

# 비접촉 레이저 광센서의 성능 향상을 위한 센서보정에 관한 연구

## Development of a Sensor Calibration to Enhance the Performance of a Non-contact Laser Optical Sensor Unit

\*서평원, \*\*유영기, \*\*\*오춘석, \*\*\*\*변중환

\*Pyeong Won Seo, \*\*Young-Kee Ryu, \*\*\*Choonsuk Oh, \*\*\*\*Jong-Hwan Byun

**Abstract** - Flat panel image display devices such as TFT LCD and PDP have required more large area and high quality control components. To control the qualities of the components, measurements of the flatness of a plate glass has been required. In order to measure the shape of the specular objects, Non-Contact Optical Sensor using Hologram laser unit was proposed. The sensor has a optical system that is composed of a Hologram laser and objective lens. The temperature of the sensor body is controlled by TEC(Thermoelectric Cooler) to maintain the same wavelength of the diode laser. In this research, we proposed the calibration scheme to make sensor real time measuring sensor. From the experimental results we see that the proposed sensor unit can measure the position of the glass surface in real time.

**Key Words** : Calibration, Hologram Laser, Focus Error Signal

### 1. 서론

#### 1.1 연구배경

평판 디스플레이 장치들은 평판 유리를 사용하고, 장치들의 대형화, 고화질 등이 요구됨에 따라 평판 유리는 고정밀도의 형상이 요구되어진다. "평판 투명 물체의 형상 및 두께 측정을 위한 비접촉식 광학센서 개발"<sup>[1]</sup>에 관한 논문에서 CD 광 픽업용 홀로그래프 레이저와 대물렌즈로 구성된 비접촉식 광센서를 개발하였고, 실험결과 광센서는 평판 유리의 형상을 고정밀도( $\pm 1\mu\text{m}$ )로 측정가능하며, 온도에 대한 특성도 우수하였다.<sup>[2,3]</sup> 위 논문에서 제시한 광센서의 온도변화에 따른 오차를 줄이기 위하여 열전 냉각기를 사용하여 레이저를 포함한 광학계의 온도를 일정하게 제어하고, 실시간 포커스 영역 알고리즘<sup>[5]</sup>으로 측정물체와의 충돌을 방지하는 알고리즘을 제시하였다. 그러나 이 센서는 한번의 측정을 위하여 센서를 물체 방향으로 이송하여야만 위치 및 두께를 측정하는 단점을 갖는다.

#### 1.2 연구목표

본 연구에서는 홀로그래프 레이저 다이오드의 포커스 에러신

호<sup>[6]</sup>를 이용하여 성능을 보다 우수하게 하기위한 측정방법에 대하여 제시하고자 한다. 비접촉식 광센서에서 발생한 S형의 포커스 에러 신호에서 포커스 신호 영역 내에서의 특성인 물체 위치와 출력신호가 일치하는 특성을 이용하여 대표적인 경면 물체의 특성을 갖는 디스플레이 부품의 형상 및 두께를 측정할 수 있다.

### 2. 홀로그래프 레이저 다이오드

#### 2.1 Hologram Laser의 구성

홀로그래프 레이저 다이오드는 전통적인 광 픽업의 원리를 소형화, 경량화한 광학 소자로서 대 환경 성능의 향상을 하였다. 그림1의 홀로그래프 광학소자(HOE)<sup>[6]</sup>는 한 장의 얇은 유리 뒷면에는 홀로그래프가 아랫면에는 트랙킹 빔 생성용 회절격자가 형성되어져 있다.

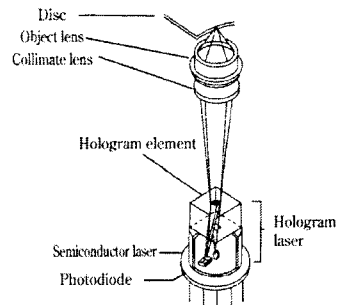


그림 1. 홀로그래프 광학계의 구성  
홀로그래프 광학소자는 종래의 편광 빔 스프리터와 1/4 파장

#### 저자 소개

- \*鮮文大學 電子工學科 學士課程
- \*\*鮮文大學 情報通信工學部 副教授·工學博士
- \*\*\*鮮文大學 情報通信工學部 教授·工學博士
- \*\*\*\*鮮文大學 電子工學科 碩士課程

판이 가지고 있는 기능을 가지고 있어 전형적인 광 픽업에 비해서 광학부품 수가 간소화 되었다. 또한, 레이저다이오드와 포토다이오드가 하나의 패키지로 구성되어 있어 소자 상호간의 위치와 정밀도가 매우 높다.

## 2.2 포커스 에러 신호와 초점 거리

그림 2는 초점거리가  $f_0$ 인 광센서를 이동하면서 측정된 포커스 에러 신호의 그래프이다. 포커스 에러 신호는 앞서 설명한 홀로그래프 레이저다이오드 내부에 있는 5분할 포토다이오드의 출력신호를 샘플링하여 얻을 수 있다. 광센서의 초점이 측정 유리의 앞면(A)을 통과 할 때는  $d_1$ 구간, 유리의 뒷면(B)을 통과 할 때는  $d_2$ 구간이다. 이때 a', b'는 공기에서 유리 또는 유리에서 공기로 굴절률이 급격하게 변하는 지점으로,  $d_1$ ,  $d_2$ 의 영역에서 포커스 에러 신호의 기준값을 교차하는 지점이다.

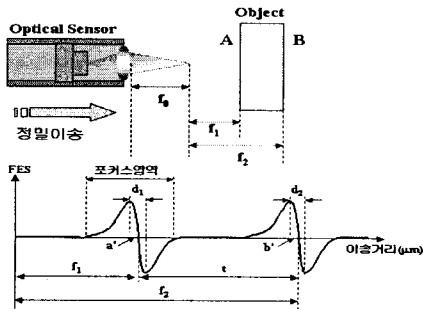


그림 2. 포커스 에러 신호

## 3. 형상 측정 방법

본 연구에서는 홀로그래프 레이저 다이오드의 포커스 에러 신호를 이용하여 그림 2의  $d_1$ 영역을 측정하고, 이 값을 이용하여 거리에 따른 전압의 변화를 측정하여 측정 물체의 형상 및 두께를 측정하는 방법에 대한 연구를 한다.

### 3.1 시스템의 구성

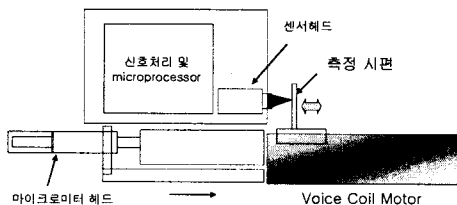


그림 3. 측정 시스템의 구성도

그림 3과 4는 각각 본 연구를 위한 포커스 영역 측정 시스템의 구성도와 실제 시스템의 모습이다. 광센서의 포커스 영역을 측정하기 위해 직선 이동 장치인 Voice Coil Motor를 일정한 간격으로 이송시키면서, 광센서의 포커스 영역을 측정

한다.

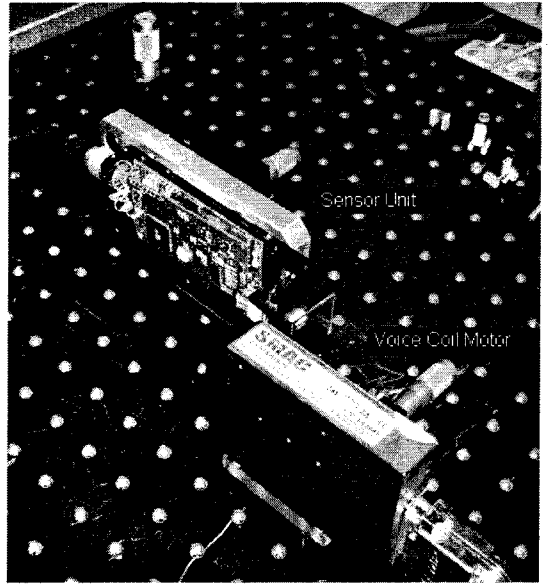


그림 4. 포커스 영역 측정 시스템

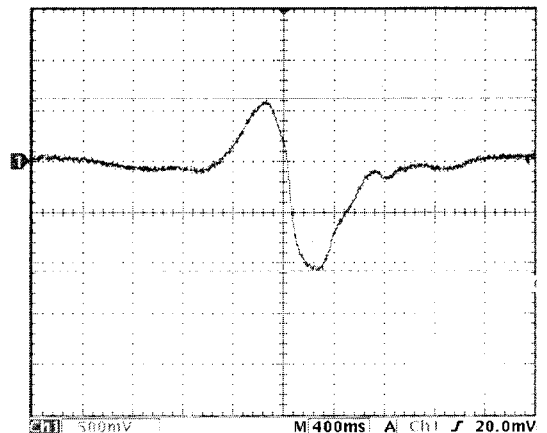
광센서를 포커스 영역 중  $d_1$ 영역의 범위로 이동시키면서 광센서의 이동거리를  $d_1$ 영역의 거리를 측정하는 시스템이다.

## 4. 시스템 개발 환경

### 4.1 광센서의 측정범위 측정

2.2절에서 언급한 포커스 에러 신호 내부의  $d_1$ 영역을 측정하기 위해 우선 왕복 이송 변위량을 설정한다.

그림 5(A)는 이때의 광센서의 측정 데이터를 측정된 결과이다. 그림 5(B)에서 보는 것과 같이 출력 파형의 가장 높은 지점으로부터 가장 낮은 지점까지의 범위가 거리에 따른 전압의 차이이다.



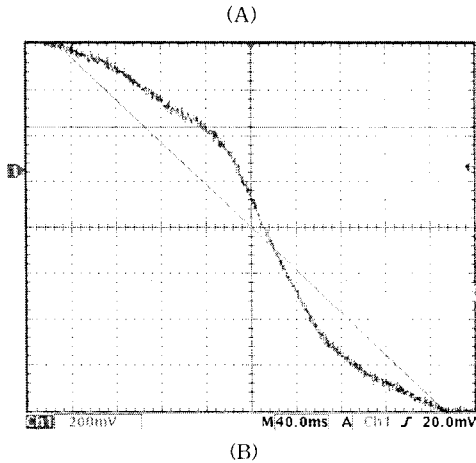


그림 5. 피에조 액츄에이터를 측정된 광센서의 출력

그림 6은 변위를 5 $\mu\text{m}$  단위로 유리시편에 가까워지도록 변화시키면서 광센서로 유리와의 거리에 따른 전압의 변화를 측정된 데이터이다.

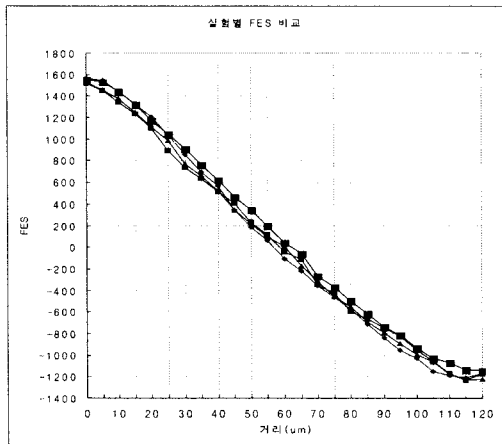


그림 6. 거리에 따른 광센서의 전압변화

각 거리에 따른 전압을 선형직선으로 근사화한 후 이 거리에 따른 전압의 변화를 표로 구성하고 이 데이터를 이용하여 센서로 측정된 거리를 1차 함수로 보정한다. 실제거리를 측정시 측정된  $F_{es}$  전압값을 이용하여 보정된 1차 함수의 입력값에 따른 유리의 위치를 구하게된다. 실제 유리시편의 위치를 측정된 결과 평균 최대  $\pm 4\mu\text{m}$ 의 오차를 보였다. 아래 그림 7의 보정과 실제 측정시의 위치 계산 흐름을 보여주고 있다.

### 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 홀로그래프 레이저 다이오드의 출력인 포커스에러 신호를 이용하여 경면물체의 형상을 측정할 수 있음을 실험을 통하여 보였다.

이 실험을 통하여 홀로그래프 레이저 다이오드와 렌즈사이의

간격을 조절함으로써 심도를 조절하고, 측정 범위와 정밀도의 조절을 가능하게 하여 고정밀도의 측정이 가능하다는 사실을 알 수 있었다. 실제의 측정에서 측정 반사도가 일정한 경우 고속의 실시간 경면물체의 위치 및 두께의 측정이 가능함을 실험을 통하여 알 수 있었고, 본 실험에서 사용한 심도영역에서는  $\pm 4\mu\text{m}$ 의 위치 오차를 보였다.

향후 연구과제는 실시간의 측정 및 정밀도 향상을 위해서 홀로그래프 레이저 유니트의 광학계 정렬 및 신호 처리용 회로의 안정성을 높여 측정 정밀도를 향상 시킬 계획이다.

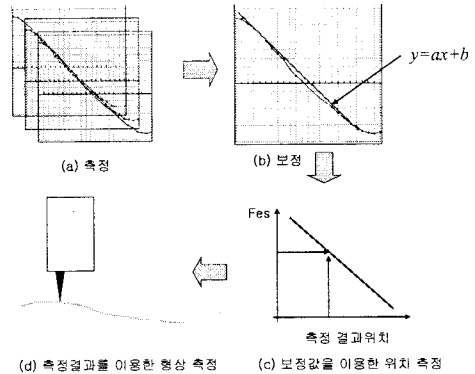


그림 7. 보정과 실제 측정시의 위치 계산 흐름도

### 참 고 문 헌

- [1] 이종현, "평면브라운관의 평판도 측정을 위한 비접촉식 광센서 개발", KACC99논문집C, pp.278-281, 10, 1999
- [2] 윤상필, 유영기 "평판 투명 물체의 형상측정을 위한 비접촉식 광센서 개발", KACC2000논문집, pp.214, 10, 2000
- [3] Sang Pil Youn, Young Kee Ryu, "Development of a non-contact optical sensor for measuring the shape and thickness of the transparent objects", Optomechatronic System. SPIE, Vol.4190, pp20~28, 11, 2000
- [4] Ji-hua Zhang, Lilong Cai, "An Auto Focusing Measurement System with a Piezo electric Translator", IEEE /ASME TRANSACTION ON MECHATRONICS. VOL.2, NO.3, 7, 2001
- [5] 이용천, 윤상필, 유영기, "홀로그래프 광학계를 이용한 유리형상측정에 관한 연구", ICCAS2001, 10, 2001
- [6] SHARP, "Laser Diodes/Hologram Lasers User's Manual", SHARP, Japan, pp2~3, 1992
- [7] SONY, "CD-Pickup CXA2568M User's Manual", <http://www.sony.co.jp/~semicon/Datasheet/en/,a6801660.pdf>
- [8] Marlow industries, "Thermoelectric Cooling System Design Guide", pp2, pp14, 1998
- [9] Ferrotec America Corporation, "Technical Reference Manual Part2", <http://www.ferrotec-america.com>

본 논문은 2006년 지역혁신 인력양성 사업지원으로 수행되었음