

밀착형 선형 영상감지소자를 위한 a-Si:H막의 특성

(Characteristics of a-Si:H Films for Contact-type Linear Image Sensor)

吳 相 洸,* 朴 昱 東,** 金 基 完**

(Sang Kwang Oh, Wug Dong Park, and Ki Wan Kim)

要 約

사일렌과 수소의 혼합분위기에서 RF 글로방전 분해법을 이용한 밀착형 선형 영상감지소자를 제작하여 막의 두께, RF 전력, 기판온도 및 분위기에 따른 전기적 및 광학적 특성을 조사하였다. ITO/i-a-Si:H/Al 구조의 막은 광전감도 0.85를 나타내었다. 또한 5V 바이어스 및 적색광도 $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 하에서 광전류 대 암전류의 비 (I_{ph}/I_d)는 150을 나타내었으며 녹색광도 $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 하에서는 100을 나타내었다. 광캐리어의 수송기구 및 $\mu\tau$ 값을 구하기 위해 광원 및 제작조건을 변화시키면서 그 값을 구하였다. 역방향 바이어스와 녹색광원을 사용하였을 때 제작된 선형 영상감지소자의 $\mu\tau$ 값은 약 $1.5 \times 10^{-9}\text{cm}^2/\text{V}$ 이었다.

Abstract

Contact-type linear image sensors have been fabricated by means of RF glow discharge decomposition method of silane and hydrogen mixtures. The dependences of the electrical and optical properties of these sensors on thickness, RF power, substrate temperature and ambient gas pressure have been investigated. The ITO/i-a-Si:H/Al structure film shows photosensitivity of 0.85 and photocurrent to dark current ratio (I_{ph}/I_d) of 150 at 5V bias voltage under $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ red light intensity. Under $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ green light intensity, the ratio is 100. In order to investigate photocarrier transport mechanism and to obtain $\mu\tau$ product we have measured the I-V characteristics of these sensors fabricated with several different deposition parameters under various light sources. The linear image sensor for document reading has been operated under reverse bias condition with green light source, resulting in $\mu\tau$ product of about $1.5 \times 10^{-9}\text{cm}^2/\text{V}$.

*正會員, 昌信專門大學 電子科

(Dept. of Elec. Eng., Changshin Junior College)

**正會員, 慶北大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)

接受日字: 1991年 6月 15日

(※ 이 논문은 1990년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 지방대육성 학술연구조성비에 의하여 연구 되었음.)

I. 서 론

비정질 실리콘(a-Si)은 금지대내에 국부준위가 많아 불순물의 도핑이 어려웠으며 전기적 특성이 좋지 못하다는 문제점이 있었다. 그 후 W. E. Spear 등^[1]이 불순물 (P 혹은 B)을 도핑시킨 양질의 수소화된 비정질 실리콘을 제작하였으며 이를 계기로 하여 a-Si:H에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다.^[2-5] 수소화된 비정질 실리콘은 결정질 실리콘에 비해 전기

전도도 및 캐리어의 이동도 등의 전기적 특성은 비교적 낮지만 가시광 영역에서의 광흡수계수, 광학적 밴드갭 및 광전도도 특성이 우수하다. 이 특성을 이용한 태양전지, 비디콘형 촬상관, 박막트랜지스터(TFT), 복사기용 드럼 및 1차원 영상감지소자 등이 개발되고 있다.

a-Si:H막의 전기적 및 광학적 특성은 시편 제작시의 기판온도, 분위기 가스압 등의 증착조건에 따라 변화한다.^{6,7} 본 연구에서는 픽시밀리용 1차원 영상감지소자에 적합한 a-Si:H막 (광전감도 0.7이상, 광전류 대 암전류의 비 100이상)을 제작하기 위해 RF 글로방전분해를 이용한 PECVD법으로 앞서 언급된 여러가지 조건을 변화시키면서 동종접합을 가진 광다이오드를 제작하고 그의 전기적 및 광학적 특성을 조사하였으며 각 변수에 따른 $\mu\tau$ 값을 구하였다.

II. 실험 및 측정

1. 시편 제작

그림1은 1차원 영상감지소자의 구조를 나타낸 것이다. 광도전막의 기판으로는 Corning 7059 유리를 사용하였다. 기판위에 전자선가열증착기 (Varian 3118)를 이용하여 ITO 투명전극을 1000Å의 두께로 증착하였다. 이 투명전극에 대한 가시광영역의 투과율은 87~93%였고 면저항은 $12\Omega/\square$ 였다.⁸ ITO하부전극의 패턴은 사진식각법을 이용하여 그림1과 같이 형성하였다. a-Si:H 광도전막을 얻기 위해 먼저 반응실의 초기 진공도를 3×10^{-6} Torr 정도로 유지하고 히터를 가열시켜 기판온도가 안정되면 수소 가스로 1Torr의 분위기압에서 글로방전시켰다. 이후 RF 글로방전장치를 작동시켜 i-a-Si:H(undoped)막을 형성시켰다. 이 때 사용된 사일렌 (SiH₄) 가스는 아르곤(Ar) 가스에 10% 희석된 것을 사용하였다.

2. 측정

시편의 두께는 Å-scope(Varian 980-4000), α -step (Tencor 100) 및 ellipsometer (Gaertner L116B) 로 측정하였다. 이 때 전류-전압특성은 electrometer (Keithley 617)로 측정하였고 광원은 100mW/cm²의 광도를 갖는 표준 텅스텐-할로겐 램프와 녹색 LED ($\lambda=5600\text{\AA}$) 및 적색 LED ($\lambda=6600\text{\AA}$) 이었다. a-Si:H막의 전류-전압특성은 ITO에 양의 전압을 인가하여 역방향 바이어스시켰으며 제작 조건에 따른 특성을 측정하였다. 광전류 및 암전류의 측정온도는 상온으로 하였다. 또한 광도의 측정은 광도계(Tektronix J6502)로 측정하였으며 활성화 에너지는 진공 챔버내에서 온도의 변화에 따른 전도도의 변화를 측

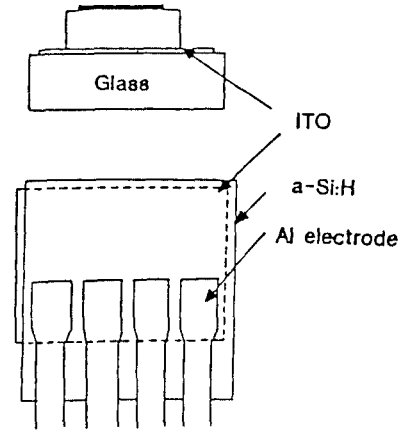


그림 1. 1차원 영상감지소자의 구조

Fig. 1. Schematic structure of a linear image sensor.

정하여 구하였다. 이 때 온도의 변화는 IC(iron-constantan) 열전대를 사용하여 측정하였으며 전도도의 변화는 electrometer (Keithley 617)를 이용하였다. 전극의 면적은 2mm²로 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 두께변화에 따른 i-a-Si:H막의 특성

비정질 실리콘 박막의 전도도는 제작조건 및 측정 분위기에 따라서 민감한 영향을 받는 것으로 보고되고 있다. 기판위에 비정질 실리콘이 증착될 때 기판과 a-Si:H의 계면은 구조적 및 조성적인 불균일성이 존재하게 되며, 또한 공기와 박막이 접촉할 때 N₂O 등이 도우너형 트랩으로 작용하기 때문에 부분적인 공간전하가 축적되게 된다. 즉 이러한 기판과 막과의 계면 및 막과 공기와의 계면에서의 페르미 준위는 막의 내부 (bulk)에서의 준위와 다르게 되어 밴드밴딩이 일어나게 된다.^{9,10}

그림2는 막의 두께에 따른 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 이 때 광원은 텅스텐-할로겐 램프를 이용하였으며 입사광도는 200 μ W/cm²였다. 이 때 가스압, 수소유량, 기판온도 및 사일렌유량은 각각 300 mTorr, 10sccm, 250°C 및 20sccm으로 고정하였다. 먼저 두께가 0.17 μ m의 경우 인가전압의 증가에 따라 암전류가 급격히 증가하였으며 광전류 대 암전류의 비 (I_{ph}/I_d)는 1.2이하를 나타내었다. 두께가 증가함에 따라 이 비는 증가하였으며 0.5 μ m 이상에서는 100 이상을 나타내었다. 암전류가 급격히 증가하는 경우의 전장을 천이전장으로 정의하면 1 μ m 두께의

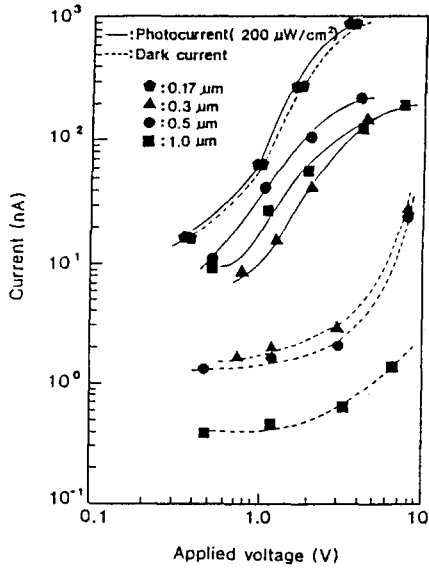


그림 2. 막의 두께에 따른 전류-전압특성
 Fig. 2. Dependence of I-V characteristics on film thickness.

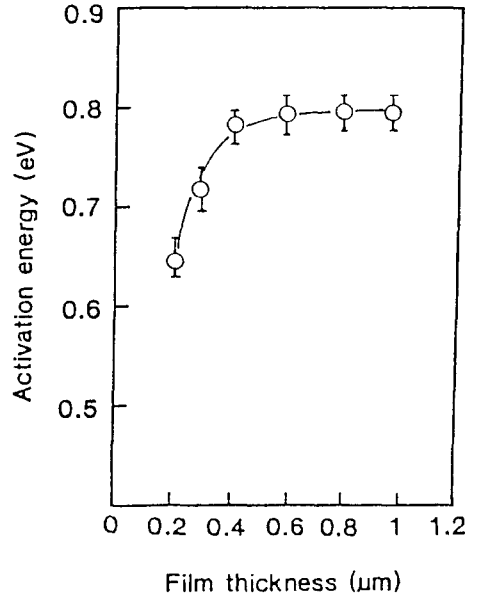


그림 3. 두께에 따른 막의 활성화에너지의 변화
 Fig. 3. Dependence of activation energy on film thickness.

경우 이 값은 $5 \times 10^4 \text{ V/cm}$ 이었다. 양극접촉 즉 ITO에서 밴드가 평탄해지는 전장을 천이전장이라고 할 때 이보다 큰 전장에서는 ITO 전극으로부터 정공전류가 급격히 증가하는 원인이 된다.

그림3은 두께에 따른 막의 활성화에너지(E_a)의 변화를 나타낸 것이다. 활성화에너지의 변화는 Arrhenius plot을 이용하여 구하였다. 비정질 실리콘에서의 온도에 따른 dc 암전도도 특성은 다음 식과 같이 표현된다.¹¹⁾

$$\sigma = \sigma_0 \exp[-(E_c - E_F)/kT] \quad (1)$$

여기서 E_F 는 페르미준위 에너지이며 $E_c - E_F$ 는 활성화 에너지를 나타낸다. 전극의 구조는 coplanar 형이었으며, 진공챔버내에서 열처리온도를 150°C 로 하여 30분간 열처리하여 표면에 흡착된 흡착제를 탈착시켰다. 이후 온도를 서서히 상온까지 내리면서 온도에 따른 암전도도를 구하였다. 두께가 증가함에 따라 활성화에너지는 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. $0.17\mu\text{m}$ 의 경우 활성화에너지는 0.63eV 정도였으며 $0.5\mu\text{m}$ 이상에서는 0.8eV 정도로 포화되었다. 이는 두께의 증가에 따라 벌크효과가 우세함에 따른 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 i-a-Si:H막은 4000\AA 이하의 경우 암전도도에 미치는 계면 효과가 크고 그 이상의

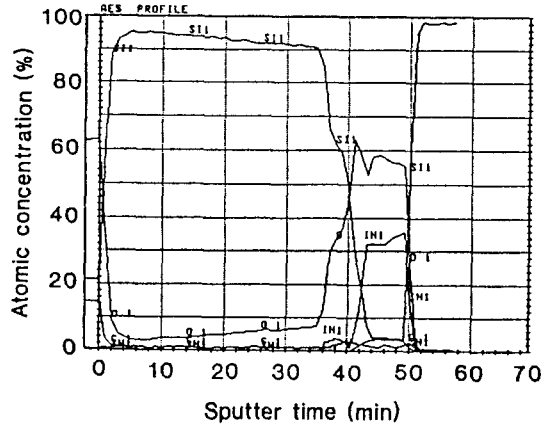


그림 4. i-a-Si:H/ITO/c-Si구조의 두께에 따른 AES 분석
 Fig. 4. AES in-depth profile of i-a-Si:H/ITO/c-Si structure.

경우에는 벌크효과가 커짐을 알 수 있다.

그림4는 i-a-Si:H/ITO 구조를 가진 막의 AES 분석을 나타낸 것이다. 샌드위치 구조의 경우에 막의 증착시 i-a-Si:H/ITO 계면에 투명전극으로부터의 인듐(In) 성분이 i-a-Si:H막의 내부로 침투하여 계면의 전도도를 증가시키게 된다. 이러한 특성 때문

에 샌드위치 구조를 가진 막의 경우에 단파장광 및 장파장광의 사용에 따라 이 막의 광전변환특성이 서로 다를 것으로 생각된다. 즉 흡수계가 낮은 장파장광(적색)이 입사하는 경우 벌크에서 전자-정공쌍이 생성되지만, 흡수계수가 큰 단파장광(녹색)이 입사하는 경우 광의 입사면에 가까운 쪽에 전자-정공쌍이 생성되므로 이 부근의 트랩을 줄여야 한다.

문서독출용(read out) 광다이오드(1차원 영상감지소자)는 순방향 바이어스 상태로 작동되는 태양전지와는 반대로 역방향 바이어스 상태하에서 작동된다. 이 때 광다이오드는 높은 광전감도를 가져야 하며 높은 광전류와 암전류의 비(I_{ph}/I_d)를 가져야 한다. 광원의 종류로 구별하면, 태양전지의 경우 비교적 넓은 분광영역을 갖는 태양광이 사용되지만 영상감지소자의 경우는 녹색광($\lambda=5600\text{\AA}$) 혹은 적색광($\lambda=6600\text{\AA}$)이 주로 사용된다. 즉 태양전지는 광이 입사되는 곳에서부터 막두께의 분포상으로 볼 때 막 전체가 균일한 조명하에서 작동되지만 영상감지소자는 국부적인 조명하에서 작동된다.

그림5는 국부적인 조명하의 개략적인 밴드 다이어그램을 나타낸 것이다. 그림에서 L 은 시편의 두께, l_a 는 광학적 흡수계수(α)의 역수이다.

장파장광(적색광)에 대하여 Poisson방정식 및 연속방정식을 이용하면 다음 식이 얻어진다.^{12,13)}

$$J = q \cdot G \cdot l_c [1 - \exp(-L/l_c)] \quad (2)$$

$$l_c = (\mu_n \cdot \tau_n + \mu_p \cdot \tau_p) E \quad (3)$$

여기서 E 는 인가전압, l_c 는 전하의 평균이동거리이다. 한편 전하의 평균이동거리는 전자와 정공의

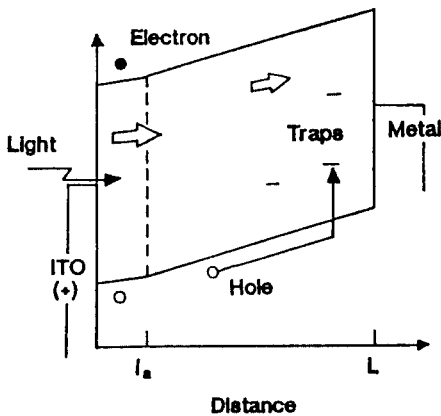


그림 5. 비균일 조명(녹색광)하의 밴드 다이어그램
Fig. 5. Schematic band diagram under the inhomogeneous light illumination.

드리프트 길이의 합이다. 이때 경계조건은 다음과 같이 주어진다.

$$p=0 \text{ at } x=0, n=0 \text{ at } x=L \quad (4)$$

여기서 $x=0$ 및 $x=L$ 은 각각 ITO접촉 및 Al접촉까지의 거리를 나타낸다. 큰 l_c/L 의 경우 식(2)는 전류가 $q \cdot G \cdot L$ 로 포화되며 작은 l_c/L 의 경우 막의 내부에서 큰 재결합이 일어나 전류는 ohm 법칙 $J = q \cdot G \cdot l_c$ 로 주어진다. 단파장광(녹색광)의 경우 $x=0$ 에서 $x=l_a$ 까지 캐리어가 생성되고 $x=l_a$ 에서 $x=L$ 까지는 캐리어의 수송이 일어난다. ITO전극이 양으로 바이어스되어 있으므로 전자는 ITO쪽으로 정공은 금속전극쪽으로 이동한다. $x=l_a$ 이상에서는 전자의 농도가 아주 작으므로 캐리어의 생성과 재결합을 무시할 수 있다. 따라서 전류는 다음 식으로 주어진다.

$$J = q \cdot G \cdot l_c [1 - \exp(-l_a/l_c)] \quad (5)$$

여기서 경계조건은 다음과 같다.

$$p=0 \text{ at } x=0, n=0 \text{ at } x=l_a \quad (6)$$

재결합이 없을 경우($l_c \gg l_a$) 최대전류 J_m 은 $q \cdot G \cdot l_a = q \cdot N$ 이다. 또한 N 은 막에 흡수된 광자의 수를 나타낸다. 흡수계수가 크거나 혹은 인가된 전장이 클 때 재결합률은 생성율에 비해 무시될 수 있다. 녹색광의 경우 l_a 영역까지 캐리어의 생성 및 재결합이 일어나며 그 이상의 영역에서는 캐리어가 포획된다. 이 경우 i 층의 전장은 포획된 전하에 의해 바뀌어진다. 따라서 윗 식을 적용하는데 제한성이 따른다. 이와 같이 광전류-전압특성에서 측정된 대부분의 전류는 캐리어 수송영역을 통과하는 정공에 의한 것이다. 만약 $\mu\tau \cdot E$ 가 두께보다 작고 l_a 보다 크면 캐리어는 포획되어 공간전하를 형성할 것이다. 이에 반해 $\mu\tau \cdot E$ 가 막의 두께보다 크면 대부분이 포획되지 않고 통과하여 전류는 포획될 것이다. 이 경계전장을 천이전장 E_{tr} 이라 하면 다음 식으로 표현된다.

$$\mu\tau \cdot E_{tr} = L \quad (7)$$

광다이오드의 전류-전압특성은 i 층의 특성에 크게 의존한다. 이 i 층내부의 상태밀도나 밴드갭의 특성이 주로 내부전장의 균일성 혹은 캐리어의 $\mu\tau$ 에 기인하는 것으로 알려져 있지만 어느 것이 더 우세한지는 아직 분명치 않다.

본 연구에서는 이 이론을 바탕으로 하여 광원의 종류에 따른 전류의 주된 변화를 캐리어의 $\mu\tau$ 변화로 생각하고 각 식에 대한 적용범위의 제한성을 연

구 및 역방향으로 바이어스된 1차원 영상감지소자에 적합한 식을 제시하여 실험자료와 함께 이를 분석하고자 하였다.

2. RF 전력에 따른 i-a-Si:H막의 특성

그림6은 적색광하에서 i-a-Si:H막의 RF 전력에 따른 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 이 때 가스압, 수소유량, 기판온도, 사일렌 유량 및 두께는 각각 300 mTorr, 10sccm, 250°C, 20sccm 및 1 μ m로 고정하였다. 또한 광전류를 측정하기 위한 광도는 200 μ W/cm²로 하였다. 광전류와 암전류의 비인 I_{ph}/I_d 는 광도전막을 영상감지기에 사용할 경우 영상의 흐림정도를 판정하는 기준이 된다. 인가전압 5V에서 I_{ph}/I_d 값은 i-a-Si:H막 제조시 RF 전력을 10, 20 및 40W로 하였을 때 각각 190, 175 및 8이었다. 이는 RF 전력의 증가함에 따라 높은 에너지를 갖는 이온 등이 a-Si:H막에 충돌하여 결함이 생성되기 때문으로 생각된다.

식(2)의 $J=q \cdot G \cdot l_c [1 - \exp(-L/l_c)]$ 에서 캐리어의 재결합이 없고 동시에 $L \gg l_c$ 이면 최대전류는 $J_m = q \cdot G \cdot L$ 은 입사되는 광자의 수를 나타낸다. 광도가 200 μ W/cm²이므로 이를 환산하면 5.6×10^{14} photons/cm²·sec이다. 이를 계산하면 약 9×10^{-7} A이며 측정된 전류는 2×10^{-7} A였다. 이 차이는 공기-유리계면, 유리-ITO계면의 반사, 막의 계면효과 및 인듐 확산 효과

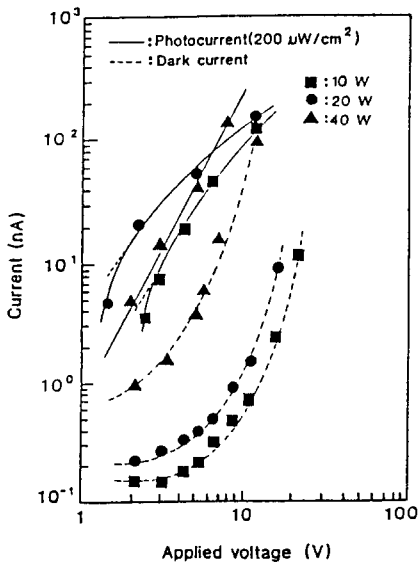


그림 6. 적색광하의 RF 전력에 대한 I-V특성
Fig. 6. Dependence of I-V characteristics on RF power under red light illumination.

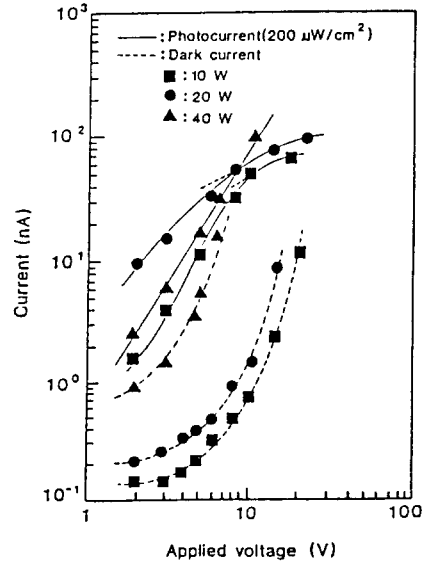


그림 7. 녹색광하의 RF 전력에 대한 I-V특성
Fig. 7. Dependence of I-V characteristics on RF power under green light illumination.

때문인 것으로 생각된다.

그림7은 녹색광하에서 i-a-Si:H막의 RF 전력에 따른 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 이 때 광도는 200 μ W/cm²이었다. 광전류 대 암전류의 비인 I_{ph}/I_d 는 RF 전력을 10, 20 및 40W로 하였을 때 각각 60, 75 및 3.6이었다.

광원에 따른 전류-전압특성의 결과에서 녹색광원의 경우에는 적색광원의 경우보다 광전류가 상대적으로 낮은 값을 나타내었다. 이는 녹색광원의 파장의 침투깊이가 약 0.2 μ m이므로 적색광원보다 계면효과 및 인듐의 확산에 따른 전기장의 감소에 따른 영향이 훨씬 큰 것으로 생각된다. 따라서 녹색광원을 사용하는 경우 인듐의 확산을 억제시키는 방법도 필요하다.

광원에 따른 전류-전압특성으로부터 $\mu\tau$ 값을 구하기 위해서 광전류 I_{ph} 가 암전류 I_d 보다 적어도 10배 이상 커야 한다. 이는 암전류가 광전류에 영향을 미치지 않도록 하기 위함이다. 따라서 I_{ph}/I_d 의 비가 10배 이상인 조건하에서 광전류가 공간전하 제한전류 영역으로부터 포화영역으로 바뀌는 지점을 이용하여 $\mu\tau$ 값을 구하였다. I_{ph}/I_d 의 비가 10배 이하인 경우 및 천이전장이 존재하지 않는 경우는 $\mu\tau$ 값을 구하지 않았다. 적색광이 입사될 때 수송되는 광캐리어는 전자 및 정공이 된다. 따라서 유효 $\mu\tau$ 는 $\mu\tau = (\mu_e \tau_e + \mu_p \tau_p)$ 으로 된다. 반면 녹색광의 경우 ITO가 양

으로 바이어스되어 있으므로 수송에 관련된 캐리어는 정공이 된다. 따라서 $\mu\tau$ 값은 $\mu\tau \approx \mu_0\tau_0$ 로 표현된다. 적색광 및 녹색광이 입사될 때 각각 식(2) 및 (5)를 사용하여 $\mu\tau$ 값을 구하면 광원에 따라 $\mu\tau$ 값이 크게 변화한다. 특히 녹색광(단파장광)이 입사될 때 위 식을 적용하는 것은 몇가지 문제점을 가지고 있다. 즉 0.2 μm 까지는 전자-정공쌍이 생성 및 재결합이 일어나지만 그 이상의 영역에서는 캐리어의 수송이 일어난다. 이 수송영역에서 캐리어의 포획이 일어나 막에 가해지는 전장의 모양이 바뀌게 된다. 따라서 전장이 일정하다고 가정하여 해를 구한 식(5)는 타당하지 않게 된다. 반면 적색광(장파장광)의 경우는 캐리어의 수송 및 생성이 막전체에서 일어나 인가바이어스가 전장이 되므로 식(2)를 적용하는 것이 가능하리라 생각된다.

본 연구에서는 적색광이 입사될 경우 식(2)를 적용하였으며 녹색광이 입사될 경우 식(7)을 이용하여 $\mu\tau$ 값을 구하였다.

표1은 각 광원하의 전류-전압특성으로부터 계산된 $\mu\tau$ 값을 나타낸 것이다.

표 1. RF 전력에 따른 $\mu\tau$ 값

Table 1. Dependence of $\mu\tau$ product on RF power.

RF power (W)	10	20
$\mu\tau$ (red) (cm^2/V)	2.0×10^{-9}	1.6×10^{-9}
$\mu\tau$ (green) (cm^2/V)	1.2×10^{-9}	1.4×10^{-9}

3. 기판온도에 따른 i-a-Si:H막의 특성

그림8은 녹색 광원하에서 기판온도에 따른 전류-전압특성이다. 이 때 RF 전력, 사일렌유량, 분위기 가스압, 수소유량 및 두께는 각각 20W, 20sccm, 300mTorr, 10sccm 및 1 μm 로 하였다. 입사광도는 200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 이었으며 기판온도를 50, 250 및 350 $^\circ\text{C}$ 로 하였을 때 I_{ph}/I_d 값은 각각 2.2, 60 및 20이었다. 기판온도 50 $^\circ\text{C}$ 에서는 광전감도 [$(\Delta \ln(I)/\Delta \ln(\text{Lux}))$]도 0.3정도로 낮았으며 또한 광전류가 포화되지 않아 $\mu\tau$ 값을 구하지 않았다. 350 $^\circ\text{C}$ 에서는 막내의 수소가 이탈하여 실리콘과의 결합이 미약해진 것으로 생각된다.

4. 분위기 가스압에 따른 i-a-Si:H막의 특성

그림9는 녹색광하에서 가스압에 따른 i-a-Si:H막의 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 이 때 수소유량, RF 전력, 기판온도, 사일렌유량 및 두께는 각각 10sccm, 20W, 250 $^\circ\text{C}$, 20sccm 및 1 μm 로 고정하였다.

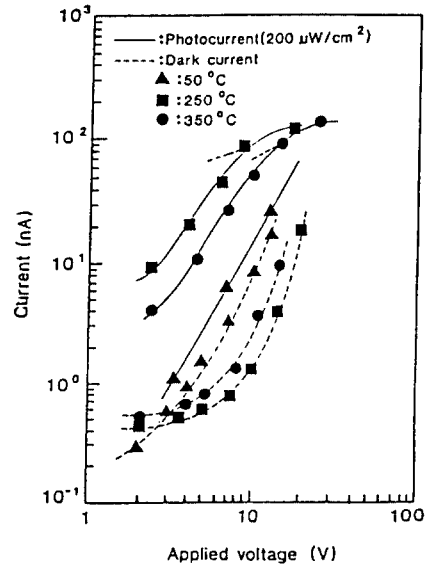


그림 8. 녹색광원하에서 기판온도에 대한 I-V 특성
Fig. 8. Dependence of I-V characteristics on substrate temperature under green light illumination.

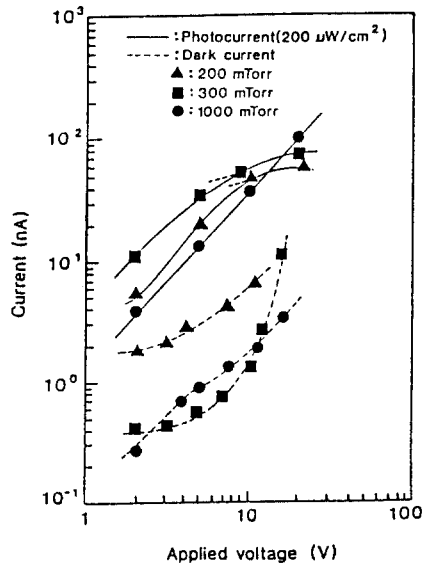


그림 9. 녹색광하의 가스압에 따른 i-a-Si:H막의 I-V 특성
Fig. 9. Dependence of I-V characteristics on ambient gas pressure under green light illumination.

이 때 입사광도는 $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 이었다. 분위기 가스압이 200, 300 및 1000mTorr에서 측정된 I_{ph}/I_d 값은 각각 8, 67, 16이었다. 100mTorr에서는 광전류가 포화되는 경향이 없어 $\mu\tau$ 값을 구하지 않았다.

표2는 각 광원하의 전류-전압특성으로부터 측정된 기판온도 및 분위기압에 따른 $\mu\tau$ 값의 변화를 나타낸 것이다.

표 2. 기판온도 및 분위기압에 따른 $\mu\tau$ 값

Table 2. Dependence of $\mu\tau$ product on substrate temperature and gas pressure.

sub temp. (°C)	250	350
$\mu\tau(\text{green}) (\text{cm}^2/\text{V})$	1.2×10^{-9}	0.8×10^{-9}
pressure (mTorr)	200	300
$\mu\tau(\text{green}) (\text{cm}^2/\text{V})$	1.2×10^{-9}	1.5×10^{-9}

IV. 결 론

RF 글로방전 분해법을 이용하여 1차원 영상감지 소자로 사용 가능한 수소화된 비정질 실리콘막을 제작하였다. 두께, RF 전력, 기판온도 및 가스압을 여러가지로 변화시키면서 i-a-Si:H막의 전기적 및 광학적 특성을 조사하였다. 두께를 $1\mu\text{m}$, RF 전력을 20W, 사일렌유량을 20sccm, 가스압을 300mTorr, H_2/SiH_4 비를 0.5 및 기판온도를 250°C 로 하였을 때의 광전감도 ($\Delta \ln(I)/\Delta \ln(\text{Lux})$)는 0.85이상으로 우수하였으며 이 조건하에서 제작된 i-a-Si:H막의 광학적 밴드갭은 1.8eV였다.

광캐리어의 수송기구를 조사하기 위해 광원의 종류에 따른 $\mu\tau$ 값을 계산하였다. 적색광을 사용하였을 때 빛의 투과깊이는 $1\mu\text{m}$ 정도로 막전체의 두께에 해당하였다. 이 때 광캐리어는 전자 및 정공이 해당된다. 반면 선형 영상감지소자의 광원으로 주로 사용되는 녹색광을 사용하였을 때 광캐리어의 생성부는 $0.2\mu\text{m}$ 범위 까지였다. 이 경우 광생성부 및 광수송영역이 구별되고 광캐리어는 정공만이 되어 $\mu\tau \cdot E=L$ 의 식이 잘 적용되었다. 위의 조건으로 제작된 i-a-Si:H막의 $\mu\tau$ 값은 약 $1.5 \times 10^{-9} \text{cm}^2/\text{V}$ 정도를 나타내었다.

參 考 文 獻

[1] W. E. Spear and P. G. LeComber, "Substitutional doping of amorphous silicon," *Solid State Commun.*, vol. 17, pp. 1993, 1975.

- [2] C. R. Wronski, "Amorphous silicon and its applications," *Solid State Tech.*, pp. 113-117, 1988.
- [3] D. E. Carlson and C. R. Wronski, "Amorphous silicon solar cell," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 28, pp. 671-1976.
- [4] H. Okamoto, Y. Nitta and Y. Hamakawa *Solar Energy Materials*, vol. 2, pp. 213, 1980.
- [5] Y. Tawada, M. Konde, H. Okamoto and Y. Hamakawa, "Properties and structure of a-Si:H for high efficiency a-Si solar cell," *J. Appl. Phys.*, vol. 53, pp. 5273, 1982.
- [6] G. Myburg and R. Swanepoel, "Stability as regards film thickness, homogeneity and optical properties of thin a-Si:H films," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 26, no. 3, pp. 341-346, 1987.
- [7] C. C. Tsai, "Characterization of amorphous semiconducting silicon-boron alloys prepared by plasma decomposition," *Physial Review B*, vol. 19, no. 4, pp. 2041-2055, 1979.
- [8] D. H. Lee, K. C. Park, C. B. Park and K.W. Kim, "The application and electrical, optical properties of $\text{In}_2\text{O}_3:\text{S}_n$ transparent conducting films," *J. Korea Inst. Electron. Eng.*, vol. 23, no. 4, pp. 80, 1986.
- [9] S. Hasegawa, S. Shimizu and Y. Kurata, "Thickness dependences of properties of P- and B-doped hydrogenated amorphous silicon," *Phil. Mag. B*, vol. 49, no. 5, pp. 511-519, 1984.
- [10] R. A. Street, "Measurement of depletion layers in hydrogenated a-Si," *Physical Review B*, vol. 27, no. 8, pp. 4924-4932, 1983.
- [11] J. Kakalios and R. A. Street, "Electronic transport in doped amorphous silicon," *Physical Review*, vol. 34, no. 8, pp. 6014-6017, 1986.
- [12] R. S. Crandall, *J. Appl. Phys.*, vol. 54, pp. 7176, 1983.
- [13] H. Kakinuma et al., "Effect of low level boron-doping on the photocurrent of a-Si Schottky photodiode", *J. Appl. Phys.*, vol. 65(6), no. 15, pp. 2307-2312, 1989.

著 者 紹 介

吳 相 洸 (正會員) 第26卷 第6號 參照
현재 창신전문대학 전자과
조교수



金 基 完 (正會員) 第26卷 第6號 參照
현재 경북대학교 전자공학과
교수



朴 昱 東 (正會員)
1963年 1月 8日生. 1986年 2月
경북대학교 전자공학과 졸업.
1988年 2月 경북대학교 대학원
전자공학과 석사학위 취득. 1988
年 7月~1990年 10月 군복무.
1988年 3月~ 현재 동대학원
박사과정 재학중. 주관심분야는 반도체물성 및 박막
소자등임.