

금속표면처리
Journal of the Metal Finishing Society of Korea
Vol. 18, No. 4, Dec. 1985

〈기술해설〉

國內 鍍金工業의 生産技術 및 設備의 進展

中小企業振興公團

柳 陵 熙

1. 서 언

최근 도금생산기술에 대한 발전은 선진국에서는 “기술혁신”이라는 단어를 자주 사용하며 많은 신제품이 시중에 나오고 있으며 도금업은 그 내용에서 표면처리업으로 바꾸고 이의 한 현상으로 “신소재의 가공기술의 계발이 유망하다.” “중전의 금속소재의 전기도금의 시대는 점점 축소되고, 합금소재 또는 금속이외의 신소재에 대한 표면처리가공이 요구된다”는 말은 선진국업계에 상식화되어 가고 있는 실정으로 느끼는 현 시점에서 국내의 도금생산기술은 또한 도금업계의 활발한 움직임으로 최근 2, 3年間に 先進國 동종업계와의 교류와 견학, 연수등으로 신기술에 대한 깊은 관심과 더욱 개발을 위한 노력이 뚜렷하게 나타나며 또한 선진국으로 부터의 기술도입 및 지도를 희망하는 업체가 가속적으로 늘어나고 있다.

특히 수출을 하고있는 발주업계의 요구도가 신기술로의 진보에 힘이 가해지고 있으며 이의 한 예로 현재의 국내에는 신소재의 견본과 신도금기술 등의 표면처리조건에 대한 문의가 많아지고 있으므로 국내의 도금업계는 생산기술의 새로운 국면에 처하고 있는 현실을 실감하고 있다.

이에따라 생산을 높이고 균일한 품질을 위한 도

금설비의 설치와 개선이 전례가 비교되지 않을만큼 대변화가 일어났고 이는 공동폐수 처리를 목적으로 하는 협동화단지는 설비의 자동화를 낳았고 업체간의 기술교류를 낳았으나 아직은 신기술에 대한 공동연구개발의 기틀은 준비단계에 있는 것으로 보인다.

2. 도금업계의 동향

(1) 경영자의 선진국 생산기술 및 설비에 대한 관심은 3년전부터 일본의 도금공장의 방문으로 시작하여 시찰단을 만들어 매년 5월말과 6월초의 METEC-SHOW의 시점을 택하여 10명 내지 30명 이내의 경영자가 도금조합이 중심이 되어 발전상을 직접 보며 더욱 현장에서의 설비의 개선점 및 생산기술의 요점 등을 관찰해 기록, 사진등을 단체에 갖고와 자기 공장에 적용하고 있다.

또한 각 업체의 개별적인 기술개발 및 설비개선을 위한 선진국의 견학은 근년에 들어 더욱 두드러지게 나타나며 이는 그 업체의 공장에서 생산성과 품질에서 보여주고 있다.

(2) 도금공장의 협동화 및 소조합화는 82년도 반월공단에서 경인도금협동화단지가 설립되어 83년에 준공되면서부터 전국적으로 협동화의 문제점과 이점이 업계에서 논의되고 국가의 기술 및 자금의 도

움에 힘입어 현재는 3개 단지가 완공되고 2개 단지가 사업계획이 완료상태이며 적어도 3개 단지가 내년에는 사업계획의 완료를 목표로 열심히 추진중에 있다.

이는 지역적으로 볼때 경기·서울 지역이 현재 3개 단지에 2개 단지가 사업계획중이며 대전지역의 1개 단지가 사업계획은 완료단계이나 현 시점에서의 추진을 검토하고 있는 것으로 알려져 있고 대구 지역의 30여 업체 중 10여 업체의 2개 단지로 나누어 사업계획이 완료되어 있으며 부산지역의

40여 업체는 매월 정기회의를 갖고 단지화를 위한 계획에 대하여 계속 협의중에 있어 협동화 또는 소조합화는 전국적으로 열기가 높아지고 있다.

3. 생산기술

3-1 도금용 신소재는 신기술의 중요한 요소이며 도금업체의 신활로계획의 사업으로 선진국에서도 관심이 집중되어 있는 기술분야가 되며 더욱 최근 국내에는 신소재의 도금요구 사항이 늘어가기 시작한다.

Titanium 합금의 종류와 성분

합금	합금 성분 (%)											
	Al	Cu	Sn	Mo	V	Mn	Fe	Zr	Si	Cr	Ta	Pd
Ti-6Al-4V (64)	6				4							
Ti-2Cu		2										
Ti-6Al-2Sn-4Zr-2Mo(6242S)	6		2	2				4				
Ti-6Al-2Sn-4Zr-6Mo(6246)	6		2	6				4				
Ti-6Al-5Zr-0.5Mo-0.25Si	6			0.5				5	0.25			
Ti-5Al-2.5 Sn	5		2.5									
Ti-4Al-4Mn	4					4						
Ti-6Al-6V-2Sn (662)	6		2		6							
Ti-2.3Al-10.7Sn-4.1Mo-0.2Si-0.07Fe	2.3		10.7	4.1			0.07		0.2			
Ti-3Al-11Cr-13V	3				1.3					11		
Ti-8Al-1Mo-1V (811)	8			1	1							
Ti-15Mo-5Zr (15-5)				1.5				5				
Ti-5Ta											5	0.15
Ti-0.15Pd												
Ti-3Al-5Cr	3									5		
Ti-5Al-2Cr-2Mo	5			2						2		
Ti-7Al-5Cr	7									5		
Ti-2.5Al-16V	2.5				1.6							
Ti-2Fe-2Cr-2Mo				2			2			2		
Ti-28Cr-1.5Fe							1.5			28		
Ti-11Sn-5Zr-2.5Al-1Mo-0.25Si	2.5		11	1				5	0.25			
Ti-11.5Mo-4.5Sn-6Zr			4.5	11.5				6				
Ti-4Mo-8V-6Cr-3Al-4Zr	3			4	8			4		6		
Ti-15Mo-5Zr-3Al	3			1.5				5				

3 - 1 - 1 Titanium 및 Titanium 합금

(1) 특 성

- ① 강도가 Fe의 약 2배, Al의 약 6배, 비중은 Fe과 Al의 중간
- ② 내식성은 내산, 내염소 ion에 강함
- ③ 내열성 경금속중에 양호함

(2) 물리·화학적 성질

원자번호	22
원 자 량	47.90
비 중	4.50
용 점 (°C)	1,668
열팽창계수 (cm/cm/°C)	9.0×10^{-6}
비 열 (Cal/g/°C)	0.125
열전도율 (Cal/cm ² /sec/°C/cm)	0.041
전기저항 ($\mu\Omega$ -cm)	56
전기전도도 (Cu에비 %)	3.1
영률 (kg _f /mm ²)	10.850
결정구조 (882.5°C 이하, 882.5°C 이상)	β (체심호방격자) α (조밀육방격자)

- ① 건조한 산소와는 상온에는 반응하지 않으나 500°C 이상에는 급속히 산화한다.
- ② 또 650°C 이상에서는 백회색의 MoO₃로 휘발
- ③ 공기중에서 (상온) 산화가 시작
- ④ 고온에서는 MoC₂, MoSi₂, MoS도 반응가능

3 - 1 - 3 Tantalum 물리·화학적 성질

원자번호	73
원자량	180.95
결정형	체심입방
격자상수 (A)	3.2959
밀도 (g/cm ³)	16.6
용점 (°C)	2,997
비점 (°C)	5,430
비열 (cal/g/°C) (10°C)	0.034
선팽창계수 (/°C) 상온	6.6×10^{-6}
용해열 (cal/mole)	7,500
증발열 (kcal/g-atom)	180
전기저항 ($\mu\Omega$ ·cm) 상온	12.4
열중성자흡수단면적	21.3

3 - 1 - 2 Molybdenum 물리·화학적 성질

원자번호	42
원 자 량	95.95
동위원소 (천연)	92, 94, 95, 96, 97, 98, 100
용 점	약 2,610°C
비 등 점	약 5,560°C
증 기 압	3.9×10^{-10} atm 1.7×10^{-5} 8.6×10^{-4}
비열 (cal/g 1%) 20°C	6.24
열전도도 (cal/cm ² /cm/sec/°C)	20°C 0.5382
결정구조	体心立方格子
격자상수 (A)	3.1399
밀 도 (g/cc)	10.2
전기전도도 (microhm-cm)	0°C 5.2
영 율 (psi)	25°C 47×10^6

- ① 화학안정성은 백금과 같고 내식성은 더 좋음.
- ② 용점은 실용금속중 가장 좋고 내열성이 높다.
- ③ 산소, 질소 및 수소와의 친화력이 크다.
- ④ 산화 Ta를 Lens에 첨가하면 굴절률이 커짐
- ⑤ 탄화 Ta를 초경합금에 쓰면 성능이 개선됨.

3 - 1 - 4 Tungsten의 물리·화학적 성질

(1) 화학적 성질

- ① 상온에서는 거의 안정하나 표면에 광이 없는 정도의 산화함.
- ② 고온에서는 O₂, CO₂, N₂, H₂O 및 탄수화물과 반응함.
- ③ 수은증기와는 반응하지 않음.
- ④ 산소와 반응할때는 온도의 상승에 따라 WO, WO₂, WO₃로 반응함.

(2) 물리적 성질

표 3 - 6 Tungsten의 물리적 성질

원자번호	74	열전도도 (cal/cm ² /cm/sec/°C)	
원자량	183.92	1,327°C	0.260
동위원소 (천연)	180, 182	1,527°C	0.253
	183, 184, 186	1,727	0.245
용 점	3,410°C ± 20	결정구조	체심입방격자
비 점	5,900°C	격자상수 (A) 25°C	3.1647
증기압 (mmHg)	1.93 × 10 ⁻¹⁵	밀 도 (g/cc) 20°C	19.3
	7.9 × 10 ⁻⁹	융해열 (cal/g)	44
	6.5 × 10 ⁻⁵	증발열 (cal/g)	1,183
	4.68 × 10 ⁻³	전기전도도 (microhm-cm)	
비 열 (cal/g-°C) 20°C	0.032	20°C	5.5
열전도도 (cal/cm ² /cm/sec/°C)		유자율 (g-atom)	+40 × 10 ⁻⁶
20°C	0.31	열중성자흡수단면적	
927°C	0.275	(barns/atom)	19.2 ± 1.0
1,127°C	0.268	영 렬	59 × 16 ⁶ psi

3 - 1 - 5 반도체의 재료

(1) Ceramic Module의 금속화 Pattern 및 소자 금속화회로 Pattern, Inter connecta를 형성하 위한 도전재료가 사용되며 대표적으로

- ① Molybdenum
- ② Tungsten
- ③ Mo-Mn
- ④ Mo-Mn-Si
- ⑤ W-Mn-Si을 미분말을 Bath식 또는 Silk-Screen법으로 형성하여 고온에서 소성하여 밀착성을 부여한다.

3 - 1 - 6 Engineering Plastic

(1) 도금이 가능한 Plastic 수지

- ① ABC 수지
- ② Nylon 수지 (PA)

- ③ Polyacetal (POM)
- ④ Polycarbonate (PC)
- (5) 변성 Polyphenylene Oxide (PPO)
- ⑥ Poly Sulfone (PS)

표 1. 도금 가능한 Engineering Plastic의 물리적 성질 비교

종 류	비 중 g/cm ³	인장강도 kg/cm ²	熱變形溫度 °C	吸水率 %	密着強度 kg/cm
ABS	1.05	460	90	0.3	1.0~2.5
PA	1.48	820	150	1.3~1.9	1.0~3.0
POM	1.42	640	130	0.2	2.0~3.0
變性PPO	1.05	490	113	0.07	1.0~1.5
PC	1.12	680	135	0.15	1.5~2.5
PC-ABS	1.13	600	110	0.2	1.5~2.5
PS	1.24	720	175	0.3	1.5~2.5

(2) New-Ceramic의 분류와 용도

표 5 - 1 New-Ceramic의 분류 및 용도

기 능	재 료	용 도	
전기적기능	절연 재료	AL ₂ O ₃ ; BeO, 2MgO·AL ₂ O ₃ , MgO·AL ₂ O ₃	IC 회로기판
	유전 재료	BaTiO ₃ , Bi ₂ O ₃ ·3SnO ₂	Ceramic condenser
	압전 재료	Pb(Zr, Ti)O ₃ , SiO ₂	발전자, 착화소자
	반도체재료	BaTiO ₃ ; Y La, Si, SiC, ZnO·Bi ₂ O ₃ , SnO ₂	써미스터 발열체, 고온용발열체, 바리스터 Gas sensor
자기적기능	Ferrite	γ-Fe ₂ O ₃ , SrO·6Fe ₂ O ₃ , (Mn-Zn)Fe ₂ O ₃	자석, 자기 Head
기계적기능	절삭 재료	AL ₂ O ₃ ·TiN, TiC, B ₄ C	연마제, Ceramic 공구
	내마모재	AL ₂ O ₃	공구, 축수, 옥석, 사도
	내열 재료	SiC, Si ₃ N ₄ , AL ₂ O ₃	Ceramic Engine, Turbin-Blade
화학적기능	담체 재료	SiO ₂ , AL ₂ O ₃	촉매담체
	촉매 재료	SnO ₂ ·Sb ₂ O ₃ , ·Cr ₂ O ₃ , K ₂ O·Fe ₂ O ₃	습도 Sensor
	생체 재료	AL ₂ O ₃ , Ca ₁₀ (F, Cl)P ₃ O ₈ , Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ (OH) ₂	인공골, 인공치, 인공관절
광학적기능	도광 재료	SiO ₂	광 Fiber
	전기 재료	PLZT	광메모리소자
	레이자	Y ₂ O ₃ , ThO ₂	레이저 발전소자
	투광 재료	AL ₂ O ₃ , SnO ₂ , In ₂ O ₃	고압나트륨 Lamp, 가시광투과, 적외반사

3 - 1 - 7 Aluminum

비열처리형	열처리형
순 Aluminium (1,000계)	AL-Cu (2,000계)
AL-Mn계 합금 (3,000계)	AL-Mg-Si-계 합금 (6,000계)
AL-Mg계 합금 (5,000계)	AL-Zn-Mg계 합금 (7,000계)

전신용 Aluminum의 합금별재료특성과 용도에

합금 재종	합금호칭		재 료 특 성 의 개 요	용 도 별
	JIS	A. A		
순 Al 계	1060	1060	도전재료 61% IACS 보증. 강도를 필요로 하는 때에는 6101을 사용한다.	부스바, 전선
	1080	1080	가공성, 표면처리성이 뛰어나고 내식성은 Aluminum 합금 중 최량이다.	name-plate, 장식품 화학공업 Tank 류, 용접선
	1070	1070	강도는 순 Aluminum이므로 낮으나 순도가 낮아지는데 따라 다소 높아진다.	
	1050	1050		
	1100	1100	Al 순도가 99.0% 이상의 일반용도의 Aluminum 양극산화처리의 외관이 약간 회계되는 이의는 상기와 동일.	부업용품, Fin, 인쇄판, 건재
	1200	1200		
	1N00	-	1100에 비해 약간 강도가 높고, 성형성도 우수하다. 그외의 특성은 1100과 동등.	부업용품, 기타

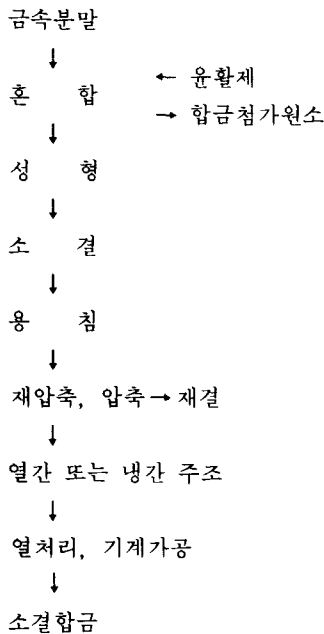
합금 계통	합금호칭		재 료 특 성 의 개 요	용 도 별
	JIS	A. A		
Al Cu 계	2011	2011	절삭합금. 절삭성이 우수하고 강도도 높으나, 내식성 나쁨. 내식성이 요구되는 경우에는 6262계 합금을 사용한다.	Volume 축, 광학부품,
	2014 2017 2024	2014 2017 2024	Cu를 많이 함유하여 내식성은 좋지 않으나 강도가 높고 구조용재료 주로 사용되다 단조품에도 사용된다.	항공기, 기어, 유압부품 허브
	2117	2117	용제화처리후 조임용 리벳 용재로서 상온시 효속도를 늦게한 합금.	리벳용제
	2018 2218	2018 2218	단조용합금. 단조성이 우수, 고온강도가 높아서 내식성이 요구되는 단조품에 주로 사용됨. 내식성은 나쁘다.	실린더헤드, 피스톤,
	-	2219	강도가 높고 저온 및 고온특성이 우수, 용접성도 좋으나 내식성은 나쁘다.	저온용 Tank
	2025	2025	단조용합금. 단조성 양호하고 강도는 높으나 내식성은 나쁘다.	프로펠러, 자기드럼
	2N01	2618	단조용합금. 내열성이 있고 강도도 높으나 내식성은 나쁘다.	항공기엔진, 유압부품
Al Mn 계	3003 3203	3003 -	1100보다 강도가 약 10% 높고 가공성, 내식성이 우수	부엌용품, Fin, 화장판
	3004	3004	3003보다 강도가 높고, 내식성도 양호하다.	전구구름, 옥근관
	3005	3005	3003에 비하여 강도가 약 20% 높고, 내식성도 비교적 양호하다.	도장판, 건재
	3105	3105	3003에 비해 약간 강도가 높고, 그외의 특성은 3004와 유사.	도장판, 건재
	4032	4032	내열성, 내마모성이 우수하고, 열팽창계수가 작다.	피스톤, 실린더헤드
Al-Si 계	4043	4043	용탕의 흐름이 좋고 수축이 작다. 황산양극산화처리 후의 자연발색을 한다.	용접선, 건축외장
	5005	5005 5050	가공성, 내식성이 좋다. 양극산화후의 마무리가 양호하다.	건축용내외장, 차량, 선박내장
Al Mg 계	5052	5052	중정도의 강도를 가진 가장 대표적인 합금으로, 내식성, 가공성이 좋다. 특히 강도에 따른 피로강도가 높고, 내해수성이 좋다.	일반관, 선박, 차량, 건축
	5652	5652	5052의 불순물원소를 규제하여 과산화수소의 분해를 억제시킨 합금으로 그외의 특성은 5052와 동등	과산화수소용기
	5154	5154	5052보다 강도가 약 20% 높다. 그밖의 특성은 5052와 같다.	5052와 같다. 용접선
	5254	5254	5154의 불순물원소를 규제하여 과산화수소의 분해를 억제시킨 합금으로 그밖의 특성은 5154와 동등.	과산화수소용기
	5254	5254	5052에 비해 강도가 약 20% 높고 5154와 거의 동등한 특성을 보이나, 나쁜 환경에의 내식성이 5154보다도 좋다.	
	5056	5056	내식성이 좋고, 절삭가공에 의한 표면마무리, 양극산화처리성과 그 염색성이 좋다.	카메라경동, 통신기기부품
	5082	5082	5083에 가까운 강도를 갖고, 성형가공성, 내식성이 좋다.	
	5182	5182	5082에 비하여 약 5% 강도가 높고, 그밖의 특성은 5082와 동등.	
	5083	5083	용접구조용합금. 실용비열처리합금중에서 가장 강도가 높은 내식재료로 용접구조에 적합. 내해수성, 저온특성도 좋다.	선박, 차량, 저온용 Tank 압력용기
	5086	5086	5154보다 강도가 높고 내해수성이 우수한 비열처리용접구조용합금.	선박, 압력용기, 컴퓨터 데스크
Al Zn Si 계	5N01	-	강도는 3003과 동등하지만, 광취처리후의 양극산화처리에서 높은 광휘도가 얻어진다. 내식성도 양호하다.	부엌용품, 카메라, 장식 부품, 명판
	6061	6061	열처리형의 내식성합금. T 6 처리에 의해 내력치가 얻어지지만 용접계수강도가 나빠서 bolt, 리벳 구조용에 주로 쓰인다.	선박, 차량, 옥상구조물
	6N01	-	중강도의 곤출용합금. 6061, 6063의 중간의 강도를 갖고, 압출성, 프레스소입성도 우수하며 복잡한 형상의 대형 형체가 얻어진다. 내식성도 좋고 용접도 가능.	차량, 옥상구조물, 선박
	6063	6063	대표적인 압출용합금. 6061보다 강도는 낮으나 압출성이 좋고, 복잡한 단면형상의 형체가 얻어지며, 내식성, 표면처리성도 양호.	건축, 차량, 가구, 가전 품
	6101	6101	고강도도전용재. 55% IACS 보증.	부스마전선
Al Zn Mg Cu 계	6151	6151	특 단조가공성이 좋고 내식성, 표면처리성도 좋아 복잡한 단조품에 적합.	기계, 자동차부품
	-	6262	내식성절삭합금. 2011에 비해 내식성, 표면처리성이 한층 뛰어나 6061과 동등한 강도를 가진다.	경동기화기부품, 가구부품
Al Zn Mg Cu 계	7072	7072	전극전위가 낮고 방식적 피재료 주로 사용되지만 의성양극작용을 이용하여 열교환 Fin에도 적용된다.	Al제열 교환Fin
	7075	7075	Aluminum 합금중 최고의 강도를 지닌 합금의 하나이지만 내식성은 나쁘다. 7072와 내식성 개선되지만 Cost가 높다.	항공기
	7N01	-	용접구조용합금. 강도가 높고, 더구나 용접부의 강도가 상온방치에 의해 모재강도에 가까운 정도까지 회복된다. 내식성도 꽤 양호.	차량, 그밖의 옥상구조물
	7003	7003	용접구조용압출합금. 7N01보다 강도는 약간 낮으나 압출성이 좋고, 박내의 대형 형체가 얻어진다. 그밖의 특성은 7N01과 거의 동양.	차량, 오토바이림

3 - 1 - 8 소결합금

(1) 소결합금의 장점

- ① 소결합금은 원료의 운반, 배합처리가 용이
- ② 촌법정도가 높고 복잡한 형상의 소형부품의 대량생산 가능
- ③ 균일한 품질을 하기 쉽고
- ④ 금속과 Ceramic 등의 복합재가 가능
- ⑤ 가공비가 대폭 감소

(2) 소결기공제조 공정도



3 - 2 도금기술은 근년에 있어 일반도금(Cu-Ni-Cr) 및 Zn도금의 발주량이 증가되지 않고 있고 이 제품도 점차 자동화되어가는 설비에 의존하여가는 현상이며 Plastic 상의 도금은 자동차 및 전자, 가전사의 수출량 증가에 따라 발주량이 늘고 있으나 이의 생산기술은 설비에 의한 원가가 줄어드는 경향이 커짐으로 원가절감, 불량감소를 위한 현장의 노력이 요구되고 있음. 경질크롬(Cr) 도금은 수입대체부품의 국내생산에 따라 연구개발이 각사

에서 열심히 진행되고 있으며 기타 특수 소지의 도금 견본 요청이 최근 2년간에 상당수 늘어가고 있으므로 이에 대한 다음의 선진국 도금기술을 기술하여 현재의 국내의 기술과 비교하기를 바란다.

3 - 2 - 1 Titanium상의 도금기술

1) 공 정

(1) ASTM법

- ① 세정(증기탈지, Alkali 탈지 등)
- ② 화학 Etching
(순 Ti, 6Al-4V, 4Al-4Mn, 3Al-5Cr)
HF (60대량 %) 1Vol
HNO₃ (69대량 %)

③ 수 세

④ Etching

(Na₂Cr₂O₇ · 2H₂O 250g/l
HF (60대량 %) 48ml/l
온 도 82~100℃

⑤ 수 세

⑥ 전기도금

⑦ 열처리

(540~800℃에서 1~4시간)

(2) Mazshael법

① 4 염화 탄소의 세정

② Alkali 탈지

NaOH 50g/l
NaCO₃ 50g/l

③ 수 세

④ 0.05g/l의 염화백금산(H₂PtCl₆)

⑤ 세 정

(놋셀염 50g/l)

⑥ 동도금

유산동 60g/l
놋셀염 160g/l

NaOH 50g/l

Dk 0.4A/dm²

⑦ 세 정

1Vol % 유산

- ⑧ Ni 도금
(Watt 욕)
- ⑨ 세 정
- ⑩ Cr 도금
- ⑪ 세정 — 건조
- ⑫ 열처리 450°C

(3) 기타 Thoma 법 등이 있음

3 - 2 - 2 Molybdenum상의 도금기술

(1) Au, Rh의 도금기술

Au 공정

- ① $K_2Fe(CN)_6$ 200~25g/l
- ② 수 세
- ③ Hcl (50% Vol)
- ④ 수 세
- ⑤ 산성 Au-Strike
- ⑥ 수 세
- ⑦ 건조수소 확산(830°C 30분)
- ⑧ 산성 Au-Strike

Rh 공정

- ① 용제 탈지
- ② Alkali 탈지
- ③ 수 세
- ④ 적혈카리 Etching
- ⑤ 수 세
- ⑥ 유산 (5~10% Vol)
- ⑦ Rh-Strike
- ⑧ 수세건조
- ⑨ 확산 (진공중)
- ⑩ 산 침적 (H_2SO_4)
- ⑪ Rh 도금

(2) Ni-Cr 도금기술

Ni-Cr 공정

- ① 수 세
- ② ⊕ Etching
- ③ 수 세
- ④ 저수축성 Cr 도금
- ⑤ 수 세

- ⑥ Etching (HCl 38%)
- ⑦ Ni-Strike (전 염 화욕)
- ⑧ Ni-도금

(3) 무전해 Ni 기술

공 정

- ① 전해 Etching

CrO_3	10wt%
HNO_3	10Vol%
Dk	15A/dm ²

- ② 수 세
- ③ 양극산화
Dk 15A/dm²

- ④ 수 세
- ⑤ ①의 Etching
- ⑥ 수 세
- ⑦ 촉매화

(무전해 Ni 욕에서 1분간의 전석)

- ⑧ 무전해 Ni 욕에의 도금

(4) Ni-Au 도금공정

- ① 전해탈지
- ② 수 세
- ③ ⊖ Etching

HF	250cm ³ /l
HCL	250cm ³ /l
수	500cm ³ /l
Dk	10A/dm ²

- ④ 수 세
- ⑤ Cu-Strike

NaCN	45g/l
NaOH	70g/l
CuCN	10g/l
Dk	20A/dm ²

- ⑥ 수 세
- ⑦ Ni 또는 Au 도금

3 - 2 - 3 Tungsten상의 도금기술

공 정

- ① ⊖ Etching

- KOH 30대량 %
- DK 10~30A/dm²
- ② 수 세
- ③ 중 화
 - H₂SO₄ 10대량 %
- ④ 수 세
- ⑤ Cr-Strike
 - Cr 산 250g/l
 - H₂SO₄ 250g/l
 - Dk 15~25A/dm²
- ⑥ 수 세
- ⑦ 산 활성화
 - HCL 20대량 %
- ⑧ Ni-Strike
 - Ni₂SO₄ 240g/l
 - H₂SO₄ 40g/l
 - Dk 5~10A/dm²
 - 시 간 2~5분
- ⑨ 수 세
- ⑩ 전기도금

3 - 2 - 4 반도체 재료에의 도금

공 정

- ① Alkali에서 세정
- ② 다음목에서 회로소자간에 있어서의 Ceramic 표면에서 Mo-Mn, 또는 Mo의 미량을 제거
 - K₃Fe(CN)₆ 200g/l
 - KOH 100g/l
 - 온도 실온
 - 시간 30~50sec
- ③ 순수세정
- ④ Mo-Mn의 표면에서 유리의 미량을 제거
 - KOH 100g/l
 - 온도 100℃
 - 시간 10~15sec
- ⑤ 순수세정
- ⑥ HCL(10%) 침적 6~10sec
- ⑦ 순수세정
- ⑧ 촉매화
 - 염화 파라듐 0.01~0.1%

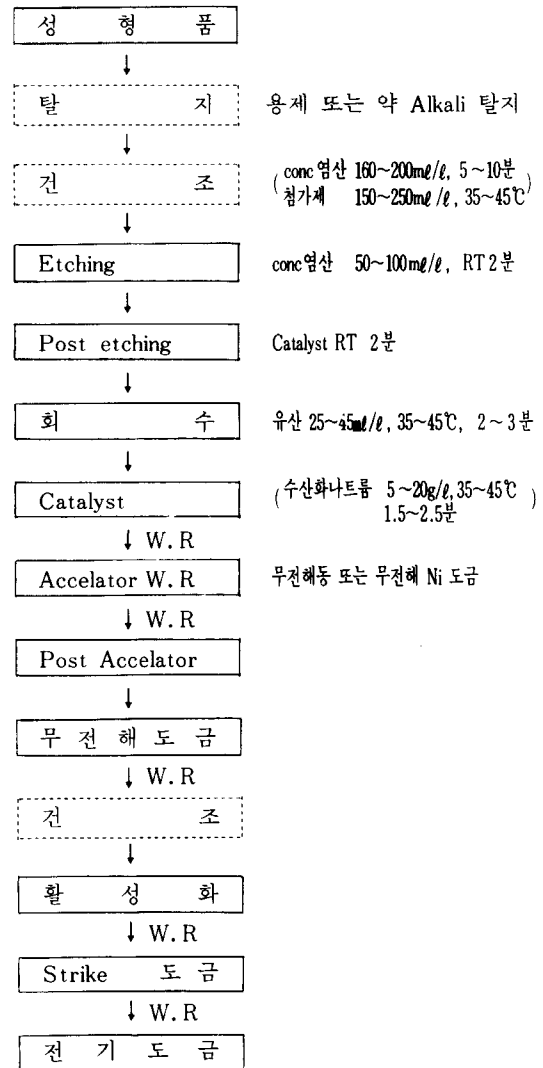
농염산 실온
시 간 30sec

- ⑨ 순수세정
- ⑩ 무전해 Ni-B도금

3 - 2 - 5 Engineering Plastic상에의 도금

ABS 수지상에의 도금에서는 대응될수 없는 제품에 대하여 Engineering Plastic이 사용되는데 Engineering Plastic에 도금을 하는데는 Etching공정이 중요하며, 이러한 수지에 적절한 Etching을 하는 것이 Point이다.

Poly Amid 수지 (=Nylon 수지)의 도금공정



폴리아세탈 (Polyacetal) 에의 도금공정

1. 아닐 (열처리)	성형품의 내부응력을 완화시키는 목적인 140°C에서 1시간 정도
2. 탈 지	약알칼리성 탈지제를 사용, 60~70°C, 5~10분
3. 에 칭	부식액 (에찬트) 의 예 ① H ₂ SO ₄ 300ml/l 주체 (호모폴리머에 적합) ② HCl 300ml/l 주체 (코폴리머에 적합) ③ HCl 150g/l + H ₂ SO ₄ 620g/l 20~30°C, 5~15분 ④ H ₃ PO ₄ , 750~800ml/l, 750~85°C, 2~8분
4. 중 화	다음 중의 어느 방법 ① NaOH 3~5%에서 중화 ② 열수세 ③ NaOH 10~20%, 60~90°C, 4~8분
5. 촉매성부여	카탈리스트-악세레이터법을 적용, 비교적 고농도, 장시간 처리가 유리함.
6. 무전해도금	무전해 니켈이 적합
7. 아닐링 (Anealing)	75~90°C, 30분 이상
8. 전기도금	

변성 Polyphenylene Oxide (PPO) 도금공정

1. 프리에칭 (pre etching)	성형조건이 나쁜 경우에만 필요 케톤계 용제의 수 희석액을 사용함.
2. 에칭 (etching)	CrO ₃ 400g/l + H ₂ SO ₄ 200ml/l, 65~68°C, 4~8분
3. 포스트 에칭 (post etching)	CrO ₃ 200g/l + H ₂ SO ₄ 340ml/l, 60~65°C, 3~5분
4. 중 화	Cr ⁶⁺ 의 환원을 목적으로 한다. HCl 30~60ml/l + 환원제등.
5. 촉매성 부여	Catalyst - Accelerator 방식을 적용
6. 아닐링 (Anealing)	85~100°C, 15~30분
7. 무전해도금	
8. 전기도금	

Polycarbonate (PC) 의 도금공정

1. 아닐링	
2. 용제프리에칭	DMF (Dimethyl Formamide) 60~80% 수용액, 35~50°C, 5~10분

3. 에 칭	H ₂ SO ₄ 600ml/l H ₃ PO ₃ 100ml/l CrO ₃ 30g/l 70~75°C, 10~15분
4. 뉴트랄라이저 (Neutralizer)	촉매 반응의 촉진
5. 촉매성부여	Catalyst-Accelerater 법을 적용
6. 무전해도금	
7. 전기도금	

3 - 2 - 6 Ceramic 상에의 도금

— Alumina의 일반적인 처리공정

- ① 지문, 땀을 제거하기 위한 탈지
- ② 수세 (초음파세정이 바람직하다)
- ③ Ceramic 표면의 Etching
HF 10% 2~10min
- ④ 수세 (초음파세정이 바람직)
- ⑤ 활성화 I
S₂CL₂ 5~20g/l

- HCL 1 ~ 5 ml / l
- ⑥ 수 세
- ⑦ 활성화 II
염화 Palladium 0.5~ 1g/l
- ⑧ 수 세
- ⑨ 무전해 Ni
- ⑩ 수 세
- ⑪ 전기도금
- ⑫ 수세, 건조

3 - 2 - 8 Aluminum 상에의 도금

(1) 전처리에서 아연치환법, 아연합금치환법, 석(Sn) 치환법, 양극산화법 등이 있으며

① 아연치환을 전처리로 하는 도금공정

탈 지 → 수 세 → Etch → 수 세 → 산 침 적 → 치환처리 →
수 세 → 산 침 적 → 수 세 → 치환처리 → 수 세 →
Cu or Ni Strike → 수 세 → 각종도금

② 석(Sn) 산염 함유 활성화액을 전처리로 하는 도금공정

탈 지 → 수 세 → 산 침 적 → 수 세 → 산성액침적
활성화전해 →
Bronss Strike ← 수 세 → 각종도금

(2) 직접도금

① 무전해 도금

탈 지 → Etching → 산 침 적 → 활 성 화 → 활성 Strike →

세정하지 않고 직접 무전해도금

② Pb-Sn 도금

탈 지 → Etching → 유산침적 → 상면화처리 → Pb-Sn 도금

③ 경질 Cr 도금

탈 지 → Etching → 산 침 적 → 침적도금 → 도금피막용해 → Cr도금

3 - 2 - 9 Magnesium의 도금기술

(1) ASTM 법

① 전기도금법

표면조정 → Alkali 탈지 → 수 세 → Alkali 전해탈지 → 수 세 → 산 침 적 →

{ 기계적조정 화학적조정	7.5~13A/dm ²	주 3)
	85℃	

→ 수 세 → 활 성 화 → 아연치환처리 → 수 세 → 동 Strike 도금 →

주 4)	주 5)	주 6)
------	------	------

→ 수 세 → 산 침 적 → 수 세 → 목적도금

H₂SO₄(1+99)

주 3) C14욕 16~38℃ 15초~3분

주 5) F1욕 79~85℃ 3분~10분

C12욕 16~93℃ 2분~10분

주 6) G1욕 } 54~60℃ 6분 이상

주 4) D1욕 16~38℃ 15초~2분

G2욕 }

② Ni 무전해 도금

기계적표면조정 → Alkali 탈지 → 수 세 → Alkali 전해탈지 → 수 세

7.5~13A/dm²
85℃

산 침 적 → 수 세 → 화학 Etching → 수 세 → 무전해 Ni 도금. →
주 1) 주 2) 주 3)

→ 수 세 → 후 처리 → 수 세 → 건 조

주 1) C12욕 16~93℃ 2분~10분 주 2) D2~D5욕
C5욕 20~27℃ 30초~1분 주 3) H1욕

③ DOW 법

기계적표면조정 → 예비탈지 → Alkali 탈지 → 수 세 → 산 침 적 →
연마 용제탈지 증기탈지 NaOH100g/l 88-100℃ 주 1)

→ 수 세 → 활 성 화 → 수 세 → 아연치환처리 → 수 세 →
주 2) 주 3)

동 Strike도금 → 수 세 → 목적도금
주 4)

주 1) C14욕 25℃ 15초~2분 3.8μm/분의로스
C12욕 25℃ 3분~5분
주 2) D1욕 25℃ 30초~2분
주 3) F1욕 79~82℃ 3~7분
주 4) G1욕 0.5~1.0A/dm² 2분도금후, 2A/dm², 6분~15분

3-2-10 소결합금의 도금 예

예 1. 용제증기탈지 → 침 적 함 침 처 리 → 수 세 → 경 화
20분 실온, 1H ※ 공기조건 실온 : 24H
80℃ : 2~3H

→ 진공, 가압함침처리
감압 10분, 가압 10~15분

예 2. 용제증기탈지 → 침 적 함 침 처 리 → 수 세 → 경 화
 동 상 실온 : 2~3 H
 80°C 탕 : 10분

→ 진공, 가압함침처리
 동 상

예 3. 감압함침처리 → 빙 점 → 표면세정 → 건 조 → 예비가열
 실온 4kPa 원심진체 유기용제 실온 0.5~1H 70~90°C, 2~4H

→ 중 합 → 냉 각
 160~180°C, 2~3H 공냉

예 4. 감압함침처리 → 빙 점 → 표면세정 → 중 합
 실온, 4kPa 유기용제 수세 실온, 0.5~2H

4. 생산설비의 자동화

도금기술의 급속한 진전은 도금제품의 품질의 균 일화와 생산성의 향상을 강요하게 되고 도금작업원 의 잦은 이직과 구인의 어려움, 발주사의 수주사 공장의 현장방문 및 생산설비의 확인 등의 제요인 과 특히 최고경영자 및 경영진의 선진국 도금설비 견학과 품질관리 System의 관찰에서 설비개선의욕 이 높아져 최근 3년간에 자동화 도금설비를 목표 로 하는 설비개체 및 개선이 많이 이루어지고 있다.

(1) Carrier식 P.C 제어에 의한 자동Line

- ① Plastic소지상의 도금설비는 4 개 공장이 완공 되어 정상 조업중에 있으며 현재 3 개 공장이 설계 및 계획중에 있어 국내의 Plastic소지상 의 도금설비는 수출물량을 확보하여야할 실정 에 있다.
- ② 일반도금(Cu-Ni-Cr)의 설비는 대형물 (자동

차, 경운기, 이륜차 등의 대형부품)이 2개 공 장에 설치 완료되어 대형 조에서의 도금을 실 시중에 있으며 최소 2개 공장이 설계 및 계 획중에 있다.

- ③ 기타 도금전문업체 및 생산업체에서 아연합금 의 Line이 2개 공장에 가동중에 있음.

(2) Elevator식 기계적 자동 Line

- ① 전처리의 Elevator식 자동화 Line 설치 조업 중의 공장은 상당수가 많음.
- ② 생산업체로서 Double-Honger-type 자동 Load-Unloading System이 부착된 Elevator Line이 금년 가동되어 종전의 28명 숙련공이 8명의 여자 Racking(걸이) 작업원으로 대체되는 성 력화 및 품질안정의 결과를 되갚어옴.
- ③ 소량 다품종에 대비한 U-turn type의 반자동 설비는 도금공장의 대다수 공장에 설치되어 향상된 품질의 도금품에 기여하고 있음.

- (4) 기타 도금설비에 부대되는 장치의 자사 개발 및 선진국에서의 기술지도에 의한 개발 등으로 자동화를 위한 도움이 컸었음.
- ① Plastic 상의 도금의 액관리를 위한 공정중 ㉠ Etching 재생장치(Ceramic Pot로 된 전해 격막을 사용한 Cr^{+3} 의 재생) ㉡ Etching 및 화학동, Catalyst액 중의 요동장치.
- ② 화학동액의 여과장치
- ③ 공업용크롬(Cr)의 액재생장치(전해격막 사용)
- ③ 기타 성력화를 위한 간이자동화의 치구 및 이송 장치
- ④ 여과기, 정류기, 열교환기, 자동온도 조정장치 등의 사양 및 품질선택 기술이 높아졌음.

5. 결 언

국내 도금기술과 설비는 최근 2~3년간에 걸쳐 대단한 진전을 보여주고 있다.

이는 과거의 도금기술과 설비에 대하여 가내공업적이고 영세하청공업이라는 생각을 뒤바꿔놓을 성력화된 장치산업과 고도의 기술을 요하는 고급기술로 진전하고 있는 과정에서 현재까지 달성된 성과도 높이 평가되나 앞으로의 과제와 문제등도 타산업의 최종 마무리 공정으로서의 책임을 느낄때 매우 중대함으로 수출을 하여야만 하는 우리 업계의 사명에서 아래와 같은 상황에 대한 숙고를 하여야

할 것이다.

- ① 현 설비에 있어서 품질의 국제수준화와 동시에 원가의 국제경쟁력화를 위한 설비의 개선을 쉬지 않고 하며 이 설비에 적응되는 현장기술의 개발연구와 현장 기술자의 양성이 되어야 하며
- ② 경영자와 현장 기술책임자는 신기술과 신소재에 대한 관심과 주의를 높여 신제품으로의 전환의 노력을 선진국에서의 열기를 실감하고 이에 대응할수 있게 동종업체와 발주선과의 노력을 최대화하는 것이 바람직하고
- ③ 또한 수출조건이 완제품에서 부품으로의 전환되는 현황을 감안할때 도금부품은 경쟁력이 있는 제품임으로(국내의 인건비 및 기능도등) 조합 및 상사, 외국현지 지사등의 발주처를 찾아 문을 두드려야 하나
- ④ 특히 부가가치가 높은 전자공업분야의 다품종 소량의 제품과 신소재에 의한 최신 개발된 도금기술의 부품은 선진국에 비하여 국내의 조건이 유리할 수 있으므로 신기술, 신소재에 대한 기술지식을 갖고 수주를 위한 활동을 하여야 한다.
- ⑤ 더욱 중소기업을 육성하고자 하는 국가의 의지속에 기술과 자금의 지원을 최대 선용하여 조합을 중심으로 공동개발과 학회를 중심으로 신기술에 도전을 하는것이 바람직합니다.