

스크린 인쇄와 전해 도금의 응용에 관한 연구

강 봉 근

부산정보대학 산업디자인계열 미디어인쇄전공
(2000년 7월 22일 접수, 2000년 8월 19일 최종수정본 접수)

A Study on Applying an Electrolytic Plating to a Screen Printing

Bong-Geun Kang

Course of Media Printing, Group Dept. of Industrial Design,
Pusan College of Information Technology,
Pusan 616-737, Korea.

(Received 22 July 2000, in final form 19 August 2000)

Abstract

Enhanced the value of badge goods with the gold plating of emblem, sports pictogram, mascot in 2002 Asian Game and World Cup, applying the plating and coating technique to screen printing. In addition, tourist and characteristic goods were of great value and image of visual communication displayed outside.

After the screen printing in the surface of stainless steel, it obtained the plate coloring of beautiful a black glossy with a black Ru plating. At the identical surface, it did that the electrodeposition coating process in order to making a conductor state of image areas and a nonconductor state of nonimage areas. After the electrodeposition process, it removed the printing ink of image areas with solvent. A manufacturing process completed with copper, nickel and gold plating at bared metal surface.

1. 서 론

스크린 인쇄는 형지 인쇄의 한 종류로써 초기에는 비단이 스크린으로 사용되었으나 최근에는 나일론, 폴리에스테르, 스텐레스 스틸 등을 이용한 인쇄법이 개발되고 있으며, 볼록판, 오목판, 평판 등의 방식으로 인쇄가 곤란한 경우에도 쉽게 인쇄할 수 있는 것으로써 그 용도가 매우 넓다. 옥외 전시물, 포스터, 스티커, 장식, 도로 표식, 현수막, 도자기, 유리, 플라스틱, 금속 등의 상업 미술과 프린트 배선, 콘텐츠, 저항체, 명판, 계기 눈금판, 후막 IC 등의 공업재에 널리 쓰이고 있다.¹⁾

이러한 다기능성에서 인쇄 공업이 경험적으로 처리된다는 현실은 매우 중요하게 인식되어야 한다. 제판 과정에서 최종 단계에 이르기까지 기본적인 프로세스가 이루어진다면 인쇄 공업의 영역이 더욱 확대되고 부가가치가 높은 분야를 개발할 수 있을 것이다. 스크린 인쇄의 원리는 간단하나 그 결과로 미치는 원인의 수는 적지 않으며 이러한 원인들을 관찰하면 적용 범위가 산업 전반으로 확대되어 질 것이다.

스크린 인쇄의 제판과 인쇄 기법을 도금 및 도장 기술과 응용하여 다가오는 아시안게임과 월드컵에서 시각 커뮤니케이션의 이미지를 대 내외에 표출할 수 있는 휘장품을 금으로 도금함으로써 부가가치를 높일 필요성이 있으며, 아울러 관광 상품과 악세사리류, 완구류, 캐릭터 상품 등에 대해서도 응용할 필요성이 있다.

스크린 인쇄 공정을 위해 부산 아시안 경기 대회 이미지 표준화 규정집을 원고로 사용하여 리스필름과 스크린 인쇄판을 제작하였으며, 피인쇄체로는 산화물이나 유지 등의 오염물을 용제등으로 깨끗이 전처리한 경질의 스텐레스 스틸을 사용하였다. 피인쇄체에 이미지를 스크린 인쇄하여 화선부(image area)의 금도금에 의한 제품의 고급화와 고부가가치를 달성한다.

본 연구를 수행함에 있어서 미려한 흑색 광택의 도금 색조를 얻기 위하여 흑 루테늄 도금액으로 도금하고 스텐레스 스틸의 동일 표면상에서 인쇄잉크와 금속의 도금 부분을 분리하기 위하여 전착 도장을 시켰다. 전착 도장 공정으로 인쇄잉크가 묻혀져 있는 화선부에는 전류가 흐르게 되며, 비화선부(nonimage area)에는 전류가 통하지 않게 된다. 전착 공정을 거친 후 전해 도금을 위하여 화선부의 인쇄잉크를 용제로 용해시켜 화선부의 금속 면이 드러나도록 하고 전해 도금을 실시하였다. 이때 전해 도금은 구리 도금과 니켈도금 그리고 금도금의 순으로 실시하였다.^{2,3)}

인쇄잉크와 도금액 상호간의 용해 관계는 도금액에 인쇄잉크가 영향을 받지 않는 지류 잉크를 선택하였으며, 스텐레스 스틸의 금속 소지 면에 부도체를 형성시키는 전착액은 아크릴계 수성도료를 사용하였다. 한편, Butyl Sellosolve 용제^{4,5)}는 전착 막에 영향을 미치지 않으면서 지류 잉크를 용해하였으며, 도금과 도장을 위한 전기적인 장치를 setting하였다.⁶⁾ 연구의 결과는 개발 시제품의 제조 공정도를 작성하여 나타내었다.

2. 실 험

2. 1 스크린 인쇄 실험

두께 3mm의 경질 스테레스 스틸을 크기별로 절단, 연마하여 피인쇄체로 준비하였다. 스크린 인쇄 제판을 위해 부산 아시아 경기 대회 조직 위원회에서 발행한 이미지 표준화 규정집의 Emblem Design과 Mascot Design 그리고 Sports Picotogram을 원고로 사용하여 망점 100선과 120선의 Negative 및 Positive Lith Film을 각각 제작하였다.

스크린 인쇄판은 망사 250 및 300mesh의 테트론 재질을 사용하였으며, 사용한 유제는 Sericol사의 Dirasol로써 망사의 안쪽에서 3회, 바깥쪽에서 5회를 도포하였다. 1회 도포 후 20분 건조, 2회 도포 후부터는 10분간씩 건조시켰다. UV 노광기로 Negative 및 Positive Lith Film을 스크린 인쇄에 밀착시켜 250초 빛쬐한 후, 물로써 수세, 건조, 수정하여 스크린 인쇄를 제작하였다.

한편, 피인쇄체는 도금 공정 상의 도금액과 소지 면과의 밀착을 원활히 하기 위하여 C-4000 탈지액으로 탈지하여 활성화시킨 후, 스크린 인쇄를 준비하였다. 스크린 인쇄의 인쇄잉크는 내산성의 흑색 지류 잉크를 사용하였으며, 수동 스크린 인쇄기에 피인쇄체를 놓고 Negative 스크린 인쇄와 밀착하여 스퀴지로 인쇄, 건조하였다.

2. 2 도금 실험

피인쇄체의 비화선부에 미려한 흑색 광택의 도금 색조를 얻기 위하여, 흑 루테늄 AQ-Ru 도금액으로 55℃에서 15분간 교반으로 도금하였다. 도금조의 양극은 백금으로 도금된 티타늄을 양극으로 사용하였으며, 중앙의 음극인 피인쇄체를 양면으로 도금하여 광택을 주었다.

전착 도장 공정은 전착 도료와 증류수를 1:1 비율로 혼합하여 제조하였으며 전착을 하기 전에 지속적으로 액을 교반시켰다. 양극인 피인쇄체를 중앙에 걸고 양쪽에 음극의 스테레스 스틸을 걸어 피인쇄체의 양면을 30℃에서 25~30초 정도 실시하여 전착시켰다. 전착 후 150℃에서 10분 이상 열풍 건조를 시키고 표면이 끈적거리지 않도록 충분히 냉각시켰다.

Butyl Cellosolve 용제를 사용하여 인쇄잉크를 용해시킨 후, 구리 도금, 니켈도금, 금도금을 행하였으며, 전해 도금의 실험 장치는 그림 1과 같다.

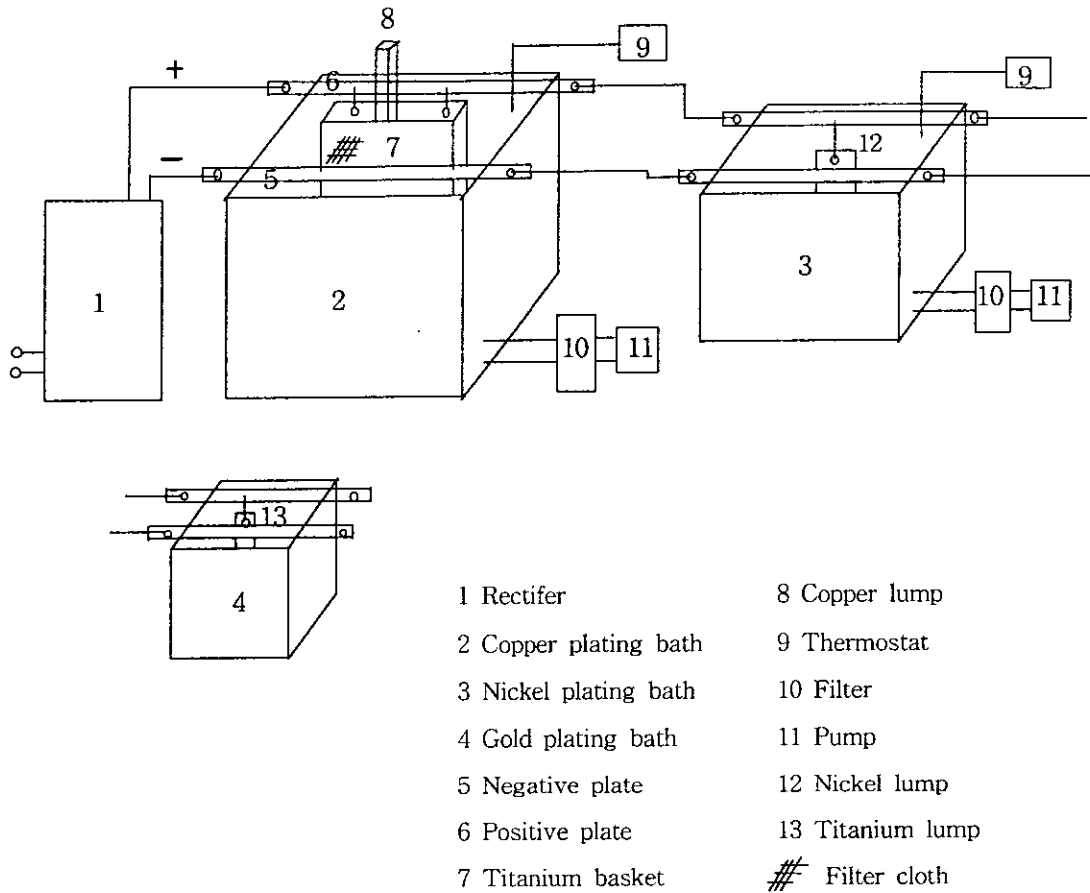


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus for plating bath

구리 도금은 황산구리 도금액으로 CuSO_4 250g/l, H_2SO_4 40g/l, UBAC 3ml/l를 60l 조제하여 도금액으로 사용하였으며, 상온에서 10분 정도 도금하였다. 양극의 구리 덩어리는 부직포로 둘러싼 티타늄의 바스켓 속에 넣고 구리 전류 대에 연결시켰다. 도금 후 수세하여 니켈도금을 하였으며 이때 도금액은 NiSO_4 250g/l, NiCl_2 40g/l, H_3BO_4 40g/l, Ni 55(광택용) 1ml/l, Ni 55M(건육용) 10ml/l를 35l 조제하여 사용하였다. 55℃에서 5분간 도금을 실시하되 온도가 상승하면 액이 분해하므로 주의해야 한다. 양극은 니켈 덩어리를 두꺼운 화선지로 싸서 전류 대에 연결시켰다. 도금 후 수세하여 금도금을 실시하였다. 도금액으로는 $\text{KAu}(\text{CN})_2$ 8g/l, KH_2PO_4 50g/l, EDTA-2Na 10g/l를 2l 조제하였으며, 50℃에서 10초 이상 도금하여 1μm이상의 두께가 되도록 하였다. 양극은 티타늄을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 스크린 인쇄 제작 및 인쇄

스크린 인쇄는 Table 1에 나타난 기구와 재료를 사용하여 제작하였으며, 인쇄는 수동식 평면 인쇄기를 사용하였다.

Table 1. The instrument and materials of screen printing plates.

type	contents	materials · composition	remark
copy	Emblem, Mascot, Sports Pictogram		The 14th Asian Games Pusan. Visual Identification Standards
film	lith film	polyester	positive, negative type
screen printing plates	screen fabric	polyester fabric (250, 300mesh)	alkali cleansing
	sensitizing solution	Dirasol	hardening by lights
	coating	squeeze	an angle of 30 degrees. 8th. dark room
	dry	dryer	10-minutes intervals
exposure machine	contact		The contact of sensitizing side at film and screen printing plates.
	exposure	vacuum printer	UV lamp. 350sec
	development	distilled water	non-printing area : Screen fabric is blocked. hardening. printing area : Screen ink goes through the screen fabric. soluble.
screen printing	printing ink	silk screen black ink	easy soluble at plating course
	printing	screen printing machine	

스크린 인쇄 제판 시에 사용한 Dirasol 감광액은 광 경화된 피막이 견고하여 스쿠지의 마찰과 압력에 충분히 견디었으며, 스크린 망사에도 접착성이 양호하였다. 인쇄잉크와 용제에도 내구성이 있고 화선이 선명하게 현상되어 온도와 습기 등에 안전하였으며, 수축이 발생하지 않았다. 스크린 인쇄에 사용한 인쇄잉크는 후공정인 흑 루테늄 착색 도금과 전착 도장 공정에서 각종 도금액과 용제에 영향을 받지 않아야 하며, 전해 도금을 위한 인쇄잉크 제거 시 용제에 제거될 수 있는 성질의 것이 필요하였다. 이에 본 실험에서는 여러 종류의 스크린 인쇄 적용시켰으나, 본 연구에 부합되는 것은

내산성의 지류 잉크가 가장 적합하였다. 지류 잉크는 활성화 및 흑 루테늄 착색 공정에서 영향을 받지 않았으며, 전착 공정의 150℃ 열풍 건조에서 변색으로 접착성이 약화되어 48시간 이상 경과 후 용제에 의한 제거가 용이하였다. 또한 인쇄판 투과 시 압출성과 피인쇄물 부착성도 양호하였다. 한편, 제작한 스크린 인쇄판은 그림 2와 같다.



Fig. 2. The manufactured screen printing plate.

3. 2 도금조 제작 및 도금

피인쇄체의 활성화와 도금을 위해 도금조를 제작하였으며, 각 도금의 조건과 내용은 Table 2와 같다.

Table 2. The content and conditions of various plating bath.

type	electrolytic solution	pH	anode	cathode	current (v)	temperature (°C)	time	remark
activation	NiCl ₂ 240g/ℓ HCl 80g	1.2	stainless steel	stainless steel	1.8~2.0	25	10~12sec	· smooth adhesion
coloring	Ru 3g/ℓ, AQ-1 15ml/ℓ, AQ-2 100g/ℓ AQ-3 10g/ℓ	2.5	stainless steel	stainless steel	5~6	50~60	15min	· It has a fine tone of color · coloring on both sides of the stainless steel
electrode position painting	water paint 1ℓ	6.2	stainless steel	stainless steel	35~40	30	25~30sec	· continuous agitation · confirmation of a nonconductor state · 150°C. more than 10-minute. a hot-air drier · A distance of electrode is 30 centimeter or more · electrodeposition on both sides of the stainless steel
copper plating	CuSO ₄ 250g/ℓ H ₂ SO ₄ 40g/ℓ UBAC 3ml/ℓ	1.8	copper	stainless steel	1.8~2.0	45~50	10min	· It is impregnated with a lump of copper in titanium baskets. · 60ℓ manufacturing
nickel plating	NiSO ₄ 250g/ℓ NiCl ₂ 40g/ℓ H ₃ BO ₄ 40g/ℓ Ni55 1ml/ℓ Ni55M 10ml/ℓ	4.5	nickel	stainless steel	1.8~2.0	50~55	5min	· a lump of nickel wrap with a chinese drawing paper · The current maintains 0.1v in order to remove impurities after experiment. · care of reagent decomposition · 35ℓ manufacturing
gold plating	KAu(CN) ₂ 8g/ℓ, KH ₂ PO ₄ 50g/ℓ, EDTA-2Na 10g/ℓ	7.0	titanium	stainless steel	4~5	50	10sec	· plating without agitation · It adds KAu(CN) ₂ by 2g/ℓ that plating solution is insufficient.

루테늄의 흑 착색 도금으로 피인쇄체의 비화선부에 미려한 흑색 광택을 주었으며, 음극의 피인쇄체는 전류의 연결 부분을 고정시켜 고르게 도금을 하고 양극의 티타늄은 도금액에 부식하므로 도금 후에 증류수에 담구어 사용하였다.

화선부는 도금이 가능한 도체 상태로 만들고 비화선부는 도금이 되지 않는 부도체로 만들기 위해 전착 도장을 행하였으며, 전착액은 일정한 교반과 온도를 유지시켜 용액이 응집되지 않도록 하였다. 전착 공정은 양극인 피인쇄체를 중앙에 고정시키고 양쪽에 음극의 스테인레스 스틸을 걸어 피인쇄체의 양면을 전착 도장하였다. 전착 후 150°C에서 20분 이상 열풍 건조시켜 피인쇄체의 가장자리가 끈적거리지 않을 때까지 충분히 냉각하고, 냉각 후 피인쇄체 표면의 전착 막이 형성되기까지 48시간 이상 충분히 자연 건조를 시켰다. 전착 공정에서 화선부의 인쇄잉크는 전착 도료에 영향을 받지 않았으며, 전압 테스트 기로 비화선부의 완전한 부도체 상태를 확인하였다.

화선부의 도금을 위한 인쇄잉크 용해 공정에서 석유, 알콜, BTX 등의 용제는 전착 막에 영향을 주었

으나, Butyl Cellosolve 용제는 전착 막에 영향을 미치지 않고 인쇄잉크만 용해시켜 화선부의 금속 면이 노출되었으며, 전압 테스트 기로 화선부의 도체 상태와 비화선부의 부도체 상태를 각각 확인하였다.

피인쇄체의 금속 면이 드러난 화선부를 구리 및 니켈 도금하였다. 구리 도금은 1.8V 이하의 전류를 10분간 흐르게 하여 도금 막의 접착을 강하게 하였으며, 니켈도금은 온도 상승에 따른 시약 분해에 유의하여 약 전류에서 고광택의 도금 막을 형성시켰다. 금도금은 상품의 부가가치를 높이고 제품의 생산 원가에 직접적인 영향을 미치므로 도금 막의 두께를 1 μ m 이하로 하였으며, 금 도금액은 도금 부족 시 KAu(CN)₂를 2g/l씩 첨가하여 보충해 주었다.

3. 3 제조 공정도

본 연구의 제조 공정도는 그림 3과 같다.

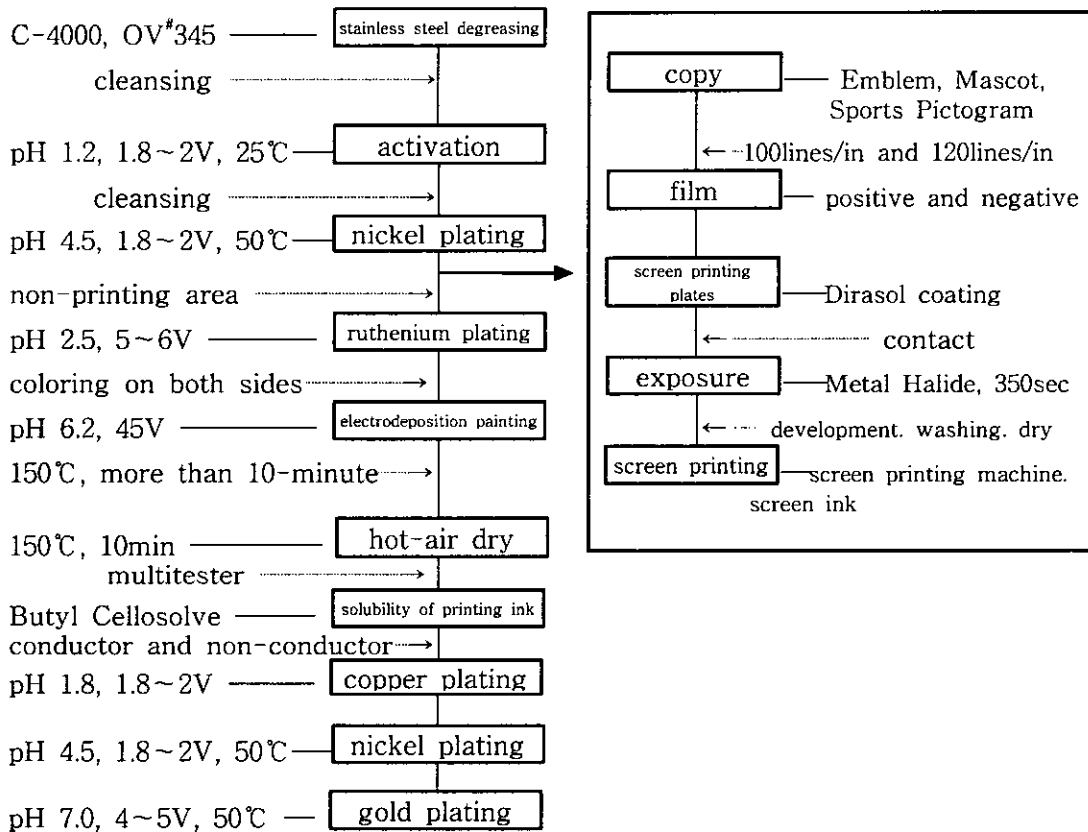


Fig. 3 The flowchart of manufactured goods process.

4. 결 론

스크린 인쇄에 전해 도금을 응용하여 인쇄잉크에 미치는 도금액의 영향과 인쇄잉크의 용해, 피인쇄체의 동일 표면상에 도체와 부도체를 형성하는 전착 공정과 전해 도금 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 내산성의 지류 잉크는 흑 루테늄 착색 도금액과 전착 도료에 영향을 주지 않았으며, 전해 도금에 적합하였다.
- 2) 전착 공정 후에 48시간 이상 자연 건조를 시킨 다음, butyl cellosolve 용제로 화선부의 인쇄잉크를 제거하였으며, 용제는 착색과 전착의 피막에 영향을 미치지 않았다.
- 3) 금속 면이 드러난 화선부의 이미지를 구리 도금과 니켈도금, 금도금으로 가치를 높이고 제조 공정도를 작성하였다.

참 고 문 헌

1. 能登廣道, “新Screen印刷技術全集 第3卷”, Serigraph. com.(1990).
2. 염희택, 이주성, “도금 표면처리”, 문운당(1999).
3. 박춘건, 신학기, 이진국, 김종현, “화공재료”, 문운당(1995).
4. E. W. Flick, “Industrial Solvent Handbook”, 4th ed., Noyes Data Corp., 52(1991).
5. 김재해 외 6인, 한국인쇄학회지, Vol. 15, No. 2(1997).
6. 한경희, 김용주, 이승환, “전력전자 기초와 응용”, 형설출판사(1993).