

## GIS용 광CT의 전기적 특성

이수웅<sup>1</sup>, 이성갑<sup>1</sup>, 노현지<sup>1</sup>, 안병립<sup>2</sup>, 원우식<sup>3</sup>  
 경상대학교<sup>1</sup>, 한양대학교<sup>2</sup>, (주) 엔텍월드<sup>3</sup>

### Electrical Characteristics of Optical Current Transducer on Gas Insulated Switchgear.

Su-Woong Lee<sup>1</sup>, Sung-Gap Lee<sup>1</sup>, Hyeon-Ji Noh<sup>1</sup>, Byeong-Rib Ahn<sup>2</sup>, Woo-Sik Won<sup>3</sup>  
 GyeongSang University<sup>1</sup>, Hanyang University<sup>2</sup>, Entech World, Inc.<sup>3</sup>

**Abstract :** We researched basic study about electrical characteristics of Zinc Selenide (Faraday Cell), which is known for various temperature of good-performance, that applied measuring current or protecting instrument by Optical Current Transducer, on Gas Insulated Switchgear. Measuring System consists of VCSEL produced 850nm IR Laser, Pin Photo Diode made of GaAs surveyed as Optical Power Meter, and Optical Fibers specified Multi-mode. We observed optical output changes during measurement of currents increasing by 100[A] in range from 0[A] to 1,000[A] and set temperature condition increasing by 5 [°C] in a range from 30[°C] to 60[°C].

**Key Words :** 광CT, 광전류변류기, 광전류센서

#### 1. 서 론

최근 전력설비의 대용량화로 인해 그에 따른 초고압 설비에 대한 요구가 증가되고 있다. 기존의 전자기유도방식 전류변류기(Current Transformer, CT)는 철심에 흐르는 전류에서 발생하는 자기장의 세기를 측정하여, 전류의 세기를 측정할 수 있었다.

그러나, 기존의 CT는 잔류자기, 자기포화, 부싱 애관 절연문제, 임펄스성 전류, 마이크로초급의 전류 대응 불가, 뇌서지등에 의한 계측 장치의 소손 현상등으로 출력신호의 왜곡 되는 문제점을 가지고 있었다. 더불어 전력설비들이 고전압 고전력 환경으로 인해 기피시설이 되면서, 도심에서는 실외형에서 실내형으로 점차 변화되고 있다.

기존CT의 부피 및 중량에 따른 단점과, 절연문제를 극복하기 위해 광전류변류기(Optical Current Transformer, OCT)가 제안되었다. [1]

전 세계적으로 기존의 CT를 전자식 변성기(Electronic Current Transformer, ECT) 혹은 OCT를 상용화 내지 현장에 적용 시키기 위해 많은 연구개발이 되고 있다. [2]

현재 해외에서는 일본과 캐나다, 유럽 등의 전기관련 업체에서 주도적으로 진행하고 있으며, 실제로 제품화는 되었으나, 기술이전이 어려운 실정이다.

국내는 전기연구원, 한전연구원, 효성중공업, 일진전기, 전북대, 영남대, 청주대등 산학연시설이 연계되어 연구를 진행 중이며, 광CT, PT의 표준화도 준비되고 있다. [3][4]

본 연구는 광CT의 현장 적용을 위해, 온도 특성이 우수한 패러데이소자 ZnSe(Zinc Selenide)를 이용하여, 30°C ~ 60°C의 환경에서 전류를 0 ~ 1,000A 인가했을 때의 광CT 소자의 전기적인 특성을 관찰했다.

#### 2. 본 론

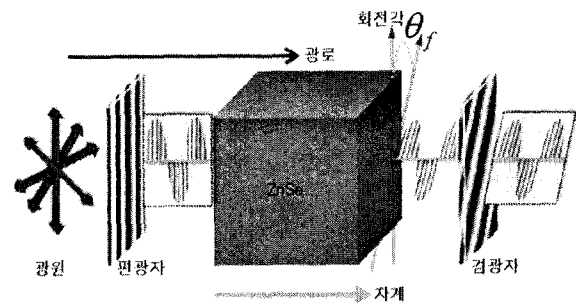


그림 1. 패러데이 효과

광CT에 이용한 자기광학효과(Magneto-Optic Effect)인 패러데이 효과(Faraday Effect)는 도체 주위에 전류에 의한 자기장에 노출된 입력편광이 패러데이 소자를 통과하면서 자기장의 세기에 비례하는 만큼의 편광 진동축을 회전시키는 효과를 말한다.

이 때, 회전하는 각  $\theta_f$ 는 아래식과 같이 자기장, 즉 인가된 전류에 비례하는 값을 갖습니다. [5][6]

$$\theta_f = V \int H \cdot dL$$

여기서 는  $\theta_f$  회전각이며, V는 Verdet 상수, H는 자계의 세기, L은 패러데이 소자의 길이이다. 편광자를 지난 빛이 소자를 통과하여 편광축의 회전에 의한 광출력차이를 GaAs-PD(Photo Diode)로써 측정하여 전기적인 신호를 검출 하는 방법이다. 위실험은 EXPO사의 FOT-600 모델의 광파워미터를 사용해서 nW 단위의 광출력을 측정하는 고분해능 장비를 사용 하였다.

### 3. 실험

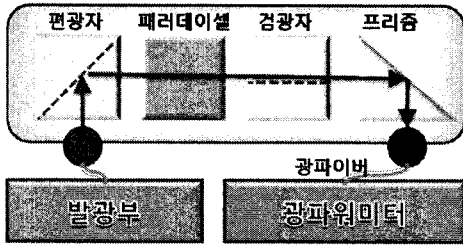


그림 2. 광 CT 실험 장치

위 그림 2.는 본 실험의 실험 장치이다. 우선 발광부의 레이저 다이오드(Laser Diode, LD)는 파장이 850nm이고, 대략 5~6dBm의 출력을 가졌다. 레이저는 광파이버를 거쳐 집광렌즈(Selfoc Micro Lens, SML)에서 레이저는 집속된다.

편광자를 거쳐 변조된 빛은 패러데이 소자에서 자기장의 세기에 비례하여, 편광 회전각은 커지고 결과적으로 45° 회전한 검광자와 프리즘을 통과 후, 광파워미터에서 광출력으로써 측정된다.

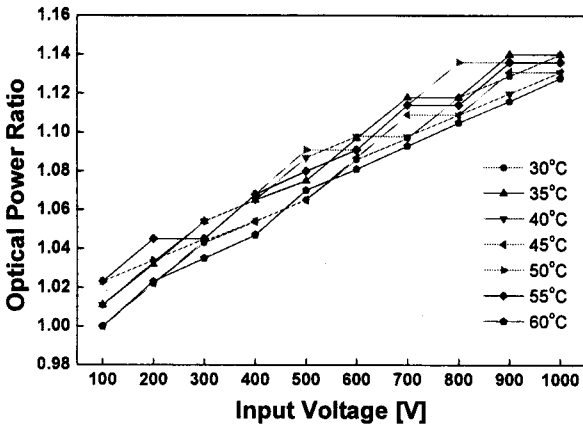


그림 3. 인가전류에 따른 광출력 비율

위의 그림 3은 도선에 흐르는 전류의 증가에 따라 광 CT의 광출력이 증가한 비율을 나타낸다. 측정기기의 분해능이 고출력시 불안정한 계단현상을 보이고 있으나, 실제 측정치는 중간값을 취할 것이다.

대체로 인가 전류가 클수록 온도가 클수록 광출력은 증가하였다. 60°C 측정시에 발생한 아크로 인하여, 광정렬이 흐트러져 출력오차가 발생하였지만, 전체적으로 볼 때 그래프의 모양이 선형적으로 증가하는 경향을 띄는 것을 관찰할 수 있었다.

특정온도에서 출력이 높아지는 경우는 없었고, 대체로 측정시 흔들림에 의한 정렬이 흐트러져, 기준값이 변해서 오차범위가 증가했던 것으로 추측된다.

### 4. 결 론

본 실험은 인가전류 0 ~ 1,000A까지 증가시켜서 30°C ~ 60°C의 온도 환경에서 변화폭을 관찰하였다. 그 결과 온도가 증가할수록, 인가전류가 커질수록 광출력은 증가하는 경향을 관찰할 수 있었다.

그 증가하는 경향이 선형적으로 고르게 나왔으나, 저온, 고온 특성과 측정 감도는 기존 연구결과에 비교해 볼 때 다른 소자들에 비해 ZnSe가 우수하지만, 여전히 오차범위를 가지고 있어서 신호왜곡을 초래할 수 있다.

그러므로 소자의 온도보상을 신호 처리시 필드테스트 결과를 참고하여, 신호왜곡에 대한 방안과 온도에 따른 감도 차이를 입사광/출력광의 실시간 모니터링에 의하여, 최소의 오차범위를 유지할 수 있어야 한다.

이런 문제점들을 해결하기 위해서는 광학부품의 품질향상과 패러데이 소자의 온도안정성을 확보해야 오차범위 1%내에서의 진단 및 측정용으로써 배전, 송전 분야에서 실제 적용할 수 있을 것이다.

### 감사의 글

This works were supported by (R-2005-7-324) of the development of Optical CT's & VT's from ETEP [Electric Power Industry Technology Evaluation & Planning].

### 참고 문헌

- [1] 송민호, "광 CT를 이용한 전류측정", 조명전기설비학회지, 17권, 4호, 2003. 08.
- [2] T.D. Maffetone, T.M. McClelland, "345kV Substation Optical Current Measurement System for Revenue Metering and Protective Relaying", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.6, No.4, October 1991.
- [3] 김영수, "광CT,PT 표준화를 위한 기술 분석", 초고속 정보화센터 논문지, Vol.2 p.9~p.14.
- [4] 전재일, 김정배외 6명, "온도변화에 따른 광CT의 출력 특성", 한국조명전기설비학회 2004년 춘계학술대회 논문집. 2004.05.07.
- [5] T.W.Cease, Paul Johnston, "A Magneto-Optic Current Transducer", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.5, No.2, April 1990.
- [6] H. katsukawa, T.W.Cease외 2명 "Development of an Optical Current Transducer with a Bulk Type Faraday Sensor for Metering", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.11, No.2 April 1996.