

사진부식공정에서 선평변화에 미치는 감광제막두께의 영향

최창성, 한영순

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《초음파, 고주파와 같은것을 깊이 연구하여 생산과 건설에 효과있게 받아들이며 국내 산원료에 의한 반도체물질의 생산공정을 세우고 그 적용범위를 넓여야 하겠습니다.》

(《김일성전집》 제27권 391페이지)

반도체소자제작공정에서 사진부식은 소자의 특성정수들을 정확히 보장하기 위한 중요한 문제이다.[1, 2] 일반적으로 발광소자에서 옷면전극의 크기는 외부량자효율이 최대가 되도록 최적설계된다. 옷면전극의 크기가 설계된 도형의 크기보다 너무 작아지면 접촉저항이 커지면서 열이 발생하여 발광효율이 떨어지거나 심한 경우에는 파괴를 일으킬수 있다.[3] 우리는 감광제막을 적당한 두께로 균일하게 도포하여 선평변화를 줄이고 사진부식의 정확성과 재현성을 실현하기 위한 연구를 하였다.

실험 방법

먼저 정방형도형인 부분전극마스크를 리용하여 n형전극을 형성하였다.

n형전극은 AuGeNi(Au—97%, Ge—2%, Ni—1%)합금으로 이루어졌다. 발광소자구조가 형성된 시편위에 n—AuGeNi합금을 진공증착법으로 약 $0.5\mu\text{m}$ 정도 입히고 480°C 에서 10min 동안 열처리한 다음 $1\mu\text{m}$ 정도 되게 은도금하였다. 또한 한소편컴퓨터를 리용하여 회전도포기의 속도측정장치와 시간계수장치를 새롭게 개조하였다. 다음 준비된 시편위에 회전도포법으로 양성감광제 《BP—212》를 도포하였다. 회전도포과정에 도포기의 회전속도와 도포막두께사이 관계를 연구하기 위하여 회전속도를 각이하게 변화시켰다.

도포기의 회전속도에 따르는 감광제막의 두께변화는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 모든 온도에서 도포기의 회전속도에 따라 감광제막의 두께가 선형적으로 감소하다가 포화되는 경향이 있다. 또한 감광제점성이 일정한 한계값에 도달하면 회전속도를 더 높여도 박막두께가 얇아지지 않으므로 주어진 점성의 감광제에 대하여 립계 회전속도가 존재하며 그 값은 $2\ 000\text{r/min}$ 정도라는것을 알수 있다. 회전시간은 감광제정수에 의해 크게 영향을 받지 않으므로 60s정도이면 충분하다. 다음 감광제를 도포한 시편을 75°C 에서 30min동안 1차경화를 진행하였다. 감광제를 도포한 시편위에 마스크를 접촉시키고 $7\ 500\sim 8\ 000\text{lX}$ 의 빛으로 50s동안 로광한 다음 현상을 진행하였다. 이때 현상액으로는 1.2% KOH 용액을 리용하였다.

감광제막두께에 따르는 현상시간변화를 측정하면 그림 2와 같다. 그림 2에서 보는바와 같이 현상시간은 감광제막의 두께가 증가함에 따라 선형적으로 증가한다.(그림 2)

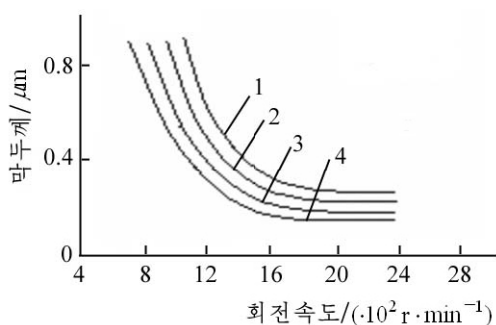


그림 1. 각이 한 온도에서 회전속도에
따르는 감광제막의 두께변화
1-4는 온도가 각각 20, 25, 28, 30°C인 경우

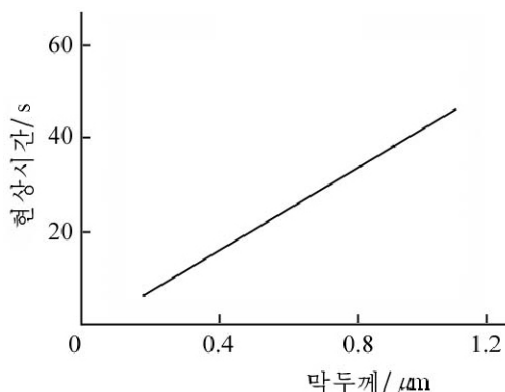


그림 2. 감광제막두께와 현상시간
사이의 관계

실험결과 및 분석

감광제막의 두께가 각각 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 μm 인 경우 현상된 도형들의 모양은 그림 3과 같다.

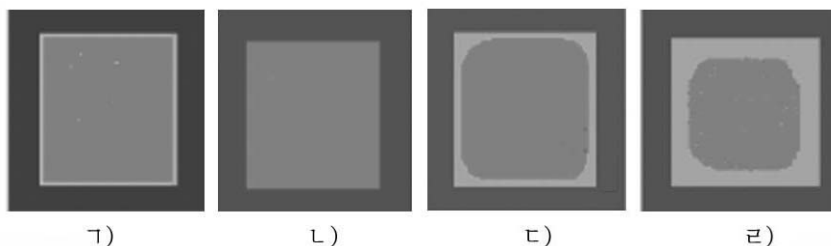


그림 3. 현상된 도형

가)~라)는 감광제막의 두께가 각각 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 μm 인 경우

그림 3에서 보는바와 같이 감광제막의 두께가 커질수록 현상시간은 길어지고 현상된 도형의 크기는 점점 작아지면서 도형을 정확히 얻을수 없다.

그 원인은 다음과 같이 설명할수 있다.

감광제막의 두께가 커지면 로광빛의 대부분은 감광제윗층에서 흡수되어 감광제와 기판의 계면에 도달하지 못한다. 결국 감광제밑층에서 로광량이 부족하게 되므로 현상과정에 밑층감광제는 현상액과 작용하여 잘 용해되지 않고 잔막이 남게 된다. 이 잔막을 없애려면 현상시간을 길게 해야 하는데 그러면 측면부식(그림 3의 다), 라)현상이 세계 나타나게 된다. 따라서 다음 화학부식단계에서 마스크와 1:1도형을 얻기 위해서는 감광제막의 두께를 될수록 얇게 하여야 한다는것을 알수 있다.

그러나 감광제막의 두께가 너무 얇으면 내부식능력이 나빠지며 부식과정에 침구멍(Pinhol)과 같은 결함(그림 3의 가))들이 많이 생기므로 미세한 도형을 얻는데 불리할뿐아니라 집적회로공정에서 도통현상을 비롯하여 여러가지 부정적현상이 나타날수 있다.

한편 감광제막의 두께가 커질수록 분해능은 떨어지지만 바늘구멍밀도를 감소시키고 실수

를 높일수 있으므로 그 두께가 커야 한다. 따라서 막두께를 선택할 때 분해능과 실수를사이의 상반되는 관계를 잘 고려하여야 한다.[1] 또한 감광제를 시편결면에 입힐 때 막두께가 균일하고 감광제면에서 간섭무늬가 보이지 말아야 한다. 그러므로 감광제를 입힐 때 회전속도, 온도 등의 정수를 조절하여 막두께를 적당히 하여야 한다.

다음 부식조건이 용액조성 $KI : I_2 : H_2O = 1 : 4 : 5$, 온도 $25^{\circ}C$, 부식시간 20s인 경우 그림 3의 L), R)시편을 감광제막시장을 통하여 증착막을 부식시킨 다음 기관우에 형성시킨 전극모양은 그림 4와 같다.

그림 4에서 보는바와 같이 감광제막두께가 $0.5\mu m$ 일 때 선폭변화가 $\pm 1.0\mu m$ 이고 막두께가 $0.9\mu m$ 일 때에는 측면부식으로 하여 선폭이 $6\mu m$ 정도 줄어들어 전극면적이 감소된다는것을 알수 있다.

이와 같이 온도가 $25^{\circ}C$, 회전속도가 1 200r/min일 때 감광제막두께가 $0.5\mu m$ 이고 선폭변화가 $\pm 1.0\mu m$ 인 전극도형을 재현성있게 정확히 새김할수 있다.

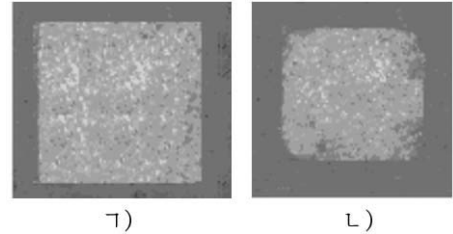


그림 4. 전극모양

맺 는 말

1) 회전도포기의 파라메터들을 정확히 측정하여 감광제막의 두께를 재현성있게 얻을 수 있다.

2) 감광제막두께에 따르는 현상시간과 선폭변화정도를 연구하여 감광제막두께를 약 $0.5\mu m$ 정도로 입혔을 때 선폭변화가 $\pm 1.0\mu m$ 인 전극도형을 정확히 새김할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Shibayama et al.; IEEE Photonics Technology Letters, 18, 23, 2007.
- [2] J. de-Oliva-Rubio et al.; Microwave and Optical Technology Letters, 40, 1, 2004.
- [3] Y. Gao et al.; Jpn. J. Appl. Phys., 43, 637, 2004.

주체104(2015)년 2월 5일 원고접수

An Effect of the Thickness of Photoresist Film on the Change of the Line Width in the Photolithography Process

Choe Chang Song, Han Yong Sun

We have got the thickness of photoresist film reproducibly by measuring the parameters of the spinner exactly. And it is experimentally found that correct electrodes patten can be obtained with a tolerance of $\pm 1.0\mu m$ of the line width, when coating thickness of the photoresist film about $0.5\mu m$, considering the developing time and the change of the line width depending on the thickness of the photoresist film.

Key words: photolithography, line width