

레이저에 의한 고전압 및 대전류 측정에 관한 연구

강 형 부, \*정 은 관, 장 용 무, 최 승 길, 심 재 학  
한 양 대 \*조 선 대

A Study on High Voltage and High Current Measurement using Laser

The Pockel's effect is well know as a voltage measurement method. This method is applicable to high voltage measurement equipments. We observe the the Faraday rotation of the polarization plane. in the current-induced magnetic field.

I. 서론

레이저가 발명된 이래 레이저의 개발 연구나 응용기술에 관한 연구가 꾸준히 이루어져 왔다. 레이저광은 종래의 광에 비해 시간적, 공간적 간섭성이 훨씬 우수할 뿐 아니라 신호/잡음비가 크고 에너지 집중성이 크며 연속 동작은 물론 수십 psec의 초단 펄스도 발생시킬 수 있는 등의 매우 우수한 특성을 지니고 있어 고정밀의 계측 분야에 적용할 수 있다.

본 연구에서는 고출력 Marx Generator(1MV 및 200kV)와 대용량 Capacitor Bank(100kV, 50kJ)를 각각 동작시키거나 또는 Crowbarring시킬 수 있는 고온, 고밀도 플라즈마 발생 장치의 제특성을 측정하기 위한 레이저 진단 장치를 개발중이다.

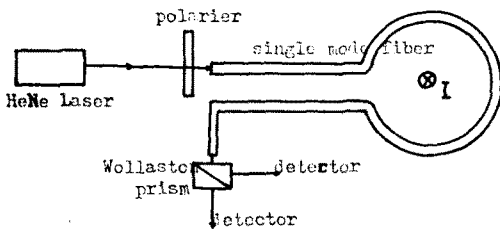


Fig. 1. Schematic diagram of the fiber optic sensor for high current.

II-1. 전기 광학 효과를 이용한 전압 측정

그림 1.은 전압 측정 회로의 개략도이다.

전기광학 효과는 비선형 광학 소자(KDP)에 전압을 가하고 통과한 레이저광의 강도 및 위상 변화량으로서 전압 또 전계를 측정하는 것이다. 지금, 전계의 1차에 비례하는 Pockel 효과를 이용하면 레이저광의 위상차  $\phi$ 는 다음과 같다.

$$\phi = 2\pi/\lambda n^3 r V \text{ [rad]} \quad (1)$$

$\lambda$ : 레이저 파장

$n$ : Pockel cell의 상광선 굴절률

$r$ : Pockel 상수

$V$ : 측정 전압

식(1)로부터 Pockel cell을 통과한 편광된 레이저광의 위상차를 검출함으로써 측정 전압을 구할 수 있다.

II-2. 자기 광학 효과를 이용한 전류 측정

일반적으로 고속의 대전류 펄스의 측정에 있어서는 Rogowski coil을 이용한 측정이 주가 되었으나 단일 모드 광섬유가 개발된 후 자계의 1차에 비례하는 Faraday효과를 이용하면 전류 및 자계 측정이 훨씬 우수함을 알 수 있다.

Faraday효과는 레이저광이 자계 방향으로 진행할 때 광의 편광면이 회전하는 현상이다.

자계가 H일때 편광면의 회전각F는 식(2)로 주어진다.

$$F = V \int_0^L \vec{H} \cdot d\vec{L} \quad (2)$$

$V$ : verdet 상수

그러므로 Ampere법칙에 의해 광섬유를 전류 I인 곳에

그림 2.와 같이 폐회로를 구성하면 식(2)은 다음과 같다.

$$F = V \oint \vec{H} \cdot d\vec{L} = NVI \quad (3)$$

N: 패외로의 turn수

여기서 Verdet 상수 V는 HeNe 레이저의 파장인 632.8nm에서  $V = 4.68 \times 10^{-6}$  rad/A이다.

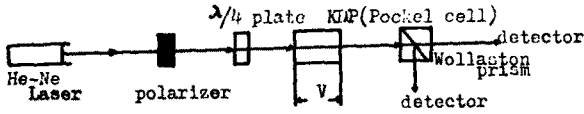


Fig. 2. Schematic diagram of Voltage measuring using Laser

#### Reference

1. Lynn R. Veaser et. al., "Single-mode Fiber-optic Sensor for High Current", LA-UR-83-1601 (1983)
2. "Voltage Measuring Device using Laser", Nissin Elec. Techn. Rev., vol. 24(2), p66 (1979)
3. G. I. Chandler, "Current Sensing in Magnetic Fusion Experiments by Faraday Rotation in Single-mode Optic Fibers", LA-UR-83-3480 (1983).