

칼라 프린터 技術

柳永洙, 孫明世
Hewlett-Packard 中央研究所

I. 머릿말

媒介體 위에 情報을 記錄하는 方法은 人類가 試圖한 情報의 展示와 保管을 위한 가장 오래된 手段이다. 이것은 곧 가장 익숙하고 친근하다는 뜻이기도 하다. Paperless society-종이없는 사회-라는 구호가 등장한 이후 20여년이 지나는 동안 종이 수요의 감소와는 반대로 종이 소비의 신장세를 보여왔다.

Computer 技術의 개발과 computer 普及은 paper-less 쪽으로 가기 보다는 전통적인 매체를 통하여 정보를 전 시하고 교환하고 보관하는 必要性을 높이는 쪽으로 움직여 왔다. 오늘날 複寫機가 얼마나 바빠 돌아가고 있는 가를 상상해 보라.

人間이 매일 接하는 세계의 실체는 黑白이 아니고 多樣的인 自然色이다. 단순한 정보가 아니고 복잡한 정보 내용이다. 이러한 복잡한 정보내용이 黑白으로 간단히 처리 되었을 때 不自然스러움을 느낀다. 黑白 映畫나 黑白 TV를 보면서 친근감을 느끼거나 자연스러움을 느끼기는 어려운 것이다. 이것은 우리가 잘 알고 있는 實際의 정보와 다르기 때문이다.

우리는 정보를 展示하기만 하지 않는다. 정보를 처리하여 해석한 바를 효과적으로 상대방에게 전달할 필요성을 느낀다. 情報가 의미하는 바를 상대방이 주목하게 하고 전하는 사람의 의도를 강조해야 할 필요가 있다. 다시 말해 單層的 情報의 傳達를 넘어서서 多層的 情報의 展示가 필요하게 되었다.

實際를 再現하기 위해서 다루어야 할 정보량이 많아지고 多層的 識別이 必須의이게 됨에 따라 黑白으로서는 滿足하지 못하고 컴퓨터 出力機器의 칼라(色)에 대한 要求가 漸增하게 되었다.

컴퓨터의 정보처리 능력이 엄청나게 늘어났다. 또한 色彩를 요구하는 週邊機器들, 칼라 디스플레이(color display), 칼라 비디오 카메라, 비디오 콤팩트 디스크(video CD), 비디오 메모리, 寫眞 CD(photo-CD), 칼라 fax, 칼라 스캐너(color scanner), 칼라 필름 스캐너(color film scanner), 칼라 위성중계 사진(color satellite picture), 의료 영상처리, 지질 영상처리 등 칼라를 다뤄야 할 필요성이 폭발적으로 증가하였다. 폭증하는 요구에 비하여 칼라 프린터 기술의 발달은 기대에 미치지 못하고 있는 것이 최근에 이르기까지의 현실이었다.

문자로 기록된 문서 가운데 강조할 부분은 2색 리본의 기계적 프린터를 사용하는 것이 고작이었고 線圖面의 색은 펜 플랏터를 이용하였다. 彩色面積이 넓은 圖面을 다뤄야 할 필요성이 많아짐에 따라 사정은 달라지기 시작했다. 이제 線情報로 부터 走查情報을 만들어 내서 走查用 플랏터로 제작해야 時間的 經濟成을 얻을 수 있게 되었다. 픽토리얼(picto real, picture perfect)한 畫像을 취급해야 됨에 따라 새로운 機器와 새로운 칼라 잉크와 토너를 요구하게 되었다.

칼라 情報를 處理하고 展示하는데 있어서 이미 새로운 시대로 접어들었다. 칼라 정보를 展示하는 프린터가 單獨으로 使用되기만 하는 것이 아니라 많은 컴퓨터 사용자와 다양한 機器들이 通信網으로 연결되어 상호 교환하고 display하고 프린팅하는 network environment(네트워크 環境)으로 발전하였다. 전신해야 될 원고의 내용도 글에 국한되지 않고 글과 도표와 畫像이 混在하는 과거에는 寫眞과 식자인쇄에만 의존했던 복잡한 원고를 컴퓨터 사용자가 오피스에서 해낼 수 있게 되었다.

이러한 새로운 환경에서 칼라에 대한 認識이 달라지고 要求에 대한 理解가 달라지게 되었다. 이러한 市場의

現況과 展望을 바탕에 두고 칼라 프린터 技術을 概觀해 보고 앞으로의 發展을 展望해 보기로 하겠다.

II. 칼라 프린터의 칼라 基礎^{1,2,3)}

1. 칼라 기초

빨강, 파랑, 노랑, 초록 등 색체에 대한 인식이 흔히 들 매우 自明한 것으로 짐작한다. 그러나 같은 대상물이 야외에서 보았을 때와 실내에서 보았을 때가 같지 않고 백열등 아래서 보았을 때와 형광등 아래서 보았을 때 같지 않다. 사람마다 색에 대한 민감도가 다르고 같은 빨강색도 오렌지 색 옆의 빨강과 초록색 옆의 빨강이 다르게 느껴진다. 같은 사람이 같은 대상물을 놓고서도 지난번 보았을 때에는 이런 색이 아니었는데 하고 의아해 하는 것을 목격하기도 한다.

대상물은 光源으로 부터의 빛이 없이는 感知될 수 없다. 光源은 그 자체의 物理的 特性을 가지고 觀測者의 色 感知에 영향을 준다. 프린터가 製作되어 畫面을 놓고 볼 때 光源으로 부터 照射되어 畫面에서 反射될 때 對相物인 畫面의 物理化學的 特性이 또한 영향을 준다. 觀測者는 機械的 카메라가 아니다. 觀測者는 눈과 신경계통과 뇌의 유기적인 생리적 심리적 작용에 의하여 대상물과 칼라를 인식한다. 따라서 칼라를 논할 때 光源과 照射對相物과 觀測者가 모두 고려 되어야 한다.

機器로 칼라를 다뤄야 할 때 칼라를 言語로만 說明하는 것은 정확성과 객관성에 문제가 있다. 그래서 세 軸을 가진 座表를 이용해서 色을 記述한다. 칼라 座表는 여러가지 시스템이 있는데 이것은 실제의 칼라와 觀測者의 인식차이를 줄이고 보다 線型的 表現을 가능하게 하기 위한 시도이다.

개념적으로 이해하기 쉬운 세가지 성분 즉 색깔(hue), 색농도(chroma, saturation)와 明暗(lightness, intensity)에 대해서 살펴보자. 색깔은 일반적으로 빨강, 파랑, 노랑, 초록 등으로 구분하여 말하는 質的 表現이다. 色의 明暗은 灰色과 같은 中間色으로 부터 더욱 밝은지 혹은 어두운지의 정도로 表現하는 말이다. 또한 色濃度는 같은 明暗度에서 色의 다른 정도를 나타내는 말이다. 이들은 칼라공간(color space)에서 구면체로 표현하면 그림 1과 같다.

칼라 프린터로 紙面위에 칼라 畫面을 만들 때 어느만큼 다양한 칼라를 表現할 수 있는가에 觀心이 가지 않을 수 없다. 認識되는 칼라의 다양성의 幅을 色域(color gamut)이라고 부른다. 칼라 CRT나 칼라 LCD의 칼라

와 自然色으로 인쇄된 인쇄물의 칼라는 만들어지는 시스템이 각각 다르다. 전자를 加色系(additive color)라고 부르고 후자는 減色系(substrative color)라고 부른다. 加色系에서는 CRT의 빨강, 초록, 파랑과 같은 작은 靄素들이 빛을 발하고 이 빛들이 합해져서 감지된다. 또는 종이위에 여러 색깔의 작은 靄素들이 가까이 모여 있게 되면 이들에게서 반사된 빛이 합해져서 감지된다. 후자의 경우에는 어떤 색 위에 다른 색이 겹치면 光吸收(또는 散亂)에 의해 해당된 파장의 빛이 여과되어서 각각의 색과는 다른 색으로 감지된다.

칼라 프린터에서는 의도적으로 減色系를 사용하는데 이는 色素를 병열하는 방법으로는 線이나 境界面의 解像度의 劣化를 가져오므로 靄素 위에 靄素를 겹치는 減色系를 사용하여 하드웨어가 가지는 解像度를 그대로 유지하도록 한다. 가장 흔히 쓰이는 減色系의 3元色은

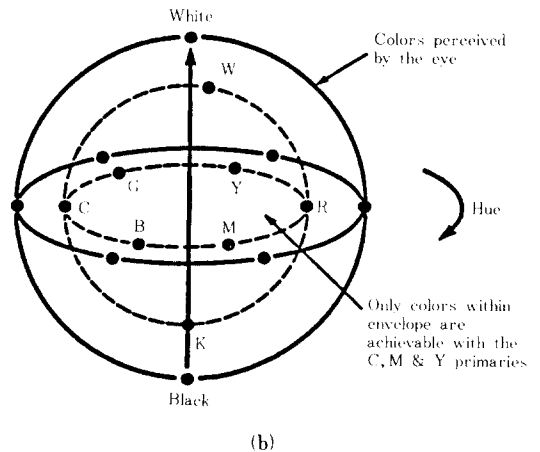
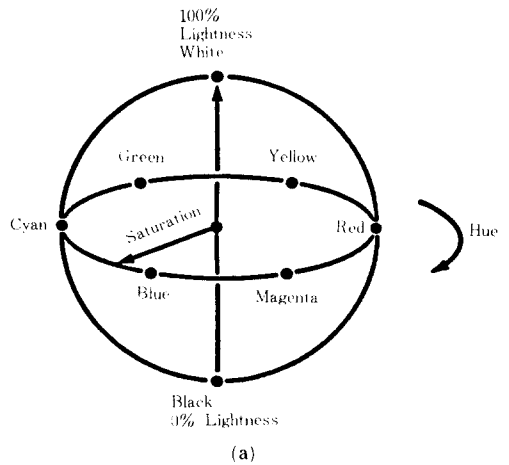


그림 1. 칼라 space model과 減色系 칼라 space model

cyan, magenta, yellow이다.

가장 흔히 쓰이고 필요한 색이 黑色인데 CYM을 겹칠 때 얻어질 수 있다. 이렇게 얻어진 흑색의 색 농도가 충분히 짙지 못하고 또 겹쳐지는 잉크나 토너의 양이 많아져 문제를 일으키므로 실제 칼라 프린터에서는 흑색 잉크나 토너를 별도로 사용하는 CYMK를 사용하는 것이 보통이다.

실제에 있어서 칼라 프린터는 완전한 減色系라 볼 수 없으며 엄밀한 의미에서 減色系와 加色系의 混合이라고 보아야 하겠다. 그 이유는 칼라의 투명성이 완전하지 않은 점, 各色의 畫素의 크기가 畫面에서 일정하지 않은 점과 畫素와 畫素의 位置 整合성이 완전하지 않기 때문이다.

色の 階調를 위하여 여러개의 畫素를 한 묶음으로 하여 즉 $2 \times 2 \sim 7 \times 7$ 매트릭스(matrix)를 畫素의 채움 정도를 달리하는 경우 이것은 加色系에 가까운 混合型이 된다.

칼라 프린트된 color gamut은 제조성의 폭이 넓고 순수한 加色系인 CRT의 그것에 비해 제한 되는 것이 현실이다.

칼라를 표현하고 칼라 토너, 칼라 잉크의 칼라 스케이스 안에서의 위치를 서로 알기 위해 표준이 필요하다.

칼라 시스템으로 Munsell 시스템, CIE 1931, CIE 1964, CIE 1976 $L^*a^*b^*$, CIE 1976 $L^*U^*V^*$ 등 많은 시스템들이 사용되고 있는데 모두 표준 관측자들을 이용하여 경험적으로 만들어진 것들이다. 이러한 시스템을 이용하여 프린터 제작자와 잉크나 토너 제작자 사이에, 프린터 시스템 제작자와 소프트웨어 회사들 그리고 사용자 간에 상호 정보교환이 가능해진다.

칼라 프린터의 하드웨어의 한계와 사용하는 잉크의 dye나 pigment의 종류, 토너의 pigment 종류에 따라 color gamut이 機器마다 다 다르다. 한계내에서나마 칼라 認知의 표준화의 필요성이 높으나 아직까지 이루어지지 않고 있어서 소프트웨어를 만드는 회사에서 고객의 기호와 요구에 따라 칼라를 선택할 수 있도록 소프트웨어를 만들어 주고 있는 실정이다.

그러나 칼라 프린터에는 최소한 γ 補正은 장치되어 있다. 이것은 예를 들어 濃度를 지정하는데 1부터 10이라는 入力を 사용한다면 認識되기는 1부터 10까지 線型的으로 변하지 않고 가령 入力 5에 대해서 認識되기는 농도의 스케일에서 6으로 느껴지는 非線型性을 가지므로 이를 補正하는 하드웨어를 대개 가지고 있다.

CRT의 色과 프린트의 色이 같이 느껴지도록 色補正을 한다든지 다른 칼라 프린터간에 交換性을 가지게 한

다른지 期待되는 色이 칼라 프린터마다 다르지 않고 일관성을 가지게 하는 것들은 high level language로서 해결하고 있다. PostScript II는 이러한 문제를 많이 극복한 것으로 알려져 있다.

2. 階調(gray scaling)

自然色을 紙面에 再現한다든지 넓은 color gamut의 색 선택을 가능하게 하기 위해서 階調가 필수적으로 필요하다. 階調를 大別하면 連續式 階調와 二價値 階調로 나눌 수 있다. 連續式에서는 濃淡을 畫素의 位置를 그대로 階調 變化 시키는 方法으로 電寫프린팅 方式에서 레이저 빔의 放出에너지를 變調 시킨다거나 熱轉寫 또는 昇華熱轉寫 프린터에서 加熱 펄스數나 펄스幅을 變調하여 畫素의 크기를 變化 시킴으로써 階調하는 方法 또는 紙面에 와 닿는 잉크방울의 數를 變調 시키는 方法들이 있다. 이러한 方法으로 256의 階調를 解像度의 손실없이 얻을 수 있는 製品들이 市中에 나와 있다.

그러나 連續階調에 限界를 가지는 dot matrix printer, 왁스 熱轉寫, LED와 LCD 電寫, 잉크젯들은 二價値 作動이 보편적이다. 또한 二價値 作動이 連續階調 方式보다 더 安定性 있고 低價인 것이 현실이다.

위에 言及한 프린터들은 二價値(binary)方法으로 밖에 畫素(dot)를 만들 수 없는데 이러한 경우의 제조는 여러개의 畫素(pixel)를 그룹으로 묶어서(소위 super pixel) 프린트하는 중간계조법을 쓰고 있다. 예를들면 2×2 혹은 3×3 super pixels을 써서 여러 레벨의 제조를 하는데 제조의 幅은 채택한 matrix의 사이즈에 의해서 결정된다. 중간계조는 한 matrix안의 여러 레벨의 흑색(black)과 여러 레벨의 백색(white)에 의해서 생기는 인간의 시각적 평균기능 때문에 사람에게 느껴지는 것이다.

Dot matrix printer 등에는 “ordered dither” 방법이 널리 쓰여지고 있는데 기준 매트릭스에서 미리 정해진 값과 각 畫素를 비교하여 階調를 가진 原畫像을 二價値로 바꾸어 준다. 예를들면 한 畫素의 明暗도가 기준을 넘으면 그 畫素가 프린트되고 기준보다 낮으면 프린트하지 않는 방법이다. 이 방법은 컴퓨터처리나 기억용량의 요구가 적은 잇점이 있다. 이 방법이 성공적이라면 dither matrix에서 적당한 分割值를 정하는 것이다.

또 한가지 최근에 가장 흔히 쓰이는 방법은 誤差 확산法이다. 多價의 畫像데이터를 특별히 선정된 기준值和 비교하여 그 차이를 誤差值로 바꾸어 다른 weighing factor로써 인접한 畫素에 반영하는 것이다. 이 誤差值는 正이나 負值가 될 수 있고 다른 畫素로 계속해서 확산 또는 생략할 수도 있다. 원래의 색결과 매

우 흡사한 부분적인 색깔을 만들어 주는 오차 확산 방법은 ordered dither 보다 훨씬 월등한 이미지와 색깔을 형성할 수 있지만 상당히 많은 컴퓨터 정보처리 능력과 기억용량을 요구하고, 경계면에서의 미세성을 상실하기 때문에 畫質이 떨어진다.

3. 下色除去(under color removal)

프린터에 入力되는 信號는 3色 信號 즉 빨강, 초록, 파랑(RGB)이거나 cyan, magenta, yellow이다. 畫像의 내용에 따라 한 畫素의 位置에 三色이 重疊되는 경우가 있다. 이러한 경우 중첩된 각 色 畫素를 除去하고 黑 畫素로 대체한다. 이렇게 함으로써 色濃度를 改善하여 畫質을 높일 수 있고 잉크의 소모량도 줄일 수 있다.

4. 칼라 信號 處理의 흐름

흔히 볼 수 있는 原畫로부터 칼라 프린트에 이르는 제 통도가 그림 2에 표시되어 있다. 프린트 속도를 제한하지 않고 이러한 기능을 가지기 위해서는 畫像 情報를 하드웨어로 처리가 필요한데 이를 위해 IC 칩들이 市中에 나와 있다.

Ⅲ. 칼라 펜 프루타^[4,5,6,7]

최근에 이르기까지 color CAD/CAM 用으로 펜 프루타가 많이 사용되어 왔다. 프루타는 線(선)을 그리는데는 신뢰성이 있는 機器이고 가격이 저렴하여 건축설계도 등 여러 분야에 압도적으로 이용되어 왔으나 시간이 오래 요구되는 것이 결정적인 흠이다.

펜 프루타는 X, Y방향으로 펜을 움직여서 線畫를 그리는데 쓰인다. 펜 프루타는 몇가지의 內藏(내장)되

어 있는 색깔의 펜을 사용하기 때문에 색깔의 선택이 제한되어 있다.

펜 프루타의 성능은 펜이 제자리에 돌아왔을 때의 최대 오차(dead band)와 X, Y 兩方向으로 움직일 때 動力學的으로 整合(dynamic matching)과 加速度와 走行速度가 펜의 上下操作에 걸리는 시간이 짧고 bouncing(뛰어오름)이 없어야 한다.

펜 프루타는 펜의 종류와 media에 따라 그 성능이 또한 달라진다. 액체잉크를 사용하는 펜은 펜 使用途中에 잉크가 마르거나(dry) 막혀서 잉크가 나오지 않거나 사용시 마손되어 畫質에 손상을 가져오거나 또는 도면을 손실하는 경우도 있다.

Ball point pen은 신뢰성이 있으나 깨끗한 線을 그리기가 어렵고 잉크소모를 예측할 수 없어 특히 無人 機器 동작시 문제가 된다.

Fiber tip pen은 線幅이 넓어 엔지니어링 drafting 응용에 제한점이 있다.

Pen들은 사용하지 않을 때 건조하는 것을 방지하기 위해 cap을 사용하고 있다.

프라팅 속도는 機器自體 뿐만 아니라 펜으로부터 잉크의 安定된 供給能力에 따라 좌우된다.

종이 등 펜 프루타의 매개체는 高畫質을 얻기 위해 高級畫紙와 특수 처리된 필름을 사용하였다. 매체 위에서의 잉크의 건조성능, 잉크의 流出性, 먼지에 의한 펜의 오염등이 고려되어야 한다. 환경조건에 영향받지 않는 치수 정밀도를 요구하는 곳에는 폴리에스터 필름이 널리 이용된다.

1. 펜 프루타의 종류

펜 프루타는 畫紙 固定型和 往復運動型으로 나누어질 수 있는데 전자는 小型 圖面제작에 국한되고 도면의

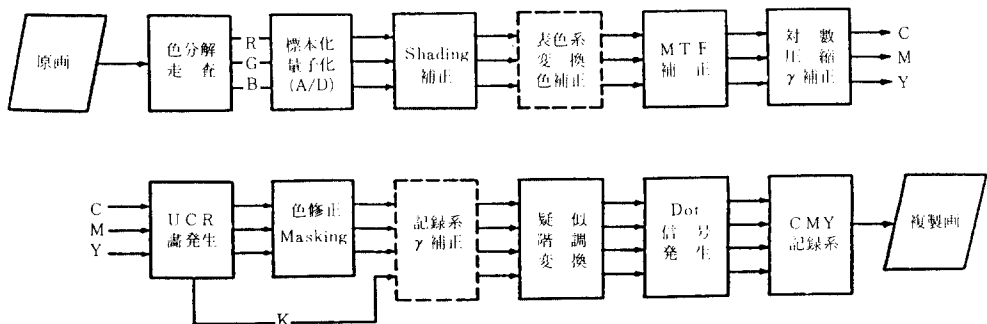


그림 2. 칼라 信號 처리 block diagram

사이즈에 제한이 있다. 線畫質도 后者보다 良好하지 못하다. 后者는 종이 등 매개체가 grit pinch roller를 통해서 전후 왕복운동하면서 그 위에서 펜이 좌우운동을 하며 펜의 上下操作을 통해 도면을 제작하는 방법이다. 製圖中 필요한 색의 펜을 회전하는 펜 저장소에서 선택 교환하여 프로팅한다. 后者의 方法으로 畫紙의 크기를 A4-A0까지 취급할 수 있고 작동시力學的으로 거의 같은 特性을 갖도록 설계할 수 있어서 線畫質이 뛰어나다.

2. 要略

이러한 펜 프롯타는 vector data(線情報) 디바이스로써 적은 량의 線情報를 그리는데 가장 적합하지만 많은 량의 정보를 옮기거나 畫像을 다루기에는 시간이 많이 걸려서 적합하지 않다. 따라서 많은 량의 線情報를 走査情報로 교환하여 많은 잉크 노즐이나, 記錄헤드를 동시에 作動할 수 있는 잉크젯나 레이저 젯, 靜電氣 프로타가 市場占有率을 늘리고 있다.

IV. 칼라 熱轉寫 프린터(Thermal Transfer Printer)

현재 칼라 응용 프린터 機器로써 熱轉寫 方法이 市場의 主流를 차지하고 있다. 아직 다른 프린터 기술이 畫質면에서 앞서있지 못하므로 열전사 방법은 얼마동안 그 위치를 고수할 것으로 보인다. 특히 高畫質을 요구하고 寫眞을 代替할 수 있는 제품으로써 昇華(승화) 熱轉寫(sublimation thermal transfer)와 染料(염료) 擴散熱轉寫(dye diffusion thermal transfer, D2T2)의 활약이 桴楨하다. 여기서 熱轉寫技術을 概觀해 보기로 한다.

1. 熔融熱轉寫(hot melt thermal transfer; wax thermal thermal)^{6,9)}

熔融熱轉寫에서는 記錄 head를 加熱하여 상온(常溫)에서 고체로 있는 왁스 잉크를 녹여 기록紙面으로 轉寫함으로써 畫像을 얻는 방법이다. 칼라 畫像은 잉크 쉬트(sheet)의 첫번째 color를 記錄紙를 前進시키며 轉寫한 후 두번째 칼라를 轉寫한다. 이와같이 하여 cyan, magenta, yellow를 전사함으로써 칼라畫像을 얻을 수 있다. 따라서 잉크쉬트(칼라리본)는 한번 前進하나 記錄紙는 3회 왕복하게 된다.

1) 市場現況

熔融熱轉寫의 칼라응용은 칼라 프린터, 칼라 복사기,

비디오 프린터 등에 응용되고 있고 光耐久性(褪色성이 낮음)이 요구되고 업무 展示用과 같은 진한 色 농도를 필요로 하는 곳에 매우 유용하게 쓰일 수 있다. 連續階調性(continuous tone)의 난점으로 階調는 中間階調方法(half tone)을 사용하여 畫像再現에 應하고 있다.

2) 熔融熱轉寫 프린터의 構造와 消費材

熱轉寫 프린터의 原理 構造圖는 그림 3에 보이는 바와 같다. 市中的 製品들을 보면 Ta-Si-C, Ta₂N 등 發熱抵抗體를 세라믹 基板위에 thin film(薄膜) 기술(sputtering)을 이용하여 200dpi에서 300dpi 사이의 解像度를 얻고 있다. 驅動時 2ms 동안에 25℃에서 425℃로 上昇하는 열 충격에 내구성을 가지도록 설계되는데 加熱과 冷却속도에 대한 고려가 또한 프린트 헤드 機械 部¹¹⁾ 설계에 중요한 부분이다.

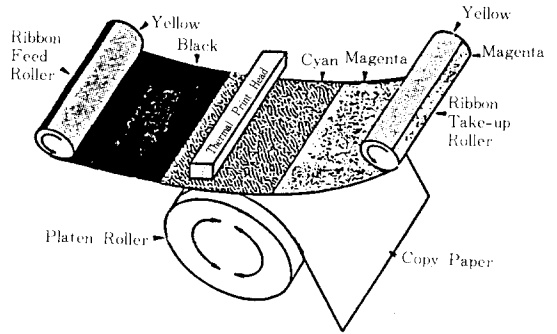


그림 3. 칼라 wax 열전사 프린팅 방법

기록헤드는 各 發熱抵抗素를 전류로 통하여 加熱하는데 同時 加熱素子の 數, 位置, 驅動빈도 등에 따라 記錄 헤드의 온도 均一性을 유지하기 어렵다. 이를 補正하기 위해 헤드의 溫度, 驅動 패턴 등을 고려하여 各 素子の 驅動時間幅을 調整하여 溫度의 不均一性을 제어한다. 기록지의 走行에 있어서 往復時 張力の 변화, 뒤틀림, 기록지의 蛇行(사행) 등은 畫素의 位置 整合性(registration)을 유지하기 위하여 기계 설계에서 주의가 필요하다.

칼라 잉크 쉬트(color ink sheet, 리본)의 구조는 그림 4에 나타나 있다. 잉크 쉬트는 記錄헤드가 닿는 쪽으로부터 熱耐久性을 가진 silicone 被薄層, 3.5-5.7μm의 polyester film 基層, 그리고 1-3層으로 입혀진 잉크 供給層으로 되어 있다. 基層으로 polyester 뿐만 아니라 PVC 필름, polyethylene, polypropylene, polyolefin, polystyrene 등이 각각의 特長들을 가지고 試圖되었다.

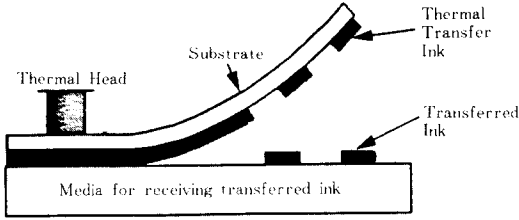


그림 4. 칼라 wax 열전사 프린팅 mechanism

기록헤드가 닿는 층은 메끄러워야 하고 접촉시 정전기 유도가 적어야 되고基層 필름을 보호할 수 있어야 하며 열전도가 좋아야 한다.基層은 반반하고 융點이 높으며 열전도성이 좋고 화학적으로 안정성이 있어야 한다.잉크층은 대개 연성 파라핀 왁스가 액체 상태에서 기공위에 입혀지는데 이 방법이 공정상 여러 가지 잇점이 있다.잉크층은 dye(染料)대신 pigment(顔料)를 왁스와 혼합(혼합)하여 필름위에 입힌 것인데 pigment가 자외선에 내구성이 있어 畫像의 保管性이 良好하다.記錄紙의 表面의 粗野에 따라 畫像의 轉寫가 고르지 못하고 흰 반점을 나타내는 문제를 일으켰는데 材料의 개발로 紙表面의 平滑性에 대한 요구가 많이 완하 되었다.

記錄헤드의 動作은 基本的으로 二價値이다. 따라서 階調는 中間階調로 이용하고 있는데 예를 들어 2x2 matrix를 사용하는 경우 250가지의 色을 再現할 수 있다.

3) 要略

칼라 溶融熱轉寫는 왁스 轉寫紙의 발전과 더불어 괄목할 만한 혁신을 가져왔다. 畫像의 境界面의 애민성, 面畫面(area fill)의 칼라 均質性, 濕氣 滴濟로부터의 畫像 安定性, 機器의 信賴性, 光耐久性, 環境 變化에 대한 安定性의 장점을 가지고 있다. 그러나 아직 칼라 溶融熱轉寫 프린터의 價格과 칼라 寫트와 記錄紙의 價格이 높고 프린팅 속도가 낮아 수요자들로부터 저항을 받고 있다. 아직까지 결점을 보완하는 제품이 나와있지 않아 칼라시장을 석권하고 있다. 장차의 경쟁 상대로는 보통지에 高質 畫像을 만들수 있는 칼라 잉크젯 프린터가 될 것으로 예상된다.

2. 칼라 感熱昇華轉寫 프린터(color thermal sublimation printer)

感熱昇華轉寫 프린터의 構造는 溶融 感熱轉寫 프린터

의 그것과 거의 같고 長點들도 共有한다¹⁰. 잉크 寫트(ink sheet, 칼라리본)를 加熱 프린트 헤드와 加壓 roller 사이를 통과시킬 때 순간적으로 高溫으로 加熱素子로 驅動시키면 잉크 寫트의 染料(dye)가 昇華하여 기록지의 受容層 안으로 擴散 침투하여 定着된다. 加熱溫度를 調節함으로써 連續階調를 얻을 수 있는데 이렇게 만들어진 畫像은 거의 寫眞이나 活字印刷의 品質에 가깝다.

1) 市場現況

感熱昇華轉寫 프린터는 300-400dpi의 프린트 헤드의 解像度로 유지하고 加熱驅動 펄스 數를 調節함으로써 256階調의 넓은 階調幅을 가진다. 따라서 비디오 出力 機器로서의 精良 高畫質의 畫像을 要하는 CAD와 디자인 그래픽 추력 機器로써 주목받고 있다. 포토 CD(photo-CD)와 비디오 스틸 카메라의 등장과 더불어 기존의 사진을 대치하는 프린터로 유망시 되고 있다. 또한 ID 카드나 폰 카드(phone card)의 市場을 차지하고 있고 昇華 轉寫 方法은 키보드와 같은 字板 表示板 그리고 合成섬유에 프린팅 하는 데도 市場을 가지고 있다.

2) 感熱昇華轉寫 프린터의 消費材

感熱昇華轉寫의 特徵은 칼라 寫트(리본)와 칼라 기록지에 있다. 感熱溶融轉寫인 경우에는 發熱 素子が 驅動되면 잉크 寫트의 顔料層이 녹아서 잉크 寫트의 基低로부터 分離되어 기록지면에 부착하게 되는데, 昇華轉寫에서는 染料層의 染料가 發熱時 昇華하여 記錄紙의 受容層에 擴散 浸透함으로써 發色 固着된다. 칼라 寫트인 轉寫필름과 記錄紙의 基本的인 作動 構造圖는 그림 5에 보이는 바와 같다.

특히 칼라 리본의 필름은 헤드의 熱충격에 견디어 낼수 있는 耐熱性이 基本的인 要求이다. 헤드의 접촉부분인 맨 윗층은 附性이 있고 長期間의 加熱作動에도 헤드에

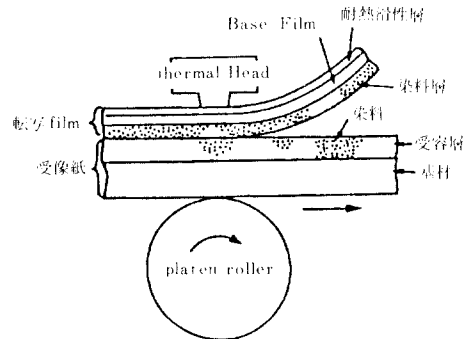


그림 5. 感熱昇華轉寫의 機能과 構造

附着하지 않고 染料層에 대해 安定性이 있어야 되므로 6 μm 정도 두께의 실리콘 樹脂 등과 같은 材料가 쓰이고 있다.

染料層은 經濟성과 作動속도를 높이기 위해 낮은 電力으로 高濃度の 昇華가 可能한 物質이 바람직하다. 그러나 기록지를 保管하고 環境變化가 심한 運送過程에서 安定性이 要求되므로 低에너지 染料가 최선은 아니다. 實際적으로 최소 3 Joule/cm², 보통 6 Joule/cm² 이상의 에너지를 필요로 하는데 이것은 機器의 速度를 制限하는 要因이기도 하다. 染料層에는 畫像의 質을 높이기 위해 染料 이외의 첨가물들이 들어가기도 한다. 대개의 染料層은 1 μm 정도의 두께이다.

記錄紙는 대개 染料로 着色固着하는 受容層과 基底層 그리고 그 이외의 補助層이 있는데 대표적인 기록지의 構造들이 그림 6에 나타나 있다¹¹⁾. 기록지의 基底는 耐熱性を 考慮 polypropylene, 合成紙, polyolefin과 종이의 接着紙와 PEP 등이 제품에 쓰이고 있고, 그 두

께는 대개 50 μm 정도이다. 基底의 熱傳導 特性和 平滑性은 色濃도와 畫質 均一性에 밀접하게 관계되어 있다.

기록지의 染料 受容層은 畫像의 耐久性과 化學的 安定性, 耐光性和 非昇華性 등이 要求되는데 이러한 요구 조건들이 충분히 滿足(만족)되게 實用화된 것은 없고, 흔히 쓰이는 것으로는 染料와의 親和力이 큰 飽和 polyester를 들 수 있다. 그 두께는 10 μm 정도이다. 기록지 受容層이 畫像을 원래대로 維持하기 어려운 점이 문제점으로 남아 있고 문제를 극복하기 위한 새로운 시도도 보도되고 있다¹²⁾. 종래에는 라미네이손(lamination)으로 耐光性を 높이는 方法도 채택되었으나 현재는 受容層 자체에서 이를 해결하려는 方向으로 연구가 진행되고 있다. 基底의 뒷면을 처리하기도 하는데 이는 記錄紙가 말리는 현상(curl)을 방지하는데 도움이 된다.

3) 要略

칼라 感熱昇華轉寫 프린터는 거의 사진과 같은 高畫質의 畫像을 만들 수 있는 제품으로써 현재 유일한 프린터이다.

機器 普及의 障害 要因으로써는 機器의 價格이 높은 점, 프린팅 속도가 느린 점, 전력소모가 높은 점, 리본과 受容紙의 價格이 높은 점 그리고 光耐久性의 문제들이다. 光耐久性은 최근 技術의 발달로 종래의 라미네이손(lamination) 方法을 지향하여 受容紙 自體에서 이를 解決하는 方向으로 연구가 진행되고 있고 實用화될 것으로 기대되고 있다.

普通紙를 利用하는 칼라 乾式 電子寫眞과 칼라 잉크젯트는 價格, 性能 兩面을 놓고 볼 때 매우 경쟁력이 높다. 그러나 高畫質을 要求하는 應用에서는 칼라 感熱昇華轉寫를 따르기 힘들 것이다. 경쟁상대가 될 技術로는 液狀(액상) 칼라 토너(liquid color toner)를 쓰는 電子寫眞 방식과 특수지를 사용하는 高解像度의 잉크젯트로 생각할 수 있다.

V. 칼라 잉크젯 프린터(Color Ink Jet Printer)

흑백 잉크 젯트 프린터가 보급된 지 얼마 안되었지만 그 畫質이나 속도, 저소음, 가격 등의 여러가지 장점이 있어 dot matrix 프린터 시장을 잠식하고 있고 레이저 프린터 시장도 그 가격 면에서 잠식 당하고 있다. 잉크젯 프린터 기술은 최근들어 급속히 발전하여 칼라 display와 칼라 스캐너의 이미지를 그대로 미디어(종이)에 재현

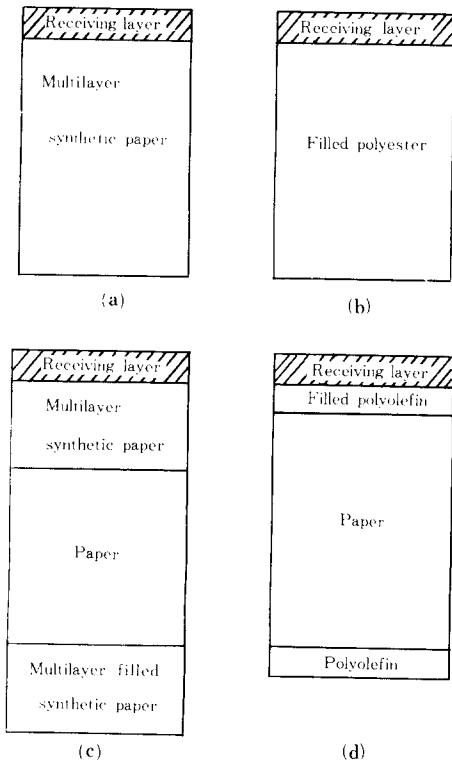


그림 6. 記錄紙의 構造

시키는데 아주 중요한 위치를 차지하게 되었다.

機械가 아주 간단하며 전력의 소모도 적고 그 생산가가 다른 각종 기술보다 저렴하다는 것과, 그 응용분야가 아주 고급 書質을 필요로 하는 분야로부터 보통의 화질로 사무실의 문서 가운데 강조하는 데나 휴대용 등등의 칼라 프린터로 광범위하게 쓰일 수 있다는 것이다. 잉크젯 프린터 기술에 대해서는 본지의 잉크젯에 관한 글을 참조하기 바란다.

현재 시장에 나와 있는 칼라 잉크젯 프린터는 다음의 3가지 종류에 속한다. 그 대표적인 제품을 소개하면 첫째는 연속 잉크젯 방식을 쓴 IRIS Graphic사의 제품이고, 두번째는 금년에 소개된 버블(氣泡)을 사용하여 잉크방울을 분사시키는 HP사의 thermal ink jet 제품이며 세번째 역시 금년에 Tektronix사가 소개한 solid ink를 사용하는 piezoelectric drop-on-demand 잉크젯 프린터이다. 이들 제품에 대해 살펴보기로 하겠다.

1. 市場現況

그동안 칼라 잉크젯 프린터는 생산가가 높고 機器 신뢰성이 낮아서 특수분야에만 보급되었지만 금년들어 普通紙에도 좋은 書質로 프린트할 수 있는 低價의 잉크젯 프린터가 시장에 소개되어 그 응용분야는 사무실용의 비즈니스 그라픽스나, 휴대용 컴퓨터의 출력 프린터, 칼라 복사기 등에 쓰일 것이다. 또 칼라 熱轉寫(특히 wax thermal transfer) 시장을 침투하게 될 것이고 특수지를 사용할 뎀 비데오 프린터 등으로 쓰일 수 있다. 그러나 잉크의 제한점으로 水系 잉크젯에서는 이미지의 耐久性이 문제가 된다.

階調는 주로 中間階調方法을 사용하여 畫像實現에 應하고 있다.

2. 잉크젯 프린터 기술

1) 연속 잉크젯 칼라 프린터

IRIS Graphics사는 스웨덴의 Lund 대학 Hertz 교수의 방법인(drop dispersion) 칼라 연속 잉크젯 프린터를 개발하였다. 거의 連續階調性에 가까운 書質을 나타낼 수 있었다. 그러나 이러한 연속 잉크젯 프린터는 가격이 비싸서 특수 응용분야(칼라 교정 등)외에는 시장이 제한되어서 사무실용으로는 부적당하다. 따라서 여기서는 bubble jet 방식과 piezoelectric drop-on-demand 방식의 잉크젯 프린터만 설명하기로 한다.

2) 칼라 thermal ink jet 프린터

HP사는 금년 8월에 liquid color ink jet printer를 시

장에 소개했다. 우선 Macintosh computer用的 Desk writer C를 소개했고 11월에 PC용의 Desk Jet C를 소개했다. 이들 프린터는 종래의 흑백 프린터인 Desk Jet/Desk Writer와 같이 bubble(氣泡)을 사용하여 잉크를 분사하여 프린트한다. 외형적인 규격은 Desk Jet 종류와 똑같으나 흑색 잉크 카트리지가 이외에 칼라용(3 color: cyan, magenta, yellow)의 카트리지를 사용할 수 있도록 했는데 이들 프린터는 한번에 한 종류의 카트리지만 사용하도록 했다.¹³⁾

(1) 프린트 헤드

프린터 헤드는 종래의 Desk Jet 프린터의 것과 동일한 종류의 것으로 thin film(박막) resistor를 반도체 제조방식으로 만들어 잉크를 가열하여 버블을 만든 뒤 버블의 사이즈가 증가함을 이용하여 잉크방울을 만들어 분사한다. 프린트 헤드가 잉크 카트리지 안에 함께 내장되며 한번 쓰고 버릴 수 있는 disposable 프린트 헤드를 만들어 잉크젯 프린터의 신뢰도를 증가시킨다. 자세한 프린트 헤드 구조 등은 “잉크젯 프린터 기술”을 참조 바란다.

(2) 잉크 카트리지

칼라 잉크 카트리지는 흑색 잉크 카트리지보다 약간 넓게 되어 카트리지의 오용을 방지했다. Color 카트리지는 3칸으로 나누어 3칼라를 내장하도록 되어있으며 48개의 nozzle이 3줄로 1줄에 16개씩 사행으로 배치되어 있으며 각줄당 cyan, magenta, yellow 색깔로 나누어 진다.

또 한가지 새로운 점은 종래의 잉크 카트리지보다 2배 이상 잉크를 저장할 수 있는 새 카트리지가 종래 것과 함께 보급된다. 종래의 것은 잉크 카트리지 안에 프라스틱 foam을 써서 잉크가 중력이나 충격에 의해서 흘러 나오는 것을 방지 했으나, 새 카트리지는 금속의 膜(diaphragm)으로 대치하여 잉크 보유량을 증가시켰다.

(3) Throughput

모노크롬의 경우 프린트 속도는 종래의 Desk Jet(3.6 KHz)보다 훨씬 빠르지만(5KHz), 칼라의 경우는 모노크롬 속도보다 훨씬 느리다. 그 이유는 같은 면적에 3번(3 color) 프린트 해서 여러 색깔을 만들어 내기 때문이다. 150dpi draft mode로써는 1 page당 3분이 소요되며 300 dpi normal mode로 프린트하면 4분, 가장 해상도가 높은 error diffusion halftone 방식을 쓰면 page당 7분이 소요된다.

(4) Service station

프린터는 잉크의 증발로 인해 노즐 구멍이 막히는 것을 방지하기 위해 2개의 cap을 사용한다. 하나는 흑색 잉크를 위해 또 하나는 칼라 잉크 카트리지를 위해서, 또

service station은 어느 카트리지가 설치되는 지 感知하고 카트리지가 끼워질 때 올바른 cap이 제 위치에 오도록 했다. 이런 2개의 cap이 요구되는데 그 이유는 2개의 카트리지가 노즐의 위치하는 방향이 다르도록 되어 있는데, 이는 흑색 잉크 카트리지가 칼라 잉크 카트리지로부 터 오염되는 것을 방지하기 위해서이다.

프린트 하지 않고 오랫동안 카트리지를 저장할 경우 소위 "garage"라는 밀폐된 플라스틱 상자를 사용한다.

(5) Media

보통 사무실에서 쉽게 구할 수 있는 종이 "plain paper"와 transparency에도 비교적 선명한 畫質을 나타낸다. 그러나 특수지에서의 칼라의 이미지는 가장 월등하다. 이는 어느 프린터 기술에서나 볼 수 있는 것이지만 잉크젯에서는 더욱 현저하다.

이러한 프린터는 network environment용으로는 사용이 불가능하다. 水系 잉크를 썼기에 보통지에서의 화질이 떨어지지만 특수지에서는 손색이 없다.

3) 칼라 piezoelectric drop-on-demand 잉트젯 프린터

Tektronix사는 금년 6월에 Phase III Pxi라는 solid ink를 사용한 새로운 color piezoelectric drop-on demand

printer를 소개했다.

예전에 HowTek사, Spectra사, Dataproducts사 등의 제품이 선을 보였지만 실제로 시판된 color solid ink jet printer 제품으로는 처음이다. 금년 10월에 Dataproducts사도 "Jolt"라는 이름의 color solid ink jet printer를 시장에 소개했으나(그 규격은 표 1을 참조바람) 여기서는 Tektronix사의 Phase III만을 취급하겠다. 이들 color solid ink jet printer는 잉크젯 역사에 새로운 章(chapter)를 연 것이다. 잉크는 상온에서 고체인 wax와 같은 물질을 사용하였다. 프린트할 때는 가열하여 액체로 만들어 liquid ink jet과 같은 방식으로 잉크 방울을 만들어 분사시켜 프린트한다.

(1) 프린트 헤드 & architecture

프린트 헤드("jet pack")는 13개의 얇은 stainless-steel 板을 화학적으로 부식시켜 접착제로 붙여서 만들었는데 이 press는 Tektronix사가 개발한 비밀의 process라고 한다. 헤드의 뒷면에 piezoelectric ceramic crystal 板을 진동시켜서 잉크방울을 노즐로부터 분사시킨다. Nozzel 板도 stainless steel로써 부식시켜 구멍(nozzle)과 잉크 통로를 만들었다. Tektronix사는 과거의 잉크젯 프린터

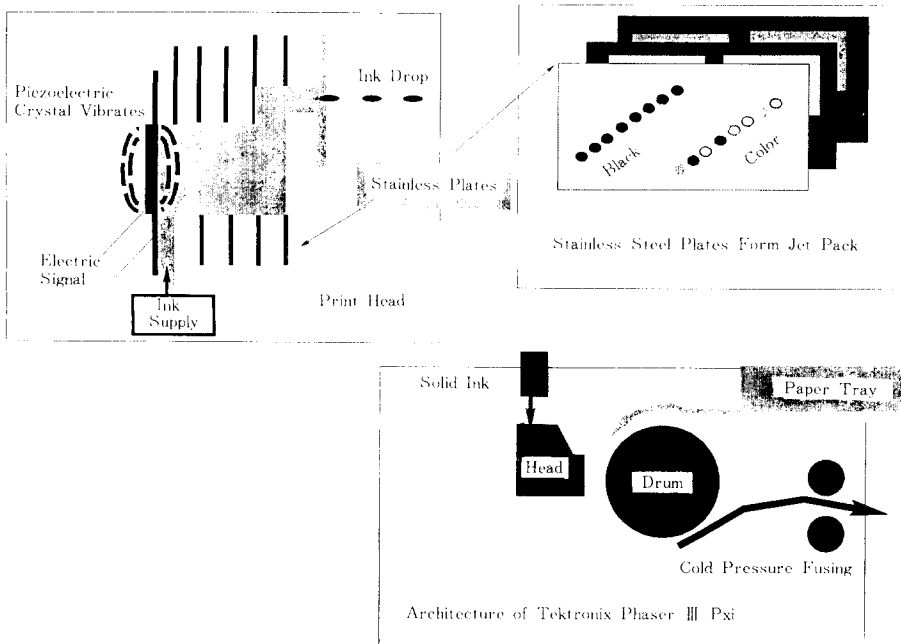


그림 7. Tektronix사의 칼라 solid ink jet 프린트 헤드 구조 및 프린팅 방식

표 1. Color ink jet products

회사명 / 제품	Nozzle 수	해상도 (Resolution)	종이규격	속도 (Throughput)	Controller			기 타
					마이크로 프로세서	메모리	Language Fonts	
Tektronix Phaser III PXI Piezoelectric (Serial, Piezoelectric Color Solid Ink Jet Printer)	96개 Black 48개 Cyan 16개 Magenta 16개 Yellow 16개	300×300	4"~12" (W) ×6"~18" (L)	Page당 40~60초 (Draft→Monochrome) 2분 (Standard Mode) 4분 (Enhanced Mode) 8분 (Premium Mode)	25MHz AMD 29000	10MB (Standard) Up to 8 MB Option	ADOBE Postscript Level II HP-GL 39 Postscript Fonts	Plain Paper, Transparency 2호의 Nozzle의 사선으로 배열 Gold Start: 15~20분 Standby: 2분 가격: \$9,995
Data Products Corp. Jolt, Jolt PS (Serial, Piezoelectric Solid Ink Jet Printer)	96개 Black 48개 Cyan 16개 Magenta 16개 Yellow 16개	300×300	8.5"×11" 8.5"×14"	2 PPM (Text) 0.7 PPM (Graphics) 1 PPM (Integrated)		Jolt 1MB (Standard) Optional 5.5MB Jolt PS 6 MB (Standard) Optional 4 MB	DPC Native Mode Postscript Level II	Plain Paper Cold Start: 20분 Standby: < 3분 가격: \$1,995 \$6,995 (PS)
Hewlett-Packard Desk Jet C Desk Writer C (Serial, Liquid Color Thermal Ink Jet Printer)	Black 50개 Cyan 16개 Magenta 16개 Yellow 16개	150×150 (Draft) 300×300 (Normal, Best)	8.3"×8.5" (W) ×11" (L)	Page당 Monochrome Draft: 3분 Normal: 2분 Best: 1분 Color Draft: 3분 Normal: 4분 Best: 7분	Zilog Z180	128KB Total RAM (for I/O Buffer)	Disk에 13개 Font 내장 Scalable (4 to 250 Points)	Faster (5 KHz) than Back Printer (Desk Jet, 3.6KHz) Plain Paper Coated Paper Transparency 가격: \$1,095
Canon Bubble Jet Copier A1 (Liquid Bubble Ink Jet Printer/Copier)	256개 4 Color	400	22"×33" 20"×26" 17"×22" 11"×17"	6 PPM 5 PPM 3 PPM 2 PPM				64Gray Level Roll Paper/Single Sheet Warm-up time: < 3분 가격: \$120,000
HRIS Graphics Smart Jet 4012 (Liquid Continuous Ink Jet Printer)	4 개 4 Color (1Color 당 1 Nozzle)	1500~1800	12"×18" up to 21.5"×21.5" up to 31"×15.8"	3.6 PPM 5.7 PPM 45PPM				Color Proofing Hertz's Continuous Ink Jet Technology 가격: \$39,000 84,000 126,000
Stock Inc. Ink Jet Color Proofer (Liquid Continuous Ink Jet Printer)	4 개 4 Color (1 Color 당 1 Nozzle)	1.9 / Pass (Density)	8.5"×11"~ 34"×44" 8.5"×11"	3 Page / 10분 10분				625KHz Operation Drum 1"/min Hertz Technology Color Proofing

(Tek 4692)에서 사용했던 air-assisted bending mode로
서 piezoelectric transducer를 사용하지 아니하고 이번 제품은
은 독자적으로 개발했다고 한다. 또 Dataproducts사에서

licence를 받아 solid ink도 자체 내에서 개발했다고 한
다.⁽¹⁴⁾

프린트 헤드는 "melt box"와 잉크 저장고로 되어 있

다. 처음 프린팅을 시작할 때(cold start)는 melt box를 가열하여 solid ink를 녹이게 되는데 약 15-20분 가량 걸린다고 한다. 잉크가 녹으면 vacuum purge cycle을 사용하여 잉크를 모든 channel에서 약간 분사시켜 버림으로써 priming(프린트 준비)을 마친다. 프린터는 약 140°C로 작동하여 사용자로 하여금 프린터를 항상 작동상태(stand by)에 두도록 권고하고 있다. 이때의 warm up 시간은 약 2분 걸린다고 한다.

그림 7과 표 1에 나타낸 바와 같이 프린트 헤드("jet pack")는 총 96개의 노즐을 내장하고 300dpi로 프린트한다. 48개씩의 노즐이 사선으로 두줄로 배열되어 있으며 첫번째 48개의 노즐은 흑색의 잉크를 사용하며, 두번째 줄의 노즐은 cyan, magenta, yellow 등의 노즐이 번갈아 배열되어 있는데 이는 이미지 프린팅할 때 프린트 헤드의 움직임에 따라 행간의 간격이 일정하지 않아서 생기는 소위 "bending"을 줄이기 위해서이다.

(2) Media, paper handling, image treatment

프린터는 12"×18" B-size의 200枚의 종이를 저장하는 paper tray를 가지고 있으며 paper는 drum을 통과하여 head로부터 프린트한 후 3000psi의 저온 고압의 roller를 통해서 fusing시켜 볼록한 이미지를 납작하게 만들어 준다. 보통 종이나 transparency에도 화질이 좋은 프린트를 할 수 있으나 transparency는 그리 좋지 않다. 이는 wax 자체의 불투명성 때문이다.

(3) Throughput

이 프린터는 monochrome "draft" mode와 3 color mode로써 프린트하게 된다. Standard mode에서는 96개의 nozzle을 사용하여 양쪽방향(bidirectionally)으로 프린트하며 약 2분 걸린다. Enhanced mode 프린트 방법에서는 프린터가 한쪽 방향으로 프린트할 때 절반의 노즐만 쓰게 되는데 이는 banding을 줄이기 위해서이다. 프린트 속도는 4분이 걸리고 가장 최상의 해상도 방식인 premium mode에서는 한 방향으로만 프린트하게 되며 역시 노즐수의 1/2만을 사용하여 page당 8분이 걸린다. 잉크의 소모량은 각 방식에서 동일하다.

(4) 기타

이 프린터는 25MHz AMD AM29000 RICS microprocessor를 사용했고 ADOBE사의 Color Postscript Level II Interpreter를 사용하여 device independent한 color를 재현시키려고 하였으며 또 HP GL과도 호환성을 갖게 하였다.

4) 要略

水系 ink jet 프린터는 잉크의 구성물 중 대부분이

물(水)이므로 잉크 제조비가 적게 들고 공정이 쉽다는 장점이 있다. 그러나 畫質이 미디어(종이 등)에 따라 달라지며, 이미지의 영구보존(waterfastness, lightfastness)에 문제가 있고, 이미지를 프린트할 때 색과 색의 경계면에 2가지 색 이상이 혼합될 때 생기는 color bleeding(색깔의 번짐)을 해결하기 어렵다는 것과 잉크가 dry될 때 종이가 수축현상을 일으키어 주름이 잡히는 등의 이미지관리에 한계가 있다. 또 color의 농도를 높이기 위해서 또는 color bleeding 때문에 여러번 겹쳐(multi-pass) 프린트해야 하는 단점이 있다.

이러한 제안점을 보완하기 위해 고안된 것이 solid ink jet 프린터이다. 이러한 solid ink jet 프린터는 위의 여러 가지 제한점을 보완해 줄 수 있겠지만 고온(140°C 이상)에서 작동하기 때문에 프린트 헤드 제조에 관련되는 재료의 선정에 제한이 있다는 것과 제조과정이 복잡하여 생산단가가 비싸지는 것이다. 또 이러한 고온에서 작동되는 잉크개발이 어렵다는 것과(水系 ink에 비해서) 생산가가 높으며, 프린트한 이미지가 견고(durability)하지 못하고 쉽게 손상되며, 이미지가 볼록(emboss) 나와서 보기가 좋지 않으며, transparency로 조사할 때 소위 lense 효과를 나타내어 빛이 분산되기 때문에 평판하게 해야 하는데 이에 대한 장치설치는 생산가를 높인다는 것이다.

앞으로 상기의 제한점을 극복하려는 많은 노력이 있을 것으로 기대된다.

가격면에서 연속식 컬러 잉크젯 프린터는 bubble을 이용한 thermal ink jet이나 piezoelectric transducer를 사용한 프린터와 경쟁이 되지않아 특수시장에 얼마간 존재할 것이며, HP사의 Desk Jet C(\$1095)와 Tektron사(\$9995) 등의 color solid ink jet 프린터의 사무실용으로서의 경쟁은 주목할 만하다.

그러나 현재의 추세로 볼 때 보다 가격이 저렴한 프린터로써 media independent(종이의 질에 무관한) 畫質로 프린트하려는 경향이 있다. 그중의 한 가지 방법이 solid ink jet이지만 그외의 방법, 예를들면 pigment를 사용하는, 잉크젯트 프린터 등이 등장하리라 생각된다. 잉크젯트 프린터가 고화질과 신뢰성을 가지는 잉크를 개발한다면 다른 어느 프린트 기술보다도 넓은 시장 확보에 유리하다고 본다.

또 컬러 잉크젯 프린터가 레이저 프린터나 color 복사기로 진출하기 위해서는 속도가 훨씬 빨라져야 하는데 많은 노즐을 사용하는(3000개 이상) 프린트 헤드 제작에 많은 노력이 있을 것으로 본다.

비디오 카메라 사진과 같은 분야에 응용되기 위해서는 좀더 고화질의 프린터가 요구된다.

VI. 칼라 電子寫眞 프린터

電子寫眞方式 複寫機가 복사기 시장을 석권하고 있고 黑白 레이저 전자사진 프린터가 식자 인쇄에 상응하는 高畫質의 線畫質을 재현해 보여 줌으로써 칼라 프린터 필요성의 漸増과 더불어 色再現에 電子寫眞技術을 應用하고자 관심이 모아지고 있다. 이는 컴퓨터의 出力 週邊機器로서 고속, 고화질 畫像 및 色再現, 저소음 무공해, 機器信賴性을 요하는 오피스 환경에서의 용도에 적합성이 기대되고 있기 때문이다.

칼라 전자사진 기술은 흑백 전자사진 기기의 원리를 이용하고 있으나 색재현을 위하여 多重 現像處理를 요하고 이에따라 機器의 복잡성, 各色素 位置의 整合성과 토너의 多層接着으로 인한 色再現 劣化 등이 전자 사진 기술 개발의 초점으로 등장하고 있다.

칼라 프린터 시장에서의 전자사진 방식의 위치와 그 동향을 살펴보고 주요 裝置들의 기능과 技術 動向, 그 展望을 概觀해 보기로 하겠다. 技術的인 점과 市場性을 고려하여 電子寫眞의 乾式 現像法(dry toning)만을 취급하기로 하겠다.

1. 市場現況

Eastman Kodak의 複寫機의 市場展望에 의하면 서기 2000년대까지는 現在 黑白 書類를 複寫할 수 있는 만큼 용이하게 영상과 文書를 칼라로 제작할 수 있을 것이라고 한다. 이러한 전망의 배후에는 디지털 電子寫眞 技術이 ۵색 프린팅과 色彩 사진의 화질에 相應할 만큼 發展하리라는 것과 컴퓨터소프트웨어가 desk top publishing에 용이하게 칼라를 다룰 수 있을 것이라는 기대를 바탕으로 하고 있다.

칼라 프린터 제품의 販賣展望은 칼라 複寫機의 販賣 實績과 긴밀하게 관련되어 있다. 黑白 原稿인 경우에도 多枚가 필요한 경우 原稿를 複寫機로 複寫하는 것이 비용면에서 유리한 경우가 많이 있다. 칼라 原稿인 경우에는 오피스용으로 價格面에서 비교적 용이하게 구매할 수 있는 대부분의 칼라 프린터로는 그 속도가 느려 多枚 製作을 期待하는 것이 實際的으로 非現實的이다. 따라서 一枚의 原稿를 칼라 프린터로 製作하고 이를 複寫하는 것이 時間과 費用面에서 妥當하다고 생각하고 이에

Color Printer Sales Revenue, By Technology, 1990

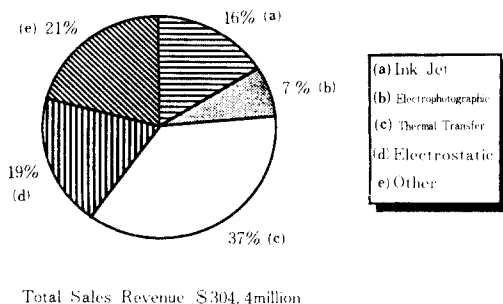


그림 8.

Color Printer Unit Placements, By Technology, 1990

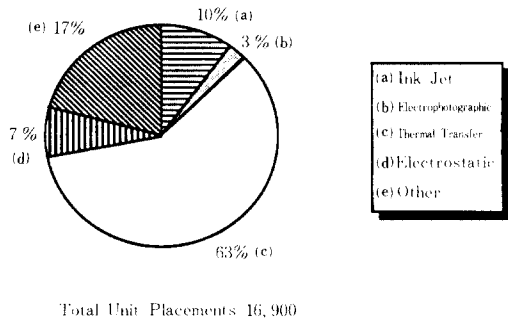


그림 9.

Installed Base of Color Printers, By Technology, 1990

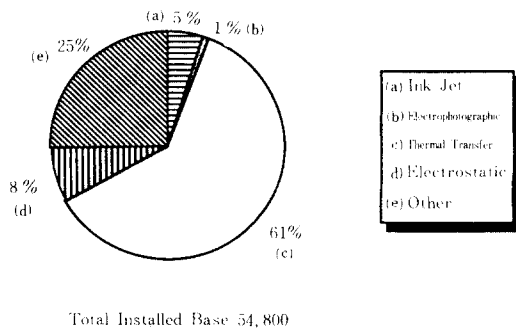


그림 10.

대한 市場의 期待가 높다. 最近 몇 年 잉크 젯트, 感熱 轉寫, 電子寫眞 등의 技術을 利用한 칼라 프린터 보급과 더불어 主要 메이커들로부터 칼라 複寫機의 普及이 敏活해 지고 있다. BIS CAP이 조사한 1990년의 칼라 프린터의 市場現況은 그림 8~그림 11과 같다.

Color Printer Sales Revenue, By Application and Technology, 1990 (\$M)

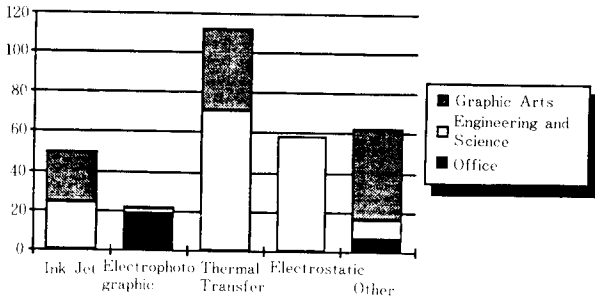


그림 11.

칼라 프린터는 1993년까지 년 42.4%의 판매고 伸長을 예상하고 있고 같은 기간동안 機器設置도 年 30.4%씩 增加하고 總機器 台數도 136,600 台에 이를 것으로 豫測하고 있다.

그림 8~그림 11에서 發見할 수 있는 바와 같이 電子寫眞의 市場 占有率은 低調한 상태이다. 이는 色在現에 必要한 技術이 充分히 개발되어 있지 못하고 기준기술의 변화만으로는 機器信賴性과 高畫質의 기대를 충족시키기 어려운 점과 무엇보다 價格이 높은 점이 문제로 지적되고 있다. Xerox 6500이 1973년 최초로 칼라 複寫機를 시장에 선보인 이래 주요 메이커들은 黑白 電子寫

眞의 成功을 등에 업고 多樣한 아이디어를 機器設計에 導入하고 있고 칼라 토너에 革新을 포함으로써 機器의 複雜性을 志向해 보려고 노력하고 있다.

이러한 現況에서 칼라 프린터는 高價 多機能 그리고 비교적 빠른 속도를 요하는 市場에 초점을 맞추고 있는 것으로 보이며 이러한 추세는 칼라 複寫機의 動向을 보아 서도 짐작할 수 있다.

現在 美國의 칼라 複寫機의 主種은 Canon의 台當 \$ 49,000의 CLC 500(400dpi)이 차지하고 있고 전국의 카피 센터와 주요 대기업들은 최소 한臺 以上の CLC 500을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. Xerox는 이에 對항하여 풀 칼라 400dpi의 디지털 複寫機 Xerox 5775를 市場에 선 보였는데 台當 價格은 \$46,500이다. 複寫속도는 풀 칼라인 경우 CLC 500인 경우 分當 5枚, Xerox 5775인 경우에는 分當 7.5枚로 50%의 速度 改善을 보여주고 있다. 黑白 複寫인 경우에는 分當 10枚와 30枚로 Xerox 複寫機가 세배나 빠르다. Xerox 5775나 CLC 500은 多機能 高級기종으로서 예를 들어 編輯用 펜으로 지시한 곳에 色을 집어넣기, 靑色 마킹펜으로 지시한 곳을 제거 하거나 線幅을 變경하여 강조하거나 黑白을 칼라로 바꾸기 또한 畫像處理를 통하여 자르고 붙이고 二色 原稿를 새로운 색채로 바꾸기, 대칭 회상을 만들기, 畫像反覆, 色彩變換 등 高性能 高知能 多機能의 性能을 보여주고 있다.

Networking으로 바뀌는 오피스 환경에 對응하여 많은 高知能 機能들을 첨가하고 고급화 함으로써 이에 능동적으로 對처하고 프린트 엔진의 기술적 난점으로 가격

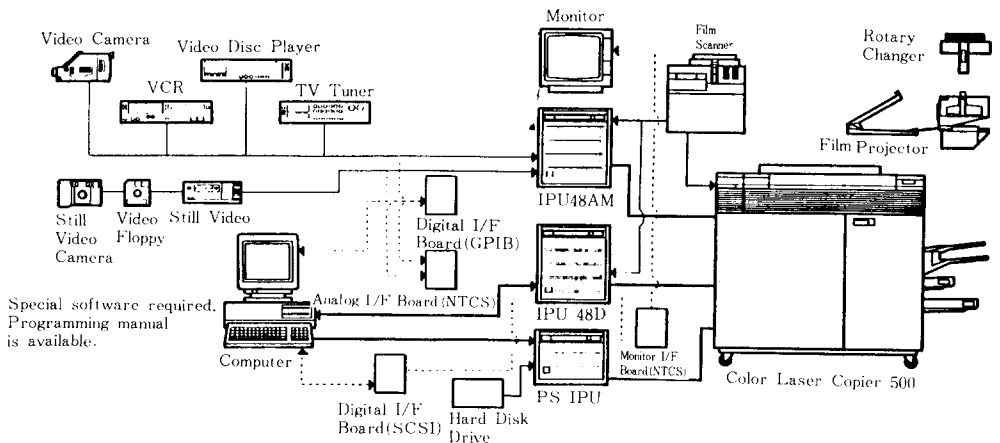


그림 12. Canon의 CLC 500 system 응용 접속도

의 저렴화가 어려운 시점에서 칼라 電子寫眞 機器의 市場性은 多機能 市場에서 찾고 있다.(그림 8~그림 11)

이러한 칼라 複寫機의 動向은 칼라 프린터에도 그대로 延長되고 적용될 것으로 예측된다.

한편으로는 速度를 높이고 機器를 單純化함으로써 故障를 줄이고 價格은 낮추는 機器로서 機能色 機器의 普及도 또한 고려해야 한다. 機能色 이라함은 黑色과 赤色 等 文書 가운데 특히 부각하여 강조하고자 하는 곳을 色彩를 달리하여 對照를 이루기 위하여 사용하고 있다. 이미 日本製品은 여러해 市販되고 있고 最近에 市場에 선보인 Xerox 4850도 이러한 범주에 들어간다. 비록 二色에 국한되기는 하나 中間階調를 가지므로 濃淡에 의한 色 分別度가 높아 대량의 要式 書類를 필요로 하는 保險會社, 銀行, 會計業務, 官公署 등에서 利用이 용이하다. 이는 一般의인 畫像再現用과는 다른 特殊用으로 區分하여야 할 것이나 市場占有는 價格, 速度 그리고 機器의 信賴性이 크게 左右할 것으로 예측된다.

칼라 프린팅과 관련하여 또 하나 주목하여야 할 것으로 칼라 入力機器(color scanner)를 들 수 있다. Sharp의 칼라 스캐너가 성공적으로 市場에 進入한 以來 主要 컴퓨터 週邊機器 메이커들은 제각기 自社製品을 出荷하고 있고, 主種은 300~400dpi의 解像度에 階調機能을 가지고 있다. 칼라 스캐너에 대한 관심이 높아지고 이에 필요한 소프트웨어가 개발됨에 따라 칼라 프린터에 대한 요청이 또한 높아지고 있다.

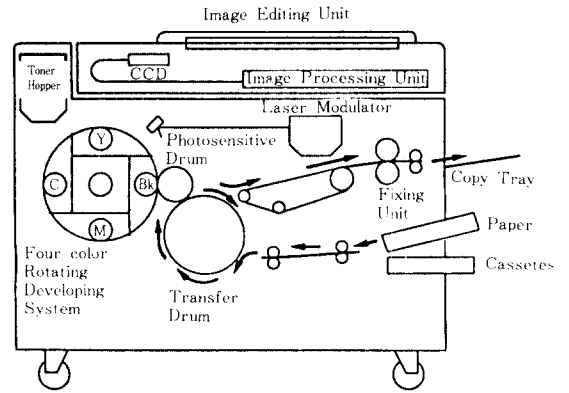
칼라 스캐너의 核心 부분은 디지털 칼라 電子複寫機器의 一部를 이루고 있는 부분이다. 이것은 칼라 電子寫眞 프린터 엔진의 基礎技術은 칼라 電子寫眞 複寫機와 칼라 入力 스캐너에 活用되고 있어서 앞서 言及한 칼라 電子寫眞 方式의 매력에도 불구하고 市場 占有率이 낮은 저해 요인을 技術的으로 해결해감에 따라 市場 확대가 지속화 해 갈 것으로 보인다.

2. 시스템 構成과 動作 原理

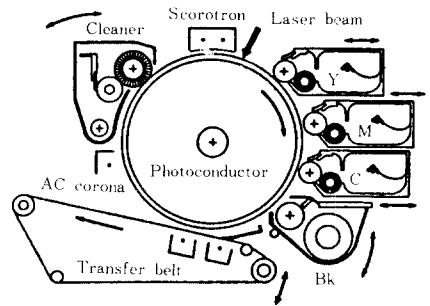
電寫 프린터의 콘트롤러는 走射出力信號로 畫像을 바꾸어서 레이저 빔이나 LED(light emitting diode array)와 같은 光源을 制御하여 感光드럼에 靜電潛像을 만든다. 現像器를 통해 帶電된 現像材(toner)가 現像器에 印加된 電界의 作用으로 感光드럼으로 끌리어 옮겨지게 된다. 이렇게 感光드럼에 現像된 畫像을 종이 위에 轉寫하고 이를 加熱 定着하여 排出한다.

이와같은 電寫 프린터의 作動原理는^[15] 흑백 레이저 빔 프린터와 같다. 그러나 자연색 재현의 경우 黑色과 減色系의 cyan, magenta와 yellow를 차례로 現像하고

機能色(functional color)인 경우에는 黑, 赤, 靑, 綠, 褐色 가운데 裝置된 2~3가지 色을 現像한다. 自然色인 경우에는 再現해야 할 色에 따라 色 畫素 위에 다른 色 畫素를 現像해야 할 필요가 있으나 機能色 시스템인 경우에는 色 畫素의 位置 중첩은 要하지 않는다. 칼라 寫眞 프린터는 色現像과 轉寫系가 黑白 레이저 빔 프린터보다 복잡하고 各社의 製品마다 變化가 많고 特長이 있다. 각각 상이한 구조를 가진 Canon의 CLC-500과 Panasonic의 FP-C1의 구성도를 그림 13에 나타낸다.



(a) Canon CLC-500



(b) Panasonic FP-C1

그림13. 2성분 磁氣 brush현상 system과 1성분 非磁氣 gap jumping현상 system

共通된 作動 原理는 本誌에 게재된 “레이저 빔 프린터”로 돌리고 여기서는 칼라 프린팅에 특히 관계된 부분

만을 취하기로 한다.

1) 現像

現像은 潛像에 $5\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 의 直徑을 가진 토너를 靜電氣的으로 吸引着켜 潛像을 可視化하는 順序이다.

오늘날 黑白 電寫 프린팅에서는 黑色 現像材로 磁性材를 쓰고 있는데 磁性材 토너에는 鐵分이 들어 있다. 이는 光透過에 障礙가 되어 색상이 어둡고 混濁하게 하므로 cyan, magenta, yellow 토너에 磁性材를 쓸 수가 없다. 그러나 色素 位置 重疊이 필요치 않는 機能色의 경우에는 光透過性이 문제가 되지 않으므로 磁性材를 쓸 수 있으나 自然色 再現 칼라 프린터에는 非磁性 토너가 必須의이다.

토너를 潛像으로 現像하기 위해서는 靜電氣 帶電이 필요한데 導電方式으로¹⁶⁾ 磁氣 브러쉬 現像法과¹⁷⁾ 1成分 非磁性 토너를 사용하는 갭 점핑 方式(gap jumping)이¹⁸⁾ 實用化 되어 있다. 現在 市販되고 있는 칼라 電寫 複寫機들 가운데 Panasonic FP-C1의 減色系 現像器를 제외하고는 모두 非磁性 토너와 磁性 토너 캐리어(toner carrier)의 2成分 磁氣 브러쉬 現像法을 使用하고 있다. 이 事實은 칼라 토너와 現像器 技術의 現住所를 가르쳐 주고 있다고 해도 무방 할 것이다.

2成分 磁氣 브러쉬 現像法에서는 $50\mu\text{m}$ 정도의 鐵成分을 가진 캐리어들이 磁力에 의해 깨어놓은 진주알들과 같이 가는 줄을 이룬다. 이 위에 摩擦에 의해 帶電된 $10\mu\text{m}$ 정도의 토너들이 稠密하게 引着된다. 現像器의 로타리 永久磁石들이 回轉하여 摩擦을 돕고 가는 줄과 같은 캐리어 “끈”을 매우 流動的으로 만들어 潛像으로의 現像을 돕는다. 帶電된 토너를 引고있는 캐리어 “끈”들이 潛像에 이르면 印加된 電界에 의해 토너들만 現像에 參與하고 캐리어들은 磁力에 의해 現像器 表面에 남아 있어 다시 새로운 토너들을 吸引着하여 現像 작용을 계속한다. Canon은 이러한 現像器와 感光 드럼 사이에 交流電壓을 걸어 現像性能을 높여 畫質을 더욱 高르게 하였다. 現像器와 感光 드럼 사이의 간격은 대략 $300\mu\text{m}$ 정도이다.

磁氣 브러쉬 現像은 高速 高畫質의 要求에 부응하고 있으나 캐리어와 토너의 比에 따라 現像 特性이 變動하고 캐리어 表面이 마모함에 따라 帶電特性이 變動하며 캐리어가 感光 드럼에 충격을 주어 마모를 빠르게 하고 異種의 物質이 混雜되어 있어 安定性이 떨어지며, 現像器가 복잡하여 가격을 낮추기 어려운 약점이 있다.

이 現像方法으로는 캐리어의 “끈”이 感光 드럼을 接觸하므로 現像이 끝난 다음 토너를 記錄紙나 中間媒介體로 옮긴 다음 後續 칼라를 感光 現像하게 된다. 그렇지

않을 경우 캐리어 “끈”이 기존의 現像된 토너를 다쳐 畫質을 훼손하고 다른 색의 토너를 現像器로 끌어들여 오염시키게 된다.

非接觸 一成分 非磁氣 갭 점핑 現像法¹⁴⁾에서는 絶緣性 토너가 導電性 털 브러쉬를 이용한 마찰력에 의해 帶電되고 靜電氣力에 의해 現像 롤러에 부착된다. 彈性 고무 날을 이용하여 $30\mu\text{m}$ 정도 두께의 토너층을 롤러 위에 만들어 現像時 感光 드럼의 潛像과 $150\mu\text{m}$ 의 거리를 두고 마주 대하게 된다. 800V의 바이아스 전압을 드럼과 現像器 사이에 印加함으로써 帶電된 토너가 潛像쪽으로 날아가 붙게 된다. 현상기와 現像된 感光 드럼 사이에 간격이 있으므로 하나의 드럼을 사용하여 自然色을 얻을 수 있는 잇점이 있다

非接觸 現像이기는 하지만 다음 차례의 現像때 이미 現像된 토너가 現像器로 되돌아 날아들 가능성이 있어 색 오염의 우려가 있으므로 사용하지 않는 現像器들은 2mm 쯤 뒤로 물러나게 하여 이를 방지한다.

이 현상법을 사용하는 경우 다음 차례의 現像이 있기 전에 기존의 現像된 토너와 露出된 感光 드럼 모두를 스크로트론으로 再帶電한다. 새로운 潛像을 만들기 위해서는 이미 현상된 토너를 거쳐 光源으로 부터의 빛이 透光되어야 하므로 토너의 透光率이 매우 중요하다. 현상 기능을 보장하기 위해서는 감광 드럼과 현상기 사이의 간격(gap)을 정확히 유지하는 것이 최우선이고 이 점이 갭 점핑 방식의 약점이기도 하다.

Panasonic의 FP-C1 복사기는 黑色은 2成分 磁氣 브러쉬 방법으로 현상하고, yellow, magenta, cyan의 순으로 갭 점핑 현상하고 있다. 感光 드럼에 畫像이 완전히 現像된 다음 最終的으로 記錄紙위에 轉寫하여 加熱 定着한다.

一成分 非磁性 토너를 使用하여 갭 점핑 현상법을 이용한 FP-C1은 機器의 單純化에 어느정도 성공을 거두었으나 색畫質이 2成分 方式의 토너에 의한 것보다 떨어지고 高解像 線畫質을 얻는데 한계가 예상되어 앞으로의 技術 개발이 주목된다.

2) 칼라 토너와 畫質

2成分 磁氣 브러쉬 現像法에 있어서 토너의 帶電量 分布가 매우 중요하다. 安定된 摩擦帶電은 高畫質을 보장하는데 그 폭을 넓혀 줄 것이고 帶電量 對 質量比(Q/M), 非帶電 토너의 量, 誤極性 토너 量은 모두 畫質에 영향을 준다. 帶電量 對 質量比는 現像된 토너의 量을 결정하고 非帶電 토너는 現像器를 벗어나 날아가 다른 現像器의 토너를 오염하거나 먼지가 되서 機械 部分에 부착하여 機械作動과 수명에 영향을 준다. 誤極性 토

는 畫像이 없는 곳에 부착되어 백그라운드 노이즈를 만든다.

칼라 토너는 黑白 프린터의 토너보다 작은 $5\sim 8\mu\text{m}$ 의 直徑이 期待되고 있다. 작은 크기의 토너는 매끈하고 예민한 線畫質을 제공하고 거칠은 畫質을 막아 준다. 또한 토너 積層의 높이를 낮추어 주어 光透過性を 좋게 하고 光散亂을 줄여 畫質을 높여 준다. 토너의 응착력을 높임으로 해서 光散亂을 줄이고 畫質의 均一化에 도움이 된다. 칼라 토너의 低溶解 粘着性은 畫像 광택을 증가시켜 色彩 범위를 넓혀줄 것이고 定着器의 溫度를 낮출 수 있어 電力 소모도 줄일 수 있다. 캐리어의 크기를 줄임으로써 거칠은 畫質을 개선할 수 있으나 캐리어가 感光 드럼쪽으로 옮겨가기 쉬우므로 이에 대한 對策이 필요하다.

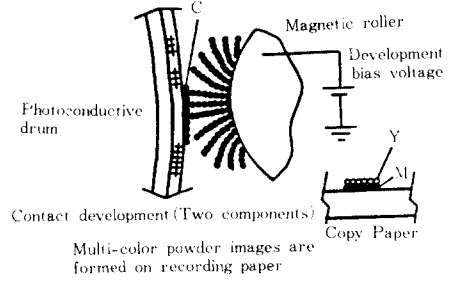
최대의 色濃度를 얻기 위해서는 토너 樹脂와 첨가제가 光透過性を 저해하지 않고 투명성을 유지하도록 해야 한다. 一成分 非磁性 접 점 방식에서는 2成分 방식과는 달리 현상기와 潛像사이에서 간격이 있고 이 간격을 뛰어 넘는 특성은 토너의 荷電量, 무게 그리고 기계적 거리와 均一한 얇은 토너층을 유지하는 것이 중요하다. 토너의 荷電量은 2成分 방식보다 낮은 값을 要하고 토너의 크기와 크기 分布度가 畫質에 미치는 영향이 크다. 均一한 크기의 토너 제작에 polymerizing 技術을 이용하여 성공을 거두고 있어서 앞으로의 發展이 기대되고 있다.

3) 轉寫

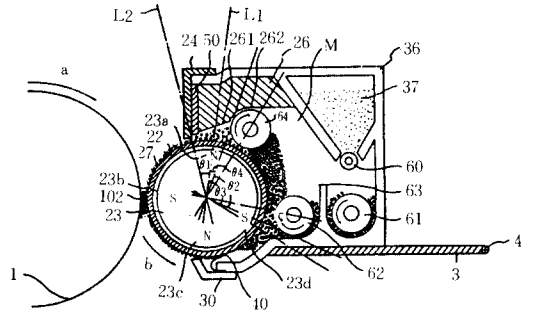
칼라 畫像은 차례 차례 現像되어 마지막 段階에서 記錄紙 위로 轉寫되어 加熱 定着 되어야 한다. 이렇게 함으로써 色素位置 整合性を 유지 할 수 있다. 現在 實用화된 方法으로는 Canon의 CLC 500(그림 13)이나 Ricoh, Artage 5330과 같이 感光 드럼과 平行한 誘電體 轉寫 드럼 위의 記錄紙에 차례로 轉寫하는 方法과 Sharp CX7500(그림 16)과 같이 中間 轉寫 벨트 위로 轉寫를 完了한 다음 記錄紙 위로 轉寫하여 定着하는 方法과 Panasonic FP-C1이나 機能色 복사기인 Konika 8010과 같이 感光 드럼 위에서 現像을 完了한 다음 中間媒體없이 직접 記錄紙 위로 轉寫하는 方法이 있다.

中間電寫 벨트를 이용하는 경우 誤極性 토너를 除去할 수 있는 點과 차로로 토너를 搬送하는데 設計의 幅을 가질 수 있는 利點이 있으나 畫質維持와 色位置 整合性에 多少의 문제점이 남아 있다.

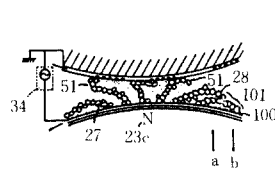
칼라電寫機器의 轉寫에 있어서 토너의 積層 높이가 높지 않도록 하는 것이 畫質維持에 도움이 된다. 이는 토너의 크기와 均一性和 관계가 있다. 종이와 토너 積層 위에 접촉할 때 토너를 교란시켜 畫質 손상을 주지 않도록 기계적 要因도 고려하여야 한다. 黑白電寫의 경



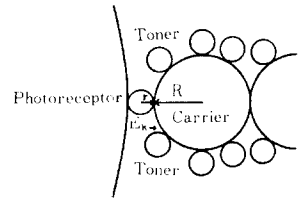
(a) 二成分 磁氣 brush 현상방법 원리도



(b) 二成分 磁氣 brush 현상방법의 구조도



(c) 感光器와 현상기 간의 상대도



(d) Carrier와 토너의 상대도

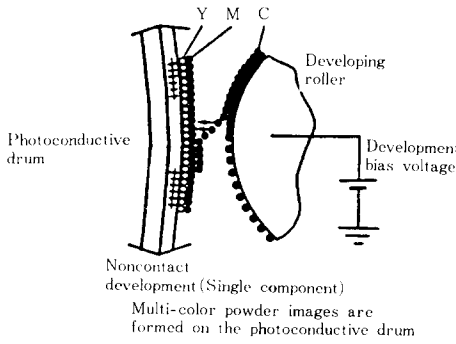
그림 14. 二成分 磁氣 brush 현상 방법

우와 마찬가지로 轉寫 드럼이나 벨트위에 접촉된 종이 가 定着器를 向해 떨어져 나갈 때 靜電氣 放電(paschen discharge)에 의해 電寫된 토너가 飛散되지 않도록 하여야 한다. 토너 積層攪亂은 특히 階調性에 문제를 惹起한다.

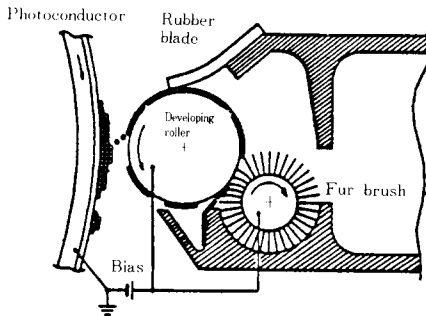
3. 畫質

특히 칼라 面畫像의 경우 定着된 畫像의 表面 粗野性이 色變調域에 큰 영향을 주고 紙表面의 凹凸의 정도도 이와 관계된다. 變調域을 넓혀 畫質을 개선하기 위해서는 토너의 크기를 작게 하여야 할 필요가 있다. 토너의 積層 높이는 色鮮明度에 관계되는데 이상적인 定着된 積層 높이는 $3\mu\text{m}$ 이다.

階調性은 原稿의 畫像과의 整合性에 관계되는데 市販되고 있는 칼라 複寫機와 칼라 프린터 가운데 高級에 속



(a) 一成分 非磁氣 gap jumping 현상방법 원리도



(b) Schematic of the development unit for the color superimposing process

그림15. 一成分 非磁成 gap jumping 현상방식

色濃도가 줄어드는 경향이 있고 解像力이 충분치 않은 경우 理想的인 中間階調로 만들 수 없으므로 작은 레이저 빔 直徑을 얻을 수 있어야 한다.

階調畫像과 線圖面에서 色素位置 整合性은 高畫質을 維持하는데 必須的이다. 位置整合性은 光學系, 드럼과 벨트 등의 驅動器의 振動, 遙動 및 機械的 誤差에 기인하므로 機械設計와 分品과 材質 特性에 대한 充分한 고려가 있어야 한다.

4. 要略

칼라 電子寫眞 프린터 技術은 黑白電寫에서 유래한 것으로 原理는 익숙한 것이나 低價, 小型化, 高畫質, 機械的 信賴性을 가지기에는 아직 工學的 宿題가 많이 있어 大衆化 되기에는 상당한 시간이 필요할 것으로 豫測되고 現在로서는 高級機能을 가진 中型과 大型 콘솔市場에 주력할 것으로 보인다.

VII. 칼라 靜電氣 플러터

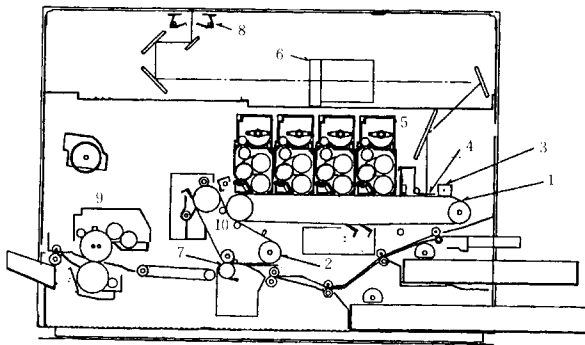
칼라가 日常해 감과 더불어 픽토리얼(pictorial) 畫像과 여러가지 칼라로 識別해야 될 제작도면이 큰 사이즈로 필요하게 됨에 따라 靜電氣 플러터에 對한 觀心이 높다. 靜電氣 플러터의 市場展望과 機器의 機能을 살펴 보기로 하겠다.

1. 市場現況

電寫機器와 달리 感光 드럼이나 轉寫器 및 定着器가 別途로 필요치 않고 液體 토너와 誘電層을 가진 特殊紙에 直接 現像하는 靜電氣 플러터는 大型 圖面을 迅速하고 저렴한 코스트로 製作할 수 있는 特長을 가지고 있다.

靜電氣 方式에서 使用하는 液狀 토너는 대부분의 轉寫機器에서 쓰는 드라이 토너보다 크기가 1/20~1/5 정도로 대단히 작아서 高解像 畫像을 제작할 수 있고 現像된 畫像의 積層의 높이가 낮아 畫質이 뛰어나다. 또한 機械 시스템이 複雜하지 않아 信賴性이 뛰어나고 수요와 더불어 코스트 다운할 수 있는 여지가 많은 技術로서 近年에 Hewlett-Packard社와 Raster Graphics社가 靜電氣 플러터 생산에 참여함으로써 해서 제품의 수요자 가격이 현저히 내려갔다.

靜電氣 小型 칼라 프린터로 成功的으로 市販 되었던 製品으로는 Versatec의 Spectrum을 들 수 있다. Spectrum 以後로는 靜電氣 플러터는 A0와 A1 사이즈의 大型 圖面 製作 應用에 專門化 되었다. 이는 A4와 A3 사이즈



1 : 감광현상벨트 2 : 토너轉寫벨트 10 : 轉寫 Roller
7 : 중이워로 최종轉寫

그림16. 中間 벨트 電寫방식 구조도 (Sharp CX 7500)

하는 것은 256階調를 가지고 있다. 連續階調와 中間階調의 두 가지 방법이 모두 電寫機器에 利用되고 있는데 레이저 빔의 펄스 幅 變調를 이용한 連續階調는 中域部分에서 階調가 不安定한 경향이 있으나 二價畫像을 이용한 中間階調는 安定된 階調가 가능하다. 畫素 週邊의

는 다른 칼라 프린터들이 드라이 토닝(dry toning)을 함으로써 사용이 간편한 매력으로 경쟁력이 있기 때문이다. 靜電氣 프라터의 市場現況은 本誌의 “電子寫眞 프린터”의 그림 8~그림 10에 나타났다.

機械, 電氣 回路 등 CAD/CAE 圖面은 전통적으로 펜 플라터에 의해서 製作 되었으나 圖面에 들어가는 情報量이 많아짐에 따라 펜 플라터로는 스루풋(throughput)이 낮아 어려움이 많다. 이러한 문제는 칼라 圖面인 경우 더욱甚하다.

이를 해결하기 위하여 畫像 情報를 走査 情報로 바꾸어 記錄紙의 幅에 해당하는 길이의 記錄 헤드(writing head)로 동시에 플랏팅(plotting)함으로써 시간을 대폭 줄일 수 있다. 예를 들면 펜 플라터로 2시간 걸릴 圖面을 20분 미만의 시간으로 제작할 수 있는 잇점이 있다.

靜電氣 方式은 液狀 토너를 使用해야 되므로 드라이 토너와 달리 다루기가 불편하고 使用后 廢棄시 環境汚染의 우려가 있다. 또한 特殊紙를 使用해야 하므로 普通紙를 選好하는 使用者의 기호에 反한다. 그러나 歐美에서는 廢棄物을 수거하는 회사를 통해 서비스를 받을 수 있고 特殊紙이지만 가격이 저렴하여 大型 圖面과 大型 칼라 畫像을 필요로 하는 곳에서는 靜電氣 方式이 現在로서는 가장 選好되고 있다.

펜 플라터에서 쓰는 펜의 잉크나 잉크젯 방식의 잉크는 칼라를 내기 위해 dye를 사용하는데 dye가 자외선 하에서 褪色이 심해 큰 문제점으로 지적되고 있다. 靜電氣 方式의 液狀 토너는 dye를 쓰지 않고 pigment를 사용하므로 색바램이 월등하게 우수하여 픽토리얼 畫像을 再現해서 展示 應用되는 곳에서 특히 환영받고 있다.

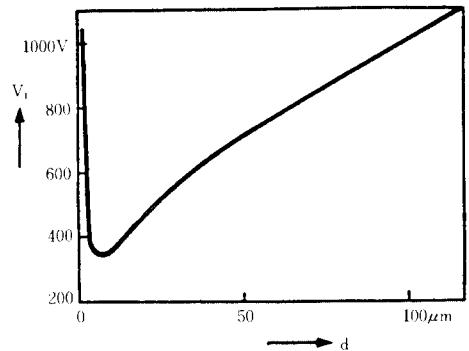
現在 市場에서 市販되고 있는 靜電氣 플라터를 生産하고 있는 會社들은 Xerox (Versatec), Cal Comp, Hewlett-Packard, Matsushita, Raster Graphics, Synergy, Precision Image를 들 수 있다. 이들이 生産하는 製品은 22"W에서 44"W에 이르는 黑白 플라터와 칼라 플라터가 있다. 主要 수요처는 機械, 電氣, 土木 및 建築 圖面과 集積回路 圖面, 地質情報, 픽토리얼 畫像, 業務 展示用 圖面, 廣告 선전용 포스타 등을 큰 사이즈의 圖面을 필요로 하는 곳들로서 現在의 플랏팅 技術로서는 靜電氣 方式 以外에 質과 價格面에서 경쟁이 될 方式이 아직 없다. 電寫方式은 黑白인 경우 A1 사이즈의 機器로도 경쟁성이 있으나 칼라인 경우에는 機械의 複雜性和 機械의 信賴性面에서 그리고 價格面에서 靜電氣 方式과 비교가 되지 않는다. Canon의 BJ-A1 버블 젯트와 IRIS Graphics 2044의 칼라 플라터는 高畫質의 A0 사이즈 畫像을 제작할 수 있으나 價格이 월등히 높다. 더욱이 자

動車, 航空機, 선박 설계나 칼라 畫像이 든 길이가 10~20m 되는 긴 圖面을 要하는 市場은 靜電氣 方式이 獨占하고 있다.

앞으로의 경쟁상대가 되는 기술로서는 이미 Canon과 IRIS가 예고한대로 잉크젯 방식일 것으로 생각된다. 그러나 잉크젯 방식의 색 바램 문제와 대형으로 많은 도면을 작성할 때 잉크의 소모가 많으므로 프린트 헤드의 安定性和 信賴性의 문제가 해결되어야 할 것이며 플랏팅 속도도 개선되어야 할 것이다.

2. 시스템 構成과 動作 原理^{19,20)}

靜電氣 方式의 特徵은 潛像을 記錄紙 위에 바로 만들고 現像器에서 現像할 때 定着까지 完了된다는 點에 있다. 潛像을 만드는 原理는 大氣中에서 針電極과 電極板(制御電極) 사이에 電壓을 걸어주면 臨界間隙과 電壓에서 Paschen 放電이 일어나는데 그 간격과 전압과의 관계는 그림 17과 같다.



(d = 간격(1기압 대기중), V_p = 방전전압)

그림 17. Paschen 방식

이 원리를 이용하여 針電極과 制御電極 사이에 誘電體 記錄紙를 놓고 負電壓을 걸어 放電시키면 絶緣性 記錄紙 위에 電子潛像을 얻을 수 있다. 記錄紙가 現像器로 옮겨지면 토너 탱크로부터 供給되어 循環하고 있는 液狀 토너에 의해 現像되고 記錄紙 위의 殘余 液體分은 現像器 自體의 消去機能에 의해 吸收되어 再供給된다.

靜電氣 機器는 記錄紙를 供給 機器, 記錄 헤드와 背面 電極, 現像器, 記錄紙 테이크 업(take-up) 또는 記錄紙 絶斷器, 記錄紙 位置 센서(sensor), 記錄紙 驅動 모터들로 構成되어 있는데 Versatec 칼라 플라터를 예로 들면 機器의 배치는 그림 18과 같다.

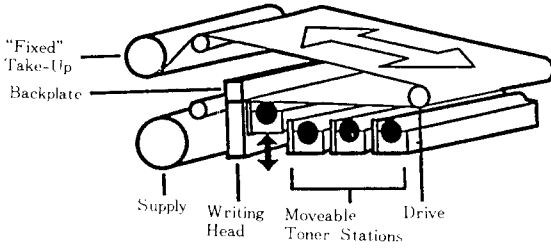


그림 18. 多重왕복형 color 정전기 플로터 구조도

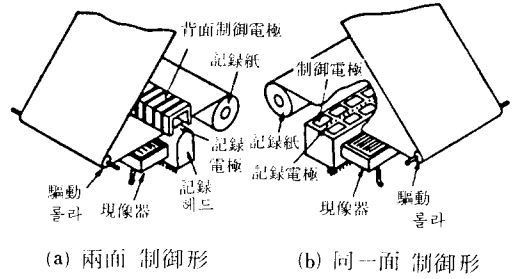
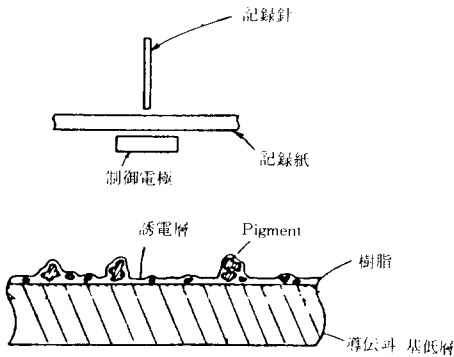


그림 20. 靜電氣플로터 기본구조

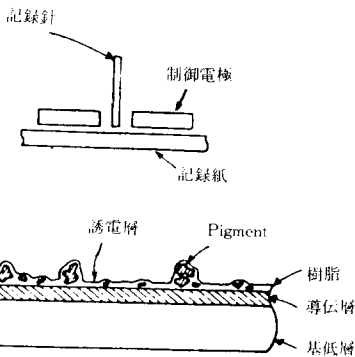
1) 記録 헤드와 記録紙

潛像을 記録紙 表面에 만들기 위해 靜電氣 放電을 일으켜야 하는데 針電極과 制御電極의 位置에 따라 각각 다른 두가지 方法과 이에 相應한 記録紙의 斷面圖는 그림 19에 보이는 바와 같다.

이에 따른 機器의 主要 裝置는 그림 20과 같이 配置된다.



(a) 兩面 驅動方式



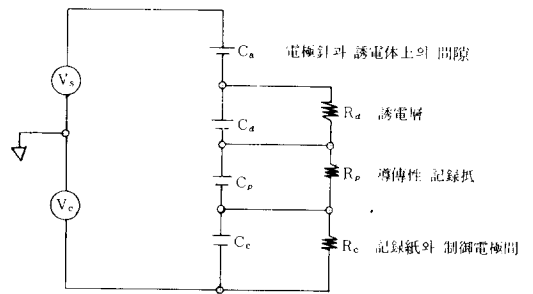
(b) 同一面 驅動方式

그림 19. 制御電極 驅動方式과 記録紙의 구조

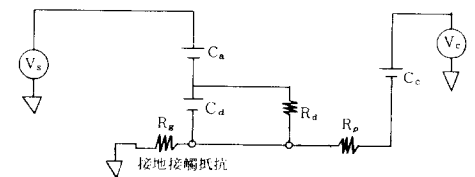
그림 19의 記録電極과 記録紙와 制御電極의 等價 回路는 그림 21과 같다.

靜電容量과 抵抗은 $C_1 \ll C_2 \ll C_3$, $R_1 \ll R_2$ 가 되도록 記録紙와 시스템이 설계되어 있어서 電極針과 透電層 사이의 임피던스가 가장 크고 따라서 印加電壓의 큰 부분이 이곳에 걸리고 이에 따라 靜電放電이 일어나 誘電層 위에 潛像을 만든다.

이와 같은 放電記録方法은 그림17과 그림21에서 보는바와 같이 記録電極針과 制御電極間의 間隙이 放電開始에 決定的으로 重要하다. 이 간격은 $5\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ 로 維持되어야 하는데 機械的 調整으로 이를 維持하는 것은 非現實的이다. 이 問題는 記録紙의 表面을 微視的으로 適當한 거칠음을 가지게 設計하고 記録針이 記録紙의 透電層 위에 直接 接觸하도록 作動시킨다. 이러한 機能을 가질



(a) 兩面 驅動



(b) 同一面 驅動

그림 21. 記録시스템 等價 회로

記錄紙의 斷面은 그림 19에 보인 바와 같다.

따라서 機能上 重要한 記錄針과의 間隙을 機械的으로 調整하는 어려움을 피할 수 있어 機器製作과 補修가 간 단해 진다.

市中 製品들의 記錄 헤드는 400dpi의 解像力을 가지는데 34인치(864mm)의 畫幅을 채우기 위해서는 13800개의 記錄針이 필요하다. 이를 동시에 驅動하기 위해서는 每 記錄針마다 入力과 出力 回路가 필요하다. 그래서 Ver-satec, Cal Comp, Hewlett-Packard 그리고 Matsushita 製品들은 멀티플렉싱(multiplexing) 방법을 쓰고 있다. 記錄針들은 한 制御電極의 中央으로부터 隣接 制御 電極의 中央에 위치한 記錄針이 한 그룹을 이루고 一聯으로 順序를 定한다. 예를 들어 한 그룹에 1番부터 64番의 記錄針들이 順次로 配列되고 같은 거리를 둔 다른 制御電極들 사이에 位置한 記錄針들과 같은 順序를 가진 記錄針들과 모두 연결된다. 따라서 헤드의 어떤 위치의 記錄針을 選擇하여 記錄하기 위해서는 針의 順序에 該當하는 驅動 回路가 並列로 作動하고 이어서 그 위치에 해당한 두 쌍의 制御電極이 같은 間隙으로 배치된 다른 制御電極들과 並列로 選擇 驅動된다. 放電記錄이 행해지기 위해서는 선택된 順序들의 記錄針을 그 위치에 해당한 두쌍의 制御電極이 동시에 선택되어야만 記錄이 가능하다. 멀티플렉싱 할 때 制御電極에 의한 導電層의 電位分布는 그림 22와 같다.

이와 같은 multiplexing 方法으로 驅動回路를 대폭 줄일 수 있다. 그러나 multiplexing을 해야 하므로 一定한 記錄速度를 얻기 위해서는 記錄針의 驅動時間이 制限을 받게 된다. 앞서 言及한 會社 製品들의 記錄針의 時間幅은 $30\mu\text{sec}$ 정도로 분포되어 있다.

이러한 制限은 畫像의 記錄 濃度에 制限을 주고 環境 變化와 記錄紙 特性 變化에 따른 畫質 變化가 敏感해 지는 弱점과 그림22의 電位分布의 重疊部分이 實際로 理想的인질 못해 畫像에 줄 무늬를 만드는 수가 있다. 記錄針은 대개 磷靑銅이 주로 쓰이고 있고 400dpi의 헤드는 針徑이 0.06mm, 핏치가 0.0625mm로 二列 交叉 配列되어 있다. 磷靑銅線을 multiplexing에 따라 묶음을 만들고 一定 間隙으로 配列하는 工程은 自動化되어 工費 節減을 이루었다.

한편 Raster Graphics는 1990년 A1 사이즈의 칼라 靜電氣 플라터 Design Station을 市中에 내어 놓았는데 記錄 헤드 製作에 劃期的 變化를 가져 왔다. 他 製品들과는 달리 multiplexing 方法을 쓰지 않고 프린트 회로板(printed circuit board)을 만드는 것과 같은 방법으로 200dpi의 A1 사이즈의 電極針板을 만들어 두개의 板을 接合하여 400dpi 헤드를 만들었다. 驅動 回路를 集積回路로 만들어 multiplexing을 하지않고 直接함으로써 multiplexing으로 인한 줄 무늬를 피하고 畫質을 改善하였다. 製作費用 絶減도 實現하였고 장차는 제한된 범위 내에서 펄스幅 變調의 階調도 試圖할 것으로 보인다. 畫質을 維持하기 위하여 現像器의 紙接觸 부분이 거칠지 않고 매끈하도록 세심한 注意가 필요하다.

2) 記錄紙 走行과 整合性

Synergy의 Color Write 400은 記錄 헤드와 現像器가 每 칼라 마다 장치되어 있어서 記錄紙가 한번 움직이므로써 네 칼라의 現像이 동시에 遂行된다. 記錄 헤드들의 機械的 調整은 各 畫素의 位置 整合性을 위하여 매우 중요하다. 記錄紙 走行時 外部 空氣에 露出됨에 따라 公기의 乾濕에 따라 記錄紙의 수축 이완과 紙張力 變化로

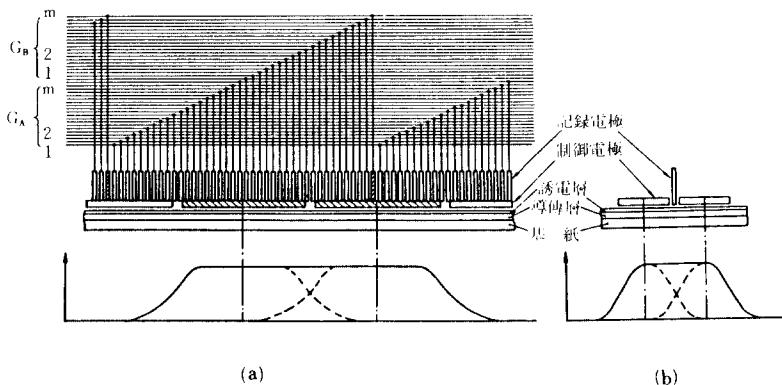


그림22. 制御電極의 multiplexing 驅動과 導電層의 電位分布

整合성을 상실하여 畫質의 劣化를 가져오게 된다.

이를 補正하기 위해 每 記錄 헤드마다 XY 制御裝置가 있어 變化分을 補償하는데 記錄紙의 兩端에 一定한 間隙과 크기의 表示 마크를 記錄하였다가 이를 感知함으로써 位置 變化를 認識한다. 이러한 시스템은 精밀성을 유지할 수 있으나 매우 복잡하고 高價이다.

Versatec, Hewlett-Packard, Cal Comp과 Matsushita는 첫번째 記錄紙 前進으로 表示 마크를 印加하고 逆進하여 이어서 계속될 黑色 記錄과 現像을 준비한다. 黑色의 記錄과 現像이 끝나면 逆進하여 cyan 칼라를 준비한다. 每 칼라마다 表示 마크를 感知하는데 Versatec은 記錄紙 供給 롤라의 張力의 調整, 記錄 헤드의 位置調整, 記錄紙 走行速度 調整으로 그리고 Hewlett-Packard, Cal Comp, Masushita는 走行速度 調整과 記錄해야 될 畫素를 생략하거나 畫素를 첨가함으로써 變化分을 補償한다. 한편 Raster Graphics는 감지 記錄紙 롤을 사용하는 대신 이미 제단된 記錄紙를 驅動 벨트 위에 고정하고 벨트가 일정한 속도로 回轉하면서 記錄과 現像을 계속한다. 記錄紙의 接觸抵抗에 의해서 수축이나 이완이 제단됨으로써 位置 整合성이 현저히 개선되어 表示 마크와 補正이 생략되거나 畫像의 길이가 고정되어 긴 롤라를 만들 수 없는 것이 한계점이다.

3) 現像器

現像器는 그림 19와 같이 한쪽의 入口徑을 통하여 注入된 液狀 토너가 다른 쪽으로 가로질러 가면서 現像器 위에 接觸하며 지나가는 潛像을 실고 있는 記錄紙를 現像한다. 헤드로부터 먼쪽에 있는 흡은 토너를 供給하지 않고 出口만 서로 연결되어 있어서 流體의 흐름으로 인한 氣壓差를 利用하여 記錄紙에 남아 있는 余分의 토너를 除去하여 記錄紙를 乾燥하는 역할을 한다. 이 방법은 經濟적이고 除濕성이 우수하나 現像機能이 떨어지고 記錄紙에 印加하는 張力이 큰 것이 흠이다. 이 방법은 Cal Comp, Hewlett-Packard, Matsushita가 使用하고 있다. 다른 방법은 記錄紙의 運動方向과 반대인 逆回轉 롤라를 利用하여 現像과 余分 토너를 除去하는 방법이다 (그림 18 참조). 이 방법은 現像 性能이 良好하고 記錄紙에 주는 張力이 작은 장점이 있으나 價格이 相對적으로 높고 除濕性能이 떨어지는 短點이 있다.

Raster Graphics는 金屬 튜브에 一定한 間隙으로 많은 小口徑의 噴射口를 만들어 噴水처럼 토너를 記錄紙 表面으로 쏘아 現像하고 逆回轉 롤라로 除濕하는 방법을 쓰고 있는데 使用과 더불어 噴射口鏡 變化와 射出量 變化로 現像性能의 一樣성과 除濕性能이 떨어지는 短點이 보인다.

3. 記錄紙

記錄紙의 特性은 畫質에 甚大한 영향을 미친다. 誘電層의 절연수지의 材料와 特性은 토너의 現像과 定着에 관계되고 誘電層의 두께는 유전층 靜電容量을 결정한다. 두께가 얇아야 容量이 커지나 記錄紙의 纖維 組織이 露出될 위험이 있다. 導電層의 導傳性은 記錄紙의 走行方向으로의 멀티플렉싱으로 인한 줄무늬와 大氣의 濕度 變化로 인한 畫質 變化와 밀접히 關係되어 있는데 理想的이기는 $2 \sim 8 \mu\Omega / \square$ 이나 대개의 市中の 記錄紙는 $4 \sim 5 \mu\Omega / \square$ 이다. 導傳層의 재료로는 quaternary ammonium 이 가장 흔하게 쓰인다. 導傳特性은 습도에 매우 민감하다.

앞서 記錄헤드項에서 言及한대로 紙表面의 適當한 거칠음이 필요한데 凹凸이 $5 \mu m$ 이하이면 記錄 放電을 일으킬 수가 없고 650V의 印加電壓으로 $25 \mu m$ 以上되면 충분한 放電電流을 얻기 힘들다. 表面의 凹凸은 誘電層에 들어가는 pigment의 크기와 量에 따라 그리고 基低層의 一樣성에 따라 결정된다. 종이인 경우에는 pigment로는 $CaCO_3$ 가 가장 흔하게 쓰인다.

4. 液狀토너(liquid toner)

靜電氣 플라터에 쓰이는 液狀 토너는 주로 ISOPAR (Isoparaffinic Hydrocarbons)라고 하는 정제된 kerosene 을 운반체로 하여 토너 粒子들이 그 가운데 分散되어 떠 있다. 液狀 運搬體안에 들어 있으므로 토너가 공기중으로 날아가 다른 칼라나 機械부분을 오염할 염려가 없다. 칼라 토너의 粒子 크기는 $0.2 \sim 2 \mu m$ 로 $5 \sim 20 \mu m$ 의 dry toner에 비해 현저히 작아서 最大 2500dpi 까지의 解像力을 가질 수 있고 10~30% 함량의 pigment를 쓰기 때문에 色의 鮮明度가 높고 dye를 쓰는 방법에 비해 褪色성이 월등히 양호하다.

液狀토너는 dry toner에 비해 주의가 더욱 필요하나데 絶緣性이 $10^{11} \Omega cm$ 이상되어야 하고 化學적으로 不活性이고 非粘着성을 가져야 하며 휘발성, 안정성이 요구된다.

靜電氣 플라터에서 液狀 토너 시스템²¹⁾은 電氣泳動 (electrophoresis)와 誘電泳動의 두가지 방법이 주로 쓰이고 있다. 전자는 토너를 帶電素子(charge director/charge adjuvant)를 이용하여 토너 粒子로 帶電하므로 液狀 토너가 帶電되어 있고 現像할 때 潛狀과 반대 極性으로 대전된 토너가 潛狀쪽으로 電界를 따라 移動하여 現像한다. 후자는 電氣의으로 中性인데 粒子가 電氣力線을 따라 dipole을 형성하여 電氣力線의 方向을 따라 移動하여 潛像을 현상한다. 市中の 製品들 가운데 Cal Comp,

Raster Graphics는 전자에 Versatec, Hewlett-Packard, Synergy는 후자에 속하는 토너를 供給하고 있다.

液狀 토너는 色 再現性, 高 解像力, 色 安定性등을 장점으로 들 수 있고 토너의 저장수명(대개 1년), 토너의 粘着 安定性, 휘발성과 廢棄物의 環境오염문제가 계속 연구되고 있다.

5. 畫質

畫質은 시스템의 어느 한 部分에 의해서 一義적으로 결정되지 않고 電氣機械部門, 記錄紙, 토너가 相互 依存的 이어서 모두 함께 適定設計 되어야만 만족한 결과를 얻을 수 있다. 이는 機器의 單純化를 얻기 위해 부담을 분담한 결과라고 볼 수 있다.

靜電記錄의 特異한 現狀으로 플레어(flare)는 記錄針의 酸化와 記錄紙 表面의 機械的 구조가 관계되는데 원래의 dot 사이즈보다 크거나 dot 주변에 흑과 같은 여분의 dot가 형성되는 것을 말한다. 落點(dropout)은 記錄紙 表面이 너무 평탄하거나 너무 거칠 때 dot가 공백으로 나타나는 것을 말하고 誘電層의 두께 變化와도 관계된다. 멀티플렉싱으로 인한 줄무늬(banding)는 導傳層의 導傳性 그리고 토너의 mobility, 帶電量과 관계된다.

Background noise(紙雜音)는 주로 記錄紙 誘電層과 토너간의 相互 接着性에 의해 영향 받는다.

色濃度는 記錄紙의 導傳性, 토너의 帶電量, mobility, 토너량이 관계된다. 畫質에 관계된 문제점들은 記錄헤드의 放電 時間幅과도 유관하다.

6. 要略

정전기 칼라 플라터는 대형도면과 화상을 만드는데 현재 가장 효과적인 기기이다. 색농도, 해상력, 보관성, 기기신뢰성등이 뛰어나나 액체 토너를 사용해야 하는 번거로움과 폐기물의 환경오염의 염려가 지적되고 있다.

VII. 결 론

칼라 프린터 市場은 지금까지 폭발적 성장을 예고하는 전망들이 유행처럼 무성하였으나 실질적으로 可視化되지는 못하였다. 그 이유는 칼라에 대한 요구가 긴급하지 않았던 점, 칼라를 손쉽게 이용할 수 있는 응용 소프트웨어가 충분히 개발되지 못했던 점, 칼라 프린터 機器의 台當 價格과 枚當 消費材 價格이 높은 점과 畫質이 수요자의 기대에 미치지 못한 점, 機器 신뢰성이 낮은 점 그리고 칼라 複寫機의 大衆化가 늦은 점 등을 들 수 있다.

이러한 문제들은 近年에 이르러 괄목할 만한 해결책들이 제시되고 수요자들의 기대에 부응할 만한 칼라 프린터와 複寫機器들이 市場에 登場하고 동시에 color display, 칼라 스캐너(color scanner), 칼라 fax, 사진 CD(photo CD), 비디오 스틸 카메라(video still camera) 등이 칼라 出力機器를 要求하고 있어서 칼라 機器의 수요가 급증할 수 있는 마당은 이미 만들어져 있다고 보겠다.

그러나 어느 한 칼라 技術이 전반적으로 압도할 기미는 보이지 않고 각각의 특징을 살릴 수 있는 시장에서 각각의 다른 技術들이 분할 할 것으로 보인다.

상당한 기간 동안 電子寫眞은 칼라 高速 인쇄나 高知能 多機能의 高級 오피스 환경과 network 환경에 자리잡을 것으로 예측된다. 칼라 電子寫眞 技術은 價格의 저렴화와 機器 신뢰성을 높이는 일과 畫質의 개선에 초점이 맞추어질 것이다.

市場 占有比가 큰 오피스와 家庭의 低價 普及品으로는 ink jet-bubble jet 방식이 압도할 것으로 예상된다. 現在의 技術 向上으로 보아 헤드의 出口徑 數를 늘림으로써 속도를 개선하고 高解像 헤드로 線畫質의 개선과 畫像處理함으로써 畫質을 현저히 높일 것으로 예상된다. 褪色으로 인한 保管性 문제는 해결해야 할 숙제로 남아 있다.

Inkjet와 더불어 普通紙에 褪色하지 않는 생생한 칼라로 再現할 수 있는 技術로 solid ink jet을 들 수 있다. 아직 速度가 느리고 價格이 높고 畫像이 기계적 힘에 의해 파손되는 약점이 있으나 앞으로의 발전이 기대된다.

칼라 感熱轉寫는 현재 왁스 轉寫가 主種을 차지하고 있고 市場 占有率이 압도적이거나 칼라 잉크젯트의 보급과 더불어 성장세가 둔화 될 것으로 예견된다. 특수지를 사용해야 되는 점과 소모품의 가격이 보통지보다 높은 점, 속도가 느린 점이 잉크젯트와의 경쟁에서 계속 문제가 될 것이고, 高畫質을 원하는 쪽으로 부터는 dye sublimation thermal transfer(dye 昇華轉寫)와 dye diffusion thermal transfer로 부터 추격을 받을 것이다. Dye 轉寫 방식은 寫眞과 같은 畫質을 要하는 비디오 칼라 프린터나 의료영상 出力機器로 자리를 잡을 것으로 예상된다. 칼라 펜 플라터는 다뤄야 할 정보량이 많아 짐에 따라 시간이 오래 걸리고 칼라의 수도 제한되어 inkjet와 칼라 靜電氣 記錄方式들로부터 압력을 받게 될 것이다. 이들의 價格이 대폭 낮아지고 속도가 월등히 빨라 서서히 펜 플라터는 市場의 中心으로 부터 주변으로 밀려나게 될 것이다.

칼라 靜電氣 방식은 大型칼라 圖面과 畫像을 필요로

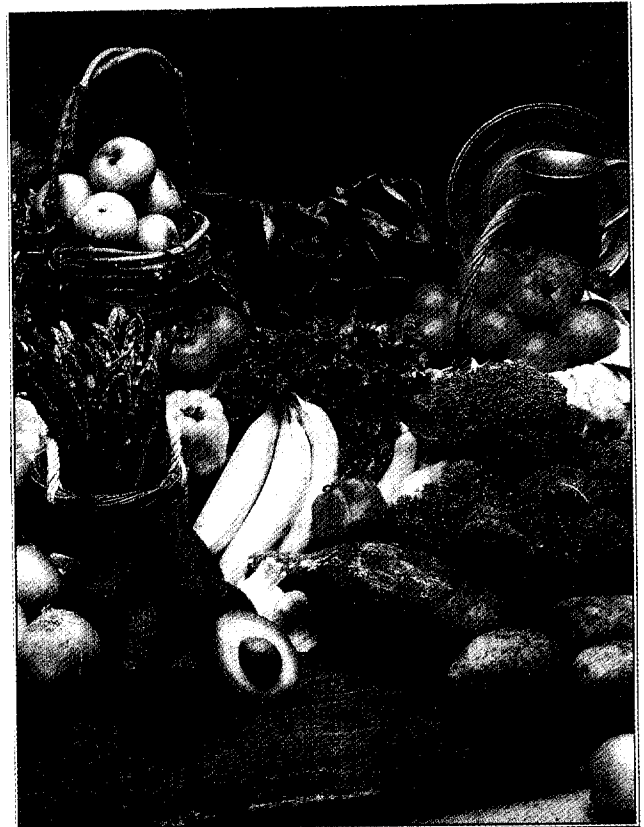
하는 곳에서 독보적 존재로 군림할 것이다. 畫質, 速度, 保管性, 信賴性 및 가격에서 다른 方式과의 경쟁에서 우위를 차지한다. 장차의 경쟁상대로는 잉크젯트가 될 것으로 예상되는데 그러기 위해서는 잉크젯트 잉크의 褪色 문제가 해결되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] F. Birren, Principles of Color, Van Nostrand Reinhold, N. Y., 1969.
- [2] F.W.Billmeyer, J. M.Satzman, Principles of Color Technology, 2nd ed. 1981.
- [3] 電子寫眞學會編, イメージング, PART I, 寫眞工業出版社, 昭和 63.
- [4] Hewlett-Packard, "Plotter Accuracy -What it means and how to achieve it", Hewlett-Packard Application Note 229-8, June 1983.
- [5] Wilcox. Jean Catherine, "Color plotter selection depends on application and volume of hard copy", Computer Technology Review, pp. 185-205. Fall, 1985.
- [6] Hart, Glen, "New plotters all the way from A to E", PC Magazine, pp.239-241. October 28,1986.
- [7] Tom Hall, "Plotter Design", Output Hardcopy Devices, ed by R. C. Durback and S. Sherr, Academic Press, pp.19-31, 1988.
- [8] Om. P. Srivastava, Thermal Print Head, The Fifth International Congr. on Advanced Non-Impact Printing Tech., pp. 349-352, 1989.
- [9] Koshizuka, K et al. "The Study on Properties of Thermal Transfer Ink Ribbon" The Third Int. Congr. on Advances in Non-Impact Printing Tech., 1986.
- [10] Hanma et. al., "A Color Video Printer with Sublimation Dye Transfer Method", IEEE Trans., CE-31, 1985.
- [11] Kato, M et al. "The Role of Receiving Sheet Substrates in Thermal Dye Transfer Imaging", The Fifth Int. Congr. on Advances in Non-Impact Printing Tech", pp. 239-245, 1989.
- [12] Komamura, T et al. "New Sublimation Type Thermal Printing Materials", The Seventh Int. Congr. on Advances in Non-Impact Printing Tech., 1991.
- [13] Printout, Printout 15(8):1-3, August 1991.
- [14] Tektronix, News Release, June 17, Wilsonville, OR., U. S. A.
- [15] R. Durbeck & S. Sherr, Output Hardcopy Devices, Academic Press, pp. 221-260, 1988.
- [16] D. A. Hags, "The Evolution of Color Xerographic Development System," Proc. of SPSE'S the 6th International Congress on Non-Impact Printing Tech., pp.1-14, 1990.
- [17] R.M. Schaffert, Electrophotography, Focal Press, pp. 38-41, 1975.
- [18] H. Yamamoto 外 4人, Proc. of SPSE'S the 5th International Congress on Non-Impact Printing Technologies, pp. 115-128, 1989.
- [19] J. Johnson, Principles of Non-Impact Printing, Palatino Press, pp. 19-40, 1986.
- [20] 水口信一 外 3人, National Technical Report. vol. 24, no. 4, pp. 674-684, Aug. 1978.
- [21] R. M. Schaffert, Electrophotography, Focal Press, pp. 562-569, 1975. ❀



▲ Sony D7000
Digital Color Printer
Dye Transfer Sublimation
Thermal Printer



CANON CLC-500
컬러 레이저 프린터 / Copier

Fiery

Printed with a Fiery Color Laser™
Photograph © IJG International

筆 者 紹 介



柳 永 洙

1943年 3月 26日生
 1965年 2月 고려대학교 (학사)
 입학 전공
 1973年 5月 University of
 British Columbia (석사)
 Pulp and Paper 전공
 1977年 6月 University of
 California, Berkeley (석사)
 Polymer Technology 전공
 1980年 6月 University of
 California, Berkeley (박사)
 Material Science 전공

1980年 6月~1982年 3月 IBM연구소 연구원,
 Electronic Printing Technology
 1982年 3月~현재 Hewlett-Packard 중앙연구소,
 선임연구원, 프로젝트 리더, Electronic
 Printing Technology
 1985年 4月~ 현재 Northwestern Polytechnic
 University, 겸임 교수, Dean of Undergraduate
 Studies, Dean of Student Affairs
 1986年 4月~1988年 8月 Northwestern Polytechnic
 University, Chairman of Curriculum Committee
 주관심분야 : Non-Impact Printing Engine Systems,
 Electronic Color Printing Technology,
 Color Processing & Image Quality,
 Imaging Material Development,
 Electronic Material Processing.



孫 明 世

1941年 10月 30日生
 1964年 2月 서울대학교 공과대학
 전자공학과 졸업
 1969年 5月 University of
 California, Los Angeles
 전기공학과 (석사)
 1964年 3月~1966年 5月 동양정밀공업주식회사
 교환기기 설계실
 1969年 5月~1970年 2月 Teledyne Systems Co.,
 Novthridge, CA.
 1970年 2月~1974年 6月 National Cash Register,
 San Diego, CA.
 1974年 6月~현재 Hewlett-Packard Corp.
 San Diego Div., San Diego, CA.
 주관심분야 : Color Printing Technology, Color
 Image Scanning, Color Processing &
 Image Quality, Control Systems/
 Electro-Mechanical Systems.