

접점상에 입힌 Au 및 Pd-Ni합금도금층의 특성

백철승*, 장현구**, 김희정***

성균관대학교 공과대학 금속공학과*

성균관대학교 공과대학 재료공학과**

친화금속(주)***

Properties of the Gold and Palladium-Nickel Alloy Plated Layers on Electrical Contact Materials

Cheol-Seung Back*, Hyun-Ku Chang**, Hoi-Chung Kim***

Sung Kyun Kwan University

*Pro-Chemie Metal Co. Ltd.

Abstract

The optimum thickness of Pd-Ni plated layers used as an electrical contact film was investigated by evaluating mechanical, thermal and environmental characteristics. The variations of morphologies and chemical compositions were studied by using SEM, EDS and ESCA.

As a result of wear test, the wear resistance behavior of the gold plated layers was not changed with the sliding velocity changes. The palladium-nickel plated layer showed better wear resistance than the gold plated layer at low sliding velocity, but it showed poor wear resistance at high sliding velocity.

Under the thermal condition of 400°C in air, the gold thickness of 2μm without underplate on phosphorous bronze formed copper oxide on the surface layer by rapid diffusion of copper whereas the gold thickness of 0.8μm deposited on nickel and palladium-nickel underplate was stable at 400°C.

Under the sulfur dioxide environments, the gold thickness of 0.3μm deposited on the nickel thickness of 3μm and the palladium-nickel thickness of 2μm underplate was more corrosion-resistant than the gold thickness of 2μm without underplate on phosphorous bronze. Under the nitric acid vapor environment, corrosion resistance of the gold film was superior to an equivalent thickness of the palladium-nickel film.

1. 서 론

최근 전자, 통신 및 그 관련 산업이 크게 성장함에 따라 이들 분야에서 사용되는 전기접점용 도금과 접점성능의 평가방법이 중요시 되고 있다. 전기 접점부위는 열적환경과 부식성환경에 노출되어도 영향을 받지 않고 낮은 접점저항을 유지하여야 하므로 전기전도도, 내식성 및 고온에서의 내산화성이 우수한 금이 접점재료 부품의 최종처리 도금용소재로 널리 응용되고 있다. 그러나 국내 및 국제적으로 높은 금가격으로 인하여 같은 기능을 유지하면서 사용되는 금의 양을 줄이기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 금층을 대체할 수 있는 코팅층으로는 팔라듐, 팔라듐-니켈, 루테튬, 주석, 주석합금등이 있으나 금의 성능에는 미치지 못한다. 1, 2, 3) 하지만 하지도금으로서 니켈과 팔라듐-니켈 합금도금을 했을 경

우에는 최종도금인 금도금층의 두께를 크게 줄일 수 있으며 기능면에서도 종래의 금도금층과 같은 성능을 보인다고 보고 되어있다. 4, 5, 6)

일반적으로 커넥터용 구리기관은 금도금을 입혀 구리기관합금의 부식을 방지하고 접점의 접촉저항을 낮추는 방법을 사용하고 있으나 승온조건이나 부식성환경에서는 구리원자가 금층을 통하여 외부로 확산하여 나오며 부식생성물질이 내부로 성장하여 들어간다. 이때 표면에서는 구리산화물층이 형성되기 때문에 접촉저항을 증가시키고⁷⁾ 따라서 이 부위가 더욱 가열되어 승온-확산-산화과정이 촉진되어 접점의 완전한 손상이 발생한다. 이와같은 구리원자의 확산이나 부식생성물질의 침투를 방지하기 위하여 얇은 금도금을 위한 하지도금피막으로 니켈층과 팔라듐-니켈합금층을 전착시켜 그 효과를 조사하였다. 이 연구에서는 인청동 표면에 니켈을 전착시키고 그

위에 화학적으로 안정하고 백금층에서 가장 저렴한 팔라듐과 니켈을 중량비 70:30으로 석출시킨 합금층을 형성한 후 최종 피막으로서 금을 전착시켜 전기접점용 피막으로서의 기계적, 열적 및 환경적 특성을 평가하여 각 도금층의 적정두께를 알아내었다.

2. 실험방법

2.1 도금 공정

본연구에서의 도금소지로는 접점용 재료로 흔히 사용하는 두께 0.5mm의 C52100 인청동판을 사용하였고 도금용 시편은 polishing 과 buffing→초음파 유기용제탈지(trichloro-ethane)→알칼리초음파 탈지→수세→음극전해탈지→수세→산세(10% H₂SO₄)→수세와 같은 전처리 공정을 거친 후 하지 도금으로 니켈과 팔라듐-니켈합금도금을 하고 경질도금을 실시하였다.

2.2 니켈, 팔라듐-니켈 및 경질 금도금

니켈하지도금은 구리원자가 금도금 혹은 팔라듐-니켈 합금도금 표면으로 이동하는 것을 억제하기 위한 장벽역할 및 다른 도금층과 안정한 결합력을 얻기위하여 실시하였으며 Watts 욕을 이용하여 무광택 도금을 행하였고 도금시 음극으로는 인청동판, 양극으로는 99.0%의 전해니켈판을 사용하였다. 팔라듐-니켈합금도금은 암모니아성 도금액을 이용하여 중량비로 70%팔라듐 30%니켈인 합금도금층을 제조하였다. 음극으로는 인청동판, 양극으로는 백금을 입힌 티탄망을 사용하였다. 니켈함량이 20% 이하의 경우에는 도금층의 연성이 저하하고, 니켈이

40%이상으로 함유되어 있을 경우에는 합금층에서 니켈의 산화와 부식으로 인해 접촉저항이 높아질 우려가 있으므로⁴⁾ 본 연구에서는 70%팔라듐과 30%니켈을 석출시켜 비용을 감소시키고 도금층에 연성을 부여하도록 하였다. 또한 금과 같은 귀금속은 이온화 경향이 작기 때문에 밀착불량이 일어나기 쉬우므로 금도금을 행하기 전에 먼저 스트라이크 도금을 행하였다. 암모니아성 도금액에서 팔라듐-니켈 합금도금을 할 경우 니켈이나 구리하지에 직접도금하면 합금도금층이 겹겹이 변색되기 쉬우므로 팔라듐-니켈 합금도금을 하기전에도 금 스트라이크 도금을 행하였다. 이상에서 열거한 각 도금공정의 작업조건은 Table 1에 실었으며 도금용액의 육조성은 Table 2에 나타내었다.

2.3 도금층 측정

도금된 시편의 표면조직관찰과 열적특성 실험후 조직관찰을 위해 주사전자 현미경(JEOL, JSM-35CF)을 사용하였고 열확산으로 인한 표면의 조성을 알기 위해 EDS(Tracor Northern series II X-ray micro-analysis system. -5500)를 사용하였다. 또 팔라듐-니켈 합금도금층의 중량비를 AA (atomic absorption)을 이용하여 조사분석하였다. 도금 후 두께측정을 하는데 XRF(X-ray fluorescence)분석장치를 사용하였다.

2.4. 미소경도 및 내마모시험

경도값은 Micro-Knoop hardness tester를 사용하여 ASTM B578-87⁸⁾의 방법으로 5g의 하중하에서 각 시편마다 10회 측정하여 평균값을 구하여 결정하였다.

Table 1. Operating conditions of electroplating

Condition	Bath	Watts Nickel	Palladium-Nickel	Gold Strike	Alloy Gold
		Plating	Alloy Plating	Plating	Plating
Temperature		45℃	25℃	35℃	35℃
PH		4.8	8.5	3.5	3.5
Current Density (A/dm ²)		1.5	0.5	0.8	0.4
Agitation		Air	Mechanical	No	Mechanical

Table 2. Composition of electrolytes.

Bath Clemicals	Watts Nickel Bath	Pd-Ni Alloy Bath	Gold Strike Bath	Alloy Gold Bath
Gold (as $\text{KAu}(\text{CN})_2$)	—	—	1.5g/1	5.88g/1
Citric Acid ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	—	—	100g/1	100g/1
Potassium Citrate ($\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	—	—	100g/1	100g/1
Palladium (as Metal)	—	5g/1	—	—
Nickel Sulphate ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	240g/1	22g/1	—	20g/1
Nickel Chloride ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	20g/1	—	—	—
Cobalt Sulphate ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	—	—	0.2g/1	3g/1
Indium Sulphate ($\text{In}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)	—	—	—	3g/1
Boric Acid (H_3BO_3)	20g/1	—	—	—
Ammonia Solution	—	50ml	—	—
Ammonium Sulphate ($\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	—	61g/1	—	—

내마모 시험은 pin-on disc형 내마모 시험기를 사용하여 무윤활 상태로 수행하였으며, pin은 직경 3mm의 AISI-SAE 52100강구를 사용하였고 마모 시편의 도금층두께는 2 μm 로 하였다. 마모하중은 100g, 마모시간은 5분으로 일정하게 하였으며 sliding velocity를 7087mm/min, 4430mm/min, 3396mm/min으로 각각 변화시키며 마모거동을 분석하였다. 각 도금층에 대한 내마모특성평가는 마모 후 track의 표면조도변화를 Mitutoyo Suftester를 이용하여 측정분석하였다.

2.5. 확산 실험

400 $^{\circ}\text{C}$ 온도에서 1/2, 1, 3, 5시간 동안 가열하여 구리, 니켈, 팔라듐 및 금의 상호확산을 조사하기 위하여 시편표면을 EDS로 분석하였다.

2.6. 환경실험

아황산분위기 실험은 ASTM B735-84⁹⁾에 따라 10%SO₂ gas를 발생시킨 후 25 $^{\circ}\text{C}$ 와 87%의 상대습도를 유지시켜 용기내에서 도금시편을 6시간, 24시간동안 유지시킨 후 표면반응물을 광학현미경 (Nikon Epiphot), SEM 및 EDS를 사용하여 분석하였다. 또 실험 후의 도금층의 pore site에 반점 모양의 부식 생성물이 형성되는데 Stereomicroscope를 이용해 10 \times 배율에서 1 cm²당 부식생

성물의 갯수를 세어 pore density를 측정하였다.

질산분위기 실험은 아황산실험보다 시편에 대해 유해하므로 노출시간은 아황산분위기 실험시간보다 짧게 하였다. 실험방법은 ASTM B735-84⁹⁾에 따라 23 $^{\circ}\text{C}$ 에서 61%의 상대습도를 유지한 후 도금시편을 75분 동안 방치시킨 후 오븐을 사용하여 125 $^{\circ}\text{C}$ 에서 30분 동안 건조시키고 시편의 표면을 광학현미경, SEM 및 ESCA를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 검토

3.1. 표면조직검사

Photo. 1은 팔라듐-니켈 합금도금 표면의 SEM사진이다. (a), (b), (c), (d)는 전류밀도를 0.5A/dm²로 일정하게 하고 도금시간을 길게 하여 두께를 증가시킨 것으로 두께가 증가함에 따라 미세한 입자들이 구형에 가까운 형태로 변해감을 보여준다. 이 팔라듐-니켈 합금도금 사진에서 나타나는 특징은 연성을 지닌 도금이므로 입자들 간의 배열이나 전착이 매우 교르게 나타나 있었다. Photo. 2는 인청동 시편상에 하지도금으로 니켈도금과 팔라듐-니켈 합금도금을 한 후 금도금한 시편의 단면조직사진이다. EDS의 X-ray line scanning 방법으로 (a)에 표시한 마크를 따라 각각의 도금층을 조사한 결과를 (b)에 보였다. 좌로부터 구리, 니켈

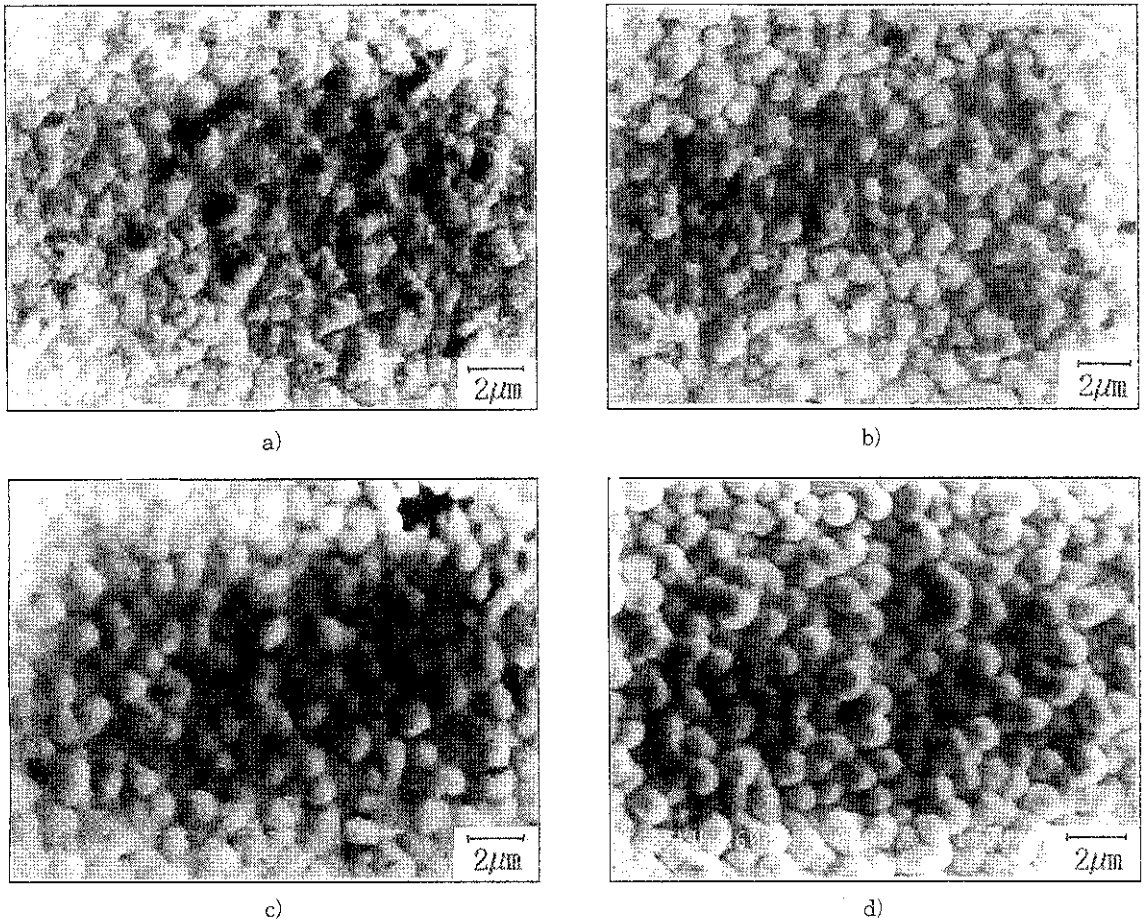
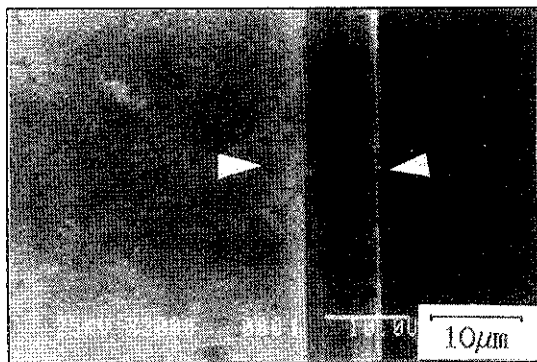


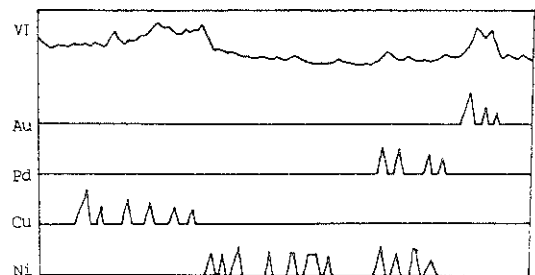
Photo. 1. SEM micrographs of alloy Pd-Ni plating.

Thickness; (a) $0.50\mu\text{m}$ (b) $0.76\mu\text{m}$ (c) $1.27\mu\text{m}$ (d) $2.00\mu\text{m}$

Current density - 0.5 A/dm^2



(a)



VI : Roughness

(b)

Photo. 2. Cross section morphology and X-ray line scan. Thickness-Ni/Pd-Ni/Au ; $6.0/2.0/2.0\mu\text{m}$

(a) SEM image (b) X-ray line scan of Au, Pd, Cu, and Ni.

Table. 3. Atomic absorption analysis data of alloy Palladium-Nickel plating.

	Thickness	AAA Data	wt %
Ni Pd	0.5 μ m	1.33ppm 2.70ppm	0.33 0.67
Ni Pd	0.76 μ m	1.82ppm 4.08ppm	0.31 0.69
Ni Pd	1.27 μ m	2.25ppm 5.34ppm	0.30 0.70
Ni Pd	2.0 μ m	2.72ppm 6.90ppm	0.28 0.72

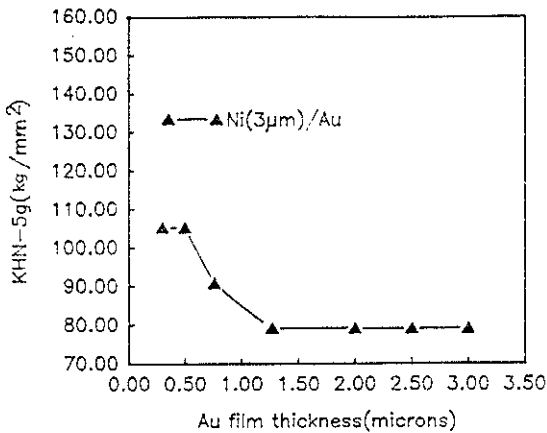


Fig. 1. Microhardness variation of alloy Au film deposited on 3 μ m nickel underplate.

peak가 나타나고 팔라듐-니켈 합금도금층에서 팔라듐 원소에 대한 peak와 니켈원소 peak가 동시에 검출되고 맨 우측에 금층이 존재하는 것을 볼 수 있었다. 또 (b)의 상부에는 표면의 조도를 보이고 있는데 etching으로 인한 도금층의 선택적 부식으로 단면조도의 변화를 관찰할 수 있었다. Table. 3은 팔라듐-니켈 합금도금층을 AA분석한 결과로서 팔라듐과 니켈의 중량비가 대략 70:30임을 확인하였다.

3.2. 기계적 특성

도금층의 기계적 특성을 살펴보기 위하여 미소경도시험과 마모시험을 행하였다. Fig. 1에서는 3 μ m의 니켈하지도금층 위에 금을 입힌 경우로서 도금 두께에 따른 도금층의 표면경도 값을 5g 하중하

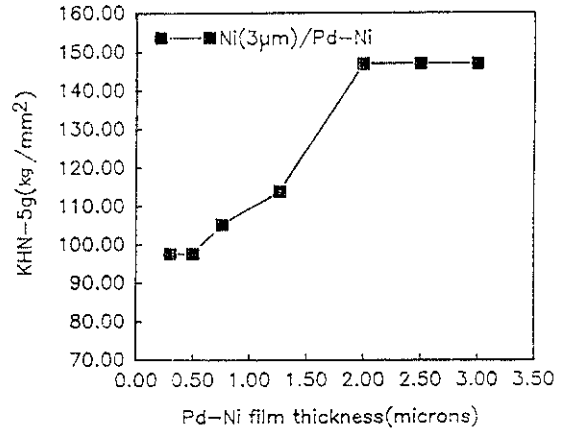


Fig. 2. Microhardness variation of alloy Pd-Ni film deposited on 3 μ m nickel underplate

에서 Knoop hardness tester를 사용하여 측정한 것이다. 도금층의 두께가 증가할수록 경도가 감소하는 경향을 보이거나 금도금층의 두께가 1.27 μ m에서부터는 일정한 값을 나타내었음을 알 수 있었다. 이에 대한 분석을 위해 diamond indenter의 geometry로 부터 경도측정시 대각선 길이에 따른 침투깊이를 알아본 결과 침투깊이는 대각선 길이의 약 1/30이었다. 즉 도금두께가 1 μ m이상인 경우가 실제도금층의 경도이며 1 μ m이하의 경우는 금보다 경도가 높은 니켈하지도금층의 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 니켈하지도금층의 경도값은 105kg/mm²이었으며 금도금층의 두께가 0.3 μ m, 0.5 μ m의 얇은 경우는 하지도금층의 영향을 크게 받았고 금도금층의 두께가 증가할 수록 하지도금의 영향이 감소하여 경도값은 감소하지만 금도금층의 두께가 1.27 μ m두께 부터는 약 80kg/mm²으로 일정한 값을 나타내었다. Fig. 2에서는 3 μ m의 니켈하지위에 팔라듐-니켈층을 입힌 경우이다. 도금층의 두께가 증가할수록 경도가 증가하는 경향을 보여주고 있으며 이 경우도 금과 마찬가지로 팔라듐-니켈도금층의 두께가 얇은 경우는 니켈하지도금층의 영향을 크게 받지만 팔라듐-니켈층의 두께가 2.0 μ m 두께에서 부터는 약 150/mm²으로 일정한 값을 나타내었다.

Fig. 3에서는 하지도금으로 니켈을 3 μ m, 팔라듐-니켈을 2 μ m 입혀주고 그위에 금도금한 경도값을 나타내었다. 금도금층의 두께가 증가할수록 경도값이 감소하는 경향을 보이는데 이것은 금도금층의 두께가 얇은 경우 상대적으로 경도값이 높은 팔라듐-니켈도금층의 영향을 받고 금도금층의 두께가 증가할수록 하지도금의 영향이 감소하기 때문이다.

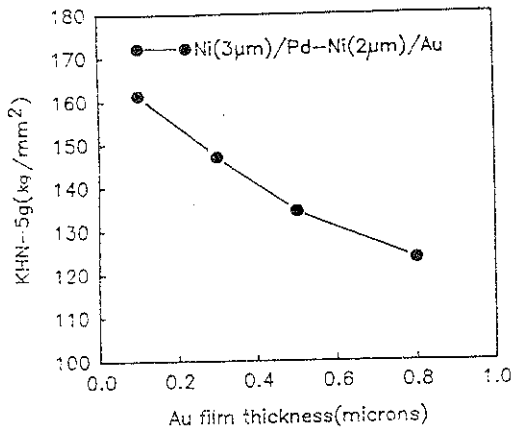


Fig. 3. Microhardness variation of alloy Au film deposited on 3 μ m nickel and 2 μ m Pd-Ni underplate

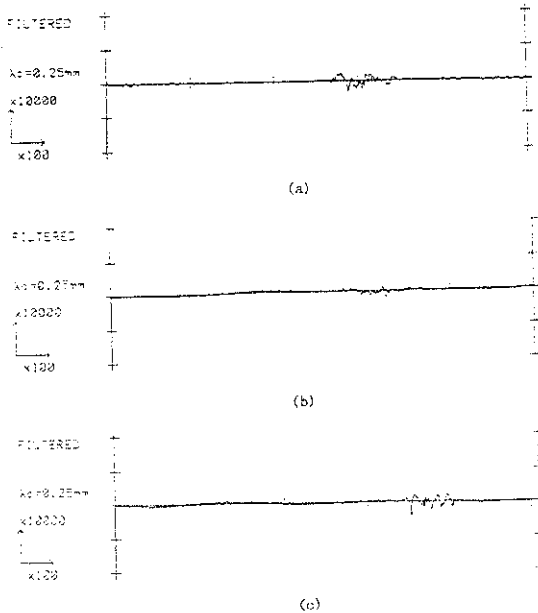


Fig. 4. Surface profilometer traces of wear traces in Au film. (a) 3369mm/min. (b) 4430mm/min (c) 7087mm/min

Fig. 4는 금도금층의 마모시험 후 sliding velocity의 변화에 따른 wear track의 표면조도를 나타낸 것으로 sliding velocity에 따라 마모폭은 큰 변화를 보이지 않았다. 이는 금도금층의 우수한 연성때문으로 사료되어 진다. Fig. 5에서는 팔라듐-니켈도금층의 마모시험 후 표면조도를 나타내었

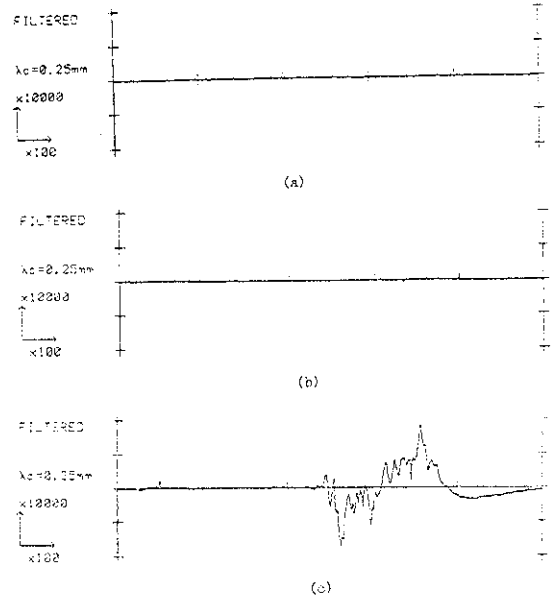


Fig. 5. Surface profilometer traces of wear traces in Pd-Ni film. (a) 3369mm/min (b) 4430mm/min (c) 7087mm/min

다. Fig. 5의 (a), (b)에서와 같이 느린 sliding velocity 즉 3396mm/min, 4430mm/min에서는 거의 마모흔적은 찾아 볼 수 없었으나 7087mm/min와 같은 빠른 sliding velocity에서는 급격한 마모가 발생하였다. Fig. 4와 5를 비교하여 볼 때 팔라듐-니켈층은 느린 sliding velocity에서는 금도금층보다 내마모성이 우수하였으나 빠른 sliding velocity에서는 급격한 마모현상을 보였다.

3.3. 열적특성

도금층이 열에 견디는 성질을 알아보기 위하여 공기중에서 가열하여 표면층의 성분분석을 행하였다. Table. 4의 (a), (b), (c)는 인청동관위에 금만 2.0 m 도금한 시편을 400 $^{\circ}$ C에서 약 1시간 후 부터 Cu성분이 표면으로 확산되기 시작하여 2시간 후에는 약 35%에 이르는 많은 Cu성분이 표면으로 확산되었음을 볼 수 있었다. 반면에 하지도금으로 니켈 3 μ m, 팔라듐-니켈 2 μ m를 전착시킨 후 금을 0.8 μ m로 도금한 경우는 400 $^{\circ}$ C, 2시간 열처리 후에도 Cu성분은 전혀 검출되지 않음을 알 수 있었다.

Photo. 3은 400 $^{\circ}$ C에서 3시간 열처리 후 pore site에 생긴 구리산화물을 SEM으로 관찰한 것이다. EDS로 X-ray line scanning한 결과 pore site에서 Au의 peak는 검출되지 않았고 Cu peak만 검출되는 것으로 보아 성분이 구리산화물임을 확

Table. 4. EDS data of alloy gold plating surface after exposure in air at 400℃
Thickness- (a), (b), (c) Au ; 2.0μm.
(d) Ni/Pd-Ni/Au ; 3.0/2.0/0.8μm

Element	K-ratio	Z	A	F	Atom%	Wt%
Au-L	0.050	1.000	1.000	1.000	5.02	5.02
Au-M	0.082	1.000	1.000	1.000	94.98	94.98
						Total=100.00%

(a) 30 min.

Element	K-ratio	Z	A	F	Atom%	Wt%
Au-M	0.733	1.048	1.042	1.000	56.44	80.07
Cu-K	0.182	0.791	1.020	0.965	30.96	14.17
Cu-L	0.038	0.850	1.793	1.000	12.59	5.76
						Total=100.00%

(b) 1 hr.

Element	K-ratio	Z	A	F	Atom%	Wt%
Au-M	0.562	1.083	1.074	1.000	37.88	65.40
Cu-K	0.354	0.829	1.016	0.972	52.08	29.01
Cu-L	0.039	0.877	1.656	1.000	10.04	5.59
						Total=100.00%

(c) 2 hrs.

Element	K-ratio	Z	A	F	Atom%	Wt%
Au-L	0.060	1.000	1.000	1.000	6.45	6.45
Au-M	0.091	1.000	1.000	1.000	93.55	93.55
						Total=100.00%

(d) 2 hrs.

인할 수 있었다. 산화피막은 고온에서 도금층에 존재하는 pore를 통하여 Cu의 열확산이 일어나 형성되고¹⁰⁾ pore가 존재하지 않을 시에는 bulk diffusion에 의해 확산이 일어나지만 pore를 통한 확산보다 오랜시간이 소요된다고 한다. Pore는 표면확산이 일어날 수 있는 channel로 제공되어 열확산과정을 가속화 한다는 보고가 있다.¹¹⁾

3.4. 환경적 특성

이 연구에서는 도금층의 환경적 특성을 알아보기 위하여 아황산분위기 실험과 질산분위기 실험을 행하였다. Photo. 4는 아황산분위기 실험 후 팔라듐-니켈 합금도금층 표면 위에 생성된 부식생성물의 조직사진 (a)와 EDS X-ray line scanning방법으로 조사한 마크부의 성분분석결과 (b)를 보였다. 부식생성물중앙부의 성분이 Cu, S임을 확인하였다. 이러한 부식생성물의 생성원인은 높은 상대습도도 기인한 얇은 수분층이 도금된 표면에 존재하는데¹²⁾ 부식성 SO₂gas가 이 수분층에 용해되어 전해질을

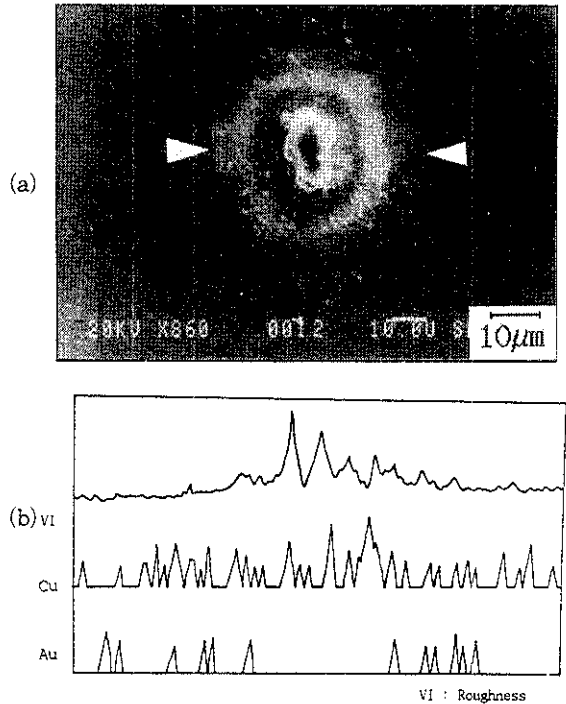


Photo.3. 2.0μm Au on phosphorous bronze after exposure for 3hrs in air at 400℃ .
(a) SEM image.
(b) X-ray line scan of Au, and Cu.

형성하여 전기화학적으로 안정한 도금층이 음극으로 작용하고 pore 밑에 있는 상대적으로 안정도가 떨어지는 인청동이 양극으로 작용하여 도금된 표면의 pore부분에는 많은 microelectrolytic cell이 형성된다. 이 cell마다 각각 작은 크기의 부식생성물을 만든다.¹³⁾

Photo. 5 (a)에서는 인청동판 위에 금만 2.0μm로 입히고 아황산분위기 시험한 것으로 소저인 구리가 금층의 pore를 통하여 거대한 부식생성물을 형성하였다. 그러나 이러한 아황산 분위기에서 금층의 pore density는 (b)의 경우와 같이 하지도금으로서 팔라듐-니켈을 2.0μm도금하고 0.5μm 두께의 금만 도금하여도 크게 줄일 수 있었다. 이것은 SO₂로 오염된 분위기에서 금층을 통한 pore가 팔라듐-니켈층에 이르더라도 팔라듐-니켈은 즉시 부식되지 않으며, 팔라듐-니켈층 자체의 pore를 통해 소저금속이 노출되었을 경우에는 합금층 중 니켈은 부식되지만 (a)의 경우처럼 금도금 표면의 거대한 부식생성물은 유발하지 않는다. 또 하지도금으로 니켈과 팔라듐-니켈도금을 한 뒤 금도금층을 형성시켰을 경우 금도금층의 두께가 0.3μm만 되어도 아황산분위기에서 매우 안정하였다.

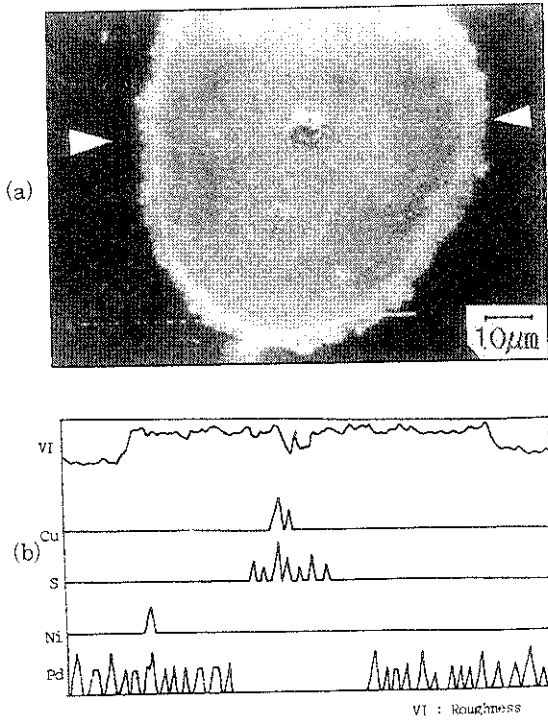
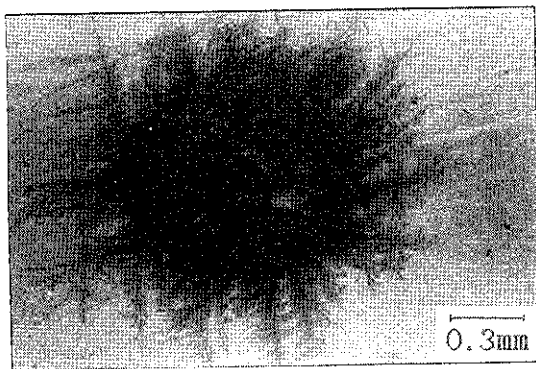


Photo 4. 0.5μm Pd-Ni on phosphorous bronze exposed for 6hrs in 10%SO₂, 25°C, and 87%RH
 (a) SEM image.
 (b) X-ray line scan of Pd, Ni, S, and Cu

Fig. 6에서는 하지도금으로서 니켈을 3μm로 입혀주고 팔라듐-니켈도금한 경우와 같은 두께로 니켈을 하지도금한 뒤 금도금한 경우의 유공도를 상호



(a)

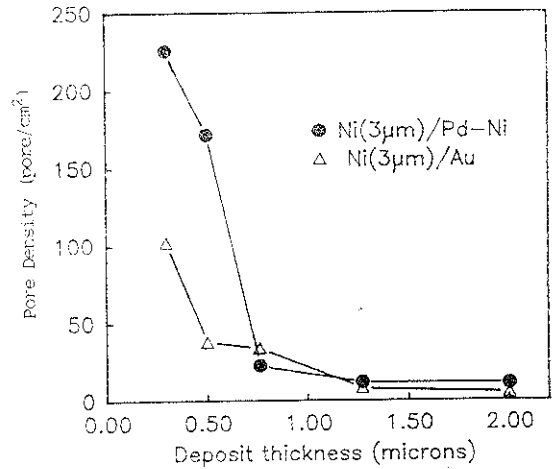
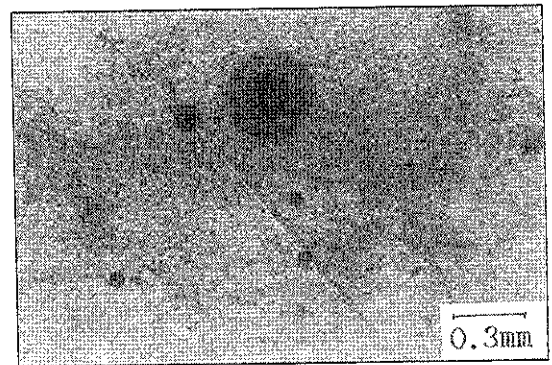


Fig 6. Pore density of the alloy Au and Pd-Ni film deposited on 3μm nickel underplate.

비교하였다. 도금층의 두께가 0.5μm 이하에서는 팔라듐-니켈합금도금층보다 금도금층의 pore가 훨씬 적었으나 0.76μm 이상의 두께에서는 팔라듐-니켈층과 금층의 pore수는 거의 비슷하였다. Fig. 7은 하지도금으로 팔라듐-니켈만 도금한 경우와 니켈과 팔라듐-니켈을 도금한 경우로 Fig. 6에 비해 얇은 금도금층에서도 매우 적은 pore density를 보였다.

Photo. 6은 NHO₃ 증기 분위기실험 후의 각 도금층의 표면조직을 광학현미경으로 관찰한 것이다. 사진(a), (b)에서 보는 바와 같이 NHO₃ 증기 분위기실험에서는 팔라듐-니켈도금층에 비해 금층이



(b)

Photo. 5. Optical micrographs of alloy gold plated surface exposed for 24hrs. in 10%SO₂, 25°C, and 87% RH
 (a) 2.0μm Au without underplate on phosphorous bronze.
 (b) 0.5μm Au with 2μm Pd-Ni underplate on phosphorous bronze.

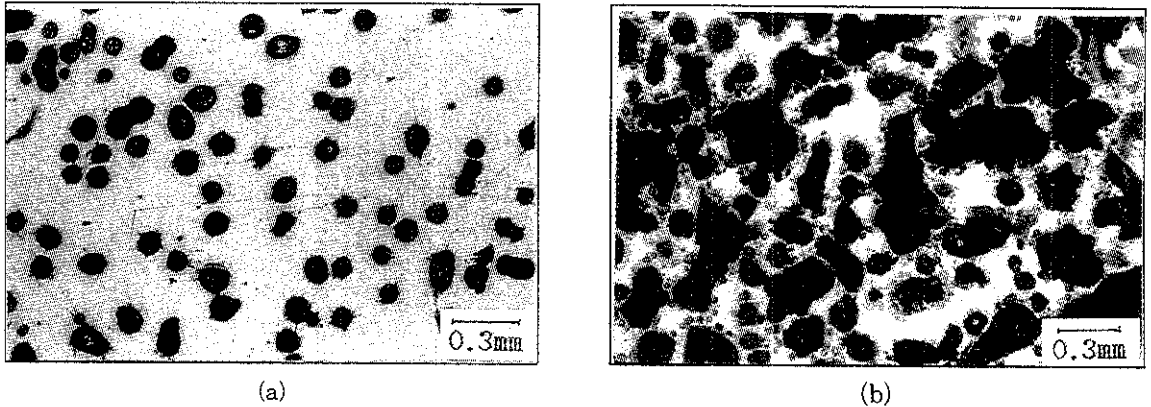


Photo. 6. SEM micrographs of alloy Au and Pd-Ni plated surface exposed for 75mins. in HNO₃ vapor, 23 °C, and 51%RH
 (a) 2.0µm Au without underplate on phosphorous bronze.
 (b) 2.0µm Pd-Ni without underplate on phosphorous bronze.

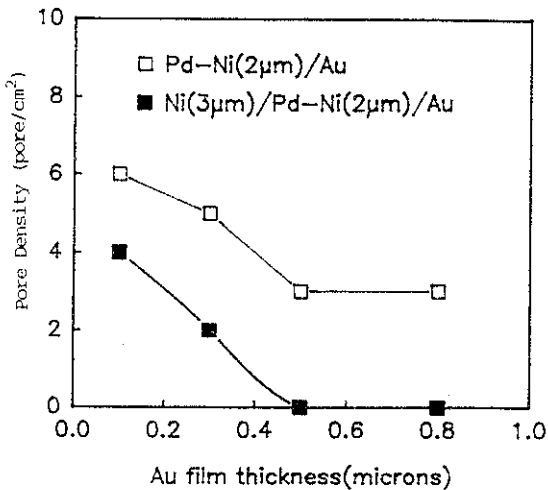


Fig. 7. Pore density of Au deposits with two different underplates.

내식성이 매우 좋음을 볼 수 있었다.

Photo. 7은 NHO₃ 증기 실험한 후 금도금층 표면에 생성된 부식생성물을 SEM으로 관찰하고 ESCA를 사용하여 성분분석한 것이다. 부식생성물을 ESCA로 분석한 결과 성분이 Cu와 O의 산화물임을 알 수 있었다.

4. 결 론

인정동기판상에 하지도금으로 니켈층과 팔라듐-니켈 합금층을 도금한 다음 얇은 경질금도금층을 형성시켜 도금층의 두께에 따라 전기접점용 피막으로

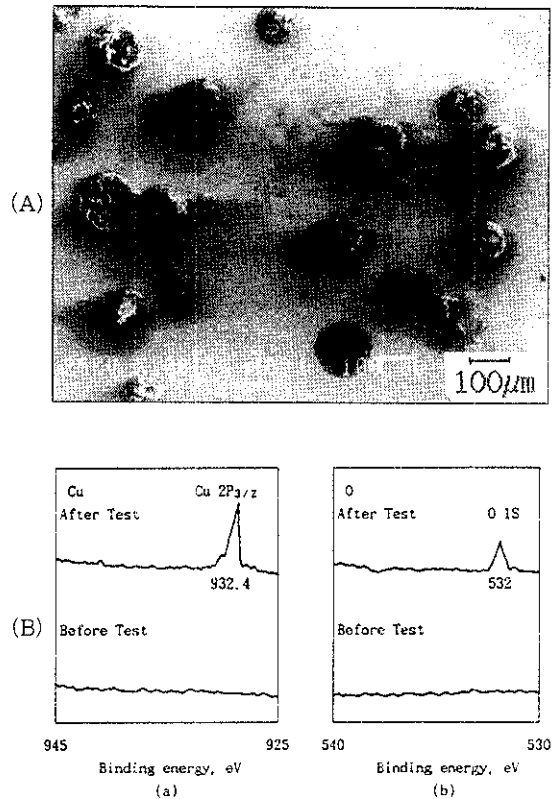


Photo. 7. A Sample with 0.76µm Au layer on phosphorous bronze exposed for 75mins. in HNO₃ vapor, 23 °C, and 51% RH
 (A) SEM image (B) ESCA spectra.
 (a) Copper (b) Oxygen

서의 열적, 기계적 및 환경적 특성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 금도금층의 미소경도값은 80kg/mm^2 이었으며 팔라듐-니켈의 미소경도값은 150kg/mm^2 이었다.
- 2) 마모시험 결과 금도금층의 내마모거동은 sliding velocity에 따라 큰 변화가 없었으며 팔라듐-니켈도금층은 느린 sliding velocity에서는 금도금층보다 내마모성이 우수하였으나 큰 sliding velocity에서는 급격한 마모현상을 보였다.
- 3) 인청동판위에 금만 $2\mu\text{m}$ 의 두께로 도금한 경우 400°C 에서 다량의 구리성분이 확산되어 나와 산화물을 형성하였으나 하지도금으로 니켈과 팔라듐-니켈을 도금하였을 경우에는 $0.82\mu\text{m}$ 의 금만 도금하여도 승은 분위기에서 안정하였다.
- 4) 아황산분위기에서는 인청동판위에 금만 $2.02\mu\text{m}$ 로 도금한 경우보다 하지도금으로 니켈층을 $32\mu\text{m}$, 팔라듐-니켈층을 $22\mu\text{m}$ 로 도금하고 금층을 $0.32\mu\text{m}$ 로 얇게 도금한 경우가 더 나은 내식성을 보였다.
- 5) 질산분위기에서는 팔라듐-니켈도금층보다 금층이 내식성이 우수하였다.

후 기

본 연구는 1991년 상공부 공업기반 기술 개발사업인 "합금 도금 기술 개발 과제 중 귀금속합금도금에 관한 연구로서 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) M. Antler, IEEE Trans. Parts, Hybrids and Packaging, vol. PHP-11 no.3, pp.216-220(1975)
- 2) J. S. Stevenson, Transactions of the Insitute of Metal Finishing, vol.59, no.4, pp.113-117(1981)
- 3) P. Wikinson, Transactions of the Insitute of Metal Finishing, vol.60, no.4, pp.152-155(1982)
- 4) K. J. Whitlaw, Transactions of the Insitute of Metal Finishing, vol.60, no.4, pp.141-146(1982)
- 5) M. Antler, Plating, vol.57, pp.812(1970)
- 6) J. H. Whitley, I-Y. Wei and S. J. Krumbein, IEEE Trans. Components, Hybrids and Manufacturing Technology, vol.CHMT-6, no.4, December, pp.389-394(1983).
- 7) M. Antler and M. H. Drozdowicz, Plating and Surface Finishing, vol.63, September, pp. 19-212 (1976).
- 8) "Standard Test Method for Microhardness of Electroplated Coatings", ASTM B578-87.
- 9) "Standard Test Method for Porosity in Gold Coating on Metal Substrates by gas Exposures", ASTM B735-84.
- 10) M. S. Frant, Plating, vol.48, pp.1305(1961).
- 11) M. Antler, Plating, vol.57, pp.615(1970).
- 12) S. P. Sharma and I. H. Thomas III, J. Vac. Sci. Technol., vol.14, no.3, May/June pp.825-827 (1977).
- 13) O. A. Svedung, IEEE Trans. Components, Hybrids, and Manufacturing Technology, vol. CHMT-6, no. 3, September, pp.349-355(1983).