

페브리 페롯 기반의 컬러필터

Color Filter Using a Thin Film Fabry-Perot Resonator

윤여택*, 이상신*, 김신**, 이병수**

*광운대학교 전자공학과

** (주)실리콘화일

slee@kw.ac.kr

컬러필터는 가시광선 대역의 특정 색을 선택하는 핵심 요소로서 CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) 이미지 센서, 액정 디스플레이 소자, 유·무기 발광 다이오드 소자 등에서 널리 사용되어 왔다. 지금까지 이러한 소자는 주로 도포된 안료 필름을 패터닝하여 구현되었다. 한편, 최근에는 광파장 이하의 주기를 갖는 1차원 격자 구조를 전자빔 리소그래피 방식을 이용하여 구현된 단결정실리콘 박막형 컬러필터가 보고되었다.⁽¹⁾ 이러한 박막형 필터는 반도체 소자 제작에 광범위하게 활용되고 있는 CMOS 공정과의 우수한 호환성, 다른 기능 소자와의 용이한 집적, 비용 절감 등의 많은 장점을 지니고 있다. 본 논문에서 제안된 소자는 그동안 연구되어왔던 2차원 격자 구조나 1차원 격자 구조의 필터에 비해 박막형태로 구성되어 있기 때문에 비교적 간단한 구조로 이루어져 있으며, 700 nm 대역 이상이 차단되기 때문에 추가적인 적외선 차단 대역 필터가 필요 없다. 또한 편광에 영향을 받지 않는다는 장점이 있다.

본 논문에서는 페브리 페롯 공진기 기반의 컬러필터 구현을 목표로 하는데, 제안된 소자의 구조가 그림 1에 도시되어 있다. 기판으로는 가시광선 대역에서 균일한 분산특성을 가지며 손실이 적은 퀴츠(quartz)를 사용하였다. 퀴츠 기판위에 두 층으로 은 박막이 도입되었으며, 박막 사이에 산화막이 삽입된 구조로 이루어져 있다. 그림 1에서 알 수 있듯이 은 박막의 두께는 H_a , 산화막의 두께는 H_s 로 나타내어진다.

제안된 소자의 제작공정은 그림 2에 도시되어 있다. 4" 퀴츠 기판 위에 E-beam evaporator 방법을 이용하여 두께 25 nm의 은 박막을 형성하고, 이 위에 PECVD(plasma enhanced vapor deposition) 방식으로 각각 100 nm의 산화막을 형성하였다. 그 후에 다시 은 박막을 25 nm 두께로 형성하였다.

제작된 소자의 전달특성이 그림 3에 나타나 있다. 백색광 입력에 대한 필터 출력을 카메라로 촬영한 청색 빔 이미지를 확인함으로써 가시광선 대역통과 필터 특성을 얻을 수 있었으며, 특히 중심파장은 ~470 nm이고 최대 투과효율은 ~50 %였다. 또한, 제작된 소자를 컬러필터로 응용할 경우 광원으로부터 나오는 빔은 일반적으로 완전한 평행빔이 아니기 때문에 빔의 입사각이 소자의 전달특성에 미치는 영향에 대해서 조사할 필요가 있다. 그림 4는 입사각에 따른 필터의 투과율 변화가 도시되어 있다. 즉, θ 가 0° 에서 16° 까지 증가할 때는 상대적인 투과율은 실험 데이터와 계산된 결과가 유사하게 약 22% 감소함을 알 수 있다. 이로부터 빔의 입사각에 따른 상대적인 투과율 변화율은 1.2%/Degree였다. 그림 5는 유효 면적 $4 \times 4 \text{ cm}^2$ 내에서 측정 지점 9 군데에 대하여 위치에 따른 소자의 투과율과 중심파장 변화에 대한 측정 결과이다. 상대적인 투과율 변화는 약 10 %였으며, 중심파장은 5 nm 이하의 변화를 보였는데, 전반적으로 측정 영역 내에서는 유사한 전달특성을 얻을 수 있었다.

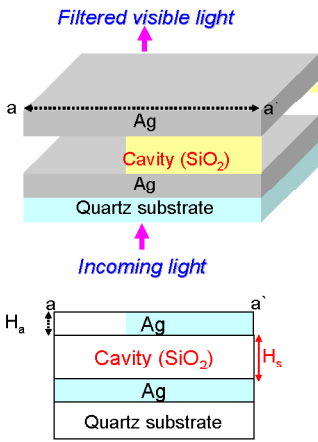


그림 1. 컬러필터 구조

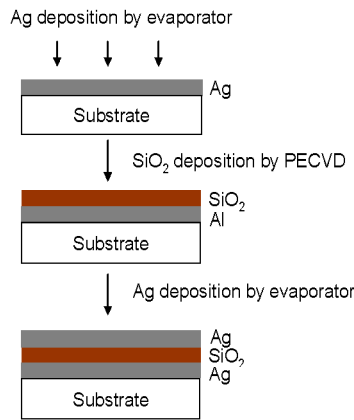


그림 2. 제작과정

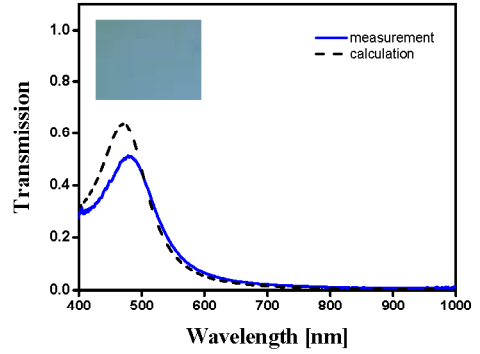


그림 3. 제작된 컬러필터의 전달특성

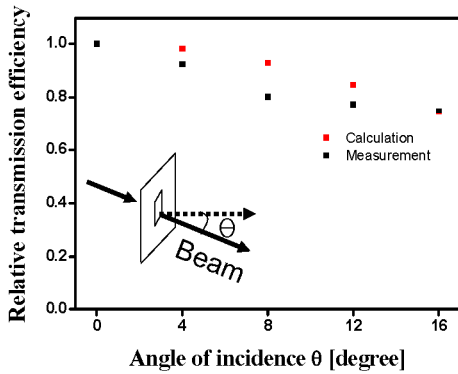


그림 4. 빔 입사 각도 변화에 따른 필터의 전달특성 변화

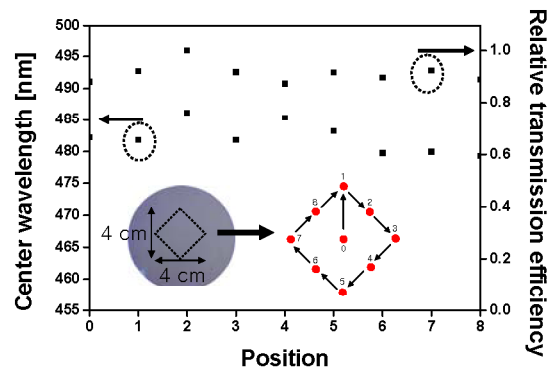


그림 5. 위치 변화에 따른 필터의 전달특성 변화

감사의 글

본 연구는 2008년도 「서울시 산학연 협력사업」의 「나노 IP/SoC 설계기술혁신 사업단」의 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

1. Y. Kanamori, M. Shimono, and K. Hane, "Fabrication of transmission color filters using silicon subwavelength gratings on quartz substrate," IEEE Photon. Technol. Lett., vol. 18, no. 20, pp. 2126-2128, 2006.