

〈연구논문〉

국산동판을 사용한 리드프레임 도금기술에 관한 연구

장 현 구 · 이 대 승

성균관 대학교 공과대학 금속공학과

Electroplating on the Lead Frames Fabricated from Domestic Copper Plate.

H. K. Chang, D. S. Lee

Dept. of Metallurgical Engineering College of Engineering
Sung Kyun Kwan University, Suwon 171, Korea

ABSTRACT

An electroplating on the lead frame fabricated from domestic copper plate was studied experimentally. In this study, nickel was plated on the thin copper lead frame and silver layer was coated on the nickel film in the cyanide electrolyte. The effect of process variables such as current density, plating time, coating thickness and flow rate of electrolytic solution on the properties of coating was investigated. Some samples on each step were fabricated during electroplating. The results obtained from polarization measurement, observation of SEM photograph, adhesion test of coating and microhardness test are as follows. On silver plating, polarization resistance of potentiostatic cathodic polarization curve is reduced as the flow rate of Ag electrolytic solution increases. And above resistance is also reduced when the minor chemicals of sodium cyanide and sodium carbonate are added in potassium silver cyanide bath. The reduced polarization resistance makes silver deposition on the cathode easy. An increase in the current density and the coating thickness causes the particle size of deposit to coarsen, and consequently the Knoop microhardness of the coating decreases. On selective plating an increase in the flow rate of plating solution lead to do high speed plating with high current density. In this case, the surface morphology of deposit is of fine microstructure with high Knoop hardness. An increasing trend of the adhesion of coating was shown with increasing the current density and flow rate of electrolytic solution.

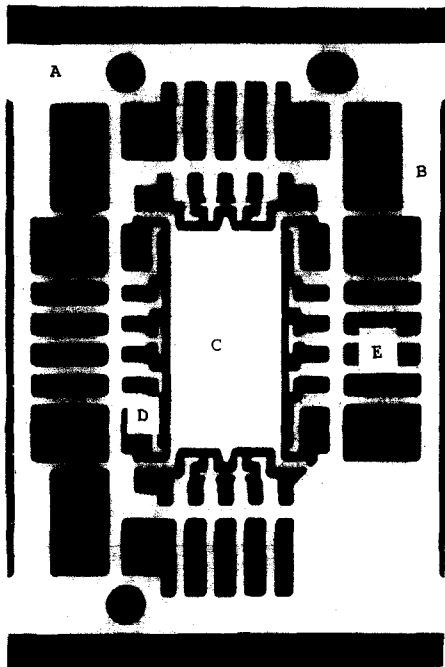
1. 서 론

최근 첨단과학 기술분야인 반도체 산업은 국내외에 있어서 두드러진 성장추세를 보이고 있다.^{1,2)} 그러나 국내에서의 성장은 주로 반도체 조립생산을

위주로 하고 있으며 그 제조 과정에서 필수적으로 요구되는 소재의 가공처리분야는 여러가지 기술상으로 해결하여야 할 문제점들을 안고 있다. 특히 집적회로(integrated circuit: 이하 IC로 줄임) 조립시 기판이 되는 리드프레임상에 귀금속도금층을 입히

는 표면처리 기술은 아직도 구체적으로 연구 되어 있지 않은 실정이다.⁴⁾ 이 고도의 선진기술을 단시간내에 소화하여 국산 IC제품의 국제경쟁력을 높이기 위하여는 리드프레임의 귀금속 도금기술에 관한 세부적인 연구가 필요하다. 따라서 이 연구에서는 기초 실험을 통하여 도금시의 문제점을 도출하여 해결하며, 귀금속 도금재료의 사용량을 극소화시켜 자원의 사용 효율을 제고시키는 방안에 대하여 중점적으로 조사하고자 한다.

IC소자가 개발되면서부터 반도체 패키징에 리드프레임을 사용하여 왔다. 이 리드프레임은 실리콘 칩(chip)을 고정시키고 IC내부와 외부회로를 연결시키는 전도성이 있는 금속부품으로 아일랜드, 내부리드 및 외부리드의 세가지 중요한 기능을 지닌 부분으로 되어있다. (Fig. 1참조)



A : carriage strip D : inner lead
 B : supporting strip E : outer lead
 C : island

Fig. 1. An enlarged photograph of lead frame

아일랜드부는 중앙에 놓여 반도체소자를 탑재하는 부분이고, 내부리드는 아일랜드 주위에 배열되어 소자상의 전극과 연결되는 부분이며, 외부리드는 IC의 내부와 외부회로를 연결시켜주는 부분이다.

리드프레임 소재로서는 니켈계와 구리계합금으로 대별된다.⁵⁾ 니켈계는 42합금(42% 니켈 - 58% 철),⁶⁾ KOVAR(웨스팅 하우스 회사의 상표로서 29% 니켈 - 17% 코발트 - 나머지 철)^{5), 6)} 등으로 실리콘 칩과 패키징용세라믹 또는 에폭시 수지와와의 열팽창 계수가 적합하며 리드강도가 우수하고, 반면에 구리합금은 인청동, 석입동(tin containing copper), CDA 194(구리-2.3% 철 - 0.1% 아연 - 0.03% 인),⁷⁾ 석출경화형 구리-니켈-규소-인 합금⁸⁾ 등으로 전기 및 열전도성과 가격면에서 유리한 것으로 알려져 있다. 그러므로 원가가 낮은 구리합금재료의 사용이 높은 집적도의 IC산업에 점점 확대되고 있는 경향이다.

IC소자를 제조하는 과정에서 반도체인 실리콘 칩을 가열하여 공정접착*(eutectic bonding)시키고 그 다음에 내부리드와 칩을 열압착(thermocompression: 이하 TC로 간략히 표시함) 방법을 사용하여 연결하기 때문에 리드프레임을 이루는 기판 자체가 승온 분위기 중에 노출되어 산화작용을 받게되고 이로 인하여 연결부에 접촉저항을 증가시킬 우려가 있다. 이를 방지하기 위하여 리드프레임은 공정접착과 IC작업이전에 귀금속도금을 해줄 필요가 있다.

리드프레임상에 입히는 귀금속 도금법으로는 전통적으로 청화욕을 사용하여오고 있으며, 여기에 욱조성을 수정^{6), 7)} 하거나 작업공정상의 변수들을 조정^{5), 10)} 하여 줄으로써 밀착력이 큰 도금피막을 형성시켜 IC조립시에 좋은 접착력을 얻을 수 있다. 이 때에 좋은 도금욕이 지닐 조건으로서 다음을 들 수 있다.

- 1) IC조립공정에서 필요로 하는 고순도의 전착물 피막이어야 한다.

* Au-Si합금계는 1기압 363°C에서 공정합금을 이루는데 이를 이용한 접착방법.

- 2) 높은 전류밀도로 고속도 도금이 가능하여야 한다.
- 3) 비교적 낮은 귀금속 농도를 갖는 전해질 용액이어야 한다.
- 4) 전착물의 광택범위가 넓어야 한다.
- 5) 도금욕의 장시간 이용을 위하여 다른 불순물 금속의 오염에 대한 허용한도가 커야한다.

귀금속 도금피막의 밀착성을 향상시켜 주기 위하여 먼저 스트라이크 도금을 행한다. 도금공정에서 발생하는 산화은⁵⁾이나 표면으로 오염되어 나온 산화니켈⁶⁾은 나중에 접착성에 나쁜 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

초기에는 운반스트립과 지지스트립을 포함하여 리드프레임의 전체에 귀금속도금층을 입혀 주었다 그러나 IC제조 공정에서 운반스트립과 지지스트립 부분은 모두 잘라내 버리기 때문에 이들 부분에 입힌 귀금속은 나중에 박리, 회수하여야 한다. 이와같은 번거러운 작업을 피하기 위하여 불필요한 부분에 귀금속도금을 입히지 말아야 하며, 접착에 꼭 필요한 연결부에만 도금시킬 필요가 있다. 따라서 귀금속 사용량을 절감시켜 생산효율을 높이기 위하여 부분도금법에 관한 중요성이 점차 인식되고 있다. 실제로 Haynes⁷⁾은 마스크를 사용하는 부분도금법에 의하여 96%의 금 사용량을 감소시켰으며, Beck¹²⁾는 노즐을 통한 분사방법을 사용하는 도금공정을 개발하였다. 이와같은 부분도금법은 반도체 소자의 대량생산을 위하여 단시간내에 리드프레임 스트립을 대량으로 도금처리하는 편리한 수단이기도 하다. 즉 반도체 소자의 기능상 귀금속 피막이 필요한 면적에만 선택적으로 귀금속을 입히는 고속도 부분도금 기술^{7,10,13)}은 고가인 귀금속의 사용량을 대폭적으로 줄일 수 있으며 아울러 반도체 패키징 공정에서 필요한 도금된 리드프레임 스트립을 대량생산할 수 있게하여 준다. 이를 위하여 여러가지 마스크를 설치하여 도금표면의 노출을 조정한다.^{14,15)}

TC과정에서의 접착성은 도금에 의한 전착물의 표면 성질과 상태에 영향을 받는 것으로 알려져 있다. Huettner와 Sanwald⁶⁾는 전통적으로 많이 사

용하여온 시안화물 용액중에서 도금층의 형태와 초음파 접착성 사이의 상관관계를 조사하였고 Mc Guire¹⁷⁾은 오제(Auger) 분석으로 도금액중에서 오염되어 불순물로 도금피막에 들어간 성분들이 TC접착에 미치는 영향을 알아보았다. 전자는 용액중 시안화물 첨가가 전착물 형태상에 큰 변화를 주지만 초음파 접착성에는 별 손상을 일으키지 않는 것으로 보고 하였으며, 후자는 용액중의 미량의 불순물 원소가 도금 과정에서 동시 전착으로 피막중에 함께 들어가 가열과정에서 확산을 일으켜 표면산화물을 이루므로 접착성을 감소시킨다고 설명하였다.

Blazek과 Piper¹⁸⁾는 구리합금 기관상에 니켈과 금 도금시킨 리드프레임의 TC접착력을 당김시험과 굴곡 시험을 통하여 측정하여, 경도가 큰 금피막이 높은 강도를 가지며, 그것은 또한 적은 수의 접착다라미네이션(bond delamination)을 가져온다고 하였다. 그리하여 도금조건에 따라서 TC접착성은 민감함을 보여주었다. Dorey 등¹⁹⁾도 고속도 부분도금에서의 TC접착에 관하여 실험하였다.

또 요즘 전도성이 좋은 접착제가 개발되어 아일랜드부에 Au-Si 공정 접착제를 사용하지 않아도 되기 때문에 아일랜드부에 금도금을 하지 않고 니켈도금층 위에 은도금을 하기도 한다.^{20,21)} 니켈과 은도금층 사이에 얇은 구리층을 입혀주어 가열시에 합금층을 형성하도록 유도하는 연구²²⁾도 진행되었다.

이 연구는 국산동판을 사용한 리드프레임상에 귀금속 도금층을 입히는 전기도금 기술에 관한 기초 연구로서 도금실험을 통하여 피막의 특성에 미치는 도금공정 변수들이 영향을 조사하므로 귀금속 피복시에 발생하는 문제점과 그 해결방안을 모색하고, 더 나아가 부분도금시에 귀금속 사용량을 줄이기 위한 마스크 방법을 조사하고자 한다.

2. 실험방법

이 연구에서 도금용 기관으로서 국산동판과 국산동판을 사용하여 제조한 리드프레임(풍산금속에서

제공한 것으로 Fig. 2 참조) 을 사용하였다.

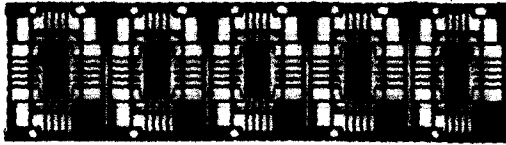


Fig. 2. Lead frames in strip from

전체도금 처리 공정은 Fig. 3에 보인 바와 같다.

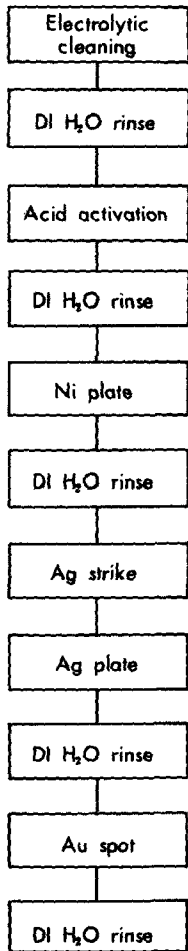


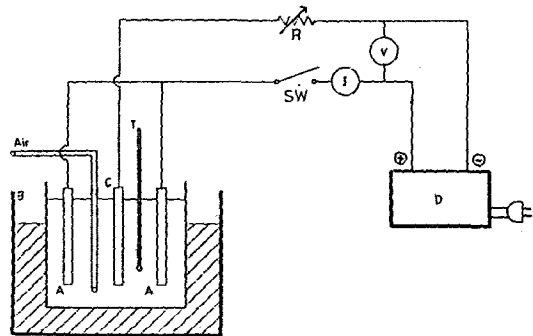
Fig. 3. Flow chart of the plating process

먼저 동판을 가성소다 5g/l, 탄산소다 40g/l, 시안소다 20g/l 함유한 수용액중에서 온도 70~85°C, 전류밀도 12A/dm²로 전해탈지하고, 실온중 5% HCl 용액에 담그어 활성화시킨 다음 니켈층을 도금한다. 그 위에 은의 부착력을 향상시키기 위하여 스트라이크 도금으로 얇은 은층을 입힌 다음 온도 금 및 부분도금을 행한다. 각 처리공정 사이의 수세는 엄밀한 순도의 물을 요구하므로 탈이온수(de-ionized water: DI H₂O로 줄임)중에서 실시한다. 이 연구에서 각 단계별 연구 내용을 살펴보면 다음과 같다.

2 - 1. 도금실험

이 실험에서 사용한 도금장치는 Fig. 4에 나타내었다. 도금조에 미리 만든 도금액을 넣고 일정한 온도로 유지된 수조(water bath)중에 전극을 설치하여 공기로 교반하면서 도금하였다. 음극으로 두께 0.1~0.2mm의 동판을 사용하였고, 양극으로 니켈도금에서는 99.9% 전해니켈판을 은도금에서는 순은판을 각각 사용하였다. 전극은 서로 평행하게 설치하였고 극간거리는 2.5cm로 일정하게 유지시켰다.

각 도금 공정에서 사용한 목적성과 작업조건은 Table. 1과 같다.



- A : anode
- C : cathode
- SW : switch
- D : rectifier
- I : ammeter
- V : voltmeter
- T : thermometer
- B : isothermal bath
- R : variable resistor

Fig. 4. Electroplating system

Table 1. Bath composition and operating conditions

<u>NICKEL SOLUTION</u>			
Nickel sulfate	240 g/l	PH	4.5-5.5
Nickel chloride	45 g/l	Temperature	52°C
Boric acid	30 g/l	Current density	1.2 A/dm ²
<u>SILVER STRIKE SOLUTION</u>			
Potassium silver cyanide	5.81 g/l	PH	10.2-11.0
Cuprous cyanide	11.25 g/l	Temperature	38°C
Sodium cyanide	75 g/l	Current density	1.9 A/dm ²
<u>SILVER SOLUTION</u>			
Potassium silver cyanide	90.06 g/l	PH	10.2-11.5
Sodium cyanide	48 g/l	Temperature	38°C
Sodium carbonate	45 g/l	Current density	0.12-12 A/dm ²
Carbon disulfide	1.2 g/l	Flow rate	0-1.2 m/sec

니켈도금을 통하여 구리위에 얇은 장벽층을 0.5-1 μ m 두께로 전착시킨다. 이때에 니켈은 구리가 은이나 금 표면까지 이동하는 것을 방지하는 확산층으로 작용한다. 구리의 산화물이 표면에 형성될 경우에는 TC 접착성을 저해하게 된다. 때문에 니켈층을 우선 입혀주어 구리로 인한 표면 오염을 방지하고 또한 귀금속 도금액에 민감한 불순물이 들어가는 것을 예방한다. 니켈층의 또 다른 역할은 구리와 은(또는 금) 사이에 얇은 합금층을 형성하여 금속 계면 사이에 강한 결합력을 주도록 하는 것이다. 이를 위하여 연한 니켈 전착층을 형성시킬 필요가 있다.

귀금속 도금피막을 입혀주기 위하여 이 실험에서는 시안화은 가리를 주성분으로 하는 알카리 도금액을 사용하였다. 시안화소다와 탄산소다의 첨가로 전해액의 전기전도도를 증가시키게 된다. 은의 음극전착 반응에 따르는 정전위분극곡선을 측정하여 이들 부성분이 은도금시에 어떤 영향을 미치는가

를 조사할 것이다. 액의 순환이나 음극진동에 의하여 전해액의 교반효과를 높여 줌으로 높은 전류 밀도하에서 고속도 도금을 할 수 있다. 이 연구에서는 Fig. 5 에서와 같이 순환펌프로 테프론관을 통과하는 액의 유속을 변화시키면서 은의 전착에 미치는 영향을 알아 볼 것이다. 이와같은 부분도금 장치는 음극중 국소면적에 빠른속도로 도금액을

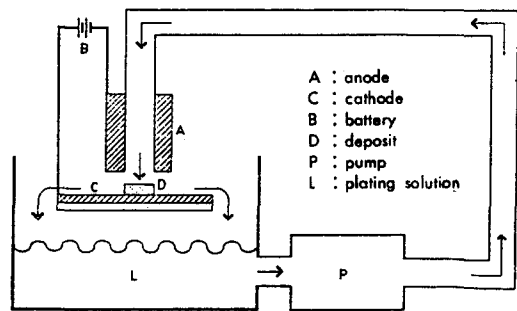


Fig. 5. Selective plating system

분사시켜 고속도 도금을 가능하게 한다. 또 도금실 현중에 여러가지의 공정 변수를 변화시켜 현미경 조직을 검사하고 경도 및 접착성을 측정하여 각각의 변수가 어떤 영향을 주는가를 검토하고자 한다.

2 - 2. 분극실험

은도금 용액의 주성분인 시안화은 가리와 부성분으로 첨가하는 시안화소다 및 탄산소다가 도금과정에 은의 음극전착 반응에 미치는 영향을 조사하기 위하여 정전위분극 특성을 측정하였다. 포텐시오스타트로서 측정음극의 전위를 조정하여 주면서 백금대극(Pt counter electrode) 사이에 흐르는 전류를 측정하였다. 전위 값을 포화감홍 전극에 대하여 읽고 분극곡선에서는 수소전극전위를 기준으로 표시하였다. 전위의 변화속도는 분극 곡선상의 저전류밀도부에서는 5mV/min로, 고밀도부에서는 50mV/min로 유지하여 주었다.

2 - 3. 현미경 조직관찰

여러가지 조건을 다르게하여 도금한 시편의 표면 형태를 주사전자 현미경(scanning electron microscope : 이하 SEM으로 줄임)으로 조사하였다. 미시조직 사진의 배율은 대개 2,000배로 일정하게하여 전착피막을 이루는 입자의 크기와 모양을 관찰하였다.

2 - 4. 부착력 시험

도금피막의 밀착력을 알아보기 위하여 당김시험과 테이프시험(tape test)을 행하였다. 당김시험을 위하여 시편의 전착층을 알콜로 깨끗하게 세척한 후에 수퍼본드를 사용하여 가는 금선(gold wire : 국내 미경사제조)을 전착층에 고정시켰다. 24시간동안 본드를 경화시킨 다음에 금선을 전착층에 대하여 수직으로 당겨서 파손이 일어날 때의 하중을 측정하였다. 이때에 스프링에 의하여 최대하중 15gf 까지 측정할 수 있는 다이알게지를 사용하여 파손을 읽었다. 사용한 금선의 규격은 순도는 99.99%, 직경 25 μ m, 연신률 2 - 6% 그리고 인장강도는 8 - 12gf이다.

테이프 시험에서는 알콜로 세척한 전착층 표면에 세로판 테이프를 밀착시켜 기포가 생기지 않도록 하였다. 2 - 3일이 경과한 후에 약 30 $^{\circ}$ C 각도로 테이프를 떼어 내었다. 이때에 테이프가 끊어지지 않는 범위에서 빠르게 당겨 전착층이 벗겨지는지 여부를 조사하였다.

2 - 5. 미소 경도 시험

미소 경도를 측정하기 전에 전착층의 표면을 알콜로 세척하여 먼지 및 오물을 제거하였다. 측정시편은 수평을 이루어야 하기 때문에 굴곡이 생기지 않도록 양쪽에 테이프를 부쳐 고정시켰다. 하중을 20gf으로 하여 5 회씩 반복하여 측정하였다. 기관의 영향을 고려하여 층 두께 10 μ m이상인 시편에 대하여 측정하였다. 누프압자(Knoop indenter)는 마름모 형태로서 대각선의 비는 7.11 : 1이다.

누프경도수(Knoop hardness number : KHN)은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$KHN = \frac{P}{A} = \frac{P}{L^2 C}$$

P : 하중 (Kg)

A : 찍힌 면적(mm²)

L : 긴 대각선 길이 (mm)

C : 상수(여기에서는 0.07028)

측정한 대각선 길이 L은 5개 값 중에서 최고치와 최저치를 제외한 3값을 각각 제공한 평균치의 제공근이다.

3. 실험결과

3 - 1. 분극곡선

Fig. 6은 은의 전착 반응에 대한 여러가지 용액에서의 정전위 음극분극 곡선이다. 즉 시안화은가리 용액, 여기에 부성분인 시안화소다나 탄산소다를 개별첨가한 경우, 그리고 두가지 부성분을 함께 첨가

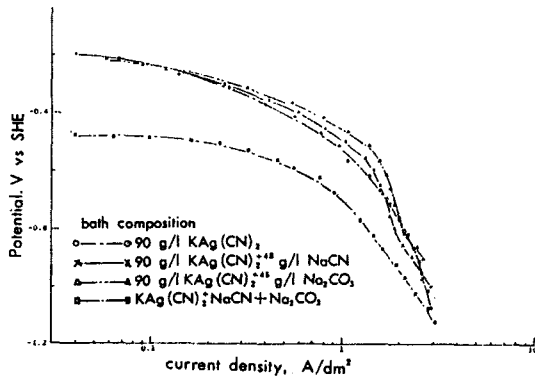


Fig. 6. The effect of bath composition on the cathodic polarization curve of silver deposition

한 용액의 분극 곡선을 각각 그려서 비교하여 보았다. 평행전위로부터 음극방향으로 전위를 변화시켜 주면서 전류밀도의 변화를 측정하였다. 시안화은 용액에 개별첨가시에는 고전류 밀도부로부터 갈수록 은전착의 과전압을 약간 감소시키는 효과를 보인 반면에 복합첨가시에는 반응의 평행전위를 낮추어줌과 동시에 과전압을 현저하게 감소시켜 주어서 은의 전착을 용이하게 하여준다.

Fig. 7은 시안화은 가리 도금욕에서 전해액의 유속을 0.3, 0.6, 1.2m/sec로 상승시킬 경우에 은 전착의 음극분극곡선을 보인 것이다. 유속이 증가함에 따라 과전압은 감소하여 은의 전착반응이 용이하게 진행됨을 알 수 있다.

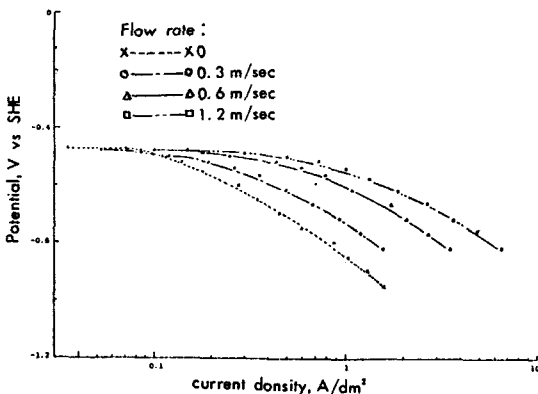


Fig. 7. The effect of flow rate on the cathodic polarization curve of silver deposition

3 - 2. 현미경 조직

3-2-1. 전류 밀도와와의 관계

니켈도금에서는 전착층의 두께를 2 μ m로 일정하게 하고 전류밀도를 0.188A/dm², 0.943A/dm², 1.886A/dm², 2.830A/dm²로 증가시키면서 SEM 조직을 관찰하였다. Fig. 8에서 볼 수 있는 바와같이 전류밀도가 0.188 A/dm²일때에는 미세하고 길게늘어난 구형체(elongated nodule)의 입자들 속에 예각을 지닌 덩어리가 석출된다. 전류밀도가 0.943A/dm², 1.886A/dm²로 증가하면 미세하고 각을 지닌 덩어리가 성장하여 균일하게 분포된다. 또 입자의 표면은 예각으로부터 둔각으로 변하게 된다. 전류밀도가 2.830A/dm²로 더욱 증가하면 완전한 구형을 이루면서 돌출부가 나타나기 시작한다.

Fig. 9는 은 도금한 전착층의 SEM 사진이다. 전착층의 두께를 20 μ m로 일정하게 하고 전류밀도를 0.126 A/dm², 0.213 A/dm², 0.507 A/dm²로 도금하여 SEM 조직을 관찰하였다. 0.126 A/dm²의 전류 밀도에서는 미세하고 균일한 분포를 가진 동굴 등 굴한 모양이었지만 전류밀도가 0.507 A/dm²로 증가하면 도금시간이 짧아 짐에도 불구하고 입자는 더욱 조대한 다면체의 형태를 이루고 돌출현상이 현저하게 나타난다.

3-2-2. 전착층의 두께와의 관계

니켈도금에서 전류밀도를 0.9 A/dm²로 일정하게 하고 도금시간을 증가시켜 전착층의 두께를 2, 5, 10 μ m로 변화시킨 다음에 SEM 조직을 관찰하였다. Fig. 10에서 볼 수 있는 것과 같이 전착층의 두께가 증가할 수록 더욱 요철이 심하고 표면에 돌출부가 형성됨을 알 수 있었다.

Fig. 11는 은 도금한 시편의 SEM 조직 사진이다. 전류밀도를 0.507 A/dm²로 일정하게 하고 전착층 두께를 5, 10, 15, 20 μ m로 도금하였다. 전착층 두께가 증가할 수록 결정의 성장속도상의 차이 때문에 크기가 균일하지 못하며 다각형을 이룬다. 특히 두께 15 μ m에서부터 돌출 현상이 현저하게 나타나기 시작한다.

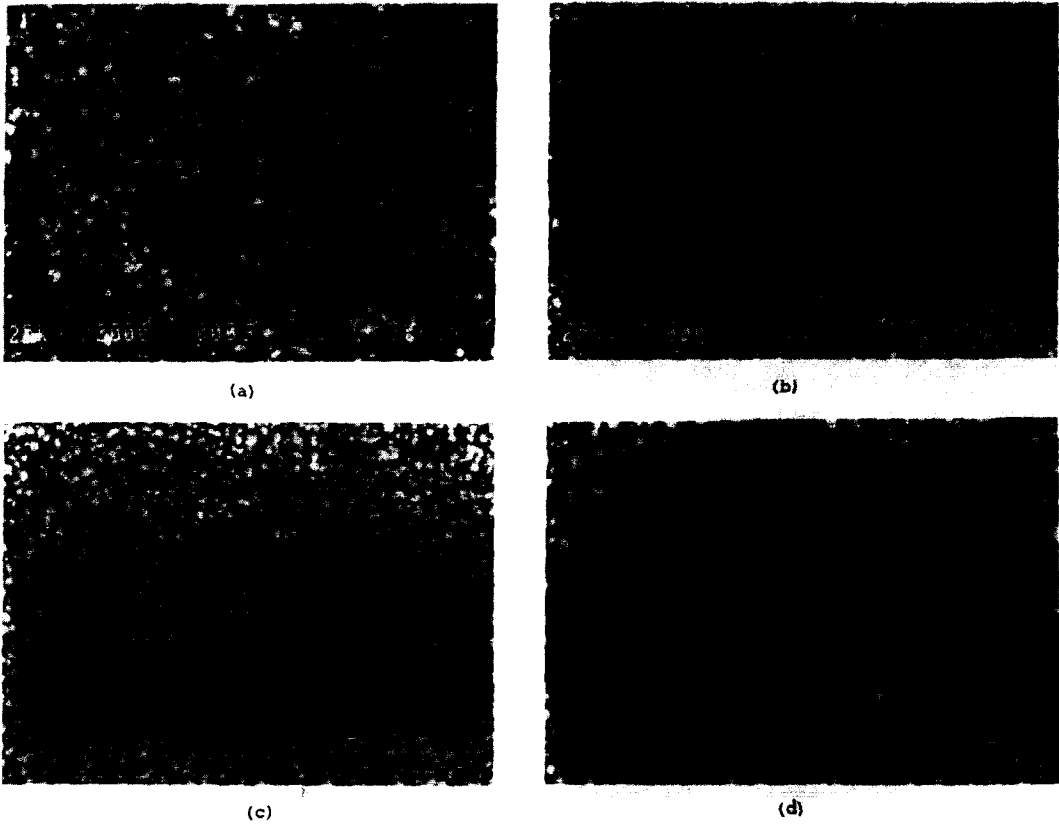
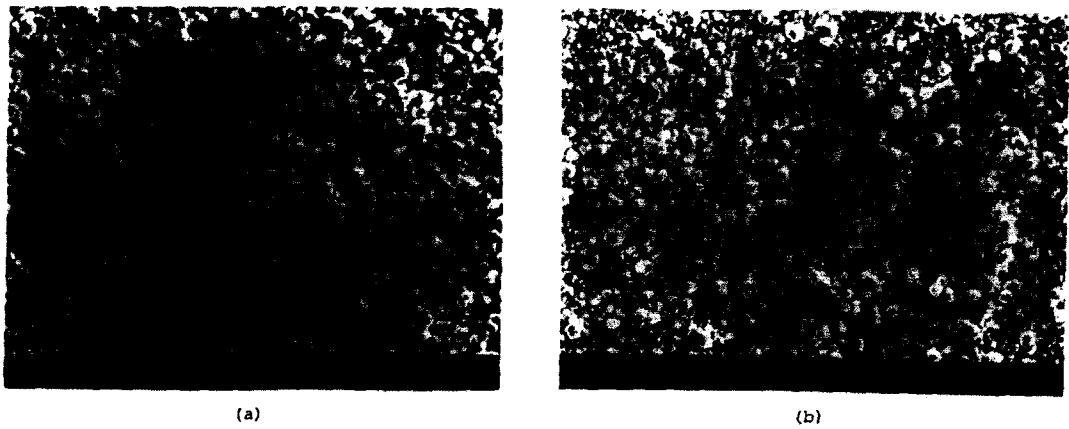
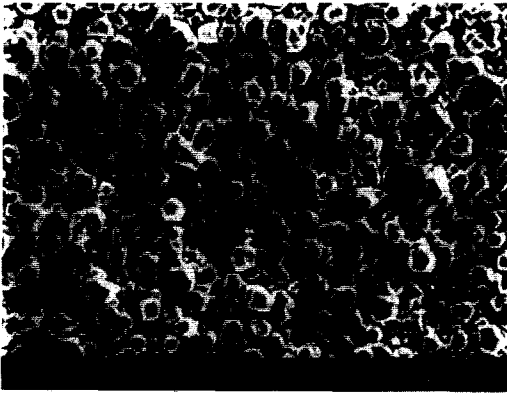


Fig. 8. Surface morphology of Ni electroplating. (thickness $2\mu\text{m}$ constant)
(a) $0.188\text{A}/\text{dm}^2$ (b) $0.943\text{A}/\text{dm}^2$ (c) $1.886\text{A}/\text{dm}^2$ (d) $2.830\text{A}/\text{dm}^2$



(Continued)



(c)

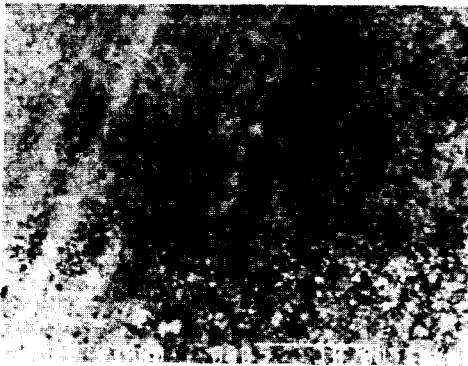
Fig. 9. Surface morphology of Ag electroplating
(thickness $20\mu\text{m}$ constant)

current density:

(a) 0.126 A/dm^2

(b) 0.213 A/dm^2

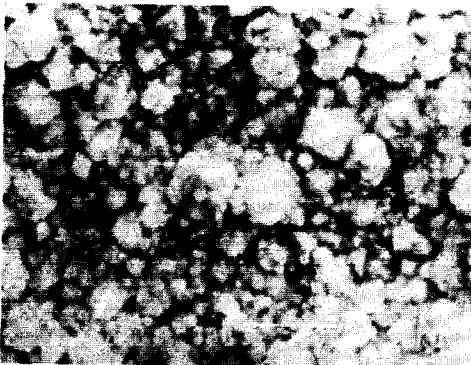
(c) 0.507 A/dm^2



(a)



(b)



(c)

Fig. 10. Surface morphology of Ni electroplating
(current density 0.9 A/dm^2)

thickness :

(a) $2\mu\text{m}$

(b) $5\mu\text{m}$

(c) $10\mu\text{m}$



Fig. 13. Surface morphology of Ag selective plating (flow rate 1.2 m/sec)
 (a) 14.7 A/dm² (b) 29.3 A/dm² (c) 58.7 A/dm² (d) 100 A/dm²

표면 미소경도는 Fig. 14에서 볼 수 있는 바와같이 두께가 두꺼울 수록 경도치가 낮게 나타나며 저전류밀도부에서 전류밀도의 증가에 따라 증가하다가 2.5 A/dm²부근에서 최고치를 나타낸 다음 다시 서서히 감소한다. Fig. 15는 도금용액의 유속과 도금층 두께의 변화에 따른 경도치의 변화를 측정된 결과이다. 유속이 증가할수록 경도차가 높음을 알수 있으며 전착층의 두께가 증가할수록 경도가 감소하는 경향을 나타낸다.

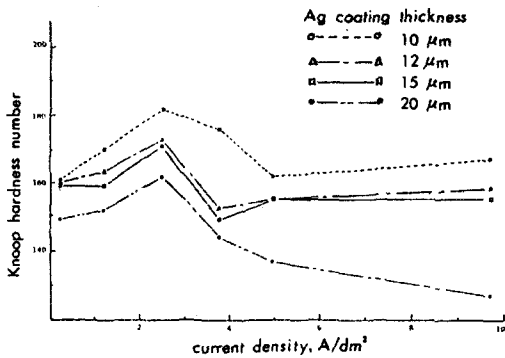


Fig. 14. Knoop microhardness as a function of current density at various Ag coating thickness

3 - 4. 부착력 시험

전착층의 부착성을 조사하기 위하여 당김시험을 하였다. 은 도금 두께와 전류밀도를 변화시킨 여

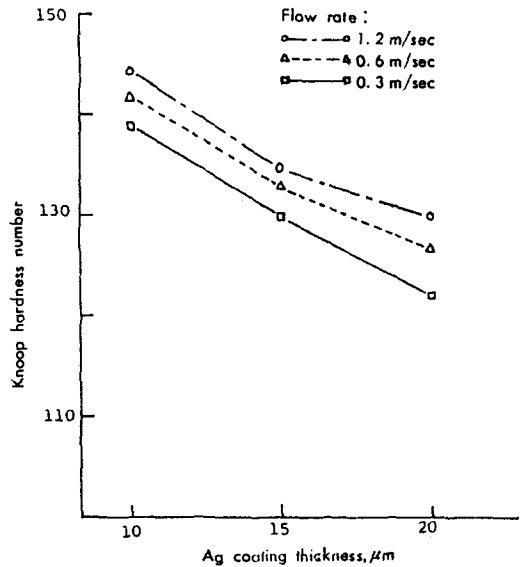


Fig. 15. Variation of Knoop microhardness with Ag coating thickness at various flow rate

러가지 조업조건에 대하여 실험한 결과 금선은 모두 8gf이상의 하중에서 끊어지고 전착층 자체는 파손당하지 않았다.

은 도금피막의 부착력을 검사하기 위하여 테이프시험을 행하여 Table. 2에 그 결과를 실어 놓았다. $0.25 \text{ A/dm}^2 - 9.5 \text{ A/dm}^2$ 의 전류밀도 영역에서 도금두께 $0.8 - 20 \mu\text{m}$ 로 입힌 112개의 시편으로 실험한 결과 전류밀도 0.25 A/dm^2 의 $8 \mu\text{m}$, 전류밀도 0.38 A/dm^2 의 3, 5, $6 \mu\text{m}$ 의 두께에서만 전착층이 벗겨졌음을 알 수 있었다. 0.51 A/dm^2 이상의 전류밀도에서는 도금피막은 벗겨지지 않았는데 이 결과는 현미경 조직 사진과 비교하여 설명할 수 있다. 즉 높은 전류밀도하에서는 돌출부가 형성되므로 이와같은 미시적인 표면거칠기가 우수한 접착

성에 기여 한다고 생각된다.

3 - 5. 도금실시 예

Fig. 3에 보인 도금공정에 따라 리드프레임을 도금하여 얻은 시편을 Fig. 16에 진열하였다. Fig. 2에서 보인 리드프레임 스트립을 세척하여 니켈도금한 것이 Fig. 16(a)이고 그 위의 은 스트라이크 및 은 도금을 입힌 시편이 Fig. 16(d)이다. Fig. 16(c)는 니켈피막 위에 금 도금한 경우이고 Fig. 16(b)는 은 도금 위에 아일랜드 및 내부리드의 기능부에만 부분도금한 시편이다. 요즘 아일랜드 부에 IC칩을 탑재하는데 상당한 온도까지 가열하는 공정합금법을 쓰지 않고 전도성 페이스트를 사용하는 경향이 있다. 이 경우에는 아일랜드부를 금도금할 필요가 없

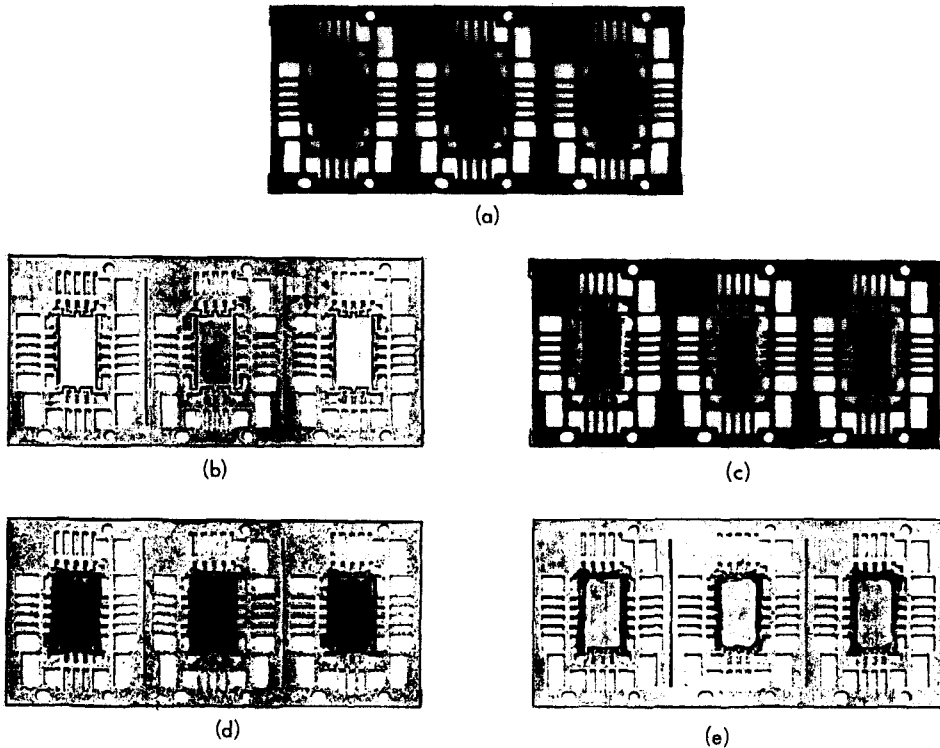


Fig. 16. Some samples electroplated in this study (a) Ni plated, (b) Ag plated, (c) Au plated, (d) Au selectively plated on the island and inner lead area, (e) Au selectively plated only on the inner lead area.

기 때문에 금도금이 필요한 면적은 다만 내부리드의 아주 좁은 면적으로 국소화 될 수 있으며 이 경우 고가의 귀금속 사용량은 대폭적으로 줄어들게 된다. (Fig. 16(e) 참조)

Table 2. Tape test data for Ag coating
(O: coating unpeeled, X: coating peeled)

C. D. A/dm ² Coating thickness, μm	0.25	0.38	0.51	1.3	2.5	3.8	5.1	9.5
0.8	O	O	O	O	O	O	O	O
1	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	O	O	O
3	O	X	O	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	X	O	O	O	O	O	O
6	O	X	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	O
8	X	O	O	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O	O	O	O
12	O	O	O	O	O	O	O	O
15	O	O	O	O	O	O	O	O
20	O	O	O	O	O	O	O	O

4. 검 토

4-1. 분극특성

Fig. 6 과 7 에 은전착반응에 따르는 음극분극 곡선을 보였다. 시안화 은가리 용액중에 부성분으로 시안화소다와 탄산소다를 복합 첨가시에 또는 전해액의 유속을 증가시켜 주는 경우에 모두 도금액의 분극저항을 감소시켜 주므로 은 전착의 과전압을 줄여 주고 따라서 은 도금을 용이하게 하여 주는 결과를 가져온다. 시안화 가리와 탄산가리 또한 높은 전해 전도성을 주는 부성분으로 알려져 있으므로²³⁾ 여러가지 종류의 도금액의 특성에 관한 연구를 수행할 경우에 이들의 효과를 고려하여야 한다.

4-2. 전류밀도

전류밀도가 낮으면 전착물의 입자크기가 아주 미세하고 전착물의 표면에 조밀하게 충전되어 돌출현상이 나타나지 않으므로 광택이 난다.

이와같은 현상은 반응의 구동력이 낮아 해생성이 어렵고 돌출현상이 억제되기 때문이다. 따라서 Fig. 17(a)에서 보는 바와같이 입자들이 전착층에 평행하게 성장하기 때문에 서로 연결하여 길게 늘어난 구형체 (elongated nodule) 을 형성하게 된다. 반면에

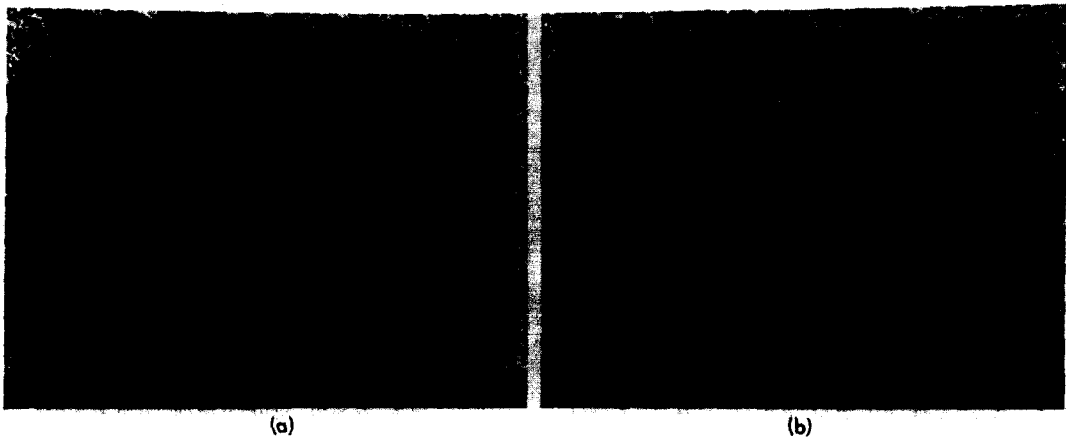


Fig. 17. Surface morphology of Ag electroplating at different current density
(Coating thickness 7μm)
(a) 0.126 A/dm², (b) 0.507 A/dm²

전류밀도가 증가하게 되면 반응의 구동력이 크기 때문에 Fig. 17(b)에서와 같이 많은 작은 입자들의 돌출현상이 현저하게 나타나며 나중에는 입자들이 조대하여 진다. 낮은 전류밀도에 비해 핵생성과 성장이 용이하므로 입자들 하나하나가 전착층의 수직 방향으로 성장하는 것을 Fig. 11에서 알 수 있다.

4 - 3. 전착층의 두께

일정한 전류밀도 하에서 도금시간을 변화시킴으로써 전착층의 두께를 조절하였다. 전착층의 두께를 0.8-50 μ m까지 변화시킨 경우 두께가 증가할수록 입자들이 성장하여 조대하여 진다. (Fig. 10과 11참조) 또한 Fig. 15에서 볼 수 있는 바와 같이 미소경도 측정의 결과는 주어진 전류밀도에서 전착층의 두께가 10 μ m에서 20 μ m로 증가하면 누프경도수가 감소함을 알 수 있다. 이것은 두께가 증가할수록 입자들이 조대하고 엉성하게 충전되어 미소 기공이 커지기 때문에 결정립 조대화과 미소기공의 효과로 인하여 두꺼운 두께에서 낮은 경도를 보이게 된다고 사료된다.

4 - 4. 부분도금시 유속과의 관계

Fig. 12에서는 부분 은 도금시의 도금액의 유속이 전착 표면의 형태에 미치는 영향을 보여 주었다. 그 결과는 유속이 빠를수록 입자의 크기가 작아지며 전착층의 표면은 평활하고 굴곡이 심하지 않음을 보인다. 이러한 현상은 유속을 빠르게 해줌으로써 도금액의 교반 효과가 커져서 전착이온의 공급을 용이하게 해줌에 기인한다. 유속이 증가하게 되면 핵생성은 촉진되는 반면에 돌출을 억제시키는 효과를 얻으므로 높은 전류밀도 하에서도 입자의 크기가 미세하고 조밀한 전착층을 형성하게 된다. 따라서 Fig. 15에서 볼 수 있는 바와 같이 유속이 증가할수록 누프경도수는 증가하였다. 동일한 유속에서 전류밀도를 높여준 경우에는 Fig. 13에서 볼 수 있는 바와 같이 포도송이 조직의 형성이 촉진됨을 알 수 있다. 즉 높은 유속에서 고전류 밀도로도 도금하면 엉성하고 거대한 포도송이 모양의 조직을

얻게 된다. 이것은 고전류 밀도에서의 조대한 입자의 돌출효과와 높은 유속에서의 미세한 개개 결정의 성장 촉진 효과가 공존하기 때문이라고 생각된다. 따라서 은 전착층의 누프 미소 경도는 전류 밀도가 높을수록, 전착층의 두께가 두꺼울수록, 그리고 유속이 낮을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 금 도금층에 있어서 전류밀도 증가에 따라 경도가 감소하는 경향¹⁾은 이 결과와 일치하며 이때에 돌출조직에 의하여 부착력을 증가시키는 결과^{7, 10)}를 가져온다.

4 - 5. 응용연구의 필요성

이제까지 이 연구에서 귀금속 도금에 관련된 분극측정, 니켈도금 및 은 도금 피막의 미시조직, 미소경도의 변화, 부착력, 도금액의 유속이 조직특성에 미치는 영향등을 살펴 보았다. 이와 같은 내용은 IC 리드프레임의 귀금속 도금에 관한 연구의 기초적인 단면을 조사한 것이고 실제로 이 기술을 개발하고 적용하기 위해서는 좀더 구체적인 세부 응용 연구가 계속되어야 하겠다. 예를 들어 이 연구를 통하여 피막의 부착력과 관련하여 TC 접착이나 초음파 접착에 관한 세부 조사는 이루어지지 않았다. 그 대신에 금선을 사용한 당김시험이나 테이프 시험을 통하여 밀착력을 조사하였다. 실제의 TC 접착이나 초음파 접착의 경우에 이들 접착시에 작용하는 첨가제, 파형등의 여러가지 변수들이 아주 가는 금선의 접착강도에 실질적으로 영향을 미치기 때문에 이 분야에 대해서는 산업계와의 협동에 의한 별도의 연구가 필요하다. 리드프레임에 귀금속 도금을 효율적으로 입히는 기술을 개발하여 산업계에 활용하기 위하여는 현장의 각 세부분야에 관련된 내용의 연구가 필요하며 장차의 연구과제를 몇가지 열거하여 보면 다음과 같다.

- 1) 각종 첨가제가 귀금속 도금 피막의 표면 형상 및 성질에 미치는 영향.
- 2) 펄스 전류가 피막 특성에 미치는 영향.
- 3) 도금 공정 변수가 TC나 초음파 접착에 미치는 영향.

- 4) 마스크 장치에 의한 고속도 도금법.
- 5) 피막중에 혼입된 불순물이 접착부의 파손 양상에 미치는 영향.
- 6) 개선된 도금공정으로 시작품을 만들어 실용화 하는 연구.

이와 같은 금속의 표면 특성을 개선하는 귀금속 도금에 관한 연구는 금속원료로 부터 리드프레임을 제조하는 소재 생산 업체와 리드프레임을 사용하여 IC를 조립하는 반도체 산업체 그리고 연구 인력을 갖춘 대학간의 산학 협동이 실질적으로 가능한 분야이다. 소규모의 기초 연구 투자를 꾸준히 함으로써 국내에서 능히 해결해 나갈 수 있는 기술을 비싼 로얄티를 지불하며 기술도입에만 의존하려고 할 때 국내기초 연구 인력을 키울 방도는 막히게 되고 국내기술 수준의 하이테크로의 도약이 더욱 더 늦어지게 될 것이다.

5. 결 론

리드프레임의 귀금속 도금에 관한 이상의 연구로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 은 도금 용액에서 유속을 증가시키거나 부성분으로 복합 첨가한 시안화 소다와 탄산소다는 도금액의 분극 저항을 감소시켜 은의 음극 전착을 용이하게 하여준다.
- 2) 전류밀도가 증가하면 전착물의 입자는 조대해지고 돌출현상이 현저하게 나타나며 누프 경도수는 감소한다.
- 3) 전착층의 두께가 증가하면 전착물의 입자크기가 조대해지고 누프 경도수는 감소한다.
- 4) 부분 도금시 유속이 증가하면 높은 전류 밀도에서의 고속도 도금이 가능하며 전착물의 표면은 조직의 미세화에 의하여 평활하게 되고 누프경도수도 증가한다.
- 5) 도금피막의 부착력은 고전류 밀도에서 그리고 빠른 유속에서 향상되는 경향을 보인다.

후 기

본 연구는 산학협동재단의 연구비 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 주 대 영 : “반도체 재료의 일본시장 실태와 기술 동향”, 산업연구원(1985)
2. 김현준등 : “반도체 산업의 구조와 발전방향”, 산업연구원(1984)
3. 권식철등 : “국내표면처리 기술분석”, 한국기계연구소(1984)
4. 이장영등 : “주요전자부품 산업의 현황과 육성 방안”, 한국산업경제 기술연구원(1983)
5. 土坡莊太郎等 : 日本公開特許 59-145793(1984)
6. Fletcher et al : U. S. Patent 4465564(1984)
7. D. W. Endicott and G. J. Casey, Jr. : Plating and Surface Finishing 67 (3)(1980) 58
8. 한재현 : “고강도 고전기전도도Cu-Ni-Si-P 합금의 석출현상에 대한 연구”, KAIST 석사학위 논문(1984)
9. G. J. Casey, Jr. and D. W. Endicott, Plating and Surface Finishing 67 (7)(1980) 39
10. R. V. Dafter, Jr., : Western Electric Engineer 22 (2) (1978) 57
11. R. Haynes, K. Ramachandran and D. J. Fineberg : Western Electric Engineer 22 (2) (1978) 61
12. A. F. Beck : U. S. Patent 4367123 (1983)
13. D. L. Rehrig : Western Electric Engineer 22 (2) (1978) 48
14. G. N. Pantiga and R. M. Allen : U. S. Patent 4090928 (1978)
15. 宮崎秀 : 日本公開特許 59-143071 (1984)
16. D. J. Huettner and R. C. Sanwald : Plating 59 (1972) 750

17. G. E. Mcquire, J. V. Jones and H. J. Dowell :
Thin Solid Films 45 (1977) 59
18. R. J. Blazek and W. A. Piper : Proceeding of
28th Electronic Components Conference (1978)
373
19. J. K. Dorey II. R. Haynes, R. E. Sinitiski and
R. E. Woods : Plating and Surface Finishing 67
(5) (1980) 81
20. 番條敏信, 徳永孝雄, 上材俊一, 南郷重行 : 日
本公開特許 53-141577 (1978)
21. 辰巳悦章, 出家敏和 : 日本公開特許 57-122554
(1982)
22. 小島和昭, 奥俱一 : 日本特許 58-509 (1983)
23. F. A. Lowenheim : "Modern Electroplating",
John Wiley and Sons, Inc. (1974)

알 립 니 다.

제 3 회 아시아 금속표면처리퍼럼 개최지 서울로 결정

지난 6월 7일 일본 동경에서 일본 금속표면기술협회 주최로 국제학술회의인 제 3 회 아시아 금속표면처리퍼럼의 개최지 결정에 대한 회의가 있었습니다. 개최지 희망국가로는 한국, 중공, 싱가포르가 경합하였으며 절대 다수로 우리나라가 차기 개최지로 결정되었습니다.

제 3 회 아시아 금속표면처리퍼럼은 1989년에 개최토록 되어있습니다. 지금부터 발표논문을 준비하여 주셔서 성대하고 손색없는 국제학술대회가 되도록 적극 참여합니다.