

<講演>

日本에서의 도금기술의 動向*

小 暮 秀 夫**

姜 聖 君***역

石油쇼크에서 발단한 세계적 불황에 의해 일본의 도금업계도 미증유의 곤란에 직면하였다. 1975년의 2월에는 전기도금의 생산지수는 最盛期(1974년 12월)에 비해서, 약 50%까지 감소하였다. 최근 점차적으로 생산 회복의 기세가 보이고 있어 東京, 大阪 및 나고야 지구의 20社를 對象으로 한 통산상의 조사에 의하면, 약 90까지 회복하였다고 한다. 이 불황기에, 도금업계에서는 상당히 기업간의 격차를 생기게 한 것도 사실이다. 감소한 作業 총량을 상호 견주어 보면, 자체 기술력, 營業力이 기업자체의 실력을 판가름하게 되어있다. 따라서 대다수의 도금공장은 극단으로 작업량이 감소한데도 구애되지 않고 기업의 실력함양을 게을리 하지 않았던 一部の 기업은 最盛期와 同量 또는 그 이상의 작업량을 확보하고 연일 받까지, 또는 휴일 출근으로까지 생산활동을 하는 不平衡을 생기게 하였다.

격심한 경쟁으로 타격을 극복한 기업은 예외로 기술수준이 높고 가격 인하에 對應한 合理化에 성공하고 있으며 일본 특유의 엄격한 공해 규제에 對處하는 실력과 체질을 정비하고 있다.

以上과 같은 일본의 도금업계의 現狀을 고려하여, 새로운 도금기술에 관하여 약간의 소개를 하겠다.

高耐蝕性니켈-크롬도금

1. 서언

장식니켈도금에는 대변하면 2개의 方向으로부터 耐蝕性 改良이 행해지고 있다. 그 하나의 方向은 多重니켈도금이다. 二重니켈이나 三重니켈은, 각각 化學的 性質이 다른 니켈도금을 층상으로 구성한 것이기 때문에, 말하자면 방향을 주로한 중간도금을 전적으로 개량한 것일 뿐이다.

다른 하나의 方向은, 多重니켈도금과 병행하여 개발된 改良型 크롬도금법으로, 前者가 중간도금층의 質的 改良인 것에 對하여, 後者는 表面의 構造改良을 도모하려는 것이다.

2. 二重니켈도금으로부터 三重니켈도금으로의 發展

有機添加劑에 의한 광택니켈도금은 광택제 중의 유황이 니켈과 공석하기 때문에 도금의 耐蝕性을 악화시키는 것이 여러 實驗에 의해 확인되고 있다.

원래 미국에서는 공장매연이나 자동차 배기가스에

의한 대기오염, 凍結방지의 목적으로 도로에 살포한 식염등이 도금제품의 부식환경을 만들어, 그 以上の 耐蝕性이 요구되고 있다. 二重니켈도금은 이와같은 배경에서 개발된 方法으로, 미국에서는 1955년에 公업화하여, 자동차 업계에 있어서 도금기술의 강한 기반이 되고 있다.

그후, 二重니켈도금의 改良法이라고 할 수 있는 三重니켈도금이 개발되어, 1962년에는 GM社에서 公業적인 실시를 보았다. 더욱 니켈 자원이 부족한 일본에 있어서는 二重니켈도금은 가격이 높다고 하는 비판을 하면서도, 한편으로는 自社製品の 품질향상으로의 發達의욕과 다른 한편으로는 상품의 국제시장성의 고려로부터, 점차 기술적 검토와 그 소화가 이루어지고 있다.

니켈-크롬간의 腐蝕은, 局部電池作用에 의해 說明된다(Fig. 1). 즉 不動態크롬이 cathode, 크롬의 pore나 crack의 밑에 있는 니켈이 anode가 되기 때문이다. 사실상, 이 腐蝕電池는 구성하는데에는 ① 2개의 金屬間的 電位差와 ② 電解性溶液의 두가지 조건이 필요하다. 後者의 경우, 미국내에서는 夏季보다도 오히려 冬季에 도금의 腐蝕이 큰 문제로 되고 있다. 1970년 미국에서 얼음을 녹이기 위하여 투입한 食鹽은 약 900만톤에 이르고 이것이 腐蝕의 原因이 되는 것은 말

*1976년 5월 21일 순계학술강연회에서 강연
 **日本荏原 유리라이프株式會社 技術長
 日本化學會會員, 金屬表面技術協會會員
 ***한양대학교 공과대학 재료공학과

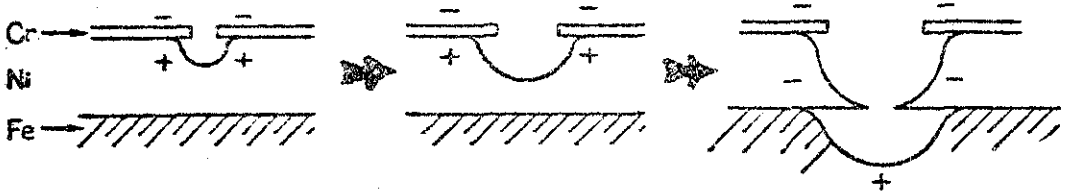


Fig. 1 Ni-Cr 도금의 부식기구

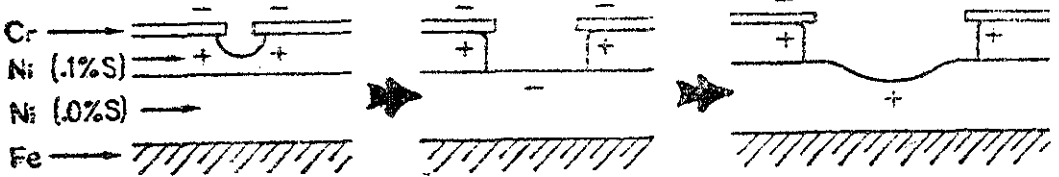


Fig. 2 이중 니켈-크롬도금의 부식기구

할 필요도 없다.

二重니켈도금의 경우에도 똑같은 부식이 일어날수 있다(Fig. 2). 크롬도금의 pore 나 crack를 據點으로 하는 腐蝕은 ① 비교적 활성인 광택니켈도금층을 침식하고 ② 半光澤니켈도금층에 達하여 橫方向으로 퍼져나간다. 이것이 表面 pit인데 ③ 더욱 橫方向으로의 腐蝕이 진행되는 단계에서는 下部의 半光澤니켈을 관통하고 최종적으로는 素地金屬을 侵蝕하기에 이른다. 즉 철素地라면 赤色녹이 되고, 아연다이케스트라면 맹창되게 되는 것이다.

이중니켈도금의 치명적인 결함의 하나는 두니켈도금간의 電位差가 충분하지 않다는데 있다.

Fig. 3에 三重니켈도금의 腐蝕機構를 나타냈다. 高유황 함유 니켈스트라이크는 橫方向으로의 腐蝕을 진행하여 반광택니켈에 있어서의 素地の 부식을 방지하고 있다. 三重니켈 스트라이크는 Watts욕뿐만 아니고 거기에 특수한 첨가제를 첨가한 것에 지나지 않는다. 일반적으로 도금시간은 1~2分間으로 쉽게 반광택 니켈도금으로부터 직접 三重니켈 스트라이크로, 三重니켈스트라이크로부터 직접으로 광택니켈도금으로 진행하고 있다. 밀착성을 해치지 않고, 또 실시상 어떤 문제도 없이 이중 니켈도금과 비교하면 耐蝕性은 비약적

으로 향상된다.

종래의 이중니켈도금이 본래의 내식성을 발휘하는데에 20~25 μ 의 니켈두께를 필요로 한다면, 적어도 가속부식시험 및 動的腐蝕시험의 결과에서는 三重니켈도금은 겨우 10 μ 에서도 상당한 耐蝕性을 발휘한다는 것이 명백하고, 균일 전착성을 고려한 현장에서의 加工技術이 수반되면 니켈의 두께는 줄일 수 있다.

3. 腐蝕分散型크롬도금

균열이 없는 크롬도금(Crack Free Chromium), 二重크롬도금(Duplex Chromium), 최근의 微小균열크롬도금(Micro Crack Chromium) 등은 前述한 多重니켈도금과는 다른 경로에 따라 개발된 改良防蝕法이다.

여기에 소개하는 三重니켈의 이론적 근거는 微小균열크롬도금과 똑같지만, 가공方法上 크롬도금이 아니고, 니켈도금에 의해 크롬도금에 微小多孔性(Micro Porosity)을 용이하게 하려고 하는 확실히 새로운 아이디어에 기인하고 있는 것이다.

원래, 이 方法은 Satin 니켈도금으로 개발한 미국 Udyllite社의 Satylite 니켈도금법을 개발한 것인데, 같은 方法이 歐州에서는 Nickel Seal이라고 불리워지고 있다.

종래, 도금액은 물리적 화학적으로 순수한 것을 좋다고 하여 왔다. 그 때문에, 연속여과나 전해제거에 의해 불순물을 제거하여 왔는데 三重니켈도금은 저금까지의 通念을 깨뜨리고, 여러종의 불용성 미립자를 도금욕에 현탁시켜, 이 입자를 니켈 피막중에 공착시키도록 하는 것이다. 이 미립자의 직경은 약 0.02 μ 으로 니켈도금중에 20,000 /cm² 함유하기 때문에 전착크롬

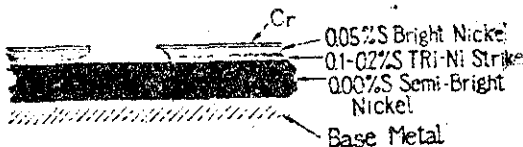


Fig. 3 三重 니켈도금의 부식기구

은 니켈 표면의 불용성미립자에 對應하는 微小多孔性으로 된다. 여기에 따라, 니켈-크롬間에 생기는 국부 전지를 무한히 작게 무한히 분산하여, 表面으로부터의 부식을 현저하게 완만히 할 수 있다.

Fig. 4는 보통방법(예를들면 표준 Sargent 浴)에 의한 니켈-크롬도금의 腐蝕 모형도이다. 부동태 크롬도금은 下地니켈에 對하여 일반적으로 cathode로 되기 때문에, 크롬표면의 hole 또는 crack은 비교적 큰

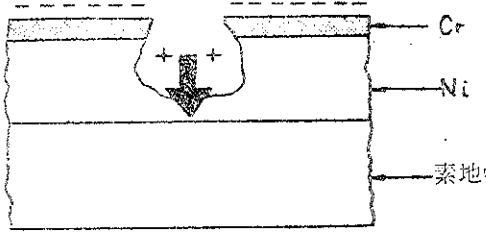


Fig. 4 通常浴에 의한 크롬도금의 腐蝕모형도
화살표는 腐蝕전류밀도의 크기이다.

cathode 面을 형성하며, 여기에 비해니켈부분의 anode-면적은 극히 작기때문에 부식전류밀도가 크게 되고 부식은 급속히 밀로 침투한다.

한편, 極微粒子를 공석하는 니켈도금상의 전착크롬은 Fig. 5와 같이 미세 多孔性으로 되기 때문에, 무수한 anode를 형성하여, 부식전류밀도를 심하게 감소시킨다. 이 때문에, 니켈에서 下方의 부식은 균일하고 극히 완만하게 된다.

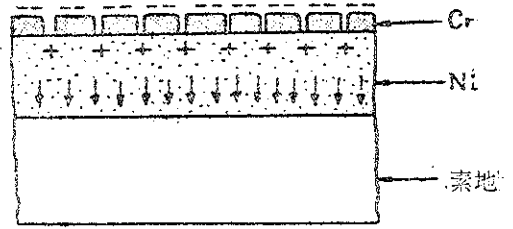


Fig. 5 微小多孔性 크롬도금의 腐蝕모형도 화살표는 腐蝕전류밀도의 크기이다.

광택 웨로니켈도금 (NIRON)

1. 서론

우리들의 환경중에서 철 또는 철강보다 많이 들어가는 재료는 없다. 모든 생산공정에서, 건축에서, 수송기관에서, 가정에서, 철은 물이나 공기만큼 명문사회에 불가결한 資源이라 생각된다.

또한 철은 녹슬기 쉬운 결점이 있는 만큼 보다 가치를 높이기 위하여 표면처리 기술이 필요한데 반대로 전기도금가공자에 있어서는 素材의 철은 귀찮은 존재이다.

예를 들면, pipe 壯 部品の 內面, 形이 복잡분 부품의 凹한 부분등, 니켈이 석출되지 않는 부분에서는 철은 도금액 중에서 틀림없이 녹아 나온다. 그 결과, 광택도금이 외관을 구름끼게 할 뿐만 아니라 더욱 anode 주머니를 수산화 제이철의 황색침전으로 덮어 눈으로 볼 수 있을 정도다. 더욱 치명적인 것은 도금의 유효면을 거칠게 하여 심한경우에는 작업을 중지하지 않으면 안된다.

이와같이 귀찮은 철을 한번에 有價한 도금피막으로 만듦에 따라서 니켈전감에 따른 NIRON의 실용상 기능이 있는 것이다. 다시 말하면, 방청시킬 素地철을 防鏽하는 鐵로, 이 변환이 NIRON에 의해 가능하다.

사실, NIRON-Cr의 耐蝕性은 Ni-Cr과 동등하고, 우리들이 예상하지 않았던 성능의 하나에는 어떠한 광

택 니켈도 미치지 못하는 전연성이 풍부한 피막과 크롬도금의 용이성이 있다. 이와같은 탁월한 제특성은 종래의 광택니켈도금에서 논했던 것보다 새로운 기술분야, 즉 합금도금의 특성으로 추방된다고 생각된다.

2. NIRON PROCESS의 개요

NIRON의 도금조성은 Table 1에 나타냈다. 기본조성은 광택니켈의 약 1/3의 저농도浴으로 하고, 鐵分으로 硫酸第一鐵을 加하고 이것을 액중에서 안정시키기 위하여 안정제를 사용한다. 안정제 NF는 鐵素地用으로, NC는 새로히 개발한 銅 및 銅合金素地用이다. 광택제는 기본적으로는 二液性으로, 一次 광택제가 FN-1, 二次 광택제가 FN-2S(바렐용에는 FN-CRS가 있다)이다.

Table. 1 도금액 조성

		濃度範圍	標準濃度
基本組成	硫酸 니켈 (g/l)	50~150	105
	鹽化 니켈 (")	50~100	60
	붕 酸 (")	40~ 50	45
	안정劑 NF (")*	15~ 50	20
	또는 NC (")*	15~ 50	20
	硫酸第一鐵 (")	5~ 20	10
光澤劑	光澤劑 FN-1 (ml/l)	20~ 35	25
	光澤劑 #84 (")*	15~ 25	20
	光澤劑 FN-2S (")	1~ 3	25

* 建浴時만使用한다.

광택제 #84는 建浴時에 사용하고, 그 후는 가끔 보정용으로 사용하는 以外에는 일반에는 사용하지 않는다.

3. NIRON 피막의 조성에 미치는 因子

合金組成에 가장 영향을 미치는 것이 교반이다. 공기교반의 방법이 음극搖動보다 철의 함유량은 훨씬 많다. 또한, 같은 공기교반에서도 교반의 강약에 다소 차이가 있다.

다음으로 영향이 큰 것이, 도금액중의 니켈과 철의 농도比(Ni/Fe)이다. 니켈농도를 일정히 하고 철의 농도를 증가하면 피막의 철의 함유량은 철의 농도에 대체도 비례하여 증가한다. 이것에 對하여, 안정제의 농도나 浴의 pH, 음극전류밀도가 변화하여도 피막의 조성에는 거의 변화가 없다.

이상으로 부터 일정한 조성을 얻는데에는 공기교반의 공기량과, 니켈과 철의 농도 비율을 일정히 하는 것이 중요하다(Fig. 6, Fig. 7 참조)

作業조건은 Table 2에 나타냈다. 광택니켈과 다른

점은 液의 pH가 낮은 것이다. 양극으로 흘러, 도금피막의 철 함유량이 20~30%에서도 금액중의 철의 농도는 적절히 유지될 수 있다.

Table 2 標準作業條件

項 目	範 圍	最適條件
液 的 P H 液 溫 (°C)	2.8~3.5 55~ 70	3.2 63
陰極電流密度 (A/dm ²) 攪 拌 器 anode bag	2~10 過低壓 blow에 의한 空氣攪拌活性灰連續여과 內面起毛 poly propylene	

Table 3 浴溫과 음극전류효율

浴 溫 (°C)	陰極電流效率(%)
45	83
50	86
55	89
60	92
65	95
70	97

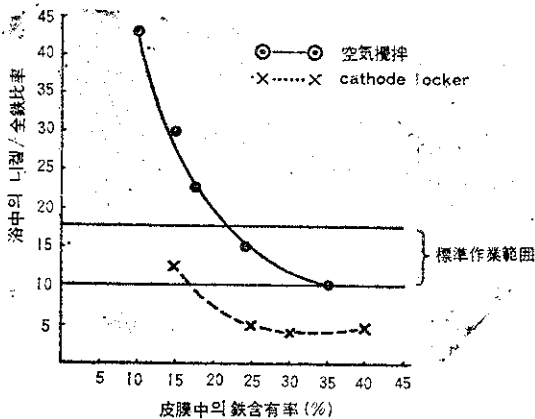


Fig. 6 NIRON 浴中の 니켈 / 全鐵比率과 피막중의 철 함유물의 관계

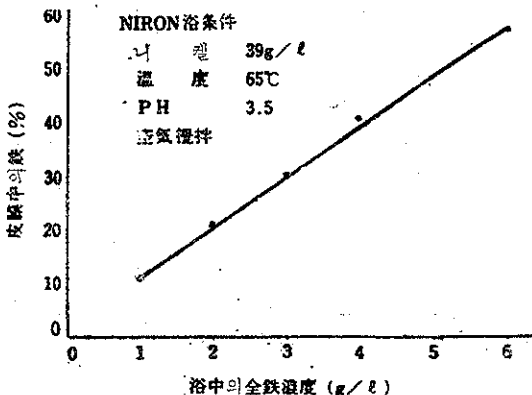


Fig. 7 浴中の 全鐵농도와 피막중의 鐵 含有率

4. NIRON 浴의 特性

1) 電流效率

NIRON 浴은 低농도이기 때문에, 온도가 낮은 경우에는 전류효율이 저하된다. Table 3.에 液溫과 陰極 전류효율의 관계를 나타냈다. 液溫은 60°C 以上으로 유지하는 것이 바람직하다.

2) 평활화

광택니켈에서는 液의 pH가 3.8 以下에서는 원저하게 평활화가 저하하지만, NIRON 浴에서는 3.2에서도 훌륭한 평활화가 얻어진다. (Table 2 참조). 한마디로 표준적인 광택제 농도에 비교하면, 같은 程度의 평활화는 얻는데에는 NIRON의 두께는 20~40%정도 얇게 된다. 피막의 色調는 니켈도금과 크롬도금의 중간 색 같다.

3) 크롬도금의 피복력

NIRON에서의 크롬도금의 피복력은, 철의 함유량이 35%정도까지 철의 量과는 무관계로, 通常의 광택니켈과 同等이상의 피복력을 나타낸다. 피복력에 미치는 因子는 광택제의 농도, pH, 유기 및 금속 불순물 등이다.

4) 도금피막의 物性

a. 경도—같은 정도의 광택·평활도를 갖고 있는 광택니켈보다 조금 硬하고, 微少硬度는 100g 하중에서

Hv=550~660이다.

b. 연성—경도가 높으면도 관계치 않고, 철의 함유량이 40%까지는 극히 양호하여 10~15 μ m의 도금층을 180°로 돌려 구부려도 균열이 생기지 않는다. 광택니켈은 구부리는 도중에 균열이 생기는 것이 보통이다.

c. 내부응력—내부응력은 피막중의 철 함유량이나 광택제의 농도, pH,浴溫에 관계한다. 철의 함유량이 많으면 내부응력도 크게되고, 鐵 30%에서 2,200kg/cm² 정도이다. pH는 낮으면 내부응력은 작고 높게 됨에 따라 크게 된다.

5) 耐蝕性

NIRON 皮膜의 전기화학적 완성도는 특이하여, 피막중의 철함유량에 關係한다. 여러 耐蝕性 시험을 한 결과로부터, 일반적인 환경하에서는 광택니켈도浴과 동등하며, 장식용의 광택니켈의 대응으로 충분히 사용될 수 있다. 광택니켈 10 μ , 크롬 0.25 μ 과 NIRON 10 μ , 크롬 0.25 μ 에서의 耐蝕性은 屋外暴露, CASS 시험으로도 동일하다. 높은 耐蝕性을 必要로 하는 경우는 多層니켈, micro porous의 원리를 NIRON에 응용하여 좋은 결과가 얻어졌다.

이와같은 관련기술에 관해서는, 현재, 다각적으로 검토중에 있고 추후에 공표 가능하다고 생각한다.

5. 用途

NIRON은 우수한 광택과 평활성을 나타내어 Table 4와 같은 身邊에 있는 장식크롬도금의 광택니켈부분의 대부분은 NIRON으로 대체되고 있다.

상술한 바와 같이, 당연한 것은 그다지 내식성을 필요로 하지않는 장식부품에 適宜으로, 특히 연성이 좋음을 이용하여, 도금후에 기계가공을 하는 부품이나

Table 4 NIRON의 용도

電氣製品	아이론, 토스타, 텔레비죤, 라디오, 전기소계기, 커머포트, 其他부 역용품
家具	의자, 책상
室內裝飾品	선반, 탁을거리, 옷거리
裝身品	부로지, 목거리
雜貨	유모차, 배비用品자전거, 문방구, 재떨이, 경침.
自動車室內部品	도아휠들, 눈.
스포츠用具	스케이트, 골푸크라브, 경구라켈
工具類	덴치, 스파나, 몽키, 드라이바

pipe나 바렐도금등, 도금작업중에 철이 용해하여 거칠게 되고 그외의 문제점으로 곤란하게 되는데는 자신을 갖고 추천하고 싶다.

Closed System

1. 日本의 도금공업에 있어서의 공해방지 대책의 推移

日本경제의 고도 성장과 더불어, 電氣鍍金工業도 현저한 발전을 이룩하였다. 그 시기는 1955년 이래 시안이나 크롬에 의한 공해도 큰 사회문제로 부각되었다.

당시의 배수처리 수법으로는, 시안 및 크롬을 각각 산화 또는 환원하고, 重金屬을 中和에 의해 응집 침전시키는 것이 일반적으로, 도금공업의 領域에서 실시되어 今에 繼承되고 있다.

그러나 경제성장이 그 極點에 達한 현재에는 또 새로운 문제가 일어나고 있다. 산업폐기물을 어떻게 처리할 것인가 문제이다. 도금공업도 그 예외는 없으며 응집 침전에 의해 生成하는 sludge처분은 업계의 심각한 문제의 하나이다.

고도성장시대에는 도금기술의 개발목표는, 확실히 품질의 향상과 생산성향상 및 가격인하에 있었다.

그러나 최근의 경향은 특히, 低公害 내지 무公害의 도금기술이나 공정개선, 공해방지의 관련기술등의 개발활동이 활발히 일어나고 있다. 그와 더불어, 궁극적으로는 sludge를 배출하지 않는 기술의 확립이 필요하며, 上述한 응집침전—폐기의 공해대책으로부터 눈을 돌려, 자원의 회수—再利用의 적극적 대책으로 발전하지 않으면 안된다.

2. 改善의 方法

한마디로 closed化한다고 하지만, 도금작업의 모든 것을 closed化하는에는 아직도 길은 멀고 험하다. 이 목적을 위해서는 단지 처리장치의 개발뿐 아니라, 사용되는약품, 작업의 체계화 및 관리 方式등 전반에 걸친 개선을 병행하여 진행하지 않으면 안된다. 여기에는 순서를 세워 확실히 실시하는 것이 필요하지만 일차의 방향설정으로 요약하면 下記와 같이 될 것이다. 이것은 단독으로는 안되고 오히려 여럿을 조합시켜 검토하는 것이 좋다.

- 1) 처리액의 개선—특히 도금액의 低公害化
- 2) 공정의 개선에 의한 水洗水의 걸감과 再利用
- 3) 처리액과 그 發生源으로 鍍金槽 또는 處理槽로 回收 再 使用하는 기술의 확립
- 4) 重金屬의 회수

5) 그밖에 周邊의 기술(관리기술을 포함한다).

1)의 처리액의 低公害化 乃至 無公害化에 관해서는 代表的 工業浴의 銅도금, 니켈도금, 크롬도금, 아연도금등이 있다.

2)에 關해서는, 벌써 各 工場에서 現場적으로 개선이 되고 있는 부분이다. 더욱 적극적으로 추진하려면 다른 種목과 關連하여 기본적, 계획적 手법을 도입하지 않으면 不된다. 예를 들면 다음과 같은 것들이다.

- a. 유해물질의 유출을 최소한으로 하기 위하여 물이 나오는 量을 감소시킨다(락크, 가공물 디자인의 改良, 浴으로부터 꺼낸 직후 액의 떨어지는 시간의 연장, 바벨등의 공중에서의 회전에 의한 액의 떨어지는 것을 촉진).
- b. Spray 수세방식의 효과적 실시에 의한 洗淨水의 절감
- c. 向流水洗에 의한 洗淨水의 有效利用, 절감
- d. 가능하면 化學洗淨 등의 보조수단에 의한 排水의 無害化와 洗淨水의 절감
- e. 排水경로의 分별정리
- f. 不測의 사고에 의한 液의 流出防止對策
- g. 여과기 洗淨時의 排水의 처리
- h. 前·後處理液의 排水處理

3)은 有效성분을 직접적으로 회수하여 원래의 處理槽로 넣어 再使用하는 것으로, 경제성이나 노력, 에너지 절감이라는 관점에서 가장 좋은 方法의 하나이다. 여기에는, 농축회수법(진공증발형, 대기농축형), 逆浸透法, 전기 透出法등이 있고 공해방지와 자원의 재이용이라는 두 목적이 동시에 얻어진다. 關連사항으로는 上述한 2)의 개선을 平行하여 나가는 것이 필요하다.

4)의 重金屬의 回收法에는 排水 또는 sludge로부터의 이온교환법이나 전해회수법 등이 있다.

총괄하여, 도금공정내에서 회수하지 않고 공장계내에서 처리하는 것에 의한 資源回收가 금후의 重要한 목표이고, sludge를 배출하지 않고 극히 密度가 높은 closed化로 노력하지 않으면 不된다.

3. 크롬도금의 closed化

미국에 있어서의 전기도금의 총량규제에 대해 고려하고 우리나라의 실정을 살펴볼때 전기도금의 배수처리하는 金후 어떻게 될 것인가? 이와 같은 전기도금 排水處理의 장래의 總量규제에 건디어내는 實例로, 當社에서는 1974년 2月, 장식크롬도금에 關한 closed化 system을 발표한 바 있다. 概略的인 것을 Fig. 8에 나타냈다. 이 system에서는 水浴槽를 多段으로 하여 水洗水量을 極力 줄이고, 金수량에 알맞는 적은 水量(50 l/hr~150l/hr)을 大氣중발농축기에 의해 증발농축하도록 하는 것으로, 水洗槽에 金수할 水洗水는 열교환기의 凝縮水를 사용하여 closed化하고 크롬도금浴으로부터 물이 나온 도금浴은 水洗水와 하나로 하여 순환槽에 저장된후, 최종적으로 도금浴으로 되돌아 가고, 또 전기분해에 의해 발생하는 gas에 실려 飛散하는 mist는 똑같이 농축기에 의해 회수되어 도금욕으로 되돌아가게 한다. 이와 같은 system의 결과, 排水장치나 배수처리 약품이 불필요하게 될뿐 아니라, sludge의 발생이나 新水로 의 水洗水도 불필요하게 되며 가장 이상에 가까운 closed化 system이 된다. 여기서 주의할 것은 이와같은 回收 system을 채택하는 경우 當연한 것은 浴中에 축적하는 불순물과 그 결과 발생하는 도금제품으로의 악 영향을 방지하지 않으면 不된다. 이와같은

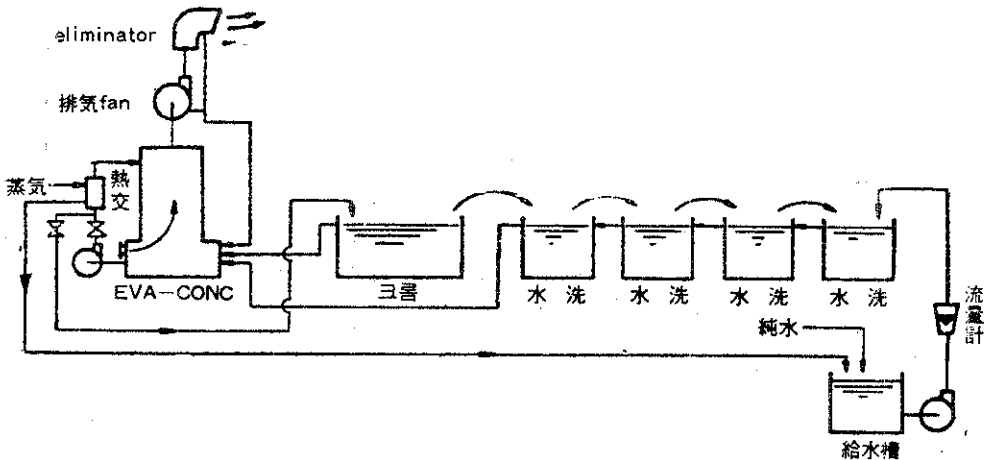
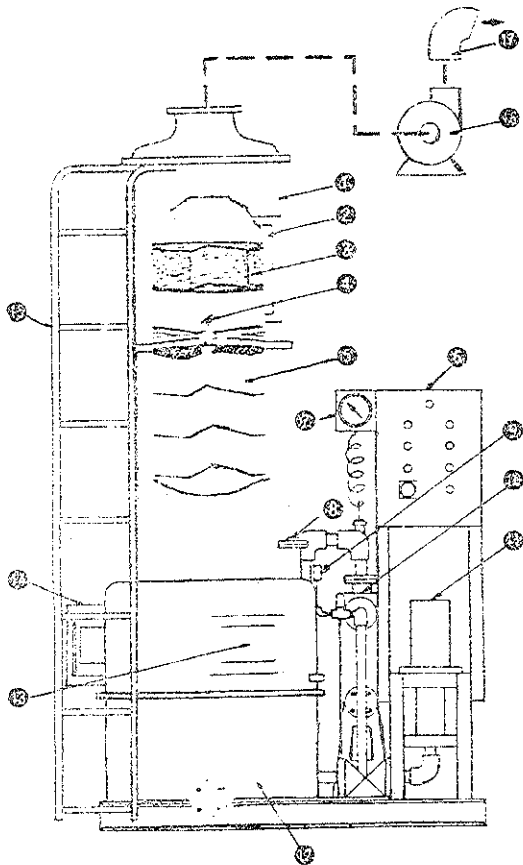


Fig. 8 크롬도금의 closed化

Table 5 운전비 비교

	單 價	中 和 沈 殿 法		濃 縮 回 收 法	
		使 用 量	價 格	使 用 量	價 格
1. 크롬산使用량	480圓/kg	7.6kg/日	3,648圓/日	1.3kg/日	624圓/日
2. 水使用量	60圓/m ³	21m ³ /日	1,260圓/日	—	—
3. 蒸氣使用量	2,000圓/t	—	—	1.2t/日	2,400圓/日
4. 排水處理藥品					
NaHSO ₃	50圓/kg	42kg/日	2,100圓/日	—	—
H ₂ SO ₄	40圓/kg	17kg/日	680圓/日	—	—
NaOH	80圓/kg	19kg/日	1,520圓/日	—	—
5. sludge 處分費	20,000圓/m ³	60 l/日	1,200圓/日	—	—
6. 合 計			10,408圓/日		3,024圓/日

注) 생산량 60R/hr, 물어나온량 6l/hr, 회수농도 70g/l, 크롬도금액량 1,800l, 운전시간 10時間/日, 크롬산농도 250g/l를 계산의 기준으로 하였다.



- 1) EVA CONC本体
- 2) 上部点検口
- 3) mist catcher
- 4) 散水 head
- 5) 充填材
- 6) 制御弁
- 7) 溫度計
- 8) 液面計
- 9) 壓力計
- 10) 熱交換器
- 11) 循環 Pump
- 12) 循環液貯槽
- 13) 下部点検口
- 14) 吸気口
- 15) 梯子
- 16) 排気 fan
- 17) eliminator

Fig. 9 大氣蒸발 농축기의 구조

기술적 제문제를 해결하여 처음으로 보급시킨 것이 closed化 system이다. 또 도금공정의 종류에 따라 불순물에 민감한 첨가제를 사용하든가, closed化가 용이한 도금액으로 하든가, 불순물의 제거 뿐만 아니라, 도금액 그 자체의 개량도 필요하게 된다.

Table 5는 종래의 응집침전법에 의한 처리와 本 system을 채용할 때의 경제계산예를 나타냈는데, closed化 system이 충분히 採算이 맞을 뿐 아니라 이익이 된다는 것을 나타내고 있다.

Fig. 9에 大氣蒸발농축기 EVA-CONC의 구조를 나타냈다.

4. 니켈도금 closed化

Fig. 10은 電氣透析과 이온교환수지를 조합하여 closed化를 행한 例로, 回收槽의 液은 電氣透析장치로 옮겨져, 장치내에서 연속적으로 액중의 성분이 濃縮側に 透析되고, 回收槽內의 液은 低濃度로 유지된다. 이 농도는 透析裝置의 능력에도 관계하지만, 採算上의 能力을 고려하면 일반적으로 니켈 금속으로 0.5~5g/l의 범위내로 유지해야 할 것이다.

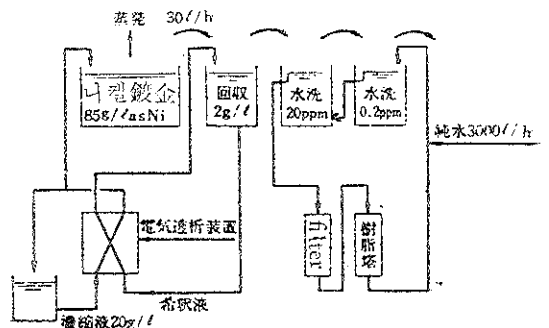


Fig. 10 니켈 도금의 closed化 System(電氣透析法)

Fig. 11의 逆浸透膜을 도금排水에 應用한 例는 많은 문헌에서 나타나 있지만 국내에서 장기의 실적이 있는 것은 아직보고 되고 있지 않은 것 같다.

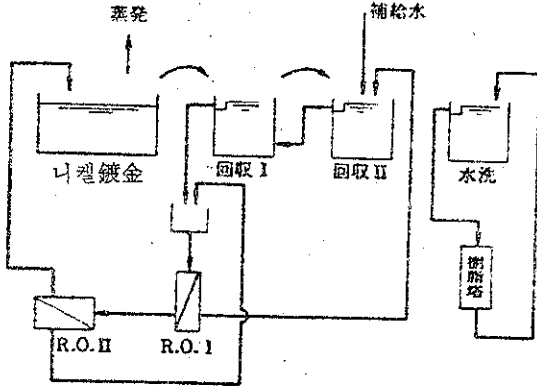


Fig. 11 니켈도금의 closed化(逆浸透膜法)

Fig. 12는 농축회수법의 例이다. 이것은 前述한 크롬도금에 있어서의 closed system과 아주 똑같은 方法으로 水洗理論을 應用하여 給水量을 極端으로 줄여, 금수량에 適當한 量을 大氣증발기에서 증발하고 니켈도금액을 농축 회수하도록 하는 것이다. 지금, 니켈도금 중의 금속니켈 농도를 85g/l로 하고, 물이 나온 量을

30l/hr, 금수량을 300g/hr로 하며 니켈도금액의 자연 증발량을 무시하면 이론적으로 各水洗槽의 니켈금속의 농도는 각각 7,800ppm, 780ppm, 78ppm, 78ppm, 7.8ppm으로된다. 특히 이 방식에 있어서의 利點은 水洗槽에 퍼넣은 니켈도금액이 전량 水洗수와 함께 농축기로 되돌아가, 거기서 증발농축한 液이 도금액으로 되돌아가기 때문에, 약품회수율이 거의 100%로 되는 것이다. 거의 이온 교환수지와 같은 水回收設備를 設치하면 樹脂의 再生廢液處理 등이 필요하지만 이와같은 system으로 하면 Sludge의 발생이 없게 된다. 더욱 이와 같은 대기농축기에서는 순환액의 加溫에 必要한 열교환기의 농축수를 이용하여 水洗수로 하면 가장 이상에 가까운 closed化가 가능한 것이나, 도금槽의 도금액도 같이 증발농축이 가능하기 때문에, 도금액에서 물이 나온 손실로 인한 液농도의 저하 등도 동시에 均일화 할 수 있다. 난점은 수세이론을 應用하고 있기 때문에, 만약 수세조물 모두 회수조로 교환하도록한 완전한 closed를 바라한다면 槽數를 4槽以上 필요로 할 것이다. 물론 니켈도금후의 槽數가 3槽이고, 2槽를 回收槽로 하고 1槽를 水洗槽로 할때에도 약품 회수율은 95.7%로 된다. 계산 기준은 2段제의 回收槽를 850ppm으로 하고, 농축기를 장치하지 않을 때의 1段제의 회수조 농도를 전기 투석장치의 例와 같은 20g/l로 하였다.

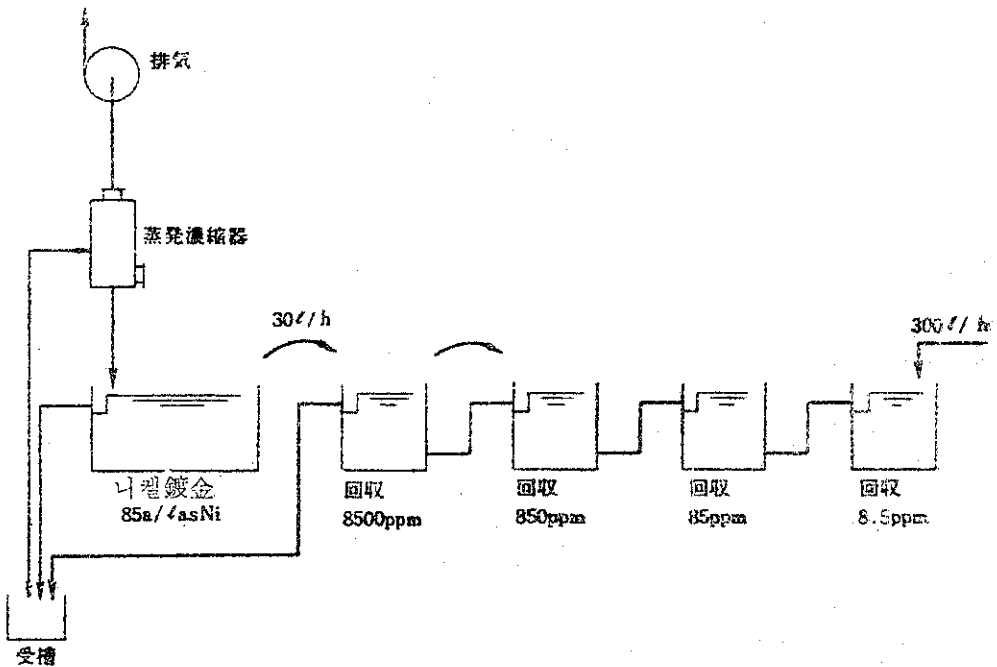


Fig. 12 니켈도금의 closed化 system(농축회수법)