

電卓의 表示裝置

鄭 桂 澤

FIC 技術專門委員

우리들 주위에는 文字나 數字의 表示器가 많이 使用되고 있다. 디지털시계에서는 숫자판을 돌리는 방식을 볼 수 있고, 역대합실의 다이알 표시에서는 투영식지시방식을, 그리고 운동장의 스코어板의 모자이크식 표시판, 간단한 탁상계산기의 표시판, 컴퓨터의 CRT(cathode ray tube) 표시방식 등등 많은 개발이 진행되고 있다. 특히 情報化時代가 도래함에 따라 인간에게 가장 효율적으로 그 정보의 의미를 전달할 수 있는 간편하고 값싼 표시기의 개발은 필연적인 것으로 생각된다.

여기에서 전자식 숫자, 文字表示의 역사를 돌아보며 최근 가장 성장도가 급격한 탁상전자계산기, 전자손목시계에 이용되고 있는 표시기를 고찰해 보고자 한다.

1955년경 counter에 사용된 표시기로써 glow 방전에 의한 숫자 표시판인 NIXIE管이 발표되었으며, 1960년경 digital 계측기가 등장함에 따라 작은 전구와 간단한 렌즈를 사용하여 스크린유리에 투영해서 표시하는 광학방식도 발표되었다. 이때의 계측기는 소형화가 되어 있지 않았기 때문에 3 cm 이상의 숫자표시기가 사용되었다. 이러한 움직임에 대해서 ZnS의 薄形 표시기가 개발되었다. 이 방식으로 7 segment 또는 8 segment로써 동일 평면에 숫자를 표시할 수 있게 되었으나 電場發光의 輝度가 충분치 못한 약점때문에 다른 기술과 경쟁할 수는 없었다. 1960년대 전반기의 디지털표시는 NIXIE관을 중심으로 발전되었으며 크기, 형태에 여러가

지가 만들어 졌으며 가격이 싸게 되었다. 1960년대 후반에 들어서 디지털표시기의 요구는 가속도로 증가하여 왔다. 또한 NIXIE관을 중심으로 구동용 트랜지스터가 개발되었고 그것이 다시 IC化로 취급하기 쉽게 되어 電卓의 숫자표시로서 중요한 몫을 담당하게 되었다. 반면에 NIXIE관에 경쟁될 만한 새로운 기술도 많이 발표 되었으며 높은 전압이 필요한 NIXIE관보다 低電壓에서 使用될 수 있는 素子の 개발이 진행되었다. 우선 1968년에 발광다이오드가 발표되었다. ZnS의 電場發光으로 輝度가 높지않아 實用化가 어려워 GaAsP系の 단결정을 사용한 電場發光의 이용을 착안하게 되었고, 低電壓動作과 빨강색 발광의 장수명 發光效率은 半導體工業分野의 총아가 되었다. 1969년에는 텅스텐 필라멘트를 사용하며 日형을 구성한 7 segment의 숫자 표시기가 등장했으며 내진성과 수명에서 의외로 좋은 특성을 가지고 있어 계측기분야에 많이 이용되었다. 휘도가 높으나 소형화에 한계가 있다. 1968년 液晶(Liquid Crystal)을 使用한 光의 투과, 산란, 반사를 이용한 패시브 디스프레이(수동표시기)의 提案이 있었으며, 1970년에는 이 현상을 이용한 數字表示器가 時計, 電卓 및 Digital計器를 대상으로 발표되었다. 제작 기술이 단순하고 값이 싸다는 일부의 주장은 반드시 옳다고는 않겠으나 表示의 世界에 새로운 바람을 일으켰음에 틀림없다. 이렇게 해서 1970년대에 들어서서 電卓, 時計, 計器에 Digital表示의 本格化로 NIXIE관을 중심으로 하는

Plasma Display와 발광다이오드, 열음극형광표시관(Digitron 또는 Itron), 液晶들의 表示器 사이에 격렬한 경쟁이 시작되었다. 그러면 각 表示器들의 장단점과 특성을 고찰해 보고자 한다.

1. NIXIE管(冷陰極放電管)

이장치는 冷陰極 2極放電管이며 표시하는 숫자의 모양을 가진 陰極과 陽極과의 사이에 放電을 시켜서 陰極 Glow를 형성시켜 表示하는 것이다. 구조는 뒷면에 양극이 있고 그 앞에 숫자 모양의 음극들이 차곡차곡 세워져 있고 이것을 유리관에 넣어 밀폐하고 적당량의 neon gas를 넣은 것이다. 현재의 digital 表示器로써 가장 용도가 많으며 수량으로나 이용분야면에서 가장 많이 사용되고 있다. 이 표시기를 使用할 때 주의해야 될 점이 몇가지 있다. 첫째 이 표시기가 冷陰極放電管이기 때문에 内部에 電子源을 가지고 있지 않으므로 初期電子가 얻어지는(100 lux 이상의 장소) 환경하에서 사용하지 않으면 불이 꺼지기까지 상당한 시간이 지연된다. 대책으로는 동위원소를 넣은 방전관도 시판하고 있기 때문에 사용에 주의가 필요하다. 다음에는 음극전류와 방전유지전압의 관계로부터 部分放電을 하는 것이 있다. 이때에는 조금의 전류를 흘리지 않으면 안되거나 너무 초과하면 수명이 짧아지는데 주의해야 된다. NIXIE管은 펄스驅動되는 것이 많으나 duty 사이클에 따라 밝기가 다른 것에 주의해야 한다.

장 점

- ① 크기가 적당하다.
- ② 글자 모양이 모자이크식보다 아름답다.
- ③ 驅動이 간편하다. (低消費電力, heater가 없다.)

단 점

- ① 높은 전압(130V~190V)을 필요로 한다.
- ② 숫자의 배열에 평면성이 없다. 전체적인 글자배열이 좋지않다.

2. 冷陰極 모자이크 表示管

NIXIE管의 결점인 숫자의 배열을 동일평면에 표시할 수 있도록 개선하였다. 日 또는 田

의 모양으로 각 Segment를 독립 배치하고, 적당한 Segment의 조합에 의해 숫자를 표현한 것이다. 驅動用 matrix는 약간 복잡하나 表示管이 低價格이며 소형이 되는 경우 보기가 좋으며 多極管으로도 개발되어 많이 보급되고 있다. Burroughs社의 Panaplex II 또는 NEC社의 Utove 등이 대표적인 商品이다. 電卓에 많이 쓰이고 있다.

3. 熱陰極형광表示管(Digitron)

디지트론 또는 아이트론의 상품명으로 불리워진다. 이 表示管의 構造는 뒷면에 각 segment에 대응하는 양극(anode)이 있으며 그 표면에는 형광막이 발라져 있다. 그 앞면에는 grid가 있고 또 그 앞쪽에 filament(음극)이 있다. 이것들을 유리관속에 봉입하여 높은 진공상태가 되도록 한다. 이것의 동작은 음극에 전류를 흘려서 가열하면 열전자의 방출이 행해진다. 이때 grid와 필요한 양극 segment에 正電位를 가하여 열전자를 끌어 들이면 가속되어 양극에 충돌하게 되고 양극면상의 형광체가 빛을 내어 숫자나 기호를 표시한다.

장 점

- ① 低電壓, 低電力
- ② 平面表示로써 보기가 좋다.
- ③ 綠色發光(500Å)으로 눈에 피로하지 않는다.

단 점

- ① Filament 전류가 필요하다.

이 管은 최근에 전탁에 많이 사용되어 호평을 받고 있다. 초기의 製品은 정전압(static voltage)로 인하여 열전자가 양극까지 미치지 못한다면 형광물질을 바르는데 있어서 고른 휘도를 얻기가 어려웠다는 등의 문제점이 많았으나 점차 개선되어 최근에는 포타블電卓등에 많이 쓰이는 多極管까지 개발되었다. 국내에서도 이 표시관을 생산 조립하는 회사가 있다.

한국표시기주식회사(日本이세전기와 기술제휴), 한국雙葉주식회사(日本雙葉社와 合作설립) 삼성 NEC주식회사(日本 NEC社와 기술제휴)등이다.

4. Brown管式 表示裝置

먼저 서술한 표시기들은 1자리에 1개의 表示管을 쓴다든지 또는 1 register의 내용을 한개의 multi管(다극관)을 이용하였으나 3個 이상의 register의 내용을 동시에 표시하는 것도 가능하게 되었다. 동작원리는 TV의 Brown管和 같은 원리로 열전자를 높은 전압으로 가속시켜 X 및 Y방향으로 偏向시켜 문자를 형성하여 형판면에 충돌시켜 발광하게 했다.

장 점

- ① 높은 밀도의 表示가 가능하다.
- ② 보기가 좋아서 컴퓨터 터미널과 같은 특수목적에 많이 사용된다.

단 점

- ① 높은 전압이 필요하다.
- ② 구동회로가 복잡하다.
- ③ 부피가 크다.

5. 發光 다이오드형 숫자 表示器 발광다이오드의 基本的인 특징은

- ① 固體이고 신뢰성이 높으며 수명이 길다.
- ② 機械的으로 튼튼하며 충격과 진동에 강하다.
- ③ 高速動作이 가능해서, 멀티프랙스가 용이하다.
- ④ MOS電壓으로 볼 때 적합하며 驅動이 용이하다.
- ⑤ 電流로 發光輝度を 제어할 수 있다.
- ⑥ Dot matrix가 용이하여 文字나 數字의 表現을 아름답게 할 수 있다.

단 점

- ① 큰 표시기의 제작이 곤란하다.
 - ② 발광색이 赤色이며 짧은 파장의 녹색이 시판되고 있으나 기술적으로나 경제적으로 문제가 있고 대량으로 사용될 단지는 아니다.
 - ③ 輝도가 그다지 높지 않아 밝은 곳에서는 사용할 수 없다.
 - ④ 소비전력이 크다. (전류가 많이 흐른다)
- 현재 市販되고 있는 발광 diode는 대부분 적색발광이다. GaAsP는 6500Å, GaP는 7000Å,

GaAlAs는 6700Å로 전부 담홍색이다. 녹색발광으로는 GaP가 있으나 발광효율이 낮다. 5500Å 파장의 녹색발광이 얻어지고 있으나 효율은 1% 이하로써 輝度나 效率도 아직 충분치 못하다. 숫자나 文字의 표시방법은 segment形과 dot matrix方法이 있으나 segment형이 많이 이용되고 있어 그것만을 고찰하겠다. segment형의 제조방법은 hybrid형의 構成과 monolithic형이 있다. hybrid形은 절연기판상에 전극과 도전로를 構成하고 0.4×0.6mm의 발광다이오드의 chip을 조립하고 lead bonding으로 접속하는 것으로써 구성방법이 비교적 큰 文字에 적합하다. monolithic 方法은 photo etching으로 숫자의 pattern을 한번에 구성한다. 前者는 교환수리가 용이하나 후자는 그렇지 못하다. LED素子は 소형 電卓, 소형 Tester등에는 적당하나 시계에는 그다지 적합치 않다. 낮은 전압으로 인하여 전류 level이 높아야하며 소비전력이 낮다.

6. 液晶表示器((Liquid Crystal Display Unit)

LCD는 전자식 표시방식중에서 처음으로 수동 표시기라고 불리워진다. 그 특징은 다음과 같다

장 점

- ① 소비전력이 적다.
- ② 재료가 싸다.
- ③ 크기와 모양을 자유로 취할 수 있다.
- ④ 여러가지 색으로 표시가능하다.
- ⑤ 밝은 곳에서 더 잘 볼 수 있다.

단 점

- ① 응답속도가 빠르지 않다.
- ② 수명이 길지 않다.
- ③ 동작온도 범위가 아직 충분치 못하다. 등을 열거할 수 있다.

1968년 表示器로서 液晶의 이용이 발표된 이래 많은 연구와 관심을 쏟아 전기 광학효과가 몇가지 발견되었다.

현재 상품화 되어 있는 것은 動的散亂效果(DSM=dynamic scattering mode)와 비꼬임 효과(TNM=twisted nematic mode)가 있다. TN Mode를 다른말로 FEM(field effect mode)

형 식	칼라 화	전향판의 유무	콘트라스트	시 각 (度)	Threshold (문턱) 전압 (V _{p-p})	동작전압 AC(V)	소비전력 (μW/cm ²)	응답시간 (ms)	구동파형
동적 산란방식 (DSM) 색필터를 사용하지 않음	不可	無	35 : 1	160	6	8-25	60~80	15以上	교 류
전계 효과형 (DAP)	可	有	100 : 1	30~40	4~6	4~15	20	20以上	교 류
전계 효과형 (TN)	可	有	100 : 1	40~90	0.9~2	2~6	10	20以上	교 류

라고 한다. 다음에 實用化를企圖하고 있는 것으로 電界誘起複屈折效果(DAP=distortion of align phase)와 Cholesterin Nematic Phase變化現像이 있다. 위의 표는 液晶의 機能別 分類表이다.

7. EL數字表示素子

이 表示器는 형광체의 微粉末을 유전체중에 집어넣고 두개의 전극사이에 교류전계를 인가하면 발광한다. NEC社의 EF-1000, EF-1001은 대표적인 제품이다. 그 특징은 다음과 같다.

- ① 아주 단순한 구조로서 더구나 아주 얇은 형태이다.
- ② 모양과 크기를 자유로 할 수 있다.
- ③ 값이 싸다.
- ④ Filament나 용기가 필요없다. 固體化되어 있어 기계적으로 강도가 강하다.
- ⑤ 表示는 동일平面上에 있어 보기가 쉽다.
- ⑥ 低電力, 低電流이다.
- ⑦ 인가전압으로 연속적인 휘도변경이 가능하다.
- ⑧ 저운동작이 가능하다.
- ⑨ 장수명이다. 휘도감쇄가 완만하여 갑자기 불이 꺼지지 않는 사고가 없고 신뢰도가 높다.
- ⑩ 발광색으로서 녹색외에 청, 황, 분홍 등의 발광색이 실현 가능하다.

8. 電氣泳動表示器

日本松下電氣産業無線研究所에서는 최초의 E PID(electro phoretic image display=電氣泳動映象表示)가 개발되었다. 그 원리는 液體中の

粒子가 分散하고 있는 경우, 전압을 인가하면 粒子가 正 또는 負의 電極쪽으로 끌려 이동하는 현상이다.

이 panel은 두개의 基板의 사이에 액체와 顏料粒子를 넣은 두께 6mm의 얇은 것이므로 액체의 색과 顏料粒子의 색으로 文字와 배경을 각각 다른색으로 color表示한다. 液體中에 粒子가 分散하고 있으면 표면에서는 액체의 색이 보이고 粒子가 표면 가까이 끌려나오면 입자의 색이 보인다.

장 점

- ① 反射形이므로 밝은 곳에서 사용할 수가 있다.
- ② 平面表示로써 液晶과 같이 보는 각도에 따라 선명도가 변하는 反射特性的 方向性이 없기 때문에 보기가 쉽다.
- ③ 액체의 색과 顏料粒子의 조합에 의해 여러 가지 색채가 가능하고 전극극성을 바꿔 表示部와 배경색을 상호 反轉할 수가 있다.
- ④ 소비전력이 적다.
- ⑤ memory機能을 가지고 있다.
- ⑥ 얇은 모양으로 비교적 대형의 表示板의 제작이 용이하다.
- ⑦ 低價格 등의 장점을 가지고 있어 널리 보급될 것으로 보인다.

以上과 같은 8가지외에도 여러방면에서 表示器의 개발을 계속하고 있다. 國內에서도 각 대학교 물리학과 한국과학기술연구원연구소의 고체물리실(실장 정원박사)에서도 液晶과 LED의 실험을 쉬지 않고 있다. 지면관계로 구동방법은 다음 기회로 미루기로 한다.