

# 광섬유 센서를 이용한 대전류 측정장치 개발

## Development of High Current Transformer with Optical Fiber Sensor

김덕래, 정재용, 박정남\*, 서정민\*, 김병태  
 제주대학교 레이저광정보공학, \*LG 산전 전력연구소  
 duckiboy@hanmail.net

최근 전력 계통의 전압 상승과 측정 정밀도에 대한 요구가 증대됨에 따라 전력 설비의 고장 검출이나 측정 분야의 기술과 비용면에서 경쟁력을 갖춘 광을 이용한 고전압 대전류 측정이 주목받고 있다. 본 연구는 광섬유를 이용하여 보다 안전하고 정밀한 대전류 측정 장치 개발에 목적을 두고 있다.

광을 이용한 전류 센서는 편광된 광이 광섬유를 통과할 때 광섬유 주위의 자장에 의해서 편광면이 회전하는 패러데이 회전을 이용한 것이다. 패러데이 회전량은 전류의 크기와 광섬유를 감은 횟수에 비례하여 증가하게 되나, 광섬유의 구부러짐에 의한 선형 복굴절 증가로 패러데이 회전은 광섬유를 감은 횟수에 비례하여 증가하지만은 않는다.

광섬유에 내재되어 있는 선형 복굴절 및 구부러짐에 의한 선형 복굴절을 줄일 수 있는 한 가지 방법으로서는 광섬유를 비틀고 광섬유 끝단에 패러데이 회전 거울을 사용하여 위상반전을 일으켜 선형 복굴절을 보상함으로써 전류 인가에 따른 신호 크기의 향상 및 선형성에 대한 오차율을 줄이는 것이 있다.

실험에서 광원으로는 센서용 광섬유의 베르데 상수, 물질에서의 흡수율, 수명 및 크기 등을 고려하여 785 nm의 반도체레이저를 single mode에 pigtail하여 사용하였다. 광섬유에 입사되는 광은 1,000:1의 편광자를 사용하여 수평 편광으로 하였으며, 광섬유를 직경 200 mm인 원통형 틀에 10회 감아 투과형과 반사형에 대하여 실험을 하였다. 투과형에서는 광섬유 끝단의 반사경이 위치한 곳에서 출사되는 광을 측정하였고, 반사형은 광섬유 끝단에 반사경을 설치하여 CT 장치로 되돌아 나온 광을 측정하였다.

광섬유 센서를 이용한 대전류 측정 장치를 개발하는데 있어서 광섬유의 비틀림에 대한 기본적인 특성에 대해서 실험을 하였다. 그림 1은 원통형 틀에 광섬유를 25회까지 비틀어가면서 1회 감아 입사광에 대한 출력광의 변화를 측정한 것이다. 광섬유를 비틀지 않은 경우를 기준으로 하였을 때 광섬유를 비튼 횟수가 6~7회, 13~14회 및 20~21회에서 거의 같은 결과가 나왔으며, 3회, 10회, 17회 및 24회 비틀었을 때 출력이 크게 나왔는데 이것은 광섬유를 비틀므로 인하여 선형 복굴절이 적절하게 보상되었기 때문에 입사 편광이 잘 보존되어 출사되었다고 볼 수 있다.

전류 인가에 대한 실험은 광섬유의 비틀림에 대한 기본적인 특성 결과를 바탕으로 하였다. 즉, 선형 복굴절이 잘 보상되는 광섬유 비튼 횟수 부근에서 전류 인가에 따른 출력 신호의 증폭 및 선형성에 대한 오차율이 가장 작을 것이라고 판단하였으며, 전류 인가 실험에서는 광섬유를 무리하게 비틀지 않고 선형 복굴절이 적절하게 보상되었다고 판단되는 11회 비튼 상태에서 실험을 하였다.

그림 2는 광섬유를 11회 비틀어 10회 감은 상태에서 전류를 2,000 A까지 인가하여 반사형에 대해서 수평 성분(S1)을 측정한 결과이며, 측정 오차율은 평균  $\pm 0.5\%$ 로 나타났다. 이 실험 결과에서 오차율은 광섬유 센서 끝단에서 출사되는 광이 반사경에 의해서 불완전한 반사를 하거나 또는 광섬유의 포화현상

때론이라고 생각된다. 따라서 차후 실험은 원통형 틀에 광섬유를 감은 횟수를 줄이거나 광섬유 센서의 끝단에 반사경을 부착하는 것이 아닌 광섬유 센서 끝단을 코팅을 하는 등 측정 오차율을 개선할 수 있는 방안을 모색해야 할 것으로 판단된다.

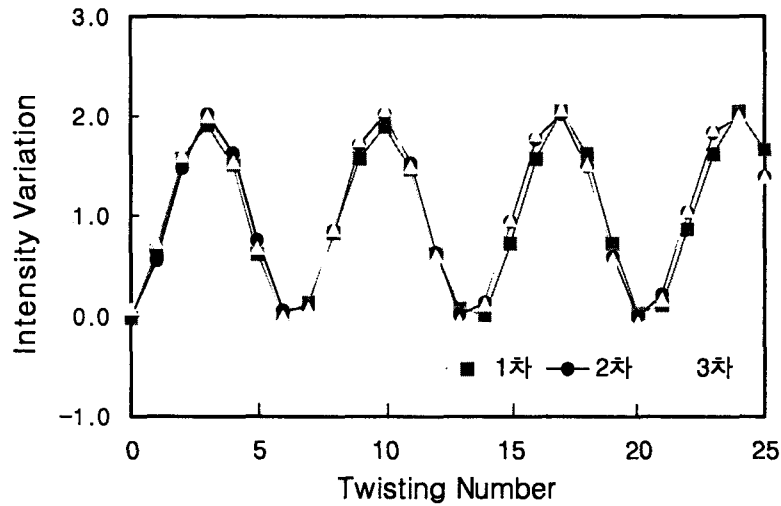


그림 1 광섬유가 비틀어진 상태에서의 편광 투과 특성

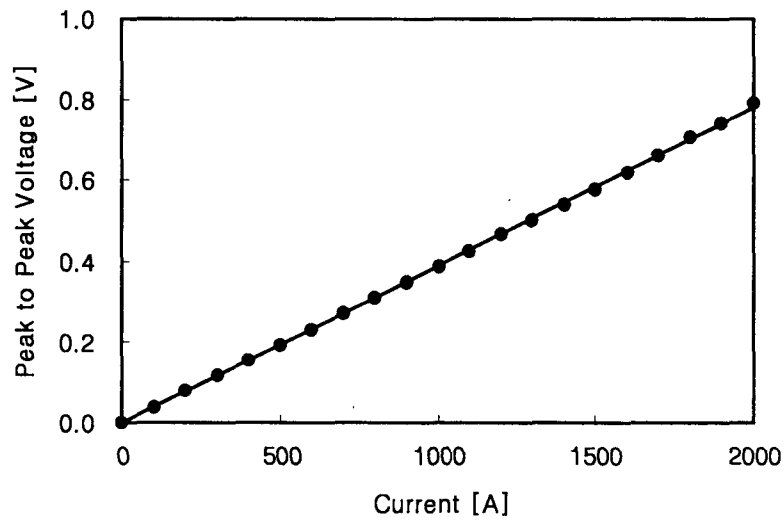


그림 2 반사형, 광섬유를 11회 비튼 후 2 kA까지 전류 인가에 따른 출력 신호의 변화