

PBS 루프 구조를 사용한 depolarizer의 성능 시뮬레이션

Simulation on the performance of depolarizer using polarization beam splitter loop structures

윤일용, 이병호
 서울대학교 전기공학부
 byoungho@snu.ac.kr

1. 서론

광디바이스의 편광의존성은 광학적 센서⁽¹⁾, 통신⁽²⁾ 등의 분야에서 해결되어야 할 중요한 문제 중의 하나로 지적되고 있다. 따라서 이러한 편광의존성을 줄이기 위해서 다양한 종류의 depolarizer가 연구되어 왔으며 특히 선풍이 매우 좁은 광원의 depolarization을 위해서는 PBS(polarization beam splitter: 편광빔스플리터)를 사용하여 마치 매우 긴 길이의 PMF (polarization-maintaining fiber)를 사용한 것과 같은 효과를 이용할 수 있다⁽³⁾. 이러한 PBS 루프구조는 PBS와 광섬유 지연선로(delay line)만으로 구성되며 별도의 편광 조절이 필요 없다는 장점을 가지고 있다. 하지만 이러한 PBS 루프 구조의 많은 장점에도 불구하고 딜레이 라인의 편광 조절 없이는 두 편광 사이의 지연시간 차이 또한 조절이 불가능하다는 단점도 있었다. 따라서 본 논문에서는 depolarizer의 성능 검증을 위하여 이러한 PBS 루프 구조의 depolarization 특성을 시뮬레이션을 통해 분석해 보았다.

2. PBS 루프 구조

그림 1은 PBS 루프 구조의 개략도를 나타내고 있다. PBS에 입력된 수직 편광은 그대로 출력측으로 통과하는 반면에 수평 편광은 몇 번의 루프를 돌게 된 후 통과하게 된다. 이때 딜레이 라인과 PBS의 손실이 없다고 가정하면 루프를 거침에도 불구하고 입력된 파워 전부가 다시 출력될 수가 있다. 하지만 여기서 루프를 도는 횟수는 딜레이 라인에서의 편광변화로 인하여 바뀌게 된다. 만약 딜레이 라인에서 편광이 전혀 변하지 않는다면 한 번 만에 모든 입력된 수평편광이 출력측으로 빠져나가게 되고 편광이 수직하게 변한다면 두 번 만에 모든 파워가 빠져나가게 된다. 그림 2는 PBS 루프 구조를 사용한 Lyot depolarizer를 보여주고 있다. Lyot 구조의 depolarizer는 두 부분의 편광에 따른 지연시간차이의 비율이 1:2가 되게 하고 각 PBS 루프 구조가 45도의 각을 이루도록 하여 입력된 편광에 무관하도록 만들어진 구조이다. 하지만 살펴본 바와 마찬가지로 편광에 따른 시간지연차이를 조절할 수가 없어 depolarizer로서의 성능의 감소는 불가피 할 것이므로 이의 분석이 필요하다고 생각된다.

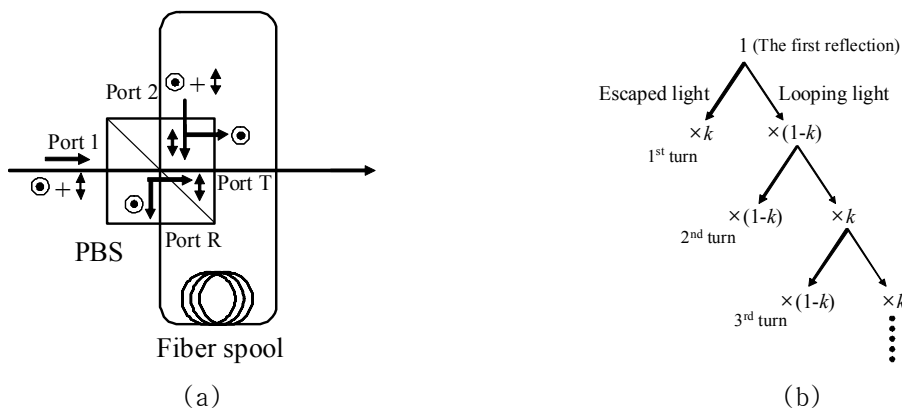


그림 1. (a) PBS 루프 구조의 개략도. (b) 루프를 도는 횟수와 빠져나가는 파워의 관계도.

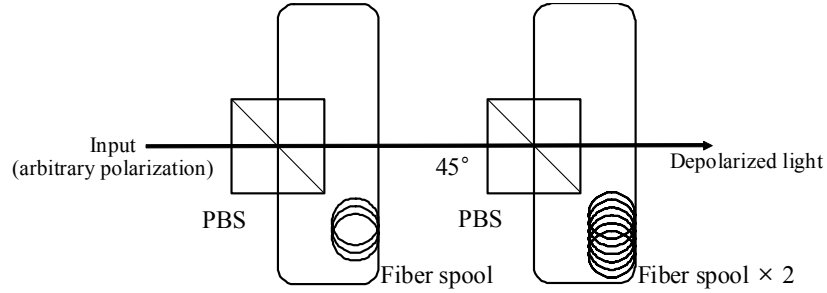


그림 2. PBS 루프 구조를 이용한 Lyot depolarizer

3. 시뮬레이션 결과

이의 분석을 위하여 시뮬레이션을 수행하였으며 그 결과는 그림 3과 같다. 그림 3의 (a)의 1:2의 구조에서는 각 부분의 편광특성에 따라 최대 0.5까지의 DOP(Degree of Polarization)가 나올 수 있다는 것을 알 수 있었다. 즉 첫 번째 PBS 루프구조에서 두 번의 루프를 돌고 두 번째 PBS 루프구조에서 한번의 루프를 돌게 된다면 1:1의 시간지연차의 비율을 갖는 depolarizer와 마찬가지로의 결과를 보일 것이므로 합당한 결과라고 생각된다. (b)에서는 1:4 구조에서의 시뮬레이션 결과를 보여주고 있으며 대부분의 경우에서 DOP가 0.1이하에 머물게 됨을 관찰할 수 있다. 따라서 이렇게 PBS 루프 구조의 Lyot depolarizer를 구성하였을 때 depolarizer로서의 성능이 환경 변화 등에 민감하지 않게 하기 위해서는 1:4 이상의 딜레이 라인 비율이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

시뮬레이션을 통하여 PBS 루프 구조를 사용한 Lyot depolarizer의 성능과 두 PBS 루프 구조의 딜레이 라인의 길이 비율과의 관계를 밝혔다. 이를 통해 depolarizer의 성능을 보장하기 위해서는 1:4 이상의 길이 비율이 필요함을 알 수 있었다.

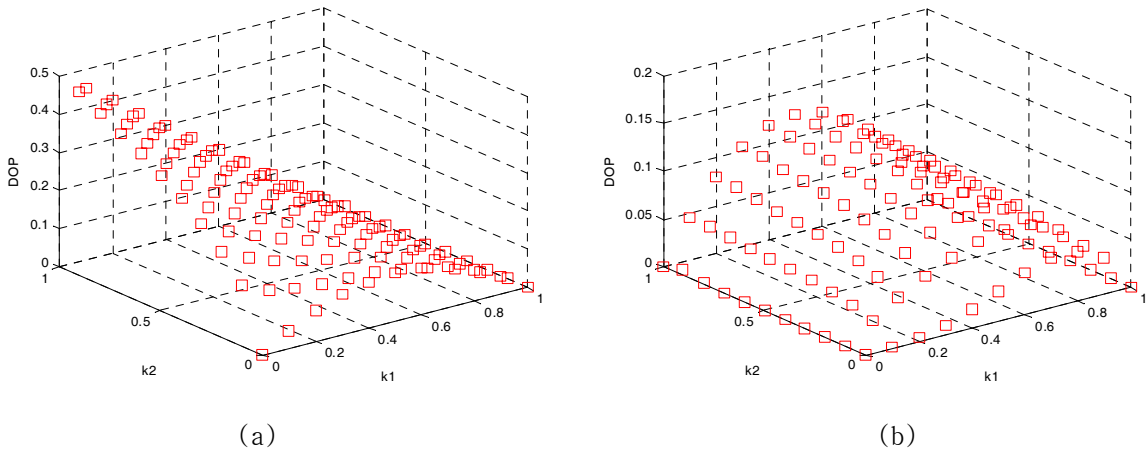


그림 3. 두 PBS 루프의 딜레이 라인에서의 편광변화와 DOP와의 관계. (a) 1:2 (b) 1:4.

참고 문헌

1. R. Slavík et al., "Novel spectral fiber optic sensor based on surface plasmon resonance," *Sens. Actuators B*, 74, 106-111 (2001).
2. T. Yang et al., "Depolarization technique for wavelength conversion using four-wave mixing in a dispersion-flattened photonic crystal fiber," *Opt. Express*, 13, 5409-5415 (2005).
3. F. Gonthier et al., "All-fiber depolarizer," U.S. Patent 6 760 495 B2, Jul. 6, 2004.