

평판 디스플레이용 유리의 평탄도 및 두께 측정을 위한 레이저 센서의 비교 분석

*김순철, 한창호, 오춘석
선문대학교 전자공학과

e-mail : scvictor@naver.com, liberman@paran.com csoh@sunmoon.ac.kr

A comparison and analysis of laser sensors for measuring the flatness and thickness of flat display glass

*Soon-Chul Kim, Chang-Ho Han, Chun-Suk Oh
School of Electronics Engineering
Sunmoon University

Abstract

To improve productivity of TFT-LCD and PDP, it is required that the inspection system of flat glass should be established. It is composed of robot arms, base table, and laser sensors. This paper focuses on three non-contact laser sensors. After testing three laser sensors, LG-G30 is selected.

I. 서론

현재는 디스플레이 산업의 발달로 TFT-LCD, PDP가 대형화 되고 있다. 또한 앞으로의 시장도 계속해서 성장 할 것으로 전망하고 있다. 따라서 많은 소요가 예상된다. 본 논문에서는 패널의 평탄도 및 두께 측정 검사장비로 사용되는 레이저 센서를 비교하고 분석하여 시스템에 적합한 센서를 분별하였다.

II. 본론

2.1 레이저 센서의 사양

본 연구에 사용할 센서를 다음과 같이 선정했다. Micro-Epsilon사의 optoILD1700-2 센서와 KAIS사의 KL2-L2 센서와 KEYENCE사의 LK-G30을 사용하여 서로 비교 할 수 있었다.

각 센서의 특징으로는 optoILD1700-2는 측정범위는 $\pm 1\text{mm}$ 이고 작동범위는 25mm이다. 스폿의 구경은 35 μm 이고 분해능은 0.1 μm 이며 샘플링 속도는 400 μs 이다. 다음은 KL2-L2의 센서로 KL2C-N/P앰프를 사용했으

며 측정범위는 $\pm 1\text{mm}$ 이고 작동범위는 25mm이다. 스폿의 구경은 35 μm 이고 분해능은 0.1 μm 이며 샘플링 속도는 100 μs 이다. 다음은 KEYENCE사의 LK-G30으로 LK-G3001V 컨트롤러를 사용하였고, 측정범위는 $\pm 4.5\text{mm}$ 이고 작동범위는 23.5mm이다. 스폿의 구경은 30 μm 이고 분해능은 0.05 μm 이며 샘플링 속도는 50 μs 이다. 엘로스타 렌즈의 사용으로 투명체의 두께측정이 가능하다. 공초점방식이 아님에도 두께측정이 가능한 것은 엘로스타 타입 렌즈의 채용으로 가능하다. 엘로스타 타입 렌즈란 모든 각도에서 들어온 빛을 한 점으로 집광하는 것을 가능하게 해준다. 표 1은 위의 센서에 대하여 요약한 것이다.

센서명	측정범위	샘플링속도	분해능
ILD1700-2	$\pm 1 \text{ mm}$	400 μs	0.1 μm
KL2-L2	$\pm 1 \text{ mm}$	100 μs	0.1 μm
LK-G30	$\pm 4.5 \text{ mm}$	50 μs	0.05 μm

표 1 센서 사양 정리

2.4 스테이지 구현

본 연구에서는 XYZ로봇 암으로는 IA Korea사의 볼스크류 타입을 사용 했다. X축은 500mm, Y축은 200mm의 스트로크를 가지며 Z축은 100mm의 스트로크를 가진다. 반복 정밀도는 각 축 당 0.02mm의 오차를 가진다. 그리고 에어 컴프레서를 이용하여 오차를 줄였다. 그림 1은 구성된 검사 장비이다.

III. 실험 결과 및 문제점 해결

로봇 암에 의한 오차의 발생을 다음 식으로 보정 하

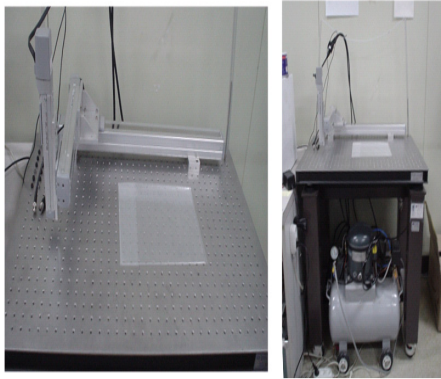


그림 1 검사 장비였다. 실제로 측정할 정반의 레퍼런스 측정값을 R, 평탄도를 측정할 값이 W라면,

$$T(i,j) = W(i,j) - R(i,j) \quad (1)$$

위 식으로 측정하고자 하는 대상의 실제 두께 T의 값을 산출해 낼 수 있다. 따라서 대상 물체를 측정할 값을 표 2에 나타내었다. 그리고 레퍼런스를 측정하고 위의 식(1)을 실제로 측정할 값에 대입해 보았다. 결과가 그림 2와 같이 나왔다. 실제 두께(1.25)와 측정할 두께의 오차는 1.25±0.02mm로 계산되었다.

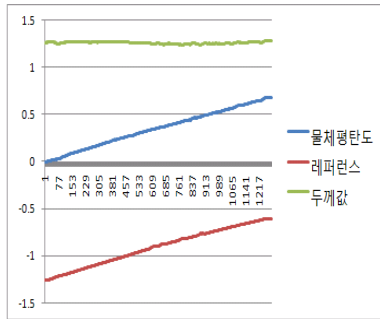


그림 2 두께 값 산출

위와 같은 방법을 사용할 경우 발생하는 문제는 유리의 표면은 일정하지만 안쪽이 비었을 경우와 두께는 일정하지만 평탄도가 다를 경우를 고려하여야 하였다. 위 문제를 고려하였을 경우 두께 측정과 평탄도 측정이 가능한 제품을 사용하는 것이 연구에 적합하다고 판단하였고 선택한 제품은 LK-G30이었다. 표면에 평탄도가 다르더라도 측정된 데이터는 두께에 영향을 미치지 않는다는 것을 그림 3에서 증명하였다.

그림 3을 요약하면 두 데이터의 표면의 차이는 최대 0.230mm, 평균 0.47mm나지만 두께의 경우 최대 차이는 0.026mm, 평균 차이는 0.004mm로 측정되었다. 따라서 평탄도가 다르더라도 두께의 측정에는 변화가 없

X/Y(10μm)	11500	14000	16500	19000	21500	24000	26500	29000	31500	34000	36500	39000	41500	44000	46500	49000	50030
3000	0	-0.71	-0.32	-1.93	0.39	2.12	1.7	3	3.95	10.12	14.81	15.15	16.65	16.26	14.61	11.05	9867
5500	12.15	7.33	8.95	6.62	7.98	8.9	11.95	12.68	13.81	20.06	22.19	24.09	25.26	23.13	20.75	17.54	9876
8000	19.63	15.51	16.02	16.21	16.17	18.06	18.93	20.14	13.3	23.5	27.25	31.66	27.89	32.16	26.64	25.85	9883
10500	30.13	26.65	25.16	23.16	25.12	22.49	27.16	28.18	29.24	32.81	34.71	38.88	36.73	31.69	35.07	29.6	9888
13000	35.51	33.16	35.95	32.56	34.82	34.44	36.97	36.53	39.53	33.31	38.95	45.66	44.66	43.31	41.31	39.12	9896
15500	46.67	43.5	42.88	41.69	42.42	44.96	43.85	46.05	44.45	46.55	46.71	51.45	48.61	47.9	47.35	48.05	9904
18000	55.72	51.04	54.75	51.97	54.59	54.74	52.84	50.35	53.22	56.84	56.91	59.91	59.98	57.08	55.44	54.83	9909
19900	9918	9915	9915	9914	9914	9912	9912	9911	9911	9912	9915	9915	9915	9915	9917	9916	9916

표 2 측정된 데이터

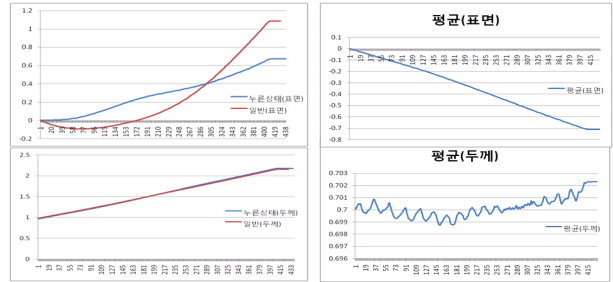


그림 3 LK-G30 측정 결과를 알 수 있었다.

다음으로 측정할 것은 두께가 0.7mm인 유리인 대상 물체를 베이스에서 띄우고 측정하였다. 그림 4는 측정 결과를 나타낸다. 측정결과 유리의 두께의 평균은 0.7002mm이고 오차는 ±0.002mm 이었다. 앞서 제시한 방법보다 두께를 측정하는데 유리하다. 따라서 본 실험에서는 LK-G30을 선택하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 검사를 하기 위한 센서 종류의 선별 및 적합한 센서의 선택에 대하여 연구를 하였다. 기본적인 구성은 IA Korea사의 로봇 암을 이용하여 스테이지를 구성하였으며 에어 컴프레서를 사용하여 오차를 줄였고 시리얼 통신을 이용해 제어할 수 있는 프로그램을 제작하였다. 그리고 여러 회사의 센서로 측정하여 적절한 적합한 센서를 실험을 통해 알아내었다.

참고문헌

- [1] 권진혁, "비접촉식 광학적 방법을 이용한 간격, 두께 및 진동 측정 장치의 개발", 영남대학교 석사 논문, 2002.
- [2] 변중환, 유영기, 오춘석, "백라이트 유리 성형물의 형상측정에 관한 연구", 한국산학기술학회 춘계 학술발표논문집, 제 5권, 제1호, pp. 131-138, 2004.
- [3] 윤상필, "평판투명물체의 형상 및 두께측정을 위한 비접촉식 광학센서의 개발", 선문대학교 석사 논문, 2002.
- [4] 조상희, "평판디스플레이용 백라이트 유니트의 결함검출을 위한 비전시스템 개발", 선문대학교 석사 논문, 2006.
- [5] 조찬형, "LCD 광학 검사장치 개발에 관한 연구", 금오공과대학교 석사 논문, 2007.
- [6] <http://www.keyence.co.kr>
- [7] <http://www.kais21.co.kr>