

ZnS/Na₃AlF₆ 다층박막의 광학적 두께 변화에 따른 광특성 The Optical Properties of ZnS/Na₃AlF₆ Multi-layer Thin Films with Different Optical Thickness

장강재, 장건익, 이남일*, 임광수*
충북대학교 신소재공학과 / *씨큐브 주식회사

Abstract

ZnS/Na₃AlF₆ multi-layer thin film were produced by evaporation system. ZnS were selected as a high refractive index material and Na₃AlF₆ were selected as low refractive index material. Optical properties including color effect were systematically studied in terms of different optical thickness by spectrophotometer. In order to compare with experimental data, the Essential Macleod Program(EMP) was adopted that simulation program. The thin film consisting of ZnS/Na₃AlF₆ multi-layer show the wave length of 530~600nm, typically color range between purple, blue, green. It was confirmed that this experimental result was well matched with simulation data.

1. 서론

고굴절률 진주발색 광물질은 여러 선진국에서 자동차, 화장품, 공문서의 위조 방지 등 재료 전 영역에 사용되는 고급 첨단 제품이다[1-3]. 하지만 기술보호와 개발 경쟁이 치열하고 기술이전을 기피하고 있어 새로운 물질에 따른 체계적 연구가 시급하다고 할 수있다. 본 연구에서는 evaporation system을 이용하여 고굴절률의 ZnS와 저굴절률의 Na₃AlF₆, 그리고 중간 반사층으로 Cu로 구성된 다층박막을 증착하여 상 분석 및 색상변화를 통한 광기능성을 평가하였다. 또한 EMP-simulation을 통한 사전 예측으로 실제 다층박막의 특성을 비교평가 하고자 하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용된 원료물질은 ZnS(99.99%, 고순도)와 Na₃AlF₆(고순도)분말과 2mm의 cutting-wire형태의 금속 Cu(99.99%, 고순도)를 사용하였다. 표 1에는 실험에 사용된 각 증착 물질의 굴절률을 나타낸 도표이다. 박막의 광특성은 증착 이전에 EMP(Essential Macleod Program)의 simulation을 통하여 예측하고자 하였다.

표 1. 증착물질의 굴절률

물질	굴절률
ZnS	2.379
Na ₃ AlF ₆	1.350
Cu	0.838

표 2는 EMP-simulation을 활용한 증착물질 설계의 개략도와 증착물질의 두께를 나타내었다.

표 2. 증착물질의 설계 및 두께

다층설계	두께(nm)
ZnS	53.59
Na ₃ AlF ₆	94.44/188.89
ZnS	53.59
Cu	70
ZnS	53.59
Na ₃ AlF ₆	94.44/188.89
ZnS	53.59

저굴절 물질인 Na₃AlF₆의 경우 광학적 두께를 0.25λ와 0.5λ로 변화 시키며 그에 따른 색구현 특징 및 반사율을 비교하고자 하였다. 제작한 박막의 상변화 및 성분분석은 XRD와 AES를 이용하였으며, 박막 두께는 a-step과 evaporation system에 장착한 thickness monitor를 통하여 조절하였다. 반사율 및 광 특성 분석은 spectrophotometer를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. EMP-simulation 결과

실제 물질의 제작 전에 Essential Macleod Program을 이용한 색구현 simulation으로 광학적 설계와 비교를 통한 실험 재현성을 확보하고자 하였다. 그림 1은 EMP-simulation에 의한 L*a*b표색계 자료이다.

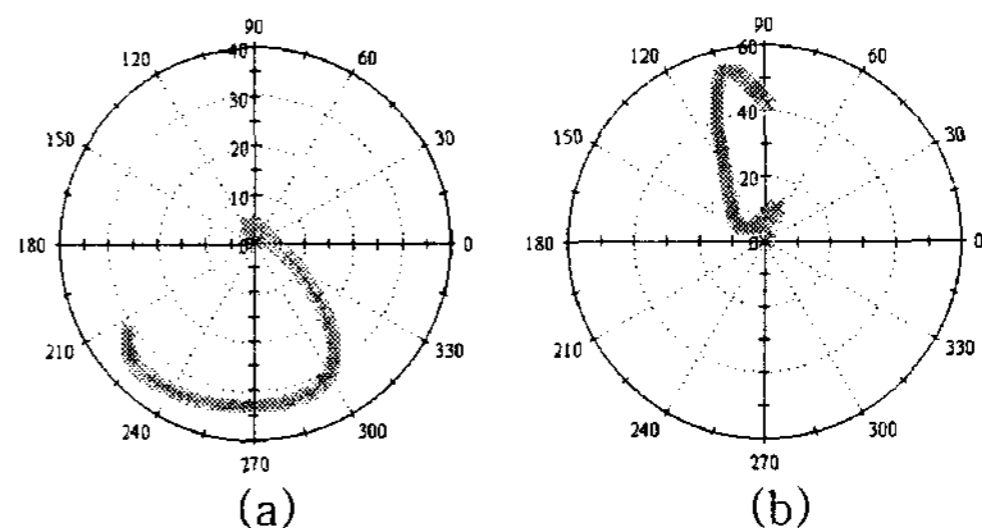
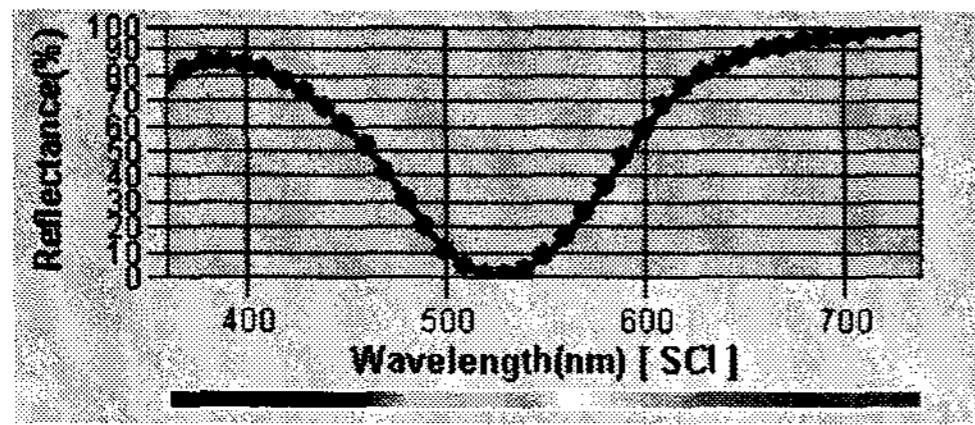


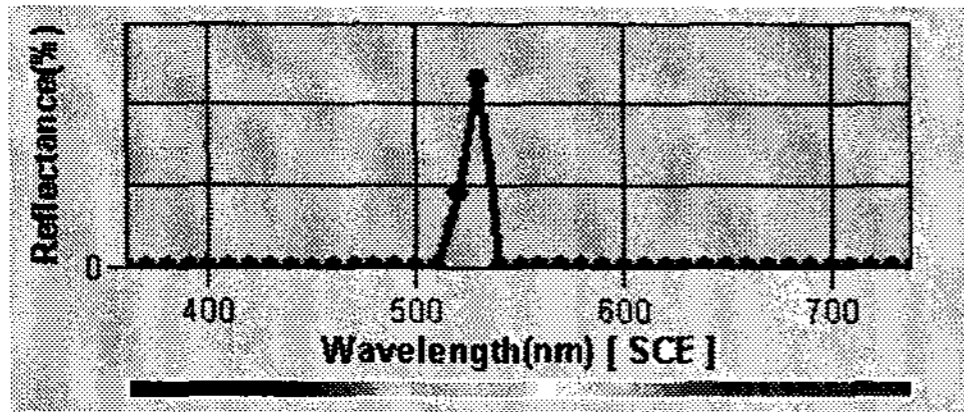
그림 1. EMP-simulation을 통한 L*a*b표색계 결과 (a) Na₃AlF₆ 0.25λ, (b) Na₃AlF₆ 0.5λ

3-2. spectrophotometer 측정결과

그림 2와 3은 EMP-simulation을 이용, 제작한 샘플의 spectrophotometer를 이용한 반사율 측정데이터이다.

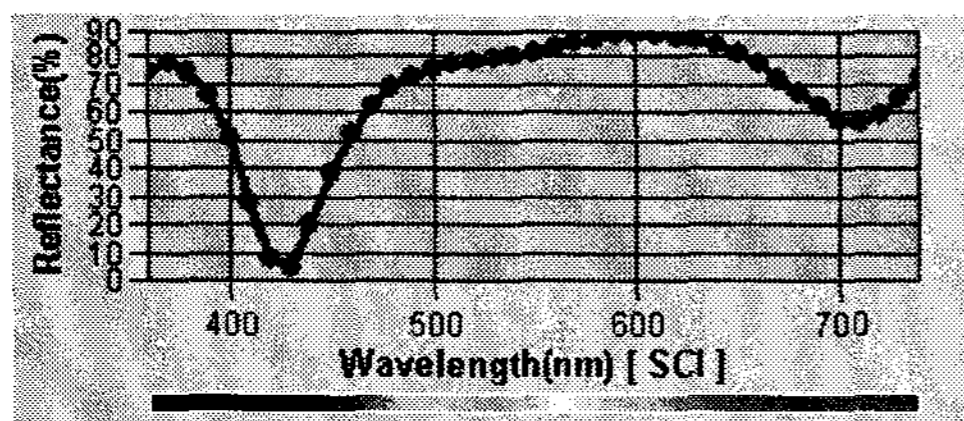


(a)

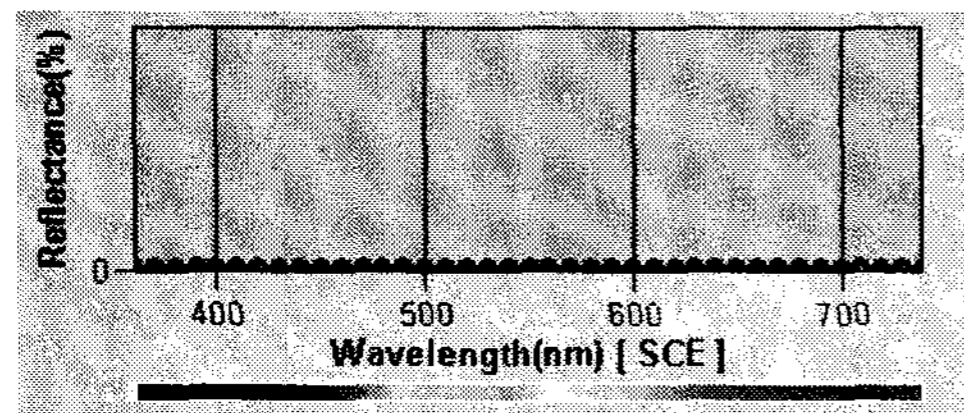


(b)

그림 2. Na_3AlF_6 0.25λ 두께에서의 spectrophotometer 측정 값 (a) SCI, (b) SCE



(a)



(b)

그림 3. Na_3AlF_6 0.5λ 두께에서의 spectrophotometer 측정 값 (a) SCI, (b) SCE

Na_3AlF_6 0.25λ 두께의 경우에 약 700nm 이상에서 95% 이상의 최대 반사율 값을 갖고, 채도 절대값의 경우 EMP-simulation 값인 35와 약간의 차이를 보인 약 59를 나타내었다. Na_3AlF_6 0.5λ 두께의 경우에는 약 600nm 에서 88%의 최대 반사율 값을 갖고, 채도 절대값의 경우에 EMP-simulation의 약 60과 차이를 보이는 91을 나타내었다. 표 3.에는 spectrophotometer를 통해 측정한 L^* , a^* , b^* 값을 Na_3AlF_6 0.25λ , 0.5λ 별로 표시하였다.

표 3. spectrophotometer에 따른 L^* , a^* , b^* 값

	Na_3AlF_6 0.25λ	Na_3AlF_6 0.5λ
L^*	59.07	91.70
a^*	71.48	-9.12
b^*	-35.11	39.22

4. 결 론

기존의 수열합성법과는 다른 evaporation system을 이용하여 기존 제품보다 우수한 안료를 제조하고자 하였다. 각 고굴절률 물질인 ZnS와 저굴절률 물질인 Na_3AlF_6 의 교차증착을 통하여 Cu를 중간 반사층으로 하는 다층박막을 제작하였고, 이 다층박막의 저굴절률 물질인 Na_3AlF_6 의 두

께변화에 따른 광 특성을 분석하고자 하였다. 제작된 $\text{ZnS}/\text{Na}_3\text{AlF}_6$ 다층 박막은 EMP-simulation을 이용한 분석 결과 약 $530\sim 600\text{nm}$ 파장대에서 보라색, 파란색, 황록색의 색구현을 나타냈고, spectrophotometer를 이용한 측정 결과 미세한 채도차이 외의 직접적인 색구현은 설계값과 유사한 결론은 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음

참고문헌

- [1] Hans-Joachim Wagner and Ronald H.H. Kröger : Adaptive plasticity during the development of colour vision, Progress in Retinal and Eye Research, Volume 24, Issue 4(2005) 521-536.
- [2] D. M. Braun and R. L. Jungerman : Broadband multilayer antireflection coating for semiconductor laser facets, Optics Lett., Vol. 20, No. 10(1995) 1154-1156.
- [3] Stéphane Bertaux, Peter Reynders, Jean Marc Heintz and Martin Lerch : "New (oxy)nitride pearlescent pigments", Materials Science and Engineering B, In Press, Corrected Proof, Available online 4(2005).