

Laser Imager의 현황과 신기술

김 태 현
이메이션 코리아

1. Laser Imager의 역사

..... Laser Imager는 진단방사선과의 진단장비들이 컴퓨터화 되어서 얻어낸 영상을 화면에 띄우고 띄운 화면을 카메라로 찍어서 필름을 얻는 멀티포맷 카메라 (MFC : Multi Format Camera)의 영상이 CT나 MRI같은 의료진단영상용 장비의 출력화질에 비하여 현저히 떨어진다는 점에 착안하여 의료장비의 고화질요구에 부응하기 위해 개발된 기기이다.

1984년 이메이션사(당시 3M사)는 이러한 요구를 만족시키기 위해 세계최초로 Laser Imager (Model 831)를 개발하였다. Model 831을 시작으로 현재까지 많은 개량이 이루어져 왔으며 관련기술의 공개로 코닥, 후지 등 필름제조기술을 가진 메이커가 가세함으로써 세계의 진단장비시장은 MFC에서 Laser Imager로 급격히 바뀌어져 왔다. 우리나라에서 Model 831은 1980년대 후반부터 90년대에 걸쳐서 서울대병원, 강남성모병원을 시작으로 설치되기 시작하였으며 이중 초창기 몇 대는 현재까지도 가동되어 그 내구성과 신뢰성을 자랑하고 있다.

현재 CT, MRI의 영상출력장치는 거의 대부분 Laser Imager를 이용하고 있으며 Laser Imager로 출력을 하

는 장비는 PET, 감마카메라 등을 비롯한 핵의학장비, 초음파장비, DSA, X-Ray, CR 등을 비롯하여 최근의 EBT까지 전기신호로 출력하는 모든 장비 즉 워크스테이션등 모니터를 가지고 영상을 표현하는 거의 모든 장비의 출력장비로 Laser Imager가 쓰이고 있다.

2. Laser Imager의 용도와 원리

Laser Imager는 CT나 MRI같이 진단영상을 전기적 신호로 모니터에 나타내는 모든 장비의 필름 출력장비로 사용된다. Laser Imager를 출력장비로 쓰는 입력장비는 CT나 MRI외에도 C-ARM, PET, Ultrasound, CR, DR, DSF, Angio, 감마카메라등 다양하다.

기존의 X-ray는 필름에 X-ray를 주사하여 노광된 필름을 현상기에 넣어 현상하는 방식으로 필름을 만든다. 그러나 이후에 개발된 CT같은 컴퓨터화된 진단영상의 경우 최종 진단영상이 모니터에 출력되는데 모니터에 사진을 찍는 방식의 MFC는 모니터의 해상도가 20인치 당 2000라인을 넘기 힘든 모니터 자체의 한계 때문에 컴퓨터화된 진단영상을 받아 필름에 프린트해주는 장비가 필요하게 되었다.

이러한 요구에 맞추어 Laser Imager가 개발되었는데 Laser Imager는 메인 장비로부터 입력된 전기신호를 레이저신호로 바꾸고 레이저를 미세한 폭으로 (약 80미크론) 한 라인 한 라인 필름에 주사하여 필름을 노광하고, 노광된 필름을 현상, 정착, 수세, 건조의 4단계를 거쳐서 진단영상이 담긴 필름으로 만들어낸다.

진단영상이 일반영상과 다른 점은 요구하는 이미지가 병변을 발견하기 위해 고화질을 요구하며 뼈와 혈관등 각종 장기의 음영에 따라 병변을 진단하므로 많은 단계의 그레이스케일을 요구하며 필름을 그대로 View Box에서 판독하므로 은으로 필름에 영상을 표현하는 은염 화상이 쓰인다.

3. Laser Imager의 변천

1세대 Laser Imager는 1개의 입력이 기본이었다. 1980년대 초반만 해도 CT한대를 연결하는 것이 일반적인 상황이었고 한 병원에서 두 대의 Modality 를 운용하는 일이 많지 않았기 때문이다. 초기모델로 3M 831 등이 있다.

2세대 Laser Imager는 MRI system이 본격보급이 되면서 2개 이상의 입력이 가능한 모델이었다. 각 회사의 모델별로 다양한 제품이 출시되었으며 출력속도나 해상도면에서 많은 개선이 이루어져 현재에 이르고 있다. 아날로그 및 디지털 입력이 가능하며 고해상도 출력에 많은 장비를 연결할 수 있으며 Gas Tube 레이저인 HeNe 레이저에서 고체반도체 레이저인 Solid type의 레이저 광원으로 진보하였다. Gas Tube 레이저인 HeNe 레이저를 이용한 장비는 정기적인 유택모듈(레이저 광원이 되는 부분)을 교체해야되는 불편이 있으며 교체까지의 일정세기를 내는 것이 기술의 관건이었는데 고체반도체 레이저인 Solid type의 레이저 광원으로 진보하면서 반영구적이며 광원의 변함없는 성능도 유지하게 되었다. 예로 3M 952, 959, 969HQ등 각회사의 거의 모든 모델이 여기에 속한다.

3세대 Laser Imager는 2세대까지의 제품이 현상액 등의 화학처리를 거쳐 필름을 생산하는 것에서 탈피하여 필름 자체에 특수처리를 하여 화학약품 없이 필름만으로 현상을 하는 Dry 방식을 구현한 장비이다. Dry 방식은 별도의 암실이 필요 없고 설치시 배관, 환기, 폐수 처리 시설이 필요 없으며 화학약품도 쓰지 않는 등 장점이 많아 기존의 2세대 제품들을 빠르게 대체해 나가고 있다. 또 3세대 Laser Imager는 진단영상전송망인 PACS의 DICOM규격을 지원하며 네트워크 능력을 지녀서 장비간에 백업 및 상호 데이터교환이 가능하게 되

어 있다.

4. 향후의 Laser Imager

1996년부터 실질적으로 시장에서 점유율을 높여가고 있는 3세대 Dry방식의 Laser Imager는 이전의 MFC가 Laser Imager로 바뀌었듯이 2세대 습식 Laser Imager를 빠르게 대체하고 있다. 2세대와 3세대의 구분은 현상방식이 습식이나 건식이나에 따라 나뉘며 이 차이는 실제 운용에 큰 차이로 나타나게 된다.

2세대 Laser Imager는 필름에 레이저로 노광하고 노광된 필름을 현상, 정착, 수세, 건조하는 전통적인 네 단계를 거쳐 필름을 만들어낸다 그러므로 장비는 Laser Imager부분과 현상기부분으로 나뉜다. 현상기에는 현상액, 정착액이 물과 일정비율이 섞여서 들어가야하고 또 정착과정을 거친 필름을 물로 씻어내기 위해서는 많은 량의 물이 공급되어야 한다. 화학액을 섞는 불편을 해소하려면 Auto Chemical Mixer가 필요하다. 또한 현상 처리후에 발생하는 폐현상액과 폐정착액을 따로 모아 처리해야 하는데 보통 폐액 처리업자와 계약에 의해서 수거 해가는 형편이다. 이것이 습식 Laser Imager의 가장 큰 단점이다.

현상기는 1주일에 한 번정도 청소를 해주어야 하는데 주기적인 청소가 필요한 이유는 현상액, 정착액이 공기와 접촉하면서 산화되기 때문이다. 산화된 현상액, 정착액을 쓰면 필름의 Gray scale이 떨어져서 검은 부분이 충분히 검게 나타나지 않으므로 전체적인 영상이 희뿌옇게 되고 정확한 진단을 할 수 없게 된다. 따라서 주기적으로 고여있는 화학액을 제거하고 필름이 지나가는 부분에 붙은 산화 화학액의 이물질을 제거해주어야 한다. 폐현상액, 정착액에는 옷에 닿아도 금방 탈색될 정도의 독한 30가지가 넘는 유독물을 포함하고 있어서 이 과정에서 많은 악취가 발생하게 된다. 따라서 병원에

따라 길게는 한달에 한 번씩까지 현상기 청소를 마루는데 이러한 현상은 장비고장의 원인이 되고 고장나지 않더라도 진단영상의 화질이 점점 나빠져서 결국 원하는 판독결과를 얻어낼 수 있게 한다. 이미이션의 2세대 기종중 HQ시리즈는 이러한 것을 보완하고자 AIQC(자동 화질보정)장치를 갖추어 현상액의 산화가 진행된다면 그 정도를 센서로 감지하여 그만큼의 현상온도를 높이거나 레이저의 출력을 변화시키는 등 화질보상을 해주어 언제나 일정하게 유지해준다. 하지만 현상기 청소 및 관리라는 문제점은 여전히 남는다. 현상기 청소시에는 많은 화학액이 버려지므로 필름을 많이 출력하지 않을수록 쓰는 화학액에 비해 버리는 화학액이 많아지게 된다.

또한 설치시 현상기 설치를 위해 많은 공간이 필요하며 현상기에 필요한 물, 폐액처리, 현상액,정착액의 공급에 관한 배관공사와 폐액처리 때문에 발생하는 환기 시설을 위한 공사가 필요하여 설치공간과 이동에 제약 을 받는다. 자동믹서를 쓸 경우 배관은 더욱 복잡해진다.

2세대 Laser Imager의 장점은 필름에 호환성이 있어서 비상시 타사제품을 혼용할 수 있다는 것이다. 습식 필름의 경우 반도체레이저용과 진공관 레이저용의 두가지가 있는데 방식이 같을 경우 서로 호환성을 가진다. 이미이션은 반도체 레이저를, 아그파는 진공관 레이저를, 코닥은 모델에 따라 두가지를 다 쓰고 있다. 그러나 회사마다 필름의 규격이 조금씩 다르고 특성이 달라서 화질에서 미세한 차이를 보이고 있으며 타사 필름을 장착할 경우 화질은 보장할 수 없게 된다. 필름의 경우 두께가 달라서 현상기에서 로울러에서 걸리는 이른바 잼현상의 원인이 된다.

3세대 건식 기술을 사용한 Laser Imager에는 많은 기술이 사용되고있다. 그 이유는 2세대 습식까지의 경우 필름현상에 관한 노하우 일반 사진필름에서와 마찬가지로

가지로 어느회사나 큰 차이가 없었지만 건식 Dry기술은 의료영상에서 처음 시도되는 것이기 때문에 각 회사마다 노하우가 달라서 많은 방식이 시도되고 있다. 구체적으로는 잉크젯, 열승화, 열전사, 토너, 하프톤그래이, 포토더모그래픽 등의 기술이 연구되고 있는데 이때이션은 포토더모그래픽방식을 폴라로이드는 하프톤그래이, 아그파는 열승화 방식을 쓰고 있다.

1997년 대한방사선사학회지에 발표된 한국화학기술연구원 강 태성 박사의 논문은 화질은 포토더모그래픽 방식의 화질이 습식과 동일하고, 나머지는 습식에 비해 떨어진다고 발표가 되었다. 그 이유는 포토더모그래픽만이 은을 쓰는 은염화상인데 흑백필름의 처리에 있어서 은보다 더 반사율이 좋은 물질이 없기 때문이다. 따라서 은을 쓰지 않는 프린팅 방식은 원론적으로 은을 쓰지 않으므로 은을 쓰는 방식에 화질에서 비교될 수 없다고 결론지었다.

3세대 건식 Laser Imager는 폴라로이드에서 처음 시장에 소개되었다. 이것은 필름 두장 사이에 염료를 넣고 겹친 다음 레이저를 쏘아 노광하고 두장을 다시 떼어내어 한쪽은 양각, 한쪽은 음각의 동일한 이미지를 얻는데 음각은 버리고 양각만 취해 분리된 부분을 보호하고자 투명필름으로 코팅하는 방식을 썼다. 이것은 결국 3장의 필름이 한 장의 완성된 필름을 만드므로 소모품 가격이 2세대 습식에 비해 5배에 달했으며 폐고 코팅하는데 시간소모가 많아 생산성이 낮고(시간당 20매), 장비가 대형, 중량화 되는 단점이 있었다. 더욱 문제가 되는 것은 화질인데 신문의 흑백사진처럼 음영을 검고 흰 작은 반점으로 표현하여 연속적으로 미세하게 변하는 Gray Scale을 표현하는데 무리가 따랐다.

이렇게 나온 "헬리우스"라는 제품이 시장에서 실패하고 폴라로이드는 1997년 의료영

상사업부를 미국의 스틸링사에 매각하였다. 국내에는 CT나 MRI에 쓰이는 14*17 인치 사이즈의 장비는 한 대도 없고 초음파장비등 8*10인치 장비만 2-3대 설치되어 가동중이다.

이메이션사에서 1996년에 발표한 포토더모그래픽방식의 Laser Imager인 DryView는 은염화상이며 영상을 연속적으로 표현하는 우수한 화질로 3세대 제품의 선두 주자가 되었다. DryView는 장비가격이 기존의 2세대 제품과 동일하며 현상기가 필요 없어서 현상기 가격만큼의 가격이 더 저렴하다.

장비의 성능에 있어서도 고가격, 고품질정책을 고수하던 3M의 최고급모델 HQ와 동일한 사양으로 뛰어난 성능을 발휘하였다. 또한 소모품 비용이 다른 3세대 제품에 비해 월등히 저렴하고 기존 2세대 제품과 비슷하기 때문에 많은 판매가 이루어져 3세대로의 변화를 주도하고 있다.

5. 건식 의료영상 기술

일반적으로 건식의료영상에서 Image Quality는 Laser(은염화상) > Laser(카본베이스) > Dye Sublimation > Thermal Printhead > Ink-jet 정도로 정리될 수 있다.

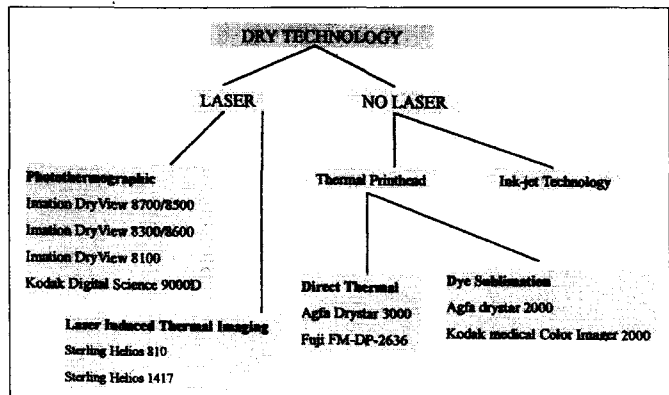


그림 1. 건식 Laser Imaging 기술

5.1. Photothermographic

포토더모그래픽 방식은 이미션에서 DryView라는 모델명으로 1996년경 출시하여 대단히 성공한 기술이다. 현재 전세계 건식시장의 70-80퍼센트를 차지하고 있다. 이 방식의 원리는 Laser를 사용하는 것으로서 Laser Imager부분은 기본적으로 습식과 같으며 노광된 필름에 전체적으로 열을 가해주면 레이저에 노광된 부분에 함유된 은이 발색하는 방식으로 되어있다. 필름에 은을 쓴다는 것은 대단히 큰 의미를 지니는 것으로서 검은 필름바탕에서 흰부분이 가장 희게 표현될 수 있는 방법으로서의 해결책이기 때문이다.

이러한 방식은 습식 Laser Imager와 마찬가지로 레이저를 노광하며 은이 함유된 필름의 은을 발색시킨다는 원리가 같으므로 습식필름과 동일한 Image Quality를 보장할 수 있다는 점에 있다.

보관성에 있어서도 ANSI 권장 보관사항인 섭씨 25도의 온도에서 100년간 판독을 보장할 정도로 안정되었다. 이런 장점 때문에 방사선과에서 받아들인데 무리가 없었으며 현재 가장 뛰어난 화질을 보이고 있는 방식이다.

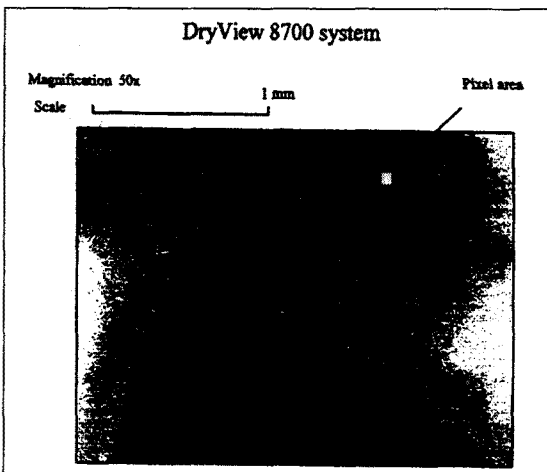


그림 2. 포토더모그래픽 방식의 이미션 DryView 이미지

습식과 다름없는 뛰어난 화질때문에 998년 9월 현재 40대 이상 국내에 보급된 기종에서 채택된 방식이다. (세계 4000여대)

5.2. Laser Induced Thermal Imaging

플라로이드가 개발한 독특한 방식인 Laser Induced Thermal Imaging은 레이저를 쓴다는 점에서 포토더모그래픽과 같다. 그러나 상을 만드는 방법은 아주 달라서 필름 두장이 겹쳐진 형태의 필름이 장비로 들어가면 레이저에 노광된 부분은 필름베이스에 이겨붙고 노광되지 않은 부분은 필름 윗면에 남아있어 이 두장을 분리하면 각각 양각이미지와 음각이미지가 나오게 된다. 그러면 양각이미지는 폐기하고 음각이미지의 벗겨진면에 보호코팅을 하여 필름을 만드는 방식이다.

이러한 원리는 결과적으로 필름이 세장 필요하게되어 (음각, 양각, 코팅지) 처리시간이 길고, 필름단가가 상승하고, 잦은 고장의 원인이 되는 단점을 가져왔다. 그러나 가장 중요한 Image Quality에 있어서 망점을 사용하는 디지털그레이스케일을 사용하여 화질이 떨어진다는 점 때문에 많이 보급되지 못하였다. 디지털 그레이스케일이란 쉽게 말해 필름의 음영을 점으로 나타내는 것이며 신문의 흑백사진을 표현하는 방식을 생각하면 쉽게 이해할 수 있다. 또한 음영을 표현함에 있어서 은염 대신 카본베이스(복사기의 토너성분)를 이용함으로써 Image Quality가 약간 떨어진다.

5.3. Thermal Printhead

Laser Imager에 있어서 Laser를 쓴다는 점은 최고의 해상도를 위해서 필수적인 것이었다. 그러나 최근엔 레이저를 쓰지않고 열만으로 필름을 현상하는 방식이다. 이것은 주로 건식 Laser Imaging 기술을 갖지 못한 후

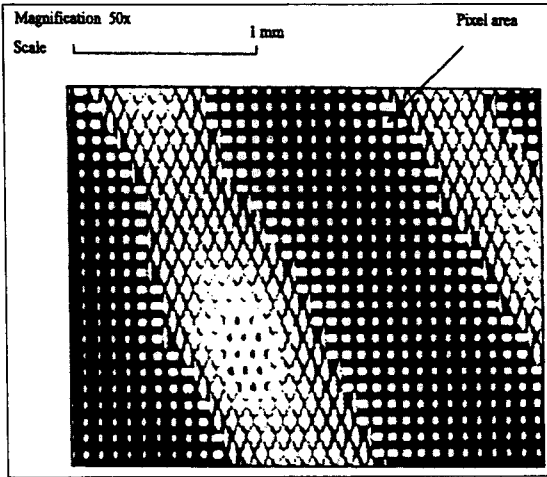


그림 3. Laser Induced Thermal 방식의 이미지

발주자들이 보다 손쉽게 시장에 접근하기 위하여 개발한 방식으로 각각의 장점과 단점을 가지고 있다.

Thermal Printhead 방식은 쉽게 생각하면 팩스와 같은 것이다. 열을 받으면 발색하는 필름이 일렬의 열소자 방출 히터(Thermal Printhead)를 지나가면 열을 받은 부분이 발색하는 원리이다. 마치 빛(Thermal Printhead)으로 머리(필름)를 빗어내리는 것과 같다.

이러한 방식은 레이저를 쓰지 않기 때문에 구조가 간단하고 생산가격이 저렴해지는 장점이 있으며 필름이

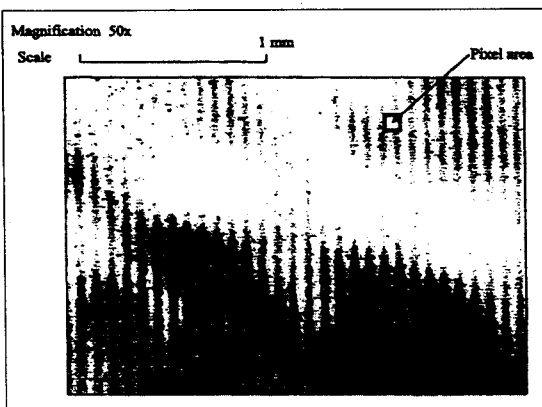


그림 4. Direct Thermal 방식의 이야기

빛과는 무관하기 때문에 일상적인 빛에는 필름이 노광되지 않는다.

그러나 Laser Imager의 본질이라고 할 수 있는 Image Quality에서는 잃는 것이 많다. 은을 쓰지 않음으로서 생기는 화질의 손실이 있고 접촉식 헤드를 씌움으로서 생기는 단점으로 헤드의 수명이 짧고 일정기간 사용후에 헤드를 교체해야하는 측면이 있다. 빗처럼 생긴 수많은 Heat element(열소자) 중에 하나만 고장나도 필름의 해당부분에 세로줄이 생길 수 있는 것이다. 또한 작은 면적이 닳으면서 미묘한 온도차이의 열소자를 가함으로서 보통의 Laser Imager의 약 반정도의 속도로 처리속도가 늦다. 또한 보관성에 있어서도 다른 방식보다 열에 약하다.

Thermal Printhead 방식은 각각 Direct thermal 과 Dye Sublimation(염료승화) 방식의 두가지가 있다.

Direct thermal은 필름에 일렬로 늘어선 열소자 방출 헤드가 필름과 접촉하면서 필름을 만드는 방법이며 필름에 특수처리된 것 이외에는 따로 소모품이 필요없다. 그러나 헤드가 접촉한다는 한계 때문에 헤드의 수명이 문제가 될 수 있다. 이 방식은 이제 막 제품출시기가 이루어지고 있는 상황이라서 앞으로의 귀추가 주목된다.

Dye Sublimation은 컬러프루핑(프린팅) 장비에 널리

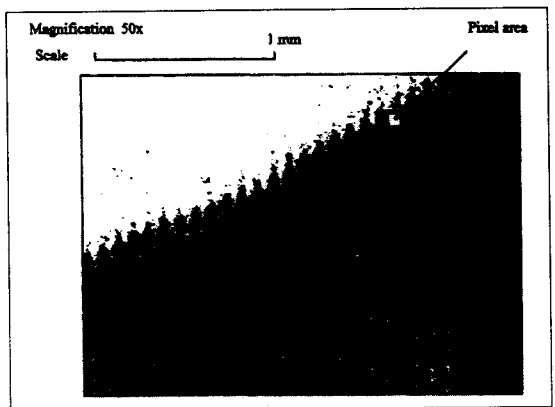


그림 5. Dye Sublimation(염료 승화) 방식의 이미지

사용된 기술로서 기술 자체로는 이미 일반화되어 검증
을 거쳤다고 볼 수 있다. 염료승화방식은 C,M,Y,K의
네가지 염료를 고체상태에서 열을 가하여 바로 기체상
태로 만들어 필름 표면에 뿌리는 방식이다. 이러한 방
식은 컬러를 구현할 수 있다는 것이 최대 장점이며 단
점으로는 Image Quality, 필름외에 염료를 포함한 카트
리지나 리본 등이 필요하므로 소모품비용이 높은 것,
처리속도가 매우 느린점등이 단점이다.

5.4. Ink-jet

잉크젯은 프린트 잉크를 미세한 노즐을 통해 종이나
필름에 뿌려서 인쇄하는 방식으로 이미 개인용 프린터
등을 통해서 일반화되어 있다. 현재의 잉크젯 기술은
현재 1440dpi 정도까지는 일반화되었다. 그러나 잉크젯
의 dpi는 Dye Sublimation의 dpi와 Laser Imager의 dpi
와는 다르다. 먼저 잉크젯은 잉크방울이 변형없이 필름
이나 종이에 분사되므로 1인치당 도트수라는 dpi의 개
념이 그대로 적용된다.

그러나 Dye Sublimation에서의 dpi는 고체상태의 염
료가 승화해서 기체상태로 변하여 필름에 닿을때는 이
미 미세한 알갱이로 변하기 때문에 승화 소자에서 뿌려
지는 300dpi가 기체상태로 흩어지므로 잉크젯의 300dpi
와는 전혀 다른 해상도를 보여준다. Dye Sublimation에
서는 이러한 원리 때문에 300dpi이상의 해상도는 큰 의
미가 없어진다. Laser Imager의 dpi는 세기가 변화하는

약 75-100미크론의 레이저 초점이 연속선상으로 주사되
므로 또 다른 개념으로 해석될 수 있다.

잉크젯은 잉크를 만드는 원리에 따라 크게 버블젯,
마하젯, 써멀젯 방식으로 나뉜다. 버블젯은 노즐속에 있
는 잉크를 밀어낼 때 공기방울을 이용해 잉크를 밀어내
며 공기의 양을 조절하여 분사되는 잉크방울의 농도와
지름을 조정하는 기술이다. 마하젯은 전기를 가해주면
일정 주파수로 진동하는 피에조 압전효과를 이용하여
잉크방울을 밀어내는 방법이다. 써멀젯은 분사노즐에
순간적인 고열을 가해 잉크방울을 튀어나가게 하는 방
식이다.

잉크젯에 있어서 위의 기술들은 아직까지 뚜렷한 기
술상의 우열은 없으며 다만 제품의 질 또는 잉크의 질
에 의해 출력물의 품질이 차이를 보여준다.

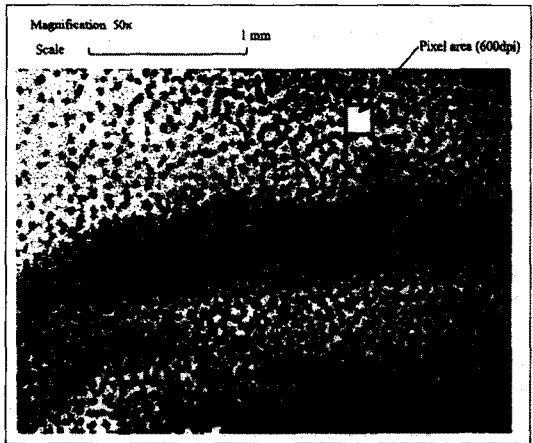


그림 6. 잉크젯 (600Dpi급) 기술을 이용한 프린터