광원에 미치는 영향을 제거할 수 있어 출력 spectrum이 증가한 것이다. 그림 3은 isolator의 삽입 유무에 따른 광원의 중심파장 안정도를 측정된 결과이다. isolator를 삽입하지 않았을 때의 중심파장은 1544.18nm이고 전 온도구간(-32 ~ 75°C)에 대해서 중심파장 안정도는 4ppm이다. 반면, isolator를 삽입하면 중심파장과 안정도가 각각

1540.74nm, 10ppm이다. 그림 4는 귀환광 변화에 따른 광섬유광원의 중심파장 안정도이다. Isolator를 삽입하지 않았을 때의 중심파장 안정도는 114ppm인 반면 isolator를 삽입하였을 때의 안정도는 1.6ppm으로 매우 향상된 결과를 얻었다. 즉, 광원의 출력단에 isolator를 삽입하면 귀환광이 변화하여도 광원의 중심파장은 수 ppm 내에서 안정도를 유지할 수 있다. 본 연구에서는 귀환광 변화에 따른 광원의 중심파장 안정도를 일정하게 유지하기 위해 광섬유광원의 출력단에 isolator를 삽입하였다. 광원의 출력단에 isolator를 삽입한 경우와 그렇지 않은 경우에 대해서 중심파장 안정도를 측정한 결과 전 온도구간(-32~75°C)에서 각각 수 ppm으로 큰 차이가 없었고, 귀환광 변화(-22~-20dB)에 대한 중심파장 안정도에서도 isolator 삽입 이후에 114ppm에서 1.6ppm으로 향상됨을 알 수 있다.

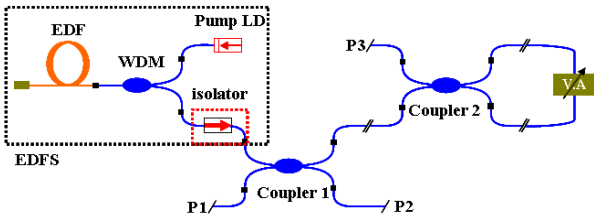


그림 1. 광섬유광원 실험 구성도

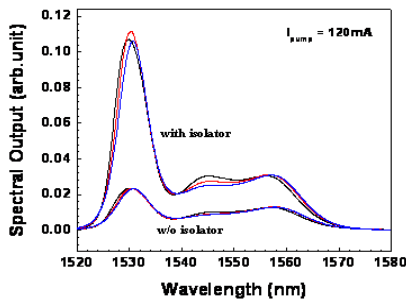
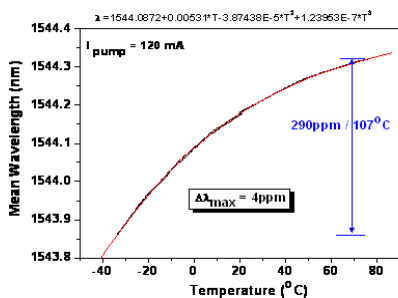
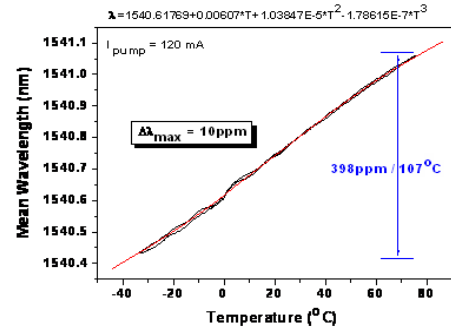


그림 2. isolator 삽입 유무에 따른 광원 Spectrum 특성

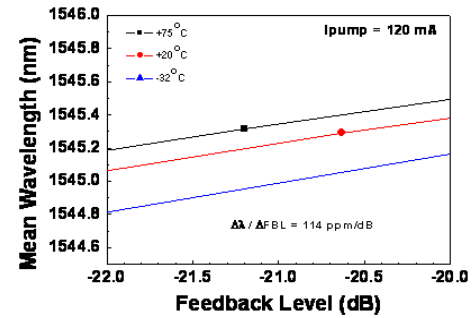


(a) isolator가 없는 경우

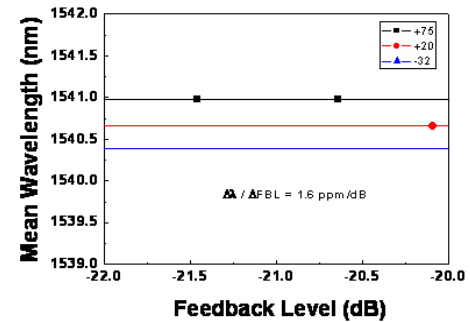


(b) isolator가 있는 경우

그림 3. 중심파장 안정도



(a) isolator가 없는 경우



(b) isolator가 있는 경우

그림 4. 귀환광 변화에 따른 중심파장 안정도

Reference

[1] Paul F.Wysocki, "Characteristics of Erbium-Doped Superfluorescent Fiber Sources for Interferometric Sensor Application", J. Lightwave Technol., 12, 550-567 (1994).  
 [2] Ralph A. Bergh, "An Overview of Fiber-Optic Gyroscopes", J. Lightwave Technol., LT-2, 91-107 (1984)