

팩시밀리용 비정질 실리콘 광도전막의 제작 및 특성

(Fabrication and Characteristics of Photoconductive Amorphous Silicon Film for Facsimile)

金定燮,** 吳相洸* 金基完* 李宇一*

(Jeong Seob Kim, Sang Kwang Oh, Ki Wan Kim and Wu Il Lee)

要 約

밀착형 1차원 영상감지소자로서 팩시밀리에 사용될 광도전막을 사일렌의 글로방전 분해법으로 제작하였다. 우선 rf전력, 사일렌유량, 분위기 가스압, H_2/SiH_4 비 및 기판온도의 증착조건에 따른 단층광도전막의 전기적 및 광학적특성을 조사하였다. 이 단층구조 영상감지막은 광전감도 0.85와 100 lux조도하에서 $I_{ph}/I_d=100$ 을 나타내었다. 그러나 이러한 단층박막은 양 전극으로 부터의 캐리어주입으로 인하여 큰 암전류를 가진다. 이 암전류를 억제하기 위해 $SiO_2/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B$ 구조의 다층 광도전막을 만들었다. 이 다층막의 광전류는 6V의 인가전압과 10 lux의 조도하에서 약 20nA로 포화되었으며 암전류도 0.2nA 이하를 나타내었다. 또한 다층막은 단층막에 비해 단파장 가시광영역이 보상되어 팩시밀리용 1차원 영상감지소자에 사용될 만족할 만한 결과를 나타내었다.

Abstract

Contact-type linear image sensors for facsimile have been fabricated by means of rf glow discharge decomposition method of silane. The dependence of their electrical and optical properties on rf power, SiH_4 flow rate, ambient gas pressure, H_2/SiH_4 ratio and substrate temperature are described. The a-Si:H monolayer demonstrated photosensitivity of 0.85 and I_{ph}/I_d ratio of 100 under 100 lux illumination. However, this monolayer has relatively high dark current due to carrier injection from both electrodes, resulting in low I_{ph}/I_d ratio. To suppress the dark current we have fabricated $SiO_2/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B$ multilayer film with blocking structure. The photocurrent of this multilayer sensor with 6 V bias became saturated at about 20 nA under 10 lux illumination, while the dark current was less than 0.2 nA. Moreover, the spectral sensitivity of the multilayer film was enhanced for short wavelength visible region, compared with that of the a-Si:H monolayer. These results show that the fabricated photoconductive film can be used as the linear image sensor of the facsimile.

*正會員, **準會員, 慶北大學校 電子工學科

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

接受日字: 1989年 4月 3日

(※ 本 研究는 1987년도 과학재단목적기초연구지원
으로 수행된 것임.)

I. 서 론

수소화된 비정질 실리콘은 우수한 광도전성과 가시광영역에서의 높은 광흡수계수를 가지고 있을 뿐만 아니라, 넓은 면적의 박막으로 값싸게 제작할 수 있

으며, 불순물의 첨가에 의해 전기적 성질을 제어할 수 있다는 장점을 가지고 있다.^{1~4)} 따라서 a-Si:H 막을 이용한 태양전지⁵⁾, 비디콘형 촬상관⁶⁾, 박막트랜지스터⁷⁾ 및 일차원 영상감지소자^{7a)} 등에 대한 활발한 연구가 진행되어 왔다.

a-Si:H막의 전기적 및 광학적특성은 제작시의 기판온도, 분위기 가스압, 사이클유량 및 rf전력 등의 증착조건에 따라 변화한다.^{4,8)} 본 연구에서는 사이클의 글로방전 분해법을 써서 팩시밀리용 1차원 영상감지기에 적합한 a-Si:H광도전막을 제작하기 위해 앞서 언급된 여러가지 조건을 변화시켜 가면서 그의 전기적 및 광학적특성을 조사하였다. 이 때 광도전막은 높은 광전감도를 가져야 하고, 또 높은 광전류와 암전류와의 비 I_{ph}/I_d 를 가져야 한다. 단층 i-a-Si:H(undoped a-Si:H) 광도전막은 양단 전극에서 열적으로 주입되는 캐리어 때문에 암전류가 크다. 이들을 차단하여 낮은 암전류를 얻기 위해 정공차단막인 SiO₂층 및 전자차단막인 p-a-Si:H:B(boron-doped a-Si:H)층을 가지는 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B 구조의 다층막을 제조하였다. 제작된 다층막은 팩시밀리용 1차원 영상감지소자로서 만족할 만한 특성을 나타내었다.

II. 실험 및 측정

본 연구에서 제작한 다층 광도전막인 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B구조의 제작공정은 그림 1에서와 같다. 먼저 i-a-Si:H막을 제작하고 이의 전기적 및 광학적특성을 조사한 다음 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B구조의 다층막을 제작하여 이의 특성을 조사하였다.

1. 시편제작

1) 단층 i-a-Si:H막의 제작

i-a-Si:H광도전막의 기판으로는 두께 1.1mm인 Corning7056유리를 사용했다. 이것을 탈이온수에 20여분간 초음파세척한 후 TCE, 아세톤 및 메틸알콜에서 각각 10분간 끓인 다음 N₂가스로써 건조시켰다. 세척이 끝난 기판은 건조로를 사용하여 200°C에서 1시간 정도 가열하여 수분을 제거시켰다. 이 기판위에 전자선가열증착법을 이용하여 ITO(indium tin oxide)투명전극을 1000Å의 두께로 증착했다. 이 투명전극에 대한 가시광영역에서의 투과율은 87~99%였고 면저항은 12Ω/□였다. i-a-Si:H막의 제작을 위해서는 PECVD(ANELVA SPF-210B)장치를 사용했다. 반응실의 진공도를 3×10⁻⁶Torr정도로 유지하고 히터를 가열시켜 기판온도가 안정되면 H₂가스로 1Torr

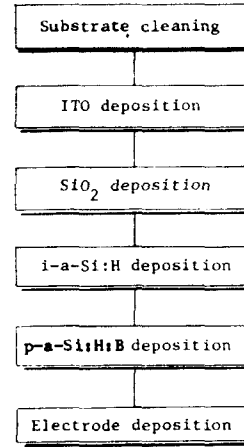


그림 1. SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B막의 제조공정도

Fig. 1. Process flow chart for SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B film.

분위기압에서 반응시켰다. 이 후 rf를 작동시켜 i-a-Si:H막을 제작하였다. 표 1은 단층 i-a-Si:H막의 제작조건이다.

2) SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B다층막의 제작

그림 2는 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B광도전 다층막의 단면을 나타낸 것이다. ITO막이 증착된 기판위에 산소(99.999%)와 아르곤(99.999%)의 혼합가스 분위기에서 rf스프터링하여 SiO₂막을 형성하였다. 이 때 사용한 타겟은 고순도용융석영(ANELVA 99.99%)이었다.

표 2는 SiO₂막의 rf스프터링 증착조건을 나타낸 것이다. 이 때 비저항은 10¹³(Ω·cm)를 나타내었다.

진성 비정질실리콘을 증착후, P형 비정질실리콘을 증착하기전에 미완결합의 보완 및 다른 오염원을 억제하기 위해 수소가스를 1Torr압력에서 2~3회 30분

표 1. a-Si:H막의 증착조건

Table 1. Deposition conditions for i-a-Si:H film.

Gas pressure	0.1~1Torr
Substrate temperature	50~350°C
rf power	10~60watt
SiH ₄ flow rate	5~30sccm
H ₂ /SiH ₄ ratio	1~10

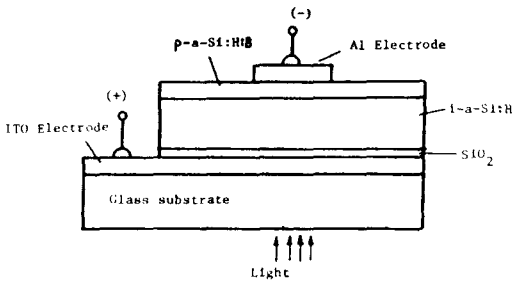


그림 2. SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B막의 단면도
 Fig. 2. Schematic diagram of the SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B film.

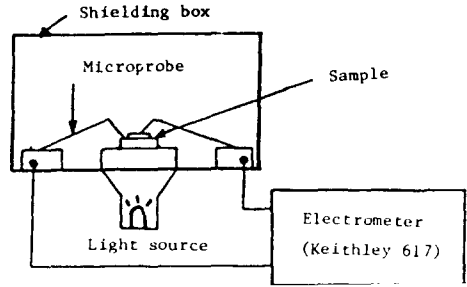


그림 3. 전기적 및 광학적특성을 측정하기 위한 장치도
 Fig. 3. Diagram of measurement system for the electrical and optical properties of a-Si:H film.

표 2. SiO₂막의 증착조건

Table 2. Deposition conditions for SiO₂ film.

Gas flow rate	6sccm
Gas pressure	100mTorr
rf power	250watt
O ₂ /Ar ratio	5%
Substrate temperature	200°C

간 반응시켰다. 이 후 B₂H₆/SiH₄의 비를 0.01로 하여 P층을 증착시켰다.

2. 측 정

시편의 두께는 Å-Scope(Varian 980-4000)와 ellipsometer로 측정하였다. 그림 3은 시편의 전류-전압 특성과 광전감도를 측정하는 장치의 개략도이다. 이때 전류는 electrometer(Keithley 617)로 측정하였고 광원은 백열전등으로 하였으며 조도는 조도계와 조리개(YEW 3281)를 사용하여 조정하였다. 또한 빛에 대한 막의 투과율은 분광광도계(Pye Lnican PLI-8800)를 사용하여 측정하였으며 이로부터 광학적 밴드갭을 계산하였다. 분광감도특성은 단색분광기(McPherson 2061)를 사용하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 단층 i-a-Si:H막의 특성

1) rf전력에 따른 i-a-Si:H막의 특성

그림 4는 박막제조시의 rf전력에 따른 i-a-Si:H막의 광전감도와 증착률 및 광학적 밴드갭을 나타낸 것이다. 이 때 가스압, 수소유량, 기판온도 및 사일

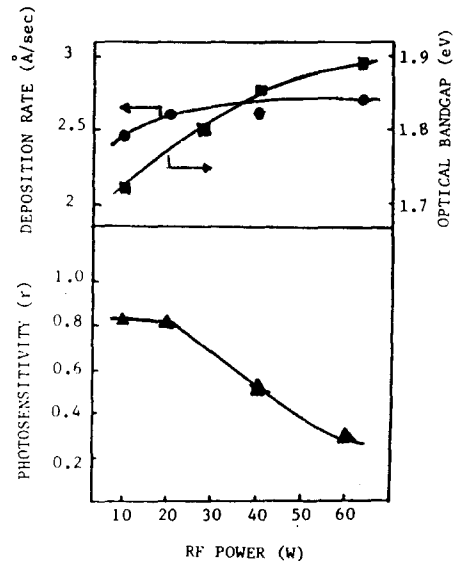


그림 4. rf전력에 따른 광전감도, 증착률 및 광학적 밴드갭

Fig. 4. Dependence of photosensitivity, deposition rate and optical bandgap on rf power.

렌유량은 각각 300mTorr, 10sccm, 250°C 및 20sccm으로 고정하였다. 광학적 밴드갭은 Tauc⁽¹⁰⁾에 의해 유도된 식 $(\alpha \cdot E_{ph})^{1/2} = C(E_{ph} - E_{0ph})$ 를 사용하여 구하였다. 여기서 α 는 흡수계수 E_{ph} 는 입사광에너지 및 E_{0ph} 는 광학적 밴드갭을 나타낸다. rf전력이 증가함

에 따라 증착률은 다소 증가하는 경향이나 rf전력이 20W 이상에서는 거의 2.6Å/sec 정도로 일정하였다. 광학적 밴드갭은 rf전력이 10W에서 60W로 됨에 따라 약 1.7eV에서 1.9eV까지 단조로운 증가를 나타내었다. 광전감도는 조도의 변화에 따른 전류의 변화로서 아래의 식으로 정의된다.

$$\gamma \equiv \Delta \ln(I) / \Delta \ln(L)$$

여기서 I는 광전류로 단위는 ampere이며 L은 조도로 단위는 lux이다. 낮은 rf전력(20W 이하)일 때 광전감도는 0.85 정도의 값을 가지나 그 이상에서는 급격히 저하한다. 이는 높은 rf전력에서 높은 에너지를 갖는 이온등이 비정질 실리콘막에 충돌하여 결합이 생성되기 때문으로 생각된다.

그림 5는 i-a-Si:H막의 rf전력에 따른 시편의 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 이 때 광전류를 측정하기 위한 조도는 100lux로 하였다. 광도전막의 광전류와 암전류와의 비 I_{ph}/I_d 는 영상감지기에 사용할 경우 영상의 흐림정도를 판정하는 기준이 된다. I_{ph}/I_d 의 값은 i-a-Si:H막 제조시의 rf전력을 10, 20 및 40W로 하였을 때 각각 100, 100 및 5이었다.

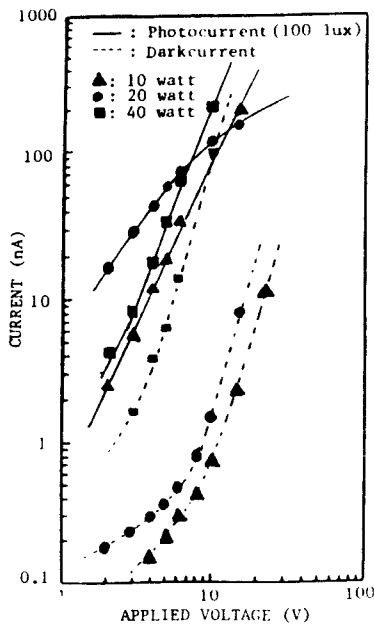


그림 5. rf전력에 대한 I-V 특성
Fig. 5. Dependence of I-V characteristics on rf power.

2) 기판온도에 따른 i-a-Si:H막의 특성
그림 6은 기판온도에 따른 i-a-Si:H막의 광전감도, 증착률 및 광학적 밴드갭을 나타낸 것이다. 이 때 rf전력, 사일렌유량, 분위기 가스압 및 수소유량을 각각 20W, 20sccm, 300mTorr 및 10sccm으로 하였다. 증착률은 기판의 온도가 증가함에 따라 감소하나 200°C 이상에서는 일정해지는 경향을 나타내었다. 이에 비해 광학적 밴드갭은 기판온도가 100~200°C 사이에서는 약 1.85eV 정도로 일정하게 유지되다가 200°C 이상의 온도에서는 계속 감소하였다. 이는 온도가 증가함에 따라 i-a-Si:H막의 재증착(re-evaporation) 현상으로 인해 증착률이 감소하고 i-a-Si:H막 내의 수소가 이탈하여 광학적 밴드갭이 감소하기 때문이라고 생각된다. 이러한 현상은 Fritzsche¹¹⁾ 등의 보고와 일치한다. 광전감도는 기판온도를 250°C로 했을 경우 0.85의 최대값을 나타내었다.

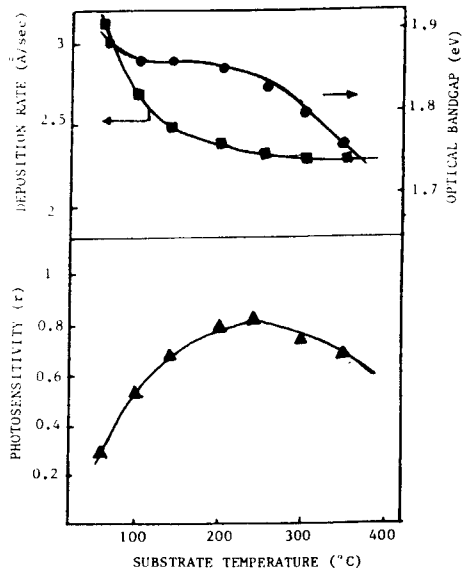


그림 6. 기판온도에 따른 광전감도, 증착률 및 광학적 밴드갭
Fig. 6. Dependence of photosensitivity, deposition rate and optical bandgap on substrate temperature.

그림 7은 기판온도에 따른 전류-전압특성이다. 기판온도를 50, 250 및 350°C로 하였을 때 I_{ph}/I_d 값은 각각 2, 100 및 46이었다.

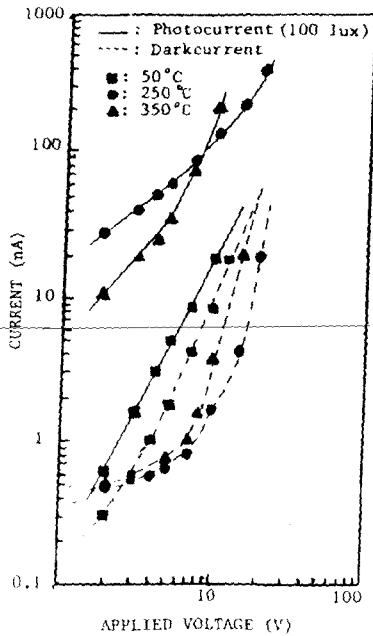


그림 7. 기판온도에 대한 I-V특성
 Fig. 7. Dependence of I-V characteristics on substrate temperature.

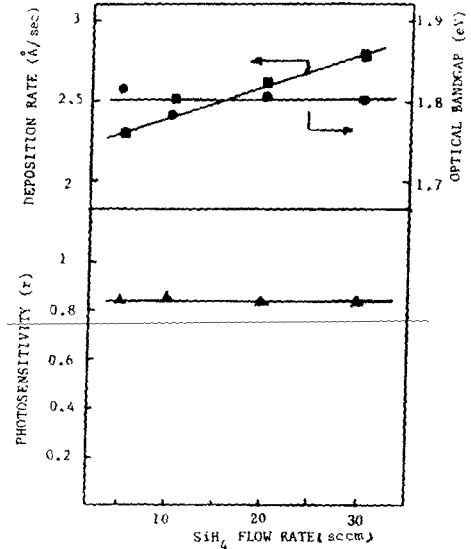


그림 8. 사일렌유량에 따른 광전감도, 증착률 및 광학적 밴드갭
 Fig. 8. Dependence of photosensitivity, deposition rate and optical bandgap on silane flow rate.

3) 사일렌유량에 따른 i-a-Si:H막의 특성

그림 8은 사일렌유량에 따른 i-a-Si:H막의 광전감도, 증착률 및 광학적 밴드갭을 나타낸 것이다. 이때 분위기압, 수소유량, 기판온도 및 rf전력은 각각 300mTorr, 10sccm, 250°C 및 20W로 고정하였다. 사일렌유량이 증가함에 따라 증착률은 증가하는데 비해 광학적 밴드갭과 광전감도는 각각 1.8eV와 0.85로 거의 일정했다.

그림 9는 사일렌유량에 따른 i-a-Si:H막의 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 사일렌유량이 5, 10 및 20sccm일때 I_{ph}/I_d 값은 인가전압 5V의 경우 각각 57, 57 및 100으로 나타났다. 사일렌유량이 증가할 수록 I_{ph}/I_d 가 증가하는 경향이 되는 이유는 높은 사일렌유량에서는 SiH_2 결합보다 SiH 결합이 우세하기 때문으로 생각된다. 이는 Hirose⁽¹²⁾의 보고와도 일치한다.

4) 가스압에 따른 i-a-Si:H막의 특성

그림10은 반응실내의 가스압에 따른 i-a-Si:H 막의 증착률, 광학적 밴드갭 및 광전감도를 나타낸 것이다. 이때 수소유량, rf전력, 기판온도 및 사일렌유량은 각각 10sccm, 20W, 250°C 및 20sccm으로 고정했다. 가스압이 증가함에 따라 증착률은 증가하나,

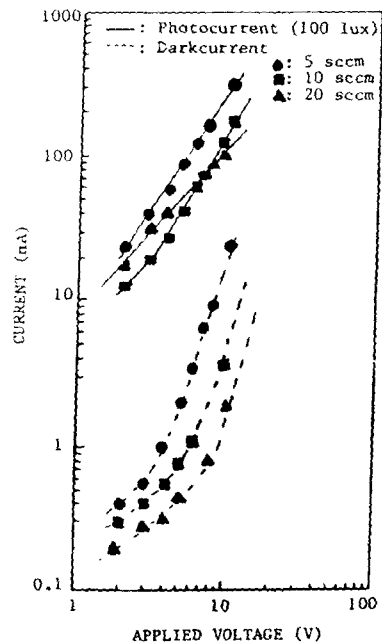


그림 9. 사일렌유량에 따른 I-V특성
 Fig. 9. Dependence of I-V characteristics on silane flow rate.

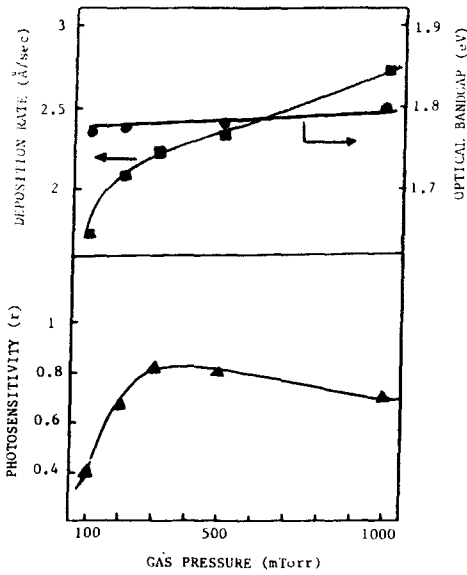


그림 10. 가스압에 따른 광전감도, 증착률 및 광학적 밴드갭

Fig. 10. Dependence of photosensitivity, deposition rate and optical bandgap on gas pressure.

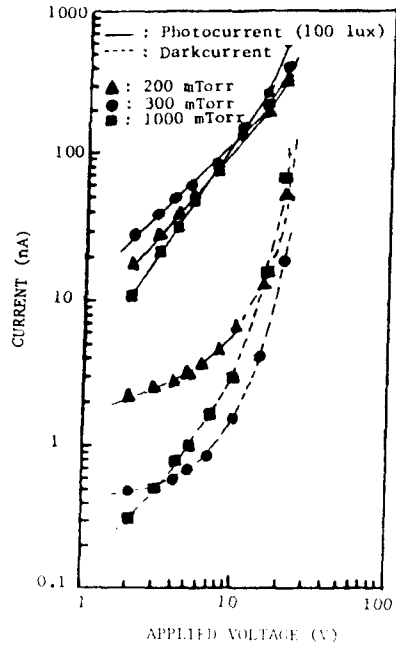


그림 11. 가스압에 따른 I-V 특성

Fig. 11. Dependence of I-V characteristics on gas pressure.

광학적 밴드갭은 약 1.8eV로 거의 일정하였다. 광전감도는 가스압 100mTorr에서는 0.4 정도로 낮았으나 가스압이 증가함에 따라 비교적 급격하게 증가하여 300mTorr에서 최대값 0.85를 나타내었으며 그 이상의 가스압에서는 서서히 감소하는 경향을 나타 내었다.

그림11은 가스압에 따른 i-a-Si:H막의 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 여기서 가스압이 200, 300 및 1000mTorr에서 I_{ph}/I_d 값은 각각 20, 100 및 40이었다.

5) H_2/SiH_4 비에 따른 i-a-Si:H막의 특성

그림12는 사일렌에 대한 수소의 혼합비에 따른 증착률, 광학적 밴드갭 및 광전감도를 나타낸 것이다. 이때 기판온도, rf전력, 사일렌유량 및 가스압은 각각 250°C, 20W, 20scm 및 300mTorr로 고정하였다. H_2/SiH_4 의 비의 증가에 따라 i-a-Si:H막의 증착률은 거의 일정하고, 이의 광학적 밴드갭은 1.73에서 1.8로 증가했다. 이와 같은 밴드갭의 증가는 수소유량의 증가에 따라 i-a-Si:H막내의 미완결함의 감소되기 때문으로 생각된다.

그림13은 H_2/SiH_4 비에 따른 전류-전압특성을 나타낸 것이다. 여기서 H_2/SiH_4 가 0.05, 0.25 및 0.5에서 I_{ph}/I_d 값은 각각 17, 26 및 100을 나타내었다.

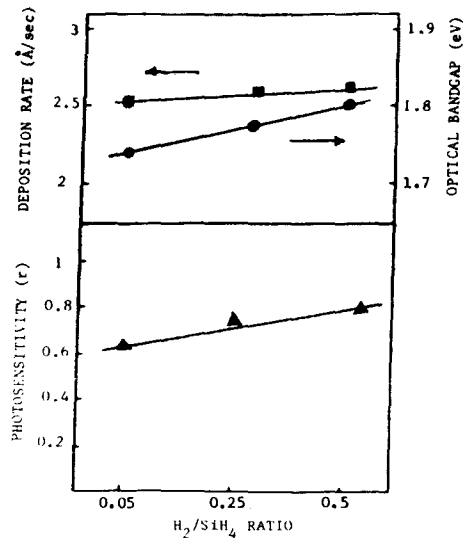


그림 12. H_2/SiH_4 비에 따른 광전감도, 증착률 및 광학적 밴드갭

Fig. 12. Dependence of photosensitivity, deposition rate and optical bangap on H_2/SiH_4 ratio.

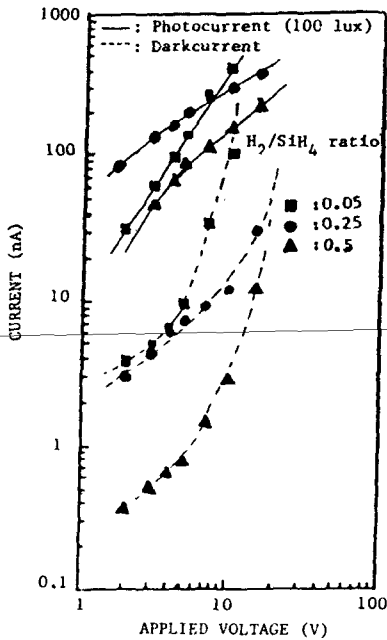


그림13. H_2/SiH_4 비에 대한 I-V특성
Fig. 13. Dependence of I-V characteristics on H_2/SiH_4 ratio.

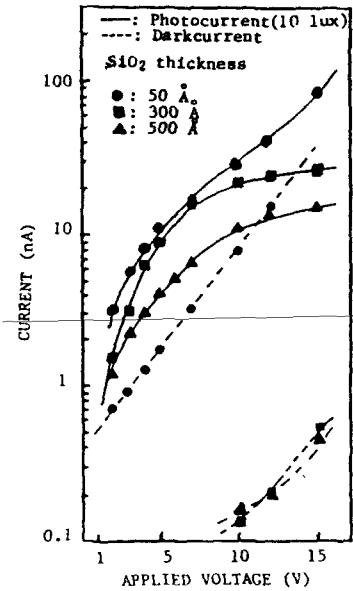


그림14. SiO_2 막의 두께에 대한 $SiO_2/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B$ 막의 I-V특성
Fig. 14. I-V characteristics of the $SiO_2/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B$ films for various SiO_2 layer thickness.

2. $SiO_2/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B$ 구조의 다층막의 특성

단층 i-a-Si:H막의 전기적 및 광학적특성을 바탕으로 $SiO_2/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B$ 다층막을 제작했다. 여기서 SiO_2 막은 가시광을 투과시키는 창 역할 하는 동시에 ITO전극에서 주입되는 정공을 차단한다.^[13] 또한 P형의 a-Si:H:B막은 Al 전극으로부터 전자주입을 차단한다.^[14] 이들 차단막이 없으면 암전류가 인가전압 증가에 따라 급격히 증가하고, i-a-Si:H 박막내부에 공간전하의 축적으로 인해 내부전장이 교란되어 광캐리어의 수송저하를 일으켜 소자의 특성이 저하된다.

그림14는 O_2/Ar 가스비를 0.05로 하여 반응성 스퍼터링방법으로 SiO_2 막을 증착하고 이 막의 두께에 따른 다층막의 전류-전압특성을 나타낸 것이다. p-a-Si:H:B막의 두께는 1500\AA 으로 하였다.

SiO_2 막의 두께가 100\AA 이하인 경우 이 다층막의 암전류는 더욱 두꺼운 SiO_2 막의 경우에 비해 높은 값을 가질 뿐만 아니라 인가전압의 증가에 따라 급격히 증가하며 광전류도 포화치를 갖지 않고 계속 증가했다. 이는 ITO 전극에서 열적으로 주입되는 정공

전류를 효과적으로 차단하지 못하기 때문이다. 한편 SiO_2 막의 두께가 500\AA 인 경우는 암전류는 효과적으로 차단되었으나 광전류는 $8nA$ 로 억제되었다.

그림15는 P형 a-Si:H:B막의 두께에따른 $SiO_2/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B$ 다층막의 전류-전압특성을 나타낸 것이다. SiO_2 정공차단막의 두께는 300\AA 으로 했다.

P-a-Si:H:B막의 두께가 500\AA 인 경우 암전류는 인가전압이 1V에서 15V로 증가됨에 따라 $0.1nA$ 에서 $4nA$ 로 급격히 증가하며 광전류도 포화되지 않고 증가한다. 이것은 Al전극으로부터 열적으로 주입되는 전자전류를 효과적으로 차단하지 못했기 때문으로 생각된다. 이의 두께가 1500\AA 인 경우는 암전류가 $0.2nA$ 이하로 억제되며 광전류는 6V인가전압에서 약 $20nA$ 로 포화되었다. 이는 P형 a-Si:H:B막이 Al 전극으로부터 주입되는 전자전류를 효과적으로 차단했기 때문이다. 이때 10 lux하에서 I_{ph}/I_d 는 100이었다. P형 a-Si:H:B막의 두께가 3000\AA 인 경우는 암전류가 $0.2nA$ 이하로 차단되었으나 광전류는 6V의 인가전압에서 약 $7nA$ 의 포화전류를 나타내었다. 이와같이 두꺼운 P형 a-Si:H:B막의 경우 광전류가 감

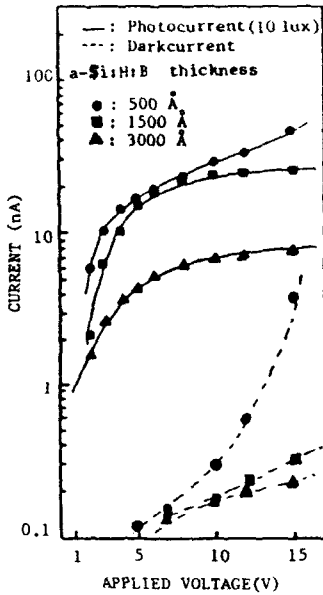


그림 15. p-a-Si:H:B막의 두께에 대한 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B막의 I-V특성
 Fig. 15. I-V characteristics of the SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B films for several p-a-Si:H:B layer thickness.

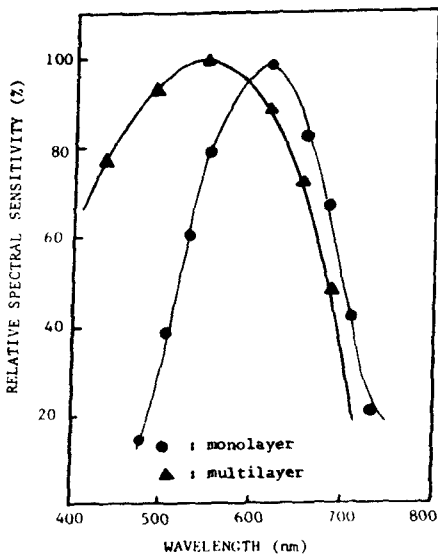


그림 16. SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B과 단층 i-a-Si:H막의 분광감도
 Fig. 16. Spectral sensitivities of SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B film and i-a-Si:H monolayer.

소하는 것은 P형 a-Si:H:B막에서 생성된 전자가 재결합에 의해 신호전류에 기여하지 못하기 때문으로 생각된다.

그림 16은 단층 i-a-Si:H막과 다층 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B막의 분광감도특성을 비교한 것이다. 다층막의 분광감도 특성이 단파장영역에서 상당히 개선되었음을 보여준다. 단층 i-a-Si:H막의 단파장 영역의 감도가 저하된 원인은 박막표면에서 깊이 수백Å이내에 있는 트랩에 의해 광캐리어가 재결합하기 때문이나, 다층막의 경우에는 SiO₂막이 캐리어의 주입을 막아 이 영역에서 높은 전장을 유지하여 광캐리어의 수송을 촉진시키기 때문으로 생각된다.

이와같이 만들어진 다층광도전막 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B는 팩시밀리용 밀착형 영상감지소자의 특성기준¹⁵⁾ (S/N비: 40dB, 광전감도: 0.7이상)에 비교해 볼 때, 충분히 사용가능한 특성을 나타내었다. 또한 막의 균일성 및 광응답속도 등은 연구수행중이다.

IV. 결 론

글로방전 분해법으로 팩시밀리용 1차원 영상감지소자로 사용가능한 수소화된 비정질 실리콘막을 제작하였다. rf 전력, 사일랜유량, 가스압, H₂/SiH₄비 및 기판온도를 여러가지로 변화시키면서 i-a-Si:H막의 전기적 및 광학적특성을 조사하였다. rf 전력을 20W, 사일랜유량을 20sccm 가스압을 300mTorr, H₂/SiH₄비를 0.5 및 기판온도를 250°C로 했을 때의 광전감도는 0.85로서 매우 우수했으며 이 조건하에서 제조된 i-a-Si:H막의 광학적 밴드갭은 1.8eV였다. I_{ph}/I_d값을 더욱 개선시키기 위해 SiO₂/i-a-Si:H/p-a-Si:H:B 구조의 다층막을 제작했다. SiO₂막의 두께가 300Å이고 P형 p-Si:H:B막의 두께가 1500Å일 때 암전류는 0.2nA이하로 억제되고 광전류도 6V의 인가전압에서 20nA로 포화되었다. I_{ph}/I_d비는 10 lux조도하에서 100으로 좋은 특성을 나타내었다. 또한 이 다층막의 단파장영역에서의 분광감도도 개선되었다. 이와같은 결과는 이 광도전막이 팩시밀리용 1차원 영상감지 소자로서 사용될 수 있음을 보여준다.

参 考 文 献

[1] W.E. Spear and P.G. Lecomber, "Substitutional doping of amorphous silicon," *Solid State Commun.*, vol. 17, p. 1193, 1975.

- [2] D.E. Carlson and C.R. Wronski, "Amorphous silicon solar cell," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 28, p. 671, 1976.
- [3] J.C. Bruyere, A. Deneuille, and A. Mini, "Influence of hydrogen on optical properties of a-Si:H," *J. Appl. Phys.*, vol. 51, p. 2119, 1980.
- [4] P.J. Zanzucchi, C.R. Wronski, and D.C. Carlson, "Optical and photoconductive properties of discharge-produced amorphous silicon," *J. Appl. Phys.*, vol. 48 p. 5227, 1977.
- [5] Y. Imamura, S. Ataka, Y. Takasaki, C. Kusano, T. Hirai, and E. Maruyam, "Photoconductive imaging using hydrogenated amorphous silicon," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 35, p. 349, 1979.
- [6] S. Kawai, Y. Nasu, and S. Yanagisawa, "A self-aligned amorphous silicon TFT for LCD panels," *Fujitsu Sic. Tech.*, vol. 21, p. 204, 1985.
- [7] S. Kaneko, M. Sakamoto, F. Okumura, T. Itano, and Kotaniwa, "A-Si:H contact linear image sensor with Si_3N_4 blocking layer," *IEDM Tech. Dig.*, p. 328, 1982.
- [8] S. Morozumi, H. Kurihara, T. Takeshita, H. Oka, and K. Hasegawa, "Completely integrated contact-type linear image sensor," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. ED-32, no. 8, p. 1546, 1985.
- [9] S. Hotta, H. Okamoto, and Y. Hamakawa, "Kinetics of plasma deposition of a-Si:H films," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 22, p. 1562, 1983.
- [10] J. Tauc, *Amorphous and Liquid Semiconductor*, Plenum Press, New York, p. 159, 1974.
- [11] H. Fritzsche et al., "Amorphous semiconducting silicon-hydrogen alloys," *Solid State Tech.* pp. 55, 1978.
- [12] M. Hirose, *Semiconductors and semimetals*, Academic Press, vol. 21, Part A, 26, 1982.
- [13] S. Ishioka, *Semiconductors and semimetals*, Academic Press, vol. 21, part D, p. 80, 1984.
- [14] S. Oda, K. Saito, H. Tomita, I. Shimizu, and E. Inoue, "The role of blocking structure in hydrogenated amorphous silicon vidicon targets," *J. Appl. Phys.*, vol. 52, p. 7275, 1981.
- [15] 太田 日佐雄, "密着形 1次元イメージ センサーの動向," *テレビジョン學會誌*, vol. 38, no. 6, pp. 512, 1984. *

 著 者 紹 介



李 宇 一 (正會員)

1928年 2月 10日生. 1948年 서울대학교 예과수료, 서울대학교 물리대 물리학과 및 경북대학교 물리학과 졸업. 1963년 미국 와싱턴 대학 석사과정 수료. 1966년~1968년 캐나다 오타와대학 고체전자공

학 연구. 현재 경북대학교 전자공학과 교수.

金 定 燮 (準會員)

1964年生. 1987年 2月 경북대학교 전자공학과 학사학위 취득. 1989年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 석사학위 취득. 1989年 3月~현재 현대전자 근무. 주관심 분야는 박막 device 등임.

金 基 完 (正會員) 第26卷 第6號 參照

현재 경북대학교 전자공학과 교수

吳 相 洸 (正會員) 第26卷 第6號 參照

현재 경북대학교 대학원 박사과정