

광가이드 필름을 이용한 베젤리스 디지털 사이니지 구현에 관한 연구

박재순*, 김응보*, 강영환*, 최원석**, 정연호*

A Study on Development of Bezelless Digital Signage Using Light Guide Film

Jae-Soon Park*, Eung-Bo Kim*, Young-Hwan Kang*, Won Seok Choi**, Yeun-Ho Joung*

요 약

본 논문은 빛을 일정한 방향으로 전달하는 광가이드 특성을 이용하여 디지털 사이니지 베젤에서의 광학적 불연속성을 개선하고자 한다. 광학적 성능이 우수한 Polycarbonate에 Light guide film을 부착, 필름 내부에 존재하는 마이크로 사이즈의 구조에 의한 빛의 굴절, 반사, 산란의 효과를 발생하였다. 아크(arc) 모양의 polycarbonate 광가이드 필름을 각기 다른 색의 LED source (적색, 녹색)에 기계적으로 밀착하여 광학적 전달효과를 관찰하였다. 아크 형태의 광가이드 필름에 빛의 반사 및 산란이 발생하여 녹색과 붉은색의 혼합색인 주황색이 발생하는 것을 확인하였다. 이는 일반적으로 베젤이 존재하는 멀티 디지털 사이니지 시스템의 약점인 디스플레이의 광학적 불연속성을 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

Key Words : Light Guide Film, Light Waveguide, Polycarbonate, LED, Polymethylmethacrylate

ABSTRACT

This paper present a method which resolves an optical discontinuity in bezel of digital signage using light guide film. On a polycarbonate film, a light guide film is bonded to produce refraction, reflection, diffraction of light. Arc shaped light guide film is assembled on the top LED light sources (red and green) to see light propagation through the film. When the two light sources (red and green) are mechanically attached at the end of the film, optical convergence brings new colors which have light wavelength between red and green. This result indicates that the light waveguide method could solve the light discontinuity on bezel of the digital signage system.

I. 서 론

Cathode-Ray Tube (CRT), Plasma Display Panel (PDP), Liquid Crystal Display (LCD)와 같은 전형적인 디스플레이는 광고목적으로 사용되기에는 고가의 가격, 높은 소모전력, 한정된 크기 및 큰 중량 등과 같은 제한사항이 존재하였다. 따라서 과거 옥외 마케팅 광고방법으로 간판, 현수막 등과 같은 광고시설물을 사용하였으나 제작 후 수정이 불가능하고, 기업 및 개인이 표현하고자 하는 내용전달이 어려운 문제가 있었다. 현재에는 반도체 전자 기술의 향상으로 인해 LED 디스플레이와 같은 가격, 소모전력 및 성능이 우수한

제품들이 개발되어 옥외 광고물에 대한 스마트 미디어 시대가 도래하고 있다. 과거 지하철역, 변화가를 중심으로 활용되던 디지털 사이니지 방식은 최근 들어 버스, 편의점, 공항, 병원 등 생활 전분야로 확대되고 있으며 사용 장소, 시간, 목적에 따라 다양한 형태로 제작되어진다. 건물 외벽과 같은 옥외나 큰 실내 공간은 마케팅 효과를 극대화하기 위해 대형 디지털 사이니지 사용이 필수적이다. 하지만 대형 디지털 사이니지용 디스플레이 제작 시 비용이 기하급수적으로 증가하게 된다. 소형, 저가의 디스플레이를 기계적으로 연결하여 사용하는 멀티 디스플레이는 대형 디스플레이처럼 활용이 가능하지만 각 디스플레이의 최외각에 존재하는 베젤로 인

* 본 연구는 산업통상자원부 소재부품기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.(10050511)

*한밭대학교 전자제어공학과(wotns3645@naver.com, kangyh2@naver.com, eungbo9007@naver.com, yeunho@gmail.com),

**한밭대학교 전기공학과 (wschoi@hanbat.ac.kr)

접수일자 : 2016년 02월 15일, 최종게재확정일자 : 2016년 03월 04일

하여 광학적 불연속성이 발생시키는 문제점이 있다.

본 연구에서는 Light waveguide 및 Light guide film을 이용하여 여러 대의 디스플레이 연결 시 디스플레이 베젤에 의해 발생하는 광학적 불연속성을 줄이는 방법을 개발하여 저가, 고효율의 디지털 사이니지 디스플레이를 구현하고자 한다.

II. 원리 및 시스템 제작

1. Light waveguide characteristic

광학적 연속성을 획득하기 위하여 light waveguide를 이용하고자 한다. Light waveguide의 원리는 <그림 1>에 나타나 있다. Light waveguide는 빛의 에너지를 원하는 방향으로 손실 없이 전달하는 것으로 물질, guide 내부의 구조, 기계적 모형에 따라 손실 정도와 전달 방향 등이 달라질 수 있다. 광원으로부터 입사된 빛이 light waveguide 내부를 따라 진행 중 패터닝 (patterning)된 부분에서 빛이 디스플레이 외부로 산란되어 적은 양의 광원으로 원하는 만큼의 광도를 얻을 수 있다는 장점이 있다.

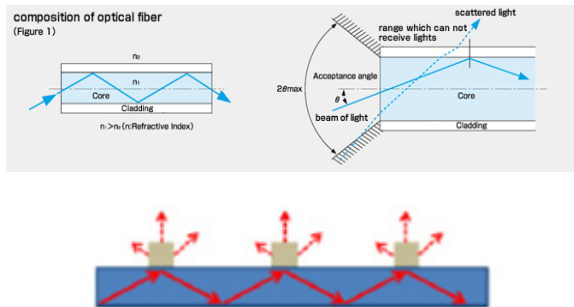


그림 1. 광학 waveguide의 원리.

2. 광 가이드 필름의 제작 및 시스템 설계

광학적 연속성을 획득하기 위하여 light waveguide를 이용하고자 한다. Light waveguide 필름은 폴리카보네이트(PC, Polycarbonate) 기판위에 제작하였다. 폴리카보네이트는 약 87%의 광선 투과율을 가지고 있으며 flexible한 소재로 실험 시 다양한 형태로 가공이 가능하다. <그림 2>는 light guide film의 제작 공정이다. 제작 공정은 반도체 공정을 위해 class 100 클린룸에서 이루어졌다. 먼저 제작 기판의 청정도를 위해 DI water와 질소 가스를 이용하여 세척하였다. 세척된 기판위에 negative photoresist인 SU8-25 (Microchem, USA)를 spin coating하여 25 μm의 두께를 형성하였다. 필름 패터닝을 위해 Mask Aligner (Midas, Korea)를 이용하여 포토리소그래피하였다.

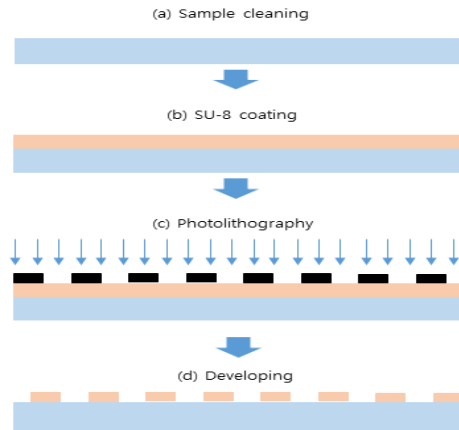


그림 2. Light guide film 제작 공정.

Light guide film은 측면에서 공급되는 빛을 물질 내부에서 평면광으로 퍼뜨리는 얇은 film이다. <그림 3>은 반도체 공정에 의해 제작된 light guide film으로 점광원에서 투사된 빛이 Light guide film의 패턴을 따라 폴리카보네이트의 전면으로 빛이 산란되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 특성은 전방에서 보았을 시 폴리카보네이트 전체에 발광되는 효과를 볼 수 있다.

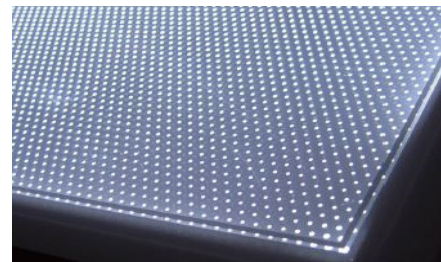


그림 3. 제작된 light guide film

<그림 4>는 빛의 혼합을 위해 설계된 light waveguide 시스템에 대한 구상도이다. 폴리카보네이트는 아크형으로 제작되었으며, 시스템 구현을 위해 사용된 광원은 녹색과 적색의 LED이고 광원간의 간격은 실제 디스플레이의 베젤 간격을 고려하여 3 cm로 설계하였다. 아크의 높이는 약 2 cm로 현재의 구조는 정밀 가공을 통해 충분히 미세한 사이즈로 보완 가능하다. 빛의 전달을 전방으로만 이루어지게 하기 위하여 후면에 light guide 필름을 부착하였다.

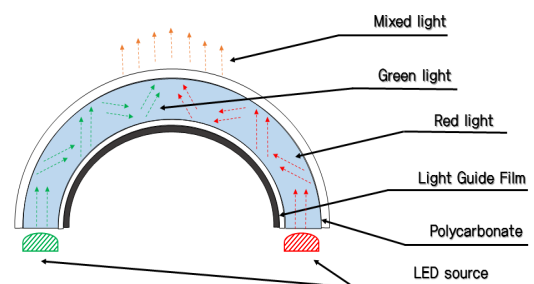


그림 4. Light waveguide 구상도.

III. Discussion

Light waveguide 특성과 반도체 공정으로 제작한 Light guide film을 이용하여 <그림 5>와 같은 실험을 진행하였다. <그림 5 (a)>는 아크 형태의 light waveguide 양단에 단일 녹색 광원을 조사하였을 경우를 나타내고 있다. 필름 전체에 걸쳐 일정한 녹색광의 전달이 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

<그림 5 (b)>는 필름 내부로 전달되어 지는 빛을 폴리카보네이트 양단에 각각 녹색과 적색을 조사 시킨 결과 폴리카보네이트 양단의 녹색과 적색 빛이 아크 형태의 폴리카보네이트를 따라 전달되어 아크의 최고점에서 빛이 혼합되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 필름 전체의 경우 다양한 색상이 나타남을 결과로 획득하였다. 이는 현재의 베젤이 존재하는 디스플레이 양단을 제안된 light waveguide를 이용하여 광학적으로 연결할 수 있음을 시사한다.

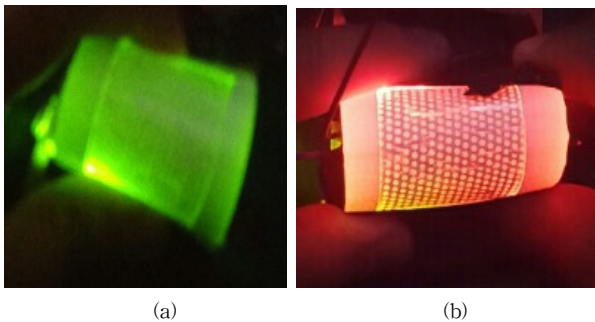


그림 5. (a) 단일 녹색광 조사에 따른 빛 전달 (b) 녹색과 적색광 조사에 따른 빛 혼합.

아웃도어 디지털 사이니지와 같은 디스플레이는 압출 아크릴(PMMA, Polymethylmethacrylate) 소재가 제안된다. 압출아크릴은 다른 물질들에 비해 높은 광선 투과율(약 93%)을 갖고 있어 빛을 원하는 방향으로 전달 시 가장 손실이 적다. 아웃도어 디지털 사이니지는 항상 외부에 위치하고 있어 다양한 기후 및 scratch에 강해야 한다. 압출 아크릴은 광선 투과율이 높은 다양한 물질 중에서도 가장 높은 내후성과 내scratch성으로 외부에서 사용 시 변형이 없으며 장기간의 수명을 갖고 있다. 압출 아크릴을 사용하여 아웃도어 디지털 사이니지용 디스플레이 제작 시 기존의 기하급수적인 비용을 발생시키던 것을 해소할 수 있어 다양한 형태의 디지털 사이니지 구현이 가능할 것으로 보이며 양단에서 전달되는 디스플레이의 빛을 이용하여 베젤에 의한 이질감을 최소화시켜 하나의 디스플레이로 보이게 할 수 있을 것이다. <그림 6>은 다양한 물질의 광선투과율이며 <그림 7>는 다양한 물질들의 특성 비교이다.

각종 재료 광선투과율 (ASTM D1003)

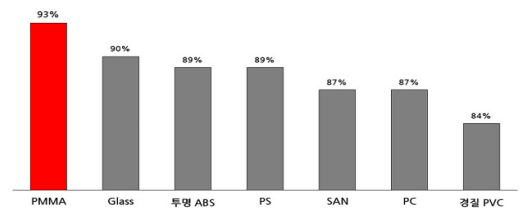


그림 6. 다양한 물질의 광선 투과율.

타수지의 비교

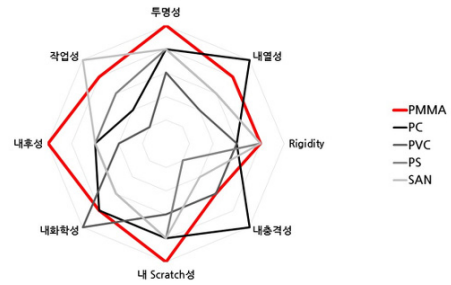


그림 7. 다양한 물질의 특성 비교

IV. 결론

현재 옥외 디지털 사이니지와 같은 대형 디스플레이 제작 시 대기업 위주의 생산과 크기에 따라 기하급수적인 비용 상승이라는 문제점을 갖고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 대의 디스플레이를 연결하여 대형 디스플레이로 사용이 가능하지만 여러 대의 디스플레이를 연결 시 디스플레이 베젤에 의해 광학적 불연속성이 생기게 된다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해소하기 위해 light waveguide 및 light guide film에 대해 연구하였다. Light waveguide 소재로는 Polycarbonate (PC), Polystyrene (PS), Glass, Polymethylmethacrylate (PMMA) 등을 이용할 수 있으며 가공의 편의성을 위해 폴리카보네이트를 이용하여 실험한 결과 서로 다른 광원으로부터 전달된 빛이 폴리카보네이트 내에서 혼합된다는 결과를 확인할 수 있었다. 이런 특성을 극대화하기 위해선 PMMA가 권유된다. PMMA는 압출 아크릴로 유리 보다 큰 빛 투과율(약 93%)을 갖고 있어 빛을 전송 시 손실이 적다는 장점이 있으며 내후성, 높은 강도를 가지고 있다. PMMA를 이용할 시 베젤에 의해 생기는 광학적 불연속성을 줄여 아웃도어 및 인도어 디지털 사이니지용 대형 디스플레이로 사용 가능할 것으로 보인다.

참고 문헌

[1] 천용석, “스마트광고산업에 있어서 디지털 사이니지의 활성화 방향 모색”, 정보통신방송정책, 제26권 14호 통권 582호, Aug. 2014.

- [2] 한국방송통신전파진흥원, “떠오르는 산업, 디지털 사이니지”, 방송통신기술 이슈&전망, Oct. 2013.
- [3] 고재현, “LCD의 진화를 이끄는 지능형 백라이트”, 미소브리프, Dec. 2007.
- [4] 이기호, 김인선, 황희남, “Polycarbonate 필름 제조 기술 동향”, Polymer science and technology, vol. 20, no. 1, pp. 16-29, 2009.
- [5] Byung Hwan Lee, Younh-Wook Chang, and Hyung Mi Lim, “Preparation and Characterizations of Polymethylmethacrylate (PMMA)/Acrylate Rubber (ACM) Blend for Light Diffuser Applications”, Elastomers and Composites, vol. 50, no. 1, pp. 49-54, Mar. 2015.

저자

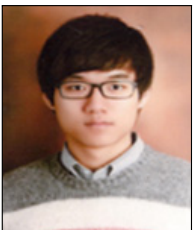
박 재 순(Jaesoon Park)



- 2015년 2월 : 한밭대학교 정보기술대학 제어계측공학 학사졸업
- 2015년 3월~현재 : 한밭대학교 정보기술대학 제어계측공학 석사과정

<관심분야> : MEMS, 반도체 센서제작, 제어계측공학

김 응 보(Eungbo Kim)



- 2016년 2월 : 한밭대학교 정보기술대학 제어계측공학 학사졸업
- 2016년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보기술대학 제어계측공학 석사과정

<관심분야> : MEMS, 반도체 센서제작, 제어계측공학

강 영 환(Younghwan Kang)



- 2015년 2월 : 한밭대학교 정보기술대학 제어계측공학 학사졸업
- 2016년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보기술대학 제어계측공학 석사과정

<관심분야> : 전기회로, 반도체 센서제작, 제어계측공학

최 원 석(Wonseok Chol)



- 1998년 2월 : 성균관대학교 공과대학 전기공학 학사졸업
 - 2001년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학 석사졸업
 - 2006년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학 박사졸업
 - 2006년 2월 : 플라즈마 응용 표면기순 연구센터 박사후연구원
 - 2007년 ~ 현재 : 한밭대학교 전기공학과 교수
- <관심분야> : 전기재료, 반도체공학, 전기물성공학

정 연 호(Yeunho Joung)



- 1995년 2월 : 성균관대학교 공과대학 전기공학 학사졸업
 - 1997년 2월 : 성균관대학교 전기공학 석사졸업
 - 2003년 : Georgia Tech ECE 공학박사
 - 2003년 : Georgia Tech and Clark atlanta Univ. 연구원
 - 2005년 : Cardio MEMS, inc. 연구원
 - 2010년 ~ 현재 : 한밭대학교 전자·제어공학과 교수
- <관심분야> : MEMS, 반도체 공학, 전자회로