

# 감광성 Polyimide LB막의 PATTERN 형성에 관한 연구

## A Study on Patterning of Photosensitive Polyimide LB Film

논 문
9-1-9

김 현종\*, 채 규호\*\*, 김 태성\*\*\*

(Hyun-Jong Kim, Kyu-Ho Chae, Tae-Sung Kim)

### Abstract

Polyimides containing cyclobutane ring in main chain is known to be thermally stable and able to be developed in organic solvents after photolysis with 254 nm UV light. This type of polyimides can be used as promising positive photoresist in VLSI fabrication process. In the current VLSI process, photoresist films are formed by spin coating. The film thickness is more than several hundred nano meters.

It seems that there is room for improvement of film coating process by introducing Langmuir Blodgett technique. Thereby ultra thin film photoresist can be formed, and higher density of integration in VLSI be achieved. In the present work, depositing procedure of LB films of this polyimide was investigated. LB film thickness was measured by ellipsometry to evaluate deposited film status. Chemical imidization procedure was studied to avoid several problems in thermal imidization. The pattern of submicron dimension has successfully formed on LB film of 8nm thick, which found showing good contrast.

**Key Words(중요용어)** : Polyimide(폴리이미드), Cyclobutane Ring(시클로부탄환), Photoresist(포토레지스트), LB Technique(LB法), Pattern(무늬)

### 1. 서 론

반도체 기술의 진보에 따라 기억소자의 경우 이미 수백 M byte의 소자가 상용화의 단계에 들어서 있으며 이에 따라서 집적회로의 미세화에 대한 연구도 많은 발전을 거듭하여 현재 선폭(line and space)이 submicron의 단계에 까지 이른 patterning 기술이 이용되고 있는 실정이다.

이러한 patterning 공정은 대부분의 경우 photolithography에 의하여 수행되고 있으며, 이는 photoresist를 spin coating에 의하여 기판상에 도포한 뒤 광을 조사하여 photoresist에 광화학적 변화를 일으켜 무늬를 형성하는 과정이다.

그러나, spin coating에 의한 막 도포법의 경우 photoresist의 막 두께를 수백 nm이하로 하기는

불가능하며 pattern이 더욱 미세화 함에 따라 광의 회절, 간섭 등으로 인하여 해상도가 저하 하게되므로 회로의 고집적화에 걸림돌이 될 단계가 도래할 것이다.

본 연구에서는, 이미 VLSI의 절연재 등으로 널리 쓰이고 있는 polyimide<sup>1)</sup> 분자 자체에 감광성 부분으로서 cyclobutane 단위체를 도입한 polyamide酸 고분자를, 유기 초박막제작법으로 근래 주목받고 있는 LB법에 의하여 기판상에 적절한 다음 화학적 imidization 법을 선택, imide化 함으로써 photoresist의 초박막화를 시도하였다.

LB법은 1935년 I. Langmuir와 K.B.Blodgett에 의하여 개발된 이래, 분자를 임의로 조작, 배열할 수 있는 기술로서 주목받고 있는 초박막 제작법이며, 본 실험에서는 전남대학교 고분자공학과와 연구진에 의하여 합성되어<sup>2)</sup> positive photoresist로 응용이 기대되는 유기고분자인 감광성 polyimide를 연구 대상으로 하였다.이다.

이 감광성 polyimide를 LB법에 의하여 박막화하는 시도로는 본 연구가 처음이므로 LB막 누적에 필요한 제반 기초연구와 막의 누적상태에 대한 평

\* : 목포해양대학교 항해학과

\*\* : 전남대학교 고분자공학과

\*\*\* : 전남대학교 전기공학과

접수일자 : 1995년 9월 30일

심사완료 : 1996년 1월 6일

가 및 imidization(imide化)방법에 대한 연구등이 이루어져야 한다. 이에 본 연구에서는 최적의 LB막 누적조건을 결정하기 위하여 수면상 L막의  $\pi$ -A 특성, creep test 등을 행하였다.

또 감광성 polyimide LB막의 누적상태를 평가하기 위하여 누적된 LB막에 대한 막두께의 측정, UV흡광도 측정등을 하였다.

또, 이 감광성 polyimide를 photoresist로 사용할 경우 熱的 imidization법으로는 150-300°C의 온도 범위에서 단계적인 열처리를 가해야 하는데 이로부터 생기는 여러 문제점들을 제거하기 위하여 화학적인 imide화를 시도하였으며, 이 화학적인 imide화의 과정도 아직은 미확립된 상태이므로 이에 대한 연구 및 그 결과에 대한 평가도 시행하였다.

본 연구에서 사용한 감광성 polyimide는 파장 254nm인 원자외선을 조사, 광화학 반응을 일으켜 저분자량화 한 다음 현상액에 현상하므로써 positive photoresist로 활용 될 수가 있는데 이 노광 및 현상조건을 결정하기 위한 실험도 하였다.

## 2. 실험

### (1) 성막재료 및 누적조건

감광성 polyimide LB막을 제작하기 위하여 먼저 그림.1과 같은 PAAD(polyamic acid derivative)분자를 수면상에 전개한 L막에 적당한 표면압을 가한 상태에서 기판을 일정한 속도로 상하운동 시켜 PAAD L막을 기판상에 누적시킨다.

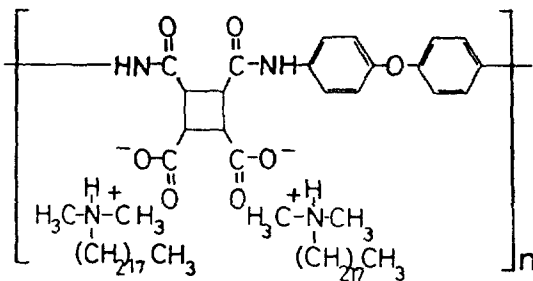


그림 1. PAAD의 분자구조식

Fig. 1. Structural formula of PAAD

이때 PAA(polyamic acid) 및 C<sub>18</sub>DMA(N,N-dimethyl-n-octadecylamine)는 각각 DMAC(dimethylacetamide)와 Benzene 1:1의 혼합용매 속에 1 m mol/l의 농도로 용해시켜 별도의 용기에 냉장보관 하고 있던 중, 수면상에 전개하기 직전에

PAA 용액:C<sub>18</sub>DMA용액을 1:2의 용적비율로 혼합하므로써 0.33 m mol/l의 PAAD 용액을 형성하게 된다. 수면상에 PAAD용액을 전개한 다음 기판상에 누적하여 LB막을 얻기 위하여는 누적이 관련된 여러가지의 최적조건을 결정할 필요가 있는데 이에는  $\pi$ -A특성, Creep test, 기판속도, 용액의 전개량, subphase 조건, 용액 전개 후의 대기시간 등에 관한 실험이 필요하다.

이중 본 감광성 polyimide에 대한  $\pi$ -A특성실험, creep test의 결과, 표면압은 35mN/m, 대기시간은 15분 정도가 적합함을 알았다. 기타의 제반 조건에 대하여는 그 분자구조가 본 실험에서 사용한 분자와 유사한 Kapton polyimide에 대한 data를 적용하였다.<sup>3)</sup>

표 1.에 polyimide LB막 누적시 적용된 제반 조건을 표시하였다.

표 1. PAAD LB막의 누적조건

Table 1. Deposition condition of PAAD LB film

substrate dipping speed	5 mm/min
surface pressure	35 mN/m
subphase	pure water(17.5 M-cm)
subphase temperature	20-22°C
waiting time	10 min(before compressing) 5 min(after compressing)
spreading amount of solution	200 $\mu$ l
type of LB film	Y Type <sup>4)</sup>
substrate	quartz, silicon wafer
trough size	380x225 mm

### (2) 감광성 polyimide LB막의 형성

#### 1) 막의 누적상태

본 실험에서 사용한 PAAD는 분자 구조에 의하면 막 1층당의 두께가 1.7nm에 이를 것으로 추정되며 imide화 과정을 거친 polyimide의 경우 막 1층당 두께가 0.4nm일 것으로 판단된다. 따라서 누적된 PAAD막과 imidization이 완료된 polyimide의 막두께를 측정하므로써 막의 누적상태를 평가할 수 있다.

또 본 PAAD 분자는 파장 254nm의 자외선 영역에서 흡수 spectrum이 존재하고 막의 누적층수에 따라서 그 흡수강도가 증가하므로 누적층수에

다른 자외선 흡수강도의 변화를 측정하여 누적상태를 간접적으로 평가하였다.

두께 측정용 시료의 경우 자연산화막이 40Å 정도 형성된 si wafer를 기판으로 사용하였으며 UV 측정용 시료의 경우는 수정기판을 사용하였다.

2) Imidization

본 실험에서 사용한 감광성 polyimide의 경우 photoresist로 사용하기 위하여서는 그 전구체인 polyamic acid를 용매에 녹여 wafer에 도포한 후 150-300℃의 온도 범위에서 단계적인 열처리를 행하여 용매를 증발 시킴과 동시에 amide부분의 열적 탈수 고리화를 유도하여 그림.2와 같이 polyimide를 형성할 수 있으나<sup>2)</sup> 이 열처리 과정중 고분자 막과 si wafer의 열팽창계수가 서로 달라 경계면에서 막의 박리가 일어나기 쉽고 휘발성 물질의 증발로 인하여 Polyimide막의 응축, 박리 현상 등이 일어나게 된다.<sup>5)</sup>

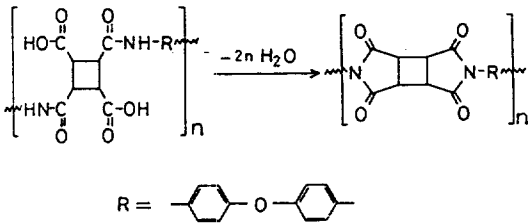


그림 2. Imide 化에 따른 PAA로부터 polyimide로의 분자구조식의 변화  
Fig. 2. Change of structural formula by imidization from PAA to polyimide

또한, 본 LB법의 경우 C<sub>18</sub>DMA를 疏水부분으로 도입하였는데 이의 증발 온도가 200℃ 정도로서<sup>6)</sup> 열처리시 C<sub>18</sub>DMA가 증발 하면서 polyimide 막성분도 같이 증발할 가능성이 크다. 따라서 이와 같은 열처리로 인한 문제점을 배제하기 위하여 화학적인 imide화 를 시도하였다.

이 화학적 처리에 의하여 PAAD는 PAA의 amide 부분이 탈수고리화 과정을 거쳐서 imide環으로 형성됨과 동시에 PAAD막을 수면상에 전개할때 소수부분으로 작용하던 C<sub>18</sub>DMA의 탈리제거가 동시에 일어나는 과정을 거친다. 적절한 용액과 처리법을 선택하면 시료를 용액속에 浸漬하여 두는 등으로 간편하게 imide화 시킬 수 있는 방법이 지만 용액에 PAAD LB막을

침지하여 두는 도중에 PAAD LB막이 amide상태에서 imidization용액 속으로 용출되거나 imidi-

zation용액의 일부가 polyimide LB막 내에 잔존할 가능성도 있다.

본 실험에서는 최적의 imide化법을 연구한 결과 acetic anhydride: pyridine: Benzene을 1:1:25(vol.)로 혼합한 30cc의 imide화 용액에 시료를 20시간 정도 실온에서 침지하여 됴므로써 imidization 반응이 서서히 일어나도록 하여 양호한 결과를 얻었다.

또 FT-IR분광을 하여 PAAD가 polyimide로 변하는 분자구조상의 변화와 C<sub>18</sub>DMA가 완전히 제거 되는 것도 확인하였으며, ellipsometer에 의하여 막두께를 측정하므로써 C<sub>18</sub>DMA가 제거되고 막두께가 감소하여 polyimide의 이론상 막두께와 거의 일치하는 결과를 얻었다.

FT-IR 측정용 기판은 두께 0.3mm의 si wafer를 사용하였고 ellipsometry 측정용 기판은 두께 0.5mm의 si wafer 상에 두께 40Å 정도 자연 산화막이 형성된 기판을 사용하였다.

3) Patterning.

그림.2와 같이 cyclobutane 고리를 主鎖에 포함하고 있는 polyimide에 파장 254nm의 자외선을 조사하면 cyclobutane고리가 광분해하여 단량체인 말레이미드 유도체로 변하기 때문에 polyimide 고분자의 주쇄가 절단되어 고분자의 분자량이 감소되고 DMAC등의 유기용매에 대한 용해도가 증가한다.<sup>2)</sup> 이와 같이 노광부분의 용해도가 미노광부분에 비하여 커지게 되므로 본 감광성 polyimide는 positive photoresist로 이용될 수가 있다. 본 연구에서는 PAAD및 polyimide에 대한 자외선 분광을 하고 polyimide에 파장 254nm의 원자외선을 조사한 시료, DMAC용액에 현상한 시료등에 대하여 자외선 흡수 spectrum을 측정하여 노광 및 현상의 효과 등을 측정하였다.

또 미노광부분의 현상용액에 대한 용해도를 측정하기 위하여 현상시간을 변화시키면서 자외선 흡수강도의 변화를 측정하였다.

또 노광부와 미노광부의 contrast를 직접적으로 관찰하기 위하여 polyimide LB막에 mask aligner로 patterning한 다음 DMAC 현상액으로 현상하여 SEM 촬영을 하였다.

3.결과 및 고찰

(1)누적상태

LB막 누적에 관한 이상적인 막조건은, 우선 수면상의 L막 단계에서 막분자 사이에 빈틈이 없는

packing 상태를 유지하여 pinhole이 없어야 한다. 또 親水 부분은 subphase에 접하고 疏水부분은 수면과 수직인 상태를 유지하여 2층막이나 3층막이 되지않는 單分子膜 상태를 유지하여야 한다. 또한 이러한 수면상의 막을 累積比 1로 기판상에 전이시킬 수 있는 최선의 누적 방식을 선택하여 LB막을 제작하여야 한다. 그림 3, 그림 4에 본 감광성 polyimide에 대한  $\pi$ -A 특성, creep test의 결과를 보였다.

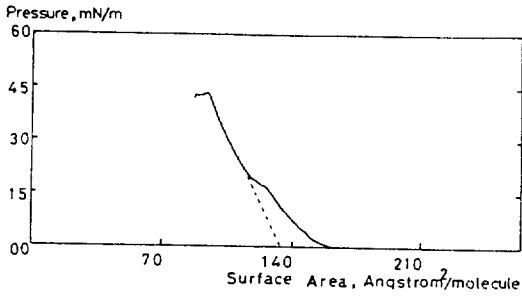


그림 3. 수면상 PAAD 단분자막의 표면압-면적곡선

Fig. 3. Isotherm of surface pressure vs. area of the repeat unit of PAAD polymer on water surface

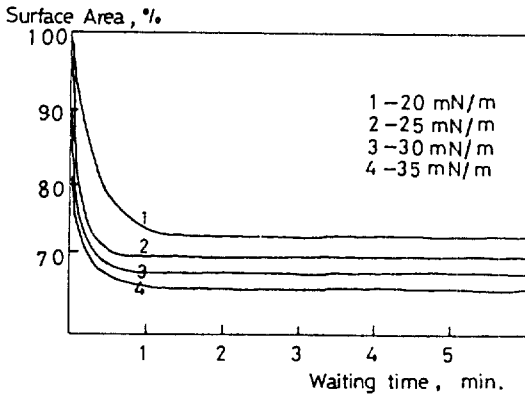


그림 4. PAAD의 Creep test 결과(일정 표면압 하에서 가압시간에 따른 분자점유면적의 변화)

Fig. 4 Result of creep test for PAAD(pressing time vs.surface area under constant surface pressure)

그림.3은 본 실험에서 사용한 감광성 polyimide에 대한  $\pi$ -A 특성곡선이다.

Barrier 속도는 10 mm/min로 압축하였으며 분자단위당 점유면적이  $160\text{\AA}^2$  부근에 이르면 표면압이 나타나기 시작하여 직선적으로 상승하다가 표

면압 15 mN/m정도에서 한 차례 전이하여 기울기가 좀 더 급한 직선으로  $\pi$ -A 곡선이 변한다.

첫번째의 직선부분은 C<sub>18</sub>DMA가 수면상에 불규칙하게 누어있는 상태에서 압축되는 상황이고 윗부분의 기울기가 더 급한 직선부분은 C<sub>18</sub>DMA가 수면에 대하여 거의 수직이고 관능기 사이의 압축이 진행되는 상태라고 판단된다. 기울기가 급한 직선부분을 연장하여 도표의 수평축과 교차하는 점으로부터 분자 단위당 점유면적을 구하면  $136\text{\AA}^2$  정도로서 이론상의 점유면적과 거의 일치한다. 또 42 mN/m 정도의 표면압에서 L막의 붕괴가 일어남을 알 수 있다.

그림.4는 creep test의 결과이다. 수면상에 용액을 전개하고 용매의 증발을 위하여 10분 정도 방치한 다음 막재료에 표면압을 가하여 안정되기까지의 시간은 가하는 표면압에 따라서 달라지지만 대략 가압 후 5분 정도 경과하면 안정상태에 이르는 것을 알 수 있다. 본 실험에서 채택한 표면압 35mN/m의 경우 원래 용액전개 표면적의 75% 정도의 면적에서 안정상태에 이르렀다.

본 연구에서는 표. 1에 예시한 누적 조건으로 LB막을 제작하였으며 ellipsometer에 의한 막두께 측정과 UV 흡광도 측정을 행하여 누적 상태를 평가 하였다. 먼저 그림 5, 그림.6에 ellipsometer에 의한 PAAD와 polyimide의 막두께 측정 결과를 plot하였다.

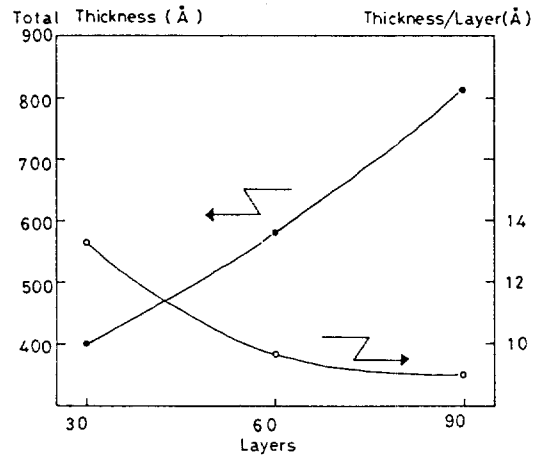


그림 5. PAAD LB막의 누적층수에 따른 막두께  
Fig. 5. Thickness of PAAD LB film for various film layers

분자 구조상 PAAD 막 두께는  $17\text{\AA}/\text{layer}$ , polyimide 막 두께는  $4\text{\AA}/\text{layer}$  정도이나 PAAD의 경우 누적 층수가 증가함에 따라서 실제 측정치는

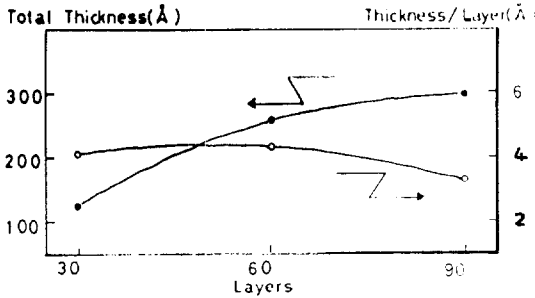


그림 6. Polyimide LB막의 누적층수에 따른 막두께

Fig. 6. Thickness of polyimide LB film for various film layers

이론상의 막 두께보다 점점 작아지고 막의 굴절율은 약간 증가한다. polyimide의 경우 누적층수 60층까지는 대략 이론상의 막두께와 일치하지만 90층에 이르면 이론치보다 작게 나타남을 알 수 있다. 이같이 막두께가 작아지는 원인은, PAAD의 경우 누적 층수가 증가함에 따라서 소수기 부분이 기판면에 수직인 방향으로부터 점점 tilt되는데 주된 원인이 있고 누적비도 점차 감소되는데 그 원인이 있는 것으로 보인다. 또 polyimide의 경우 누적 층수가 증가함에 따라서 imide화의 진행중 polyimide막의 일부가 imide화 용액에 용출되는 현상이 커지는 데에 막두께 감소의 원인이 있는 것으로 추정된다.

그림.7에 누적 층수에 따른 UV 흡광도의 변화를 보였다. 누적 층수에 따라서 흡광도가 증가함을 알 수 있는데 측정 기기의 특성상 정량적인 평가는 이루어지지 못하였다.

(2)Imidization

본 실험에서 사용한 감광성 polyimide를 imidization하는 방법으로 열처리법 이외에 화학적인 방법이 있었는데, 이는 DMAC 용매에 용해시킨 감광성 polyamic acid에 acetic anhydride와 triethylamine을 첨가하고 50℃로 24시간 가온처리한 방법이였다.<sup>7)</sup> 그러나 이러한 처리에 의하여 만족할 만한 결과는 얻어지지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 PAAD의 amide 부분이 탈수고라화 과정을 거쳐 imide환으로 형성됨과 동시에 막중의 C<sub>18</sub>DMA가 완전히 제거되고, polyimide가 기판으로부터 박리되거나 PAAD막 성분이 imidization 용액 속으로 용출되는 현상을 최소화 할 수 있는 화학적 처리 조건을 모색한 결과 Acetic Anhydride : Pyridin : Benzene을 1 : 1 : 25(Vol)

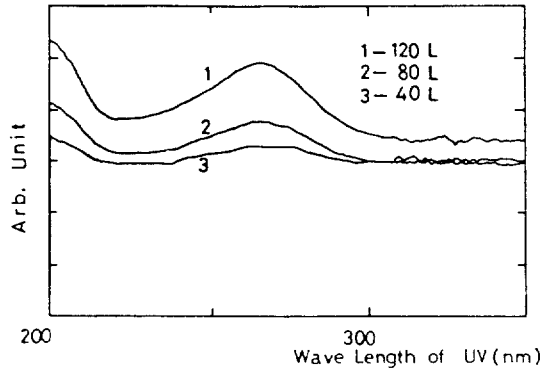


그림 7. 누적층수에 따른 PAAD LB막의 UV 흡수강도

Fig. 7. UV absorption strength of PAAD LB film for various film layers

로 혼합한 30cc의 imidization 용액속에 PAAD LB막을 20시간 정도 침지하여 됴므로써 좋은 결과를 얻었다. imide화 된 상태를 FT-IR 분광및 ellipsometer(그림.6)에 의하여 평가하여 그 결과를 그림8, 그림9에 보였다.

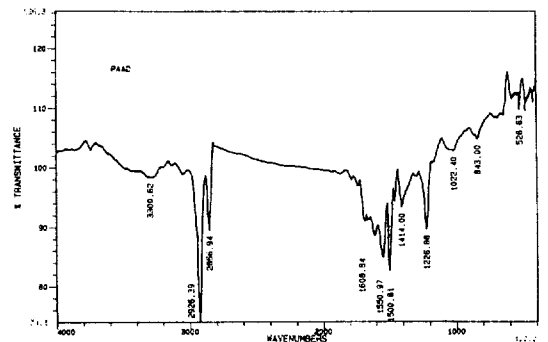


그림 8. PAAD LB막의 FT-IR spectrum

Fig. 8 FT-IR spectrum of PAAD LB film

그림.8(PAAD) 및 그림.9(polyimide)의 FT-IR 분광, spectrum을 비교하면 PAAD 분광에서 나타났던 3300cm<sup>-1</sup>의 카르복시산의ν<sub>OH</sub>, 2900cm<sup>-1</sup> 부근의 C<sub>18</sub> DMA의 ν<sub>CH</sub>, 1550cm<sup>-1</sup>의 amide의 δ<sub>NH</sub> 흡수 peak가<sup>8)</sup> polyimide 분광에서는 완전히 사라지고 이미드의 특성 peak인 1717 cm<sup>-1</sup>의 ν<sub>C=O</sub>, 1385cm<sup>-1</sup>의 δ<sub>CN</sub>등이 새로이 출현하는 것으로 보아 본 화학적 처리에 의하여 imide화는 완결되는 것으로 판단된다.

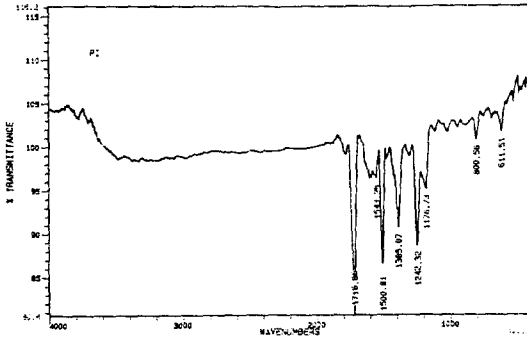


그림 9. Polyimide LB막의 FT-IR spectrum  
Fig. 9. FT-IR spectrum of polyimide LB film

3)Patterning

현재 Photolithography 공정에서 노광에 쓰이는 광의 파장은 350~450nm 부근의 근자외선이나 이는 빛의 회절, 간섭 등의 영향으로 해상도의 한계가 1 $\mu$ m 전후로 제한되고있다. 앞으로 반도체 소자의 집적도를 더 높이기 위하여는 노광파장의 단파장화는 필수적인 것으로, 노광파장이 254nm인 본 감광성 polyimide는 이러한 측면에서 유망한 photoresist가 될 것이다.

본 연구의 목표도 궁극적으로는 초미세 patterning을 실현하여 반도체 회로의 고집적화에 기여하고자 하는데 있으나 여기서는 일차적으로 photoresist의 초박막화를 실현하고자 하므로, 초박막 상태의 photoresist에 254nm의 자외선을 조사함으로써 명확한 contrast를 갖는 resist가 실현될 수 있는지를 규명하는데 실험의 요점을 두었다.

이러한 관점에서 우선 PAAD및 polyimide에 대한 자외선 분광을 행하였고 노광 또는 현상을 시행한 시료에 대하여 자외선 분광을 행함으로써 노광, 현상의 효과를 관찰하였다.

또한 미노광 polyimide의 현상액에 대한 용해도를 측정하기 위하여 미노광 polyimide에 현상시간을 변화시키면서 자외선 분광을 실시하였다.

또한 노광부와 미노광부의 contrast를 직접 관찰하기 위하여 표면 SEM촬영을 하였다.

그림 10.에 PAAD, polyimide 및 노광, 현상 후의 polyimide 에 대한 자외선 흡수 변화를 보였다.

1번 curve는 PAAD에 대한 것으로 아직 imide화 하지 않은 polyamic acid 자체의 흡수 peak인 257nm보다도 흡수 spectrum이 더욱 장파장화하여 264nm에서 흡수 peak가 존재한다. 이는 카르복시산과 수소결합하고 있는 C<sub>18</sub>DMA의 영향이라고 보여진다.

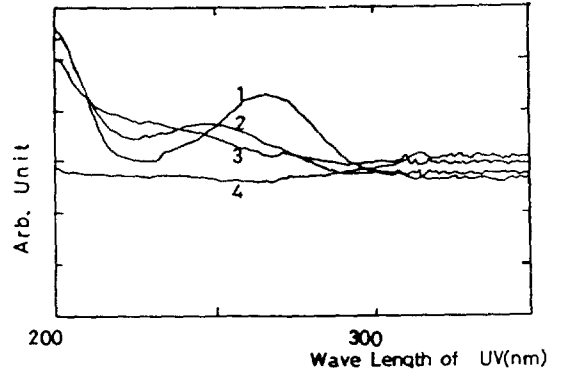


그림 10. 처리조건 변화에 따른 PAAD및 polyimide LB막의 UV 흡수 변화

Fig. 10. UV absorption change of PAAD and polyimide LB films under different film treatments.

2번 curve는 화학적 imide화로 생성된 polyimide에 대한 흡수 spectrum이다. polyamic acid에 존재 하던 amide와 카르복시산이 imide화에 의하여 제거됨으로써 250nm 부근에서 흡수 peak가 나타남을 알 수 있다.

3번 curve는 imide화와 노광(254nm,30분)을 거친 시료에 대한 흡수 spectrum인데 뚜렷한 peak는 찾을 수 없고 저분자량화 한 polyimide에 의하여 넓은 영역에 걸쳐서 자외선의 흡수가 일어남을 알 수 있다.

4번 curve는 3번과 동일한 시료를 DMAC용액에 10분 침지함으로써 현상한 후 흡수 spectrum을 측정한 결과이나 광의 흡수가 전혀 일어나지 않아 3번의 경우와 대조를 보이고 있으며 시료가 전부 용해 제거된것으로 볼수있다. 그림.11은 PAAD를 60층 누적하여 화학적으로 imide화 한 다음 DMAC 용액에 1,3,10,20분 현상한 다음 각각에 대하여 자외선 흡수강도를 측정된 결과이나 현상시간 차이에 따른 흡수강도의 변화는 관찰되지 않았다.

따라서 자외선에 노광하지 않은 polyimide의 경우 20분 이상 현상하여도 DMAC 현상액에 용해되지 않음을 알 수 있다.

그림. 12는 자연 산화막이 40Å 정도 형성된 si wafer에 PAAD를 20층 누적하여 화학적으로 imide화 한 후 mask aligner로 line and space가 0.7-0.4 $\mu$ m 정도인 pattern을 형성한 결과이다. 노광 에너지는 200mJ/cm<sup>2</sup>이고 현상액은 DMAC, 현상시간은 10분으로하였다.

마두께 8nm의 polyimide에 submicron급의

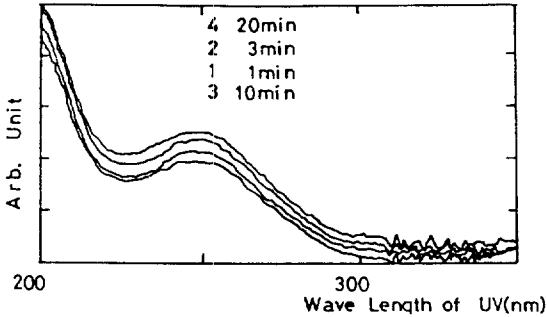


그림 11. 현상시간 변화에 따른 polyimide LB막의 UV 흡수강도 변화

Fig. 11 Change of UV absorption strength about polyimide LB films developed for different time durations

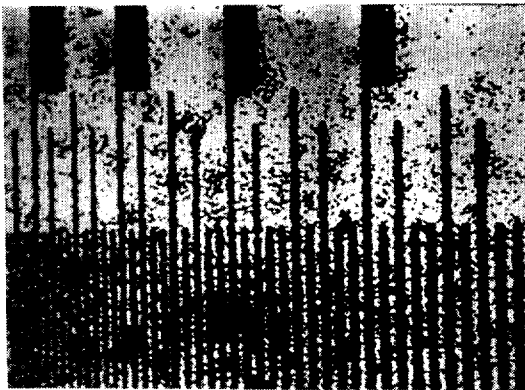


그림 12. Polyimide LB막상에 형성된 Pattern의 SEM사진(line & space 0.7-0.4 $\mu$ m)

Fig. 12 SEM photograph of pattern formed on polyimide LB film(line & space 0.7-0.4 $\mu$ m)

pattern이 비교적 좋은 contrast로 형성되었음을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

cyclobutane ring을 주쇄에 포함한 감광성 polyimide를 LB법으로 초막막화하여 자외선을 조사함으로써 미세 pattern을 형성하기 위한 연구를 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 감광성 polyimide LB막의 제작을 위한 최적의 막 누적조건을 결정 하였다.
- 2) PAAD와 polyimide LB막의 두께를 ellipso-metry에 의하여 측정한 결과, PAAD의 경우

- 이론상의 막 두께보다 작은 값을 보였으며, polyimide는 이론치와 거의 일치 하였다. 그러나 누적층수가 증가함에 따라 PAAD및 polyimide막 모두 이론치보다 점차 작아짐을 알 수 있는데 PAAD의 경우 누적비의 감소와 소수기의 tilt에 그 원인이 있고, polyimide의 경우 누적비의 감소와 막성분이 imide화 용액에 용출되는 데에 그 원인이 있다고 판단된다.
- 3) 화학적 imidization에 대한 최적의 process를 결정하였다. 즉, acetic anhydride:pyridin:benzene을 1:1:25(vol)로 혼합한 imidization용액에 PAAD LB막을 상온에서 20시간 정도 침지하는 방법으로 가장 좋은 결과를 얻었다.
- 4) 표면에 두께 4nm 정도의 자연산화막이 존재하는 si wafer상에 두께 8nm정도의 감광성 polyimide LB막을 형성하여 선폭(line and space)이 0.7-0.4 $\mu$ m정도인 pattern을 형성한 결과 비교적 양호한 contrast를 갖는 무늬를 얻었다.

※ 본 연구는 '94 한국학술진흥재단 연구비 지원으로 수행되었다.

#### 참 고 문 헌

- 1.鈴木正明等, "4Å厚ポリイミドLB超薄膜の作製とその累積膜の特性", 日本電氣學會論文誌A106卷9號,P.435,1986
2. Kyu Ho chae, Jong shin park, Jin soon chung, "Synthesis and properties of photo-sensitive polyimides containing cyclobutane ring structure", Bull. korean Chem.Soc., Vol.14, No.6, p.655, 1993
3. 金泰成, 金鉉宗, "Polyimide LB 膜의 絶緣機能과 缺陷 發生率의 統計的 解析, 全南大學校 論文集 37輯, PP.50~51, 1992
4. 石井淑夫, よい LB 膜をつくる 實踐的技術, 共立出版, p.4, 1989
5. 朴鐘信, 全南大學校博士論文, P7, 1995
6. 小竹無二雄, 大有機化學第4, 朝倉書店, p.69, 1974
7. 朴鐘信, 全南大學校博士論文, P.23, 1995
8. 金鉉宗, 東京工業大學修士論文, P.56

저자소개



김현중

1953년10월24일생. 1977년2월 한국 해양 대학 항해학과 졸업 (공학사). 1991년3월 일본 동경공업대학 대학원 졸업(석사, 전기전자공학전공). 1995년8월 전남대학교 대학원 박사과정 수료. 현재 목포해양대학교 항해학과 조교수.



김태성

1935년 11월 29일생. 1959년 2월 전남대학교 전기공학과 졸업. 1981년 2월 조선대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1983년 7월 일본 청산대학원대학 전기공학과 연구교수. 1989년 7월 일본 동경공업대학 전기공학과 연구교수. 1995년 현재 전남대학교 전기공학과 교수.



채규호

1949년8월10일생. 1972년 서울대학교 화학과졸업. 1975년 한국과학원 화학과졸업(석사). 1979년 한국과학원 화학과 졸업(이박). 현재 전남대학교 고분자공학과 교수.