



인쇄기법을 이용한 보안필름의 제조

윤성만, 유종수, 조정대, 김광영, 김정식

| 한국기계연구원

[요약문]

디스플레이의 기술 발달에 따라 전자소재용 기능성 필름이 각광받고 있다. 용도에 따라 제작 방법도 다양하고 생산 방식에도 차이가 있지만, 제조 시간이나 비용이 많이 소모되어 절감하려는 노력이 필요하다. 보안필름은 기능성 필름의 한 종류로서, 제조 방법에는 여러 가지가 있을 수 있으나 저가의 대량생산을 위해 최근에는 인쇄기법을 이용해 보안필름의 원리에 부합하는 필름을 제조하려는 시도가 이루어지고 있다. 따라서 본 원고에서는 인쇄기법 기반으로 안료 및 감광필름을 이용해 보안필름을 제조한 경우를 통하여 새로운 보안필름 제조방법에 대해 접근하고자 한다.

1. 서론

지식정보화 사회에서 가장 중요하게 떠오르고 있는 키워드는 정보의 보안이며 개인 및 기관의 정보를 보호하기 위해 정보를 처리하고 있는 컴퓨터 모니터상의 정보 유출을 막기 위해 보안필름의 사용이 증가하고 있다. 예를 들어 공개 장소에서 노트북으로 서류 작업을 할 때 주변 사람들의 시선이 부담스러울 때가 있다. 사람이 많은 장소에서 휴대폰 문자메시지를 보내거나 휴대기기를 통해 메일이나 인터넷을 할 때도 마찬가지다. 불순한 의도를 가지고 엿보는 것은 아니더라도 자칫 회사 기밀이나 개인의 프라이버시 및 신상정보가 노출될 수 있기 때문이다^[1]. 이처럼 정보의 보안뿐만 아니라 개인의 사생활 보호 차원에서 휴대폰, PMP 등 디스플레이 매체에 보안필름의 사용이 증가하고 있고 사용량의 증가에 따라 다양한 크기에 맞는 보안 필름의 제조가 이루어지고 있다. 또한 자성잉크 및 홀로그래프를 이용한 보안필름은 여권, 신분증 카드, 자격증 그리고 다른 보안인쇄물 내용의 변조를 방지하기 위하여 사용되기도 하고 때때로 인증(authentication)의 증거로도 사용된다. 디스플레이용 보안 필름은 마이크로 단위의 종횡비(aspect ratio)가 큰 패턴을 플라스틱 필름 위에 형성하여 일정 시야각에서 벗어나면 불투명하게 보이도록 제조한 필름이다. 패턴의 사이즈에 따라 시야각이 달라지기도 하며 패턴의 형상도 다양하다. 최근에는 한 방향으로만 보안 필름의 특성을 가지지 않고 360도 전체에 걸쳐 일정 시야각에서 벗어나면 불투명 해지도록 하는 보안필름에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다. 보안필름의 특성 중 가장 중요한 것이 플라스틱 필름 위에 형성된 패턴의 해상도 및 패턴 형상과 해상도에 기인한 필름의 투명도이다. 필름의 투명도가 높아야 보는 사람의 눈의 피로가 덜하고 보안필름으로서의 성능이 우수하다고 할 수 있다. 현재 보안필름의 제조공정은 공정 수가 많고 제조 과정이 복잡해 많은 시간과 비용을 필요로 한다. 미세 패턴의 해상도와 종횡비를 높이기 위해 반도체 공정의 리소그래피(lithography) 기술에 의존하고 있으며 비용과 시간을 절감하기 위해 다른 방법으로 제조하기 위해 많이 노력하고 있다. 그러나 현존하는 방법들은 비용을 줄이는데 효과적일 수 있지만 제조 시간을 단축하는데 많은 어려움이 존재한다.

따라서 본 원고에서는 현재 많은 두각을 나타내고 있는 인쇄공정(printing process) 기술을 이용하여 보안필름을 제조하는 방법과 개발동향, 향후 발전방향 등에 대해 간략히 기술하고자 한다.

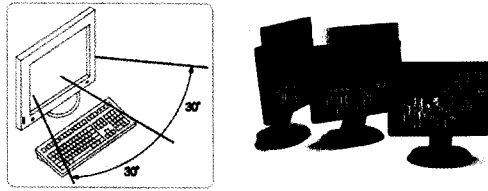


그림 1. 보안필름의 원리와 3M사의 보안필름

2. 보안필름 제조공정 및 재료기술

보안필름의 사용량이 증가함에 따라 보안필름을 제조하는 기업에서는 다양한 방법을 이용해 보안필름을 제조하고 있다. 시장에서 가장 많은 점유율을 차지하고 있는 3M의 경우는 높은 해상도와 투명도를 자랑한다. 보안필름은 기본적으로 마이크로 루버(micro louver)라는 기술을 적용하는데 마이크로 루버란 미세한 미늘 창살이 촘촘히 배치되어 있어서 정면에서 보면 잘 보이지만 옆에서 보게 되면 화면을 볼 수 없게 되는 기술을 말한다. 즉 블라인드(blind) 패턴이 일정한 간격을 두고 투명한 플라스틱 필름 위에 형성되어 있는 구조를 말한다. 마이크로 루버 기술을 적용하여 보안필름 제작 시 플라스틱 필름 위에 형성되는 패턴의 선폭과 높이의 비, 즉 종횡비가 보안필름 성능의 중요한 인자가 된다. 기본적으로 종횡비가 클수록 보안필름의 성능이 우수해진다고 할 수 있는데 과연 한계 범위를 어디까지 허용할 것인가에 대해서는 정해진 기준이 없다. 그러나 시야각 범위에 따라 패턴의 선폭과 높이를 결정할 수 있고 종횡비도 결정될 수 있다. 패턴의 선폭이 작아질수록 높이는 높아져야 하고 패턴의 선폭이 커질수록 높이는 작아질 수 있다. 패턴의 선폭이 커지면 그만큼 패턴 사이의 간격이 좁아져 투명도가 약간은 떨어지는 단점을 가지지만 보안필름의 제조공정이 간단해지고 손쉽게 제조할 수 있다는 장점이 있다.

기존의 보안필름은 포토리소그래피나 블라인드 필름과 투명필름을 접착하여 절단하는 방법 등 여러 가지 방법으로 제작되어 왔다. 국내 기업에서는 3M의 제조방식과는 다르게 접착층과 블라인드층을 여러 번 접착한 후 단면을 얇게 절단하여 보안필름을 제조하는 방식을 채택하고 있다. 그러나 이 방법은 제조 시간이 오래 걸리고 공정수가 많다는 단점을 가지고 있고 패턴의 해상도 또한 포토리소그래피를 이용한 보안필름보다 좋지 않다는 단점이 있다.

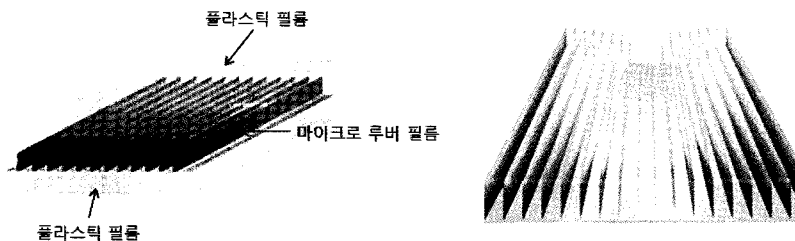


그림 2. 마이크로 루버(Microlouver)의 구조

최근 한국기계연구원에서는 전자소자 인쇄 공정과 안료 및 감광필름을 이용해 보안필름을 제조할 수 있는 방법에 대해 연구를 진행하였다. 인쇄방법을 이용할 경우 마이크로 루버 패턴 형성의 방법에는 다양한 인쇄 공정이 적용될 수 있으나 높은 집적도와 고해상도를 가지는 보안필름의 제작을 위해서는 미세 선폭을 갖는 패턴의 구현을 필요로 하게 된다. 특히 보안필름의 경우 미세한 선폭을 가지면서 종횡비(aspect ratio)가 큰 패턴을 필요로 한다. 그러나 기존의 인쇄방법으로는 종횡비가 큰 미세패턴을 제작하기가 어렵다. 보편적으로 $100\mu\text{m}$ 이하의 기능성 미세패턴 형성

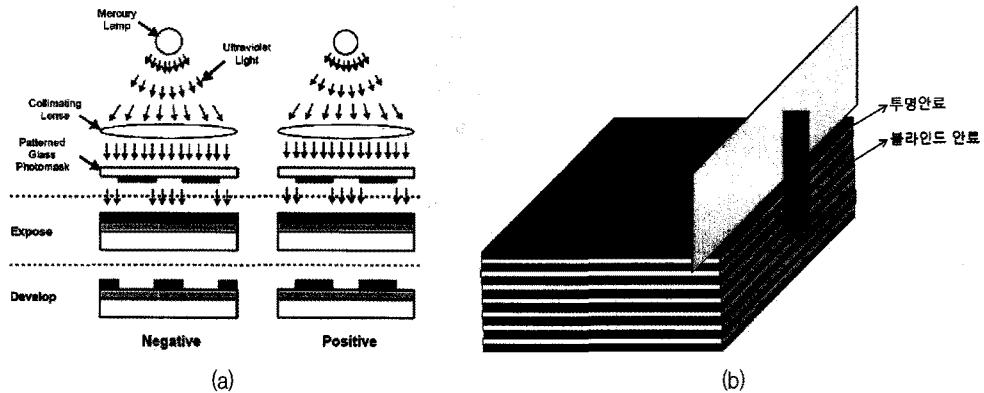


그림 3. 기존의 보안필름 제조 방법 (a) 포토리소그래피 (b) 접착 후 절단

방법은 포토리소그래피(photolithography)를 이용한다. 기존의 보안필름 제조 공정인 포토리소그래피를 이용하여 종횡비가 큰 패턴 제작이 가능하지만 이 방법은 장치비가 상당히 비싸고, 불필요한 부분을 용제 또는 알카리 수용액으로 제거해야 되기 때문에 폐액처리 문제 등 환경적인 문제 뿐만 아니라 원재료 비용도 많이 든다.^[2] 이러한 이유로 최근 전자소자 제작에 있어 인쇄 공정으로 대체되고 있는 상황이며 전자소자 뿐만 아니라 EMI 차폐필터와 칼라필터의 격벽 등 많은 응용 분야에서도 인쇄 공정을 적용하고 있다.^[3] 인쇄전자 소자 제작용 인쇄 기술에는 잉크젯 인쇄(inkjet printing), 스크린 인쇄(screen printing), 그라비어 인쇄(gravure printing), 플렉소 인쇄(flexo printing)와 오프셋 인쇄(offset printing) 등이 있으며 인쇄 공정에 따라서 구현 가능한 해상도, 인쇄 두께와 적용 가능한 잉크의 특성이 다르다.^[4]

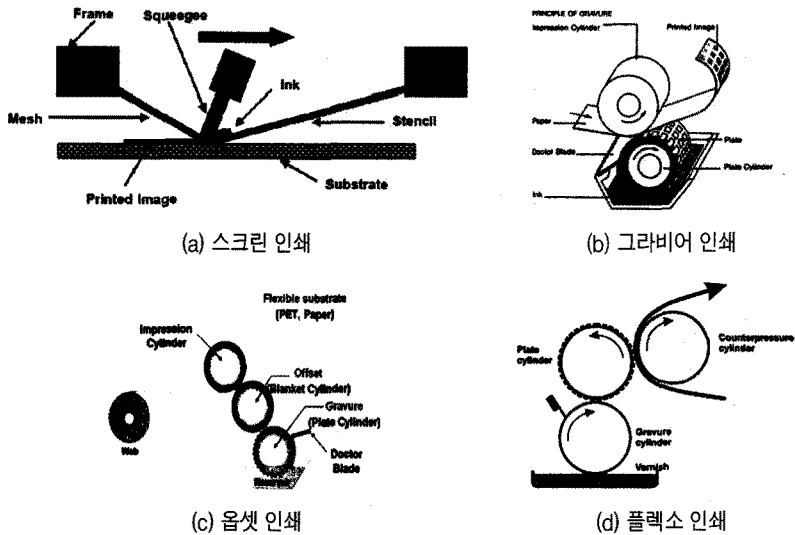


그림 4. 인쇄전자 소자 제작에 사용되는 공정기술

보안필름의 블라인드 역할을 하는 패턴의 형성 시 다양한 인쇄 공정이 적용될 수 있으나 가장 손쉽고 간단한 공정으로 제조할 수 있는 방법은 스크린 인쇄이다. 보안필름 패턴의 경우 제조하는 회사마다 선풍과 높이의 기준이 다르



나 보안필름의 특성이 나타나는 선폭과 높이의 기준에 부합하는 인쇄 공정이 스크린 인쇄라고 할 수 있다. 스크린 인쇄는 스크린 마스크 사이로 잉크를 밀어내어 프린팅 하는 것으로써, 패턴닝 두께가 얇은 다른 인쇄 공정보다 보안필름을 제조하기에 유리한 공정이라고 할 수 있다. 스크린 인쇄의 주요한 공정 변수는 인쇄할 때의 압력, 속도 및 재료의 점도로서 재료의 물성 및 공정상의 조건을 조절하여 보안필름 제조에 적합한 인쇄 최적 조건을 도출하기 쉬운 공정이다.

스크린 인쇄를 이용하여 보안필름을 제조하는 방법에 여러 가지가 있을 수 있는데 가장 기본적인 방법이 중첩인쇄를 이용하여 보안필름의 사양에 만족하는 패턴을 형성하는 방법이다. 이 방법은 공정이 단순하고 제작하기 쉬우나 스크린 인쇄 특성 상 압력을 이용하여 인쇄를 하기 때문에 중첩인쇄 시 기존에 인쇄되었던 패턴으로 인해 압력이 증가할 경우 반복 인쇄되는 패턴의 선폭이 증가할 수 있다. 다른 한 가지 변수는 중첩인쇄 시 발생하는 반복 정밀도이다. 즉 이전에 인쇄되었던 패턴위에 다시 인쇄를 하게 될 때 발생하는 오차를 말한다. 반복 정밀 오차가 크게 되면 보안필름의 주요 성능인 해상도와 투명도가 떨어지게 된다. 중첩 인쇄방법에서 반복 정밀 오차를 제어하기가 쉽지 않기 때문에 현재는 다양한 제조방법을 모색하고 있다. 예를 들어 스크린 인쇄를 이용하여 투명한 필름 위에 양면으로 인쇄를 하는 방법, 서로 다른 플라스틱 필름 위에 블라인드 역할을 하는 패턴을 인쇄한 후 두 필름을 접착하는 방법, 투명잉크 우선 인쇄 후 블라인드 잉크를 채워 넣는 방법 등 스크린 인쇄를 이용하여 여러 가지 방법으로 보호필름을 제조하려는 시도를 하고 있다.

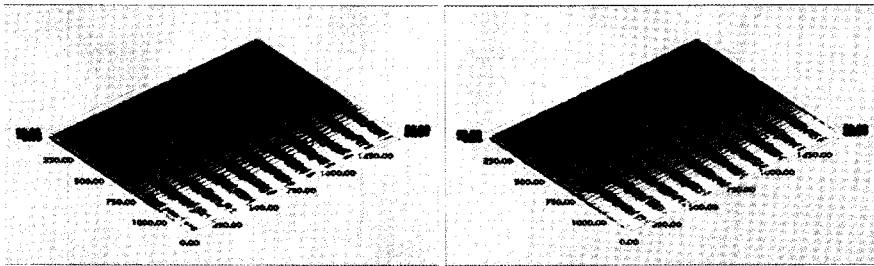


그림 5. 스크린 인쇄를 이용해 제작한 보안필름의 블라인드 패턴(양면인쇄 적용, 한국기계연구원)

중첩인쇄 이외의 다른 방법에서도 반복 정밀 오차는 중요한 변수가 된다. 특히 양면인쇄 방법이나 서로 다른 필름 위에 블라인드 패턴을 따로 인쇄해서 접착하는 방법의 경우 반복 정밀 오차가 커지게 되면 빛의 간섭 및 회절 무늬가 생기게 되어 눈의 피로가 심해지게 된다. 하지만 이러한 방법들은 블라인드 패턴의 중형비가 크지 않아도 보안필름을 제조할 수 있는 장점을 가지고 있다.

스크린 인쇄를 이용하여 보안필름 제조 시 블라인드 패턴의 해상도에 영향을 미치는 또 다른 변수는 재료의 물성이다. 재료가 가지는 물성이 인쇄 후의 패턴의 해상도와 패턴닝 두께에 상당한 영향을 미친다. 일반적으로 스크린 인쇄에서 사용되는 재료의 점도는 500-50000 cps 정도이며 인쇄가 가능한 범위 내에서 보안필름의 제조에 맞는 최적의 물성을 결정하게 된다. 대표적으로 영향을 미치는 물성이 블라인드 잉크의 점도인데, 점도가 너무 낮으면 인쇄 후에 선폭이 증가하게 되고 점도가 너무 높으면 잉크가 스크린 마스크를 통과하지 못해 인쇄가 잘 되지 않는 현상이 발생할 수 있다.

스크린 마스크의 정밀도 또한 블라인드 패턴에 영향을 미치는데 마스크 설계 시 잉크의 점도 및 투명 플라스틱 필름과의 접착성을 고려하여야 한다. 그리고 스크린 마스크의 구형 가능한 선폭 범위와 유체막 두께를 고려하여 보안필름 제조에 응용해야 할 것이다.

보안필름을 제조할 수 있는 또 다른 방법 중 하나는 감광 필름(dry film photoresist, DFR)을 이용하는 것이다. 기존의 반도체 공정의 리소그래피 기술과 유사한 공정이지만 식각공정에 사용되는 용액이 가정에서 흔히 사용되고 있

는 세계와 유사해 반도체 공정에 사용되는 용액보다는 상대적으로 환경 오염에 대한 영향이 작다고 할 수 있다. 감광 필름을 이용하는 경우 공정 수는 스크린 인쇄보다 많지만 해상도나 투명도 측면에서 스크린 인쇄보다 성능이 뛰어나다.

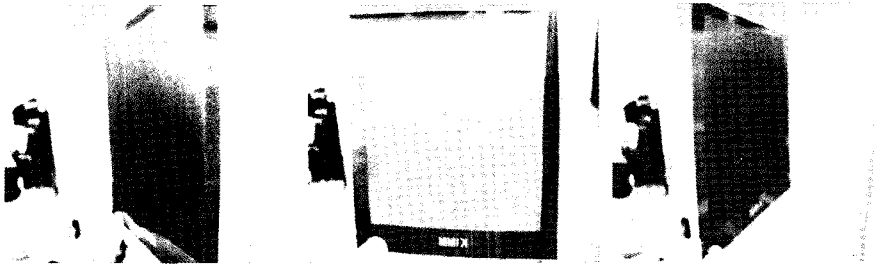


그림 6. 감광 필름을 이용해 제작한 보안필름(한국기계연구원)

3. 국내의 기술동향

최근 전자소재용 기능성 필름이 호황을 누리고 있다. LCD 백라이트유닛(BLU)용 확산필름·보호필름 등을 중심으로 사업을 펼쳐 왔던 국내 업체들이 다양한 기능의 첨단 기능성 소재 및 원천 소재를 잇달아 개발, 시장에 내놓고 있다. 이는 디스플레이를 중심으로 원가 절감과 공정 단순화, 화질 개선을 위해 새로운 기능을 가진 필름 수요가 계속 커지기 때문이다. 국내 업체들이 외산이 주도하는 기능성 필름 시장에 출사표를 던진 가운데 일본과 미국 등 해외 기업도 첨단 전자소재 필름에 투자를 강화하고 있어 기능성 필름 시장을 놓고 국내외 업체의 경쟁이 치열해질 전망이다. 보안필름에 있어서 기술 및 시장 점유율은 원천기술인 마이크로 루버 기술의 특허를 가지고 있는 3M이 거의 대부분을 차지하고 있다. 몇몇 회사들이 독자적인 방법으로 보안필름을 개발하고는 있으나 업체 수가 많지 않고 최근 스마트폰과 모바일 디스플레이의 발달로 인해 보안필름의 개발 양상도 변화하고 있다.

3M의 경우는 컴퓨터 모니터 및 모바일 디스플레이 액정 보안 필름을 개발하고 있고 해상도 및 투명도 면에서도 우수한 성능을 가지고 있다. 미국에 본사를 두고 국내에 지사를 두고 있는 맥컬리는 ‘4way 사생활보호필름(privacy screen overlay)’을 출시했다[그림 7]. 모바일 디스플레이인 아이패드 등에 적용할 수 있는 이 제품은 사생활 보호 차원의 필름으로 4way 방식을 채용해 좌우 60도, 상하 60도를 벗어나면 LCD화면 내용을 확인할 수 없게 설계되었다. 맥컬리의 국내 총판으로 유통만을 전담해 온 로이즈나인은 세화 필름의 원단 기술을 제품화 해 ‘에스뷰’라는 제품을 만들어 세계시장 공략에 나섰다[그림 8]. 로이즈나인은 생활보호필름, 지문방지필름, 항균퓨어필름 등의 정보보호 뿐만 아니라 기능성을 겸비한 제품을 개발 및 판매하고 있다. 사생활 보호 뿐만 아니라 화면 긁힘 등도 방지하는 기능성 보안 필름을 제조하였다. XGear 역시 아이패드용 보안필름을 개발 및 판매하고 있다.

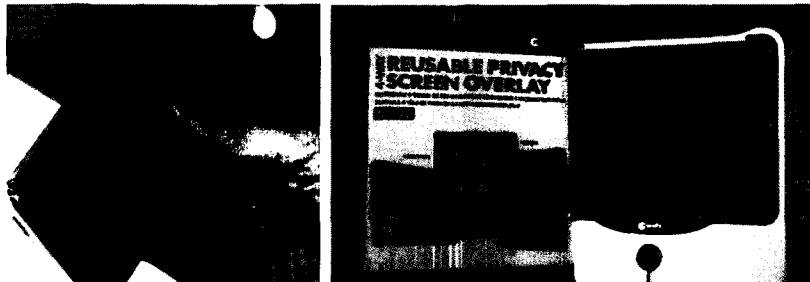


그림 7. 맥컬리의 4 way 사생활 보호필름

국내의 보안필름 제조업체는 세화피앤씨, 코리아 엔지니어링이 대표적이며 필름 원단의 원천기술은 세화피앤씨가 가지고 있다. 세화피앤씨의 경우 휴대폰, PDA, 노트북, 금융자동화기기(ATM) 용도의 보안필름을 제조하고 있고 기존의 검정색 보안필름에서 벗어나 핑크색, 청색, 녹색, 흰색 등 다양한 색상의 휴대폰용 보안필름을 제조하고 있다 [그림9]. 국외 기업의 특허는 3M이 거의 독점하고 있고 국내의 경우는 3M 기술과 차별화하여 세계에서 필름의 원천 특허를 보유하고 있다. 새로이 진출하려고하는 기업들은 특허권 때문에 시장 진입이 어려운 상황이다.

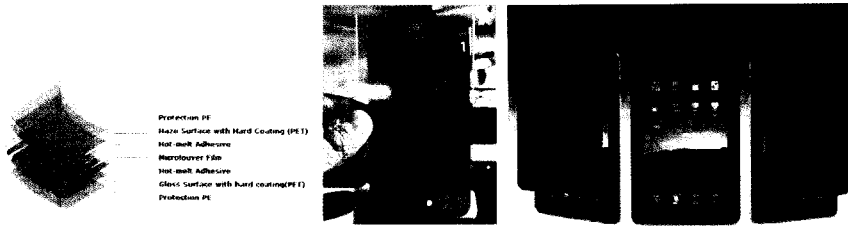


그림 8. 로이츠나인의 사생활보호필름(privacy screen overlay)과 아이패드용 보안필름



그림 9. 세화피앤씨의 노트북 및 금융자동화기기의 보안필름

기능성 보안필름의 시장 진입을 위해서는 기존의 제조 방식과는 다른 방법으로 접근하여야 한다. 현재 제조하고 있는 방법과는 차별화되어야 하고 특징이 있는 제조 방법을 필요로 한다. 인쇄 공정을 이용하여 보안필름을 제조하려는 시도는 있으나 제조하여 판매하고 있는 업체는 아직 없다. 인쇄 공정의 도입으로 인해 새로운 보안필름의 제조 방법에 대한 여러 가지 방법을 연구하고 적용할 수 있는 계기가 될 수 있을 것이다. 현재 보안필름은 소비자가 약간의 부담스러울 정도로 판매 가격이 비싸다고 할 수 있는데 인쇄 공정의 도입으로 저가의 대량생산 방식을 통하여 가격을 낮출 수 있는 방법을 모색하는 것이 새로운 시장 진입을 위한 한 가지 방법이라 할 수 있다.

4. 결 론

IT 기술의 발달에 따라 정보를 표시하는 디스플레이의 특성, 기능 및 크기가 다양해지고 이러한 표시장치들의 액세서리 또한 각자의 기능에 맞게 다양해지고 있다. 장치를 물리적인 충격으로부터 보호하면서 정보 및 사생활 보호, 시각적인 효과까지 고려한 제품들이 많이 출시되고 있다.

보안필름의 경우, 압출성형이나 안료가 코팅된 얇은 필름을 층층이 접착한 후 절단하는 방식으로 제조되었는데 인쇄전자 기술을 응용하여 저가의 필름을 대량생산할 수 있는 공정 및 장비 개발에 대한 연구도 이루어지고 있다. 인쇄 전자 공정기술의 발달과 더불어 이 기술을 응용할 수 있는 분야 또한 다양해지고 있다. 보안필름 뿐만 아니라 전자소재용 필름의 제조 공정 기술이 발달되고 이에 따라 기능성 필름의 시장이 성장하고 있다.

아직까지 보안필름의 제조 방법은 기존의 공정에 많이 의존하고 있지만 인쇄전자 공정기술을 적용하려는 시도가 많아지고 있으며, 몇몇 기업들은 이러한 공정기술을 적용한 생산라인까지 고려하고 있다. 빠르면 2년, 늦어도 3년 안에 본 기술이 상용화 될 것으로 전망되고 있다. 이러한 기술의 빠른 성장과 무한한 가능성이 있다는 장점이 있으나, 각 기능에 맞는 필름 제조 공정의 최적화, 제품의 신뢰성, 재료의 국산화와 공정 장비 부품의 가공 정밀도 등의 문제점을 해결하는데 있어 존재하는 많은 제약으로 인해 새로운 생산 장비 시장의 창출 및 상용화에 아직은 어려움이 있을 것으로 예상된다. 따라서 이러한 문제점들을 극복하기 위해 관련 산·학·연의 지속적인 협동 연구가 필요한 시점이라고 판단된다.

✻참고 문헌

- [1] <http://www.giva.or.kr/>; 경기 벤처기업 협회
- [2] 최용정, 정광일, 이택민, 김용성, 김광영, “미세패턴 스크린 프린팅,” 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 575-576, 2006.
- [3] 윤성만, 유중수, 유하일, 조정대, 김동수, “정밀 스크린 중첩인쇄를 통한 미세 격벽 형성,” 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 349-350, 2009
- [4] 조정대, 유중수, 이택민, 김충환, 신동윤, 김동수, 김광영, 최병오, “인쇄전자기술(Printable Electronics Technology),” 기계와 재료, 19권 4호
- [5] 이준우, 박창걸, 고병열, “광학필름,” 기술산업정보분석, 2003
- [6] “LCD용 광학필름,” 한국과학기술정보연구원, 2007
- [7] <http://www.shehwa.co.kr/>, 세화피앤씨
- [8] <http://www.macally.co.kr/>, 맥컬리, 로이츠나인



윤성만

- 한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부
프린팅공정자연모사연구실 연구원
- 관심분야 : 프린팅 공정 및 유변학
- E-mail : smyoon@kimm.re.kr



유종수

- 한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부
프린팅공정자연모사연구실 연구원
- 관심분야 : flexible display, electronic material &
device
- E-mail : zava@kimm.re.kr



조정대

- 한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부
프린팅공정자연모사연구실장 책임연구원
- 관심분야 : 인쇄정보시장처 및 소자,
소프트리소그래피기술
- E-mail : micro@kimm.re.kr



김광영

- 한국기계연구원 동남권기계기술지원단장
책임연구원
- 관심분야 : 전자디스플레이용 기능성 프린팅
- E-mail : kykim@kimm.re.kr



강정식

- 한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부
프린팅공정자연모사연구실 선임연구원
- 관심분야 : Roll-to-Roll printing system 설계
- E-mail : kangjs@kimm.re.kr