

# 홀로그래프 광학계의 초점영역을 이용한 투명 물체의 형상 측정에 관한 연구

## A Study on Measuring the Shape of Transparent Objects using the Focal Area of Hologram Optical System.

\*변중환, \*\*유영기, \*\*\*오춘석

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

**Abstract** - Recently image display devices have become large and high quality. To control the qualities of the component, measurements of the shape and thickness 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 used for CD Player, and the sensor showed high performance for measuring the shape and thickness of transparent plates. In the sensor, the temperature of the sensor body is controlled by TEC(Thermoelectric Cooler). In this paper, we proposed the measuring method to make better performance of sensor using focus error signal of a hologram laser unit. It can measure the shape and the thickness of transparent objects with the s-type focus error signal which is generated by the sensor while it goes to the object.

**Key Words** :Hologram Laser, Focus Error Signal, CD Pickup, TEC, sensor

### 1. 서론

#### 1.1 연구배경

최근 평판 디스플레이 장치들은 대중화되고 저전력, 고화질, 대형화 등의 장점을 가지고 있어 앞으로 많은 발전 가능성이 있다. 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>[2]</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 방지했다.

#### 1.2 연구목표

본 연구에서는 홀로그래프 레이저 다이오드의 포커스 에러신호<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 물

체위치와 출력신호가 일치하는 특성을 이용하여 대표적인 평면 물체의 특성을 갖는 디스플레이 부품의 형상 및 두께를 측정할 수 있다.

### 2. 홀로그래프 레이저 다이오드

#### 2.1 홀로그래프 레이저 다이오드의 구성

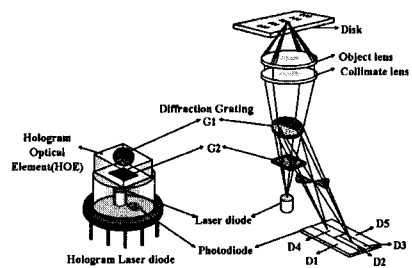


그림 1. 홀로그래프 광학계의 구성

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.

#### 저자 소개

\*鮮文大學 電子工學科 碩士課程

\*\*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

홀로그래프 광학소자는 종래의 편광 빔 스피리터와 1/4 파장 편이 가지고 있는 기능을 가지고 있어 전형적인 광 픽업에 비해서 광학부품 수가 감소되 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.

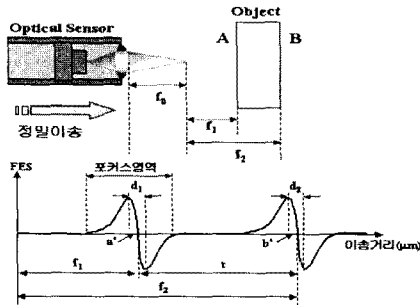


그림 2. 포커스 에러 신호

## 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

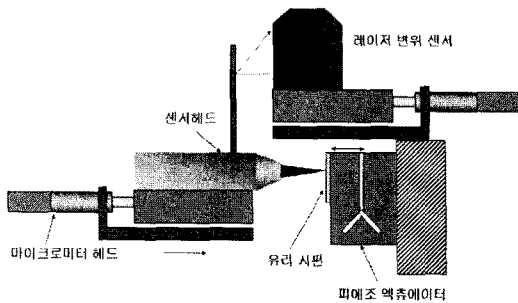


그림 3. 측정 시스템의 구성도

그림 3과 4는 각각 본 연구를 위한 포커스 영역 측정 시스

템의 구성도와 실제 시스템의 모습이다. 광센서의 포커스 영역을 측정하기 위해 직선 이동 장치인 피에조 액츄에이터<sup>[10]</sup>를 일정한 주파수로 왕복 이동시키고, 이때의 왕복 이동을 이용하여 광센서의 포커스 영역을 측정한다.

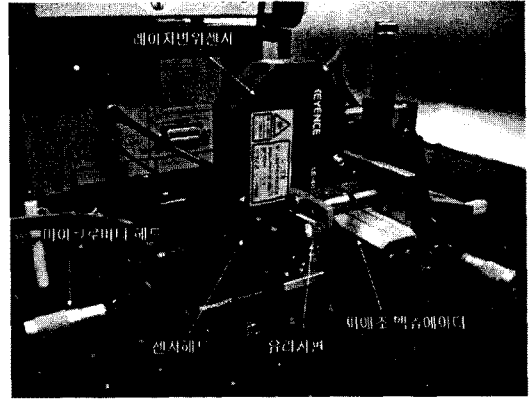


그림 4. 포커스 영역 측정 시스템

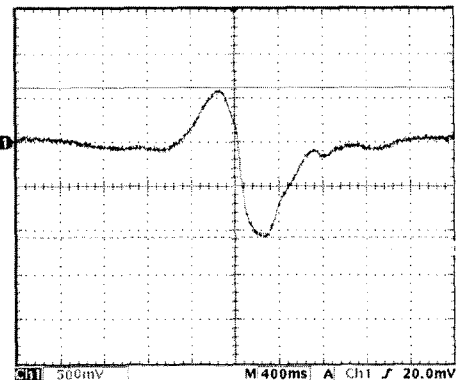
광센서를 포커스 영역 중  $d_1$ 영역의 범위로 이동시키면서 광센서의 이동거리를 키엔스(Keyence)의 레이저 변위센서<sup>[11]</sup>를 이용하여  $d_1$ 영역의 거리를 측정하는 시스템이다.

## 4. 시스템 개발 환경

### 4.1 광센서의 측정범위 측정

2.2절에서 언급한 포커스 에러 신호 내부의  $d_1$ 영역을 측정하기 위해 우선 피에조 액츄에이터의 입력 주파수를 0.1Hz로 하여 왕복 이동을 하도록 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. 이때 전압이 가장 높은 지점을 키엔스의 레이저 변위센서를 움직여 센서의 측정값을 0mm로 맞추고 가장 낮은 지점까지의 거리를 측정한다.



(A)

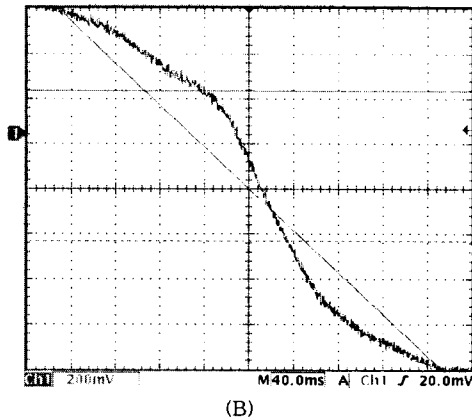


그림 5. 피에조 액츄에이터를 측정한 광센서의 출력

그림 6은 키엔스의 레이저 변위센서의 변위를  $5\mu\text{m}$  단위로 마이크로미터 헤드를 이용하여 광센서의 위치를 유리시판에 가까워지도록 변화시키면서 광센서로 유리와의 거리에 따른 전압의 변화를 측정한 데이터이다. 포커스 에러 신호의 전압의 변화가 거리에 따라서 일정하지 않게 측정이 되었다. 하지만  $5\mu\text{m}$ 로부터  $100\mu\text{m}$  구간 내에서 일대일 대응을 하는 것을 알 수 있다.

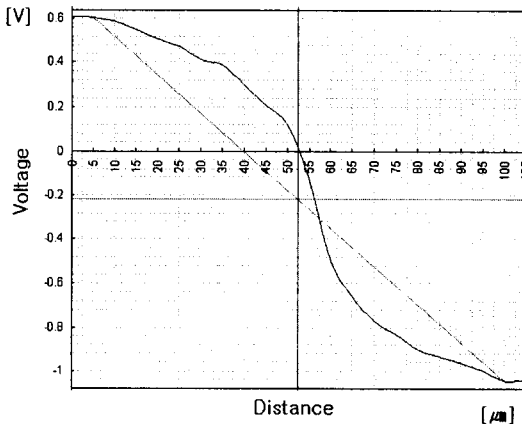


그림 6. 거리에 따른 광센서의 전압변화

각 거리에 따른 전압이 일대일 대응이므로 이 거리에 따른 전압의 변화를 표로 구성 하고 이 데이터를 이용하여 센서로 측정된 거리를 보정하면 실제거리를 측정할 수 있다.

## 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 홀로그래프 레이저 다이오드의 출력인 포커스 에러 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 있었다.

향후 연구 과제로는 포커스 에러 신호와 실제값 사이의 효과적인 보정방법을 제시하고, 측정정밀도의 향상을 위한 광학 파라메타 분석을 통한 고정밀, 고속의 측정방법을 연구하고자 한다.

## 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>
- [10] Physik instrument, "PZT Flexure NanoPositioners and Scanners" <http://www.woojooitech.com/product/pdf/PI/Nano%20Positioner%281145%20k%29.pdf>, pp243
- [11] Keyence, "Instruction Manual CCD Laser Displacement Sensor LK Series", <http://www.ikeyence.com/product/130048.asp>

본 논문은 지역혁신 인력양성 사업지원(CN-31)으로 수행되었음