

BSO 와 ZnSe 를 이용한 광 CT/PT 의 구성

\* 박서연, \* 권원현, \* 전석희, \*\* 박한규

\* 연세대학교 전자공학과

\*\* 동양공전 통신공학과

Implementation of Optical CT/PT using BSO and ZnSe Crystal

\* Park Seoyeon, \* Kwon Won Hyun, \* Jeon Suk Hee, and Park Han Kyu

\* Dept. of Electronic Eng. Yonsei Univ.

\*\* Dept. of Telecommunication, Dongyang Tech. Col.

ABSTRACT

In this paper, the implementation of optical current transformer and voltage transformer using BSO and ZnSe crystal is presented.

Theoretical and experimental considerations for the system are briefly reviewed and some experimental results are given.

Then simultaneous current voltage measuring system with single beam is proposed and experimented.

본 논문에서는 광섬유 전송로형 방식을 이용한 광 CT ( Current Transformer ), PT ( Voltage Transformer ) 를 구성하였고, 센서부로는 BSO 와 ZnSe 결정을 사용하였다.

먼저 BSO의 전기광학 효과를 이용한 전압 측정과 자기광학적 효과와 광활성을 이용한 전류측정을 수행하였고 이를 응용하여 단일 시스템 내에서 BSO의 전기 광학적 효과와 광활성 ( Optical activity ) 및 ZnSe의 자기광학 효과를 이용하여 전류 전압을 측정할 수 있는 시스템을 구현하였다.

I. 서론

광섬유를 이용한 센서로는 크게 광섬유 기능형과 광섬유 전송로 형으로 분류할 수 있다. 광섬유 기능형은 광섬유 자체의 복굴절과 자기 광학 효과를 이용하여 전류를 측정하나 광섬유 제조과정과 외부 환경에 의한 문제가 커서 실질적인 응용이 어렵다.

이와 같은 단점의 해결책으로 BSO, LGO, ZnSe 와 같은 광학소재를 센서 element 로 사용하고 광섬유를 신호 전송로로 사용하는 형태의 센서에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있어 시스템의 compact 화, 고신뢰도, 고정밀하기 기대되고 있다.

II. 광 전압 및 전류 측정 시스템

1. 전압측정 시스템

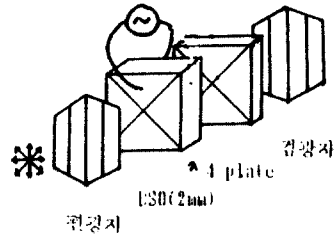


그림 1. 광 전압센서의 구성도

자연 복굴절이 없는 BSO 결정에 직선 편광된 빛을 입사하고 전계를 가하면, Pockels 효과에 의해 전압 세기에 선형적으로 비례하는 굴절을 변화가 유기되어 출력광은 타원 편광된다. 굴절을 타원체에 의해 새로운 굴절을 구한 후 결정을 통과한 후의 위상차 및 BSO의 광활성을 고려하면 다음과 같은 부과도에 관한 식을 유도할 수 있다.

$$T = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\pi V}{V_{\pi}} \cdot \frac{\sin \sqrt{(\pi V/V_{\pi})^2 + (2\theta)^2}}{\sqrt{(\pi V/V_{\pi})^2 + (2\theta)^2}} \right)$$

$$V = \frac{\lambda}{2 n_o^3 r_{63}} = 6800 \text{ [V]}$$

## 2. 전류 측정 시스템

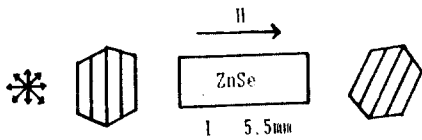


그림 2. ZnSe를 이용한 전류 측정 구성도

Faraday 소자인 ZnSe에 빛의 진행 방향과 동일하게 자계가 인가되면 자계의 영향에 의해 Faraday 회전을 일으키게 되므로, 직선 편광된 입력빛은 ZnSe 결정을 통과하면서 자계의 세기에 비례한 각도만큼 회전된다.

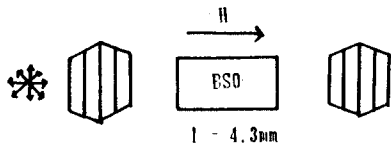


그림 3. BSO를 이용한 전류 측정 구성도

BSO 결정은 자계의 영향에 의한 Faraday 회전 뿐

아니라 광활성 ( $10.5^\circ/\text{mm}$ )을 동시에 가지고 있으므로, 길이가 4.3mm인 BSO 결정을 이용하면 BSO 결정의 광활성이  $45^\circ$ 의 일정한 바이어스 역할을 하므로 편광자와 검광자의 위치를 일치시킬 수 있다.

두 경우 모두 다음과 같은 부과도를 갖는다.

$$T = \frac{1}{2} (1 + \sin 2\theta)$$

$$\frac{1}{2} (1 + \sin 2V_e / H)$$

## 3. 단일 시스템에 의한 전압/전류 측정

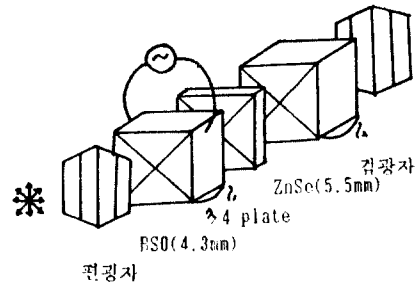


그림 4. 전압 전류 동시 측정 시스템

단일 시스템에서 전압 및 전류를 측정할 때 전압 측정의 경우에는 횡형 변조 방식을 이용하면 다음과 같이 반파장 전압이 변화한다. 이때 ZnSe는 광활성이 없고 전계의 영향도 받지 않으므로 아무런 역할을 하지 않는다.

$$V = \frac{\lambda}{2 n_o^3 r_{63}} d = 7900 \text{ [V]}$$

전류 측정의 경우에는 BSO의 광활성을 이용하여 편광자와 검광자의 방향을 일치시킨다. 이때  $\lambda/4$  plate의 위치는 BSO와 ZnSe 결정 사이에 놓이며, 따라서 BSO 결정의 Faraday 회전각은  $\lambda/4$  plate의 위상 지연 작용을 받고 ZnSe결정의 Faraday 회전각

은 위상 지연 작용을 받지 않으므로 부파도는 다음과 같이 변한다.

$$T = \frac{1}{2} (1 + \cos \theta_1 \sin \theta_2)$$

$$= \frac{1}{2} (1 + \sin 2V_{\omega} H)$$

### III. 실험 및 결과 고찰

광섬유를 전송로로 사용한 본 실험에서 사용한 광원은 파장이 0.87 μm 인 LED이며, 광 수신단으로는 PIN-PD를 사용하여 수광한 후 d.c. 신호를 제거하고 a.c. 신호만 증폭하였다. 자계 강도를 높이기 위해 간격이 2.5 cm 이고 지름이 9 cm 인 링 코어형 칩십을 사용하였다. 길이 2 mm 인 BSO 결정에 무병 전극을 인해서 사용한 종형 변조방식은 광활성의 영향을 무시할 수 있을 정도로 작아 좋은 직선성을 가지나 500 Vrms 이상의 전압에서는 직선성이 떨어진다.

전류 측정의 경우 ZnSe 결정이 FSO 결정보다 Verdet 정수가 크고 길이가 길어서 ZnSe 결정을 이용한 광 PT의 출력전압이 BSO 결정을 이용한 광 PT보다 약 2 배가량 크게 나타났다.

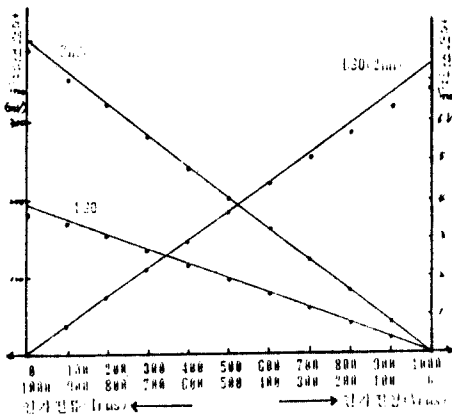


그림 5. 광 PT의 인출력 관계

단일시스템에서 전압과 전류를 측정하기 위하여 길이가 4.3 mm 이고 광활성이 10.5°/mm 인 BSO를 이용하였으므로 전압측정 시에는 2 mm 를 사용했을때보다 출력 전압의 크기가 작았으나 약간의 수정만 가하면 전류 전압 동시측정이 가능함을 알 수 있었다.

전류 측정시에는 FSO 결정이 단지 1/4 회전자모만 작용하므로 ZnSe 결정에 의한 전류 측정치와 거의 일치하였다.

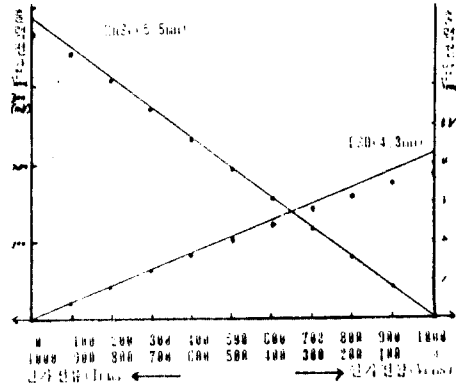


그림 6. 단일 시스템에서의 인출력관계

### IV. 결 론

FSO 결정을 이용한 전압 측정과 전류 측정 및 ZnSe를 이용한 전류 측정 시스템을 구성하여 실험하였고, BSO 와 ZnSe를 한 시스템 내에 구성하여 전류 및 전압을 동시에 측정 가능함을 보였다.

이와같은 결정 광학을 이용한 전력 계측용 광 PT와 광 PT는 광 변성기의 특징인 고점연성, 무유도성, 광내역성, 보수 용이, 비용 절감, 정확성 및 신뢰도를 증가시킬 수 있어, 미래의 전력용 광계측

시스템 및 광 계속제어 시스템의 구현을 위한 다양한  
응용이 기대된다.

#### 참 고 문 헌

1. K.Kyuma, et. al., J of Lightwave Technology  
, Vol. LT-1, No. 1, pp. 93, 1983.
2. A.Papp and H.Harms, Applied Optics, Vol. 19  
, No. 22, pp. 3729, 1980.
3. Y.Hamasaki, et. al., Electronic Letters,  
Vol. 16, No. 11, pp. 406, 1980.
4. T.Tanabe, et. al., The Nissan Electric Tech  
nical Review, Vol. 30, No. 2, pp.39, 1985.
5. T.Mitsui, et. al., IEEE SM 442-8, 1986.