

## HDTV 수상기 원리

金 泳 吉

(株)金星社 中央研究所

### I. 서 론

TV 발전 역사를 회고해 보면 1941년 흑백 TV 출현 이래 1947년 미국 RCA에서 흑백 TV와 호환성이 있는 칼라 TV 방식을 제안하여 후에 NTSC 방식으로 발전하여 현재에 이르고 있다.

이후에 세계 각 지역마다 몇 가지로 칼라 TV 방식이 정해졌으며 이미 약 40여년 전에 확정된 TV 기술이 지금까지 지속되고 있는 형편이다. 타 전자 산업의 발전이 고화질의 개선된 TV를 요구하게 되었으며, 일찌기 일본 NHK에서 1964년 동경 올림픽을 계기로 연구를 시작하여 1968년에 본격적인 연구개발에 돌입한다.

이로부터 20여년이 지난 1980년대 후반부터 세계 각 연구소 및 기업체에서 HDTV 연구활동이 본격화 되면서 세계적인 주목을 끌기 시작했다. 특히 위성 방송과 광통신의 눈부신 발전은 HDTV의 유용성과 앞으로 뉴미디어로서의 타 산업에 영향력을 더욱 증시켰다.

한마디로 말하자면 HDTV란 화질면에서 35mm 필름과 동등한 화질 개선을 시도하려는 전자식 영상처리의 혁신을 의미한다. 이를 위해서 지금까지 다양한 HDTV 시스템 방식이 제안되었고, 앞으로 HDTV 시장을 겨냥한 유럽, 일본, 미국의 각 기업체간에 경쟁은 치열하리라 예상된다.

참고로 CCIR에서 공인한 HDTV 정의를 알아보면 다음과 같다.

- (1) 현행 TV에 비해서 2배 이상의 수직 및 수평 해상도 개선
- (2) 현행 TV 문제점 개선(cross color/cross luminance)

(3) 현행 TV보다 넓은 화면 종횡비(16:9)

(4) C-D 음질 수준의 디지털 오디오

본 논문에서는 HDTV 수상기 제반 원리를 다루고자 하는데 먼저 HDTV 규격 결정 요인에 대해서 살펴보고, 인간의 시각적 특성과 TV 화면 구성원리를 다루고, 방송위성을 전제한 일본의 MUSE 수신기 전반에 관한 이해를 돕고자 송·수신계 신호처리를 간략히 소개하였다. 이어서 지상방송을 전제한 미국의 Zenith 및 MIT 방식을 설명하고 끝으로 어느 규격 결정에나 공통적으로 필수불가결한 디스플레이 기술과 앞으로 그 발전 추세를 다루고자 한다.

### II. HDTV 수신기의 원리

#### 1. 규격 결정의 판단기준

##### 1) 전송매체

HDTV 규격 결정시 기본적으로 중요시 되는 고려 대상은 전송매체의 선택에 대한 것이다. 현재 이용 가능한 매체로는 동축 케이블, 광 케이블, 지상 UHF/VHF, 지상 마이크로웨이브, 방송 위성 등이 있다.

케이블 전송의 경우는 신호전송 범위의 지역적 제한성 때문에 미래의 방송 매체로서는 적합하지 못하며 지상 마이크로 웨이브 전송은 전송비용이 너무 높아서 실용화 하기에는 적합하지 않다.

지상 UHF 채널중 아직 이용 가능한 주파수 대역이 남아 있는 미국과 같은 나라에서는 지상 UHF/VHF 전송을 고려하고 있으며 일본과 같이 이용가능한 주파수 대역의 여분이 없는 나라에서는 방송위성을 이용하여 실용화 단계에 접어들고 있다.

##### 2) 주파수 대역

방송 위성에 할당된 주파수 대역은 다음의 표와 같

이 12GHz, 22GHz, 40GHz 대역이 있으며 12GHz와 22GHz의 대역폭은 각각 500MHz이고 40GHz 대역은 2GHz의 대역폭을 갖는다.

12GHz 대역	11.7GHz - 12.2GHz
22GHz 대역	22.5GHz - 23.0GHz
40GHz 대역	40.5GHz - 42.5GHz

지상 UHF 채널을 이용하는 주파수 대역은 470MHz~770MHz 사이의 300MHz 폭을 갖는다.

### 3) 전송 채널의 수

위성방송시 사용되는 전송채널의 수에 따른 장단점을 비교 검토해 보면 다음과 같다.

#### (1) 단일 채널을 사용할 경우

열의 다른 채널과의 matching(정합)을 고려할 필요가 없고 단 하나의 복조기만으로 신호재생이 가능하므로 수신기의 가격이 낮으며 적은 대역폭을 차지하므로 채널의 이용효율이 좋다는 장점을 지니고 반면 27MHz(Region 1과 3)나 24MHz(Region 2)의 한정된 대역폭으로 인한 정보 전송량이 제한된다는 단점을 갖는다.

#### (2) 다채널을 사용할 경우

충분한 대역폭이 제공되어 정보전송량이 커진다는 장점이 있지만 HDTV 방송 채널의 수가 적어지고 수신기의 가격이 높아지며 수신 신호처리시에 채널간의 간섭으로 인한 기술적 문제점을 일으킬 가능성이 높다.

일본과 유럽에 할당된 위성방송 채널수는 적은 수로 한정되었기 때문에 단일채널 방송이 현실적으로 불가피하며 할당된 채널수가 비교적 많은 미국의 경우에는 2채널 이상의 전송 채널수를 갖는 방식도 고려될 수 있다.

### 4) 아날로그 전송과 디지털 전송

단일 채널을 이용하는 방송위성의 경우 최대 대역폭은 27MHz가 된다. 이때 디지털 전송을 위한 전송 가능 최고속도는 50Mb/s가 가능하게 된다. 표준 칼라 TV 방식에서 기존 TV화질 정도를 전송하려 할 경우 서브샘플링을 하고 동화상이 보상된 프레임간 코딩시스템을 이용하더라도 방송레벨의 화질을 유지하기 위해서는 최저 16Mb/s가 필요하게 된다. 따라서 HDTV의 정보는 표준 칼라 TV보다 약 5배 크기 때문에 HDTV를 디지털로 보내려면 800~100Mb/s의 전송속도가 필요하게 되므로 2채널 이상의 방송위성 전송채널을 이용해야 하며 단일 채널을 이용할 경우에는 아날로그 전송 방식의 선택이 불가피하게 된다.

### 5) 변조 형식

위성채널을 이용한 디지털 전송 방식의 경우 HDTV 신호의 변조형식은 일반적으로 PCM 방식을 기본으로 한다. 필요에 따라서 PCM 신호에 부가적인 데이터 예를 들면, 에러 정정용 부가 정보를 삽입하여 영상데이터의 구조를 변경 조작하거나 데이터 압축을 위해 DPCM 방식을 적용하여 전송할 수도 있지만 기본적인 전송 변조 방식은 PCM 방식을 기본으로 한다.

위성을 이용한 아날로그 신호를 전송하기 위한 변조형식은 주파수 변조(FM)와 위상변조(PM) 방식으로 한정되는데 그 이유는 반송파의 레벨이 안정되지 않으면 전송효율이 극히 저하되기 때문이다. 위상변조 방식은 주파수 변조방식에 비해 수신기 측에서의 복조회로에 위상 동기 메카니즘이 첨가되어야 하기 때문에 가격적인 측면에서 약점이 있다.

### 6) 기저 대역폭(baseband bandwidth)

기저 대역폭은 변조방식에 따라 결정된다. 12GHz 대역의 방송위성 채널을 이용할 경우 Region 2(미국, 캐나다등)에서는 대역폭이 24MHz이고 Region 3(한국, 일본등)에서는 대역폭이 27MHz이다. Region 2와 Region 3에서 호환성을 갖는 규격이 되기 위해서 24MHz의 대역폭을 갖는 방송시스템을 고려하면 FM의 경우 기저대역폭은 Carson's Rule에 의해 최대 8MHz까지의 신호가 전송가능하게 된다.

일본의 MUSE 방식에서는 FM 변조 방식의 위성 전송 채널을 이용하고 있기 때문에 20MHz 이상의 대역폭을 갖는 HDTV의 영상신호 전송을 위해 서브샘플링 기법을 적용 8MHz의 대역폭을 갖도록 대역 압축을 펴하고 있다.

대역 압축을 하기 전에 영상신호 및 음성신호를 어떤 형태로 구성할 것인가에 대한 결정이 이루어져야 한다. 첫째가 component 시스템이고, 둘째가 composite 시스템이다. 만약 FM 변조방식이 채택된다면 반송파(sub carrier)를 사용한 시스템은 FM 변조로 좋은 성능을 기대하기 어렵기 때문에 composite 시스템 보다는 component 시스템이 유리하게 된다. Component 시스템으로는 TCI(time compressed integration) 방식이 이용된다.

### 7) 동기 형태

정극성 동기와 부극성 동기의 두가지 방식이 있는데 정극성 동기 방식이 신호복조 회로는 복잡하지만 3dB의 동기화 손실이 없다는 점이 유리하다.

이상에서 살펴본 일곱가지의 규격결정의 판단기준

을 통해 신호전송 체계의 구조를 결정할 수가 있으며 HDTV의 영상신호를 구체적으로 구성 처리하기 위한 기본적 사항으로서 시청거리, 화각, 화면의 종횡비, 화면크기, 주사선수 등을 살펴보기로 한다.

2. TV화면의 구성 원리

1) 시청거리와 화각

시청거리는 보통 화면 높이의 배수로써 나타낸다. 화면의 높이의 배수로써 나타낸 상대 시청거리를 D 라 하고 화각을  $\theta$ 라 하면

$\theta = 2 \tan^{-1}(1/2D)$ 의 관계가 된다(그림1). D 즉, 화면과 관찰자의 거리가 작아질수록 화각은 커지게 된다.

정지화상의 경우에 있어서 시청자가 느끼는 주관적 현장감과 화각의 관계는 20°부터 현장감이 현저하게 증가하여 50°까지는 계속적으로 증가하며 해상도가 가장 좋게 느껴지는 시청거리는 2H~3H이고 화각은 20°~30° 정도임이 실험적 사실로 알려져 있다. 한편 움직이는 화면의 경우에는 화각이 너무 클 경우 현기증을 느끼게 하기 때문에 4HC(화각 약19°)정

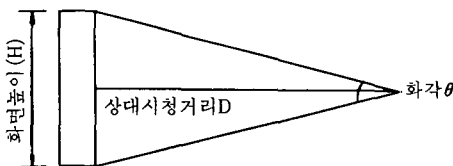


그림 1. 시청거리와 화각과의 관계

도가 좋음이 입증되어 있다.

2) 화면 종횡비 (aspect ratio)

그림 2는 화면의 종횡비와 시청자의 평가를 나타낸 것이다. 시청감은 화면의 면적에 상관없이 종횡비가 3:5일 경우 양호함을 알 수 있다. 또 시각 특성은 유효한 시야범위가 수평 약30° 수직20° 이기 때문에 화면 종횡비는 약 3:5 정도가 좋으며 이는 시청거리 3H, 수평화각30°, 수직화각20°에 상당하는 것이다. 미국의 SMPTE 방식에서는 영화의 여러종류의 화면 종횡비에 대해서 공통으로 이용하기에 용이하도록 16:9를 권장하고 있는데 이는 3:5.33 으로서 위의 실험적인 결과에 근접하는 것이다.

3) 화면의 크기

화각, 화면 종횡비가 같은 경우에도 절대적인 화

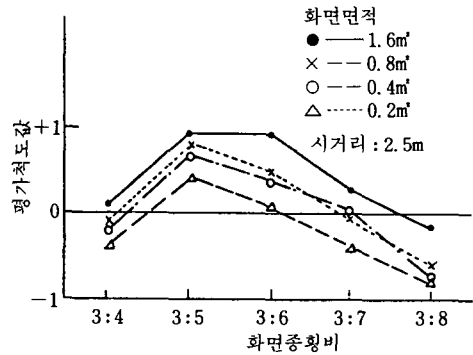


그림 2. 화면 종횡비와 시청감

면크기가 커지면 현장감이 커지게 된다(그림3).사람의 눈은 근거리의 피사체를 계속해서 보게 되면 피로가 심하게 되는 경향이 있으며 따라서 시청거리는 약 2m 이상으로 하는 것이 바람직하다. 또한 2m 이상의 시청거리 거리에서는 입체감을 감지하는 눈의 핀트 조절 능력이 저하되기 때문에 평면화상에서도 입체감을 느끼도록 할 수 있다. 최대 시청거리의 가장 중요한 결정요인은 방의 크기라 할 수 있다. 디스플레이가 설치되는 방의 크기가 보통 15평방미터 정도이므로 3m 정도를 최대 시청거리로 하는 것이 좋다.

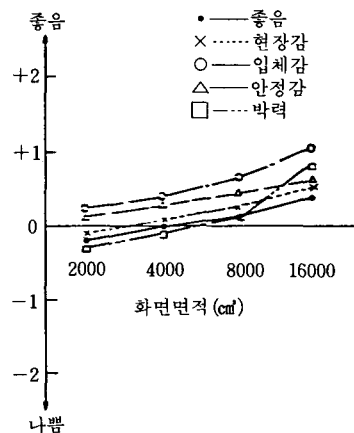


그림 3. 화면의 크기와 시청감

4) 주사선 수

주사선 수는 수직해상도를 결정하는 요인으로 주사선 수가 평균 주사선 수에 비해 작으면 화상을 매끄럽

게 하지 못하게 하는 주사선 방해 등이 발생했다. 따라서 충분한 해상도를 확보하고 주사선 방해를 제거하기 위해서는 주사선 수를 증가시켜 인간의 시각으로 식별할 수 없도록 하면 된다.

표준 시력이 1.0인 사람이 식별할 수 있는 주사선 간의 거리는 시각으로 나타냈을때 1.0분이 된다. 따라서 3H(화각20°)에서의 소요 주사선 수는 약 1100라인이 된다.

전송 신호의 효율적인 대역압축 효과를 위해 비월 주사(interlace scanning)가 사용된다. 그림4는 interlace와 non-interlace의 주사선 방해에 대해서 평가한 결과이며 시거리 3H에서는 2:1 interlace는 1 프레임 주사선 수의 약 0.6배인 주사선 수를 가지는 non-interlace 주사와 거의 같은 방해를 주고 있다. 이것은 시각적 페어링(faring), 인터라인 플리커(interline flicker) 크롤링(crawling) 등으로 불리는 인터레이스 주사시 시각적으로 일어나는 방해로서 고차의 인터레이스 일수록 심하게 되어 3:1, 5:1 등의 고차 interlace 에서는 실용적이 못된다.

한편 수직해상도는 1프레임당 주사선 수로 결정되기 때문에 2:1 인터레이스와 non-interlace는 해상도면에서 큰 차이가 없다. 이 때문에 필름상에 HDTV 화상을 기록할 경우 같은 정지해상도를 얻기 위해 인터레이스 방식을 사용한다.

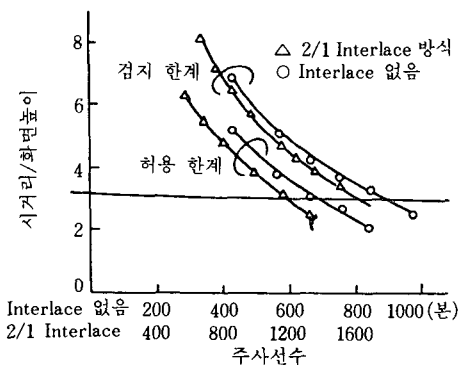


그림 4. 주사선 방해가 보이지 않을 때의 시거리

### 3. HDTV 수신기 종류

#### 1) 개요

HDTV는 기존 텔레비전 방식에 비해서 약 5배 이상의 정보를 갖고 있기 때문에 전송대역이 상대적으

로 커지며 이에 대응하기 위해서 여러가지 전송로 이용에 따라서 방식이 달라질 수 있다.

방송 전송로를 이용하는 것으로는 첫째 방송위성을 이용하는 것을 들 수 있다. 지역에 따라서 12, 22, 40, 80 GHz의 초고주파와 밀리미터파를 CCIR에서 지정하고 있는데, 3지역에 속하는 아시아, 오세아니아에는 1channel당 27MHz 대역폭이 할당되어 있으며, 이웃나라인 일본은 방송위성 BS-3를 이용한 MUSE 방식으로 HDTV 방송을 시행하고 있으며, 유럽은 MAC 방식으로 22GHz대에 50~60MHz/2ch를 할당 받고 있으며 모두 이 두 지역에는 위성에 의한 HDTV 방식을 실험중에 있다. 둘째 지상방송을 이용하여 검토 중인 것은 미국에 UHF대의 표준 2개 channel을 즉 12MHz를 이용하여 HDTV 지상 방송을 추진하고 있다.

다음으로 cable TV에 의한 것으로 현재 미국이 가장 활발히 추진중에 있으며 2가지 대역이 유력한데 108~170 MHz의 미드밴드와 222~470 MHz의 슈퍼대역이 이용가능하다. 이 CATV를 이용하면 여러 채널을 사용할 수 있는 장점이 있고 CCIR의 전송로 제한에 전혀 규제를 받지 않는다는 장점이 있다.

방송 전송로를 이용한 것 이외에도 통신계 전송로를 이용한 통신위성과, 국제 통신망, 무선디지털 통신망등이 있으나 아직 실용화 단계는 아니고 검토중에 있다.

본 절에서는 방송위성을 이용한 HDTV 수상기로서 지금 실용화에 본격 가동이 되고 있는 일본의 MUSE 방식과, 또 지상 방송용으로 검토 중인 미국의 MIT 방식과 Zenith 방식을 소개하고자 한다.

#### 2) 방송 위성을 이용한 HDTV 수신기(MUSE)

##### (1) MUSE 신호처리 개요

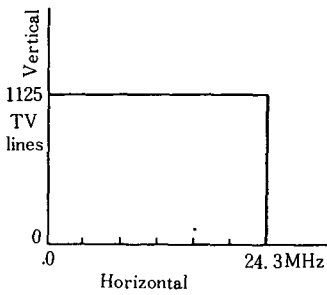
수신기를 알기 위해서는 먼저 인코더의 신호처리 제반 원리를 아는 것이 순서가 되므로 간략하게 MUSE의 신호처리에 대해서 알아보려고 한다.

MUSE란 multiple sub-Nyquist sampling encoding 에서 머릿글자만을 따 온 것으로 의미하는 바와 같이 원래 HDTV 신호 대역폭인 24.3MHz를 오프셋 서브샘플링(offset subsampling)을 통하여 방송위성 대역폭인 27MHz에 주파수 변조를 하기 위해서 8.1MHz로 대역 압축을 하는 기법이다.

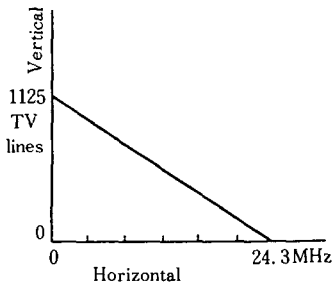
원래 서브샘플링을 행하는 경우에는 중첩왜곡이 생기지만 MUSE에서는 적당히 전치필터(prefilter)를 사용하여 중첩성분을 없애도록 한다. 동화성과 정지화에 모두 같은 샘플링 주파수를 사용한 고정밀도

샘플링 방식을 사용한다. 그림5는 MUSE의 정지화  
와 동화의 전송가능 영역을 나타낸다.

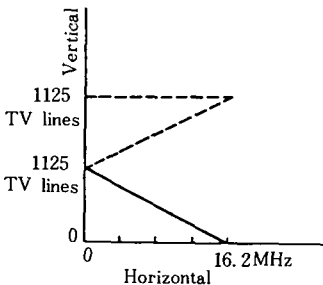
그림에서 보듯이 동화의 경우 원래 영상신호의 1/4  
정도로 화상을 재현하므로 해상도가 떨어진다. 그러나,  
움직임 부분에서의 인간 시각 특성은 인지감도가  
낮으므로 움직임 부분의 해상도 저하는 전체 화질에  
거의 문제가 되지 않는다. 그림6에서는 실제 신호처  
리되는 것을 도식화 시킨 것으로 동화 처리는 필드오  
프셋 서브 샘플링을 하지 않고, 8.1MHz로 전치필



(a) Original sampling

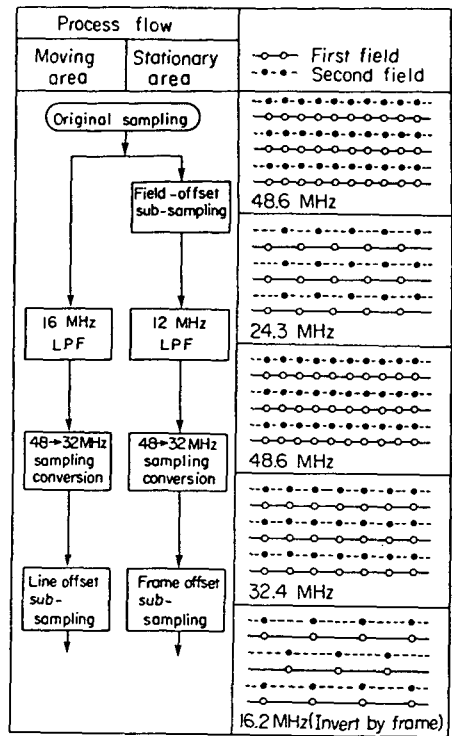


(b) Inter-frame and Inter-field interpolation  
(for stationary picture area)

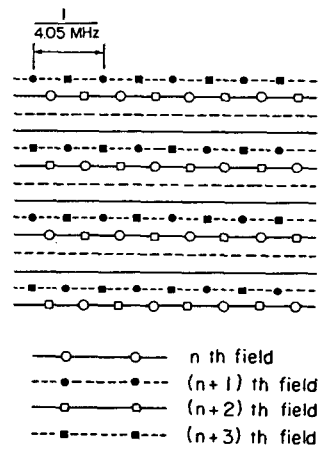


(c) Intra-field interpolation (for moving picture area)

그림 5. MUSE의 공간 스펙트럼



(a) Y의 서브샘플링 패턴



(b) C의 서브샘플링 패턴

그림 6.

터를 통과한 후 32.4 MHz로 샘플링 주파수 변환을  
한다. 이를 라인오프셋 서브 샘플링한 후에 정지화  
처리된 신호와 화소단위로 검출된 움직임 양에 따라  
믹싱(mixing)이 된다.

MUSE의 서브샘플링 기법은 다음과 같은 장점이 있다. 첫째 직류성분에 고역성분의 중첩이 없다는 점이다. 즉 이는 직류부분의 열화는 시각에 가장 민감하므로 이를 개선한 점이 MUSE의 가장 큰 잇점이다. 둘째 4MHz 이하 대역폭에는 프레임간 중첩성분이 전혀 없다는 점이다. 이는 디코더에서 4MHz 이하의 성분을 비교하여 1 프레임차를 구하면 순수한 움직임 부분만을 검출할 수 있음을 의미한다.

(2) MUSE 인코더와 디코더

다음에는 MUSE 인코더에 대해서 살펴보고자 한다. 그림 7은 인코더 전반에 관한 블록도이다. RGB HDTV 촬상 카메라 출력이 입력으로 인가되고, 카메라의 감마보정이 행해진다. 매트릭스에서 휘도(Y)와 색차신호(R-Y, B-Y)로 바뀌며, 이 신호들은 시간다중처리 된다. 이 시간 다중처리된 신호가 두개의 경로, 즉 동화처리부, 정지화 처리부로 나뉘어 병렬 처리 된다.

동화처리부에서는 다이아몬드형의 전치필터를 통과시켜 16.2MHz의 라인오프셋 서브샘플링을 거치게 되는데, 샘플링 주파수가 16.2MHz이므로 원시주파수인 48.6MHz를 32.4MHz로 변환시킬 필요가 있다.

정지화 처리부에서는 24.3MHz로 필드오프셋 서브샘플링을 하고, 다음에 12MHz 저역 여파기로 고주파

를 차단시킨 후 32.4MHz로 주파수 변환을 시킨다. 이는 동화의 주파수와 같도록 하기 위한 것이며, 이 두신호는 별도로 검출되는 움직임 양에 따라 화소단위로 서로 혼합되어, 최종적으로는 MUSE 샘플링 주파수인 16.2MHz로 서브샘플링이 행해진다.

지금까지 경로에서는 신호의 선형성이 유지되었으나 전송시에 잡음 영향을 줄이기 위해서 전송 감마처리를 한다. 그리고 FM 전송에 유기되는 잡음에 대응하기 위해서 비선형 앰파시스를 행한다. 지금까지 처리된 신호에 제어신호와 동기신호, 그리고 디지털 음성 신호를 수직 블랭크 기간에 시간다중 전송된다.

디코더에서는 이 모든 과정이 역순으로 진행된다. 그림 8은 MUSE 디코더 블록도이다. 디코더는 곧 수상기의 핵심요소로서 크게 음성/동기/제어신호 검출부, 움직임 성분 검출부, 동화상 재생부, 정지화상 재생부 그리고 저역성분 교체부로 구성되어 있다. 전송 역감마와 디앰파시스를 거친 신호는 동화 재생부 정지화 재생부를 거쳐 처리되고, 이 신호는 별도 계산된 움직임 양에 따라 믹싱이 된다. 믹스된 색신호는 선순차 디코딩된 후에 역메트릭스로 보내진다. 여기에서 RGB로 바뀌고, 디스플레이 감마처리를 하여 디스플레이로 출력한다.

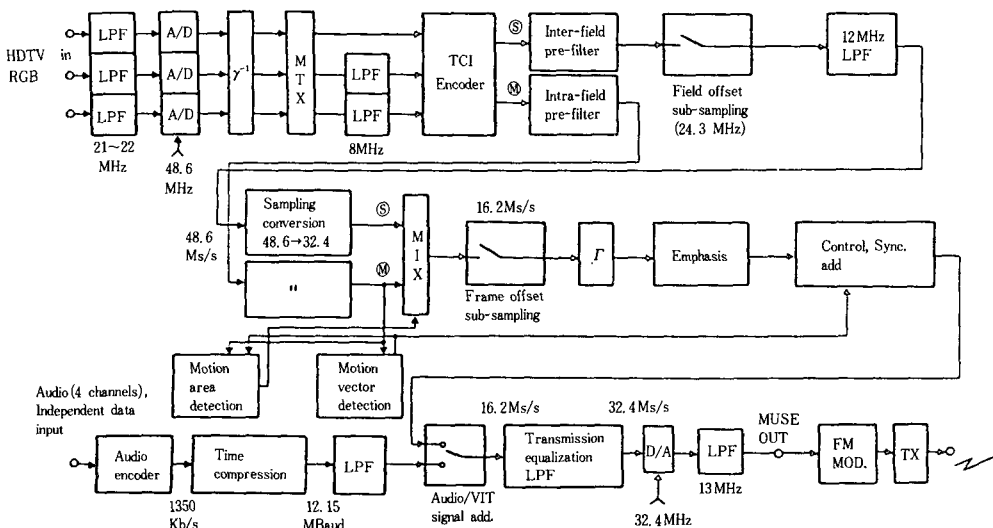


그림 7. MUSE의 인코더 블록도

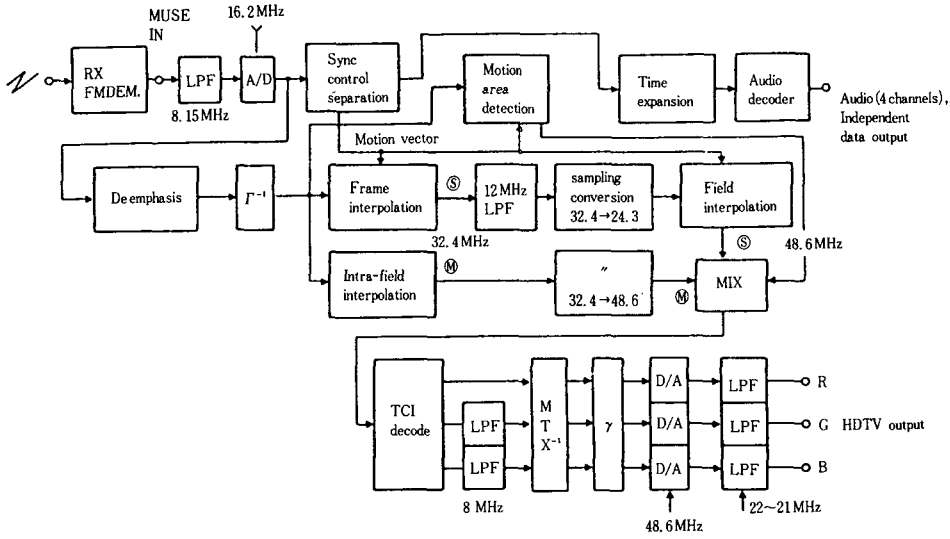


그림 8. MUSE의 디코더 블록도

3) 지상 방송을 이용한 HDTV 수신기  
가. Zenith의 대역 호환 HDTV

(1) 시스템 개요

Zenith 방식의 기본 개념은 현행 NTSC가 점유하는 6MHz 대역폭을 그대로 이용하는 대역호환 HDTV 시스템으로서, 동시 방송(simulcast)으로 전송되는 것이 특징이다. 즉 기존의 6MHz 변경하지 않고, 현재 채널간 간섭으로 사용하지 않는 타부 채널(taboo channel)을 이용해서 방송된다. 또 전송 전력의 대부분을 차지하는 저역 성분을 분리하여 이를 디지털로 변화시켜 전송함으로써 기존 NTSC가 커버할 수 있는 시청영역을 커버하는데 겨우 NTSC 송신전력의 약 0.2%로도 가능하게 된다.

영상신호를 두개의 밴드로 나누어 처리를 하는데 이는 전송되는 영상신호 전력의 대부분이 0.5MHz 이하에 집중되어 있다는 사실에 기인한 것이다. 이 0.5MHz에는 평균 DC 성분, 저주파의 영상 및 동기 신호 정보가 포함되어 있다. 대부분의 영상신호 전력을 포함하고 있는 200KHz 이하의 저주파 성분은 디지털로 변환되어 수직 블랭킹 기간에 전송되고, 고주파 성분은 아날로그로 전송된다. 이렇게 함으로써 전체적으로 스펙트럼이 평탄해 지고 전송출력이 줄게 된다.

(2) 인코더와 디코더

그림9는 영상 입력 소스 포맷, 전송포맷, 디스플레이 이 포맷을 나타낸 것이다. 채널간의 간섭 포텐셜을 극대화 시키기 위해서 NTSC와 동일한 프레임 구조를 이용한다. 영상소스와 디스플레이 포맷은 787.5 라인, 프레임레이트는 59.94, 순차주사 방식을 사용하며, 이 포맷은 NTSC의 수평라인레이트(47.2KHz)의 3배에 해당된다. 또 HDTV 소오스 신호는 NTSC와 타이밍을 유지하기 위해서, 480개의 아날로그 콤포넌트로 변환되어 59.94Hz로 전송된다. 480개 콤포넌트는 240개씩 두 단위로 나뉘어져 쿼드러처 변조되어 전송된다. 영상의 동화상 부분만 라인 사이에 블랭킹 신호 없이 전송되고 NTSC 신호의 수직 귀선 시간에 해당되는 기간 동안에 저주파 영상 신호, 음성, 동기 신호, 예러 정정용 부호등이 실리게 된다. 전송에는 16-스테이트 쿼드러처 진폭 변조가 이용된다.

휘도신호는 그림10에서와 같이 4개의 콤포넌트로 나뉘어 처리된다. 수평 수직의 낮은 주파수를 갖는 콤포넌트는 59.94Hz로 전송되며, 다른 콤포넌트들은 11.988Hz(59.94/5)로 전송된다. 인코더와 디코더의 블록도는 그림 2-7과 같다. 384개의 휘도성분이 매 1/59.94초 마다 전송된다.

색신호도 휘도신호와 같은 방법으로 처리되어 96개의 색신호 콤포넌트가 59.94Hz로 영상신호에 포함

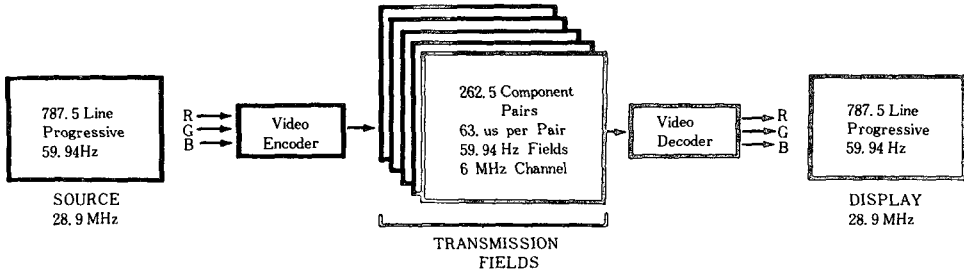


그림 9. Zenith 방식의 신호포맷

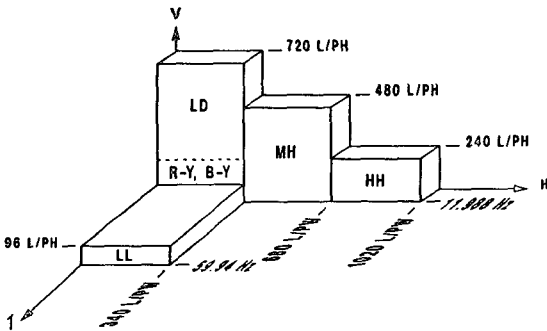


그림 10. 휘도신호 주파수 분할

된다. 수평 및 수직 성분의 낮은 주파수 성분은 매 필드마다 업데이트되므로 동영역 재생에 큰 도움을 준다.

인코드에서 동화상 보상은 수신기쪽에서 예측되는 동화상 에러를 미리 검출함으로써 송신측에서 미리 수정하여 그 에러를 없애주고 또 수신기에서 움직임 보상은 각 수직 블랭킹 기간에 보내지는 데이터에 실어서 보내지며, 각 데이터는 어떤 라인에 동화상 보정이 필요한가를 나타내도록 되어 있다.

나. MIT 시스템

(1) 시스템 개요

MIT에서 기존의 NTSC 리시버와 호환성을 갖는 MIT-RC (MIT receiver compatible) 방식과, 대역폭을 6MHz로 갖는 채널 호환성 방식 MIT-CC (MIT channel compatible)을 제안하였다. 본 절에서는 NTSC 채널 호환 방식인 MIT-CC에 대해서 살펴본다.

(2) MIT-CC 원리

이 방식은 서브밴드 코딩이라 불리는 대역압축 방식을 이용하여, 6MHz로 대역을 압축하는데 그 원리는 영상신호를 수평·수직, 시간방향의 해상도에 따라서 복수개의 주파수 성분으로 나누어 전송하는 것이다. 이렇게 주파수 분할되어 전송되는 신호는 수신측에서 쿼드러처 미러 필터(quadrature mirror filter)를 사용하여 신호 손상 없이 재생된다.

이 기법의 장점은 신호전력이 단지 몇개의 주파수 성분에 집중되어 있기 때문에 주파수 대역 활용을 극대화시킬 수 있다는 점이다. 공간주파수 분할은 그림11에 나타낸 바와 같이 9개의 성분으로 나누고, 시간축 스펙트럼은 5개의 성분으로 분할된다. 전송되는 성분은, 최저 주파수 성분과(그림12 a). 세개의 그 다음 주파수 성분(b)과 시공간 스펙트럼에 따라 결정되는 세개의 고주파 성분들이다(c~f).

시스템의 인코더를 그림13에 나타내었다. 고해상도 영상소스 신호는 디지털로 변환되고, 쿼드러처 미러뱅크에서 N개 ( $N \geq 9$ )의 성분으로 선택된다. 이

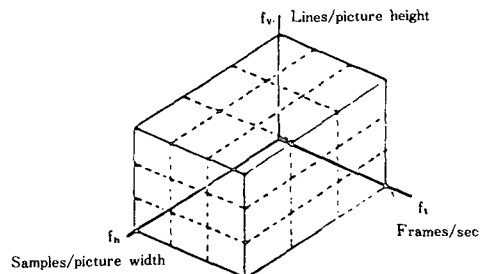


그림 11. MIT 방식의 공간 주파수 분할



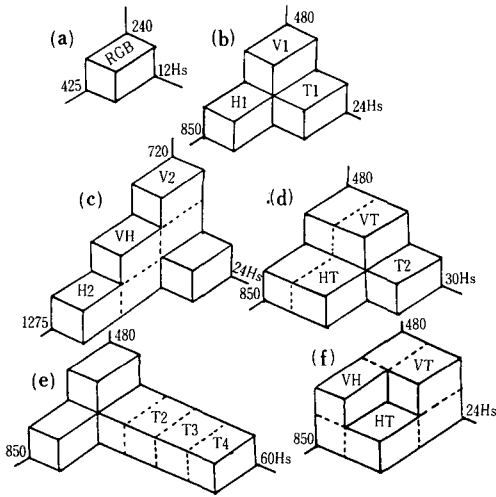


그림 12. 전송 모드에 따른 주파수 성분 조합 (MIT-CC)

선택된 9개의 성분이 디지털 음성 데이터 등의 부가 정보와 첨가되어 메모리에 저장된다. 메모리로부터 적수라인과 홀수라인이 별도의 경로를 따라서 각각 아나로그로 변환된 후 3MHz 대역으로 고역이 차단된다. 이 두개의 3MHz 아나로그 신호가 대역폭내의 중앙에 위치하는 캐리어로써 쿼드러처 변조되어 지상 전송된다. 또, 메모리로부터 직접 읽어내어 디지털로도 전송할 수 있으며 위성 전송로를 위해 FM 변조를 취할 수 있다.

쿼드러처 변조된 두개의 3MHz 신호는 각각 1250 라인으로 구성되며, 각 라인은 400개의 화소 샘플로 구성된다. 1250개의 라인은 1/12초 단위로 반복된다. 두 신호내에서 같은 라인번호를 갖는 두 라인은 인접된 라인이다. 9개의 선택된 성분은 그림 11에서와 같이 순차적으로 전송되고, 이어서 디지털 음성, 부가 데이터, 수직동기 신호가 전송된다.

MIT 방식의 장점은 화상을 디지털로 처리하기 때문에 스크램블하여 전송할 수 있어서, 이 경우에는 주파수 왜곡 및 간섭, 에코등의 잡음에 강한 잇점이 있다.

그림 14는 MIT-CC의 수신기 블럭도이다. 튜너로부터 출력된 베이스밴드 신호는 디지털로 변환된 후 디지털 디텍터에서 3MHz의 두 신호로 분리된다. 이 분리된 신호는 적응형 이퀄라이저 (adaptive equalizer) 에서 채널의 주파수 응답에 대한 보상이 이루어진다.

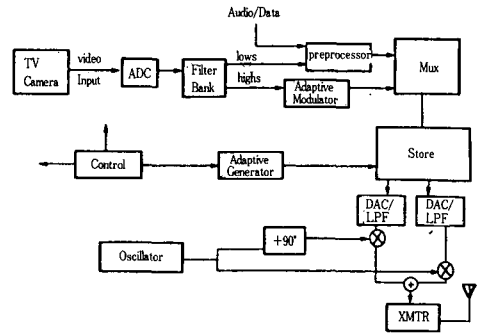


그림 13. MIT 방식의 인코더

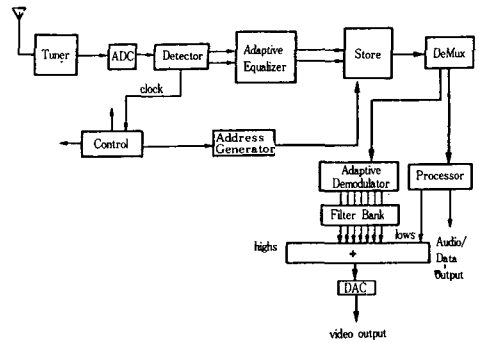


그림 14. MIT 방식의 디코더

보상된 신호는 주소 발생기에 의해 결정되는 장소에 저장되며, 스크램블 되어 있는 경우에는 이 단계에서 디스크램블 된다. 디멀티플렉서에서 DC 성분과 저주파 성분과에 해당되는 데이터와 고주파의 성분과 데이터를 분리하고, 저주파 성분에서 음성과 부가 데이터를 추출한다. 고주파 성분은 복조된 후에 필터 बैं크에서 보관되어 해당되는 고주파 성분과가 재생된다. 이 고주파 성분과들은 저주파 성분과와 혼합되어 원신호가 재생된다.

4. HDTV 수상기용 디스플레이 장치

고해상도의 HDTV의 영상을 인간의 시각으로 전달해주는 매체가 디스플레이 장치이며, 디스플레이 장치가 HDTV의 표현능력을 최대한으로 전달하지 않으면 안된다. 디스플레이 장치의 성능은 ①해상도 ② 밝기 ③ 콘트라스트 ④ 표시색 ⑤ 잔상 등의 항목으로 판단한다. 그외에 부피, 무게, 신뢰성, 경

제성등의 실제적인 면도 고려되어야 한다.

HDTV용의 디스플레이 장치로는 CRT, 투사형 디스플레이, 프렛판넬 디스플레이 등이 있다. 본 장에서는 이들 중 투사형 디스플레이와 프렛판넬 디스플레이에 대해서 살펴본다.

1) 투사형 디스플레이

투사형 디스플레이에는 그림15에서와 같이 전면투사식과 배면투사식이 있으며, 각각 R, G, B의 단색투사관(CRT)을 3개(또는 6개)를 사용한다.

배면투사식은 ① 투사관과 렌즈등을 일체로 해서 소형화가 가능하며 ② 스크린이 주변 광을 잘 반사하지 않기 때문에, 밝은 방에서도 시청이 가능하다. 따라서, 일반 가정용으로 사용하기에 좋다. 이에 반해서 극장용 등으로는 대형의 투과형 스크린의 제작이 곤란하고 주위를 어렵게 해서 시청하는 경우가 많기 때문에 전면투사식이 사용되고 있다. 그러나 최근에는 110인치의 배면투사형도 개발되어 배면 투사형도 일반전시용으로 사용될 것으로 예상된다. 투사형 디스플레이에는 투사관의 종류에 따라 굴절식과 반사식(슈미트식)이 있으나, 현재는 굴절식이 많이 사용되고 있다. 굴절식은 그림16(a)과 같이 CRT의 형광면 앞에 렌즈를 놓아 스크린상에 상을 맺히게 하는 것이다. 그림16(b)의 반사식은 반사경을 사용해서 상을 맺히도록 하는 것으로서, 그림에서 처럼 형광면과 반사경의 일체로 투사관을 구성한다. 이것이 슈미트식 투사관이라고 불리는 것으로서 관의 전면에는 슈미트 렌즈는 상의 왜곡을 보정하기 위한 것이다. 1985년 쓰쿠바 만국과학기술전에서는 12개의 슈미트 렌즈를 이용한 400인치 디스플레이가 전시되었다.

투사관의 크기는 현행 TV에는 대각 5인치의 것이 사용되고 있으나, 해상도를 높이기 위해 HDTV에는 7인치, 9인치 때로는 13인치의 투사관이 사용된다.

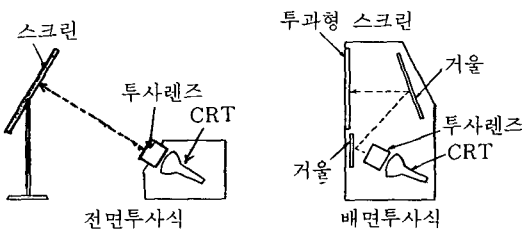


그림15. 투사형 디스플레이

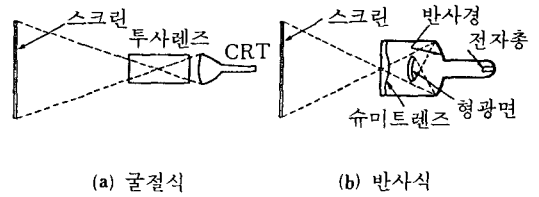


그림16. 굴절식과 반사식의 비교

투사렌즈는 7~10개를 조합함으로써, 1500 TV 라인 이상의 해상도를 제공한다. 투사형 디스플레이는 콘트라스트비가 CRT 직시형에 비해 낮은 문제가 있으나, 최근에는 투사렌즈와 CRT 사이에 에칠렌글리콜 등의 액체를 넣어 빛의 산란을 억제하는 등의 방법으로 크게 개선되고 있다.

투사형 디스플레이의 가지범위는 스크린의 지향특성에 의해 제한된다. 현재 많이 사용되고 있는 스크린은 이득이 4~5로써, 수평±30°, 수직 ±10° 범위에서 보는 경우에, 정면 방향에 비해서 50% 정도의 밝기로 관측된다. 투과형 스크린은 필요한 수평·수직의 지향성을 얻기 위해서, 아크릴(굴절률 1.49)의 표면을 가공해서, 투사관측을 프레넬 렌즈로, 시청자 쪽을 렌치쿨러 판으로 한 스크린(그림17)을 사용하고 있다. 스크린의 해상도 열화를 없도록 하기 위해서, 렌치쿨러 판의 렌즈배열의 핀트를 0.5mm로 해서 수평방향으로 2000개의 렌즈를 배열한 것을 사용하고 있다.

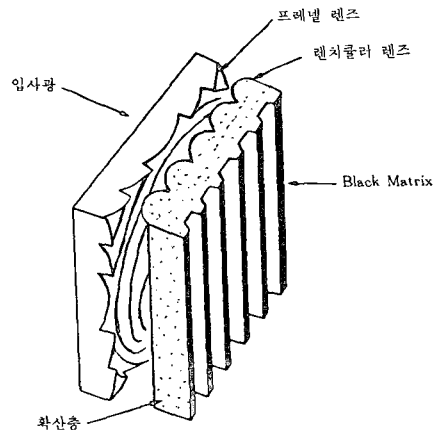


그림17. 투과형 스크린의 구조

투사형 디스플레이의 향후 과제는 고휘도의 실현, 화면전체의 휘도 균일화, 색상 균일성 개선, 저전력화, 휘도포화 특성이 양호한 형광체의 개발 및 저가격화 등이며, 앞으로 프랫판넬 디스플레이가 개발되어 실용화되기 전까지는 가정용 디스플레이로써 투사형이 주로 사용될 것으로 전망된다.

HDTV용의 대형 프랫판넬 디스플레이로는 PDP (plasma display panel), ELD (electro luminescent display), LCD (liquid crystal device) 등이 유망하다.

PDP는 원래 브라운관이 개발되기 이전에 TV의 디스플레이 장치로서 검토되었던 것으로서 그 역사가 매우 깊으나, 현재에도 적색판넬이 실용화 되어 있을 뿐이다. PDP는 다수의 소형방전관을 X, Y의 격자 상으로 배열하고, 두개의 기관사이에 불활성 가스를 넣은 것이다(그림18). 화소 셀에 있는 가스 방전공간은 전극이 서로 겹쳐진 사이 공간이다. 이 전극공간에 일정치 이상의 직류 전압을 걸면 방전되어 봉입된 가스의 특유색이 발광되게 된다. 즉, 네온사이에 사용되는 네온관을 평면상에 수만개 배열해 놓은 것으로 간주될 수 있다. 현재 A4크기의 적색 판넬이 퍼스날 컴퓨터의 모니터로 사용되고 있다. 이러한 PDP를 칼라화 하기 위해서는 방전관의 벽에 RGB 삼색의 형광체를 도포하여 방전에 의한 자외선으로 이것을 자극함으로써 가시광선화 시킨다. 통상의 브라운관에 있어서의 전자빔에 의한 자극과는 달리 자외선에 의해 형광체를 자극하기 때문에 형광체의 발광효율은 1/10이상 작게 된다. 현재 발광효율이 높은 형광체의 개발에 노력을 경주하고 있으나 브라운관에 필적하는 형광효율을 기대하기는 어렵다.

ELD는 절연막 사이에 electro luminescent의 발광체를 넣고 이것을 두장의 유리판에 넣은 것이다 (그림19). X·Y 전극사이에 일정치 이상의 교류전압을 걸어줌으로써 전극사이 부분이 발광하게 된다. 현재는 등색(證色)의 ELD만이 실용화 되어 있다. 대형 ELD 판넬로써 헬싱키 공항에 설치되어 있는 공항 안내판으로서, 이는 2cm정도의 소형 ELD 판넬을 모자이크 형태로 조합 배열한 것이다. ELD로써 풀칼라를 표시하기 위해서는 RGB 3색의 발광소자가 필요하지만 R, G의 발광효율은 브라운관에 비해 1/10 정도 낮고 B의 효율은 R, G의 1/10정도 밖에 되지 않기 때문에 전망이 좋지 않다.

한편 대표적인 수광형 디스플레이인 LCD는 수미크론의 간격으로 분리된 2장의 유리기관 사이에 액

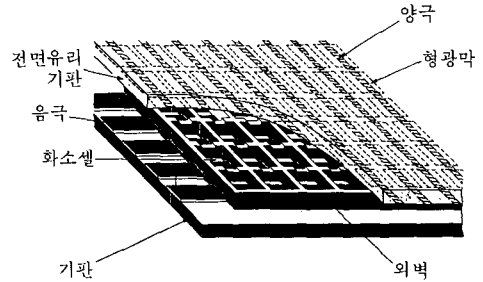


그림18. 풀칼라 프라스마 디스플레이의 구조

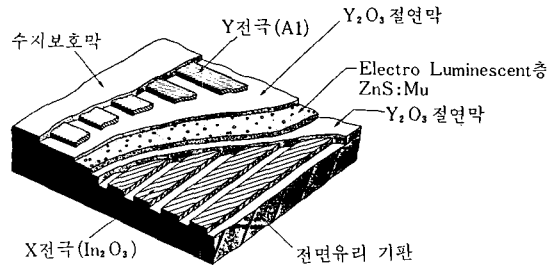


그림19. Electro luminescent device의 구조

체를 봉입시킨 것으로서, 액정분자는 적당한 방법으로 회전상(回轉狀)으로 배치되어 있다. 유리기관의 내측에는 여러개의 투명한 수평·수직 전극이 있다. 이 전극간에 가해지는 교류전압을 적절히 조절하여 상하 전극 사이에 있는 화소의 액정분자 배열방향을 변경함으로써 이 부분을 통과하는 광량을 조절시킬 수 있는 것이다. 전압을 거는 전극의 조합을 차례차례로 변경함으로써 투과광량이 공간변조되어 1 장의 화면을 표시하게 된다. 이러한 LCD는 앞에 기술한 PDP, ELD와는 달리 수년동안 풀칼라화가 진행되어 왔으며, 각 화소전극에 박막 트랜지스터(TFT) 스위치를 부착시켜 각 화소를 독립적으로 제어함으로써 화상의 콘트라스트비를 높일 수 있는 방법이 개발되었다(그림20). 그러나, 풀칼라화 하기 위해서는 각 화소에 대응해서 모자이크 형태의 칼라 필터를 적층하는 것이 필요하다. 필터를 붙이면 투과광량이 저해되기 때문에 배면에서 조명을 해야한다. 1988년, TFT 구동형 14인치 TV용 칼라 LCD 판넬이 샤프사에 의해 개발되었으며, 20인치 정도까지는 시작이 용이할 것으로 예상된다.

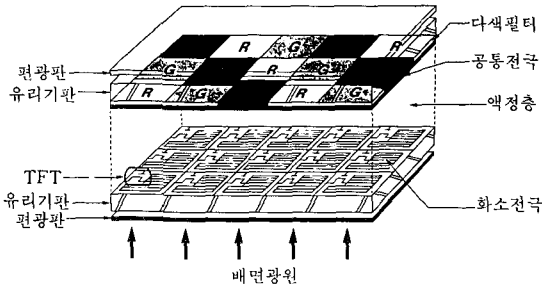


그림20. LCD 패널의 구조

앞에서 HDTV용 디스플레이로서 POP, ELD, LCD 를 살펴보았으나 궁극적인 디스플레이가 되기 위해서는 각기 선결해야 할 문제가 있다. PDP, ELD인 경우에는 구동회로의 가격을 낮추는 것이 최대 과제이다. 그리고 LCD에 비해 구동회로의 내압정도가 높기 때문에 (LCD:15~20V, PDP:150~200V, ELD:250~350V), 구동회로의 LSI화의 개발비가 LCD에 비해 수십배 이상 소요되며, 양산될 경우의 IC 단가도 LCD용 IC의 100배 정도될 것으로 예상된다.

TFT로 구동하는 LCD 패널의 경우에는 수율을 높이는 것이 최대과제이다. 40인치 HDTV용 LCD 패널을 만들기 위해서는 1장의 유리평면위에 약 600만개의 TFT를 탑재해야 한다. 이러한 기술개발에는 막대한 비용이 소요되지만, 폴리실리콘 박막기술을 이용함으로써 주변 구동회로가 패널내에 동시에 만들어진다는 장점이 있다. 이러한 TFT 구동 패널은, 2년에 2배이상의 스피드로 사이즈가 확대되고 있으며, 이 상태로 계속 발전해 나갈 경우 6년 정도 후면 40인치 정도의 패널이 개발될 것으로 예상된다. 물론 실용화까지는 그 후 5~6년 이상 소요될 것이다.

40인치 정도의 LCD 패널 생산을 위한 라인설비는 1,500억원~2,500억원 정도 소요될 것으로 예상되며 현재 30개 업체 이상이 개발경쟁에 참여하고 있으나, 성공률은 높지 않을 것이며 난립에 의한 업체도산도 있을 것으로 전망된다.

2) 프렛 패널 디스플레이

HDTV의 고해상도 화면을 가정에서 현장감 있게 감상하기 위해서는 디스플레이의 부피가 적어 일반 가정에 용이하게 설치할 수 있는 소위 '벽걸이 TV'의 개발이 불가결하며, 이의 실현여부가 HDTV의 보급에 큰 영향을 미칠 것이 틀림없다.

Ⅲ. 결 론

지금까지 HDTV 수상기에 대해서 크게 위성 방송용과 지상 방송용을 중심으로 살펴 보았다. HDTV 수신기에서 가장 중요한 부분은 화상처리 분야이며, 이를 어떻게 처리하느냐에 따라서 각 방식이 결정됨을 알 수 있다.

일본은 위성방송 방식을 채택하여 서브 샘플링 기법을 이용하였는데 장점으로는

- (1) 직류 성분에 고역 성분의 중첩이 없다.
- (2) 4MHz 이하 대역폭에는 프레임 간 중첩 성분이 없으므로 동화상 처리에 매우 유리한 점을 들 수 있다.

또 미국의 지상방송용으로 여러가지 제안이 있지만 MIT-CC와 Zenith에 대해서 살펴보았다.

첫째 Zenith 방식은 현행 NTSC와 주파수대역 호환성을 갖고 있으며, 특히 저주파 쪽을 디지털로 처리함으로써 전체 전송 출력이 기존의 NTSC 출력의 0.2%로도 충분하여 송신기에 대한 과비용을 줄일 수 있으며, 타부 채널을 이용함으로써 새로운 주파수 대역 할당이 필요 없다는 장점이 있다.

둘째 MIT 방식은 서브밴드 코딩 방식을 사용하여 현재 6MHz의 주파수 대역을 극대로 활용할 수 있는 장점과 화상을 모두 디지털로 처리함으로써 스크램블도 동시에 실행 가능하다. 전체 전송 스펙트럼이 균일하게 분포되어 있으며, 앞으로 디지털 통신에 매우 유리하다.

끝으로 HDTV 수상기에서 가장 최종 단계이면서 가장 먼저 개발되어야 할 분야가 디스플레이로 생각되는데 먼저 직시형으로 개발된 CRT는 대형화에 어려움도 문제지만 비용과 무게가 가장 큰 난제이며 궁극적으로 디스플레이는 평면형으로 무게와 크기에 구애받지 않는 형태가 될 것이다. 즉 TFT 구동에 의한 LCD나 플라즈마를 이용한 것도 유력한 후보로 예상된다. 하지만 과도기에는 대화면 프로젝션 TV도 병행하여 유행하리라 본다.

우리나라에서도 HDTV 개발 방향 결정에서 어느 방식이든 공통적으로 수렴되는 디스플레이 개발이 매우 시급하리라 예상된다.

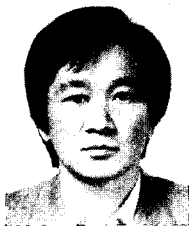
參 考 文 獻

[1] Yuichi Ninomiya, et. al., "An HDTV broadcasting system utilizing a bandwidth compression technique-MUSE," *IEEE Trans.*, vol. BC-33, no. 4, pp. 130-160, Dec. 1987.

- [2] William F. Schreiber and Andrew B. Lippman, "Reliable EDTV/HDTV Transmission in Low-Quality Analog Channels," SMPTE J., p. 500, July 1989.
- [3] "Spetrum Compatible HDTV System," Zenith Electronic Corp., Glenview, ILL, Sep. 1988.
- [4] W.F. Scheriber et. al., "Channel-Compatible 6MHz HDTV Distribution Systems," SMPTE J., p. 98, Jan 1989.
- [5] "특집 HDTV" 전자부품지, vol. 2, no 8, pp. 133-219, 1989년 8월호

筆 者 紹 介

---



金 泳 吉

1950年 6月 25日生

1974年 2月 한양대학교 전자공학과 졸업

1976年 2月 한국과학기술원 석사학위 취득

1988年 2月 한국과학기술원 박사학위 취득

1976月~현재 (주)금성사 중앙연구소 근무, 책임연구원