

일본 MUSE 방식의 발전 과정 및 전망

李 起 錫, 吳 大 一 *

三星綜合技術院 電子機器研究所,
現代電子産業(株) 產電研究所*

I. 서 론

1970년대 초부터 연구를 시작해온 일본의 HDTV는 1985년의 엑스포를 전후하여 공개전시한 후 1988년 서울 올림픽과 1992년 바르셀로나 올림픽을 녹화 및 중계 하였으며, 일본 국내 위성실험방송을 89년 6월부터 91년 11월까지 실시하였고 이를 바탕으로 91년 11월부터 1일 8시간의 본방송에 대비한 시험방송을 계속하여 오고 있다. 한편 일본의 가전업체는 방송 관련한 제품들의 상업화를 역할 분담하여 꾸준히 개발하여 온 바 MUSE decoder를 LSI화 하였으며, 92년에는 이를 더욱 소형화한 제 2세대 LSI를 개발 완료하였다. 또한 MUSE /NTSC converter, MUSE VDP, MUSE VTR등의 관련 제품들과 유선전송기기, 방송설비, 위성전송기기등의 개발을 완료하여 91년말 현재 상업화의 모든 준비를 갖춘 상태이다.

본고에서는 이러한 일본의 HDTV 방식인 MUSE (multiple subnyquist sampling encoding)방식의 개요 및 MUSE 디코더의 발전 과정, MUSE 관련 기기, MUSE 방식의 전망에 대해 알아 봄으로써 국내 HDTV 방식 결정 및 관련 기기들의 개발과 상업화 과정에 조금이나마 도움이 되고자 한다.

II. 방식의 동향

1. 국제 규격화 동향

1990년 5월 23일 독일연방공화국(구 서독)의 뒤셀도프에서 개최되었던 제 17회 CCIR(국제무선통신 자문위원회) 총회에서 처음으로 HDTV의 studio 규격에 대한

권고화가 표 1과 같은 내용을 포함하여 27항목에 대하여 이루어 졌으며 studio 권고 이외에 4가지의 HDTV 관련 권고가 성립되므로써 HDTV가 1972년 일본에 의하여 CCIR에 study program으로 접수된 이후 18년만에 제한적이거나 국제규격으로 성립되어 프로그램의 교환의 가능성을 가지도록 되었다.

표 1. CCIR의 HDTV studio 규격 권고의 주요 파라미터

항 목	규 격		
신호원의 종합 광전변환 특성	$V=1.099L^{0.48}-0.099(1 \geq L \geq 0.018)$ $=4.500L \quad (0.018 \geq L \geq 0)$ L: 피사체의 휘도 ($0 \leq L \leq 1$) V: 대응 전기신호 크기		
3원색 색도점(CIE 1931) (현재의 디스플레이 기술에 기준하여 정한 잠정적 원색)	원 색	좌 표	
		X	Y
	적	0.640	0.330
	청	0.300	0.600
	녹	0.150	0.060
등원색 신호 색도점 $E_R = E_G = E_B$ (기준백색)	D ₆₅		
	X	Y	
	0.3127	0.3290	
종횡비	16:9		
주사선당의 유효샘플수	1920		
샘플링 구조	직 교		
샘플의 주사순서	좌에서 우로, 위에서 아래로		
인터레이스 비율	목표는 순차주사(동등수준의 비월도 가함)		
휘도 신호의 생성식	$E'Y=0.2125E'R+0.7154E'G+0.0721E'B$		
색차 신호의 생성식	$E'PR=0.6349(E'R-E'Y)$		
	$E'PB=0.5389(E'B-E'Y)$		

이와같은 국제규격의 권고안은 실질적으로 일본방식의 HDTV의 연구결과가 많은 영향을 주게 되었으며 제한된 범위의 합의에 그친 것은 권고안이 방식에 미치는 파급효과를 감안하여 유럽과 미국이 일본방식의 국제표준화를 견제한데서 비롯되었다.

2. 일본내 규격화 동향

일본내에서의 규격화 작업은 CCIR에 의한 국제규격화와는 별도로 방송에 적용키 위한 규격화 연구를 진행하였다. 1984년 이래 우정성 산하의 전기통신기술심의회에서 CCIR의 동향에 맞추어 적합성을 가진 studio 규격을 정하고 전송규격은 NHK의 MUSE방식, 나고야 대학의 TAT방식, NTT의 TCM방식중, 1990년에 최종적으로 무선전송시는 위성에 의한 FM 변조의 MUSE방식으로 정하고 유선방송에는 FM 변조시는 위성방송방식과 같은 MUSE방식으로 할 것으로 정하였으나 VSB-AM방식에 대한 검토도 현재 진행중이다.

Ⅲ. 방송방식

Hivision의 방송규격은 크게 위성전송방식, data 채널방식, 유료방식의 세가지로 되어있다. NTSC방식과 관련한 각 방식의 상호관계는 그림 1과 같다.

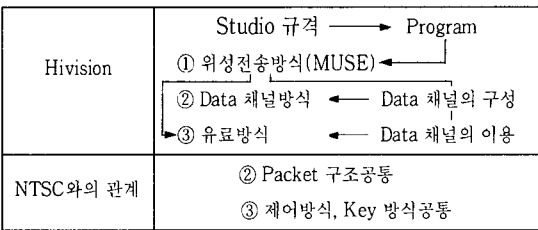


그림 1. Hivision 방송방식 규격의 구성

Data 채널 방식은 MUSE 신호의 음성/data 신호부의 data 구조를 규정하는 것이다. 유료방식은 Hivision scramble 방식을 시행할 때의 규정으로 key의 정보나 제어정보를 전송하는 수단으로 data 채널을 규정하고 있다. 이러한 규격상의 방식은 기존 NTSC 위성방송과의 양립을 고려하여 결정되었다.

1. 위성전송(MUSE) 방식

위성전송 방식은 MUSE라는 이름으로 더 잘 알려져 있으며 개요는 표 2와 같다.

MUSE 방식은 Hivision영상 1 channel과 1350 Kb/s의 digital data의 전송이 가능하며 기타 약 1라인분 정도의 여분을 가지는 HDTV의 전송규격이다.

표 2. MUSE 방식의 개요

항 목	내 용
방 식	움직임보상, 프레임간, 필드간, 라인간 Offset Sub-sampling
영상신호 형식	의사 정위도 방식, 정극 동기신호에 의하여 Hivision 1채널을 TCI(Time Compressed Integration)화 하여 전송
음성신호 형식 (독립Data포함)	Digital Baseband 다중, 총 1350kb/s
음성신호 부호화	준순시압신 DPCM A mode : 4 Channel, 32KHz, 100kb/s의 독립 Data B mode : 2 Channel, 48KHz, 100kb/s의 독립 Data
기 타	전송로 등화용 VTP Pulse 삽입 약 1 라인(480샘플) 정도의 여분 포함

1350kb/s의 digital data는 주로 음성을 전송키 위하여 사용되어지고 준순시 DPCM방식으로 압축부호화 되어진 음성을 4 channel(A mode) 혹은, 2 channel(B mode)로 전송가능하며 동시에 약 100kb/s의 독립 data를 같이 전송하는 것이 가능하다.

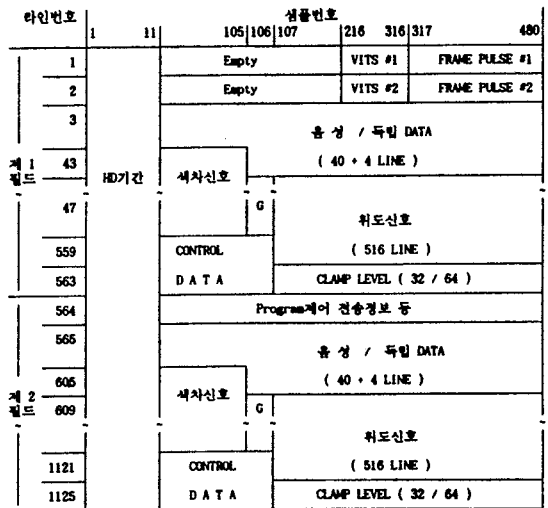


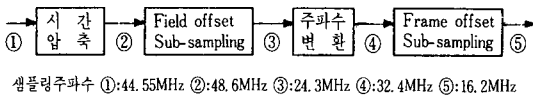
그림 2. MUSE 신호의 구성형태

이와같은 위성전송 방식은 그림 2와 같이 구성되어 각각의 신호를 할당하여 전송하고 있다.

그림 2와 같이 시간축상에서 다중화된 각각의 신호는 서로 매우 독립적이어서 간섭등의 부작용없이 쉽게 decoding을 하게 되어 결과적으로 수신기가 간단하며 경제적이게 될 것을 고려한다.

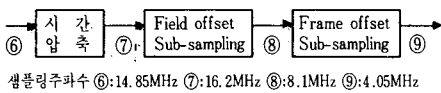
1) 영상 샘플링 방식

MUSE의 sub-sampling 방식은 동화, 정지화의 각 mode에 대하여 동일한 샘플링 패턴을 가지며 이러한 점은 HD-MAC에서 사용한 방법과는 다르게 화소마다의 움직임을 검출하여 처리를 하는 MUSE 방식에 있어서 별도의 mode 정보를 전송할 필요가 없으며 특히, encoder와 decoder간에 mode 정보의 오류에 의한 심각한 화질열화를 배제할 수 있는 이점이 있다. MUSE 방식은 1985년의 쓰꾸바에서의 EXPO '85이래 장기간의 실험을 반영하여 sub-sampling system을 그림 3과 같이 최종적으로 결정하였다. 여기서 입력부의 시간압축은 studio 규격의 샘플링 주파수 74.25MHz와 MUSE encoder의 입력 샘플링주파수 48.6MHz의 간단한 정수배 변환을 위한 11/12의 압축을 수행하고 있다. 색차신호의 최종 sub-sampling 신호는 1/4의 시간 압축을 가하여 휘도신호와 샘플링 속도를 같이하여 휘도신호의 블랭킹구간에 시간다중삽입을 하고 있다.



샘플링주파수 ①:44.55MHz ②:48.6MHz ③:24.3MHz ④:32.4MHz ⑤:16.2MHz

(a) 휘도신호의 sub-sampling방법



샘플링주파수 ⑥:14.85MHz ⑦:16.2MHz ⑧:8.1MHz ⑨:4.05MHz

(b) 색차신호의 sub-sampling방법

그림 3. MUSE의 sub-sampling 계통

2) 의사 정휘도 방식

NTSC등의 종래의 television 방식에서는 CRT의 비선형성의 보상을 camera측에서 gamma 보정이라 하는 방법으로 하여주고 있다. 따라서 색차신호의 대역폭이 좁은 경우는 고채도의 화상이 번짐이 발생하는 등의 휘도, 색간의 간섭에 의하여 문제가 발생하였다. 이러한 화상의 번짐은 색신호의 대역폭이 넓다면 별로 문제가 되지않으나 MUSE와 같이 색차신호를 대폭적으로 시

간압축한 경우는 전송도중 색차신호에 혼입하는 잡음은 수신측에서의 역매트릭스후 휘도신호에 큰영향을 미치게 되어 결과적으로 소요 전송 C/N비를 높이지 않으면 안되는 결과를 초래한다. 그러나 신호의 dynamic range의 관점에서 보면 송상측의 gamma 보정은 어려운 만큼 효과가 있으므로 Hivision의 studio 규격으로 채용하고 있다. MUSE에서는 매트릭스 신호처리부만을 선형처리화한 의사정휘도 방식을 사용하고 있다. MUSE의 의사정휘도 처리의 엔코더측의 구성은 그림 4와 같으며 전송신호는 선형으로 할 경우 dynamic range의 이용율이 나빠지므로 다시한번 전송 gamma를 취하여 전송시의 다이내믹 레인지 이용율을 좋게 한다.

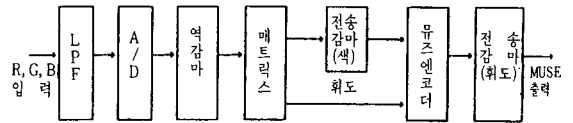
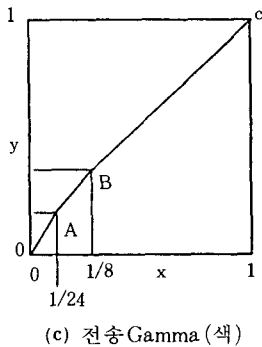
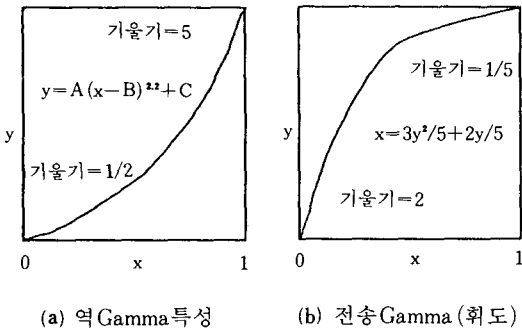


그림 4. 의사정휘도 방식의 encoding 계통

논리적으로는 전송 gamma기능의 삽입위치가 휘도신호의 전송 gamma를 가하는 위치로 되는 것이 타당하나 그림 4에서와 같이 색신호의 전송 gamma를 MUSE encoding 이전에 삽입한 것은 색신호의 전송 gamma특성은 거의 직선에 가깝게 되므로 처리에 소요되는 bit 수가 적은 위치인 MUSE encoding 이전에 색신호의 전송 gamma를 처리하여 주고 있다. 이는 decoder측에서도 마찬가지로 decoding후에 색신호의 전송 역 gamma 처리를 하여주고 있다. 역 gamma, 전송 gamma등의 비선형 커브는 구체적으로 규정이 되어있으며 역 gamma는 studio 규격인 camera gamma의 역특성으로 근사화하여 취하고 있으며 전송 gamma는 역 gamma의 역특성을 취하고 있다. 휘도의 전송 gamma와 역 gamma를 거의 역특성으로 취하는 것은 완전한 선형처리를 하지는 못하나 수신신호의 decoding 방법 중 완전한 MUSE decoding을 하지않고 간이하게 decoding하는 기기(MUSE/NTSC converter등)에 있어서의 계조특성의 선형성을 고려한 것이다. 실제의 비선형처리의 특성커브는 그림 5와 같다.

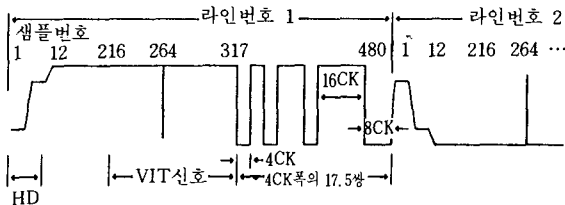
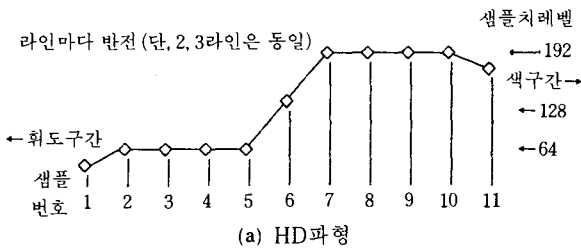
3) 동기신호 형식

샘플치 전송에 있어서 정확한 resample timing을 재생하기 위한 동기신호는 매우 중요하다. 그러나, 전송효율의 측면에서는 동기신호에 할당되는 시간율을 가능한



* (a), (b), (c)는 원점대칭의 특성중 1/4분면만 표시
 0-A : $y=5x/3$
 A-B : $y=-48x^2/11+67x/33+1/132$
 B-C : $y=31x/33+2/33$

그림 5. 의사정위도방식의 비선형처리 특성곡선



(b) 프레임펄스와 VIT신호 (라인1과 2는 상호반전 형태)

그림 6. 동기신호와 VIT신호의 형태

한 짧게할 필요가 있다. MUSE 방식의 동기신호는 상기의 조건을 고려하여 MUSE 신호중에 그림 2의 HD 구간과 라인번호 1, 2의 구간에 그림 6의 (a), (b)와 같은 형태로 삽입하고 있다.

HD는 라인마다 반전되고 있으나 라인번호 3에서는 리셋되어 라인번호 2와 라인번호 3의 형태는 동일하며 기타 라인에서는 반전되고 있다. VIT신호는 동기신호는 아니나 전송로 등화를 할 목적으로 삽입한 training 신호로 샘플치 전송에 따르는 샘플간 간섭의 억제를 위한 과평동화시 사용한다. 라인번호 1과 2의 12번째 샘플부터 215번째 샘플까지는 현재 사용하지 않고(규정하지 않음) 비어 있는 구간으로 향후의 사용가능성을 가지고 있으며 564번째 라인 및 전송 control 신호 또는 음성/독립 data 신호의 일부에도 미규정의 bit가 잔존하고 있는데 용도는 상기와 같다.

4) 음성/data 다중 방식

음성신호는 DPCM 방식의 일종인 NI-DPCM(near instantaneous DPCM)부호화 되어지고 에러의 분산을 위하여 word-interleave, bit-interleave되어 독립의 data channel 신호와 함께 1350kb/s의 serial data화 되어진 형태로 그림 2에 보이는 것처럼 영상의 수직블랭킹 구간에 시간다중하고 있다. 다중의 방식은 3치 NRZ baseband 다중으로 영상의 수직블랭킹에 삽입하기 위하여 12.15MBaud의 순시 rate로 압축한다. 이 12.15M Baud는 16.2Ms/s의 rate와 다르나 3치신호는 16.2Ms/s의 샘플치의 가운데에 묻혀 들어있는 형태로 되어 MUSE의 전송속도인 16.2Ms/s의 샘플로 전송할 수 있게 된다. 그림 7에는 2치-3치 변환의 대응형태와 3치 data의 지정레벨을 보이고 있다.

3Bit/2치	2샘플/3치
000	0 0
001	0 1
010	1 2
011	0 2
100	1 0
101	2 0
110	2 2
111	2 1

3치의 레벨		
	FM Mode	AM Mode
0	$64/3 \pm 1/3$	48
1	128	128
2	$716/3 \pm 1/3$	208

그림 7. 2치-3치변환 table과 3치레벨

한편 위에서 언급한 2종의 interleave와는 별도로 대단히 긴 burst 형태의 에러에 대하여 정정을 하기 위한 블록의 길이를 1350bit로 하는 25블록마다에 대하여 블록 interleave를 한 후에 2치-3치 변환을 하고 있다.

5) FM 변조 방식

비선형 emphasis를 이용한 FM변조를 채용하고 있으며 emphasis filter의 특성은 다음식에 보이는 deemphasis 특성의 역특성으로 규정하고 있다. Deemphasis 특성 $D(f)$ 는, f_s 를 16.2MHz로 할 때, $D(f) = 1/2 + 5\cos(2\pi f / f_s) / 16 + \cos(4\pi f / f_s) / 8 + \cos(6\pi f / f_s) / 16$ 으로 하고 있다.

압축을 위한 비선형 특성은 저주파대역의 다이내믹 레인지에 해당하는 ± 224 레벨까지는 직선으로 하고, 그 이상은 타원곡선으로 하는 특성을 가진다. 이러한 emphasis 방식에 의한 이득은 9.5dB가 된다. FM변조의 주파수편이는 10.2MHz로, 여기에 30Hz의 에너지 확산신호를 주파수편이 600KHz로 중첩하고 있다.

2. Data 채널 방식

위에서 언급한 바 있는 1350Kb/s의 bit serial data 중의 독립 data의 전송방식을 data 채널로서 규정하고 있다. Data 채널방식은 NTSC 위성방송방식과 공통성을 갖도록 충분히 고려하여 전체의 data가 동일한 packet 형태를 가지도록 하고 있다. 다중된 디지털 데이터의 양이나 다중방식은 NTSC와 다르나 각각의 packet의 레벨에 있어서는 완전히 일치하고 있다. 표 3에 data 채널방식의 주요한 항목을 정리하여 보이고 있으며 이중 mode로서 128Kb/s 단위로 12종을 규정하고 있는데 이것은 data 채널의 사용용량이 증가하는 경우 음성채널의 감소등의 방법을 규정하고 있다. Data 채널에 관한 규정은 data 채널의 물리적인 구조의 레벨만을 규정하고 이용형태등에 관한 규정은 전기통신기술 심의회에서 심의중에 있다. 서비스 식별이 32종으로 적은 감이 있으나 이는 큰범위의 식별로 세부식별은 data의 header등에서 규정하도록 할 예정이다.

표 3. Data channel 방식 주요제원

항 목	주 요 내 용
구 성	Packet 방식 Packet장 228 Bit (Inner Header장 16 Bit)
서비스 식별	32종
다중 방식	경사다중
Mode	합계 12 Mode (128~1184 Kb/s)

3. 유료 방식

Hivision의 유료방식도 NTSC의 유료방식과 공통성을 가지도록 고려하여 규정되었다. 유료방식의 구성요소는 크게는 영상, 음성을 shuffling 하는 등의 변형으로 별도의 처리없이 그 자체만으로는 의미를 갖지 않도록 하는 조작(scramble)과, scramble된 신호를 원래의 상태로 되돌리는데 필요한 key, 정보의 관리, 전달에 관한 조작으로 구분되어 있다. Key는 영상, 음성에 직접적으로 관계가 있기 때문에 Hivision과 NTSC를 동일하게 처리하는 것이 불가능하나, scramble 방식으로 LR(line rotation)이나 LP(line permutation)방식을 조합하여 사용케 되는 형태는 동일하다. 정보의 관리와 정보의 전달에 관한 조작방법은 scramble의 방법이 LR, LP의 조합으로 동일하며, data 채널의 packet 형태가 동일하기 때문에 완전히 같게 할 수 있으며 실제로도 같게 규격화 되어있다. 표 4에 유료방식의 주요한 규격내용을 보이고 있으며 제어정보, key 정보에 관하여는 그의 상세한 bit 할당까지도 결정되어 있다. 특히 key 관계의 정보전달에 사용되는 암호화 방식에 관하여는 규격화 하면 key 정보의 보안성에 문제가 되므로 규격화 하지는 않고 있다.

표 4. 유료방식

항 목	주 요 내 용
Scramble 방법	영 상 : Line-Rotation 방법 Line-Permutation 방법 음 성 : PN신호 부가방법
제어정보 / Key 정보	Data Channel 이용 Service 식별코드 10000

IV. MUSE 디코더

Hi-Vision의 방송 방식인 MUSE는 방송 위성 1 채널로 Hi-Vision 방송을 가능하게 하는 방식으로, MUSE 방송의 수신을 위해서는 전용의 수신기가 필요하다. 이러한 전용의 수신기를 MUSE 디코더라고 한다. 이 장에서는 MUSE 디코더의 입력으로부터 출력까지의 신호처리 과정과 MUSE 디코더의 LSI화에 대해서 기술한다.

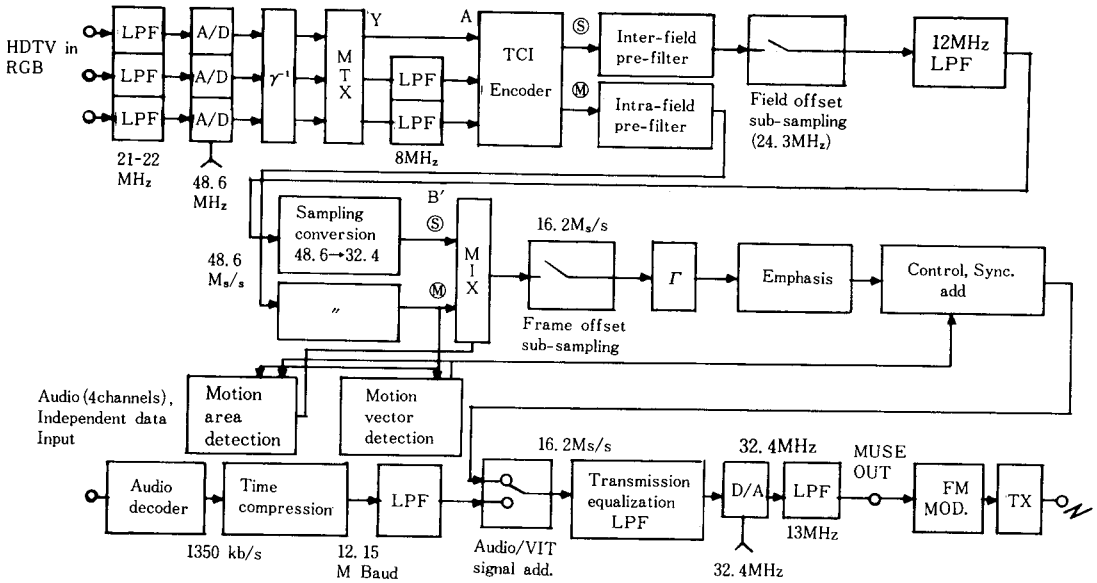


그림 8. MUSE 방식의 송신측 계통도

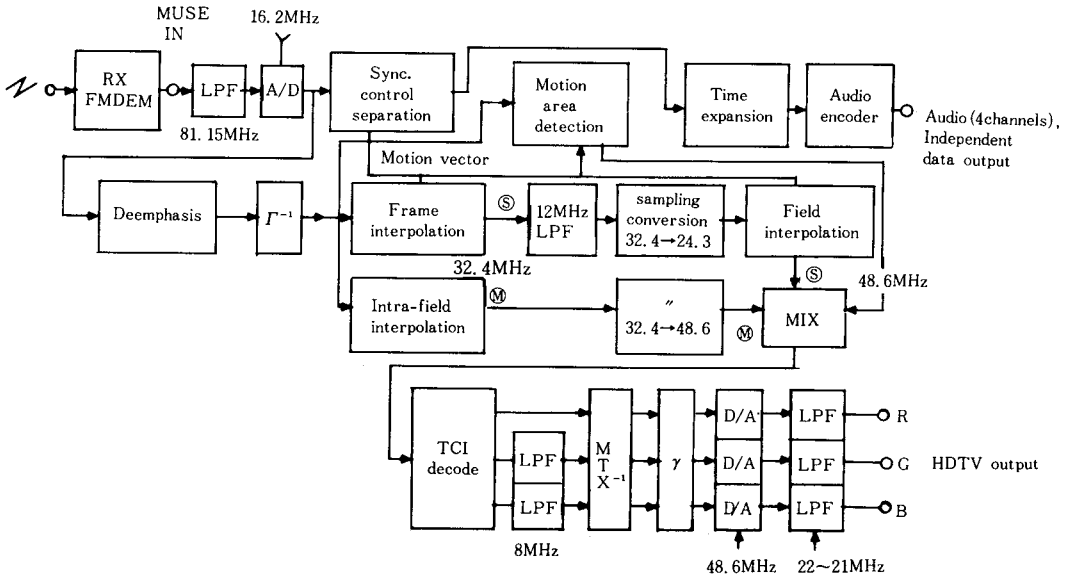


그림 9. MUSE 방식의 수신측 계통도

1. MUSE 디코더의 신호 처리⁽¹⁾

MUSE 방식의 송신측 및 수신측 계통도는 각각 그림 8과 9와 같으며, 수신측의 신호 처리는 다음과 같다.

디코더의 동작은 인코더의 반대로써 복조된 MUSE 신호는 A/D 변환된 후, 음성, 제어, 동기 신호로 분리된다. Subsampling된 신호의 보간(interpolation)은 인코더에서와 마찬가지로 정지계와 움직임계 각각에 대해서 개별적으로 실행한다.

움직임계는 인코더의 전치 필드에 대응하는 필터를 써서 필드내 보간을 행한다. 정지계는 프레임간, 필드간 보간을 하지만, 이것을 한꺼번에 하지 않고, 우선 프레임간 보간을 하여, 일단 32.4 Ms/s 신호를 얻어서 이것을 12 MHz LPF를 통과시켜 24.3 Ms/s으로 변환한 후에 필드간 보간을 행한다. 프레임간 보간, 필드간 보간과 함께 움직임 벡터 보정을 하고 있지만 이 움직임 벡터는 인코더에서 검출되어 필드당 32 비트의 제어 신호의 일부로서 전송된다. 이같은 일련의 신호는 화소 단위로 움직임량에 대응하여 비례 혼합된 후, TCI decoder, MTX⁻¹, Gamma(γ) 보정을 통하여 인코더 입력과 동일한 RGB 신호를 얻는다.

(1) 입력부

수신되어 FM 복조된 신호는 8.15 MHz의 차단 주파수 특성을 가지는 LPF를 통과한 후 A/D 변환된다. A/D 변환기의 표본화 주파수는 16.2 MHz 이며, 10비트의 정도(resolution)를 갖는다.

(2) 신호 분리 및 동기 재생

필드당 32 비트의 제어 신호, 음성 및 독립 데이터, 동기 신호등의 분리를 실행한다. 이러한 데이터 및 신호에는 emphasis가 걸려 있지 않기 때문에 de-emphasis 계통과는 독립적으로 처리한다. 동기 신호는 파형의 왜곡에 강하기 때문에 equalizer를 통과하지 않아도 동기 분리 및 re-sampling 위상의 재생이 가능하다.

(3) 음성 및 독립 데이터의 디코드

우선 표본화 주파수를 12.15 MHz로 변환한 후에, 3值 \rightarrow 2值 변환하고 시간 신장(time expansion)을 행하여 1350 kbit/s 의 직렬 데이터를 얻는다. 일련 데이터로 된 음성 및 독립 데이터 신호는 각각 분리·처리되어 최종적으로 아날로그 음성 신호와 패킷 디지털 데이터로 되어 출력된다.

(4) De-emphasis 및 Γ^{-1} 처리

인코더에서 부가한 emphasis와 전송 Gamma(Γ)에 대한 각각의 역처리를 행하여 다시 선형 신호로 복원한다.

(5) 정지화 보간(interpolation)

정지화 영역에 대한 보간은 소위 시간보간(temporal interpolation)으로 프레임간 보간과 필드간 보간의 2단계를 거쳐 완료된다. 프레임간 내삽은 2차원의 움직임 벡터 보정을 행하며, 움직임 벡터는 32비트의 제어 신호로 부터 분리하여 사용한다. 프레임간 보간 되어진 신호는 표본화 주파수가 32.4 MHz로 되지만, Y 신호에 있어서는 필드간 보간을 위해서 24.3 MHz로 변환해야 한다. 그러므로 이에 앞서 aliasing을 방지하기 위해서 12 MHz의 LPF를 통과 시킨다.

24.3 MHz로 주파수 변환된 신호는 필드간 보간되어 48.6 MHz의 신호로 되며, 정지화 영역에 대한 완전한 영상 신호로 된다. 또한 필드간 보간은 수평 방향으로만 움직임 벡터를 이용하여 보정한다.

C 신호에 있어서는 프레임간 보간을 종료한 상태에서 C 신호를 TCI 신호로부터 분리하여 시간 신장을 행한다. C 신호의 처리 계통은 시간 신장을 하여 8.1 Ms/s로 된 신호를 직접 필드간 보간하여 16.2 Ms/s의 신호를 얻는다. C 신호에 있어서는 움직임 벡터 보정을 하지 않는다.

(6) 동화 보간

움직임 영역에서는 공간보간(spatial interpolation)으로 필드내에서 보간을 행한다. 보간후에는 정지화 신호와의 혼합을 위하여 48.6 Ms/s로의 주파수 변환을 행한다. C 신호의 처리는 정지화 영역에서의 처리와 유사한 방식으로, TCI 신호로부터 분리한 후 시간 신장하여 8.1 Ms/s로 된 신호를 1차원 보간을 실행하여 16.2 Ms/s의 신호로 만든다.

(7) 움직임 영역 검출 및 mixer

㉔와 ㉕의 보간을 통하여 얻어진 신호는 움직임 정도에 따라서 인코더에서와 동일한 방법으로 혼합된다. 디코더에서의 움직임 영역 검출은 원리상으로는 인코더에서 방법과 동일하지만, 검출 대상이 되는 신호가 이미 sub-sampling 된 신호이므로 차이가 있을 수 있다.

(8) TCI(time-compressed integration) 디코드

수신측 계통도상에서 MIX 블록까지는 TCI 신호로부터 C 신호를 분리하여 시간 신장을 행하였으므로, 최종적으로 TCI 디코드를 완료하기 위해 C 신호의 TCI 디코드를 행한다. 디코드된 신호는 블랭킹등을 부가하여 완전한 Y/C 형의 Hi-Vision 신호로 복원한다.

(9) 역 매트릭스 및 gamma 처리

MUSE 방식은 의사정휘도방식(擬定輝度方式)을 이용하고 있으므로 RGB 신호에 대한 선형-비선형 처리를 할 필요가 있다. 그러므로 역 매트릭스를 이용하여 Y/C 신호를 RGB 신호로 변환한다. 역 매트릭스의 출

력인 RGB 신호는 선형 신호이므로 디스플레이에 적합한 γ 를 부가하여 최종의 Hi-Vision 신호로 출력한다.

2. MUSE Decoder의 LSI화

저가의 소형화된 HDTV 디코더의 개발은 HDTV의 성공에 필수 불가결하며, 이를 위해서는 신호 처리 전용의 VLSI의 개발이 선행되어야 한다. 1987년부터 MUSE 전용의 LSI개발을 시작하여 제 1 세대 MUSE LSI^{[2][3]}를 거쳐, 최근에는 단 여섯개의 칩으로 영상 및 음성 신호를 처리할 수 있으며^{[4],[5]} 13 종 15개의 칩 세트로 MUSE 디코더를 구성할 수 있는 제 2 세대 MUSE LSI^{[4][5][6][7]}가 개발됨으로써 저가의 MUSE 디코더 제작을 가능하게 하여 MUSE 디코더의 보급이 가속화 될 전망이다. 또한 향후 반도체의 제조 및 공정 기술의 발전과 더불어 집적화가 더욱 가속될 전망이다. 제 1 세대 MUSE LSI 부터 제 2 세대 MUSE LSI로의 발전 과정을 살펴봄으로써 국내 HDTV 디코더 제작의 방향을 정하는데 참고할 수 있을 것이다.

1) 제 1 세대 MUSE LSI

1987년부터 개발을 착수하여 약 2년에 걸쳐 개발을 완료하였으며, 기존의 범용 IC만으로 구성된 프로토타입 디코더의 구성을 기본으로 최소한의 회로 수정후에 디코더의 LSI화 기능 분할을 추진하였다. MUSE system은 개발 초기에서부터 LSI화를 고려하여 블록을 구성(특히 메모리를 중심으로 하여 구성)하여, 각 블록을 개발한 LSI로 대체하는 것을 용이하게 하였다.

먼저 시스템 전체를 큰 기능 블록으로 분할하고, 각 기능 블록을 다시 세부 블록으로 분할하여 NHK, NEC, TOSHIBA, MATSUSHITA, SHARP, SONY, HITACHI 등이 공동으로 각각을 전용 LSI로 개발하였다. 1.2 μ ~1.5 μ 디자인롤로 설계되었으며, 평균 집적도가 16,000 게이트인 CMOS LSI로서 제 1 세대 MUSE LSI 25종은 표 5와 같다. 제 1 세대 MUSE LSI를 이용한 MUSE 디코더의 블록도는 그림 10과 같으며, 범용 IC들로 구성된 프로토타입 디코더와 비교하여 크기와 소비전력이 약 1/30 정도로 축소되어 가정용으로의 보급이 가능하게 되었다.

2) 제 1.5 세대 MUSE LSI^[2]

MUSE 디코더의 가격 및 크기를 줄이기 위해 LSI 수를 감소시키기 위한 노력이 계속되었다. 칩 수의 감소를 위해 i) 단위 지연 소자 및 지연 가변 소자(field memory, FIFO등)의 on-chip화, ii) 회로의 개선에 따른 소자수의 감소, iii) 최신의 디자인 룰의 채용에 따른

표 5. 제 1 세대 MUSE LSI^[3]

품 명	세트당 사용수	패키지	동작주파수 (MHz)	기 능
대칭 필터	4	64p/SDIP	32.4	LPF
Nonlinear 처리	1	42p/SDIP	32.4	비선형 De-emphasis
움직임 검출 1	1	64p/SDIP	32.4	Edge 검출
움직임 검출 2	1	64p/SDIP	32.4	Frame차 검출
움직임 검출 3	1	64p/SDIP	32.4	Y/C 움직임량 검출
영상프로세스 Unit 1	2	64p/SDIP	32.4	Frame 보간, Noise Coar
영상프로세스 Unit 2	1	64p/SDIP	48.6	Y Mix(정지화, 동화)
영상프로세스 Unit 3	1	40p/SDIP	48.6	저역 지환
Chroma 처리 1	1	48p/SDIP	32.4	시간신장, 보간
Chroma 처리 2	1	42p/SDIP	32.4	선순차 디코더
비대칭 필터	3	48p/SDIP	48.6	표본화 주파수 변환
화상 메모리	5	64p/SDIP	32.4	필드지연, V 움직임 보정
Line Delay	3	24p/FLAT	32.4	1H 지연
소용량 FIFO	6	44p/QFT	32.4	微小 지연, H 움직임 보정
A/D Converter	1	28p/SDIP	16.2	10bits
D/A Converter	3	24p/SDIP	48.6	10bits
음성처리 1	1	84p/QFT	16.2	3値 → 2値 변환동
음성처리 2	1	84p/QFT	1.35	음성 디코더
데이터 검출	1	64p/QFT	16.2	제어 데이터 검출
Timing 발생	1	100p/QFT	32.4	제어 Timing 신호 발생
Y4/C8 메모리	1	40p/DIP	32.4	Y 4H /C 8H 지연
역 매트릭스	1	179p/PGA	48.6	Y/C → R/G/B
Gamma 보정	3	88p/PGA	48.6	Display Gamma 보정
Sample-Holder	1	32p/QFP	32.4	Sample-Holder /Clamp
파형 Equalizer	1	80p/QFP	32.4	Equalizer Filter
계	45			

고집적화등의 전략을 채용함으로써, 종래의 복수 칩에 분할되어 구현 되었던 블록이 단일 칩으로의 집적화가 가능하게 되어 2차원 필터, clock 분배 LSI, 색처리 LSI, RGB 복조 LSI, 음성처리 LSI 등이 개발되었다.

LSI의 고집적화 외에도 MUSE 디코더의 기능 확장을 목적으로 디지털 인터페이스 LSI, 12/11 시간신장 LSI가 개발 되어 MUSE 디코더의 전용 LSI 수를 45 개에서 35개로 감소 시켰으며, PCB의 면적도 약 70% 정도로 소형화를 가능하게 하였다.

(1) 2차원 필터

종래의 5 칩으로 분할되어 있던 2차원 필터 블록을 단일 칩으로 구현하였으며, 4 H line 메모리(프레임간

보간후의 휘도 신호를 1 H 단위로 4 H, 색신호를 2 H 단위로 8 H 지연시킨다.), 동화처리용의 2차원 필터 일부(필드내 보간용), 정지화 처리용의 필터 일부(12 MHz LPF), 정지화 색처리용 출력부(4 H 지연된 색처리용 신호의 출력) 등으로 구성되어 있다.

(2) Clock 분배 LSI

1 clock의 입력을 8 분배하는 블록이 3 계통으로 구성되어 있으며, 전체 출력의 지연량 조절이 가능하게 되어 있다.

(3) 색처리 LSI

종래의 3 칩으로 구성되어 있던 색처리 블록을 단일 칩으로 구현하였으며, 소비 전력은 종래의 1/3로 감소시켰다.

(4) RGB 복조 LSI

종래의 4 칩으로 구성되어 있던 RGB 복조 블록을 단일 칩으로 구현하였으며, 소비 전력은 종래의 1/4로 감소시켰다.

(5) 음성처리 LSI

종래의 2 칩으로 구성되어 있던 음성처리 블록을 단일 칩으로 구현하였다.

(6) 디지털 인터페이스 LSI

MUSE 디코더의 다기능화를 위해 주변 디지털 기기와의 접속을 위해 개발되었으며, 디지털 신호원의 교체, 제어신호의 발생, 디지털 신호에 따르는 화질 개선의 처리등을 행한다.

(7) 12/11 시간신장 LSI

TCI(time compressed integration)되어 시간 압축된 영상 신호를 시간 신장하는 기능을 하며, 규정된 종횡비(16:9)의 영상의 재현을 가능하게 한다.

3) 제 2, 세대 MUSE LSI

FUJITSU, HITACHI, 일본 TI, SONY 등의 4사는 13 종으로 구성된 MUSE 디코더용의 제 2 세대 칩 세트를 공동으로 개발하여 1992년 4월부터 출하를 하고 있다. FUJITSU사는 입력 처리, 영상 신호 처리, 움직임 검출, 시간축 신장, 출력 처리, 음성 처리등 6 종의 LSI를 개발했으며, HITACHI사는 음성 처리 LSI를 개발하였다. 일본 TI는 4 Mb의 메모리를 개발하였고 SONY사는 아날로그 신호 입력 처리, sample-holder, 10 비트 A/D 변환기, 10 비트 D/A 변환기, 파형 등 화기 등 5종의 LSI를 개발하였다⁶⁾.

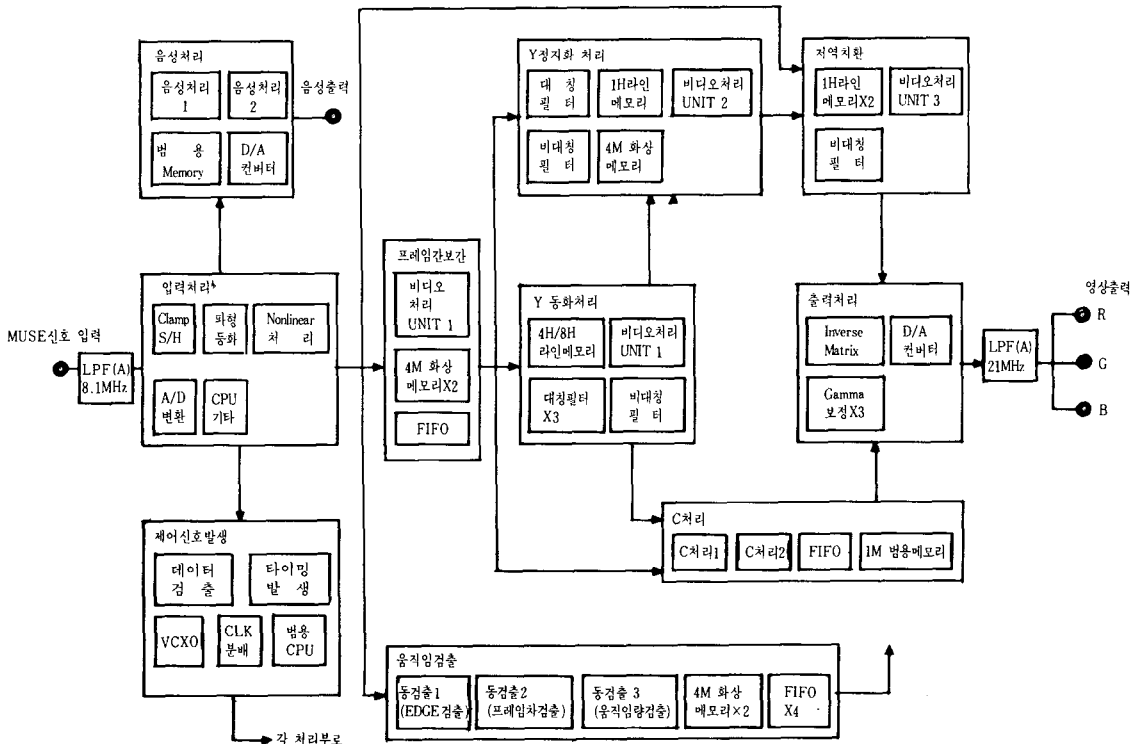


그림 10. 제 1 세대 MUSE LSI를 이용한 MUSE 디코더의 블록도

특히 FUJITSU사의 제 2 세대 LSI는 칩 수를 감소시키기 위해 peripheral을 on-chip화 하였으며, 현행의 NTSC TV 시스템 또는 컴퓨터등의 다른 응용 시스템과의 인터페이스가 가능하도록 설계 되었다⁴⁾⁵⁾. 제 2 세대 MUSE LSI를 이용하여 구성한 MUSE 디코더의 블록도는 그림 11과 같다. 각 LSI는 0.8 μ ~1.2 μ 디자인 룰로 설계 되었으며, 영상 및 음성 신호 처리의 주요 LSI의 기능은 다음과 같다.

(1) 입력 처리 LSI(pre-processor)

De-emphasis, frame pulse detect, Y transmission gamma correction, transmission control data decode, clamp & AGC control, PLL, intra-field interpolation, noise coaring등 전송과 관련된 모든 전처리 기능과 동화상 처리를 위한 필터 기능을 포함하며, 기본적인 MUSE 시스템을 구성하기 위한 모든 기본적인 timing 신호를 생성한다.

(2) 영상 신호 처리 LSI(video processor)

Y 신호:12 MHz LPF, 32→48 clock rate converter, mixer, 저역 치환

C 신호:1-4 time-axis expansion, mixer, C transmission gamma correction, line de-interleave의 기능을 포함한다.

(3) 움직임 검출 LSI(motion detector)

Motion detector, inter-frame interpolation, noise reduction, frame memory control의 기능을 포함한다.

(4) 시간축 신장 LSI(time expander)

11-12 time-axis expansion, 44. 55 MHz clock을 위한 PLL의 기능을 포함한다.

(5) 출력 처리 LSI(output processor)

기본적으로 RGB de-matrix의 기능을 포함하고 MUSE 및 NTSC 신호를 처리할 수 있도록 설계되었으며, 문자 display가 가능하도록 하는 GBR superimpose 회로와 컴퓨터 시스템과의 접속을 위한 인터페이스 회로가 포함되어 있다.

(6) 음성 처리(audio processor) LSI

16-12 MHz 주파수 변환 기능과 de-interleave의 기능을 포함한다.

V. MUSE 관련 기기

1. MUSE/ NTSC Converter

MUSE/NTSC converter는 HDTV 신호인 MUSE 신호를 NTSC 신호로 변환하는 장치이며 주요한 신호 처리 과정은 MUSE decoder와 같거나 유사하게 된다. 또한 신호변환의 방법에 따라 화질정도의 차이가 크게 되지만 NTSC 이상의 화질수준을 유지해야 하며 변환 알고리즘이 간단하여 H/W로서의 실현성이 높을 것이 우선적으로 전제 되어야 한다. 이러한 관점에서 MUSE decoder의 신호처리 과정중 H/W 규모가 크고 화질 정도에 영향이 적은 부분인 temporal filter(정지화 처

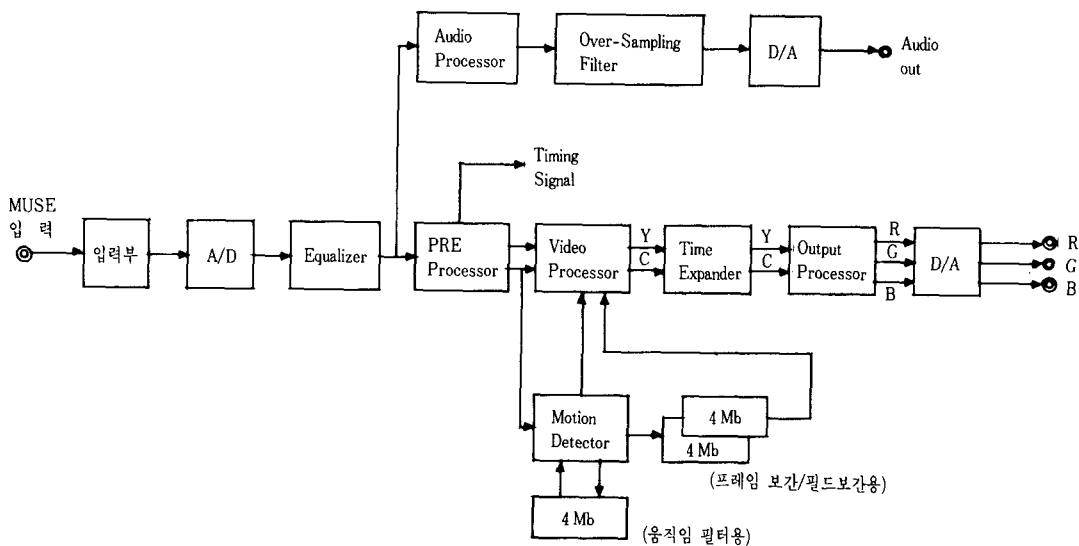


그림 11. 제 2 세대 MUSE 디코더의 블록도

리, 경계처리) 및 이에 따른 동검출 처리부를 삭제하면 그림 12와 같이 구성할 수 있다.

여기서 점선외부는 생략 가능한 부분과 소요되는 화상 메모리의 양을 나타낸다. 이렇게 간략화한 MUSE decoder의 기능에 착안하고 여기에 적절한 변형과 NTSC 화상으로의 변환기능을 추가하면 MUSE/NTSC converter의 기능블록은 그림 13과 같이 구성할 수 있다.

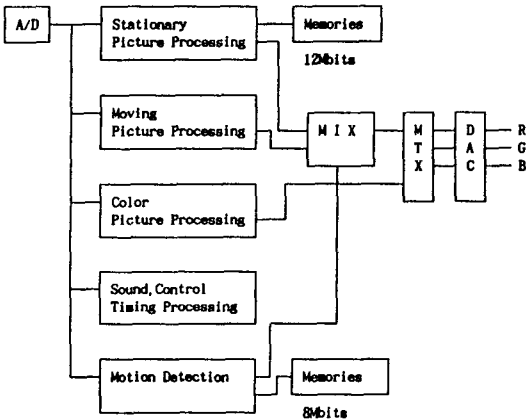


그림 12. 간략화 뮤즈 디코더 기능블록도

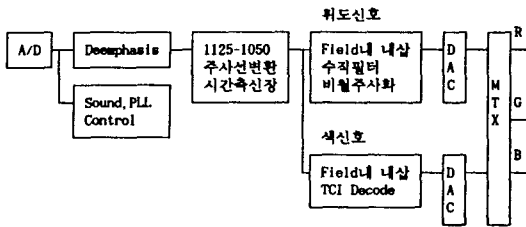


그림 13. MUSE/NTSC 변환기능 블록도

이와 같이 구성하여 field내 내삽을 수행하면 정지화상에 있어 field, frame간 sub-sample에 의하여 60Hz, 30Hz의 aliasing에 의한 flicker가 눈에 띄게되며 이를 제거하기 위해서는 시간주파수 30Hz의 필터가 필요하게 되며 소요 H/W는 매우 커지게 된다. 그러나 MUSE신호의 스펙트럼은 0-4MHz에 있어서 sub-sample에 의한 aliasing이 없도록 되어있어 비교적 에너지가 큰 저역성분은 플러커가 없게 되며 고역에 의한 플러커의 정도는 낮아 허용할 정도가 될 것으로 예측된다. 한편, 1125본, 화면중횡비 16:9의 HDTV 신호에

	HDTV	→	NTSC	진원	H/W
①	1050본 4:3	→	525본 4:3	우수	우수
②	1125본 4:3	→	525본 4:3	양호	불량
③	1125본 16:9	→	393본 16:9	우수	양호
④	1125본 16:9	→	525본 4:3	불량	불량

그림 14. HDTV 화상의 NTSC 변환 방식도

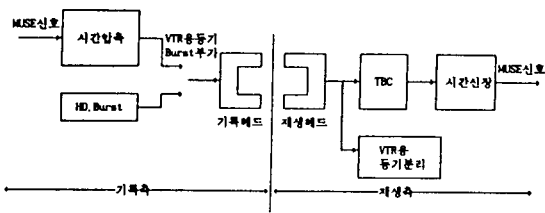
의하여 525본, 4:3의 NTSC 방식인 수상기에 수상하는 방법은 그림 12와 같이 생각할 수 있으며 이중 진원율, 정보의 소실율, H/W의 간편성을 고려할 때 ①과 ③의 방식이 가장 적당하다고 생각된다.

①의 방식은 1125본의 HDTV 신호중 1050본 분에 의하여 화면 중, 횡비 4:3의 화상을 추출하고 이중 525본을 뽑아내는 변환방식(이하 "zoom-up" mode라 함)이며 ③ 방식은 1125본, 16:9의 HDTV 신호중 화상의 가로변을 4:3의 화상에 맞추는 방식으로 주사선수는 $1125 \times 7/15 \times 3/4 = 393.75$ 가 되나 이렇게 하면 1125본의 HDTV 신호로부터 매 20분마다 7분씩을 추출하게 되어 H/W 규모가 매우 복잡하게 된다. 이런 면에서 7/20을 1/3로 근사화하여 HDTV 1125본으로부터 3라인마다 1라인씩 추출하여 NTSC의 신호로 변환하는 방식("wide" mode라 함)이다. 또한 zoom mode와 wide mode를 혼합한 형태로 1125라인중 525라인을 추출하고 화상의 중횡비는 16:9로하여 16:9의 중횡비를 가지며 525라인을 주사하는 횡장 방식의 TV에 알맞은 신호변환 방식("full mode"라 함)도 고려할 수 있게 된다.

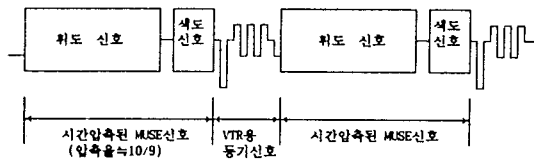
2. MUSE-VCR

VCR에 MUSE 신호를 기록하는 방식을 채용하여 대역압축된 신호를 기록함으로써 기록밀도를 높이는 방식

으로 하고 있다. 기본적인 방법은 그림 15와 같이 MUSE 동기신호와와는 별도로 burst를 가진 VCR용의 동기신호를 부가하여 기록하고, 이 신호를 재생하여 TBC를 가하는 것으로 하고 있다. 그러나 이 방법은 VCR용 동기신호의 부가를 위하여 MUSE 신호를 시간 압축할 필요가 있고 system이 복잡하게 될 뿐아니라 소요기록 대역폭이 넓어 야 되는 결점이 있게 된다. 이러한 이유 때문에 MUSE의 동기신호 자체에 의하여 TBC를 동작시키는 방법을 고려하여 기록밀도의 향상과 회로의 간편성을 가지도록 하는 방법을 취하고 있다.



(a) 신호처리 계통



(b) 기록 신호파형

그림 15. MUSE VTR의 신호처리 계통 예 (burst 부가형)

3. MUSE-VDP

MUSE-VDP는 laser disc로 개발이 진행되어 왔으며 적외선 laser를 이용한 것으로 한쪽면에 30분 정도의 재생시간을 가지는 단파장 laser방식으로 하고 있다. MUSE video disc는 BS전송계와 유사한 형태로 신호를 처리하여 기록하고 있으며 emphasis등도 MUSE 신호의 FM 전송시의 비선형 emphasis를 똑같이 사용하고 있다. 재생시의 회절제어는 pilot 신호(135fh/2)를 그림 14에서와 같이 다중하여 이 신호로 TBC를 동작시키는 방법이 주류로 되어있으나 경우에 따라 pilot 신호를 다중시키지 않고 기록한 경우에 대하여는 MUSE 신호의 동기를 이용하여 TBC를 동작시키는 방법도 고려되고 있다. 음성신호는 위성전송의 경우와 같이 수직

blanking 다중을 사용하고 경우에 따라서는 독립 data 부를 회생시키고 예리정정 능력을 향상시킨 강화 mode를 사용하기도 한다. 또한 그림 16에 보이는 다중된 pilot 신호의 저역부에 CD에서와 같이 EFM 형태로 음성을 변조하여 다중하므로써 최대 6채널의 음성을 기록할 수도 있게 되어있다.

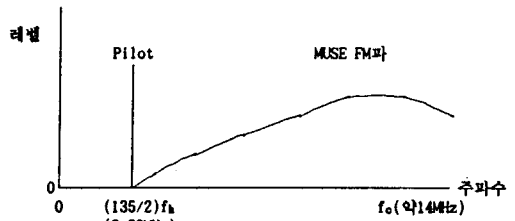


그림 16. MUSE video disc의 주파수 할당예

VI. MUSE 방식 HDTV의 산업이용

HDTV는 영상과 음성신호의 충실성과 신호의 기록이나, 저장등의 신호처리가 간편하여 산업계 전반에 폭넓게 이용 가능하다. 따라서 HDTV의 주목적인 방송 이외에도 영화산업, 의료산업, 인쇄산업, 교육, 미술, FA, OA등 거의 모든 산업에 경제적으로 이용가능하게 되며 일본의 경우 많은 분야의 산업계에 적용하여 좋은 결과를 얻고 있다. 그림 17은 방송 관련한 일본의 응용계획을 도식화 한것이다.

	'85-'88	'89	'90	'91	'92	'93-
放送分野	위성방송 87.7	EDTV1세대 88.8		EDTV2세대	EDTV2세대	
	BS-2a		BS-2b	BS-3a	BS-3b	BS-4a
	쓰쿠바과학 박람회 서울올림픽		꽃박람회		비트셀도나 올림픽	
産業分野	각종기기, SOFT계략					
	EDTV1세대		EDTV2세대		EDTV2세대	
	위성방송		EDTV1세대		EDTV2세대	
	87.7		88.8		88.8	
	위성방송		EDTV1세대		EDTV2세대	
	87.7		88.8		88.8	
	위성방송		EDTV1세대		EDTV2세대	
	87.7		88.8		88.8	
	위성방송		EDTV1세대		EDTV2세대	
	87.7		88.8		88.8	

그림 17. HDTV의 실용화 동향

그림 18은 방송매체로서의 HDTV의 수신시스템을 구성한 것으로 현행 방송인 NTSC 관련한 제품들과의 연계성을 감안한 시스템 구성을 보여주고 있다.

그림 19는 산업 및 가정 관련한 HDTV 제품들을 분야별, 용도별로 구분한 것으로 산업계 각 분야에서의 이용형태, 이용방법을 예시하여 주고 있다.

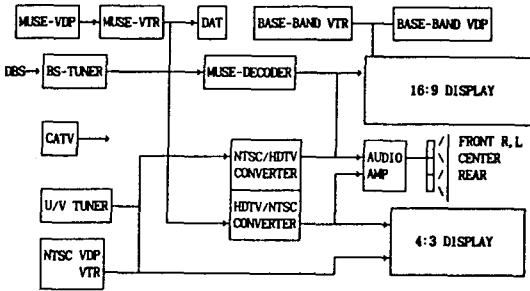


그림 18. HDTV 수신 system 구성

	産業用	家庭用
入 力	Camera Image-Scanner	↔
記 録	Studio VTR 정지화File장치	Cassette VTR(Base-Band, Muse) Video Disc(Base-Band, Muse)
傳 送	평전송장치(아나로그, 디지털) 무선중계 시스템 위성통신 시스템	CATV System BS수신 시스템 CS수신시스템
出 力		Display(직시형, 투사형) Audio System Video Printer
處理/加工	Muse-Encoder 525/1125방식변환기 1125/525방식변환기 DVE Switcher Telecine	Muse-Decoder NTSC-HDTV Converter HDTV/NTSC Converter

그림 19. HDTV system 관련기기

Ⅶ. MUSE 방식의 전망

세계에서 가장 먼저 방식을 결정하고 1991년 11월부터 하루 8 시간씩 시험 방송을 실시하고 있는 일본의

MUSE 방식의 전망은 어떠한가? 제 2 세대 LSI의 개발로 소형화되고 보다 저렴한 100 만엔대의 MUSE 디코더가 출하될 예정이지만, 그 전망은 그다지 밝지 않은 형편이다.

HDTV를 최초로 개발한 일본 NHK의 MUSE 방식으로서의 HDTV 규격 통일은 방식 자체의 성능상의 문제를 넘어서, 정치적·경제적 이유로 무산되어 유럽에서는 위성 방송용으로 개발한 MAC(multiple analogue component) 방식을 기초로 HD-MAC 방식을 채용했으며, 미국은 93년 방식 결정을 앞두고 전디지틀 방식으로 굳혀 가고 있다. 이러한 상황에서 일본의 TOSHIBA사가 미국의 GI(General Instrument)사와 미국의 HD-TV 공동 개발에 합의한 것을 계기로 MUSE의 장래성에 의문을 던지는 견해가 나오기 시작했다. 양 사의 공동 개발로 인해 기술적으로 앞서가는 전디지틀 방식의 HDTV의 등장 시기가 빨라질 가능성이 높아졌기 때문이다.

장래 HDTV의 용도는 가정용 뿐만 아니라 전자 출판이나 화상회의에서 의학적 시스템과 슈퍼 컴퓨터 그래픽에 이르기까지 다양하며, 컴퓨터와의 접속 또한 간과할 수 없다. 그러므로 HDTV의 방식이 전디지틀화 된다면, 장래 TV가 가정에서 멀티미디어의 중심 단말로서 사용될 수 있을 것이다. NHK도 이미 장기 테마로 디지털화된 문자·데이터·영상을 한꺼번에 보내는 IS-DB를 연구하고 있으며, TOSHIBA 이외의 일본 전자회사들도 전디지틀화의 흐름에 맞추어 기술 개발을 하고 있는 실정이다. 그러므로 HDTV의 전디지틀화는 정보산업을 포함하여 시대의 흐름이라 할 수 있으므로, 일본의 MUSE 방식은 일본 독자의 방식으로만 만족할 수 밖에 없을 것이며, 궁극에는 일본의 HDTV 방식조차 전디지틀 방식으로 옮겨 갈 것이라는 가능성을 전혀 배제할 수는 없을 것이다.

Ⅷ. 결 론

이상과 같이 본고에서는 일본의 HDTV MUSE 방식과 MUSE 디코더 및 디코더 관련 기기 전반에 걸쳐 살펴 보았다. 아직 미국의 HDTV 방식조차 결정되지 않았고, HDTV의 시장이 성립되지 않은 시점에서 세계 최초로 HDTV 방식을 결정하고 이미 시험 방송을 실시 중인 MUSE 방식의 상세와 MUSE 디코더의 구성과 LSI 발전 과정 및 관련 기기들을 심도있게 분석해 봄으

로써, 국내 HDTV 방식의 결정과 관련 기기들의 개발에 참고할 수 있을 것이다.

参 考 文 献

[1] 二官佑一, MUSE-Hi-Vision 전송방식, 전자정보통신학회, 1990.

[2] H. Kokubun et al., "VLSIs for MUSE Docoder," NHK 技研 R&D, no. 15, pp. 16-25, 1991년 9월.

[3] K. Kobayashi et al., "Application of Video Signal Processing LSIs to HDTV Receivers," Television 학회지, vol. 43, no. 12, pp. 1349-1354. 1989.

[4] K. Kohiyama et al, "Development & Architecture of Second Generation 6 Chip MUSE (HDTV) Decoder," in Digest of Technical Papers IEEE 1992 ICCE, pp. 362-363. June 1992,

[5] Y. Ootobe et al., "Digital Video Processor LSIs for Second Generation 6 Chip MUSE(HDTV) Decoder," in Digest of Technical Papers IEEE 1992 ICCE, pp. 364-365, June 1992.

[6] "13-Chip MUSE Decoder Chip Set," Nikkei Electronics, No. 546, p.222, Feb. 3, 1992.

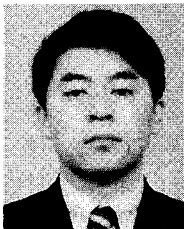
[7] S. Miyoshi, "Second Generation of Development in Hi-Vision Broadcast Receiver LSIs," Nikkei Electronics, No. 534, pp.149-154. Aug. 19, 1991. (1)

筆 者 紹 介



李 起 錫
 1960年 6月 9日生
 1982年 2月 한양대학교 전자공학과 졸업
 1984年 2月 홍익대학교 대학원 전자공학과 졸업

1987年 4月~현재 삼성종합기술원 전자기기연구소 연구2실 선임연구원



吳 大 一
 1959年 7月 19日生
 1982年 2月 서강대학교 전자공학과 졸업
 1991年 8月 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업

1984年 12月~현재 현대전자산업(주) 산전연구소 연구4실 선임연구원