

ASTM 前處理 시리즈 12

알루미늄합금의 電氣鍍金 前處理

李熙雄*譯

1. 적용범위

1-1 장식 효과를 높이고 내마모성을 위해서나 또는 다른 특별한 용도에 적합하게 하기 위해 알루미늄합금에 각종 금속을 도금하게 된다.

전기도금에는 보통 크롬, 니켈, 구리, 황동, 은, 주석, 납, 카드뮴, 아연, 금 등의 단일도금 또는 둘이상을 조합한 도금이 있다.

은 또는 금은 접촉저항을 감소시키고 표면 전도도를 개선하기 위해서 전기제품에 적용되고 황동, 구리, 니켈, 주석 등은 매납에 의한 조립품에 적용된다.

크롬은 마찰을 감소시키고 내마모성을 증가시키기 위해 적용되며 아연은 유기 윤활제를 사용할 수 없는 나사부품에 적용한다. 또한 베어링 표면의 마찰을 감소시키기 위해서 흔히 주석과 납을 도금한다.

1-2 분 작업지침은 알루미늄 합금상에 전기도금을 하기 위한 지침을 나타낸 것이다. 알루미늄 합금에 전기도금을 하면 공업적으로 실용적이며 경제적 가치가 있다. 그러나 알루미늄 합금은 통상적인 전기도금 전처리 과정으로는 거의 만족스런 결과를 얻지 못한다. 따라서 도금을 만족스럽게 하기 위한 바탕을 얻기 위해서는 특별한 과정들이 필요하다.

여러가지 방법중에서 가장 적절한 방법은 아연치환 침지법(Zinc immersion method)이며 가장 만족스러운 방법중에 하나이다.

아연치환 방법은 여러가지 알루미늄 합금상에 각종 금속을 도금하는데 있어서 가장 오랫동안 공업적 인정을 받아오고 있는 방법으로서 아연치환법을 적용한 알루미늄 합금의 전처리에 대해 규정한다.

2. 알루미늄의 성질

2-1 현미경조직-여러가지 합금과 제품들은 각기 다른 금속 조직을 갖고 있어서 전기화학적으로 다르게 작용하기 때문에 알루미늄 합금의 모든 유형과 질별에 대해 균등하게 만족스러운 전처리 방법을 찾기는 힘들다.

합금을 하기 위한 목적으로 원소들을 추가하였을 때 그 원소들은 알루미늄 합금내에서 여러가지 다른 형태로 나타난다.

즉 알루미늄 격자내에서 고용체를 형성하거나 원소 그자체의 미세한 입자로 나타나거나 알루미늄과의 결합에 의해 형성된 금속간 화합물의 입자로 나타나게 된다.

공업용 합금에서 나타날 수 있는 여러가지 고용체 기지(matrix)와 20종 이상의 현미경적 미세 성분들이 화학적 및 전기화학적 반응도가 서로 다르다.

그러므로 그들의 표면은 여러가지 화학적 전기화학적 처리에 균일하게 반응하지 않게 된다.

즉, 같은 합금이라 하더라도 롯트(lot)가 다르거나 제품의 현미경조직에 변화가 있게 되면 그 결과는 다르게 나타난다. 따라서 가능하다면 도금하는 사람은 가장 좋은 도금 과정을 선택하기 위해 도금할 알루미늄 합금의 유형을 알아야 한다.

2-2 산화피막(Oxide film)-알루미늄합금상에 도금하기 위한 전처리시 현미경 조직의 차이에 따라 반응이 다르게 나타나게 된다는 것 이외에 모든 알루미늄 제품들은 언제나 항상 자연 산화피막을 갖고 있다는 것이다. 이러한 산화피막은 여러가지 산 및 알칼리처리에 의해 제거할 수 있으나 수세한 후에 표면에는 처리시에 재생성된 산화피막이 남게 된다. 아연침지법으로 가장 좋은 결과를 얻기 위해서는 새로 재생된 산화피막이 될수록 얇고 균일해

* 원문은 ASTM-B253-79임.

** 弘益工學專門大學 金屬科

야 하며 아연침지를 석출형성에 적당한 표면상태를 만들어 주어야 한다.

3. 세정 및 표면조정처리

3-1 알루미늄합금을 아연 치환법으로 도금할 때 좋은 표면을 얻기 위해서는 여러가지 탈지법과 표면조성처리를 하여 아연층을 석출시키기 위한 균일한 활성표면을 갖도록 하는 것이 필요하다.

첫째로 표면은 기름, 그리스 또는 다른 불순물 등이 없어야 한다. 기름이나 그리스를 제거하기 위해서는 증기탈지 또는 용제탈지는 필요에 따라 하며 정상적인 탈지는 부식성이 약할 알칼리 탈지제를 사용하여 하는 것이 좋다. 한예로 탄산나트륨(탄산소다)과 제 3인산나트륨(인산소다)을 각각 25g/l를 사용하여 만들며 이액의 사용온도는 60~80°C이어야 하며 시간은 1~3분간내로 하여야 한다.

3-2 적절한 탈지를 한 후에도 일반적으로 또 다른 표면처리가 더 필요하다. 이러한 표면조성처리가 효과를 발휘하기 위해서는 다음 두가지 사항이 준수되어야 한다.

(1) 본래의 산화피막이 제거되어야 하며

(2) 균일한 아연치환층의 형성을 방해하거나 다음에 행하는 도금용액과 반응을 일으켜 나쁜 영향을 주는 어떤 미량의 성분(microconstituents)들이 제거되어야 한다.

3-3 1100과 3003형 합금과 같은 단조용(wrought) 합금에는 탄산화물과 인산화물의 탈지제로 탈지를 한후 67%질산(비중 1.40g/ml) 500ml을 1l로 묽힌 용액에 침지를 하면 매우 좋은 표면조성을 할수 있다. 이들 합금은 방해 성분을 함유하고 있지 않으므로 이러한 표면조정 방법이라고 특수한 경우가 아니라면 충분하다.

3-4 열처리된 합금에 대해서("T" 템퍼링한 합금)—그후에 따르는 조정(conditioning)처리를 하기전에 열처리에 의해 생긴 비교적 두꺼운 산화피막을 제거하는 것이 중요하다. 버프된 금속표면에 생긴 열처리막은 흔히 연마작업에 의해 제거한다. 그러나 버프를 하지 않고 열처리한 합금의 표면은 일정한 도금결과를 얻기 위해서는 반드시 산세에칭으로 열처리피막을 제거하여야 한다.

산세에칭액은 1l당 진한 93중량%의 황산(비중 1.83g/ml) 100ml와 크롬산 35g을 함유한 것이 효과가 좋다.

주의—약 800ml의 물에 크롬산을 용해한후 심하게 교반하면서 황산을 가하고 용액이 상온으로 냉각된 후 1l로 묽게해야 한다. 이 용액의 사용조건은 온도 70~80°C 시간 2~5분간이다.

크롬산화물을 함유치 않은 아주 좋은 시판(특히상품) 산세에칭액도 구할수 있다.

이들 에칭액은 생산자의 지침에 따라 사용해야 한다.

3-5 표면산화 피막과 지상을 주는 미량의 성분을 제거하는데 매우 효과적인 표면조정 처리 방법중의 하나는 150ml의 진한 황산(93중량%, 비중 1.83g/ml)을 1l로 묽힌 용액으로 80°C에서 2~5분간 고온 에칭을 하는 것이다.

주의—소요량의 물보다 조금 적은량의 물을 급격히 교반하면서 산을 가한후 용액이 실온으로 냉각되면 정확한 부피로 풀려야 한다.

침지시간은 합금에 따라 좀 다르나 일반적으로 주조용은 시간을 짧게 한다. 상기 처리법은 모든 단조 및 주조 알루미늄 마그네슘 합금에 만족스러운 방법이다. 또한 이처리는 아연치환층을 형성함으로 우수한 상태로 표면을 만들어 줄 뿐만아니라 5052, 6061, 그리고 6063 등의 합금에서 마그네슘을 함유하고 있는 성분들의 나쁜 영향을 제거한다.

3-6 상당히 장점을 많이 갖고 있는 또다른 표면조정 처리는 질산용액 67%질산(비중 1.40g/ml) 500ml을 1l로 묽힌 용액에 침지해서 1차 아연층을 제거하는 2단계 아연치환 처리방법이다. 이 처리는 마그네슘을 다량 포함하지 않은 대다수의 주물용 합금이나 단조용 합금 그리고 어느 합금인지 잘 모르는 합금에 적용하면 매우 효과적이다. 이 과정은 1차 침지에 의해서 본래의 산화 피막을 제거하고 아연층으로 대체한다. 그리고 질산에 침지해서 1차 아연층을 제거하여 표면에 마지막 2차 아연치환층이 석출되기에 적당한 상태로 만들어 준다.

3-7 413.0, A413.0 356.1 및 380.0와 같이 실리콘을 다량 함유하고 있는 주물용 합금에 대해서는 67% 질산(비중 1.40g/ml) 750ml와 48%불화수소산(비중 1.16g/ml) 250ml 비율로 혼합한 용액에 3~5초간 침지하는 것이 표면을 조성하는데 가장 좋은 방법이다. 이 처리는 또한 연마하지 않고 열처리한 주물의 열처리 피막을 제거한다.

4. 아연치환침지

4-1 아연치환침지 단계에서는 도금을 하기 위해서 표면으로부터 산화피막을 제거하고 박막의 밀착성있는 금속 아연층을 대신 입혀준다.

이것은 각종 금속들을 전착시키기 위한 대부분의 도금 과정에 대처할 수 있는 표면을 만들어 주는 것이다. 이 처리는 또한 연마하지 않고 열처리한 주물의 열처리피막을 제거한다.

4-2 치환침지 처리는 다음의 조성으로 되어 있는 고농도 알칼리용액을 사용하며 온도는 15~17°C의 상온에서 행한다.

아연치환침지액

수산화나트륨(가성소다 공업용) 525 g/l

산화아연(공업용) 100 g/l

4-2-1 아연치환피막의 두께와 질은 석출조건에 의해 영향을 받는다. 석출이 너무 급격히 되면 두껍고 조악한 결정질의 밀착력이 없는 석출물이 형성된다.

아연석출막이 얇을수록 좋은 결과를 나타내기 때문에 그러기 위해서 징케이트액의 온도는 27°C 이하로 해주어야 하며 침지시간은 30초에서 1분이 내로 하는 것이 좋다.

4-2-2 개량된 염기성 징케이트액은 대부분의 합금에 대해 아주 균일하고 만족스러운 결과를 나타낸다. 개량된 아연치환침지법은 다음과 같은 이점이 있다.

① 다음 도금을 할때 보다 더 균일한 피복력을 나타내며

② 표면조정 처리를 2단계 치환침지로 하기 때문에 작업범위가 넓다.

③ 이와 같은 처리를 하고 도금을 하면 2024 와 7075 합금을 제외한 모든 알루미늄 합금의 부식 저항이 향상된다.

개량된 용액은 흔히 쓰이는 방법대로 수산화나트륨(가성소다)용액에 산화아연을 용해하여 실온까지 냉각시켜서 만든다.

결정성 염화제 2철과 롯데염(주석산 칼륨 나트륨)은 미리 수용액을 만들어 욕에 혼합하고 규정된 조성대로 물을 채운다.

염화제 2철과 롯데염을 첨가할때에는 욕을 교반해 주어야 한다.

개량된 징케이트 용액의 조성은 다음과 같다.

수산화나트륨 525 g/l

산화아연 100 g/l

결정성 염화제 2철 1.0 g/l

롯데염 10 g/l

이 욕은 온도 27°C 이하에서 작업을 해야하며 침지시간은 30 초 내지 1분 정도로 작업을 마쳐야 한다.

2단계 치환침지에 의한 조경처리를 할때에는 언제나 개량된 징케이트 용액을 사용하는 것이 좋다. 상기한 바와같이 이방법은 부식저항을 필요로 하는 용도에 사용되는 2024 또는 7075 합금을 제외하고는 모든 단조용 및 주물용 합금에 좋다.

4-2-3 개량된 아연치환 침지법을 변형시킨 또 다른 한 방법은 수세와 묻어나오는 것(drag out)이 문제가 되어 있던 것을 해결하기 위한 새로운방법으로서 이방법은 주성분들의 농도를 낮추어 욕의 점도를 감소시킨 것이다.

따라서 작업조건의 정밀한 제어 및 시약 첨가를 세심히 하여 부착량이 작은 얇은 피막을 만들도록 주의해야 한다.

보통 사용되는 2종의 전형적인 붉은 욕은 다음과 같다.

아연치환침지액 욕 II

수산화나트륨(가성소다) 50 g/l

산화아연 5 g/l

롯데염 50 g/l

결정성 염화제 2철 2 g/l

질산나트륨(질산소다) 1 g/l

아연치환침지액 욕 III

수산화나트륨(가성소다) 120 g/l

산화아연 20 g/l

롯데염 50 g/l

결정성 염화제 2철 2 g/l

질산나트륨(질산소다) 1 g/l

욕III는 수세가 잘되고 묻어나오는 양이 적어 액의 손실을 적게하기 때문에 더 많은 아연을 보유하게 되고 생산량을 높게 된다. 이러한 욕은 용액을 사용할때는 온도는 20~25°C를 유지해야 하고 침지시간은 30초를 초과해서는 안된다.

4-3 징케이트액은 점성이 매우 커서 묻어나오는 양이 많아 액의 손실이 많다. 그러나 이점은 알루미늄을 부식(attack)할때 유발되는 불순물의 축적을 어느 정도 제한해 주는 잇점도 있다.

4-4 용액의 비중을 자주 검사해서 부족되는 성분을 첨가 보충해 주어야 한다. 묻어나오는 것의 의

해 감소된 액은 특정한 조성의 용액을 더 첨가하여 수정 보충해 주어야 한다.

4-5 저절히 표면조성된 알루미늄 합금을 정제이트액에 침지하면 제품 표면에 존재하던 원래의 얇은 산화피막이 용해되며 피막 밑의 알루미늄이 노출됨과 동시에 알루미늄이 용해되기 시작하면서 바로 그에 상응하는 양만큼의 아연이 치환된다.

알루미늄의 표면이 극히 얇은 아연층으로 완전히 피복되면 이 용액의 작용은 실질적으로 중단된다.

4-6 정확한 방법으로 조작을 하게 되면 밀착력이 대단히 크고 매우 균일한 아연 석출층을 얻게 된다.

표면의 외관은 피막 형성 속도에 따라 변함뿐만 아니라 피막을 형성시키는 합금에 따라서도 변한다. 아연 석출층의 부차량은 $15 \sim 50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 정도 이여야 한다. 두께로는 $0.02 \sim 0.07 \mu\text{m}$ 에 상당한다.

일반적으로 석출층의 부차량이 $30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 를 넘지 않도록 제한하는 것이 바람직하다.

4-7 아연석출층은 얇고 균일한 수포 도금을 전 처리로 해도 좋고 또 도금제품의 사용면에서도 우수하다. 두터운 아연 석출은 스펀지상이 되는 경향이 있고 밀착력이 적으며 얇은 석출층처럼 밀착력이 있는 좋은 표면을 만들어 주지 못한다. 아연 석출층의 부차량을 사용된 합금과 표면조성 처리에 따라 변한다.

5. 알루미늄 합금의 도금

5-1 알루미늄 합금 제품의 표면조성 및 아연치환 석출 형성후에는 다른 금속들을 아연에 도금하는 적당한 방법으로 이 표면에 도금시킬 수 있다.

5-2 보통 다른 금속들을 전착시키기 전에 아연치환층위에 적당한 구리 스트라이크를 행하는 것이 좋다. 그러나 아연 소지상에 도금하는 도금조작법이 나쁘지만 않다면 은, 황동, 니켈, 아연, 크롬을 아연치환층 위에 전착시킬 수가 있다.

6. 구리 스트라이크

6-1 여러가지 금속들로 정상 도금하기 전에 구리 스트라이크를 행하여 그물 위에서는 다음과 같은 조성의 붓셀염 함유 시안화구리 용액을 사용하는 것이 좋다.

붓셀염 함유 구리 스트라이크액
시안화구리 42.0g/l

전시안화나트륨(전 청화소다) 50.0g/l

탄산나트륨(탄산소다) 30.0g/l

붓셀염 60.0g/l

유리시안화나트륨(유리청화소다) 5.7g/l 이하

6-2 이 스트라이크 용액은 일반적으로 40~55°C에서 그리고 PH 10.2~10.5에서 사용된다.

제품을 욕속에 집어 넣기 전에 전원을 미리 연결하여 통전이 되도록 해주어야 하며 피복을 신속히 하기 위해 초기 전류밀도를 $2.6 \text{g}/\text{dm}^2$ 로 낮게 해주어야 한다. 이 전류밀도로 약 2분간 전착한 후에 전류를 $1.3 \text{A}/\text{dm}^2$ 로 감소시키고 원하는 두께에 따라 3~5분간 전착을 더 계속한다. 이런 유형의 구리 스트라이크에 가끔 사용되는 PH가 높은 용액은 알루미늄 합금 특히 5062, 6061, 및 6063 합금의 구리 전착층에 부풀음을 생기게 한다.

스트라이크를 행한 후에 가공물은 다른 표준 도금용액으로 바로 옮겨서 다음 도금을 하여야 한다.

7. 황 동 도 금

7-1 아연치환침지 단계를 끝낸 후 실온에서 사용되는 표준 황동 도금액에 의해 황동도금을 해낼 수 있다.

다음 조성의 황동 도금욕이 적당하다.

황 동 도 금

시아화구리(청화붕) 21.0 g/l

시아화아연(청화아연) 11.0 g/l

시아화나트륨(청화소다) 45.0 g/l

탄산나트륨(탄산소다) 75.0 g/l

온 도 27~32°C

전류밀도 $1.1 \text{A}/\text{dm}^2$

양 극 75 Cu-Zn 합금

8. 카드뮴도금

8-1 카드뮴은 아연 치환층에 직접 도금할 수 있다. 밀착을 최대로 하기 위해서는 정상 도금을 하기 전에 카드뮴 스트라이크를 행하는 것이 좋다.

어떤 경우에는 니켈도금을 행하고 카드뮴도금을 행하는 것이 좋을때도 있다.

카드뮴 스트라이크욕과 카드뮴 도금욕은 다음 조성의 것이 적당하다.

카드뮴 스트라이크액
산화카드뮴 7.5 g/l

시안화나트륨(청화소다)	10 g/l
시 간	1 분
온 도	실 온
전류밀도	2.7 A/dm ²
카드뮴 도금액	
산화카드뮴	26.0 g/l
시안화나트륨(청화소다)	100 g/l
광택제	적 량
온 도	실 온
전류밀도	1.6~4.8 A/dm ² (정 탱크에서)
양 극	카드뮴보울(ball)

9. 구리도금

구리도금은 1항에서 기술한 롯셀염 함유 시안화 구리 용액에서 행하며 아연치환층위에 얇은 전착층으로 도금하게 된다.

조약한 전착이 고전류 밀도부에서 흔히 발생하므로 두께는 8 μ m 이하로 제한하는 것이 좋다.

이 용액에서 저전류밀도로 시간을 연장하면 두께가 도금할 수 있는데 그러나 이 용액에서는 두께 8 μ m 까지만 올리고 다음은 소금속도가 빠른 시판 구리 도금욕을 한가지 선택하여 거기서 도금을 하는 것이 바람직하다.

10. 크롬도금

10-1 0.3~1.3 μ m 정도의 얇은 전착층을 알루미늄 합금에 직접 크롬도금할 수 있다. 그러나 우선 도금하려는 가공물을 어느정도 저절게 하기 위해 온도 65°C의 수산화나트륨(가성소오다) 45g/l 용액에서 적당한 시간(1~2분)동안 예칭시키는 것이 필요하다. 예칭후 수세한 다음 67% 질산(비중 1.40g/ml) 500ml을 1l로 묽힌 용액에 10초동안 침지하고 다시 수세한다. 그리고 마지막으로 표준 크롬 도금욕에서 크롬도금을 한다.

이 방법에 의한 크롬 도금은 아연치환법에 의한 도금 만큼 좋은 밀착력을 갖지는 못한다. 알루미늄 합금에 사용되는 크롬 도금 용액은 다음과 같다.

크롬도금액

크롬산 CrO ₃	250 g/l
황산염 SO ₄	2.5 g/l
온 도	43~46 °C
전류밀도	16 A/dm ²

10-2 아연치환층에 크롬도금을 잘 하려면 처음에는 18~21°C의 온도에서 도금을 한다.

저온에서 초기 전착을 한 후에 고온에서 도금을

계속한다. 저온에서 고온으로 변환시키는데는 저온도금을 끝낸후 크롬도금욕을 가열해서 하는 것이 좋다. 또한 가공물을 수세할 하지 않고 저온욕에서 고온욕으로 옮겨도 좋다. 그러나 이때에는 가공물이 욕의 온도와 일치될 때까지 전류를 통하지 않고 고온용액에서 방치해 두어야 한다.

그다음 도금은 처음 16 A/dm²로 시작해서 전류를 점차적으로 올려 32 A/dm² 또는 그 이상까지 올려준다.

10-3 일반적인 방법으로 알루미늄 합금에 광택 장식 크롬 도금을 한다. 이것은 표면에 구리로 도금을 한후 무광택 도금일때는 표면을 터프연마를 하고 크롬도금을 한다.

광택 니켈도금을 했을때는 연마를 하지 않고 바로 크롬도금을 할 수 있다. 니켈 표면의 수세와 활성화에 대해서는 그의 작업표준을 따라야 한다.

10-4 금속광택을 내는 크롬도금을 하는 또다른 방법은 18~21°C의 저온 용액에서 5~10분간 아연 치환층에 직접 도금을 시켜서 하는데 이 방법에 의해 얻어진 전착층은 암청색을 띤 회색이지만 특수한 청동 연마제를 사용해서 버프연마를 하여 아름다운 금속 광택이 나도록 하는 것이다.

이 방법은 경제적으로 광택 크롬도금을 하고저할 때 사용될 수 있다. 이 방법으로 광택을 낸 표면은 더럽혀지지 않으면 부식 조건이 만들어지지 않는 곳에 적용하는 것이 적당하다.

그러나 크롬층이 매우 얇아서 내마모성이나 기계적 손상에 대한 저항이 장식용으로 보통 사용되는 구리-니켈-크롬계 만큼 크지 않다.

10-5 알루미늄 합금에 대한 두꺼운 경질크롬도금은 온도 54°C인 고온의 크롬 도금용액에서 전류밀도 16~31 A/dm²로 크롬을 도금용액에서 행할 수 있는데 절이, 가공물의 외형, 도금의 두께에 영향을 많이 받는다.

가공물은 우선 롯셀염 함유 시안화구리에서 3~5분간 스트라이크를 해야 하며 그다음 수세하고 마지막으로 경질 크롬 도금용 고온 크롬 도금액에 옮겨 원하는 두께로 도금한다.

10-6 경질 크롬도금을 아연 치환층에 직접 전착할 수 있는데 이때 처음 전착은 온도 18~21°C의 저온 크롬도금욕에서 한다. 처음에 저온에서 크롬 전착을 한 후에 도금은 54°C의 고온욕에서 작업을 계속한다.

가공물이 고온 욕의 온도와 같아질 때까지 전류를

통하지 말고 고온욕에서 방치했다가 통진해야 한다. 도금은 진류밀도 $16A/dm^2$ 로 시작해서 가공물의 형상, 절이의 방법등에 따라 진류를 $34A/dm^2$ 까지 점차적으로 올린다.

11. 금 도금

11-1 우선 붓셀용 함유 시안화구리 용액 또는 황동도금 용액에서 스트라이크를 행하여 알루미늄 합금에 금도금을 행한다.

스트라이크 끝낸 후 금도금 하기 전에 적당한 니켈 도금을 해야만 한다. 전형적인 금 도금액은 다음과 같다.

금도금액	
시아노화칼륨(청화금가리)	3.8 g/l
탄산칼륨(탄산가리)	7.5 g/l
시아노화칼륨(청화가리)	3.8 g/l
온도	49~71°C
진류밀도	0.5~1.6 A/dm ²
전압	2~6V
양극	크롬-니켈 강 또는 흑연 흑은금과 크롬-니켈강 흑연을 병용함.

시판 알칼리성, 산성 및 중성 금 도금욕등도 좋다.

12. 니켈도금

12-1 아연도금용 니켈도금욕을 사용해서 아연치환층에 직접 니켈 도금을 할 수 있다. 그러나 무광택 니켈 반광택 니켈 또는 광택 니켈도금을 해야 할 때는 붓셀용 함유 시안화구리 스트라이크 용액에서 얇게 구리도금을 한 후에 니켈도금을 하는 것이 바람직하다. 알루미늄 합금에 구리도금을 하고 그다음 니켈도금을 하기 위해서는 다음과 같은 유형의 니켈욕이 적당하다.

왓스형 (watt's type) 니켈액 (무광택니켈)	
결정형 황산니켈	225 g/l
염화 니켈	45 g/l
붕산	38.0 g/l
PH	5.0
온도	54~60°C
진류밀도	4.3 A/dm ²

반광택 및 광택니켈액

이들 도금액들은 알루미늄합금 도금에 사용하기에 알맞는데 광택제와 작업조건은 매도인에 의해 추천된 방법을 사용해야 한다.

12-2 알루미늄 합금에 니켈도금을 할때 양호한 니켈도금을 얻기 위해서 반드시 지켜야할 예방 조치를 철저히 해야 한다. 즉 자주 환성탄 처리를 하여 정액을 하며 삼시(常時)여과를 하여 니켈욕의 작업조건을 양호하게 유지해 주어야 한다.

니켈과 알루미늄간에는 전위차가 크기 때문에 니켈도금은 앞으로 사용자 방식이 잘 되도록 하기 위해 충분한 두께로 해주어야 한다.

12-3 부식이 결정적인 요인이 아닐 경우에는 두께 8~13μm 정도의 니켈도금이면 충분하다. 그러나 부식성 분위기에서 사용될 경우에는 니켈도금은 두께가 25~50μm이 되어야 한다. 2중니켈도금(반광택니켈도금후 광택니켈도금)을 시행하면 내식성을 향상시킬수 있다.

거기에 최종적으로 0.25~0.50μm 정도의 크롬도금을 해주는 것이 매우 중요하다. 그것은 도금된 알루미늄 합금의 수명을 놀라울 정도로 증가시킨다. 내식성을 더욱 강화시키기 위해서는 미소균열(micro-crack 또는 micro porous) 크롬도금을 하되 약품판매자가 지시한 조건에 따라 사용해야 한다.

12-4 어느 정도의 부식 분위기에서 사용되는 것이라 하더라도 보통 알루미늄 합금에 니켈 도금만을 하는 것은 좋지 않다. 방식성을 높이기 위해 비교적 두꺼운 니켈도금을 할때는 취성이 적은 연질의 니켈도금을 하여야 하며 도금층에 응력을 많이 발생케 하는 도금욕이나 작업조건은 피해야 한다.

내부 응력이 많은 도금층은 노출시 균열을 발생 할 우려가 있고 도금층에 부풀음 및 파열현상을 일으키게 한다.

13. 은도금

13-1 강에 사용되는 은도금법으로 아연치환층에 은도금을 할 수 있다. 이 방법은 두번의 예비 스트라이크를 하는데 가공물은 미리 전기접촉을 시켜 통진하면서 용액에 넣어야 한다. 그러나 1차는 스트라이크 도금을 하는 것도 좋다.

다음과 같은 용액들이 사용된다.
1차 은 스트라이크용액

시아나은(청화은)	1 g/l
시아나화나트륨(청화소다)	90 g/l

온도	27 °C
전류밀도	1.6 ~ 2.7 A/dm ²
조전압	6 V
시간	10 초

2 차 은 스트라이크용액

시아나화은 (청화은)	5.0 g/l
시아나화나트륨 (청화소다)	70.0 g/l

온도	27 °C
전류밀도	1.6 ~ 2.7 A/dm ²
조전압	6 V
시간	10 초

은 도금 용액

시아나화은 (청화은)	30 g/l
시아나화칼륨 (청화가리)	55.0 g/l
탄산칼륨	45 g/l
유리시아나화칼륨 (유리청화가리)	40.0 g/l
온도	27 °C
전류밀도	0.55 A/dm ²

14. 주석도금

14-1 아연 치환층과 구리 스트라이크 한 표면 에 주석도금을 할 수 있다. 석신염 또는 붕불산염 주석 도금액을 사용한다.

15. 아연도금

15-1 아연은 실온에서 산성 또는 시안용액으 로부터 아연 치환층에 아연 도금을 할 수 있다. 그러나 전류는 가동물을 도금액에 넣을때 통전해 주 어야 한다. 아연은 작업조건이 실제 생산하기에는 너무 위험하다.

아연도금액의 조성은 다음의 것이 적당하다.

아연도금액

시아나화아연 (청화아연)	60 g/l
시아나화나트륨 (청화소다)	40 g/l
수산화나트륨 (가성소다)	80 g/l
온도	24 ~ 35 °C
전류밀도	0.54 ~ 5.4 A/dm ²

16. 걸이 (Racking)

16-1 알루미늄 합금은 도금할때는 알루미늄 걸 이를 선택한다. 걸이의 가지 (Spine)에는 1100 합금을 사용하고 접촉에는 2024 합금을 사용한다. 가지 (Spine)의 단면적을 40 %정도 증가시키면

구리 걸이와 같은 전도도가 얻어진다.

점점 자국이 문재시 되지 않을 경우에는 보통의 인칭동 접점이 사용된다. 그러나 인칭동 점점을 사용 하면 치환 침지시에 불균일한 아연 피복으로 인 해 점점 인접부에 조그마한 부풀음들이 생기게 된 다.

알루미늄 합금의 점점은 이러한 결점을 제거하여 준다.

그리하여 도금될 제품의 나타나니 겉표면에 점점 을 해야만 할때는 알루미늄 합금을 사용하는 것이 좋다.

표면조정을 위해 질산 - 불화수소산 (불산)에칭을 해야 할때는 알루미늄에 의한 접촉을 꼭 해야만 한 다.

16-2 알루미늄 합금을 도금 걸이로 사용했을때 는 실온의 93 용량%황산 (비중 1.83 g/ml) 600 ml (3.5의 주의 참조) 또는 85 용량%인산 (비중 1.69 g/ml) 750 ml 를 1 l로 묽힌 용액에서 양극 처리를 함으로서 여러가지 짐작물을 이로부터 박 리해 낼수가 있다.

양극처리시 알루미늄에는 산화피막이 형성되기 때문에 박리시에도 알루미늄에는 약간의 부식박에 는 일어나지 않는다. 이러한 박리작업 때문에 유발 된 산화피막은 접촉부위가 될 자력만은 뜨거운 가 성소오다 용액중에 잠시 침지하여 제거하거나 기계 적으로 제거해야만 한다.

인칭동으로 점점을 사용하였을때는 황산용액에 서 박리하는 것이 좋다.

16-3 크롬 또는 납 이외의 전기도금은 67 용 량%질산 (비중 1.40 g/ml) 500 ml 를 1 l로 묽힌 용액에 침지해서 화학적으로 박리해 낸다. 이 박리 처리는 산화피막을 형성하지 않기 때문에 또다른 화학처리를 하지 않아도 된다.

17. 수 세

17-1 도금과정에서 한단계가 끝날때마다 수세 를 잘해야 한다. 수세는 이상적으로 깨끗이 해야하 며 다음 단계의 용액에 오염을 방지하기 위해 철저 히 해야한다.

수세를 잘 하면서 최소한 물을 사용하기 위해 카 운터 플로우에 의한 침수세와 분부수세를 병행해 서 한다. 아연치환 침지액은 점점이 크기 때문에 아연치환 침지후의 수세 작업은 매우 중요하다.

정제이트액을 극미량이라도 모두 제거하기 위해

서는 이중 수세가 필요하다.

침지수세와 분부수세를 병용하는 것이 바람직하다. 침지수세는 두번째 침지수세조로 부터 물을 첫 번째 침지 수세조로 유출시키는 카운터플로우식이 아주 경제적이다.

부 속 서

X 1. 단조용 및 수물용 알루미늄 합금의 세정 및 표면 조정 처리의 요약

X 1-1. 처리방법 A

X 1-1-1. 세정 :

X 1-1-1-1. 증기탈지 또는 용제탈지

X 1-1-1-2. 알칼리탈지 및 수세

X 1-1-1-3. 산세에칭후 수세 (연마하지 않고 열처리한 합금)

X 1-1-2. 500ml 질산(비중 1.41 g/cm³)을 1ℓ 로 묽힌 용액에 산 침지

X 1-1-3. 수세

X 1-1-4. 아연치환침지 15~27℃에서 0.5~1분간

X 1-1-5. 이중수세 (침지수세 및 분부수세)

X 1-1-6. 전기도금

X 1-2. 처리방법 B

X 1-2-1. 세정 :

X 1-2-1-1. 증기 탈지 또는 용제탈지

X 1-2-1-2. 알칼리탈지 및 수세

X 1-2-1-3. 산세에칭후 수세 (연마하지 않고 열처리한 합금)

X 1-2-2. 산침지, 93%황산(비중 1.83 g/ml) 150ml을 1ℓ로 묽힌 용액중에 80℃에서 2~5분간 (주의 3.5항 참조)

X 1-2-3. 수세

X 1-2-4. 산침지 67%질산(비중 1.40 g/ml) 500ml을 1ℓ로 묽힌 용액중에 실온에서

X 1-2-5. 수세

X 1-2-6. 아연치환침지 15~27℃에서 0.5~1분간

X 1-2-7. 이중수세

X 1-2-8. 전기도금

X 1-3. 처리방법 C

X 1-3-1. 세정 :

X 1-3-1-1. 증기 탈지 또는 용제탈지

X 1-3-1-2. 약알칼리 탈지 및 수세

X 1-3-1-3. 산세에칭후 수세 (연마하지 않고 열처리한 합금)

X 1-3-2. 아연 치환 침지 15~20℃에서 0.5~1분간

X 1-3-3. 수세

X 1-3-4. 산침지 67%질산(비중 1.40 g/ml) 500ml을 1ℓ로 묽힌 용액중에 실온에서

X 1-3-5. 수세

X 1-3-6. 아연치환침지 16~20℃에서 0.5~1분간

X 1-3-7. 이중수세

X 1-3-8. 전기도금

X 1-4. 처리방법 D

X 1-4-1. 세정 :

X 1-4-1-1. 증기 탈지 또는 용제탈지

X 1-4-1-2. 약알칼리 탈지 및 수세

X 1-4-2. 혼산침지 67%질산(비중 1.40 g/ml) 750ml 와 48%불산(비중 1.16 g/ml) 250ml의 비율로 된 용액중에 실온에서 3~5초간

X 1-4-3. 수세

X 1-4-4. 아연치환침지 16~27℃에서 0.5~1분간

X 1-4-5. 이중수세

X 1-4-6. 전기도금

X 1-5. 기타 처리방법

X 1-5-1. 특수합금은 표X 1-1에 나타낸 방법대로 처리한다.

표X 1-1 세정 및 표면조정처리

UNS 명칭	ANSI H35 명칭	적정 처리
단조용 알루미늄 합금		
A 91350	1350	C, B
A 91100	1100	C, A, B
A 92014	2014	A, C, B
A 92017	2017	A, C, B
A 92024	2024	A, C, B
A 93003	3003	C, A, B
A 93004	3004	B, A, C
A 95005	5005	B, C
A 95052	5052	B, C
A 95357	5357	B, C
A 95457	5457	B, C
A 95657	5657	B, C
A 96061	6061	C, B
A 96101	6101	C, B
A 97075	7075	C, B

주물용 알루미늄 합금

A 04130	413.0	B. C
A 34430	C 443.0	D. C
A 02950	295.0	C. B. D
A 03190	319.0	D. C
A 13320	A 332.0	D. C
A 63320	356.1	D. C
A 03561	360.0	D. C
A 03600	380.0	D. C
A 03800	383.0	D. C
A 03830	384.0	D. C
A 03840	390.0	D. C

X 2. 알루미늄합금에 대한 세정액 및 표면조정액

X 2-1. 탄산염-인산염 탈지

탄산나트륨(탄산소다)	23 g/l
계 3인산나트륨(인산소다)	23 g/l
온 도	60~80°C
시 간	1~3분
용 기	철 재

X 2-2. 황산 산세

황산(H ₂ SO ₄ 93용량% 비중 1.83g/ml)	1.5 용량
물	8.5 용량
온 도	80°C
시 간	5분
용 기	철재에 남 라이닝한것

X 2-3. 질산 산세

공업용질산 67용량%(비중 1.4)	1 용량
물	1 용량
온 도	실 온
용 기	철재에 304L 316L 또는 347형 스테인레스강 라이닝한 것.

주X 2-1. 주의-배출개스의 독성이 크다. 배출기를 설치할 것.

X 2-4. 산세 예정

황산(비중 1.84g/cm ³)	100 ml
크롬산(CrO ₃)	35 g
물	1 l 까지
시 간	2~5분
온 도	70~80°C
용 기	남 라이닝 한것

주X 2-2 ; 주의-크롬산을 약 800ml의 물에 녹이고, 다음에 급히 교반하면서 황산을 가해야 한다. 용액이 상온으로 식은후, 1 l 로 희석한다. 배출개스는 유독하다.

X 2-5. 혼산 산세

공업용 질산 67용량%(비중 1.40 g/cm³)
3 용량

공업용 불산 48용량%(비중 1.16 g/ml)
1 용량

시 간 3~5 초

온 도 실 온

용 기 철재에 적당한 플라스틱 라이닝한 것. 또는 흑연벽돌 및 이틀 들은 병용한 것.

주 2-3. 주의-배출개스는 독성이 크다. 배출기를 사용할 것.

X 2-6. 표준 아연치환액

수산화나트륨(가성소다)	525 g/l
산화아연	100 g/l
시 간	0.5~1분
온 도	16~27°C
용 기	철 재

X 2-7. 개량된 아연치환액

X 2-7-1. 액 I

수산화나트륨(공업용 가성소다)	525 g/l
산화아연	100 g/l
결정형 염화제 2절	1.0 g/l
롯데염	10 g/l
시 간	0.5~1분
온 도	15~27°C
용 기	철 재

X 2-7-2 액 II

수산화나트륨(가성소다)	50 g/l
산화아연	5 g/l
롯데염	50 g/l
결정형 염화제 2절	2 g/l
질산나트륨(질산소다)	1 g/l
시 간	30 초 또는 그 이하
온 도	20~25°C
용 기	철 재

X 2-7-3. 액 III

수산화나트륨(가성소다)	120 g/l
산화아연	20 g/l

롯데염	50 g/l
결정염 염화제 2절	2 g/l
질산나트륨	1 g/l
시 간	30 초 또는 그 이하
온 도	20~25 °C
용 기	절 제

X 2-8. 알칼리 침지	
수산화나트륨(가성소다)	45 g/l
시 간	10 초
온 도	65 °C
용 기	절 제

주 X 2-4 : 주의 - 배출개스는 독성이 크다. 배출기를 설치할것.

질 의 응 답

㉠ 사제트유를 사용하여 상식 크롬도금을 하고 있으나 도금이 타는것이 생겨 곤란을 겪고 있다. 이를 방지하기 위해서는 어떠한 육관리를 하면 좋은가?

㉡ 전류밀도외에 도금이 타는 것과 관계가 있는 것은 ① 욕온 ② 황산의 함유량 ③ 불순물(3가 크롬, 철)의 3가지이다. 다음과 같은 점에 주의하여 육관리를 해야한다.

① 부수크롬산 250 g/l의 표준욕에서는 45~50 °C의 온도범위에서 고전류밀도부분의 평택범위가 넓어짐으로 이 온도를 유지시켜주면 타는일이 적게 된다.

② 일반적으로 황산의 함유량은 부수크롬산의 1%가 표준이 되어있으나 특히 튀어나온 형상의 물품을 도금할 경우에는 고전류밀도 부분이 타는것을 방지하기 위해 부수크롬산과 황산의 비율이 80:1 정도가 되도록 황산을 증가시켜 주는것이 좋다.

③ 3가 크롬(철불순물과의 합계량)이 허용량을 넘어버리면 광택범위가 좁아져 튀어나온 부분이 타버리게 된다. 또한 보조양극으로 철을 사용할 경우에는 철불순물이 증가하여 같은 결과를 일으키므로 이들 불순물의 관리를 충분히 해야한다.

㉢ 크롬도금욕중의 3가 크롬의 관리가 좀처럼 개선되는데로 되지않는다. 실제적인 관리요령을 알려줄 수 있는가?

㉣ 크롬도금욕중의 3가 크롬의 증감현상은 양극의 면적비율에 크게 관계된다. 일반적으로 양극 : 음극이 2:1일때 안정상태가 되나 실제 음극이 되는 물품의 형상이 변하기 때문에 그 표면적도 일정하지가 않아서 항상 2:1의 비율을 맞추기가 어렵다. 이 때문에 정기적으로 욕중의 3가 크롬분을 관리하는 것이 필요하게 된다. 현장적인 관리방법을 2, 3가지 들면 다음과 같다.

① 3가 크롬의 양을 증가할때는 음극(물품)의 표면적에 대한 양극의 표면적을 상대적으로 적게 하면 좋다. 양극을 1~2개 꺼내버리고 도금하거나 반대로 와형철판등을 사용하여 음극표면적을 크게 하여 공전해한다.

② 전해법을 사용하고 싶지 않을 때에는 3가 크롬분(예를 들어, 탄산크롬등)을 적당량 가해도 좋다.

③ 3가 크롬을 감소시키고 싶을때에는 양극의 표면적을 크게 하여 도금작업을 하면 좋다.