

홀로그램 기술과 사업화 현황

□ 옥광호 / ㈜미래기술연구소

요약

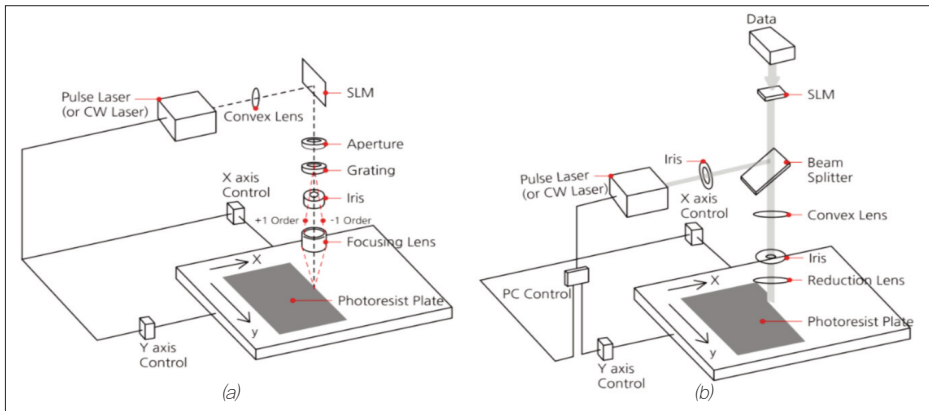
홀로그램과 관련된 다양한 기술의 발달에 따라서 최근 업계에서는 홀로그램과 관련된 새로운 제품과 기술이 개발되고 있다. 대표적인 것으로 홀로그래픽 광 기록 원천기술과 기록 재료 개발을 기반으로 홀로그래픽 프린팅, 고품격 패키징, 정품인증 위 변조 방지 분야와 3D 디스플레이, 광 부품 소자, 건축 에너지 소재 분야 등이 포함된다. 업계에서는 차세대 홀로그래픽 산업 창출을 위한 기술 개발과 사업화를 위한 다양한 노력을 기울이고 있는데, 본 고에서는 국내의 주요 기업에 대한 홀로그램과 관련된 기술 및 제품 현황에 대해 소개하고자 한다.

I. Surface Relief Hologram

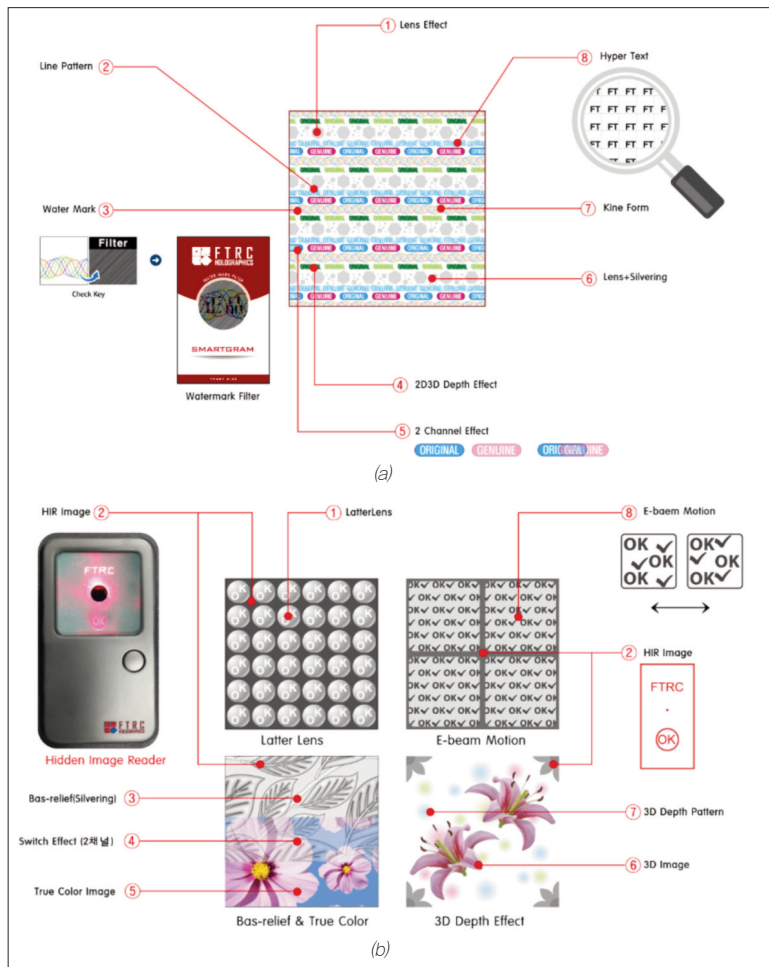
먼저 세계적으로 제품과 시장이 완성되어 있는 위조방지 및 아이캐칭 홀로그램, 즉 엠보스드 홀로그램의 특화를 위한 CGH(Computer Generated Hologram) 생성과 Maskless Holographic Laser

Lithography를 기반으로 하는 Surface Relief Hologram 기록 기술과 응용 제품 현황에 대해서 소개하고자 한다. <그림 1>에 Maskless Holographic Laser Lithography 광학 시스템에 의한 Surface Relief Hologram 기록 방식을 나타냈다. 광학적 가변장치(OVD : Optical Variable Device)를 바탕으로 Letter Lens, E-beam Motion, True Color 3D, Bas Relief & True Color Image Switch 효과의 디자인을 CGH(Computer Generated Hologram) 형태로 생성하여 <그림 1>에 나타난 Maskless Holographic Laser Lithography 장치로부터 독자적인 Surface Relief Hologram Master를 제작할 수 있다.

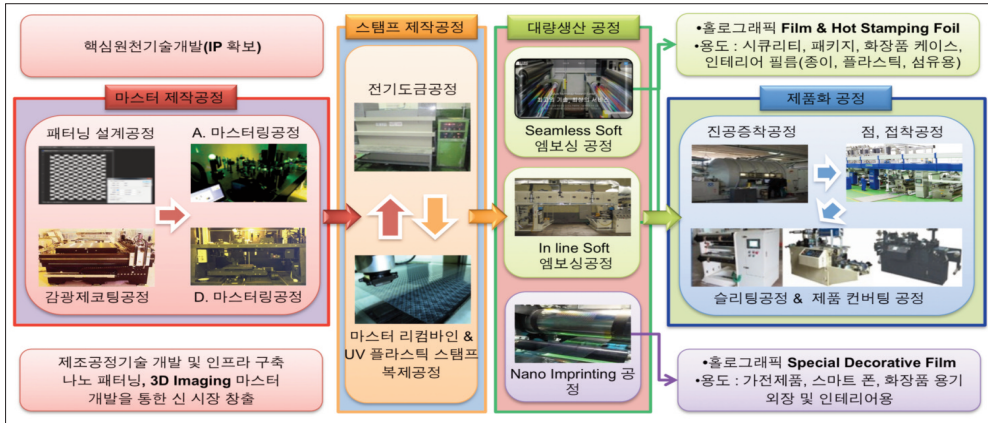
또한 <그림 2>에는 홀로그램 마스터로부터 제작된 홀로그램으로부터 홀로그램 기록 시 숨겨진 보안 요소를 고배율의 현미경과 워터 마크 필터, HIR(Hidden Image Reader)디바이스를 사용하여 검출하는 홀로그램의 진위 여부를 판독하기 위한 장치를 나타냈다.



〈그림 1〉 Maskless Holographic Laser Lithography 광학 시스템에 의한 Surface Relief Hologram 기록 방식 (a) Maskless Laser Two Beam Writing Lithography(Pixel Size : 3.5 μ m) (b) Maskless Laser Direct Writing Lithography(Pixel Size : 250nm)



〈그림 2〉 Surface Relief Hologram의 보안요소 및 판독장치 (a) Hologram include Hyper Text and holographic water maker (b) Hologram include letter lens, E-beam motion, bas relief and true color image switch effect

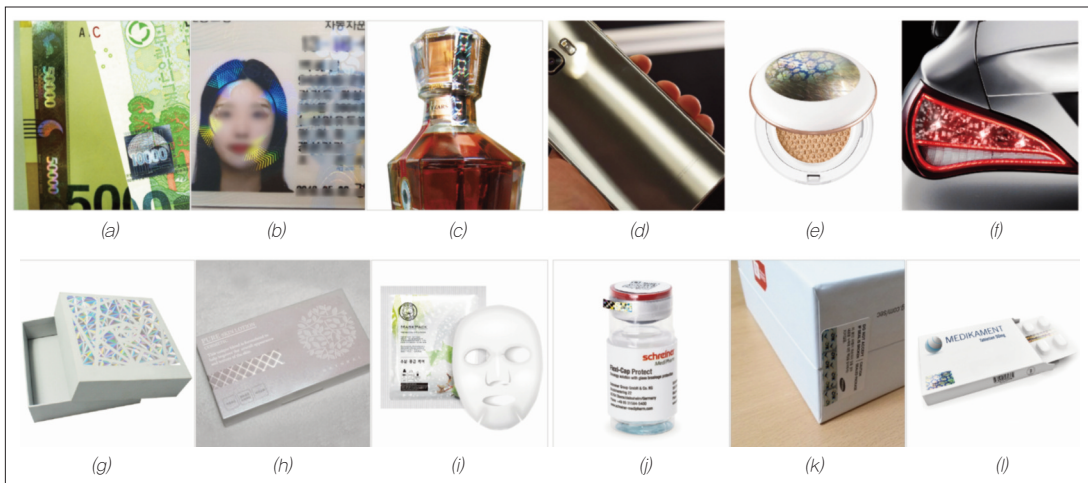


(그림 3) Surface Relief Hologram (Embossed Hologram & Imprinting) 제조공정

상기와 같이 위조방지를 할 수 있는 Holography 기술은 하나의 기록 재료에 다양한 정보를 동시에 디자인한 후 각각의 정보를 꺼내 보안이 필요한 제품에 적용할 수 있다. Holography 기술을 이용해 위조 방지를 실시할 때 광학적인 방법을 살려 암호인식을 위한 CGH 생성 패턴, 오프 그림, 미세 문자를 Embossed Hologram으로 제작해 보안성을 강화할 수 있고,

Embossed Hologram에 사용되는 Holographic Master를 이용하여 Holographic Film, Holographic Hot Stamping Foil을 제작하는 기술이 개발되었다. <그림 3>에는 국내기업(㈜미래기술연구소)에 의해 개발된 Surface Relief Hologram (Embossed Hologram & Imprinting) 제조공정을 나타냈다.

최근 보안 기능이 포함된 특화된 디자인, OVD 기



(그림 4) Surface Relief Hologram(Embossed Hologram) Application

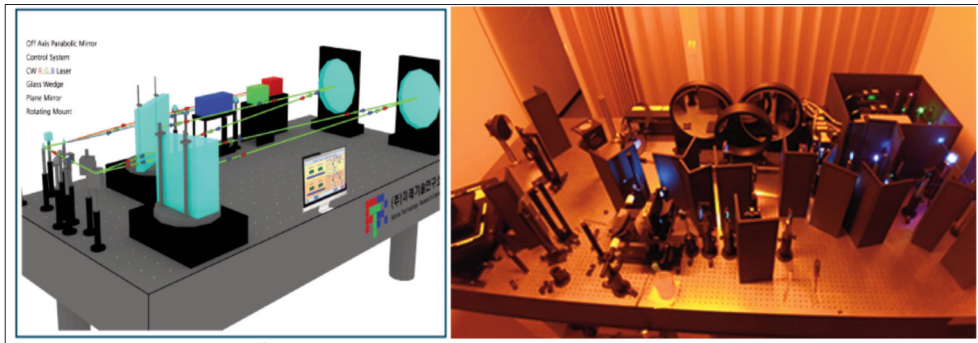
(a) Holographic Hot Stamping for Bank Note, (b) Overlay Holographic Film for ID Card, (c) Holographic Shrink Sleeve, (d) Holographic Smartphone Back Cover, (e) Holographic Cosmetic Case, (f) Holographic Rear Lamp for Cars, (g) Holographic Package for Box, (h) Holographic package for Box, (i) Holographic Package for Mask Pack, (j) Holographic Seal Label for Security, (k) Holographic paper Label for Security, (l) Holographic Sticker label for Security

술로 생성되는 홀로그래픽 마스터 제작 기술과 대량 생산을 위한 대면적 마스터 제작, Seamless Embossing 등 상용화 기술의 통합으로 이음매 Free Wallpaper Type의 홀로그램 제품(Holographic Sticker Label, Holographic Film, Holographic Hot Stamping Foil(for Paper, Plastic, Textile), Holographic Decal Foil, Holographic Pouch & Patch 등)으로 특화되어 <그림 4>와 같이 다양한 제품에 홀로그램 기술이 적용되고 있다.

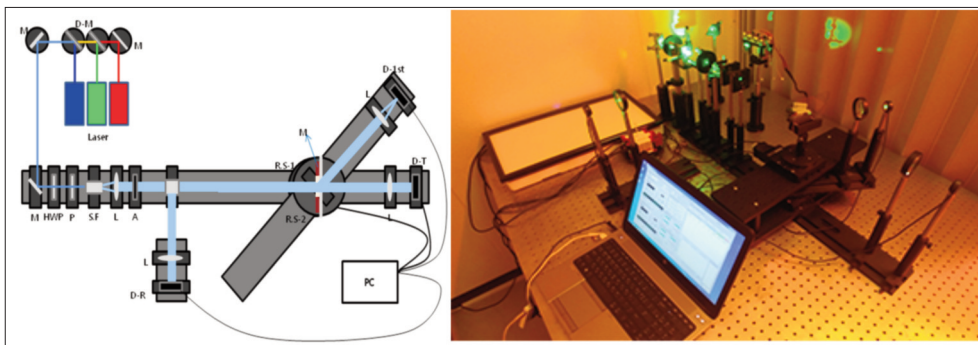
II. HOE기반 체적 홀로그램

본 장에서는 HOE(Holographic Optical Ele-

ments) 방식의 체적 홀로그램과 관련된 기술 동향에 대해서 살펴본다. 최근 차세대 홀로그래픽 디바이스(Holographic AR Glass, Holographic HMD, Holographic HUD, Holographic Smartphone 등)에 사용되는 Holographic Flat Optics를 위한 HOE 제작시스템이 개발되었다. 따라서 이 제작시스템을 활용한 다양한 컨설팅 및 HOE의 제작에 대한 상품화가 가능해졌다. 이러한 기술에는 가시광 영역의 Holographic Waveguide, BLU, Field lens, Optical Filter 등의 기존 광학부품을 대체할 수 있는 투명 필름형태의 Flat Optics Volume Hologram HOE와 홀로그래피 기술이 적용된 응용분야 (AR, VR, HMD, HUD, Holographic Sight, Holographic Display 등)의 핵심 부품의 개발 등이



<그림 5> Volume Grating Recording Optical System



<그림 6> Automatic Diffraction Efficiency Measurement System

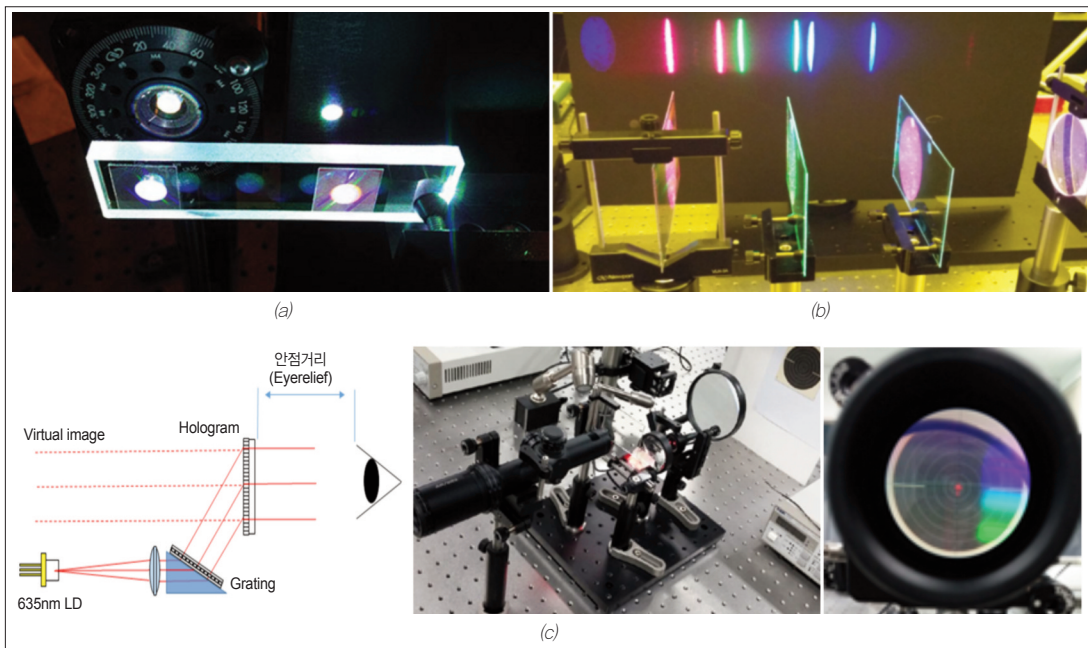
포함된다.

또한 <그림 5>와 같이 자동회절효율 측정시스템 (Automatic Diffraction Efficiency Measurement System)도 개발되어 HOE의 성능 및 기능 평가가 가능한 제품도 개발되었다. 이 장치는 <그림 6>과 같이 HOE의 회절효율 특성 평가를 위해 ISO 17901 기반의 각도 선택성(Angular selectivity)을 수용한 평가 장치로써 제어SW에 의해 2축 동작으로 입사광과 회절광을 자동으로 측정할 수 있다.

차세대 홀로그래픽 디바이스(Holographic AR Glass, Holographic HMD, Holographic HUD, Holographic Sight, Holographic Smartphone 등)에 사용되는 Holographic Flat Optics Volume Hologram HOE는 <그림 7>과 같이 제작되고 있다.

III. 홀로그래픽 가상현실

본 장에서는 HR(Holographic Reality)을 위한 홀로그램 기록 기술과 제품에 대한 현황을 소개하고자 한다. 최근에 가장 각광받고 있는 분야 중의 하나로 홀로그램 기반의 가상현실 기술이 있다. 대표적인 상품으로는 자동차의 Holographic Rear Lamp 및 Holographic HUD System을 위한 제품이 있고, 문화재 등을 홀로그램으로 보존하기 위해 대형 오브제의 홀로그램 기록 기술을 포함해 홀로그램 도서, 그리고 펄스 레이저를 이용해 인물 등의 움직임, 살아있는 물체의 촬영을 위한 홀로그래피 기술들이 포함된다. 이와 함께 최근에는 또한 홀로그래피 기술을 많은 사람과 함께 하기 위해 홀로그램 전문가를 양성하는 교육도 산업체를 중심으로



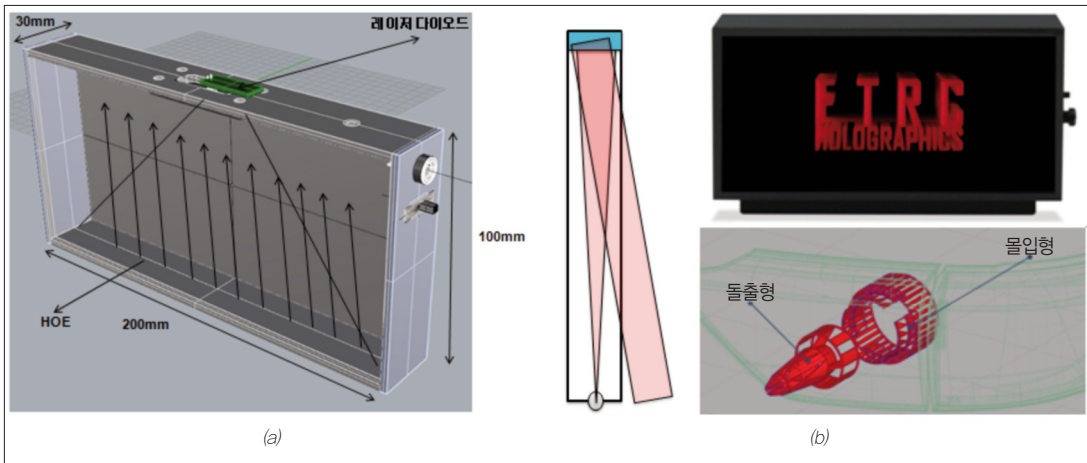
<그림 7> Holographic AR Glass, Holographic HMD, Holographic Flat Optics for 3D Display, Holographic Sight를 위한 HOE(Holographic Optical Elements) 기록 제작 (a) Full Color Wave Guide HOE for AR Glass & HMD, (b) BLU 도관판용 HOE Field Lens for 3D Display, (C) HOE & Volume Hologram for Holographic Sight

이루어지고 있다.

1. Holographic Rear Lamp

최근 산업계에서는 Analogue Hologram, Digital Hologram, Volume Hologram, HOE 기록 기술과 레이저 조명 기술을 통합하여 돌출 물입이 공존하는 홀로그램과 홀로그래픽 박형 조명장치 개발이 진행되었고, 이러한 결과물으로써 홀로그래픽

자동차 리어램프 및 조명시장 제품들이 출시되었다. 자동차용 리어램프 내장형 홀로그래픽 박형 조명장치 개발 내용은 <그림 8>과 같다. 여기서는 Edge Lit Hologram을 이용하여 새롭게 개발된 박형 조명장치를 적용하였고, LD(Laser Diode) 확산 광을 반사 미러 형태로 70도 이상의 각도로 평행 광으로 형성시켜 홀로그램을 조사 가능하게 하는 HOE 기술이 적용되었다. Light Box 3cm 깊이 내에서 확산되는 LD광원을 홀로그램에 조사하기



<그림 8> 돌출, 물입이 공존하는 홀로그램 Light Box for Rear Lamp (a) Edge Lit Hologram 조명장치 개략도, (b) 자동차 리어램프 내장형 홀로그램 Box 시연품 및 돌출, 물입 공존 홀로그램 오브제 제작



<그림 9> 돌출, 물입형이 공존하는 광 투과 홀로그램(조명광원 3cm로 설계 조사)

위해서는 가장 중요한 역할을 하는 것이 LD 확산 광원을 평행광으로 변환시켜주고 변환된 평행광이 홀로그램 필름면 전체에 균일하게 홀로그램이 기록된 각도로 조사될 수 있도록 반사미러 기능을 갖는 HOE를 기록 제작하여 적용하는 것이다. 이러한 기술을 기반으로 돌출, 몰입이 공존하는 광 투과 홀로그램을 조사할 두께 3cm 이내의 Holographic Light Box를 광학엔진과 함께 설계 제작되어 자동차 리어램프 내에 장착 할 수 있는 제품이 개발되었다.

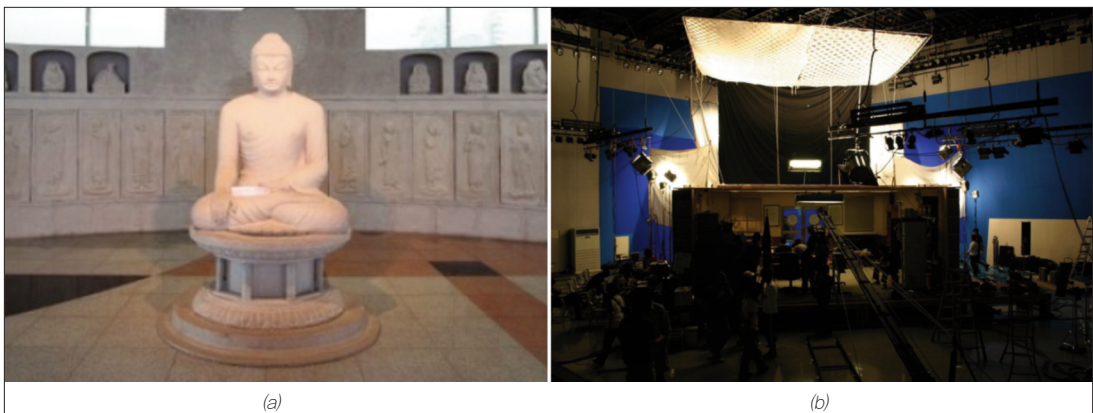
〈그림 9〉에 돌출, 몰입이 공존하는 광 투과 홀로그램을 기록하여 Light Box내에 장착한 자동차 리어램프 제품을 나타냈다. 돌출형과 몰입형을 각각 제작된 광투과 홀로그램을 결합하여 돌출과 몰입이 공존하는 하나의 홀로그램으로 일체화하여 Light Box내에 장착한 방식에 해당한다.

2. 대형 오브제의 광 투과 홀로그램 제작

마지막으로 홀로그램을 획득하는 기술도 발달하

여 홀로그램 기록을 위해 광학실의 광학 테이블내에서는 기록할 수 없었던 대형 오브제에 대한 촬영도 가능해졌다. 이동 설치가 가능한 모듈형 Analogue Hologram 기록 장치를 통해서 영화 촬영 스튜디오 등에서 대형 오브제의 광투과 홀로그램과 대형 오브제 사이즈의 백색광 재생 홀로그램 기록 제작이 가능하게 되었다.

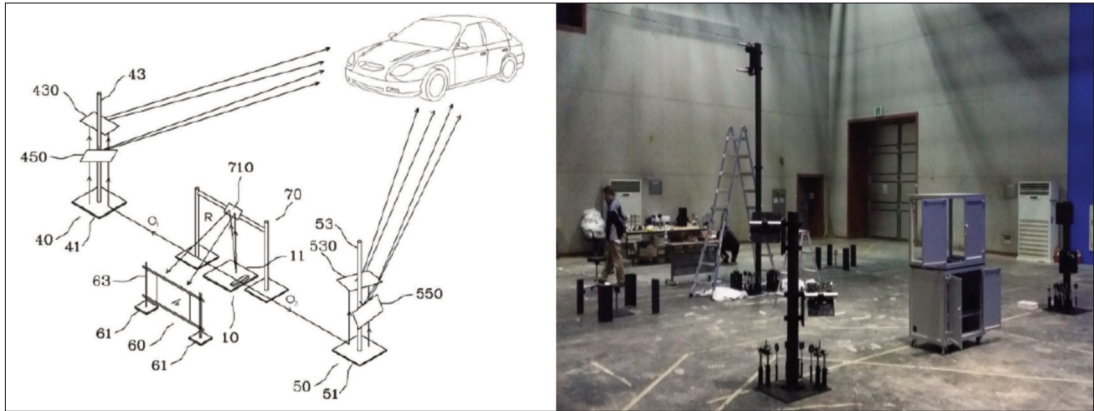
대형오브제의 광 투과 홀로그램에 대한 예시를 〈그림 10〉 ~ 〈그림 13〉에 나타냈다. 본 고에서 사용한 오브제는 경주타워 신라문화역사관 석굴암 본존상의 모조품으로 높이 2.5m×폭 1.5m의 크기를 갖는다. 촬영장소는 방진 장치가 되어 있는 영화 촬영 스튜디오(한국 천안, 충남테크노파크)이다. 본 장소는 방음 및 흡음 시설을 갖춘 최적의 스튜디오로 각 종 영화, 방송, 광고 등을 촬영하기 위한 환경을 갖추고 있다. 사용한 레이저는 1.5W / 532nm DPSS Laser(cobolt 사 제품, 스웨덴)이고, 홀로그램 기록 광학장치는 연속 발진 레이저 기반의 모듈화된 홀로그램 기록장치이다. 필름은 VRPM(Silver Halide Film)이 사용되었고, 제작된 홀로그램 종류



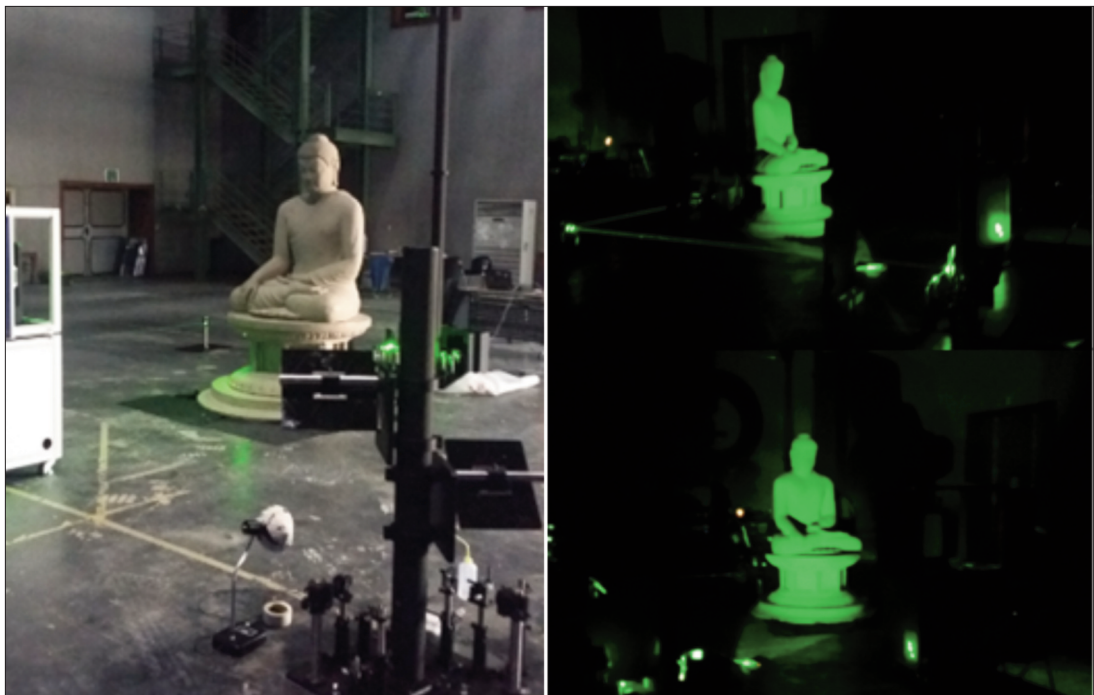
〈그림 10〉 대형 오브제 및 충남테크노파크 영화 촬영 스튜디오 (a) 오브제 : 석굴암 본존상 모조품 높이 2.5m×둘레 1.5m, (b) 스튜디오 면적 : 529㎡(160평) 가로 24m×세로 22.5m×높이 11M

및 사이즈는 광투과 홀로그램 300mm×400mm이다. 촬영된 홀로그램은 한장의 홀로그램 필름을 통해 공간상에 3m×3m×3m 이상 크기의 볼륨감으로

허공에 떠 있는 오브제를 광투과 홀로그램을 통해 관찰할 수 있다. 제작품은 한국 경주스마트미디어 센터에 전시되었다.



〈그림 11〉 홀로그램 기록을 위한 모듈화 된 광학 장치 개략도 및 스튜디오 광학계 설치 사진



〈그림 12〉 오브제 및 광학계 설치 scheme 확인



〈그림 13〉 사진촬영된 광 투과 홀로그램 및 경주스마트미디어센터 전시 현황

IV. 결론

본 고에서는 홀로그램과 관련되어 국내의 산업계에서 이루어지고 있는 기술 개발 및 상용화 제품들에 대해 살펴보았다. 아직까지 많은 기업이 홀로그램 관련 산업에 다양한 형태의 제품을 출시하고 있지 못한 상황이지만 몇몇 기업은 활발하게 홀로그램 관련 상품을 내놓고 있다. 앞으로 홀로그램과 관련된 기술이 계속적으로 발전함에 따라 다양한 시장이 형성될 수 있을 것으로 사료되고, 이와 함께

홀로그래피 전문 회사도 증가될 것으로 예측된다. 홀로그래피 전문기업을 통해서 홀로그래피 광 기록 원천기술 개발과 광 기록 재료 기술 개발의 융·복합을 통해 차세대 홀로그램 신 산업 창출을 위해 상용 제품 개발이 이루어져야 할 것이다. 또한 연구개발, 제품개발, 생산 인프라를 바탕으로 홀로그래픽 디지털 프린팅, 고품격 패키징 분야와 3D 디스플레이, 광 전자 부품 소재, 건축 에너지 분야 등에서 다양한 국책과제를 수행하고 산학연 협력 등을 통해 홀로그램 산업 발전에 기여해야 한다.

참고 문헌

- [1] (특허등록 10-1901327) 임의 하이퍼 텍스트를 가지는 위조방지용 홀로그램 제작방법
- [2] (특허등록 10-1883235) 홀로그램이 형성되는 자동차 리어램프의 아우터 패널 시출성형방법
- [3] (등록 확정) 출원 1020180007543 이음매 없는 연속 엠보스드 홀로그램의 제작 방법
- [4] (특허등록 10-1669830) 홀로그램의 기록 및 기록된 홀로그램의 회절효율을 측정할 수 있는 장치
- [5] (특허등록 10-1683654) 단일 광원을 이용하여 홀로그램을 기록하고 기록된 홀로그램의 회절 효율 측정 방법
- [6] (특허등록 10-1690700) 무안경 방식의 3차원 디지털 홀로그래픽 디스플레이 장치
- [7] (특허등록 10-1928720) 홀로그래픽 광학소자를 이용하여 디스플레이 영상을 공중에 부양시켜 시각화 할 수 있는 장치
- [8] (특허출원 1020160164938) 연속 발진 레이저 기반의 모듈화된 홀로그램 기록장치
- [9] "홀로그래피 기술과 응용", 진샘미디어, 옥광호 외 공저, 2011
- [10] "홀로그래피 입문", 진샘미디어, 구보타 토시히로 저 / 이승현 역, 2012.

필자 소개



옥 광 호

- ~ 1989년 : 부산대학교 자연과학대학 물리학 전공 학사
- 1989년 ~ 1995년 : 에스케이씨(주) 가공기술팀 홀로그램 파트장
- 1996년 ~ 1996년 : 삼성항공(주) 정밀기기연구소 기반기술팀 과장
- 2001년 ~ 2010년 : (주)라임텍 대표이사
- 2004년 ~ 2005년 : 인천대학교(구, 시립인천전문대학) 화상공학과 강사
- 2010년 ~ 2012년 : 한국예술종합학교 조형예술학과 강사
- 2010년 ~ 2015년 : (주)한교아이씨 연구소장
- 2015년 ~ 현재 : (주)미래기술연구소 연구소장
- 주관심분야 : 홀로그래픽 리소그래피, 볼륨 브래그 그레이팅 홀로그램(VBG, HOE), 홀로그래피 제품 상용화 기술