

붕소 도핑된 수소화 비정질 실리콘박막의 광도전특성

박옥봉, 박기철, 박창배, 김기환  
경북대학교 전자공학과

Photoconductive properties of B-doped hydrogenated amorphous silicon thin films

Wu-Dong Park, Ki-Chul Park, Chang-Bae Park, Ki-Wan Kim  
Dept. of Electronics, Kyungpook National University

Abstract

Photoconductive properties of B-doped hydrogenated amorphous silicon thin films prepared by the RF glow discharge decomposition of  $\text{SiH}_4\text{-B}_2\text{H}_6$  gas mixtures have been investigated.

Experimental results showed that the B-doped hydrogenated amorphous silicon thin films have high photosensitivity and good optical absorption. Therefore these thin films can be used for the photoconductive layer of the vidicon target.

본 연구에서는 할상관용 광도전막에 응용하기 위한 붕소 도핑된 수소화 비정질 실리콘 박막을 제작하고 이의 광도전특성을 조사하였다.

2. 시편제작 및 측정

시편은 rf sputtering system(ANELVA SPF-210B)을 사용하여  $\text{SiH}_4$  및  $\text{B}_2\text{H}_6$ 의 혼합기체를 RF (13.56 MHz) 글로우 방전으로 분해하여 제작하였다. 이때  $\text{SiH}_4$  및  $\text{B}_2\text{H}_6$ 은 각각 Ar에 10%와 1%로 희석된 것을 사용하였다. 글로우 방전시의 동작조건은 표1에 서와 같다.

1. 서론

수소화된 비정질 실리콘(a-Si:H)은 결정질 실리콘에 비해 광학적 특성이 우수하여<sup>1)</sup> 전자복사기,<sup>2)</sup> 광도전형 할상관용에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다.

그림1은 vidicon target의 구조를 나타낸 것이다.<sup>5)</sup> target은 유리기판, 투명도전막, 광도전막으로 이루어지며 빛이 조사되면 광도전막에 carrier가 발생하고 전자선 주사에 의해 입사광에 비례하는 신호전류가 부하저항을 통해 검출된다.

Table 1. Preparation conditions of B-doped a-Si:H

Substrate temperature	25-350°C
RF power	40 W
$\text{SiH}_4$ flow rate	10-20 sccm
$\text{B}_2\text{H}_6 / \text{SiH}_4$	$5 \times 10^{-2} - 7 \times 10^{-3}$
Gas pressure	0.3 Torr
Thickness	0.5-2.0 $\mu\text{m}$

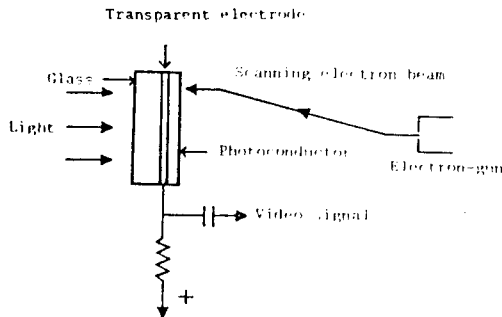


Fig. 1. The fundamental structure of the vidicon target

이때 기판으로는 ITO(Indium Tin Oxide)가 증착된 유리 및 현미경용 슬라이드유리(Kimble)를 사용하였으며, 직경 3mm의 금속 mask를 사용하여 Al을 진공증착하고 이를 전극으로 사용하였다. 광감도는 코드계(YEW 3281)와 고저항계(H.P. 4329A)를 사용하여 측정하였다. 정전용량은 LCR미터(H.P. 4332A)로 측정하였다. 광흡수계수와 광학적 밴드갭은 분광광도계(PYE UNICAM PU 8800)를 사용하여 부과율을 측정하여 구하였다. 시편의 두께는 Å-scope(VARIAN 980-4000)로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 기판온도의 변화에 대한 광감도의 변화를 나타낸 것이다. 이때 광감도는 조도의 변화에 대한 비저항의 변화를 나타내며 250 °C의 기판온도에서 가장 높은 광감도를 보인다.

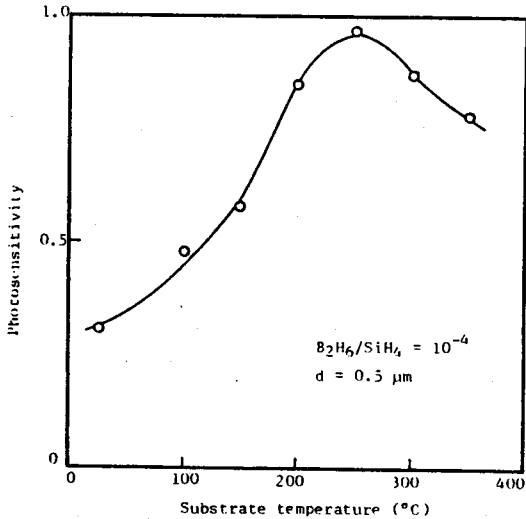


Fig. 2. Photosensitivity as a function of substrate temperature

그림 3은 B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/SiH<sub>4</sub>의 변화에 대한 광감도의 변화를 나타낸 것이다. 도핑 가스비가 증가함에 따라 광감도는 감소함을 보이나, 10<sup>-3</sup>이하에서는 0.9이상의 높은 광감도를 나타낸다. 그림 4는 기판온도와 B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/SiH<sub>4</sub>를 각각 250 °C, 10<sup>-4</sup>으로 하여 제작한 α-Si:H의 광전변환특성을 나타낸 것으로 0.97의 높은 광감도를 보여 준다. 활성관용 광도전막의 광감도는 0.7이상이 요구된다.

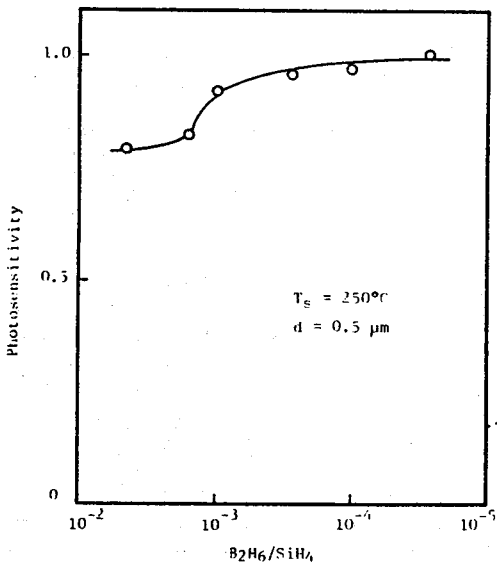


Fig. 3. Photosensitivity as a function of doping gas ratio

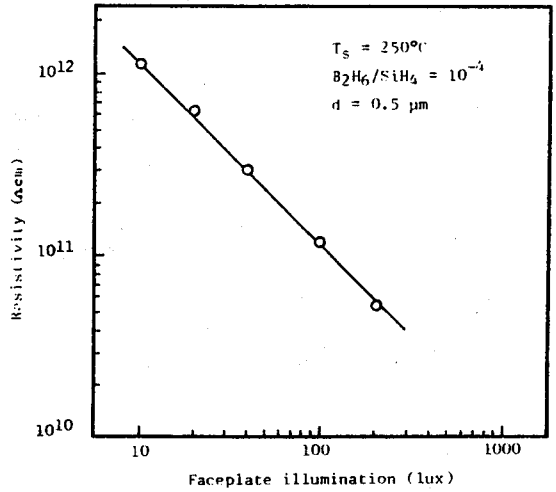


Fig. 4. Light transfer characteristic of B-doped α-Si:H photoconductive layer

그림 5는 두께의 변화에 대한 광감도의 변화를 나타낸 것이다. 두께가 2 μm으로 증가함에 따라 광감도는 감소함을 보인다.

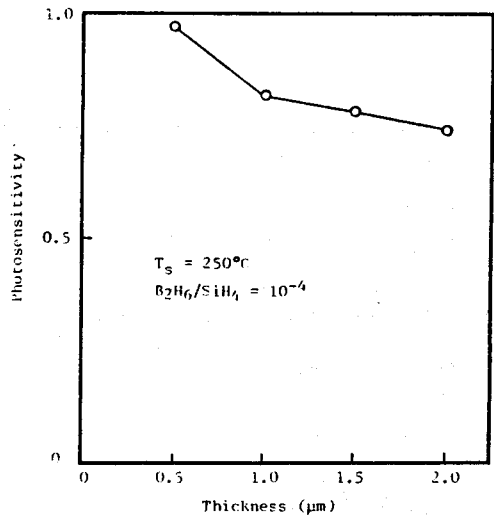


Fig. 5. Photosensitivity as a function of thickness

그림 6은 두께의 변화에 대한 정전용량의 변화를 나타낸 것으로 제작된 박막의 유전상수는 10.2 정도임을 알 수 있다.

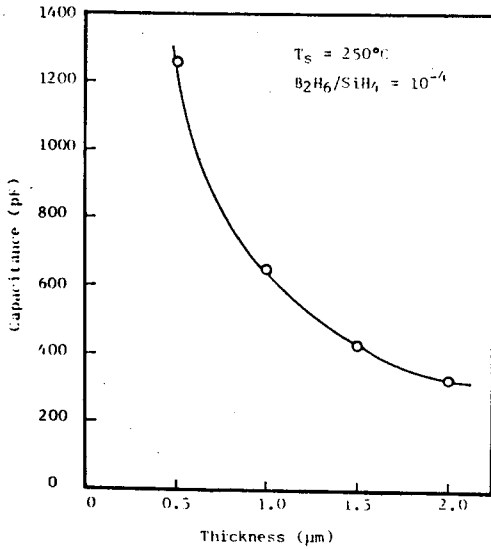


Fig. 6. Capacitance as a function of thickness

그림 7은 두께의 변화에 대한 분광투과율을 나타낸 것으로 두께가 증가함에 따라 광흡수는 증가되어 2μm의 두께에서는 파장 600nm 인 빛도 거의 흡수됨을 보여 준다.

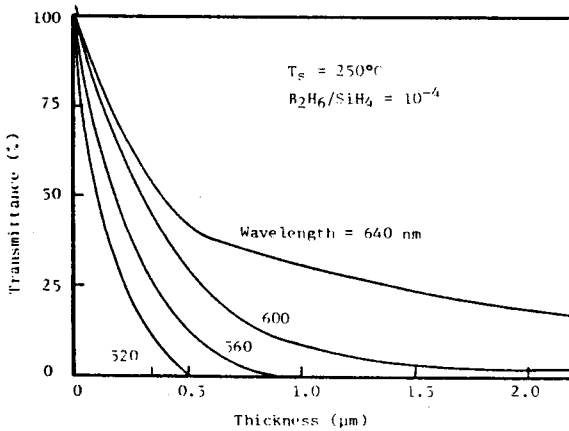


Fig. 7. Spectral transmittance as a function of thickness

그림 8은 파장 300-800nm의 가시광 영역에서 특정한 투과율의 결과로부터 구한 흡수계수를 나타낸 것이다. 그림 9는 광에너지에 대한  $(\alpha h\nu)^{1/2}$ 을 나타낸 것으로 광학적 밴드갭은 1.72eV를 나타낸다.

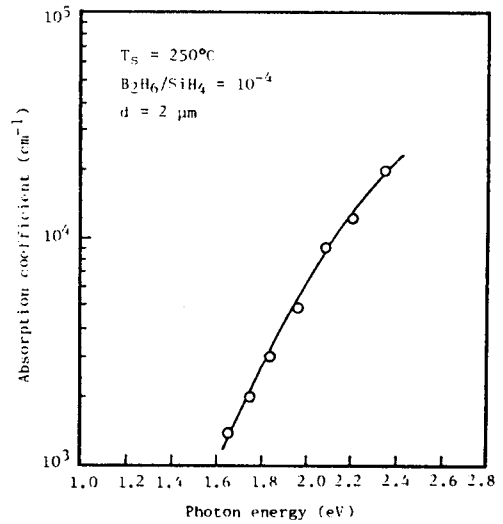


Fig. 8. Absorption coefficient for B-doped a-Si:H

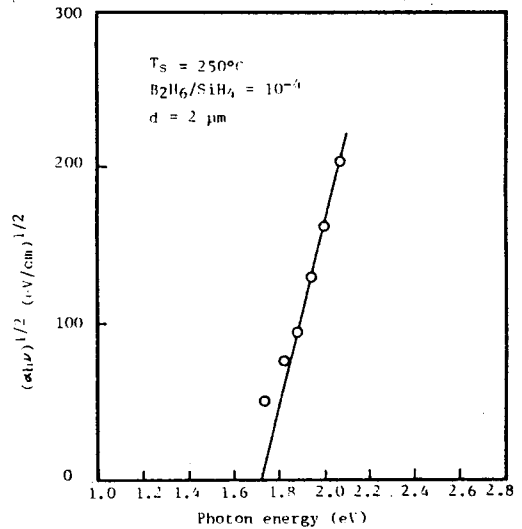


Fig. 9. Optical band gap for B-doped a-Si:H

#### 4. 결 론

SiH<sub>4</sub> 및 B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>의 혼합기체를 RF 글로우 방전으로 분해하여 붕소 도핑된 수소화 비정질 실리콘박막을 제작하였다. 기판온도는 250 °C, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/SiH<sub>4</sub>은 10<sup>-3</sup>이하의 조건에서 광감도가 0.9이상의 높은 값을 나타냈다. 두께 2μm인 a-Si:H(B)의 광학적 밴드갭은 1.72eV이었다. 제작된 a-Si:H(B)은 할상관용 광도전막으로 사용가능함을 보였다.

5. 참고 문헌

1. S. M. Sze, Physics of semiconductor devices, 2nd ed., pp. 825-830, John wiley & sons, New York, 1981.
2. Isamu shimizu et al., Photoreceptor of a-Si:H with diodelike structure for electrophotography, J. Appl. Phys., 52, pp. 2776-2781, 1981.
3. Y. Imamura et al., Photoconductive imaging using hydrogenated amorphous silicon film, Appl. Phys. Lett., 35, pp. 349-351, 1979.
4. Isamu Shimizu et al., Vidicon target of a p-i-n structure using a-Si:H, J. Appl. Phys., 51, pp. 6422-6423, 1980.
5. Kasturi L. Chopra and Inderjeet Kaur, Thin film device applications, pp. 111-114, Plenum press, New York and London, 1983.