

Lead frame 공정 중 화합물에 따른 Ag 에칭효과

The study of Ag etching effect by adding compound on the lead frame process

이경수, 박수길
(Kyung-Soo Lee, Soo-Gil Park)

Abstract

This study describes a selective Ag etching solution for use with pattern on the surface of copper. This etching solution uses potassium iodide and potassium sulfate as the ligand that coordinates to the metal ions and ferricyanide as the oxidant. The etching rate was depended on the concentration of co-ligands and time. But the etching rate wasn't depended on the pH(2~6), and oxidant($K_3Fe(CN)_6$). Complete etching of silver can be achieved rapidly within 90sec for $4.46\mu m$ thick metal films when aqueous solutions containing $K_3Fe(CN)_6$, $K_2S_2O_8$, and KI was used. This etching solution was characteristic of anisotropic etching.

Key Words : Lead Frame, etching, oxidant, ligand, anisotropic etching

1. 서론

최근에 전자제품의 소형화, 경량화에 따라 Lead Frame기판의 소형화와 고밀도화는 필수적인 요소가 되었다. 이러한 소형화, 경량화의 추세에 맞추기 위한 노력은 Pattern형성에 감광성 필름을 사용함으로써 어느 정도 가능하게 되었다. 그러나 미세패턴화가 이루어지면서 미세패턴에 대한 에칭율의 감소와 Ag뿐만 아니라 Cu까지 같이 에칭하는 등의 문제점은 소자 불량률의 직접적인 원인이 되고 있다. 그래서 Lead Frame공정 중 이런 문제를 해결하기 위해 dry etching방식과 wet etching 방식의 다른 방법과 기존 에칭용액의 개선방향이 연구되어 지고 있다.

L/F 공정 중 dry etching 방식은 기존의 wet etching 방식보다 공정제어가 용이하고 에칭 시 감광성 필름의 안정성이 있으나 장비가 비싸 실제공정에서는 거의 이용되지 않고 있는 실정이다. 반면 현재 wet etching 방식으로 이용되고 있는 전기화학 방식과 같은 wet 방식은 언더컷과 과도 에칭, 그리고 감광필름의 안정성이 dry 방식보다 떨어지나 에칭 비용이 적게 들어 실용적인 측면에서 사용되고 있다.

본 연구는 현재 Lead Frame 공정에서 사용하는 wet 에칭 방법의 문제점을 개선하기 위해 산화제와 리간드 화합물을 사용한 wet etching방법을 통해 감광성 필름의 안정성, 에칭 rate의 향상, 그리고 Ag의 선택적인 에칭용액을 합성하는 방법을 연구했다. 그리고 가장 우수한 에칭효과를 나타낸 에칭용액($K_3Fe(CN)_6$, $K_2S_2O_8$, and KI)에 대해 산화제의 농도, 온도, pH, 그리고 용액의 등방성 및 이방성 에칭에

* 충북대학교 공업화학과
(충청북도 청주시 흥덕구 개신동 충북대학교,
Fax: 043-173-8221
E-mail : apineks@just.chungbuk.ac.kr)

대해 연구했다.

2. 실험방법

실험에 사용된 lead frame의 구성은 구리판 위에 4.46 μm 의 Ag가 도금되어 있으며 목적하고자하는 미세패턴을 얻기 위해 감광성 필름이 부착되어 있다. 그림1은 실험에서 사용된 lead frame의 모형과 에칭 과정을 나타내었다. A)는 에칭전 pattern의 모형이며 B)는 선택적인 Ag에칭 후의 pattern모형이다.

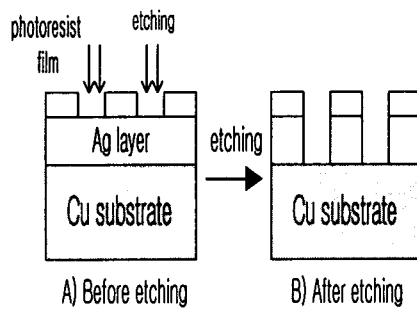


Fig. 1. Ag etching process in lead frame

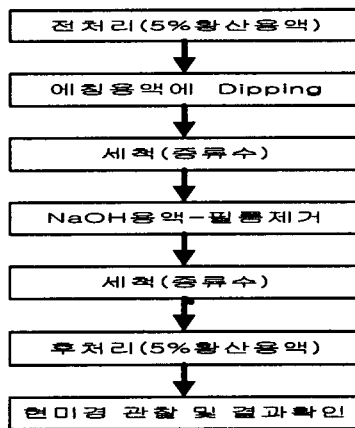


Fig. 2. Etching process of test pattern

제조된 에칭용액은 역할에 따라 산화제와 리간드로 나누어 진다. 산화제로는 potassium ferricyanide, potassium persulfate, iron(III) nitrate, iron(II) sulfate, iron (III) chloride hexahydrat, ammonium hydroxide, hydrogen peroxide, iodine이 사용되었으며 리간드로는 potassium iodide, sodium iodide가 사용되어 화합물의 조성, 농도, 온도, pH등을 변화시

키면서 에칭용액이 제조되었다. 그림2는 pattern의 에칭과정에 대해 나타내었다. 에칭된 pattern은 SEM (Scanning Electronic Microscope)과 EDS(Electron Dispersive Spectroscopy)을 통해 에칭유무, 에칭상태, 그리고 등방성 및 이방성 에칭 경향에 대해 분석을 했다.

3. 결과 및 고찰

산화제에 의한 Ag에칭의 영향을 알아보기 위해 리간드($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, KI)를 고정시키고 산화제의 변화에 따른 에칭실험을 진행했다. 그림3은 산화제에 따른 Ag 에칭결과를 나타내었다.

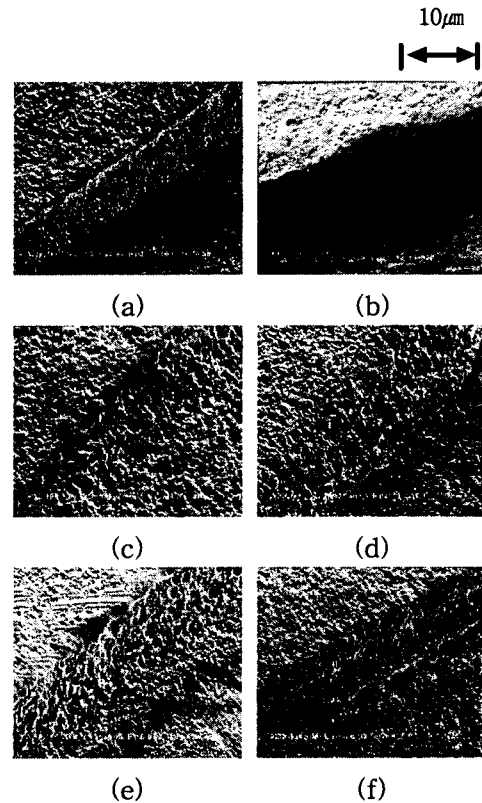


Fig. 3. SEM images of test pattern by oxidants (a) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, (b) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, (c) H_2O_2 , (d) FeCl_3 , (e) Fe_2O_3 , (f)Iron(II) sulfate

a)는 산화제로 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 와 리간드로 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, and KI를 사용했을 때 에칭된 표면의 sem image이다. 그림에서 보는 것처럼 에칭된 silver 표면이 분명히 드러나며 에칭상태가 우수했고 에칭용액에 대한 pattern의 감광성 필름도 우수했다. 그리고

(b)Fe(NO₃)₃, (e)Fe₂O₃, and (f)Iron(II) sulfate에서 우수한 에칭효과를 나타내었으며 에칭용액에 대한 감광성 필름도 안정했다. 그러나 (c)H₂O₂, (d)FeCl₃를 산화제로 사용한 에칭용액에서는 에칭 효과가 거의 나타나지 않았거나(g)는 감광성 필름이 용액에 대해 안정하지 못했다. 산화제와 리간드에 따른 에칭용액의 Ag에칭속도를 그림4에 나타내었다.

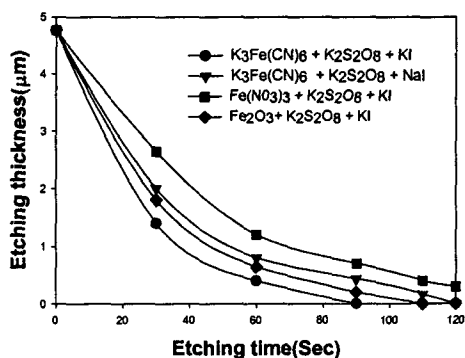


Fig. 4. Etching rate of etching solution contained oxidants and ligands.

에칭용액 모두 시간이 증가할수록 etching 되는 Ag의 양은 증가했고 K₃Fe(CN)₆/K₂S₂O₈/KI용액은 가장 빠른 90초에 silver(4.76μm)가 모두 에칭되었으며 식각상태도 우수했다. 리간드로 NaI를 사용했을 경우 에칭률이 떨어지는 것은 용액상에서 NaI가 KI보다 해리가 늦기 때문에 나타나는 결과이며 Fe(NO₃)₃를 산화제로 사용한 에칭용액은 K₃Fe(CN)₆보다 산화효과가 떨어져서 결과적으로 에칭률이 떨어졌다.

그림5는 가장 좋은 에칭효과를 나타내었던 K₃Fe(CN)₆/K₂S₂O₈/KI용액의 조성에 따른 에칭결과를 나타내었다. 산화제(K₃Fe(CN)₆)의 농도가 증가할수록 에칭 rate의 변화는 거의 없었다. 산화제의 농도가 0.1M이하일 때는 용액상에서 산화제의 농도가 충분하지 못해 etching rate가 떨어졌으며 0.7M 이상일 때는 산화제의 농도가 용액상에 너무 많아 산화제간의 점성의 증가로 인해 에칭 rate는 떨어졌다. 산화제의 농도가 0.1~0.7M에서는 거의 변함없는 etching rate를 보였다. 그리고 리간드로 사용된 K₂S₂O₈, KI의 농도 변화에 따른 etching rate변화는 거의 없었다. 즉 리간드로 사용되어진 영향은 거의 없었다.

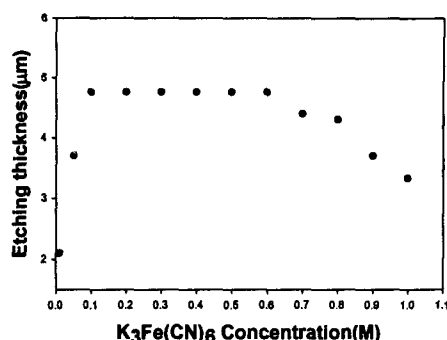


Fig. 5. Concentration effect of oxidant (K₃Fe(CN)₆) in etching solution

그림6은 K₃Fe(CN)₆/K₂S₂O₈/KI에칭용액의 온도에 대한 영향성에 대해 나타내었다.

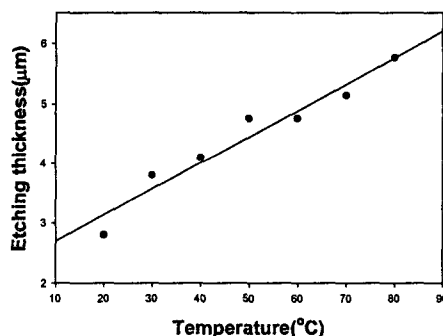


Fig. 6. Temperature effect of etching solution with K₃Fe(CN)₆/KI/K₂S₂O₈

온도가 증가할수록 etching rate는 증가했다. 상온(20℃)부근에서는 etching rate가 떨어졌으며 50~60℃부근에서는 plating 된 silver를 모두 에칭(4.76μm)되었고 감광성 필름도 안정했다. 그러나 온도가 80℃부근에서는 silver의 에칭뿐만 아니라 Cu의 에칭까지 나타났다. 에칭상태가 가장 좋은 온도 범위는 50~70℃였다.

그림7은 K₃Fe(CN)₆/K₂S₂O₈/KI에칭용액의 pH에 따른 효과에 대해 나타내었다. 에칭용액 자체의 pH는 5.16이었다. pH를 변화시킨 결과 pH 2.0~6부근에서 감광성 필름에 영향 없이 에칭효과가 우수하게 나타났으며 pH가 증가할수록 에칭 rate는 빨라지는 경향을 보였다. 이는 pH조정시 사용된 H₂SO₄의 영향이며 pH 1이하에서는 감광성 필름이 상해고 염기성 용액범위에서도 감광성 필름이 염기이온과 반응

해서 안정하지 못했다.

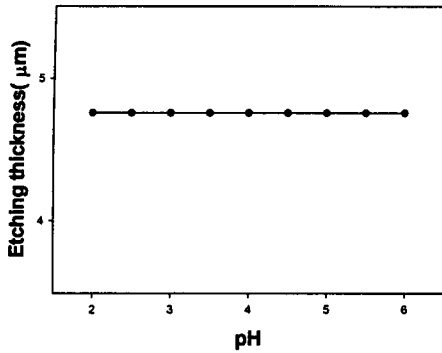


Fig. 7. pH effect of etching solution with $K_3Fe(CN)_6/KI/K_2S_2O_8$

그림 8은 $K_3Fe(CN)_6/KI/K_2S_2O_8$ 에칭용액의 이방성 및 등방성 에칭경향을 알아보기 위해 기존의 전기화학방식방법과 비교한 결과이다. 제조된 에칭용액이 등방성 경향과 이방성 경향의 파악은 Ag width를 측정해서 처음 폭(165μm)의 감소에 따라 나타내었다.

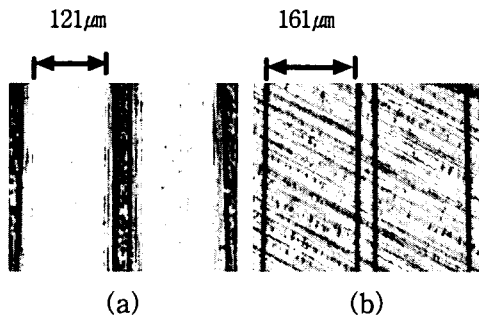


Fig. 8. Comparison with electrochemical and chemical method
a)electrochemical method
b)chemical method

(a)는 기존 전기화학방식에 의해 에칭된 pattern의 Ag width측정결과 27%의 폭 감소를 보여 등방성 에칭성을 나타내었다. $K_3Fe(CN)_6/KI/K_2S_2O_8$ 용액에 의해 에칭된 (b)는 에칭된 pattern의 Ag width측정 결과 1%의 폭 감소를 보여 이방성 에칭성을 나타내었다.

4. 결론

산화제와 리간드의 조성을 변화시키면서 silver

etching 실험을 한 결과 $K_3Fe(CN)_6$, $K_2S_2O_8$, and KI 일 때 가장 우수한 etching rate 및 식각을 나타내었고 감광성 필름도 용액에 대해 안정했다. 이 용액의 etching rate는 54nm/sec였다. 이 용액은 silver에 대한 선택적 에칭이 우수했으며 SEM분석결과 식각된 면이 직각으로 매우 균일하게 에칭이 이루어 졌다. 또한 Fe_2O_3 , $Fe(NO_3)_3$, and Iron(II) sulfate에서도 silver에 대한 에칭효과가 우수하게 나타났으며 감광성 필름에도 안정했으며 에칭시간을 늘리면 완전한 에칭이 되었다. 그리고 에칭용액($K_3Fe(CN)_6$, $K_2S_2O_8$, and KI)은 온도50~70℃, 산화제 농도 0.1~0.7M, 그리고 pH 2.0~6.0범위에서 우수한 etching rate 및 식각 상태를 나타내었고 이 용액은 Ag width의 감소가 1%정도인 이방성 에칭용액임을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1]. Y. Xia, M. Mrksich, E. Kim, and G. M. Whitesides, *J. Am. Chem. Soc.*, **117**, 9576(1995)
- [2]. A. Kumar and G. M. Whitesides, *Appl. Phys. Lett.*, **63**, 2002(1993)
- [3]. A. Kumar, H. Biebuyck, N. L. Abbott, and G. M. Whitesides, *Langmuir*, **10**, 1498(1994).
- [4]. Y.Xia, A. Zhuk, and G. M. Whitesides, Unpublished results.
- [5]. G. M. Whitesides and P. E.Laibinis, *Langmuir*, **6**, 87(1990); L. H. Dubois and R. G. Nuzzo, *Annu. Rev. Phys. Chem.*, **43**, 437(1992)