

반사형 포토폴리머를 이용한 홀로그래픽 광 보안 시스템

Holographic optical security system using a reflection photopolymer

신창원*, 김 남*, 김민수*, 전석희**, 김은경***

*충북대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학부, **인천대학교 전자공학과,

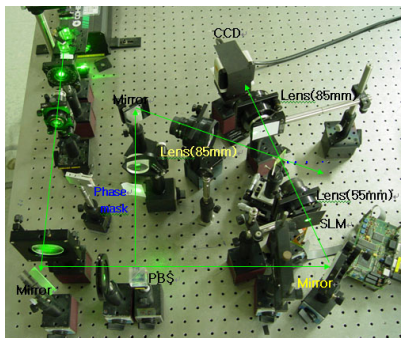
***연세대학교 화학공학과

cwshin@osp.chungbuk.ac.kr

In this paper, we researched optical characteristics of a holographic optical security system using a reflection recording material and optical random phase mask. The system have the property of optical security key with the phase mask. Also, a reflection recording geometry can reduced a size of the reconstruction system because a input beam to reconstruct a holographic image and a diffraction beam are the same side on the material.

전자 복제 기술의 발달과 더불어 위&편조 사건 사고가 점차 증가 하고 지능화 되어 가고 있는 추세이다. 이러한 위&편조 사고를 근본적으로 줄 일수는 없지만, 홀로그래픽 광 보안 기술을 적용함으로써 복잡한 전자 회로나 부수적인 전자장치 없이 광학적인 방법으로 위조 및 편조를 지금보다 더 힘들게 할 수 있기 때문에, 지금 보다 위&편조 사건 사고를 억제할 수 있는 기능이 있을 것이라 사료 된다. 이를 가능하게 하는 것은 광학적 랜덤위상 마스크를 이용한 홀로그램 기록 방법이라 할 수 있다^[1]. 광학적 위상 마스크를 이용한 디지털 홀로그램 기록 방법은 기존의 홀로그램 기록 방법을 응용한 기술로써 강력한 보안 기능을 가지게 할 수 있다^{[1][2]}. 즉, 광 보안키로 사용된 랜덤 위상 마스크에 관한 정보 없이 홀로그램 기록 방식으로 기록된 홀로그래픽 정보에 대해서는 거의 알아 낼 수 없기 때문이다. 홀로그래픽 기록 매질에 기록 된 정보를 알아내기 위해서는 기록시 사용된 위상 마스크가 있어야만 원래 데이터의 재생이 가능하다는 것이다. 2광과 기록 방법을 이용한 홀로그래픽 기록 방식에서는 아날로그 및 디지털 정보를 저장하고 재생 할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 홀로그래픽 기록 방식에서 강력한 보안 기능을 유지 할 수 있도록 광학적 위상 마스크를 이용한 디지털 홀로그래픽 기록 방법 및 광 보안 시스템에 관해 논의 한다. 본 연구에서는 64×64의 셀에 임의의 값을 발생시켜 서로 독립적으로 구성한 이진 위상의 홀로그래픽 위상 마스크 키를 488nm의 파장에 해당하는 깊이(depth)로 제작하였다. 이진 위상의 홀로그래픽 위상 마스크 키는 이차원 배열이며, 1 셀의 크기를 200 μm 이며, 전체 마스크 키 1개의 크기는 12.8mm×12.8mm로 식각 기술에 의해 제작하였다. 각 셀의 위상은 다른 셀들과 독립적이며, 0 또는 π 로 랜덤하게 분포한다. 또한, 위상 마스크가 기존의 홀로그래픽 기록 방식에 사용됨으로써 광학적 잡음이 다소 발생하게 된다. 위상 마스크의 각 셀의 경계에서 산란이 일어나기 때문에 기록시 이미지의 질이 많이 떨어지게 된다. 이러한 광학적 잡음을 줄이기 위해서 4f 시스템을 사용하게 된다. 본 실험에서는 홀로그래픽 디지털 이미지를 기록하기 위한 반사형 기록구조를 그림 1과 같이 구성하였다. 사용한 레이저는 532nm 파장을 갖으며, 반사형 기록매질(OmniDex 700serise)을 이용한 반사형 기록구조에서 디지털 이미지를 기록 하고 재생하였다. CCD의 픽셀 크기는 9 μm 이며, SLM의 픽셀 크기는 42 μm 이므로, SLM과 CCD의 픽셀 매칭을 위하여 1:7의 픽셀 매칭이 되도록 광학계를 구성하였다. 즉, 광학계를 이용하여 CCD의 픽셀을 인위적으로 SLM과 한 픽셀의 크기가 거의 비슷하도록 광학계를 구성한 것이다. 픽셀 매칭을 위한 렌즈는 매질의 앞단에서는 초점 거리가 55mm렌즈를 사용했으며, 매질의 뒷단에서는 초점 거리가 85mm인

렌즈를 각각 사용하였다. 그림2(a)는 SLM에 띄워진 30×30픽셀의 디지털 이미지를 CCD로 직접 캡처 한 것이며, 그림 2(c)에서처럼 주기형(랜덤형) 격자 위상 마스크를 제거후 이미지 캡처 및 비교를 위한 GUI 프로그램이다. 그림2(c)에서 처럼 위상 마스크가 제거되었거나 위상 마스크가 불일치되었을 때의 재생된 홀로그래픽 이미지는 각 픽셀을 구분하기 어려운 이미지가 재생되었고 비교 프로그램에서 Fail(실패)가 나타나도록 프로그램을 설계 하였다. 즉, 기록시 사용한 위상 마스크 없이는 기록된 데이터를 재생하는 것이 거의 불가능하다는 것을 실험으로 살펴보았다. 이로써, 위상 마스크를 가지고 홀로그래피 기록에 응용한다면 보안키로써 사용 가능함을 실험으로 증명하였다. 또한, 홀로그래픽 광 보안 시스템에 적용하기 위해서 보다 편리한 GUI프로그램을 설계 하였으며, 설계된 GUI프로그램으로 캡처한 디지털 홀로그램 이미지 캡처 및 비교를 통해 실제 응용에 적용할 수 있도록 프로그램을 설계 하였다. 실제 재생된 디지털 홀로그램과 원본 데이터의 비교를 통하여 판별 할 수 있도록 하였으며, 그림1(b)에 나타내었다. 원본 데이터와 재생 데이터의비교에서 일치함을 보일 때 Success(성공)이 나타나도록 GUI프로그램을 설계하였다. 추후 보다 심도 있는 실험과 연구를 통하여 보다 편리하고 기능적인 홀로그래픽 광 보안 시스템이 될 수 있도록 연구를 계속할 예정이다.

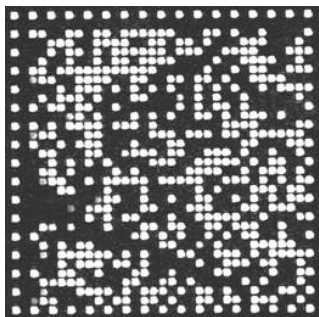


(a) 홀로그래픽 광 보안 시스템

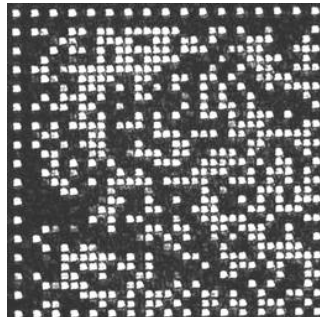


(b) 위상 마스크 일치 이미지 비교 GUI프로그램

그림 1. 위상 마스크를 이용한 디지털 이미지 기록을 위한 광 보안 시스템 및 GUI프로그램(반사형 기록구조)



(a)



(b)



(c)

(a) 원본 이미지 (b) 위상 마스크 일치 이미지 (C) 주기형 위상 마스크 제거 후 이미지 비교 GUI 프로그램

그림 2. 30×30픽셀 디지털 원본 이미지 및 재생된 이미지 비교 GUI 프로그램

Acknowledge

"This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government (MOEHRD)" (The Regional Research Universities Program/Chungbuk BIT Research-Oriented University Consortium)

참고 문헌

[1] Ph. Refregier and B. Javidi, "Optical image encryption based on input plane and Fourier plane random encoding," Opt. Lett., vol. 20, no. 7, pp. 767-769, Apr. 1995.