

자이로용 Er-첨가 광섬유 광원에서 편광 스크램블링을 이용한 편광효과의 억제

김택중 · 진영준 · 박희갑†

전북대학교 물리학과

☎ 561-756 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14

(2003년 2월 27일 받음, 2003년 6월 20일 수정본 받음)

자이로스코프용 광대역폭 erbium 첨가 광섬유 광원에서 중심파장의 편광의존성을 억제하기 위하여 펌프광의 편광을 변조함으로써 스크램블링하는 방식을 사용하였다. 원통형 PZT에 광섬유를 감은 형태의 편광변조기에 적정진폭의 변조를 가함으로써 펌프광의 편광도(시간평균치)를 1.4%까지 낮출 수 있었다. 펌프 편광 스크램블러와 출력단 depolarizer를 함께 사용한 경우에 임의의 편광변화에 대한 광원의 중심파장 변화가 측정기의 측정한계(~5 ppm) 이하로 관찰되었다.

주제어 : polarization scrambling, Lyot depolarizer, Er-doped fiber source.

I. 서 론

회전속도를 측정하는 광센서인 광섬유 자이로스코프에서 광원의 중심파장(mean wavelength) 안정성은 매우 중요하다. 자이로스코프에서 측정하는 Sagnac 위상차와 실제 회전속도의 환산계수(scale factor)가 광원의 파장에 의해 결정되므로 어떤 원인에 의해서든지 광원의 중심파장이 흔들리면 회전속도 측정 정확도에 결정적으로 영향을 주게 된다.^[1] 특히 항법용 고급 자이로스코프를 제작하기 위해서는 중심파장 안정성이 수 ppm(parts per million) 수준이 되어야 하는 것으로 알려져 있다.^[2] 자이로스코프용 Er-첨가 광섬유(EDF) 광원의 중심파장 안정성에 영향을 주는 인자로는 펌프 파장, 펌프 power, 온도, 편광 의존성 및 귀환광 등이 있으며 이에 관하여 많은 연구가 이루어져 왔다.^[2-7]

특히 최근에 알려진 편광 의존성은 광섬유내 복굴절의 임의변화로 인한 편광변화와 EDF의 편광의존이득(PDG: polarization-dependent gain)으로 인하여 EDF 광원의 중심파장이 불안정하게 변화하는 현상이다.^[8-9] 그런데 광섬유의 복굴절 변화와 이로 인한 편광변화는 임의성을 지니고 있어서 예측이 불가능하므로 고정밀/고안정 자이로스코프용 광원을 구현하려면 이러한 편광효과가 반드시 억제되어야 한다.

자이로스코프용 광원에서 편광효과를 없애기 위해서는 펌프광이 궁극적으로 비편광화 되어야 하고, 또한 광원의 출력이 고도로 비편광화 되어야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 펌프단과 출력단에 각각 편광유지 광섬유로 이루어진 Lyot depolarizer를 사용하는 방식이 제안되었다.^[7] 이 방식에서 광원 출력단의 depolarizer는 광원 출력광의 파장선폭이 상당히 넓으므로(>10 nm) 수 m의 길이로 구성할 수 있다. 그러나 펌프단의 depolarizer 경우는 펌프 LD광의 파장선폭이 좁아서, 비편광시키기 위해서는 매우 긴 길이(수백 m 이상)의

편광유지 광섬유가 필요하므로 경제성면에서 실용적이지 못한 단점이 있다.

따라서 이 논문에서는 EDF 광원 중심파장의 편광의존성을 억제시키기 위하여 원통형 PZT에 광섬유를 감은 형태의 편광 변조기를 이용하여 펌프광의 편광을 scrambling하는 방식을 사용하였다. Pigtail이 편광유지 광섬유인 펌프 LD를 사용하였는데, 펌프 LD pigtail 광섬유의 고유편광축과 PZT의 축이 45°를 이루도록 해줌으로써 하나의 PZT만을 이용하여 효율적인 편광변조를 가능케 하였으며, 적절한 진폭 변조로 편광을 스크램블링 해줌으로써 펌프광 편광도의 시간평균치를 1.4%까지 낮출 수 있었다. 또한 광원의 출력단에는 짧은 길이(2m/4m)의 편광유지 광섬유로 이루어진 depolarizer를 두어 출력광 경로의 복굴절 변화로 인한 중심파장의 변화를 최소화시켰다. 이러한 방법으로 광원을 구성하여 펌프단과 광원 출력단의 임의의 편광변화에 대한 EDF 광원의 중심파장 변화를 측정기의 측정한계 이내(<5 ppm)로 낮출 수 있었다.

II. 편광 스크램블링

그림 1은 원통형 PZT를 이용하여 편광스크램블링하는 원리를 나타낸 구성도이다. 펌프 LD pigtail 광섬유(편광유지 광섬유)의 고유 편광축과 PZT의 축 방향이 45°를 이루도록 해줌으로써 45° 선편광된 펌프 LD 광이 PZT 편광변조기에 감긴 광섬유내로 입사된다. PZT는 가해진 전압신호에 따라 원통의 지름 방향으로 수축 팽창을 하는데, PZT의 지름방향(x방향)과 지름의 수직방향(y방향)의 편광성분이 각각 다르게 위상변조가 되므로 결과적으로 편광변조가 이루어진다.

PZT에 감긴 광섬유의 출력단에서 빛의 편광상태에 대한 Jones vector E 는 다음과 같이 표현된다.

$$E = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_x e^{i\phi_x} \\ A_y e^{i\phi_y} \end{bmatrix} \quad (1)$$

†E-mail: hgpark@chonbuk.ac.kr

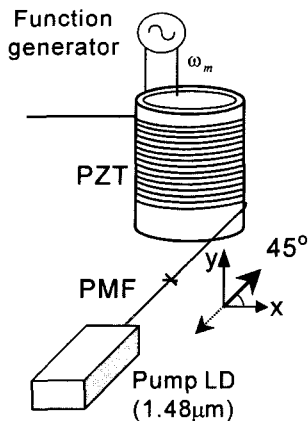


그림 1. 편광변조에 의한 펌프 LD광의 편광 스크램블링.

식 (1)에서 A_x, A_y 는 x 성분과 y 성분의 진폭이며, ϕ_x 와 ϕ_y 는 각각의 위상이다. 편광의 x 성분과 y 성분의 진폭이 같은 경우를 취급하기 위하여 $A_x=A_y=a$ 인 경우에 대해서 식 (1)의 Jones vector를 이용하여 coherence matrix Γ 를 쓰면 다음과 같다.^[10]

$$\Gamma \equiv \begin{bmatrix} \langle |E_x|^2 \rangle & \langle E_x E_y^* \rangle \\ \langle E_x^* E_y \rangle & \langle |E_y|^2 \rangle \end{bmatrix}$$

$$= a^2 \begin{bmatrix} 1 & \langle e^{i(\phi_x - \phi_y)} \rangle \\ \langle e^{-i(\phi_x - \phi_y)} \rangle & 1 \end{bmatrix} = a^2 \begin{bmatrix} 1 & \gamma \\ \gamma^* & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

여기서 $\langle \rangle$ 는 광파의 진동주기에 비해 충분히 긴 시간에 걸쳐 평균한 값을 의미하며, 이때 γ 를 coherence factor로 정의하자. 따라서 편광도(DOP: degree of polarization)는 $|\gamma|$ 로 주어진다. PZT 편광변조기에 주파수 ω_m 의 사인파 전압을 가하면 두 편광성분간의 위상차는

$$\delta \equiv \phi_x - \phi_y = \phi_0 + \phi_m \sin \omega_m t \quad (3)$$

와 같이 표현된다. 여기서 ϕ_0 는 광섬유 고유의 복굴절과 구부림 등에 의한 두 편광성분간의 위상차이고 ϕ_m 은 편광변조진폭이다.

위의 (3)식을 이용하고 Bessel 함수 J_m 을 이용하여 편광도(DOP)를 다시 쓰면

$$DOP = \left| \langle e^{i(\phi_0 + \phi_m \sin \omega_m t)} \rangle \right|$$

$$= \left| \langle [J_0(\phi_m) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} J_{2n}(\phi_m) \cos(2n\omega_m t)] \cdot [\cos \phi_0 + i \sin \phi_0] - [2 \sum_{n=1}^{\infty} J_{2n-1}(\phi_m) \cos(2n-1)\omega_m t] \cdot [\sin \phi_0 - i \cos \phi_0] \rangle \right| \quad (4)$$

와 같이 표현된다. 만일 변조파의 주기가 Er 이온의 레이저 작용에 관여하는 상위에너지 준위 ($I_{13/2}$)의 life time(~ 10 ms)에 비해 충분히 짧은 경우, 즉, 100 kHz에 비해 매우 빠르게 변조하는 경우에는 펌프광의 편광변조에도 불구하고 EDF의 이득이 거의 변하지 않을 것으로 가정할 수 있다. 따라서 EDF

이득의 편광 의존성에 실제로 영향을 주는 편광도는 변조주기에 비해 충분히 긴 시간에 걸쳐 평균된 편광도이다. 따라서 (4)식으로부터, EDF 이득에 영향을 주는 편광도의 시간평균값 \overline{DOP} 는

$$\overline{DOP} = |J_0(\phi_m) [\cos \phi_0 + i \sin \phi_0]|$$

$$= |J_0(\phi_m)| \quad (5)$$

이 된다. 즉, 편광변조 진폭 ϕ_m 에 따라 시간 평균된 편광도 값이 변한다. 특히, $J_0=0$ 이 되는 $\phi_m=2.405$ rad의 진폭으로 변조할 경우, 편광도의 평균치가 0인(엄밀히 말해서 모든 편광성분이 고르게 스크램블링된) 상태를 얻을 수 있고, EDF의 펌프단에 적용하면 편광의존이득을 억제할 수 있을 것으로 기대된다.

III. 제작된 펌프 편광 스크램블러의 특성

편광 스크램블러는 원통형 PZT에 일반 통신용 단일모드 광섬유를 서로 꼬이지 않게 일정한 장력을 주어 감아 만들었으며, pump LD의 pigtail된 편광유지 광섬유를 통해서 나온 선편광 상태의 빛을 원통형 PZT에 45도가 되게 입사시켰다. 소자 자체가 광섬유와 PZT로 이루어져 있기 때문에 삽입 손실이 적고, 수 백 kHz의 주파수와 낮은 전압을 전기적으로 적절히 조절함으로써 편광을 변조시킬 수 있다는 장점이 있다. 본 실험에 사용된 원통형 PZT는 두께 2.9 mm, 길이 39 mm, 외경 38 mm이며, 10 m 길이의 일반 통신용 단일모드 광섬유를 PZT에 감았다.

그림 2는 제작된 편광 스크램블러에서 변조파의 구동 전압에 따른 편광도를 나타낸 것이다. 펌프광의 파장은 1.48 μm이고 PZT에는 고주파 공명 주파수인 700 kHz의 사인파를 가하였으며 다음의 관계식을 이용하여 펌프광의 편광도를 측정하였다.

$$\overline{DOP} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (6)$$

여기서, I_{\max}, I_{\min} 은 PZT 편광변조기 뒷단에 편광조절기를 두

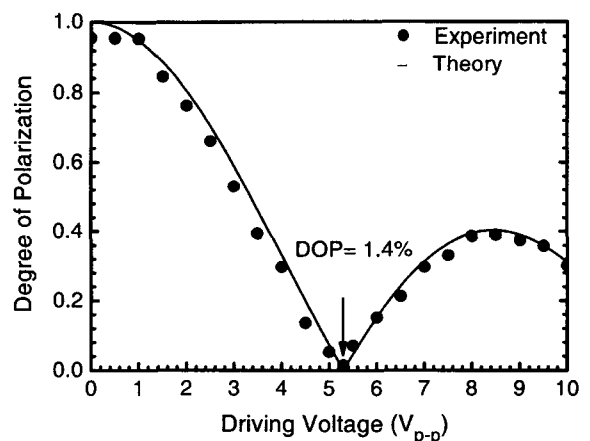


그림 2. 편광변조기에서 PZT 구동 전압에 따른 스크램블링된 펌프광의 편광도 변화.

어 편광상태를 임의로 변화시키는 상태에서 편광기를 통과한 빛의 power를 반응 속도가 느린 광 power meter로 측정하였을 때 측정된 광 power의 최대·최소 값이다. 실험결과, 구동 사인파 전압이 5.3 V_{pp} 때 약 1.4%의 최저 편광도를 얻을 수 있었다. 또한 그림 2에서 볼 수 있듯이, 편광도의 구동전압에 따른 변화는 J₀의 Bessel 함수에 fitting 하였을 때 실험치와 이론치가 매우 근접한 결과가 있었으며, 5.3 V_{pp}의 구동전압이 J₀(φ_m)=0의 조건을 만족하는 φ_m=2.405 rad의 변조진폭에 해당함을 알 수 있다. 이론치와 실험치 간에 약간의 오차가 발생한 원인으로는 고유 복굴절이 작은 광섬유를 선별하지 못했고, PZT 표면에 일정한 장력으로 감지 못하였기 때문으로 생각된다.

IV. EDF 광원 중심파장의 편광의존성 측정

우선 편광 스크램블러나 depolarizer를 사용하지 않은 상태에서 EDF 광원의 편광의존성을 측정하기 위하여 single-pass backward 방식¹⁵⁻¹⁶의 광원을 그림 3과 같이 구성하였다. 사용된 pump LD는 반사 파장이 1478 nm인 광섬유 Bragg 격자가 포함된 것으로서 편광유지 광섬유 pigtail로부터 선편광된 광출력을 내며, WDM(wavelength division multiplexer)을 통해 EDF에 입사한다.

사용된 EDF는 1530 nm 파장에서 흡수계수가 17.1 dB/m로 길이는 9.6 m이었다. EDF에서 펌프광과 반대방향으로 증폭되는 후방(backward) ASE광이 isolator를 거쳐 나오면서 광원의 출력이 된다.

일반적으로, 광섬유 자이로스코프에서는 가역성 확보를 위하여 Sagnac loop의 입구에 반드시 편광기가 존재하여 광원 빛의 한 편광 성분만이 자이로스코프의 실제 광원으로 사용된다. 이러한 자이로스코프 편광기를 시능하기 위하여 우리의 측정계에서 EDF 광원의 출력단에 편광기를 두고, 편광기를 통과한 광원의 출력스펙트럼(P(λ))을 광 스펙트럼 분석기(OSA: optical spectrum analyser)로 측정하였다. P(λ)의 측정 결과로부터 다음의 식에 의해 중심파장(λ̄)을 구하였다.

$$\bar{\lambda} = \frac{\int P(\lambda) \cdot \lambda d\lambda}{\int P(\lambda) d\lambda} \tag{7}$$

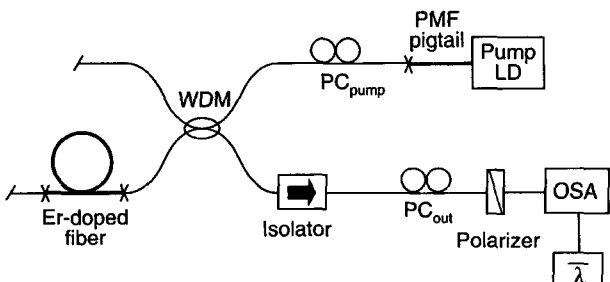


그림 3. 자이로용 EDF 광원 중심파장의 편광 의존 효과 측정계 구성도(PMF: polarization-maintaining fiber, WDM: wavelength division multiplexer, PC: polarization controller, OSA: optical spectrum analyzer).

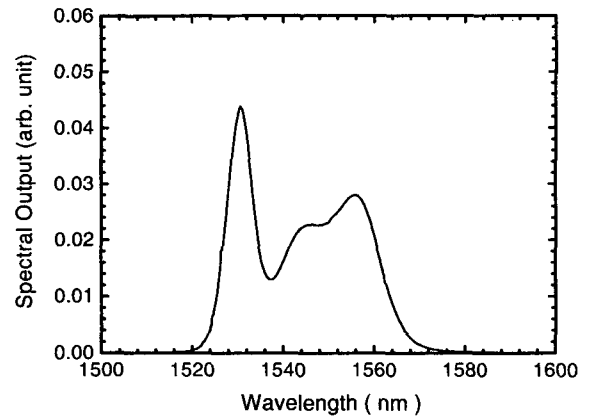


그림 4. EDF 광원의 출력 스펙트럼.

광원을 구성하는 광섬유 내에서의 임의의 복굴절 변화를 시능하기 위하여 펌프 LD와 WDM 사이와 광원의 출력단에 각각 편광조절기를 두었다. 두 편광조절기를 임의로 조작함으로써 펌프 편광상태와 출력광 편광상태를 임의로 변화시키면서 광원의 중심파장 변화를 측정하였다.

그림 4는 EDF 광원의 출력 스펙트럼을 측정된 결과이다. 스펙트럼의 형태는 여러 개의 파장 peak들이 중첩된 EDF 광원의 전형적인 형태를 보여주고 있다. 이때 펌프광 power는 56 mW이었으며 편광기를 거쳐 나온 출력 power는 7.8 mW였다.

그림 5는 EDF 광원의 펌프단의 편광조절기(PC_{pump})와 출력단의 편광조절기(PC_{out})를 임의의 조작하면서 중심파장의 변화를 측정된 결과이다. PC_{pump}와 PC_{out}을 조작하지 않는 동안에는 OSA의 측정한계로 보여지는 약 5 ppm 수준의 배경잡음만이 나타났다. 편광조절기의 상태를 변화시키면 중심파장이 변화하는데, 펌프단에서 펌프 편광 상태를 임의로 바꿀 때 광원 출력의 중심파장은 최대 160 ppm까지 변화하였다. 또한 출력단에서 임의의 편광변화에 대해서는 최대 250 ppm까지 변화하였다. 이러한 중심파장 변화의 결과에는 Er 이온의 편광의존 이득 효과와 광섬유의 복굴절의 변화, 그리고 WDM, isolator 등에 의한 편광의존손실 등에 의한 효과가 모두 포함된 것으로 생각할 수 있다. 따라서 광대역폭 EDF 광원에서 이러한 편광효과들을 방지하면 편광효과에 의한 중심파장의 변화가

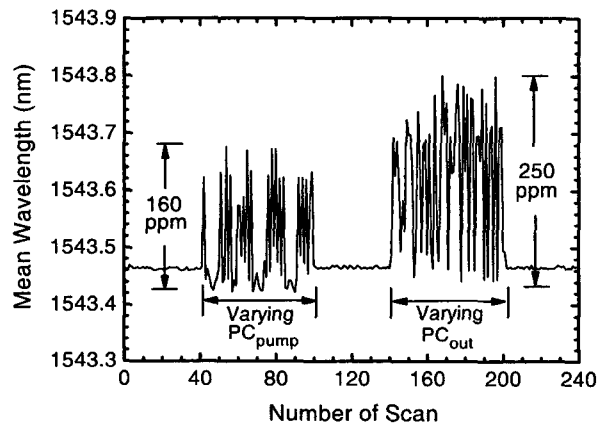


그림 5. EDF 광원 중심파장의 편광의존성 측정 결과.

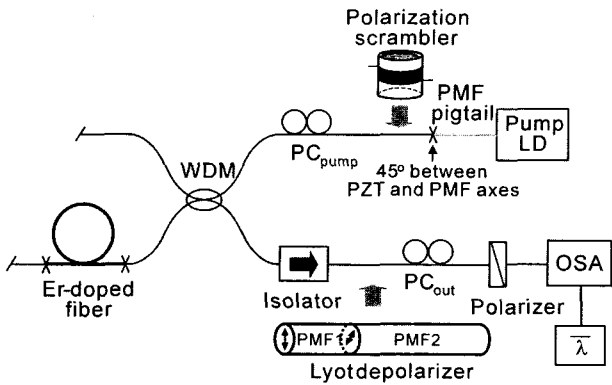


그림 6. 편광 스캐램블러와 depolarizer를 사용하는 경우의 편광효과 측정계.

수백 ppm 수준에 이를 수 있음을 알 수 있다.

이번에는 펌프단의 편광 스캐램블러와 출력단의 depolarizer가 얼마나 편광효과를 억제할 수 있는지를 실험하였다. 그림 6은 편광의존이득 효과와 편광의존손실을 억제하기 위하여 single-pass backward 방식의 광원에 펌프 편광 스캐램블러와 출력단 depolarizer를 각각 삽입할 수 있도록 구성한 측정계이다. PZT에는 평균 편광도가 최소가 되도록 700 kHz의 사인파와 전압 5.3 V_{pp}을 인가하였다. Depolarizer는 두가닥(길이: 2 m/4 m)의 편광유지 광섬유를 각각의 고유축에 대하여 45°가 되도록 splicing한 형태의 Lyot depolarizer¹¹⁾를 사용하였다. Depolarizer를 이루는 편광유지 광섬유의 두 부분 중 첫번째 부분(PMF1)에서 임의 편광상태 입사광이 편광유지 광섬유의 고유 편광성분으로 분해되고, 두번째 부분(PMF2)의 편광축은 PMF1과 45°를 이루므로 PMF1에서 분해된 각각의 편광성분이 PMF2에서 같은 크기로 다시 분해되는데, 결과적으로 PMF2를 통과하여 나온 빛의 두 편광성분의 세기는 입사 편광상태와 관계없이 같게 된다. 또한 직교 편광성분들 간의 상관성(correlation)을 없애기 위해서 길이의 비를 1:2로 하였다.

우선 그림 6의 구성에서 펌프단의 편광스캐램블러는 사용하지 않고 출력단의 depolarizer만을 사용한 경우에 대하여 펌프단과 출력단의 편광조절기를 임의로 조작하면서 광원 출력광의 중심파장 변화를 측정하였다. 그림 7은 그 결과인데, 출력단의 편광조절기(PC_{out})를 임의의 조절하는 동안에는 광원의 중심파장 변화를 거의 감지할 수 없었다. 즉, 이 경우에 출력단의 편광상태를 바꾸어주더라도 광원의 중심파장 변화는 배경잡음(~5 ppm)에 묻히는 수준임을 알 수 있다. 그러나 펌프단에서 편광조절기(PC_{pump})를 임의의 조작하는 경우에는 광원의 중심파장이 31 ppm까지 변화하였다. 이는 출력단의 depolarizer만으로는 펌프광의 편광변화로 인한 중심파장 변화는 충분히 억제할 수 없고, 다만 부분적인 효과만 있음을 보여준다.

이번에는 출력단의 depolarizer뿐만 아니라 펌프단의 편광 스캐램블러를 함께 사용하면서 같은 방법으로 두 편광조절기를 조절하면서 중심파장 변화를 측정하였다. 그 결과를 그림 8에 나타내었는데, 출력단과 펌프단의 어느 편광조절기를 임의로 조절하더라도 광원의 중심파장 변화는 측정계의 배경잡음 이하 수준으로 나타났다. 그림 8의 결과는 펌프광의 편광변화와

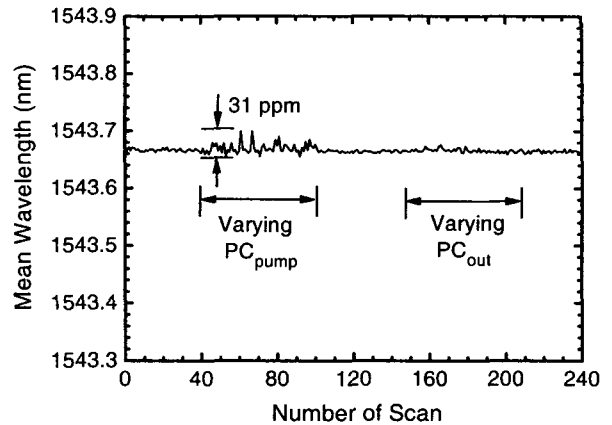


그림 7. 출력단 depolarizer만을 사용한 경우(펌프단 편광 스캐램블러는 사용하지 않음)의 편광의존성 측정 결과.

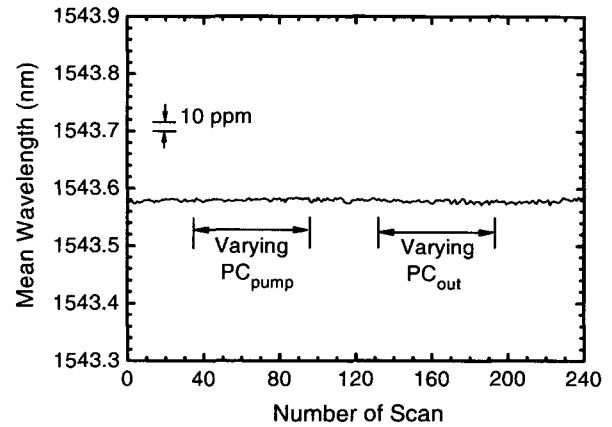


그림 8. 출력단 depolarizer와 펌프단 편광 스캐램블러를 함께 사용한 경우의 편광의존성 측정 결과.

출력 ASE 경로상의 복굴절 변화가 있더라도 광원의 중심파장 변화는 거의 없음을 보여주는 것이다. 즉, 출력단 depolarizer만을 사용한 경우에 남아있던 펌프편광의존성이 펌프단의 편광 스캐램블러에 의해 거의 제거되었음을 의미한다. 따라서, 출력단 depolarizer와 함께 펌프단에서 편광 스캐램블러를 해주면 EDF 광원의 중심파장 변화의 주된 요인인 편광효과를 측정계의 배경잡음인 5 ppm 이하의 수준으로 억제할 수 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

자이로스코프용 EDF 광원에서 중심파장이 편광에 따라 임의로 변화하는 현상은 자이로스코프의 안정성 측면에서 반드시 억제되어야 하는 효과이다. 이 논문에서는 이러한 편광효과를 편광 스캐램블러와 depolarizer를 사용하여 효과적으로 억제하였다.

자체 제작된 편광 스캐램블러는 원통형 PZT에 광섬유를 감은 형태의 편광 변조기로서 펌프광의 편광 스캐램블러에 사용되었는데, 적정 진폭으로 변조해 줌으로써 펌프광의 편광도(시간평균치)를 1.4%까지 낮출 수 있었다. 펌프광의 편광도를 낮

춤으로써 EDF 내에서 편광의존 이득효과를 억제할 수 있었고, WDM 등 구성소자의 편광의존 투과특성을 완화시킬 수 있었다.

Single-pass backward 방식으로 구성된 EDF 광원에서 이러한 편광효과를 제어하기 위한 어떠한 방식도 사용하지 않은 경우에는 임의 편광변화에 대해 광원의 중심파장이 최대 250 ppm까지 변화함을 관찰할 수 있었다. 또한 출력단에 편광유지 광섬유 depolarizer만을 사용한 경우에, 출력단 편광상태의 임의변화에 대한 중심파장의 변화는 상당히 억제되었으나 펌프 편광의 임의변화에 대해서는 중심파장이 31 ppm까지 변화하였다. 이것과 비교하여, 출력단에 편광유지 광섬유 depolarizer와 함께 펌프단에 펌프편광 스크램블러까지 사용한 경우에는 펌프단과 출력단의 모든 편광변화에 대하여 광원의 중심파장 변화가 측정기의 측정한계인 5 ppm 이하로 측정되었다. 결론적으로, 광대역폭 EDF 광원에서 중심파장의 편광의존성을 제거하는데 있어서 출력단에 depolarizer를 사용하는 것만으로는 충분한 효과를 얻을 수 없었으며, 출력단 depolarizer 사용과 함께 펌프단의 편광을 스크램블링해주면 중심파장의 편광효과를 거의 제거할 수 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학기술원 전자광학특화연구센터를 통한 국방과학연구소의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] R. A. Bergh, H. C. Lefevre, and H. J. Shaw, "An overview of fiber-optic gyroscope," *J. Lightwave Technol.*, vol. LT-2, no. 2, pp. 91-107, 1984.
 [2] J. L. Wagener, M. J. F. Digonnet, and H. J. Shaw "A high-

stability fiber amplifier source for the fiber optic gyroscope," *J. Lightwave Technol.*, vol. 15, no. 9, pp. 1689-1694, 1997.
 [3] D. C. Hall, W. K. Burns, and R. P. Moeller, "High-stability Er³⁺-doped superfluorescent fiber source," *J. Lightwave Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 1452-1460, 1995.
 [4] P. F. Wysocki, M. J. F. Digonnet, B. Y. Kim, and H. J. Shaw, "Characteristics of erbium-doped superfluorescent fiber sources for interferometric sensor applications," *J. Lightwave Technol.*, vol. 12, no. 3, pp. 550-566, 1994.
 [5] 임경아, 진영준, 박희갑, "Gyroscope용 광대역폭 Erbium 첨가 광섬유 광원의 구성과 특성 측정," 한국광학회지, 제 8권 4호, pp. 320-326, 1997.
 [6] 진영준, 박희갑, "광대역폭 Erbium 첨가 광섬유 광원의 중심파장 안정성," 한국광학회지, 제 8권 6호, pp. 476-481, 1997.
 [7] D. G. Falquier, M. J. Digonnet, and H. J. Shaw, "A depolarized Er-doped superfluorescent fiber source with improved long-term polarization stability," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol 13, no. 1, pp. 25-27, 2001.
 [8] V. J. Mazurczyk, and J. L. Zyskind, "Polarization dependent gain in erbium doped-fiber amplifiers," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol 6, no. 5, pp. 616-618, 1994.
 [9] P. F. Wysocki and V. Mazurczyk, "Polarization dependent gain in erbium-doped fiber amplifiers: computer model and approximate formulas," *J. Lightwave Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 572-584, 1996.
 [10] Serge Huard, *Polarization of Light* (John Wiley), pp. 30-33, 1997.
 [11] 여영배, "원통형 PZT로 구성된 광섬유 편광스크램블에 관한 연구," 한국과학기술원 석사학위논문, pp. 18-24, 1996.
 [12] Herve Lefevre, *The Fiber-Optic Gyroscope* (Artech House, Boston), pp. 84-86, 1993.

Suppression of polarization effects in Er-doped fiber source for gyroscope by polarization scrambling

Taek Jung Kim, Young-Jun Jin, and Hee Gap Park[†]

Department of Physics, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, KOREA

[†]E-mail: hgpark@chonbuk.ac.kr

(Received February 27, 2003, Revised manuscript June 20, 2003)

In a broadband erbium-doped fiber source for fiber optic gyroscope, a pump-polarization scrambling scheme is used to suppress the polarization dependence of the source mean wavelength. The degree of polarization of the pump is reduced to 1.4% by applying proper modulation depth to the polarization modulator where 10 m-long single-mode fiber is wound on a cylindrical PZT. In the case of using the pump-polarization scrambler as well as the output depolarizer, the mean-wavelength variations due to the random change of polarization are measured to be less than our measurement limit of 5 ppm.

OCIS Code : 230.1150.