

스크린 인쇄 특징 및 전망

About Screen Printing

남수용 / 부경대학교 화상정보공학부 부교수

1. 개요

인쇄는 볼록판(凸版)·오목판(凹版), 평판(平版)으로 3판 방식이 주류이지만 제4방식으로서 스크린(網紗또는 沙)판에 의한 인쇄가 최근 특히 중요시되고 있다.

스크린 인쇄판은 등사판과 마찬가지로 공판(孔版)의 일종이다.

볼록판, 평판, 오목판의 경우, 판의 화선부 위에 잉크를 묻쳐서 피인쇄체에 전이시키는 방식이지만 스크린 인쇄의 경우에는 판의 화선부

구멍을 통해서 피 인쇄체에 전이시키는 방식이다. 따라서 사용할 수 있는 잉크의 종류도 많고 피인쇄체도 종이 뿐만아니라 유리, 금속, 플라스틱, 목재 등 상당히 광범위하다.

최근에는 멀티미디어시대를 맞이하여 전자디스플레이 패널제작에 스크린인쇄법이 많이 활용되고 있다.

스크린 인쇄에 사용되는 스크린(망사)에는 나일론 스크린, 폴리에스테르 스크린, 스텐인레스 스크린, 특수 스크린이 있다.

일반적인 스크린 인쇄에는 주로 폴리에스테르

[표 1] 감광성 유제의 종류

종류	광반응	액상 안정성	도포건조후 안정성
중크롬산염 + PVA	6가크롬(Cr ⁶⁺)의 공해문제로 사용이 제한	점도저하	암반응 2~3시간(실온)
디아조수지 + PVA	디아조수지의 광가교반응 (흡광최대 파장 375nm)	점도증가(암반응) 15~20일(상온)	암반응 10~15일(상온)
광중합계(모노머첨가)	아크릴레이트 모노머의 광중합가교 반응	조성에 따라 차이가 크고, 장기간 안정성이 있음	암반응이 없음 6개월이상 가능
SBQ·PVA계	스틸렌피리듐의 이량화 가교 반응 (최대흡광 파장 340nm)	상당히 안정함	상당히 안정함 6개월 이상 가능

스크린이 사용되지만 정밀인쇄에는 스텐인레스 스크린 또는 특수 스크린이 사용된다. 이외에도 고정밀도를 요구하는 인쇄에는 금속판을 레이저로 조각한 메탈마스크, 컴비네이션 스크린 등이 사용된다.

스크린 인쇄 제판법에는 직접 감광제판법, 간접 감광제판법, 직간 감광제판법이 있다.

일반적으로 스크린 인쇄에서는 주로 직접 감광제판법이 사용되지만, 특별한 평활도가 요구될 경우에는 직간 감광제판법도 사용된다. 감광유제의 종류에는 [표 1]과 같다.

최근에는 전자디스플레이 패널의 소형화, 고기능화, 고부가가치화에 따라서 사용되는 재료

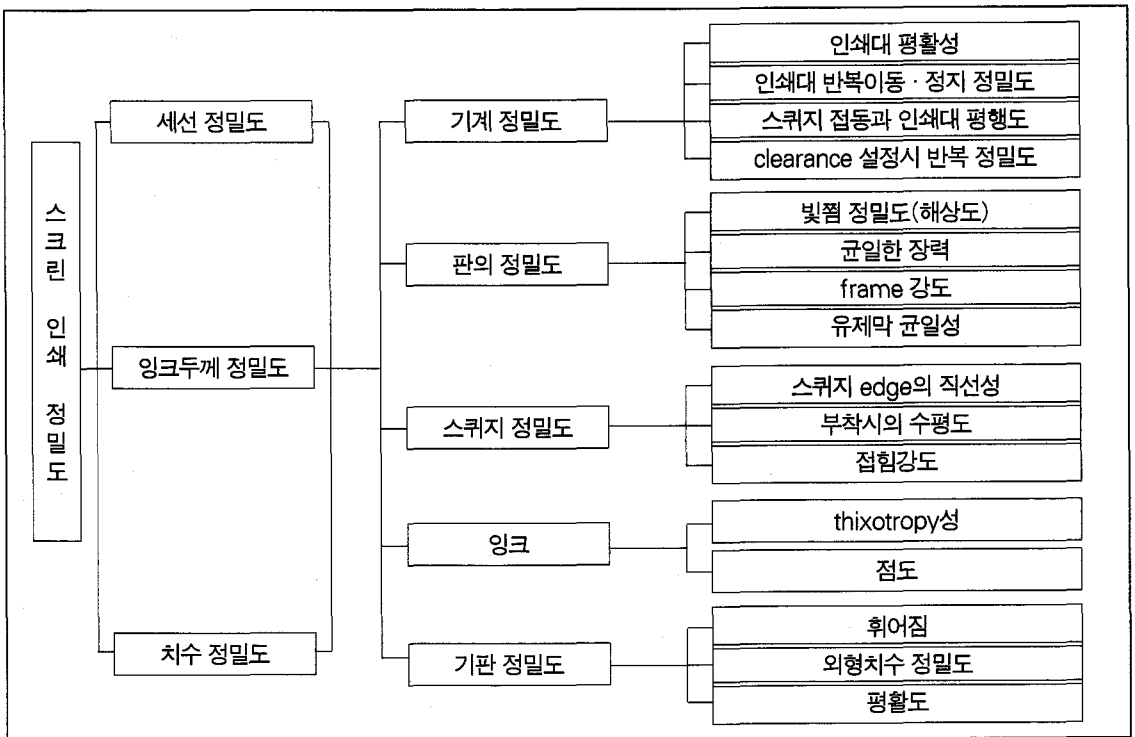
에 요구되는 특성도 다양화되고 있다. 따라서 제조비용을 가장 저렴하게 기능성 미세패턴을 형성시키기 위해서는 정밀 스크린 인쇄가 요구되고 있기 때문에 망사, 제판, 잉크 이 3요소가 최적 조건으로 설정되는 것이 가장 중요하다.

스크린 인쇄에 있어서 인쇄정밀도는 다음과 같다. 인쇄정밀도는 [표 2]와 같다.

2. 스크린 인쇄의 특징

스크린 인쇄는 첫째, 잉크의 종류가 상당히 다양하다. 전용 스크린 인쇄 잉크로서 종이용, 유리용, 플라스틱용, 금속용 등 여러 가지 잉크가

[표 2] 스크린 인쇄에 의한 인쇄정밀도



제작되고 있다. 또한 칠기인쇄(漆器印刷)에 사용되는 칠액(漆液, 옷액)과 같이 인쇄잉크 뿐만 아니라 잉크상태와 같은 것이라면 인쇄가 가능하다.

최근에는 전자디스플레이 패널제작에 사용되는 형광체, 세라믹, SiO₂, ITO, CNT, Ag, Au, 등과 같은 기능성 분말을 수지(binder)에 혼합하여 잉크(paste)화한 것도 사용되고 있다.

둘째, 여러가지 형상(形狀)를 가진 물체에 인쇄가 가능하다.

피인쇄체로서는 필름에서 성형품까지 그 두께, 크기 및 평면이든 곡면이든 대부분의 형상에 인쇄할 수 있다.

마지막으로 인쇄되어진 잉크피막이 두껍다.

잉크의 두께는 일반적으로 3~200 μ m이며, 평판(오프셋)인쇄 등의 5~10배 정도이다. 따라서 내후성이나 내약품성이 우수한 피막을 얻을 수 있으며 또한 그 색채는 선명하다.

3. 스크린 인쇄의 국내·외 현황

IT시대에 가장 적합한 스크린 인쇄는 고부가 가치를 창출할 수 있는 인쇄법이지만 국내에서 그 활용범위는 기존의 상업제품, 생활용품, 일부 공업제품에 국한되어 있다.

IT산업과 충분히 접목시켜 발전하지 못하고 있는 것이 현실이다.

스크린 인쇄의 무한한 가능성을 아직 발견하지 못하고 있다고 할 수 있다. 한편으로 기존 스크린 인쇄법으로 하던 것이 다른 인쇄법으로 대체되어 스크린 인쇄법의 활용범위가 좁아지고 있는 분야도 있다.

그러나 해외(특히 일본)에서는 IT산업 및 NT 산업과 더불어 스크린 인쇄의 활용범위가 점점 확대되어 가고 있다.

특히 전자디스플레이 패널제작에 스크린 인쇄를 많이 적용시키고 있다.

즉 기능성 고정세 패턴을 스크린 인쇄기법으로 제작하기 위해서 잉크(paste), 제판, 인쇄기계에 대해서 연구개발이 활발하게 진행되고 있다.

여기서 고정세 스크린 인쇄에 대해서 간단하게 설명하겠다.

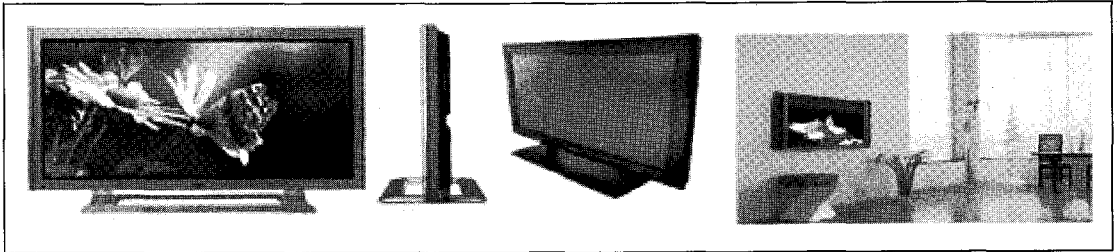
스크린 인쇄는 미세패턴을 직접 필요한 부분에 필요한 만큼 제작할 수 있기 때문에 생산가격이 저렴하고, 생산성이 우수하지만 인쇄 재현성 정밀도가 떨어진다.

그 요인에는 숙련된 기술자의 직감적인 면에 의한 것이 큰 문제이므로 과학적으로, 화학적으로 그 부분을 해석하여 적정한 인쇄조건을 수치화하는 연구와 생산에 대응하는 인쇄기술 개발이 필요하다.

스크린 인쇄를 전자부품 제조 프로세스에 사용되는 경우에는 인쇄판의 패턴 정밀도, 텐션 강도, 위치 정밀도, 페이스트 특성, 페이스트 점도, 공급량, 인쇄처방 조건, 막두께, 형태, 정밀도, 정밀상태 등의 데이터가 축적되고 있다. 이와 같은 데이터를 이용하여 고정밀도로 인쇄재현 가능한 시스템을 대량생산에 도입할 수 있다.

수치관리가 가능한 기술에 적당한 인쇄기에는 스키지 압력 밸런스 컨트롤 시스템, 기판과 스크린판 사이를 CCD 카메라가 이동하여 정확한 위치 조정과 반복조정 정밀도를 제어하는 기구, 인쇄면의 상태를 검출하여 정보를 피드백해서 인

(그림 1) 벽걸이 TV(PDP)



쇄상태를 조정하는 제어기구 장치, 페이스트 자동 공급장치, 인쇄판 클리닝 장치 등 부대기능 장치에 의해 인쇄상태를 종합적으로 항상 분석하여 자기수정 시스템으로 컨트롤된 최적 인쇄를 유지하는 기능이 표준장비이다.

벽걸이 TV로서 주목받고 있는 플라즈마 디스플레이 패널(PDP) 제조프로세스에도 스크린 인쇄가 사용되고 있다.

여기에 사용되고 있는 대형 스크린 인쇄기의 초기 형태는 종래의 기계적 기구 구조를 모방한 대형 스크린 인쇄기이므로, 기계적 정밀도를 개량해도 스크린 인쇄의 약점을 개선한 기능 기구에는 이르지 못했다.

즉, PDP 제조 프로세스에 있어서 피막 두께의 불균일성, 치수정밀도의 불안정, 적층형성의 불균일성 등의 문제가 남아 있으므로 조기개선 대책이 필요하다.

이것은 단지 개량이나 개선으로 해결될 수 있는 것이 아니라 스크린 인쇄의 기술적 진보에 대응한 새로운 기본적 발상이 새로운 기구 및 기능을 가진 반도체 성막 장치와 같은 레벨의 장치 및 정밀도가 요구된다.

스크린 인쇄 기계 구조에 손 감각과 두뇌적인 기능을 부여한 장치 기구 기능을 가지고 스크린

인쇄에 필요한 수치관리가 가능하면 기술적 기능을 가진 스크린 인쇄장치 개발이 중요한 과제이다. [그림 1]에 벽걸이 TV(PDP)를 나타냈다.

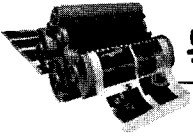
스크린 인쇄에 의한 고정세 인쇄 범위는 메쉬 소재, 메쉬지름(망사 두께), 메쉬수(오프닝), 스크린 장력, 감광유제 등에서 제판의 해상성과 페이스트 통과성이 크게 관계하므로 고정세 인쇄 재현성에는 절대적인 한계치가 존재한다.

예를 들면, 폴리에스테르 스크린의 선지름 30 μm /390메쉬로 인쇄재현 선폭은 40 μm , 스텐레스 스크린의 선지름 16 μm /360메쉬에서는 선폭은 25 μm , 알파 스크린의 선지름은 20 μm /400메쉬에서는 선폭이 20 μm 이 한계이다.

현재에는 이 이하의 미세 패턴을 선명하게 인쇄하는 것은 곤란하다. 따라서 전자 디바이스 및 디스플레이 인쇄에는 이들 조건을 고려하여 패턴설계 및 프로세스 설계가 당연히 필요하다.

최근에 한계치에 가까운 고정세, 고밀도 패턴 스크린 인쇄성은 소형 전자 디바이스 제품에 사용되고 있고, 대형 PDP와 같은 디스플레이 패널 등의 제조에 사용되어 스크린 인쇄도 고정밀도로 발전하고 있다.

최근에 개발된 새로운 스크린 소재로서 포리아리레이트(PAR) 섬유의 고강도·저신도·고



특 집

탄성·내약품성·저물성 변화율을 가진 V스크린으로 V250-30 μ m, V330-23 μ m이며 고정세 인쇄를 가능하게 한 새로운 스크린이다.

앞으로 필라멘트 제조기술 개량에 의해 10~16 μ m메쉬가 개발되면 대형 고정세 스크린 인쇄가 가능함과 동시에 스크린 두께가 얇게 되어 요철이 적은 인쇄 피막을 얻을 수 있기 때문에 도포면의 평면화 및 인쇄 도포 두께를 컨트롤 할 수 있어 기능성 재료의 광학특성이나 전기특성

을 재현하기 쉽게 된다.

종래의 크리어렌스 설정치보다 낮은 위치설정이 가능하므로 스크린 판의 압력 및 실제 인압을 낮은 가압조건으로 인쇄할 수 있으므로 인쇄정밀도가 한단계 더 향상 될 수 있다.

스크린 인쇄방법으로 샤프한 PDP 격벽적층을 고정밀도로 형성하는 다이렉트 인쇄기술이 확립되면 가장 가격이 싼 제조프로세스로 된다.

PDP가 필요로 하는 인쇄 정밀도는 10 μ m 이내

(그림 2) PDP의 응용분야



로 인쇄치수 정밀도 및 인쇄도포 피막두께의 균일 정밀도가 5% 이내로 한 인쇄평면 정밀도, 격벽사이에 형광체를 균일하게 도포하는 인쇄기술이 필요하다.

형광체 인쇄법은 패터닝 된 스크린 인쇄판 또는 메탈 마스크를 이용하여 격벽사이에 형광체를 주입하는 도포형식과 격벽측면에 도포하는 방식이 있으며 후자는 고도의 인쇄기술과 정밀도가 필요하기 때문에 주로 전자가 사용된다.

(그림 2)에 PDP의 응용분야를 나타냈다.

42인치 이상 대형 PDP 프로세스에는 1500~2000mm의 프레임 사이즈가 스크린 판에 사용된다.

현재 스크린 인쇄판 정밀도는 30 μ m이하의 제판을 얻을 수 있으나 실제로는 스크린 인쇄의 반복정밀도, 인쇄 피막두께의 균일성, 인쇄 형상의 정밀성, 인쇄피막의 치수 정밀도 등이 얻어지지 않는 최대 요인에는 대형 스크린 인쇄기의 주요 부분인 기계정밀도 및 기능성에 문제가 있다.

이것은 기계를 설계할 때 새로운 인쇄 기술을 충분히 고려하지 않았기 때문이다. 따라서 새로운 인쇄 기술이론 기술혁신에 대응가능한 고도의 고성능 스크린 인쇄장치 개발이 절실히 요구되고 있다.

대량생산에 있어서 원가 절감효과 향상, 제조 설비부담 및 제조 코스트 삭감 등이 중요 과제이므로 재 검토하는 단계에 있다.

어떤 경우이든 도포형성의 고정밀도성, 반복 인쇄가 가능한 장치 정밀도, 수치관리가 될 수 있는 컨트롤 시스템 기구, 다목적으로 처리할 수 있는 기능이 스크린 인쇄 도포장치에서 먼저 해결해야 할 과제이다.

4. 스크린 인쇄의 향후 발전방향

PDP, LCD, VFD, FED, 유기EL 등 FPD(flake panel display)시장이 2003년도에는 CRT시장을 제치고 전자디스플레이의 주종이 될 전망이다.

이와같은 평판 디스플레이 제작에는 스크린 인쇄법을 많이 활용하고 있다.

그 이유는 스크린 인쇄법이 기능성 패턴을 형성하는데 가장 경제적인 방법이기 때문인데 필요한 부분에만 패턴을 형성시킬수 있으므로 재료의 사용 효율이 좋기 때문이다.

뿐만 아니라 설비 투자비가 적게 들고 간단한 공정수, 높은 생산성과 동일한 프로세스로 여러 가지 재료를 사용할 수 있는 등 많은 장점이 있는 것으로 알려 졌다.

따라서 스크린 인쇄기술을 전자디스플레이 패널제작에 활용함으로써 제품의 cost down에 크게 기여할 수 있다.

앞으로 전자 디스플레이 패널이 박막화·고정세화·고기능화로 발전됨에 따라서 신소재(예: 나노입자)를 이용한 paste 제조기술, 정밀제판 기술, 고기능성을 가진 정밀한 스크린 인쇄기계 개발이 반듯이 필요하다.

한편, 스크린 인쇄법은 20~40인치 LCD, 25~75인치 AC-PDP, 25~50인치 고휘도 유기EL, 대형 필름 LCD, 평면 FED, 대형 컬러필터, 광변환 확산필터, a-Si 태양전지 패널, 저항형 텃치패널, 고정세 써멀헤드, Li 폴리머형 paper전지, 콘택트 TAB, UV·IR·EMI·흡수필터, 광자기 디스크, 발광폴리머 백라이트 패널, 박막 적층덴서 등에 활용할 수 있다. [K]