

사출물 도금 균일도 증대를 위한 도금조 차폐막 설계

제우성^{*} · 이종근^{*} · 조해용^{*} · 우창호^{**}

^{*}동명정보대학교 · ^{**}(주)대륙금속

The design of blackout curtain for increasing electroplating uniformity of injection molding products

Woo-seong Che^{*} · Jong-keun Lee^{*} · Hae-yong Jo^{*} · Chang-ho Woo^{**}

^{*}Dept. of Mechatronics Engineering, Tongmyong University of Information Technology

E-mail : wsche@tit.ac.kr

요 약

현재 조선, 자동차, 전자 산업에서 도금기술을 응용한 제품들이 개발되어 현장에서 적용되고 있다. 그리고 응용분야의 확대로 인하여 피도금물의 형상이 복잡해지고 있으며, 이에 따라 제조공정상에서 도금에서 발생하는 불량률이 증대되고 있다. 본 연구에서는 도금공정에 대하여 3차원 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 얻은 결과와 실험 도금조에서 실험한 결과를 비교분석함으로써, 도금에 미치는 기하학적 주요 인자를 추출하였다. 이러한 인자들을 바탕으로 피도금물에 도금되는 양이 3차원적으로 균일하게 되도록 설계 최적화에 관한 연구를 수행하였다.

ABSTRACT

Recently, in the area of shipbuilding, automobile and electronics, the products which electroplating was applied to are developed and put into practice in the field. The extension of the field of applications electroplated objects is to complex shape and thus the rate of faults in electroplating is being increased in the process of manufacture. On the subject of the plating process in this study, the geometric factor, which influenced electroplating, was extracted by doing a comparative analysis of the findings in the plating bath and the results of performing computer simulation of 3D. Considering these factors, the study on the optimization of designing was conducted to make the plating quantity of plated objects uniform in terms of 3D.

키워드

도금, 차폐막, 전산모의실험

I. 서 론

자동차의 고품격 및 고부가 가치의 외형 설계로 인해 라지에이터 그릴 형상과 치수가 다양해지고 있으며, 모양도 복잡해지고 있다. 라지에이터 그릴의 경우는 타 피도금제품에 비해 치수가 크고 형상이 복잡하여 도금이후 도금두께의 불균일로 인한 불량이 많이 발생하고 있다.

도금막의 두께는 전류 밀도에 비례한다. 전류 분포를 균일화하기 위한 방법으로는 보조 음극, 보조양극 사용과 전류 차폐판 설치를 이용하는

방식이 있다. 이 중 보조 음극의 사용은 모서리 등 특수 부위에만 사용가능하다.[1] 본 연구에서는 차폐막의 위치에 따른 차폐효과와 피도금물의 형상에 따른 차폐 효과를 3D 전산모의실험과 실험을 통하여 비교 검토하였다.

II. 양극 위치 변경

도금조 내에서 양극 위치 변화에 따른 도금력 위치별 전류량의 산포에 변화를 검증하기 위해

그림1)과 같은 실험을 하였다. 변경 전에는 양극과 각각의 도금랙이 일정한 거리를 유지하였으며 변경 후는 가운데 있는 3개의 양극을 도금랙 쪽으로 이동시킨 후 실험하였다.

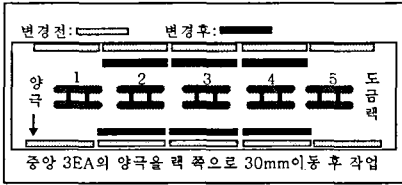


그림 1. 양극의 위치변경

양극의 위치 변화로 도금조 위치(좌, 우)별 전류의 산포 개선 가능성이 발견되었다. 그에 따라 양극판의 위치 배열의 최적화가 요구되었다.

그림2)는 양극의 위치 개선 전·후의 전류량 차이를 분석한 결과이다. 개선후의 전류량 차가 개선전보다 균일해진 것을 볼 수 있다.

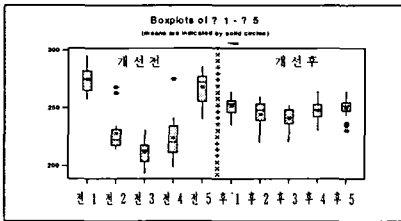


그림 2. 양극의 위치변경에 따른 전류량 차

III. 실험 도금조 개발

현장 도금조건 재현을 위하여 양극을 앞뒤로 배치하였다. 양극 지지대는 슬라이드 구조로 이동이 가능하도록 제작하였다. 그리고 도금조 하부에 온도 자동조절을 위해 별도 완충조를 두고 Heater를 설치하였다. 또한 내부 교반을 위하여 Air를 공급하였다. 음극에서 발생하는 수소 Gas를 제거하기 위해 음극방향으로 Air를 공급가능토록 하였고, Air는 정량 공급이 가능하도록 개별 계량기를 부착하였다. 동, 니켈, 크롬 등 각 도금조에 개별 정류기를 설치하였다.

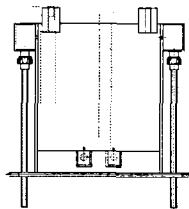
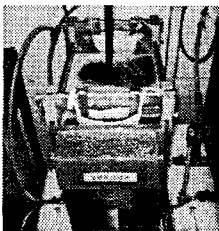


그림 3. 실험 도금조

음극시편의 위치가 변이 없도록 하기 위해 음극 부스바는 공용으로 사용토록 하였다. 모든 재질은 PVC 또는 PP로 하여 내식을 보완하였다. 동 도금조 1개, 니켈 도금조 3개, 크롬 도금조 1개, 예비 도금조 3개를 설치하여 동일종건의 시편을 제작이 가능하도록 하였다. 1개의 실험 도금조의 구성은 그림3)과 같다.

IV. 실험 및 3D 전산모의 실험

본 연구에서는 제작한 실험장치를 이용하여 실험을 수행하였으며, 벨기에의 Elsysca 社의 PlatingMaster를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 현재의 실 파일럿 도금조는 차폐판이 위치되어져 있다. 도금 해석시 사용된 파일럿 도금조의 구성은 실 모델을 해석 시에 필요한 정도로 간략화 하여 그림4)와 같이 구성하였다.

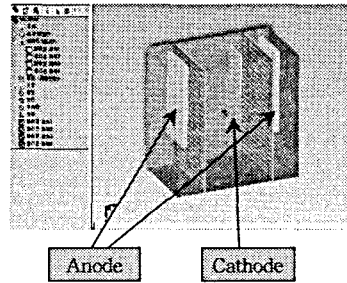


그림 4. 실험 도금조 Modeling

도금 두께에 영향을 주는 주요 인자를 확인하기 위하여 차폐판의 위치 변경 및 차폐판의 추가 설치에 따른 전산모의 실험을 하였다. 저 전류밀도 부위에 전류차폐판을 설치하여 전류 분포를 균일화하는 것은 곤란하다. 고전류 밀도 부위에 전류차폐판을 설치하여 전류분포를 균일화 할 수 있다.[2] 차폐판은 고 전류밀도 부위의 아래쪽 Edge부분과 시편의 양쪽 Edge부분에 설치하여 시뮬레이션하였다.

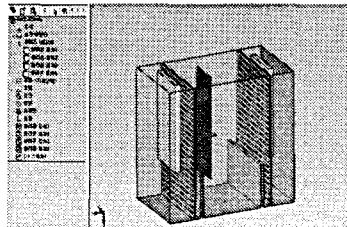


그림 5. 차폐판이 추가된 경우

전산모의 실험 조건은 1~5차 실험도금조의 실험 조건과 동일한 조건으로 하였다. 1~5차 실험의

조건 변수는 전압, Planting Time, 정전류, 정전압 등이 있다. 차폐판 추가와 라운딩 실험의 조건은 황산동 도금, 전압 5V, Planting Time 은 54분 30 초로 두고 실험을 하였다.

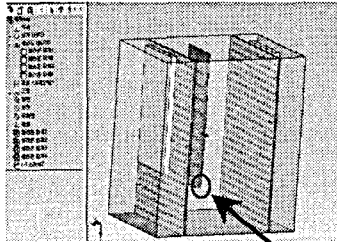


그림 6. 코너에 Rounding을 한 경우

V. 실험결과 및 분석

1~5차의 실험데이터들 중 5차 실험의 결과와 전산모의실험 결과는 그림8)과 같다.

그림 7)은 실험결과와 전산모의실험 결과를 비교하기 위해 수집된 Data의 측정 위치다. 1~5차 실험중 1~5차 황산동도금의 두께 측정 결과와 4~5차 크롬 도금 결과를 전산모의실험 하여 비교하였다. 황산동도금의 경우 실험 데이터와 전산모의실험결과가 근접함을 그림8)에서 볼 수 있다.

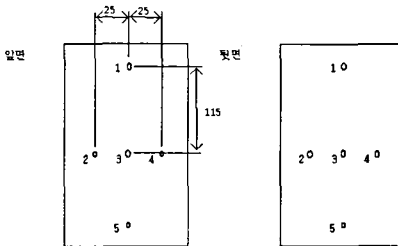


그림 7. Data측정 위치

실험결과와 정확히 일치하지는 않지만 시뮬레이션의 결과를 설계에 이용 가능함을 확인할 수 있었다.

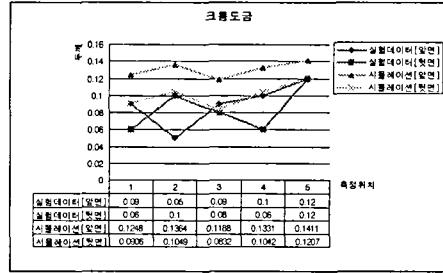
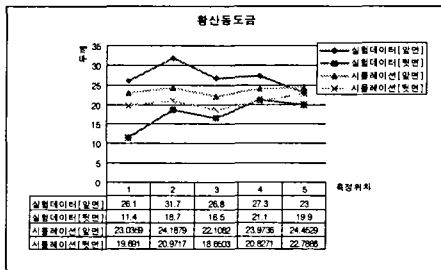


그림 8. 5차 실험데이터 결과(단위 μm)

그림9)는 차폐판 추가와 이동시에 수집된 Data의 측정 위치이다.

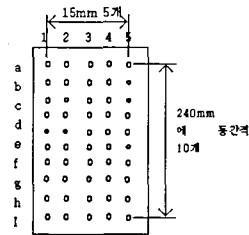


그림 9. Data측정 위치

그림 10)은 기존 차폐판의 위치를 5mm, 30mm 차폐판에서 안쪽으로 이동시켜가면서 전산모의실험한 결과이다. 기존 차폐판의 경우 전체 차폐면에 Hole이 고르게 뚫려있다. 이러한 경우 차폐의 효과는 있으나 두께를 고르게 하는 효과는 기대할 수 없음을 볼 수 있다. 전류차폐판을 사용할 때는 전류를 차폐하고자 하는 부위(고전류밀도부위)에 될 수록 접근 배치하는 것이 효과가 크다.[1]

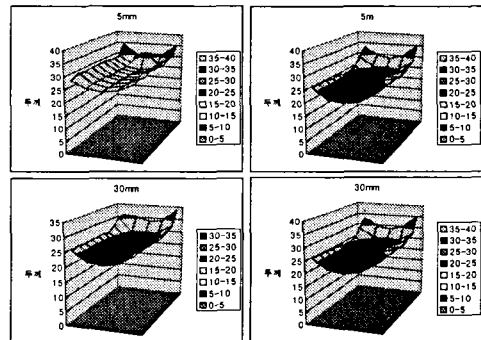


그림 10. 기존 차폐판의 위치 이동

그림 11)은 기존 차폐판에서 시편 쪽(가로 10mm, 세로 240mm, 기존 차폐판에서의 위치 15mm)에 새로운 차폐판을 두고 실험한 결과이다.

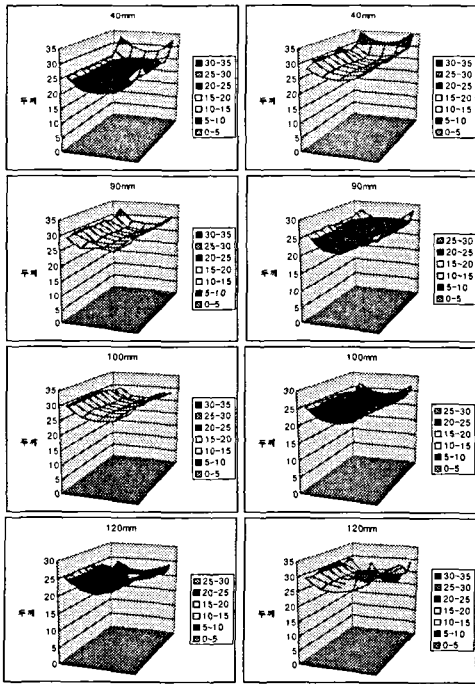


그림 11. 차폐판의 크기에 따른 실험

차폐판의 크기를 40mm, 90mm, 100mm, 120mm로 바꾸어 실험하였다. 시편의 바닥에서부터 높이는 90mm이다. 차폐판의 크기가 도금 균일도에 영향을 미치는 것을 볼 수 있다. 차폐판의 크기가 시편의 크기를 10mm정도 덮은 경우의 데이터가 두께 편차가 가장 작다.

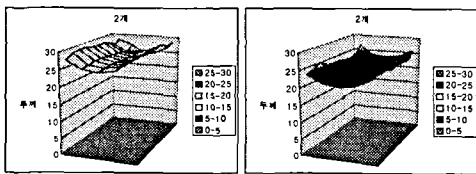


그림 12. 기존 차폐판의 위치 이동

그림12)는 차폐판을 기존 차폐판에서 시편 쪽 (가로 10mm, 세로 240mm, 높이 100mm, 기존 차폐판에서의 위치 15mm)(가로 10mm, 세로 60mm, 높이 360mm, 기존 차폐판에서의 위치 70mm)에 두께를 위치시키고 전산모의실험 한 결과이다. 한 개를 위치했을 때 보다 균일도가 증가한 것을 볼 수 있다.

그림13)은 시편의 Edge부분 라운딩을 바꾸어가며 실험한 결과이다. 라운딩이 클수록 최고두께가 감소함을 볼 수 있다.

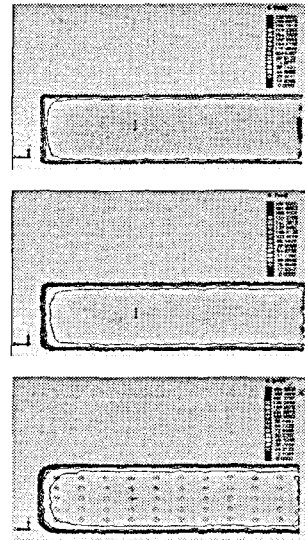


그림 13. 기존 차폐판의 위치 이동

VI. 결론

차폐막의 간단한 기하학적 위치 및 형상을 변화시키면서 실험과 시뮬레이션을 수행하였다. 결과를 검토해 보면, 공정변수를 고려한 차폐막의 최적 설계는 복잡한 형상의 피도금물도금의 두께를 전체적으로 균일해지게 할 수 있음을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 과제는 부산 테크노 파크에서 시행한 BTP 산학연구개발사업의 기술개발결과입니다.

참고문헌

- [1] 여운관, "크롬 도금에서 전류 분포 균일화에 관한 연구", 홍익대학교 산업기술, vol7, pp. 619-626, 1997
- [2] 여운관, "Hull Cell에서 전류분포의 균일화에 관한 연구", 한국표면공학회지, Vol.27 .No6, pp. 340-346, 1994
- [3] 권호영, "금속표면 처리공학개론", 골드, 2004