

論文2000-37SD-2-3

질소가스 분위기의 저진공으로 증착된 Au-black의 적외선 흡수도

(Infrared absorbance of the Au-black deposited under nitrogen gas-filled low vacuum condition)

吳光植*, 金東埴*, 金鎮變**, 李正熙*, 李龍鉉*,
李在 | ***, 韓錫龍****(Kwang-Sik Oh, Dong-jin Kim, Jin-Sup Kim, Jung-Hee Lee,
Yong-Hyun Lee, Jae-Shin Lee, and Suk-Ryong Hahn)

요 약

장파장 적외선 흡수체로 응용하기 위한 Au-black을 질소가스 분위기의 저진공에서 Au를 증발원으로 하여 제조하였고, 증착조건에 따른 Au-black의 미세구조 분석, 적외선 흡수도 측정 및 패턴형성 실험을 통해 Au-black의 특성을 조사하였다. 단위면적당 질량이 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이고, 챔버압력이 약 1 Torr이상인 증착조건으로 제조된 Au-black에서 적외선이 포획되는 높은 밀도의 미세공동이 존재하였고, 이 Au-black의 적외선 흡수도는 3~14 μm 의 파장범위에서 대체로 90%정도였다. 약 $900 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이하의 단위면적당 질량을 갖는 Au-black의 경우 감광액 lift-off 공정에 의한 패턴형성이 가능하였다. 적외선 흡수도, 열용량 및 패턴형성을 고려할 때 적외선 흡수체로서의 Au-black을 제조하기 위해서는 챔버압력이 약 1 Torr이고, 단위면적당 질량이 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 인 증착조건이 가장 적합하였다.

Abstract

Au-black for the application of the long wavelength infrared absorber has been prepared by evaporating Au under nitrogen gas-filled low vacuum condition. Characteristics of the deposited Au-black were carefully investigated through structural analysis, infrared absorbance measurement, and patterning of the layer, all of which are dependent on the deposition condition. High density of micro-cavity that trapped infrared were obtained, and infrared absorbance in the wavelength range from $3 \mu\text{m}$ to $14 \mu\text{m}$ was found to be about 90% when the Au-black layer was produced under the deposition condition of mass per area of about $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ and chamber pressure of above 1 Torr. Photoresist lift-off process could be performed to pattern the Au-black, of which mass per area was below $900 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. In view of absorbance, heat capacity, and pattern formation, the deposition condition of chamber pressure of about 1 Torr and mass per area of about $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ was most adequate for preparing the Au-black as an infrared absorber.

* 正會員, 慶北大學校 電子電氣工學部
(School of Electronic and Electrical Engineering,
Kyungpook National University)

** 正會員, 仁濟大學校 電子情報通信工學部
(School of Electronic and Telecommunication
Engineering, Inje University)

*** 正會員, 蔚山大學校 材料金屬工學部
(School of Materials and Metallurgical Engineering,

University of Ulsan)

**** 正會員, 韓國電子(株) 半導體研究中心
(Semiconductor R & D Center, Korea Electronics Co.,
Ltd.)

※ 본 연구는 1997년 한국전자(주)의 위탁연구비에 의
해 수행되었음.

接受日字 : 1999年2月11日, 수정완료일 : 2000年1月19日

I. 서론

열감지형 적외선 검지기에 있어서 적외선 흡수체는 적외선 검지기의 성능지수를 결정하는 중요한 요소들 중의 하나이다. 적외선 흡수체의 적외선 흡수도는 입사되는 적외선의 파장에 따라 달라지고, 따라서 흡수체에서 변환되는 적외선의 열량도 파장에 의존하게 되므로, 특히 적외선 검지기의 분광 응답도는 적외선 흡수체의 특성에 의해 큰 영향을 받게 된다.

높은 흡수도를 갖는 적외선 흡수체를 얻기 위해서 페인트, 중합체 및 금속 소결 등이 사용되어 온 것으로 알려져 있다^[1]. 페인트는 가장 손쉽게 사용될 수 있는 적외선 흡수체로 보이지만, 자체의 큰 열용량 때문에 열감지형 적외선 검지기의 시간응답 특성을 저하시킬 뿐만 아니라 약 8 μm 이상의 파장범위에서는 높은 반사도를 나타내는 문제점을 갖는다. 중합체는 넓은 파장범위에 걸쳐 높은 적외선 흡수도를 나타낼 뿐만 아니라 적외선 복사 등에 의한 노화현상이 일어나지 않는 안정된 재료이며, 또한 분자의 적외선 흡수를 이용함으로써 시간응답이 빠른 열감지형 적외선 검지기의 제작을 가능하게 하기 때문에 적외선 검지기의 양산을 위한 적외선 흡수체로서 적합하다.

약 8 μm 이상의 원적외선 영역에서 사용될 수 있는 적외선 검지기의 수요가 증가함에 따라 상기한 페인트 및 중합체보다 훨씬 더 넓은 파장범위에서 더 높은 흡수도를 갖는 적외선 흡수체가 필요하게 되었으며, 이러한 원적외선 흡수체로서 소결된 금속 표면이 주로 이용된다. 소결된 금속 표면을 제조하기 위해서는 저진공으로 금속을 증착하여 진공증착시 잔류기체에 의한 증발 금속의 산란으로부터 금속 박막에 적외선을 포획하는 미세공동(micro-cavity)을 형성시키는 방법, 또는 금속을 양극산화시킨 후 식각하여 금속 표면을 다공질화 및 거칠게 하는 방법 등이 사용된다.

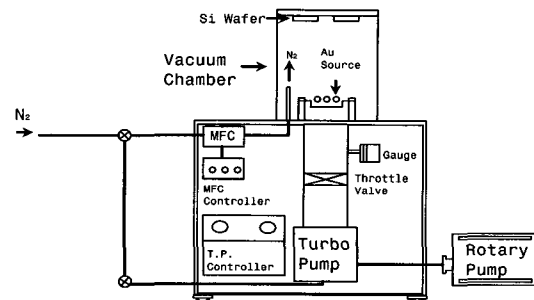
저진공증착법에 의해 제조되는 금속 박막형 적외선 흡수체로서 Bi-black 및 Ag-black이 초기의 열기전력형 적외선 검지기에서 주로 사용되었으나^[2-5], 최근에는 2~20 μm 의 파장범위에 걸쳐 90%이상의 높은 적외선 흡수도를 나타내는 Au-black이 초전형 적외선 검지기를 비롯한 각종 열감지형 적외선 검지기에서 채용되고 있으며^[6-8], 또한 적외선 흡수체로서 Pt-black의 응용에 대한 연구보고도 있다^[9,10]. 이들 저진공증착법에 의해 제조된 금속 박막형 적외선 흡수체의 경우 약한 접착

력, 표면의凹凸 및 내부의 다공성 때문에 적외선 검지 어레이(array) 등에서 요구되는 패턴의 형성이 큰 문제점으로 남아 있었으나, 최근에 PSG(phosphorus silicate glass)를 희생층으로 하는 lift-off 공정으로 Au-black의 패턴을 형성하는 연구결과가 발표된 바 있어서 Au-black의 패턴형성을 위한 공정개발의 가능성도 기대된다^[11].

본 연구에서는 8~14 μm 범위의 장파장 적외선 흡수체로 사용하기 위한 Au-black을 질소가스 분위기의 저진공상태에서 Au의 증착으로 제조하였다. SEM 관찰에 의한 Au-black의 미세구조 분석과 FTIR 분광분석기에 의한 Au-black의 적외선 흡수도 측정 등을 통해 질소가스 분위기의 저진공 증착조건에 따른 Au-black의 적외선 흡수특성을 논의하였으며, 또한 향후 Au-black을 적외선 검지 어레이의 적외선 흡수체로 응용하기 위해 감광액 lift-off 공정에 의한 Au-black의 패턴형성에 대해서도 언급하였다.

II. Au-black의 제조 및 특성분석

Au-black의 증착을 위해 결정면이 (100), 비저항이 5~20 $\Omega \cdot \text{cm}$, 직경이 5인치, 두께범위가 575~675 μm 이고, 양면이 경면으로 연마되었으며, 인(P)이 도핑된 N형 웨이퍼를 기판으로 사용하였다.



<그림 1>

그림 1. Au-black 증착장치의 개략도

Fig. 1. Schematic diagram of Au-black deposition system.

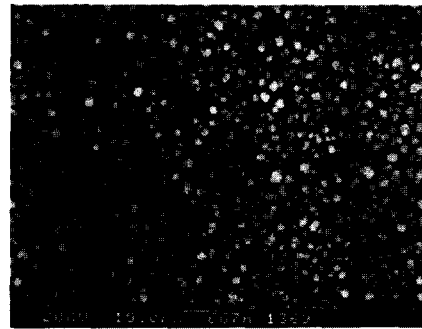
그림 1과 같이 증발원과 기판 사이의 거리가 약 7.5 cm인 진공증착 장치를 사용하여, 진공챔버의 진공도가 약 5×10^{-6} Torr가 되도록 배기시킨 후 진공챔버를 저

진공 상태로 유지시키기 위해 진공챔버속으로 질소가스를 주입하였고, 각종 진공밸브 및 MFC(mass flow controller)를 조정하여 진공챔버내의 진공도를 0.1~50 Torr의 범위로 변화시켰다. 여러가지 공동밀도를 갖는 Au-black을 제조하기 위해 질소가스 분위기의 진공도 및 Au 증발원의 양을 각각 조절하여 기판위에 증착되는 Au-black의 단위면적당 질량을 100~1,200 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 범위로 변화시켰다. 또한 Au-black의 1회 증착에 소요된 시간은 약 5분간이었다.

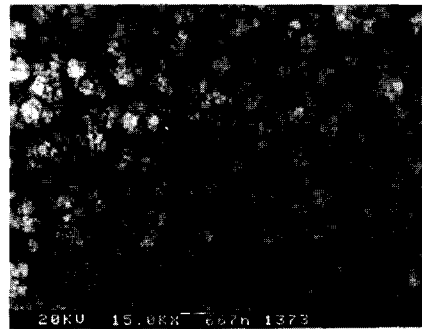
질소가스 분위기의 저진공속에서 Au를 증발시키면 증발된 Au 원자는 기판까지 도달하는 동안 질소가스 분자와의 충돌에 의해 운동에너지를 잃게 되어 Au 원자의 속력이 열속력으로 까지 감소하게 된다. 따라서 기판까지 도달한 Au 원자는 표면 이동도가 거의 없어 지게 되어 처음 도달한 기판의 위치에 달라 붙게 되며, 이러한 증착과정에 의해 Au-black의 표면은 매우 거칠게 되고 또한 내부에는 많은 미세공동이 생성된다^[9]. 입사된 적외선이 일정한 두께의 Au-black을 통과하면서 많은 미세공동의 내부에서 흡수와 반사를 반복하여 궁극적으로 미세공동속에 포획되기 때문에 Au-black 표면에서의 반사 및 Au-black을 통한 투과에 의한 적외선의 열량손실이 현저히 감소하게 되고, 또한 가시광이 입사되었을 경우에도 Au-black의 표면이 검게 보인다^[1].

Au-black의 적외선 흡수도와 직접적인 관계가 있는 공동밀도에 대한 척도로서 벌크(bulk) Au 밀도에 대한 Au-black 밀도의 비($\rho_{\text{Au-black}}/\rho_{\text{bulk-Au}}$)로 정의되는 Au-black의 충전인자(filling factor)를 사용해야 하지만, 적외선 흡수체를 적외선 검지기에 응용할 경우 흡수체의 적외선 흡수도 뿐만 아니라 열용량도 중요하게 되고, 또한 이 열용량은 질량에 비례하고 기하학적인 형태와는 무관하기 때문에, 본 연구에서는 Au-black의 단위면적당 질량으로서 충전인자를 가늠하였다.

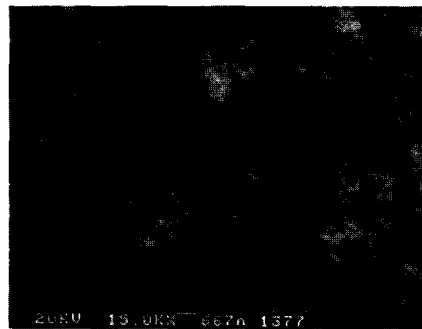
진공챔버에 질소가스를 주입하여 증착시의 진공도 및 Au 증발원의 양을 각각 변화시켜 증착된 Au-black의 표면형상 및 단면형상을 SEM으로 관찰하여 Au-black의 미세구조를 분석하였고, 3~14 μm 범위의 적외선 파장에 대한 Au-black의 흡수도는 linearized MCT (Mercury Cadmium Telluride : HgCdTe)를 적외선 검지기로 하는 FTIR 분광분석기(High Resolution FT-IR Spectrometer, IFS 120HR, BRUKER, 독일)를 사용하여 Au-black에 입사된 적외선의 반사도 및 투과도 측



(a) 0.1 Torr



(b) 0.5 Torr



(c) 1 Torr



(d) 5 Torr

그림 2. 증착시의 챔버압력에 따른 Au-black의 표면형상

Fig. 2. Surface morphologies of Au-black as a function of evaporation chamber pressure.

정으로부터 구하였다. 또한 반도체 제조공정에서 흔히 사용되는 감광액 lift-off 방법으로 증착조건을 변화시켜 제조한 Au-black의 패턴형성 실험을 하였다.

III. Au-black의 특성

1. Au-black의 미세구조

단위면적당 질량이 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 가 되도록 질소가스의 주입으로 챔버의 진공도를 변화시켜 증착된 Au-black의 표면을 15,000 배로 확대하여 촬영한 SEM 사진을 그림 2에 나타내었고, 그림 3은 약 1 Torr (=133 Pa)의 챔버압력으로 두께가 약 $5 \mu\text{m}$ 이고 단위면적당 질량이 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 가 되도록 증착된 Au-black의 단면을 5,000 배로 확대하여 촬영한 SEM 사진이다. 그림 2 및 그림 3이 보여주는 바와 같이 저진공증착에 의해 제조된 Au-black은 일반적으로 고진공에서 증착된 금속 박막에서 흔히 볼 수 있는 침상(dendritic)구조를 갖지 않고 미세한 침들이 솜과 같이 뭉쳐진 구조를 갖기 때문에 Au-black에는 많은 미세공동이 존재한다는 것을 알 수 있다. 증착시의 챔버압력이 대략 1 Torr 이상일 때부터 이들 뭉치의 크기가 현저히 증가하였는데, 이것은 1 Torr 이상의 챔버압력에서는 증발된 Au 원자와 질소가스 분자의 충돌이 상당히 증가하여 Au 원자의 평균 자유행정 및 운동에너지가 크게 감소되기 때문이다⁶⁾. 그러나 약 1 Torr 이상의 챔버압력에서 뭉치 크기의 큰 변화는 없었다.

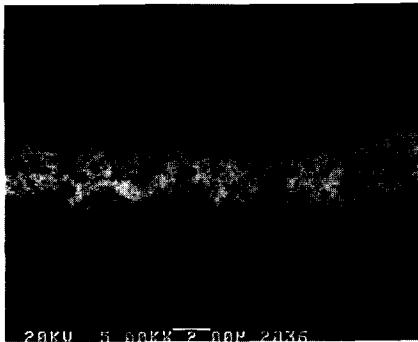


그림 3. Au-black의 단면형상
Fig. 3. Cross-sectional morphology of Au-black.

그림 2에서 나타낸 Au-black의 단면을 SEM 촬영하여 측정된 Au-black의 두께를 그림 4에 나타내었다. 그림 4로부터 증착시의 챔버압력을 변화시키면서 약

$600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 일정한 단위면적당 질량을 갖는 Au-black을 증착한 경우, 챔버압력이 증가함에 따라 Au-black내의 공동밀도가 증가하기 때문에 증착된 Au-black의 두께가 증가함을 알 수 있다.

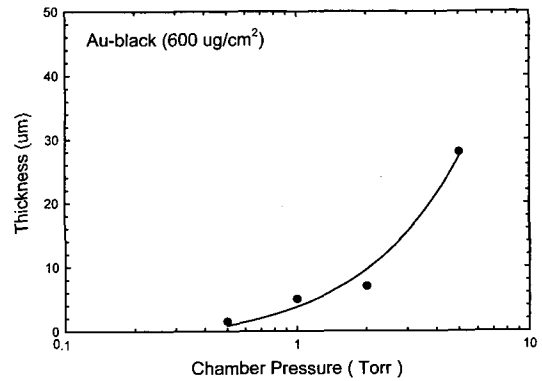


그림 4. 증착시의 챔버압력에 따른 Au-black의 두께
Fig. 4. Au-black thickness as a function of evaporation chamber pressure.

챔버압력을 약 1 Torr로 일정하게 하고 Au 증발원의 양을 조절하여 Au-black의 단위면적당 질량을 변화시킨 경우, Au-black의 단위면적당 질량에 따른 두께를 그림 5에 나타내었다. 이 경우 증착시의 챔버압력이 모두 동일하므로 증발된 Au 원자의 평균 자유행정도 모두 거의 같게 되고, 따라서 Au-black 내부의 공동밀도도 거의 동일하게 유지되기 때문에 증착된 Au-black의 단위면적당 질량이 증가함에 따라 두께가 증가하는 것으로 볼 수 있다.

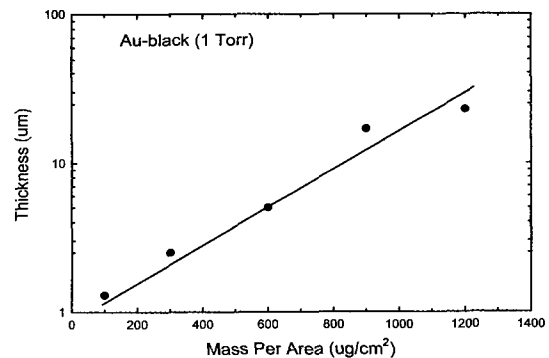


그림 5. 단위면적당 질량에 따른 Au-black의 두께
Fig. 5. Au-black thickness as a function of mass per area.

상기한 Au-black의 미세구조 분석으로부터 증발된

Au 원자의 질소가스 분자와의 산란정도에 직접적인 영향을 미쳐 Au-black의 공동밀도를 결정하는 증착시의 진공도 및 Au-black의 열용량에 직접적인 영향을 미치는 단위면적당의 질량을 결정하는 Au 증발원의 양이 적외선 흡수체로서의 응용을 위한 Au-black의 제조공정에 있어서 매우 중요한 변수임을 알 수 있다.

2. Au-black의 적외선 흡수도

본 실험에서 제조된 Au-black의 정확한 적외선 흡수도 측정을 위해 그림 6에서 나타낸 바와 같이 기판으로 사용되는 양면이 경면으로 연마된 실리콘 웨이퍼의 적외선에 대한 광학적 특성을 조사하였다. 먼저 실리콘 기판의 적외선 파장에 따른 반사도 및 투과도를 각각 측정하였고, 이들로부터 흡수도(=1-반사도-투과도)를 구하였다. 그림 6이 보여주는 바와 같이 실리콘 기판은 약 9 μm 이상의 파장영역에서 약간의 반사도 및 흡수도를 나타내고, 나머지 파장영역에서는 거의 100%에 가까운 투과도를 나타내기 때문에 실리콘 기판위에 증착된 Au-black의 적외선 흡수도를 구할 때 실리콘 기판의 이러한 광학적 특성을 충분히 고려하였다.

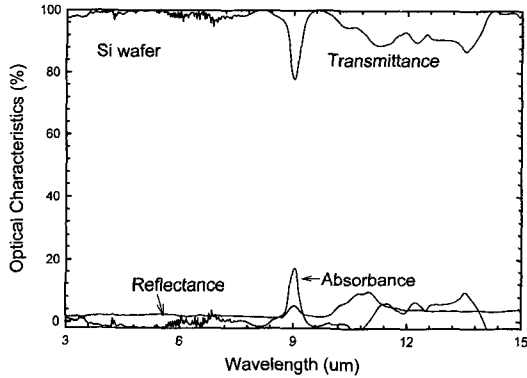


그림 6. 실리콘 기판의 적외선 투과도, 반사도 및 흡수도 스펙트럼
Fig. 6. Infrared transmittance, reflectance, and absorbance spectra of the silicon substrate.

단위면적당 질량을 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 일정하게 하고 0.5~10 Torr의 범위로 챔버압력을 바꾸어 증착시킨 Au-black 각각에 대해 파장에 따른 적외선 흡수도를 그림 7에 나타내었다. 약 0.5 Torr의 챔버압력으로 증착된 Au-black은 3~14 μm 의 파장범위에서 매우 낮은 적외선 흡수도를 나타내었으나, 약 1 Torr이상의 챔버압력으로 증착된 Au-black은 대체로 90%정도의 높은

적외선 흡수도를 나타내었는데, 이것은 그림 2 및 그림 3의 설명에서와 같이 약 1 Torr이상의 챔버압력으로 증착된 Au-black에서는 공동밀도가 현저히 증가하기 때문이다.

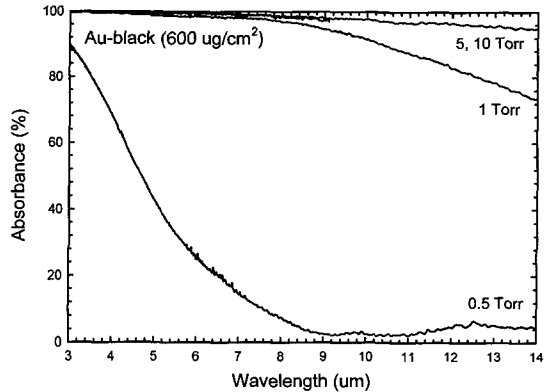


그림 7. 증착시의 챔버압력에 따른 Au-black의 적외선 흡수도 스펙트럼
Fig. 7. Infrared absorbance spectra of Au-black as a function of evaporation chamber pressure.

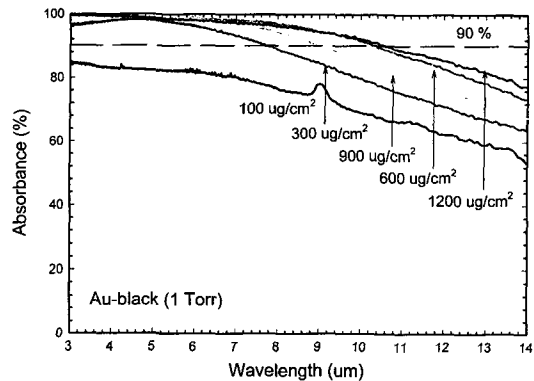


그림 8. 단위면적당 질량에 따른 Au-black의 적외선 흡수도 스펙트럼
Fig. 8. Infrared absorbance spectra of Au-black as a function of mass per area.

증착시의 챔버압력을 약 1 Torr로 일정하게 하고 Au 증발원의 양을 변화시켜 증착된 Au-black의 단위면적당 질량에 따른 적외선 흡수도 스펙트럼을 그림 8에 나타내었다. 단위면적당 질량이 증가함에 따라 Au-black의 적외선 흡수도가 전체적으로 증가하는 경향이 나타났는데, 이것에 대한 이유로서는 그림 5의 설명에서와 같이 Au-black의 공동밀도가 거의 일정한 반면에 단위면적당 질량이 증가할수록 Au-black의 두께가 거

의 지수함수적으로 증가하여 Au-black 전체에 흡수되는 적외선이 증가하기 때문인 것으로 생각된다. 그림 8로부터 약 1 Torr의 챔버압력으로 Au-black을 증착하는 경우 단위면적당 질량이 대개 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이상인 Au-black의 적외선 흡수도는 $3\sim 14 \mu\text{m}$ 의 파장범위에서 전반적으로 90%정도가 됨을 알 수 있다.

패턴형성에 큰 영향을 미치는 것으로 생각되는 적외선 흡수체의 두께를 비교하기 위해 그림 8과 동일한 챔버압력으로 NiCr 증발원의 양만을 변화시켜 증착된 NiCr-black의 단위면적당 질량에 따른 적외선 흡수도 스펙트럼을 그림 9에 나타내었다. 단위면적당 질량을 $20\sim 100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 범위로 변화시켰을 때 약 $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 단위면적당 질량을 갖는 NiCr-black이 $3\sim 14 \mu\text{m}$ 의 파장범위에서 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 단위면적당 질량을 갖는 Au-black과 비슷한 대개 90%정도의 적외선 흡수도를 나타내었지만, 이때 NiCr-black의 두께는 약 $8.5 \mu\text{m}$ 로서 Au-black의 두께 약 $5 \mu\text{m}$ 보다 훨씬 더 두껍기 때문에 적외선 검지기에 사용하기 위한 패턴형성을 고려하면 적외선 흡수체로서 Au-black이 NiCr-black보다 더 적합한 것으로 생각된다.

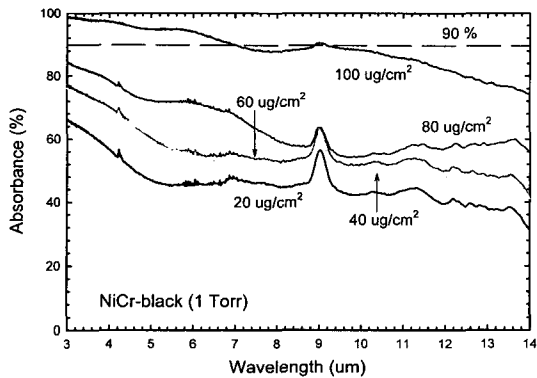


그림 9. 단위면적당 질량에 따른 NiCr-black의 적외선 흡수도 스펙트럼

Fig. 9. Infrared absorbance spectra of NiCr-black as a function of mass per area.

옷을 입은 인체의 온도범위는 대개 $24\sim 32 \text{ }^\circ\text{C}$ 이고 이 온도에 의해 복사되는 적외선의 파장범위는 $9.75\sim 9.5 \mu\text{m}$ 인 것으로 알려져 있다^[12]. 인체로부터 복사되는 적외선중 가장 긴 파장인 $9.75 \mu\text{m}$ 에 대해 증착조건에 따른 Au-black의 적외선 흡수도를 그림 10에 나타내었다. 그림 10으로부터 증착시 챔버압력이 약 1 Torr 이상일 때 단위면적당 질량에 따른 Au-black의 적외선 흡

수도가 전체적으로 크게 증가함을 알 수 있다. 챔버의 압력을 약 50 Torr로 하여 제조된 Au-black의 경우 매우 높은 적외선 흡수도를 나타내지만, 이때 그림 4로부터 예측할 수 있듯이 Au-black의 두께가 너무 두껍게 되어 반도체 공정에 의한 패턴형성이 어렵게 된다. 인체 감지용 적외선 검지기의 적외선 흡수체로 사용하기 위한 Au-black을 제조하기 위해서는 그림 10으로부터 증착조건에 따른 적외선 흡수도의 의존성을 고려할 때 전체적으로 비교적 높은 적외선 흡수도를 유지하면서 단위면적당 질량에 따른 적외선 흡수도의 변화가 작은 챔버압력을 약 1 Torr로 하는 Au-black의 증착조건이 적합한 것으로 보인다.

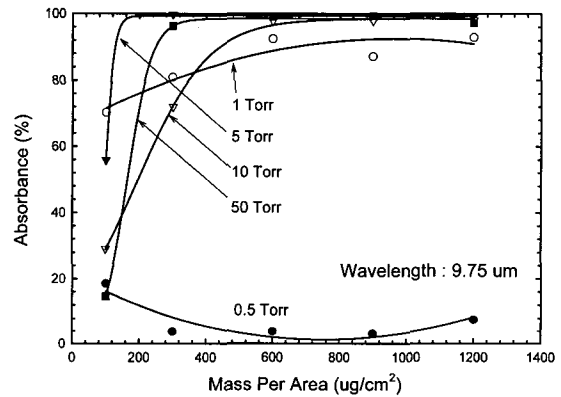


그림 10. 증착조건에 따른 Au-black의 $9.75 \mu\text{m}$ 파장에 대한 적외선 흡수도

Fig. 10. Infrared absorbance dependence of Au-black on deposition condition at $9.75 \mu\text{m}$ -wavelength.

상기한 실험결과들로부터 인체 감지용 적외선 검지기 및 $8\sim 14 \mu\text{m}$ 범위의 장파장 적외선 검지기의 적외선 흡수체로서 사용하기 위한 Au-black을 제조하기 위해서는 적외선 흡수도, 열용량 및 패턴형성을 위한 두께 등을 고려할 때 증착시 챔버압력이 약 1 Torr이고, 단위면적당 질량이 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 인 증착조건이 가장 적합하다고 생각된다. 이러한 증착조건으로 제조된 Au-black의 적외선 흡수도는 약 90%였고, 두께는 패턴형성이 가능한 약 $5 \mu\text{m}$ 였다.

3. Au-black의 패턴형성

적외선 검지기의 적외선 흡수체로 사용하기 위해 필요한 Au-black의 패턴형성에 대한 가능성을 검토하였다. 그림 11에서 나타낸 바와 같이 감광액 lift-off 공정

으로 실리콘 기판위에 비교적 양호한 Au-black의 패턴을 형성할 수 있었다. 여기서 Au-black은 약 1 Torr의 챔버압력 및 약 $900 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 단위면적당 질량으로 증착되었으며, 패턴의 크기는 약 $50 \times 50 \mu\text{m}^2$ 이고, 두 패턴 사이의 간격은 약 $50 \mu\text{m}$ 이다.

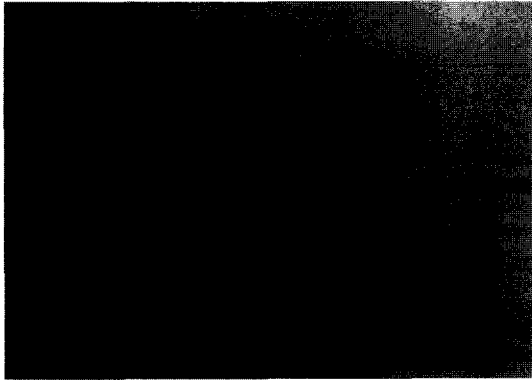


그림 11. 감광액 lift-off 공정으로 형성된 Au-black의 패턴

Fig. 11. Au-black patterns generated by photoresist lift-off process.

1 Torr의 챔버압력으로 단위면적당 질량을 $100 \sim 1,200 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 범위로 변화시켜 증착된 Au-black의 패턴형성에 있어서 단위면적당 질량이 약 $900 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 인 경우까지는 약 $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ 크기의 패턴을 형성할 수 있었으나, 단위면적당 질량이 약 $1,200 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 인 경우에는 패턴을 형성할 수 없었다. 또한 Au-black/Au/NiCr의 3층 구조로 하여 Au-black을 실리콘 기판위에 증착하였을 때 Au-black의 접착력을 크게 증가시킬 수 있었다.

IV. 결 론

본 연구에서는 $8 \sim 14 \mu\text{m}$ 의 파장범위에서 열감지형 적외선 검지기의 적외선 흡수체로 응용하기 위한 Au-black을 질소가스 분위기에서 Au를 증발원으로 하는 저진공 증착법으로 제조하였고, 증착조건에 따른 Au-black의 SEM 관찰에 의한 미세구조 분석, FTIR 분광 분석기에 의한 적외선 흡수도 측정 및 패턴형성 실험 등을 통하여 Au-black의 특성을 논의하였다.

Au-black의 미세구조 분석으로부터 단위면적당 질량이 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 일 때 약 1 Torr이상의 챔버압력으로 증착된 Au-black은 미세한 침들이 솜과 같이 뭉쳐

진 구조를 가지며, 이러한 구조 때문에 Au-black에는 적외선이 포획되는 높은 밀도의 미세공동이 존재함을 확인할 수 있었고, 또한 증착시 챔버압력 및 Au 증발원의 양이 각각 Au-black의 공동밀도 및 단위면적당 질량을 결정하는 중요한 공정변수임을 알 수 있었다. 증착시 챔버압력 및 단위면적당 질량에 따른 Au-black의 적외선 흡수도 측정으로부터 단위면적당 질량을 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 일정하게 하였을 경우 약 1 Torr이상의 챔버압력으로 증착된 Au-black이 $3 \sim 14 \mu\text{m}$ 의 파장범위에서 대체로 90%정도의 적외선 흡수도를 나타내고, 증착시 챔버압력을 약 1 Torr로 일정하게 하였을 경우에는 단위면적당 질량이 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이상으로 증착된 Au-black이 전반적으로 90%정도의 적외선 흡수도를 나타낼 수 있었으며, 또한 이들 결과는 Au-black의 미세구조에 대한 분석결과와도 잘 일치하였다. 그리고 Au-black과 비슷한 적외선 흡수도를 갖는 NiCr-black의 단위면적당 질량이 Au-black의 것보다 훨씬 더 작아서 흡수체의 열용량 측면에서는 NiCr-black이 더 유리하지만, 이 경우 NiCr-black의 두께가 Au-black의 것보다 훨씬 더 두꺼워 패턴형성이 어려워지기 때문에 적외선 검지기의 적외선 흡수체로서는 Au-black이 NiCr-black보다 더 적합하였다. 패턴형성 실험으로부터 약 $900 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이하의 단위면적당 질량을 갖는 Au-black의 패턴형성에 대한 가능성을 확인하였으며, 또한 Au-black/Au/NiCr의 구조로 Au-black을 실리콘 기판위에 증착하였을 때 Au-black의 접착력을 개선시킬 수 있었다.

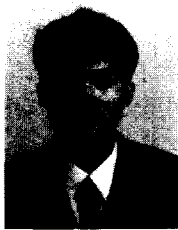
본 연구의 실험결과들로부터 적외선 흡수도, 열용량 및 패턴형성 등을 고려할 때 열감지형 적외선 검지기의 적외선 흡수체로 사용하기 위한 Au-black을 제조하기 위해서는 약 1 Torr의 챔버압력 및 약 $600 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 의 단위면적당 질량을 증착조건으로 하는 것이 적합한 것으로 생각되나, Au-black의 미세패턴 형성을 위해 접착력을 더욱 더 향상시키고, 높은 적외선 흡수도를 유지하면서 두께를 더 얇게 하는 연구가 이루어져야 할 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] E. L. Dereniak and G. D. Boreman, *Infrared Detectors and Systems*, John Wiley & Sons, Inc., pp. 402-404, 1996.

- [2] G. R. Lahiji and Kensall D. Wise, "A Batch-Fabricated Silicon Thermopile Infrared Detector," *IEEE Trans. on Electron Devices*, vol. ED-29, no. 1, pp. 14-22, 1982.
- [3] Il Hyun Choi and Kensall D. Wise, "A Silicon-Thermopile-Based Infrared Sensing Array for Use in Automated Manufacturing," *IEEE Trans. on Electron Devices*, vol. ED-33, no. 1, pp. 72-79, 1986.
- [4] F. Völklein and A. Wiegand, "High Sensitivity and Detectivity Radiation Thermopiles Made by Multi-layer Technology," *Sensors and Actuators A*, vol. 24, pp. 1-4, 1990.
- [5] F. Völklein et al., "High-sensitivity radiation thermopiles made of Bi-Sb-Te films," *Sensors and Actuators A*, vol. 29, pp. 87-91, 1991.
- [6] W. Lang et al., "A Thin-film Bolometer for Radiation Thermometry at Ambient Temperature," *Sensors and Actuators*, vol. A21-A23, pp. 473-477, 1990.
- [7] Dirk Rossberg, "Optical properties of the integrated infrared sensor," *Digest of Technical Papers of Transducers '95*, pp. 652-655, 1995.
- [8] Norio Fujitsuka et al., "Monolithic pyroelectric infrared image sensor using PVDF thin film," *Digest of Technical Papers of Transducers '97*, pp. 1237-1240, 1997.
- [9] Walter Lang et al., "Absorbing Layers for Thermal Infrared Detectors," *Digest of Technical Papers of Transducers '91*, pp. 635-638, 1991.
- [10] B. Willing et al., "Gas Spectrometry Based on Pyroelectric Thin Film Arrays Integrated on Silicon," *Digest of Technical Papers of Transducers '97*, pp. 1245-1248, 1997.
- [11] M. Hirota and S. Morita, "Infrared sensor with precisely patterned Au-black absorption layer," *Proceedings of SPIE's 43rd Annual Meeting(Infrared Technology and Applications XXIV)*, vol. 3436, 1998.
- [12] E. Wagner, R. Dändliker, and K. Spenner, *Sensors-Volume 6. Optical Sensors*, VCH, pp. 203-204, 1991.

저 자 소 개



吳光植(正會員)
第 37卷 SD編 第 2號 參照
현재 피케이주식회사 근무



金東煥(正會員)
1966년 6월 19일생. 1988년 2월 경북대학교 물리학과 졸업(이학사). 1991년 2월 경북대학교 대학원 물리학과 졸업(이학석사). 1998년 3월~현재 경북대학교 대학원 전자공학과 재학중(박사과정). 1994년 10월~1995년 12월 LG전자 영상디스플레이 연구소 연구원. 1995년 12월~1997년 11월 (주)벡트론 기술연구부 차장. 1999년 10월~현재 (주)컴텍스 장치개발팀 차장. 주관심 분야는 CVD 방법에 의한 박막의 개발 등임

金鎮燮(正會員) 第 37卷 SD編 第 2號 參照
현재 인제대학교 전자정보통신공학부 부교수

李正熙(正會員) 第 37卷 SD編 第 2號 參照
현재 경북대학교 전자전기공학부 부교수

李 龍 鉉(正會員) 第 37卷 SD編 第 2號 參照
현재 경북대학교 전자전기공학부 교수



李 在 一 (正會員)

1961년 1월 15일생. 1982년 2월 서울대학교 요업공학과 졸업(공학사). 1986년 8월 한국과학기술원 재료공학과 졸업(공학박사). 1986년 10월~1993년 2월 한국전자통신연구원 선임연구원. 1993년 3월~현재 울산대학교 재료금속공학부 부교수. 1998년 7월~현재 (주)코아텍 기술고문. 2000년 1월~현재 (주)울투스 대표이사. 주관심 분야는 유전 및 압전 세라믹 재료를 이용한 정보통신용 공진기 및 필터의 개발 등임

韓 錫 龍(正會員) 第 36卷 C編 第 5號 參照
현재 한국전자주식회사 종합연구소 반도체연구센터 책임연구원