

Se-As-Te 광도전막의 특성 및 응용

오 박 상준, 오 상광, 최 규만, 김 기완
 경북대학교 대학원 전자공학과

The electrical and optical properties of Se-As-Te
 photoconductor and its application

Sang Jun Park, Sang Kwang Oh, Ku Man Choi, Ki Wan Kim
 Dept. of Electronics, Kyungpook National University

(Abstract)

The photoconductor is made of evaporated amorphous selenium as the base material, doped with arsenic and tellurium to prevent crystallization and to increase the red sensitivity of the amorphous selenium.

The four-layered photoconductor of Se-As-Te has good photosensitivity ($r=0.9$) and high dark resistivity ($\rho_d=10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$). therefore, this four-layered photoconductor can be used for the target of color image pick-up tube.

1. 서론

공유결합형 비정질 반도체는 크게 a-Si와 같은 사면체구조를 갖는 것과 a-Se와 같은 원자가가 2인 칼코게나이드류로 나뉜다.

특히 a-Se는 뛰어난 광전효과와 상온에서 제작 가능하기 때문에 전자복사기 드럼, 촬상관등에 이용되어 왔다.^{(1),(2)} 그러나 a-Se는 열적 안정도의 결여와 분광감도 특성에서 적색감도의 부족이 큰 단점으로 나타났다.⁽³⁾

본 실험에서는 a-Se를 주 물질로 하고 단결정인 열적안정도의 보완과 적색감도의 보상을 위해 As, Te를 첨가하여 Se-As-Te 단층막과 다층막의 특성을 조사하고 촬상관에 맞는 조건을 찾고자한다.

2. 시편제작 및 측정

유리기판위에 투명진공으로 I, T, O, 를 진공 증착하여 그위에 Se-As-Te 단층 및 다층 광도전막을 저항가열법으로 증착시켰다. 광도전막의 광감도, 암저항률, 정전용량등을 측정하기 위해 시를 진공 증착시켰다 또한 분광기로 투과율을 측정하여 흡수계수와 광학적 금지대 폭을 구하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Se-As-Te 단층막에서 As를 5%로 고정시키고 Te첨가비에 따른 광감도와 암저항률의 변화를 나타낸 것이다. Te첨가비가 커짐에 따라 광감도와 암저항률이 낮아짐을 알 수 있으며 15% 이상에서는 급격하게 낮아진다. 이때 첨가된 As 5%는 Se의 열적안정도를 50°C에서 80°C로 올려주는 역할을 한다.⁽⁴⁾

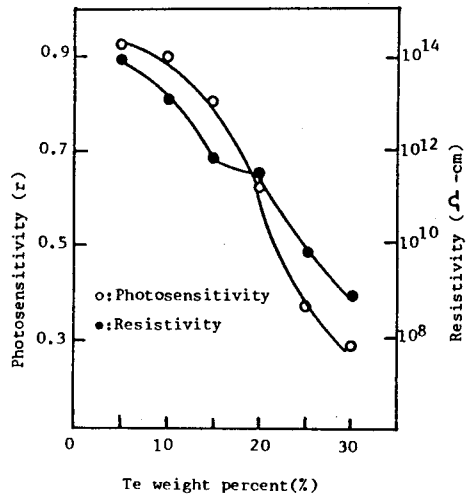


Fig.1. Photosensitivity and vs. Te weight percent of Se-As-Te monolayer

그림 2는 Te첨가비에 따른 흡수계수의 변화를 나타낸 것이다. Te첨가비가 증가함에 따라 흡수계수가 장파장 쪽으로 이동한다.

그림 3은 Te첨가비에 따른 분광감도 최대값의 이동을 나타낸 것이다. 역시 Te의 첨가비가 증가함에 따라 최대값이 장파장 쪽으로 이동함을 알 수 있다. 그림 2와 그림 3에서 Te첨가의 결과로 적색감도가 보상 되었음을 알 수 있다.

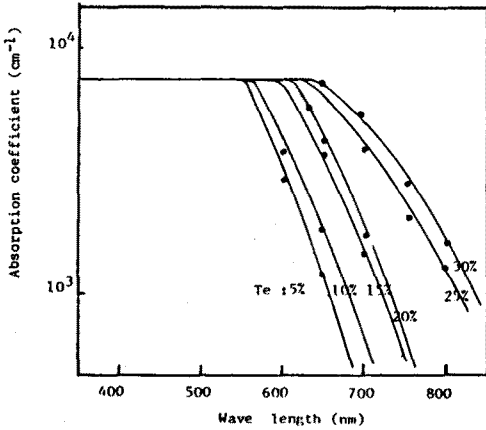


Fig.2. Relation between Te weight percent and absorption coefficient

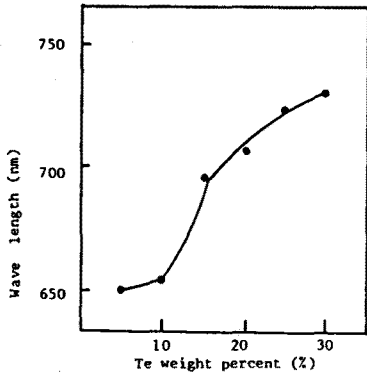


Fig.3. Cut off wave length of spectral response vs. Te weight percent of Se-As-Te monolayer

그림 4는 Te첨가비에 따른 유전상수의 변화를 나타낸 것이다. Te첨가비가 증가함에 따라 유전상수가 증가함을 알 수 있다.

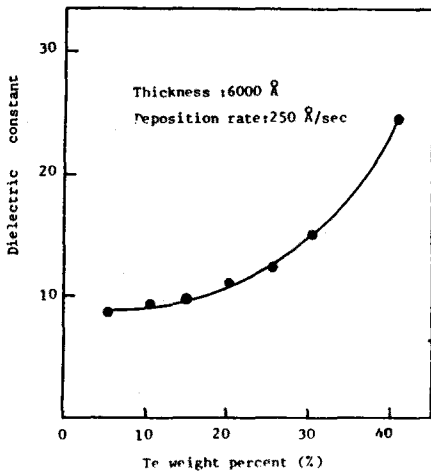


Fig.4. Dielectric constant vs. Te weight percent of Se-As-Te monolayer

그림 5는 Se-As 단층막에서 As의 첨가비가 증가함에 따라 유전상수가 증가함을 보여준다.

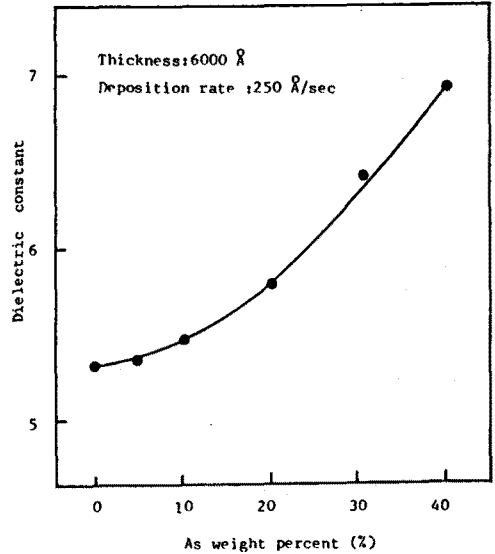


Fig.5. Dielectric constant vs. As weight percent of Se-As monolayer

그림 6은 As첨가비에 따른 광학적 금지대 폭을 나타낸 것이다. As첨가비가 증가함에 따라 광학적 금지대 폭이 커져감을 알 수 있다. 30%첨가시 광학적 금지대 폭이 약 1.7 eV로 나타났다. 여기서 광학적 금지대 폭은 J.Tauc⁽⁵⁾의 근사식에서 구하였다. 그러나 As가 첨가됨에 따라 진자의 포획준위가 많이 생겨 공간전하를 형성한다고 생각한다.

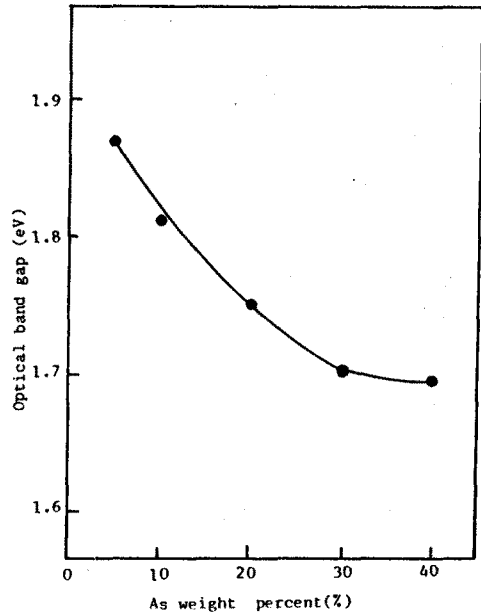


Fig.6. Optical band gap vs. As weight percent of Se-As monolayer

그림 7은 P형 진도기구를 가지는 a-Se의 견결한 열적안정도의 결어와 저색감도 부족을 As와 Te를 첨가 함으로써 해결하여 천연색 현상관에 적합한 구조를 나타낸 것이다. 표 1은 각층의 특성과 역할을 표시하였다.

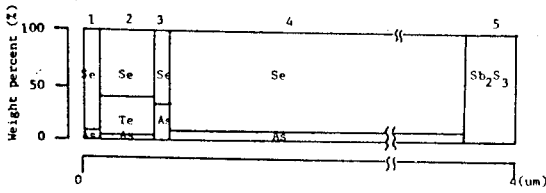


Fig. 7. Composition of photoconductor for image pick-up tube

Table 1. layer of characteristics

1st layer	1. rectifying contact 2. prevention of crystallization(As) 3. prevention of hole injection 4. charge transport region for electron
2nd layer	1. enhancement of red sensitivity 2. dominant photoconductive layer 3. prevention of crystallization(As)
3rd layer	1. charge transport region for hole 2. prevention of crystallization(As)
4th layer	1. image lag adjustment 2. prevention of crystallization(As)
5th layer	1. prevention of secondary electron emission 2. prevention of injection of scanning electron

그림 8은 RC 시상수를 고려하지 않고 Sb₂S₃ 층이없는 4층막의 구성 및 광학외 금지대의 모양을 나타낸 것이다. 각층의 두께는 각각 250Å, 800Å, 125Å 그리고 5800Å이다.

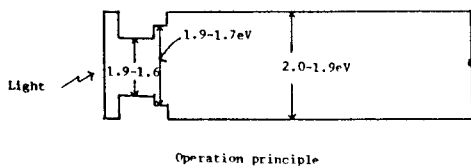
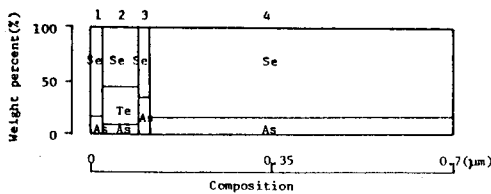


Fig. 8. Overview of multilayer photoconductor

그림 9는 4층막에서 제2층의 Te첨가비에 따른 광감도와 암저항률을 나타낸 것이다. Te첨가비가 증가해도 제2층의 두께가 800Å정도로 적기때문에 광감도와 암저항률은 변화가 없었다. Te첨가비에 따른 저색감도 보상을 그림 10에서 알 수 있다.

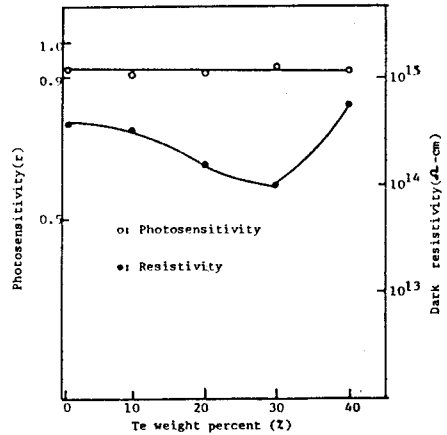


Fig. 9. Photosensitivity and resistivity vs. Te weight percent of multilayer photoconductor

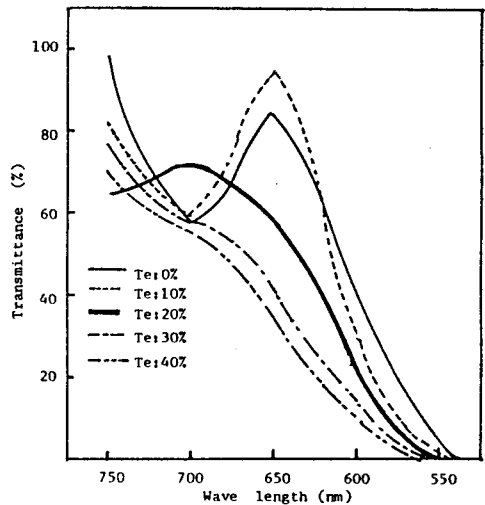


Fig. 10. Transmittance characteristics of multilayer photoconductor

그림 11은 정전용량을 줄어 RC시정수를 맞추기 위해 4층의 두께를 3.9 um정도로 한 다층막의 광감도를 나타낸 것이다. 여기서 광감도 ($r = \ln y / \ln x$)는 0.9이상이며 암저항률도 $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상을 얻어 현상관의 요구조건에 부합한다. (6)

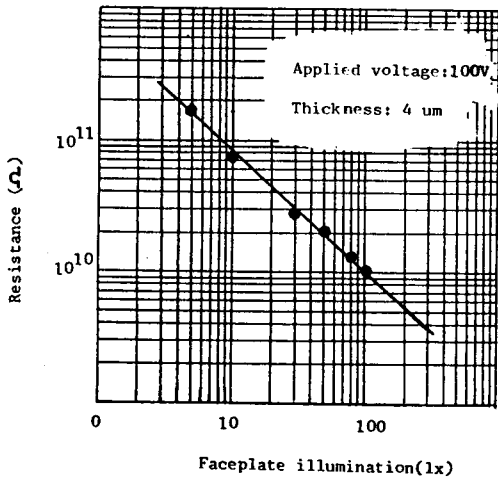


Fig.11. Photosensitivity of four-layered photoconductor for image pick-up tube

4. 결론

a-Se의 결구인 열적 안정도 결어와 저색감도 부족을 As와 Te를 첨가하여 해결하였다. 그리고 다층막제작시 필요한 정전용량과 광학적 금지대 폭을 구하여 촬상관의 요구조건에 부합하는 다층막을 제작하였다.

제작된 다층막은 광감도 0.9 이상이었으며 암저항률도 10¹² Ω·cm 이상이었다. 그리고 제2층의 Te가 첨가비에 따라 저색감도가 보상됨을 알 수 있었다.

이는 천연색 촬상관용에 사용할 수 있는 가능성이 유보되었다.

5. 참고문헌

1. P.K.Weimer, S.V.Forgue, and R.R.Goodrich : The vidicon photoconductive camera tubes, *Electronics*, 23:70, 1951.
2. K.Tateishi, Y.Hoshino : Three-layer photoreceptor(Se-SeTe-Se) with high sensitivity in the long-wave length region, *IEEE Trans. Electron Devices*, Vol. ED-31, No.6, 793-796, 1984.
3. E.Maruyama : Amorphous built-in-field effect photoreceptors, *Jpn.J.Appl.Phys.* 21, 213-223, 1982.
4. 오상광, 박기철, 최규만, 김기완 : 진공 증착시킨 Se광도전막의 전기적 및 광학적 특성, *대한전자공학회 하계종합 학술대회 논문집*, Vol.9, No.1, pp.377-379, 1986.
5. G.D.Cody et al. : Optical characterization of amorphous silicon hydride films, *Solar cell*, 2 :227-243, 1980.
6. Y.Hamakawa : Amorphous semiconductor, *OHM-NORTH-HOLLAND*, Tokyo and Amsterdam, pp.264-269, 1982.
7. N.Goto, Y.Isozaki, K.Shidara, E.Maruyama, T.Hirai, and T.Fujita : SATICON: A new photoconductivity camera tube with Se-As-Te target, *IEEE TRANS. Electron Device*, Vol.ED-21, No.11, 662-666, 1974.