

도금인자에 따른 LED 리드프레임 상의 도금층의 반사특성

기세호 · 김원종 · 정재필[†]
서울시립대학교 신소재공학과

Reflection Characteristics of Electroplated Deposits on LED Lead frame with Plating Condition

SeHo Kee, Wonjoong Kim and JaePil Jung[†]

Department of Materials Science and Engineering, University of Seoul, 163 Siripdaero, Dongdaemun-gu, Seoul 130-743, Korea

(2013년 6월 3일 접수: 2013년 6월 26일 수정: 2013년 6월 27일 게재확정)

초 록: 본 연구에서는 LED 리드프레임 상에 Sn-3.5wt%Ag를 무전해도금하여 표면 거칠기와 반사율을 측정하였다. Sn-3.5wt%Ag를 도금하기에 앞서 Sn-3.5wt%Ag 도금층의 반사율을 향상시키기 위하여 Cu 전해도금을 실시하였다. 도금 후 도금액의 교반속도와 온도가 도금층의 표면 거칠기와 반사율에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 각각의 도금 인자에 대해서 표면 거칠기와 반사율을 측정하고자 하였다. 교반속도가 100~300 rpm으로 증가함에 따라 표면 거칠기는 0.513 μm 에서 0.266 μm 으로 감소하였으며, 반사율은 1.67 GAM에서 1.86 GAM으로 증가하였다. 또한 온도가 25~45°C로 증가함에 따라 표면 거칠기는 0.507 μm 에서 0.350 μm 으로 감소하였으며, 반사율은 1.68 GAM에서 1.84 GAM으로 증가하였다.

Abstract: The surface roughness and reflectivity of electroless-plated Sn-3.5 wt%Ag on a LED (light emitting diode) lead frame were investigated. Cu electroplating was carried out prior to electroless plating of Sn-3.5Ag to improve the reflectivity of the Sn-3.5Ag deposit. In order to investigate the effect of stirring speed and temperature of the plating solution, surface roughness and reflectivity was measured. The experimental results revealed that the thickness of the deposit layer increased with stirring speed and temperature of the plating solution. Stirring speed is increased from 100 to 300 rpm, the surface roughness was reduced from 0.513 to 0.266 μm , and the reflectivity increased from 1.67 to 1.84 GAM. As temperature of the plating solution increased from 25 to 45°C, the surface roughness reduced from 0.507 to 0.350 μm , and the reflectivity increased from 1.68 to 1.84 GAM.

Keywords: LED, plating, packaging, surface roughness, reflectivity

1. 서 론

LED(Light emitting diode)는 에피택셜 성장, 칩, 패키징의 반도체 공정기술과 광, IT기술이 융합된 21세기 신광원으로 기존의 백색 광원에 비해 높은 효율성과 신뢰성을 가지기 때문에, 휴대전화 기판을 시작으로 LCD TV의 백라이트 조명장치나 자동차의 헤드라이트 등을 거쳐 현재는 일반조명 분야에 이르기까지 점점 그 활용 범위가 확대되고 있다.^{1,2)} LED를 일반 조명에 적용하기 위해서는 LED 소자의 고출력화가 필수적이기 때문에, 수십~수백 W급의 고출력 LED 개발에 대해 국내외적으로 많은 연구가 진행되고 있다.^{2,3)} LED 패키지의 기본 구조는 다

이 본딩(die bonding)용 에폭시(epoxy) 또는 솔더(solder), 리드프레임(lead frame) 및 몸체(body), 본딩 와이어(bonding wire) 등으로 구성되며, 제작된 LED 패키지는 솔더의 표면실장 공정을 통해 기판에 실장된다.

LED 패키지에 있어 내부의 열을 외부로 얼마나 방출시킬 수 있는냐에 따라 패키지의 수명 및 효율이 급격히 변화한다. 패키지 내부 반도체 접합부에서의 열의 발생은 직접적으로 동작전압의 감소를 가져오고 그로 인해 광출력이 감소하게 되므로 이러한 열적 스트레스를 해결하기 위해 방열부(heatsink, heatpipe)를 이용하는 연구가 진행되고 있으며 그 중 온도 관리를 위한 방열 기술 및 측정 등에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.⁴⁻⁸⁾ 이러한 LED

[†]Corresponding author
E-mail: pljh@snut.ac.kr

© 2013, The Korean Microelectronics and Packaging Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 열 방출 특성을 개선하려는 연구와 함께 광 추출 발광 효율을 개선하고자 하는 연구도 이루어지고 있다.⁹⁾ 반사율을 높임으로서 상대적으로 작은 용량의 LED로도 원하는 밝기를 얻을 수 있으며, 이를 통해 발열량의 감소도 가능하다.

최근 열 분산 특성을 개선하고 광 추출 발광효율을 개선하고자 하는 목적으로 많은 연구개발이 이루어지고 있다.¹⁰⁻¹²⁾ 이에 본 연구에서는 도금액의 교반속도와 온도에 따른 도금층의 표면거칠기와 반사율의 차이를 알아보기 위하여 LED용 리드프레임 상에 하지도금으로 Cu 전해도금을 한 후에 Sn-3.5Ag를 무전해 도금을 하여 도금층의 표면 거칠기와 반사율을 측정하였다. 도금인자로 교반속도는 100~300 rpm, 도금액의 온도는 25~45°C로 변화시켜가면서 표면 거칠기와 반사율의 변화를 살펴보았다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용된 도금용 기관은 Cu 박판(순도 99.99%, 10×10×0.3 mm) 시편을 사용하였다. Cu 시편의 표면에 존재하는 불순물과 산화막 등의 이물질을 제거하기 위하여 표면을 SiC 연마포 (#1000, #2400)로 연마한 후에 증류수로 수세한 다음 10 vol% HCl 용액에 침지하였다. Cu 시편 위에 Sn-3.5wt%Ag (이하 Sn-3.5Ag) 무전해도금을 하기 전에 최종 도금층의 반사율을 향상시키고 도금층의 밀착성을 좋게 하기 위하여 하지도금으로써 Cu 전해도금을 실시하였다. 본 실험에 사용된 도금장비의 모식도를 Fig. 1에 나타내었다.

Cu 전해도금액으로는 200 g/L의 CuSO₄·5H₂O, 60 g/L의 H₂SO₄, 소량의 HCl과 첨가제를 혼합하여 제조하였다. 도

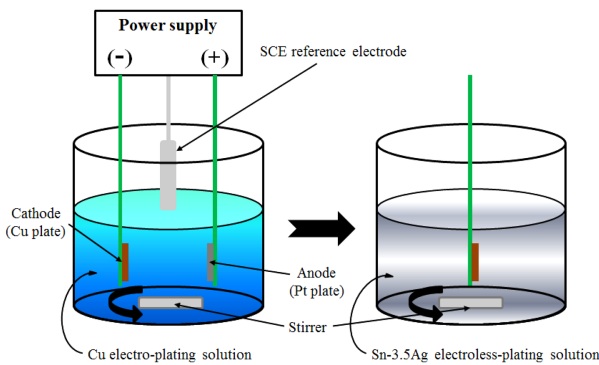


Fig. 1. Scheme of plating process.

금조의 양극으로는 도금하고자 하는 음극의 Cu 시편의 크기와 같은 Pt 시편(10×10×0.3 mm)을 사용하였다. 본 연구에서는 도금인자의 영향에 대해 알아보기 위하여 교반속도는 100~300 rpm으로 변화시키고, 도금액의 온도는 25~45°C로 변화시키면서 60 mA/cm²의 전류밀도로 3분간 전해도금을 실시하였다.

Cu 전해도금 층 위에 Sn-3.5Ag 무전해도금을 실시하였다. Sn-3.5Ag 도금액으로는 43 g/L의 SnSO₄, 0.1 g/L의 Ag₂SO₄, 27 g/L의 H₂SO₄와 Thiourea 등을 혼합하여 제조하였다. Sn-3.5Ag 무전해도금은 상온에서 도금액에 2분간 침지시켜 도금을 실시한 후에 표면 거칠기와 반사율을 측정하였다. Cu 전해도금 후 Sn-3.5Ag를 무전해도금한 도금층의 표면 거칠기와 반사율은 각각 총 5회씩 측정하여 평균을 내었다. 도금 후 도금두께를 측정하기 위하여 FESEM(Field emission scanning electron microscope)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 도금온도를 25°C로 고정시킨 상태에서 교반속도를 100~300 rpm으로 변화시켜가며 Cu를 전해도금 한 후에 도금두께를 관찰한 것이다. 일반적으로 도금은 도금액 내부의 이온들의 확산에 의해서 발생한다. 도금액을 교반하게 되면 음극표면과 도금액 내의 이온들 간의 거리가 짧아져 확산층의 두께가 얇아지기 때문에 도금속도가 증가하게 되어 최종 도금층의 두께는 두꺼워지게 된다.¹⁶⁾ Fig. 2(a)~(c)의 그림을 살펴보면 교반속도가 100, 200, 300 rpm으로 증가함에 따라, 도금층의 두께는 각각 3.75, 4.22, 4.77 μm로 증가하였다.

Fig. 3은 교반속도를 200 rpm으로 고정시킨 상태에서 도금액의 온도를 25~45°C로 변화시켜가면서 Cu를 전해도금 한 후에 도금두께를 관찰한 것이다. 도금액의 온도가 증가하게 되면 도금액 속의 이온들의 활성도가 증가하게 되어 도금속도가 증가한다고 알려져 있다.¹³⁾ 그림 3(a)~(c)에서는 도금액의 온도가 25, 35, 45°C로 증가할수록 도금두께는 각각 3.87, 4.12, 4.58 μm로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

도금액의 교반속도와 온도가 도금층의 표면 거칠기와 반사율에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 각각의 도금인자에 대해서 표면 거칠기와 반사율을 측정하였다. Fig. 4와 5는 교반속도에 따른 반사율과 표면 거칠기의

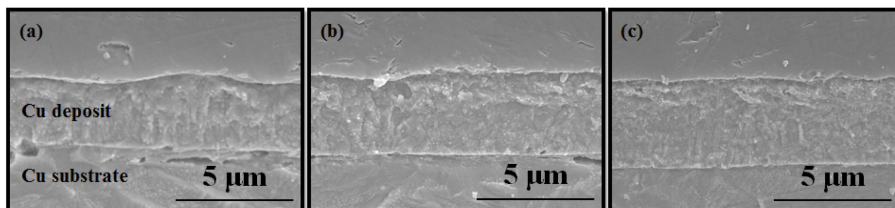


Fig. 2. Electro-deposit layer with stirring speed; (a) 100, (b) 200, (c) 300 rpm.

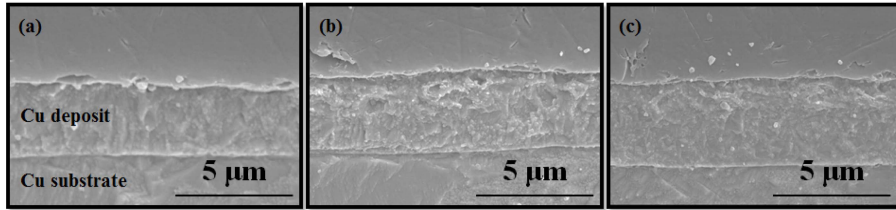


Fig. 3. Deposit layer with temperature of plating solution; (a) 25, (b) 35, (c) 45°C.

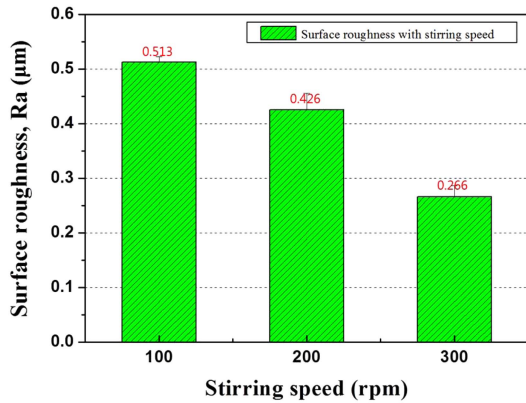


Fig. 4. Surface roughness with stirring speed.

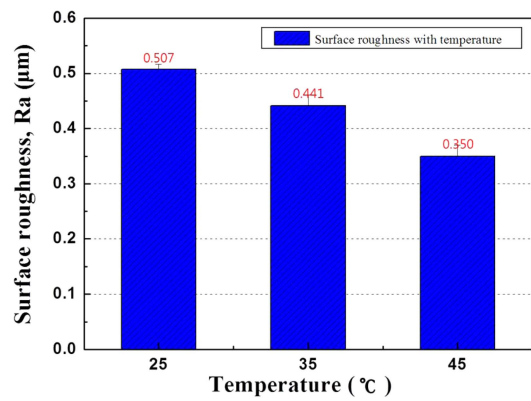


Fig. 6. Surface roughness with temperature of plating solution.

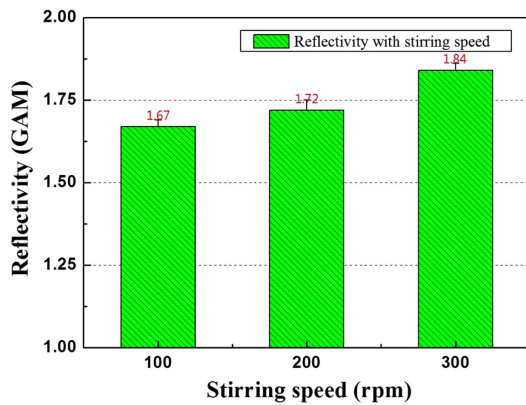


Fig. 5. Reflectivity with stirring speed.

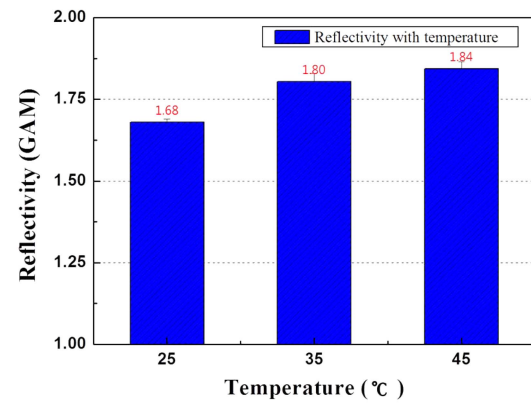


Fig. 7. Reflectivity with temperature of plating solution.

변화를 나타낸 그래프이다. 교반속도가 100에서 300 rpm으로 증가함에 따라 표면 거칠기는 0.513에서 0.266 μm으로 감소하였으며, 반사율은 1.67에서 1.84 GAM로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 6과 7은 도금액의 온도에 따른 반사율과 표면 거칠기의 변화를 나타낸 그래프이다. 도금액의 온도가 25°C에서 45°C로 증가함에 따라 표면 거칠기는 0.507에서 0.350 μm로 감소하였으며, 반사율은 1.68에서 1.84 GAM으로 증가함을 확인하였다. 저자 등은 선행 연구를 통하여 도금층의 표면의 표면 거칠기와 반사율에 대한 연구를 수행하였는데,^{14,15)} 본 연구를 통하여 도금층의 표면 거칠기가 감소할수록 반사율이 증가한다는 것을 다시 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 LED용 리드프레임 상에 하지도금으로 Cu 전해도금을 함에 있어서 도금액의 교반속도와 온도가 도금층의 표면 거칠기와 반사율에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 각각의 도금인자에 대해서 표면 거칠기와 반사율을 측정하고자 하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 교반속도가 100에서 200, 300 rpm으로 증가함에 따라 도금층의 두께는 3.75에서 4.22, 4.77 μm로 증가하였으며, 도금액의 온도가 25에서 35, 45°C로 증가함에 따라서 도금층의 두께는 3.87에서 4.12, 4.58 μm로 증가하였다.
2. 교반속도가 100에서 200, 300 rpm으로 증가함에 따라 표면 거칠기는 0.513에서 0.426, 0.266 μm로 감소하였

으며, 반사율은 1.67에서 1.72, 1.84 GAM으로 증가하였다. 즉, 표면 거칠기가 감소되면서 반사율은 증가하였다.

3. 도금액의 온도가 25에서 35, 45°C로 증가함에 따라 표면 거칠기는 0.507에서 0.441, 0.350 μm 로 감소하였으며, 반사율은 1.68에서 1.80, 1.84 GAM으로 증가하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 부품소재기술개발사업(과제 번호: 10038398) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Y. M. Koo, G. S. Kim and E. K. Kim, "Developing Low Cost, High Throughput Si Through Via Etching for LED Substrate(in Kor.)", J. Microelectron. Packag. Soc., 19(4), 19-23 (2012).
2. S. H. Kim, S. I. Lee, J. K. Yang and D. H. Park, "Analysis of Thermal Properties in LED Package by Via-Hole and Dimension of FR4 PCB(in Kor.)", J. KIEEME, 24, 234 (2011).
3. S. W. Han, I. J. Cho and Y. E. Shin, "Reliability of Sn-8Zn-3Bi Solder Paste Applied to Lead and Lead-free Plating on Lead-frame under Thermal Shock Test(in Kor.)", J. Microelectron. Packag. Soc., 14(2) 35-44 (2007).
4. S. H. Kim, J. S. Yun, D. S. Shin and J. I. Shim, "Optical and Electrical Characteristics of GaN-based Blue LEDs after Low-current Stress(in Kor.)", Korean Journal of Optics and Photonics, 23(2), 64-70 (2012).
5. D. W. Hong and S. J. Lee, "A Study on High Power LED Lamp Structures(in Kor.)", Korean Journal of Optics and Photonics, 21(3) 118-122 (2010).
6. Y. C. Lee, K. S. Kim, J. H. Ahn, J. W. Yoon, M. K. Ko and S. B. Jung, "Effect of Multiple Reflows on the Mechanical Reliability of Solder Joint in LED Package(in Kor.)", Korean J. Met. Mater., 48(11) 1035-1040 (2010).
7. J. B. Kim, "The Issues and the Technology Trends of LED(in Kor.)", ETRI 24(6), 61-76 (2009).
8. M. Meneghini, S. Podda, A. Morelli, R. Pintus, L. Trevisanello, G. Meneghesso, M. Vanzi and E. Zanoni, "High brightness GaN LEDs degradation during dc and pulsed stress", Microelectronics Reliability 46, 1720-1724 (2006).
9. B. S. Seo, S. H. Kim, Y. G. Jeong and D. H. Park, "Thermal simulation using COB Type LED modules analysis of thermal characteristics(in Kor.)", Journal of Electrical Engineering & Technology Conference, 1722 (2011).
10. S. H. Hwang and Y. L. Lee, "Study on Thermal Performance of Multiple LED Packages with Heat Pipes(in Kor.)", Transactions of the KSME B, 35(6) 569 (2011).
11. S. J. Lee, "Basic Design Guidelines for LED Lamp Packages(in Kor.)", Korean Journal of Optics and Photonics, 22(3), 141-150 (2011).
12. S. J. Yu and D. H. Kim, "Development of White LED Lamp Having High Color Uniformity With Transfer Molding Technology(in Kor.)", Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers, 23(1), 38-41 (2010).
13. M. Schlesinger and M. Paunovic, Modern electroplating, 5th Edition, pp. 1-32, WILEY (2010).
14. S. H. Kee, Z. Xu, W. J. Kim and J. P. Jung, "Reflectivity and Thermal Shock Properties of Sn-3.5Ag Electroless-plated Deposit for LED Lead Frames(in Kor.)", Korean J. Met. Mater., 50(8) 563 (2012).
15. Z. Xu, S. Kumar, J. P. Jung and K. K. Kim, "Reflection Characteristics of Displacement Deposited Sn for LED Lead Frame", Mater. Trans., 53(5) 946 (2012).