

Plasma Display Panel 제조장치 기술 동향

최영욱*, 김광훈, 이홍식, 임근희, 강도현, 김중주
한국전기연구소

A technical trend of manufacture apparatus of Plasma Display Panel

Y. W. Choi*, G. H. Kim, H. S. Lee, G. H. Rim, D. H. Kang, Y. J. Kim
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - In this report, a technical trend of manufacture apparatus of PDP (Plasma Display Panel) was described. Though the manufacture process of PDP was not yet established, a big progress was achieved by much maker recently. Final target for PDP of much maker is focused on the cost down of PDP.

1. 서 론

다가오고 있는 디지털 정보통신 사회의 급격한 전개와 더불어 새로운 다채널 동시화상 정보표시기로 플라즈마 방전을 이용한 PDP (Plasma Display Panel)의 연구가 각국에서 활발히 진행되고 있다. PDP의 용도는 공공장소의 대형화면 뿐만 아니라 가정용 TV까지 시장이 수년 이내에 급속히 확대될 것으로 전망되어 이러한 전 세계적인 막대한 시장을 놓고 일본, 유럽 등의 제각사를 중심으로 현재 경쟁적으로 급속도의 연구개발이 이루어지고 있다.

국내에서도 PDP 완제품의 제작은 LG, 삼성, 오리는 등의 제각사에서 하고 있으나 PDP 제조장치는 거의 일본에서 수입하고 있는 실정이라 국내의 PDP 산업의 현 상태는 완제품은 선진국, 기술기반은 후진국이라고 할 수 있다. 그러므로 다가오는 디지털 시대의 PDP 산업의 기술 및 가격 경쟁력을 확보하기 위해서는 국내에서도 기본요소기술 및 소재에 대한 연구도 병행되어야 한다. 이러한 취지에서 산업기술이사회와 정책연구과제로 올해부터 PDP 제조장비 연구를 전기연, 기계연, 화학연, 전통연에서 하게 되었다. 이에 본 고에서는 PDP 제조장치에 대한 전반적 고찰을 하는 의미로 간단히 현재의 Plasma Display Panel 제조장치 기술동향을 소개한다.

2. 본 론

2.1 세정장치

PDP의 대형화, 고정세화의 추세에 따라 세정장치도 대형화, 고정세화 나아가서 고휘도화의 높은요구와 제조과정의 변화, 간편화 때문에 종래보다 높은 세정 능력이 요구된다. 사양에 따라서는 100 class의 청결도도 요구된다. PDP 유리의 연마후, 세정장치에 요구되는 것은 물리적, 화학적 혹은 전기적으로 견고히 부착되어있는 물질을 알칼리계의 세정제를 사용하여 세정하는 것이다. 세정의 대상은 金屬, 油脂, 樹脂, 유리조각등이고 중성계의 세정제부터 나일론계의 로울러 부러시, 고압 샤워기를 주로 사용하여 막에 손상을 입히지 않도록 해야할 필요가 있다. 최근 특히 디스크 브러시는 세정능력이 높기 때문에 오히려 막에 손상을 입히기도한다. 그 대신에 고압 샤워기를 약 5~20 kg/cm² 압력으로하여 입자를 제거하는 경우 그 효과가 좋은 것으로 실증되고 있다.

2.2 스퍼터링 장치

AC형 PDP의 전면판 제조공정에서 알칼리 벽막으로 SiO₂막, 투명도전막 ITO, 부스전극인 Cr, Cu, Al막 등에 스퍼터 법이 사용된다. 이러한 성막은 DC 및 RF 마그네트론법으로 하는 것이 일반적이다. 대형 유리기관용 스퍼터장치에서의 요구사항은 ①막질, 막두께가 대형 기관내에서 균일하게 성막될 것, ②재료와 에너지의 양을 최소한으로 줄일 것, ③최단시간에 재현성 있게 형성이 될 것, ④장치의 점유 면적이 작을 것, ⑤가동률이 높을 것, ⑥안전하게 가동할 수 있을 것, ⑦가격이 싸질 것, ⑧환경오염이 적을 것 이다. 지금 가장 많이 알려진 장치로는 In line 식이 있다. In line 식에서 입자에 대한 대책을 중요시한다면 유지보수 주기가 짧아지고, 이 때문에 장치의 가동률이 저하하고, 또한 캐리어에서 발생하는 입자를 억제하기 위해서는 캐리어 세정 비용이 증대한다. 이러한 문제점이 있기는 하지만 이미 60인치 정도의 기관이 생산되고 있고 이정도 크기에 적용할 수 있는 장치로서 기존에 개발된 In line식이 있으므로 이 방법을 채택하고 있다.

2.3 MgO용 성막장치

칼라 AC형 PDP의 전극보호층으로 MgO막이 사용되고 있다. 그 이유는 MgO막은 이온 충격시 내 스퍼터링이 좋고, 2차전자 방출계수도 크며, 가시광선 투과율도 높기 때문이다. 현재는 MgO 성막장치로서 양호한 MgO막이 비교적 높은 성막속도로 형성가능한 전자빔 증착법이 주류를 이루고 있다. 일반적으로 알려진 전자빔 장치로서 PDP 양산에 대응하여 유리 기관을 1매씩 연속적으로 수평반송하여 이동하면서 성막을 하는 In line식이 있다. 그러나 본격적인 양산단계전에 생산성 향상, 패널성능과 밀접히 관계되는 MgO막질의 개선등이 필수적이고, 현재 전자빔법을 대신하는 새로운 성막 과정의 개발이 진행되고 있다. 또한 MgO는 매우 흡수성이 좋은 재료를 알려져 있으므로 성막에 영향을 미치는 수분의 영향을 될 수 있는한 배제하는 방법도 강구되어야 한다.

2.4 Ion Plating 장치

이온 플레이팅법은 플라즈마 내의 이온 에너지가 전공 증착보다 높고 이온빔법 보다는 낮은 막막 형성에 적합한 강도의 플라즈마이고 동시에 플라즈마가 발생하는 영역에서 그 효과를 이용한 건식 증착법이라고 할 수 있다. 즉, 플라즈마를 이용하므로써 반응이 저온에서도 가능해지고 게다가 고속반응도 가능토록하는 플라즈마 프로세스 기술을 응용한 것이다. 대표적인 것으로 HCD (Hollow cathode discharge)법과 Plasma gun을 이용한 것이 있다. 그러나 HCD법은 ①음극의 수명이 짧고, 고온상태에서 이온의 역류 스퍼터링에 의한 물리적 손상과 반응성 가스에 의한 화학적 손상, ②국부적 방전에 기인하는 결점, 플라즈마 확산이 나쁘므로 방전 효율이 저하하는 문제점이 있다. 이러한 HCD법의 결점을 보완한 것으로 壓力句配型 plasma gun이 있다. 구체적으로 음극을 Ta판과 LaB₆원반과의 복합음극 방식으로

하여 gun과 성막실과의 사이에 壓力句配를 가지게하여 gun의 수명을 비약적으로 개선한 것이다. 이 방법은 대면적 기반에 고속으로 연속 성막이 가능하므로, 液晶 PDP등의 평판 디스플레이의 새로운 박막형성 수법으로 큰 관심이 모아지고 있다. 그림 1은 이온 플레이팅법의 개념도를 나타내고, 그림 2는 plasma gun을 이용하여 제작된 장비의 예를 보인다.

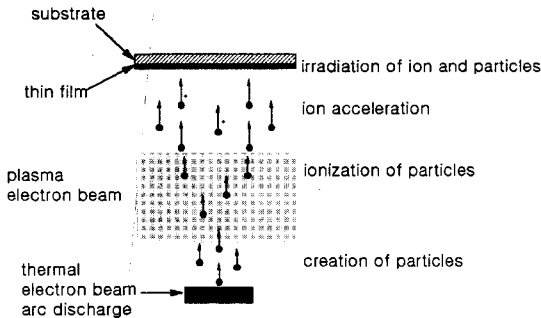


그림 1 이온 플레이팅법의 개념도

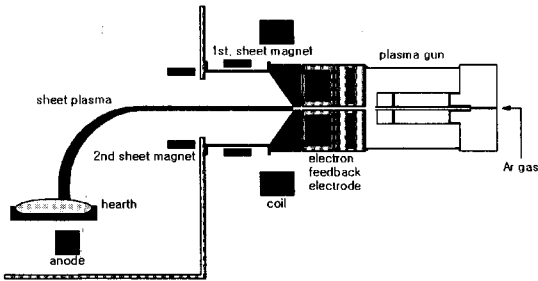


그림 2 Plasma gun을 이용한 MgO 성막장치

2.5 Paste coater

이 장치는 기본적으로 기반의 흡인기구를 가지는 고정 테이블에 기반을 흡인하고 slot장치 선단과 유리기반 표면 사이의 간격을 최적으로 유지하고 paste를 공급하여 slot장치를 주행 시키므로 塗工하는 것이다. 이 장치는 이미 LCD에 적용되고 있다. PDP제조 공정에서 이 장치는 전면판의 공정인 유전체층 형성과 배면판 공정인 격벽, 형광체 형성공정에 쓰인다. 이 장치의 장래의 기술로는 보다 간단한 조작으로 고성능의 것이 요구되어진다.

2.6 laser 묘화 장치

PDP는 전면기반, 후면기반과 함께 도체에 의해 회로 형성이 되어있다. 회로형성 과정은 패턴에 대한 要求精度보다 포토 리소그라피에 의해 하여지는 것이 일반적이다. 패턴닝 장치로서는 레이저 묘화장치, 노광장치 등이 있다. 레이저 묘화장치는 회로형성 뿐만 아니라 배리어 리브 형성 공정에 있어서도 실용되고 있다. 레이저 묘화장치는 마스크가 없고 유리기반 1장마다 스케일 작업을 자유로히 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 레이저 묘화장치의 광원으로서 보통 수냉 Ar레이저를 사용하고 있다. 고정세화에 대응하는 레이저 묘화장치는 빔의 직경을 작게하는 것이 가장 중요한 일이다. 프린트 배선반 용도의 레이저 묘화장치에 있어서는 빔의 직경을 15 μm 이하로 하여 BGA (Ball Grid Array)등을 대상으로 미세

패턴을 묘화하는 장치가 개발되고 있다.

2.7 Sand blast 장치

플라즈마 디스플레이의 형성에 있어서 종래의 어려운 기술이었던 격벽 형성기술이 sand blast법에 의해 간단히 해결되기에 이르렀다. 이것은 sand blast장치의 개량과 마스크 기술의 개발에 의한 것이었다. 플라즈마 디스플레이의 격벽형성에 sand blast가공을 응용하여 저용점 유리 paste를 소성전에 패턴인 가공하는 기술도 sand blast용 drive film의 개발에 의해 실현되었다고 해도 과언이 아니다. 이러한 플라즈마 디스플레이의 격벽형성 등 sand blast에 의한 정밀조각가공의 역사는 알지만 現狀 양산에 있어서 플라즈마 디스플레이의 격벽형성은 거의 sand blast법에 의하여 되고 있다. 현재의 기술로 42인치 기반을 1매 가공하는데 10~15분이 소요된다. 이 공법은 유리를 직접 격벽으로 만들기 때문에 전혀 무공해이고, 저용점 유리도 사용안하므로 매우 비용이 절감된다. 장래 플라즈마 디스플레이의 저비용화와 환경문제를 생각하는 경우 이 유리를 직접 깎는 방법이 상당히 유망한 방법이라고 할 수 있다.

2.8 Screen 인쇄장치

PDP에 있어서 당초는 전극, 유전체, 격벽, 형광체와 스크린 인쇄가 패널 제조과정에서 중요한 위치를 차지하고 있었다. 그러나 패턴의 대형화, 고정세화중에 배타인쇄 후의 sand blast, 포토리소 방식에 이용한 각각의 방법이 시험과 함께 실시되어 제조공정에 포함되게 되었다. 그러므로 PDP의 제조공정에 있어서 스크린 인쇄법의 역할도 계속해서 변하고 있다. 그러나 PDP용의 인쇄기의 기본적인 사양은 변하지 않는다. 즉, ①스퀴지스트로크가 진동하지 않고 안정되게 스퀴지하는 것, ②인쇄 테이블과 스퀴지스트로크의 평행도가 좋을 것, ③어러인먼트를 포함해서 위치결정 精度가 좋고 재현성이 있을 것, 이 세가지가 모든 스크린 인쇄기의 기본이다. 현재 스크린 인쇄기의 연구개발은 PDP의 대형화, 고정세화의 단계임과 동시에 양산화 제조기술의 확립단계에 있다.

2.9 건조 장치

PDP건조장치는 유리 기반상의 인쇄기, coater 등으로 도포된 전극, 격벽, 형광체 등의 paste의 건조가 목적이다. 50~60 인치형과 대형화가 진전되어온 PDP의 paste의 건조는 열풍방식과 hot plate 방식에서는 온도분포정도, 건조효율의 면에서 어려우므로 현재는 IR (원적외선) heater를 이용한 연속로가 주류로 되어있다. 반송방식은 working 빔을 이용한 間欠搬送을 채용하는 경우가 많으나 공정에 따라서는 連續搬送인 롤러 방식도 채택된다. 건조공정은 paste를 이용하여 패턴을 형성하는데 필요하고, 그의 건조형편이 후처리에 큰 영향을 주므로 어떻게 해서 고정도에 효율 좋게 하는가가 주요 관점이된다. 한편, PDP의 생산량의 증대에 따라서 溶劑배기량도 증가해 이러한 문제해결은 배기덕트 뿐만 아니라, 청결룸, 나아가서 환경에의 문제도 관련되므로 장치내부 또는 부근에 용제배기의 처리, 수집을 실시하는 것이 장치에 필요로된다.

2.10 소성로

PDP용 소성로는 유리기반의 anneal 과정, 전극, 격벽, 유전체 및 형광체 인쇄 후의 소성공정에 사용되고 있고, 기반의 대형화, 화면의 고정세화에 동반하여 기반은 도체의 고정도화, 로내분위기의 청결화가 추구하고, 지금은 유지보수가 용이한 것에 대하여 관심이 모아지고 있다. 이 장치에 대해 가까운 장래에 해결해야 하는 것들은 프로세스·제조장치의 관점에서부터 ①차세대 목표인 저온화 프로세스 대응장치, ②高精度제어대응가열원, ③에너지 절약형 ④카세트에서 카세트에로의 In line화,

⑤생산성 향상을 위한 용이한 유지보수구조 등 산적한 문제가 많으나 서서히 현실에 맞는 장치로 근접하고 있다.

2.11 접합 장치

PDP 제조공정중에서 접합장치의 역할은 전면 유리기반과 배면 유리기반의 평면내에서의 위치를 맞추는 것과 전면반과 배면반을 특수금속 치구로 크립핑하는 것이다. 평면내의 위치맞추는 것은 제품의 표시 cell pitch가 ±50μm로 LCD에비해 크므로 LCD보다 한단위 큰 값으로도 좋다. 또한 전극배열이 TFT-LCD와 같이 cell과 cell의 접합이 아니고 줄무늬 전극구조가 직각으로 배열하기 때문에 접합정도는 그다지 高精度를 요구하지 않는다. 오히려 본 장치에 요구되는 중요한 기능은 상하기반의 간격을 유지하고 후공정에서 열처리하는 것에 의해 완성되는 봉착기능이다. 이를 위해서는 내열금속을 이용한 특수형상의 크립으로 맞추어진 상하기반의 4변을 상하에서 고정한다. 이 공정은 양산 라인이 될 때까지는 인력으로 하였으나 간격 평행도 등의 문제가 있어 자동화 장치의 채용으로 해결하였다.

2.12 봉착·배기장치

배기공정은 PDP전면기반과 배면기반을 접합후, 기반 내부를 방전가스로 전환하는 공정이다. 현재의 배기장치는 기반에 chip 관으로 불리는 배기구를 부착시켜 chip 관으로 진공배기를 하여 패널을 소성하고 실온으로 냉각후 패널 내부에 가스를 도입하는 것이다. 이 공정은 일회씩 하므로 에너지 효율이 나쁘고 자동화의 지연 등이 지적되고 있다. PDP의 본격적인 양산을 향한 투자는 2000년과 2001년이라고 볼 수 있다. 장치 제작사는 이 투자를 향한 양산설비의 효율 좋은 제조장치를 제안하고 있다. 배기장치에 있어서 크게 2가지의 움직임이 있다. 하나는 종래와 같이 chip관을 사용하여 배기를 하고, 연속적으로 소성, 가스치환을 하는 연속식 배기장치이다. 다른 하나는 chip관을 사용안하는 배기장치이다. 이장치는 제작사에에서 여러 방법이 제안되고 있으나 60 인치 정도의 패널을 배기하기 위해서는 상당히 시간이 필요한 것이 현실적인 사정이다. 봉합재료의 문제가 있는 것과 최종적으로는 진공중에서 전면기반, 후면기반을 각각 소성하고, 위치조정, 접합, 가스도입을 하는 과정으로 옮겨갈 것으로 생각된다.

2.13 Gas 배기장치

봉착·배기장치는 전면반과 후면반을 접합한 후의 공정으로 봉착소성, 패널내부의 탈가스, 탈바인더 및 발광용가스도입, 봉합이 목적이다. 장치는 가열로, 진공배기장치, 가스도입장치 등으로 구성되어있다. 처리방법은 일회씩 처리하는 것이 주류이고 연속처리 방식은 아직 실용화되지 않았지만 이에 대한 요구는 매우 커서 각 제작사는 여러 가지 제안을 내어놓고 있다. 또한 봉착과 배기를 합한 일체형과 개별로하는 분리형이 있지만 각각 장점, 단점이 있어 그의 선택은 사용자의 선택에 의해 결정된다. 현재상태는 일체형과 분리형으로 양극화되어 거의 동수량이 시장에 나와있으나 처리방식이 일회씩이라서 생산성이 높은 장치라고는 말할 수 없다. 금 후의 이장치의 과제는 ①봉합port set의 자동화, ②chip off의 자동화, ③처리시간의 단축, ④에너지 절약형, ⑤연속화로 생각할 수 있다.

2.14 Aging 장치

Aging 장치는 PDP 생산공정중에서도 최종공정인 모듈 조립공정에서 사용된다. 완성품인 PDP 패널에 온도 등의 환경 스트레스를 가하고, 동시에 전압인가, 점등동작한 상태로 일정시간 aging을 한다. Aging의 목적은 2가지가 있다. 하나는 열에너지를 과하는 것에 의해 PDP 패널의 성능을 균일화 하는 것과, 또 하나는 신뢰

성시험을 할 때 초기고장을 제거하는 것이 그 목적이며, 전수량에대해 aging을 한다. 패널 성능의 균일화라는 것은 구체적으로 표시휘도와 드라이브 전압의 안정화 따위의 점을 들 수 있다. 초기고장으로서는 생각되어지는 불량 모드로서는 구체적으로 ①PDP 표시점 결함, ②도전부분의 접속 불량, ③드라이브 IC 불량, ④표시불량, 미묘한 표시품질열화 등을 생각할 수 있다. 고온 aging은 스트레스 강도의 제어, 즉 온도관리가 간단해 모듈에 과하는 손상이 적으므로 유효한 신뢰성 확보 수단으로서 일반적으로 그 방법이 확립되어있다. PDP 패널은 이후도 대형화, 고정세화로 진전될 것으로 생각되어 대형화에 대응한 aging 장치의 개발이 요구되어진다. 또, PDP 패널의 양산화와 함께 In line형의 aging 장치와 반송계를 자동화한 AGV (Automatic Guided Vehicle)대용 장치에의 요구가 높아질 것으로 예상된다. 신호계의 접속부분의 신뢰성을 유지향상을 계속해 자동화가 가능한 시스템의 개발이 필요하다.

2.15 3차원 형상 검사장치

격벽 치수와 형광체 막두께의 안정적 확보는 중요하여 생산라인에서의 격벽 형상과 형광체 막두께의 모니터링은 무시할 수 없다. 플라즈마 실의 체적이 변화하면 플라즈마의 임피던스가 변화하고 플라즈마의 점동조건이 달라지기 때문에 크로스토크 발생의 원인이되고 또 휘도의 균일성 확보에도 영향을 준다. PDP의 개발 설계에 의해 플라즈마 실의 형상·체적을 변경할 때마다 격벽형상과 PDP의 성능과의 관계를 평가해 갈 필요가 있다. 플라즈마 발광효율을 높이기 위해서는 격벽을 좁고 높게 하여 플라즈마 실의 면적과 체적을 증가시켜 갈 필요가 있고 또 시야각 확대를 위해 격벽의 측벽에 경사각을 가지게 할 필요가 있다. 현재 상태의 제조장치에서는 반드시 설계치수에 따라 격벽製作精度, 형광체의 막두께 정도가 얻어지지 않으므로 변동에 대한 모니터링을 소홀히 할 수 없다. 검사장치는 2차원, 3차원 장치가 있으나 각각의 장치의 특성을 충분히 이해하고 적용할 필요가 있다.

3. 결 론

이상에서 PDP 제조장치에 대한 최근의 기술동향을 설명하였다. PDP 제조기술은 최근 2년사이에 세계적으로 상당한 진전이 있었지만 아직도 완전히 공정이 확립되어 있지 않고 기술 개발 단계이다. 국내에서는 완제품을 만드는 제작사는 있지만 제조장비는 거의 일본에서 수입하고 있는 실정이다. 이러한 국내의 현실은 PDP 제조장비 개발 내지는 기술력 향상에 별 도움을 줄 수 없을 뿐 만 아니라 기술종속을 초래할 수밖에 없다. 결과적으로 생산단가의 저감, 새로운 기술의 개발에 걸림돌이 되어 2~3년 이내로 다가올 10조원 이상의 PDP 세게시장에서 경쟁력을 잃어버릴 소지가 많다. 그러므로 국내에서도 PDP 제조장비에 대한 연구가 본격적으로 시작되어야 할 시점이 되었고 과감한 연구비 투자와 적극적인 추진을 아끼지 말아야 할 것이다. 최근에 국내에도 PDP 제조장비 회사가 3 여곳 생겼고, 산업기술이사회 정책연구사업으로 전기연, 기계연, 화학연, 전통연에서 PDP 제조장비 연구들 각각의 연구소 특성에 맞게 추진하게 된 것은 현재 국내의 상황을 미루어 볼 때 매우 고무적인 일이라고 할 수 있겠다.

(참 고 문 헌)

[1] (주) Electronic Journal, "2000 FPD Technology Outlook", Electronic Journal 別冊, 1999.