



LSI의 현상과 전망

1. 머리말

최근 들어 디지털 일렉트로닉스의 기술이 혁신되면서 리얼타임 화상처리기술, 고성능 정보처리기술, 세계적 규모의 네트워크 통신기술이 통합되어 여러 가지의 서비스와 정보를 이용할 수 있는 본격적인 멀티미디어 시대가 열렸고 사회/생활양식에도 변화를 가져오고 있다.

이 멀티미디어시대를 실현하는 고성능전자기기는 반도체기술, 소프트웨어기술과 인간의 한없는 욕망(=시스템사양 요구)이 잘 매칭되어 발전되어 왔다. 앞으로도 인간의 욕망을 만족시키는 기술을 개발하여 적정한 가격으로 적시에 제품화함으로써, 새로운 멀티미디어시대에 최적한 전자기기에 적응하는 LSI를 공급해 갈 수 있을 것으로 확신하고 있으며 그 대표적인 예가 시스템 LSI(Large Scale Integration)라고 생각하고 있다.

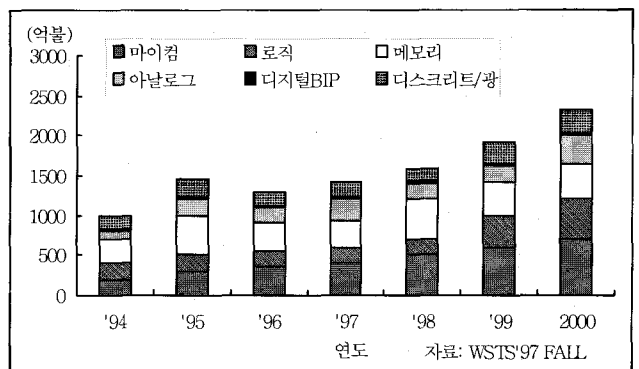
본고에서는 미쓰비시 電機가 타업체보다 한발 앞서 내놓은 eRAM(embedded RAM)을 중심으로 시스템 LSI에 대한 추진현황을 소개한다.

2. 半導體시장의 현황과 동향

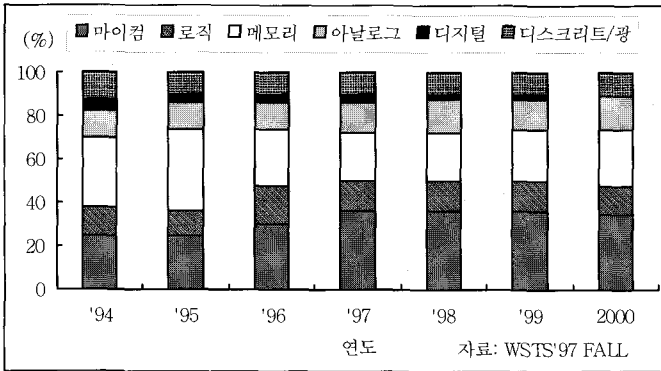
먼저 각국의 주요 반도체메이커들이 가입되어 있는 세계적 통계기관인 WSTS(World Semiconductor

Trade Statistics)가 내다본 반도체시장 예측을 실적과 함께 그림 1에 나타내었다. 반도체시장은 1996년에 들어서 메모리 수급이 급속히 완만해지면서 가격의 급락을 가져와, 市況이 급속하게 악화되어 마이너스성장으로 떨어졌다가 '97년 이후 회복세를 보이기 시작해 '96~2000년의 연평균 성장률은 15.2%를 예상하고 있다.

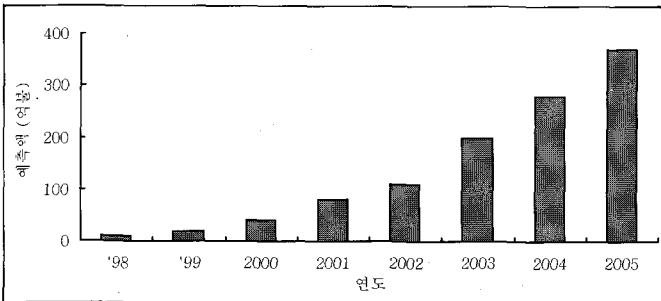
반도체제품은 통상적으로 구조·기능면에서 6가지 종류로 분류된다. 그림 2에 표시하는 것과 같이 MOS LSI인 메모리, 마이컴, 로직(ASIC)이 점하는 비율은 2000년까지는 서서히 증가할 것으로 생각되며 앞으로 이들 기능을 복합한 시스템 LSI가 증가할 것으로 전망하고 있다. 2000년에 이르면 반도체시장 중 시스템 LSI의 비율이 50%를 상회할 것이라는 업계의 예측도 있다. 그림 3에 미쓰비시 電機가 전망한 eRAM의 시장



〈그림 1〉 세계의 반도체시장의 신장(실적·예측)



〈그림 2〉 제품별 세계의 반도체시장(실적·예측)



〈그림 3〉 eRAM의 시장예측

예측을 나타내었는데 이에 따르면 eRAM의 시장규모는 2000년에 40억불, 2005년에는 360억불에 달할 것으로 보인다.

다음에 각 시장별로 본 동향과 특색에 대하여 기술한다. 이들 시장에서는 로직 LSI, RISC(Reduced Instruction Set Computer) 프로세서, 미디어프로세서, 메모리 등의 대량 사용으로 시스템 그 자체가 반도체로 실현가능해지고 있다. 반도체시장은 코스트다운과 동시에 제품화속도의 단축 및 고기능화·고성능화·저소비전력화에 대한 요구가 강한 시장이기도 하여, 업계에서는 이들 과제의 해결을 위하여 시스템 전체에 대한 반도체 문제의 해결, 나아가서는 이것들을 하나의 칩 위에 집적한 시스템 LSI가 요구되는 경향이 점점 더 강해지고 있다.

2.1 컴퓨터

메인프레임과 오피스컴퓨터와 같이 폐쇄된 시스템시

장이 서서히 살아나는 가운데 문을 연 퍼스컴이나 퍼스컴서버, UNIX서버가 크게 신장되고 있다. 특히 퍼스컴은 2001년에도 연평균 10%가 넘는 성장률을 보일 것으로 보이며, '99년에 퍼스컴의 출하대수는 1억대가 넘을 것으로 예상된다. 퍼스컴시장을 더욱 확대시키기 위하여 일반가정에서 퍼스컴 보급과 워크스테이션의 전개, 멀티프로세서 시스템에의 전개 등이 활발하게 진행되고 있다.

서버, 워크스테이션, 퍼스컴 등의 하이엔드 마이크로프로세서응용 제품은 프로세서와 주기억용 DRAM간의 동작속도가 맞지 않아 일어나는 시스템 성능의 한계를 해결하기 위해서 Synchronous DRAM이 보급되기 시작하였다. 또한 더욱 향상된 시스템성능을 위해 2000년경의 보급을 목표로, 보다 고속화된 DRAM의 연구개발이 활발하게 진행되고 있다.

한편 퍼스컴에 3차원 그래픽스를 도입하려는 움직임도 활발하다. 퍼스컴의 3차원 그래픽스는 초보 단계에서부터 워크스테이션을 초과하는 고성능 제품까지 선택의 폭이 넓어 업체간 성능경쟁이 치열하다.

미쓰비시는 eRAM기술의 성과인 3D-RAM을 중핵으로 하여 워크스테이션에 필적하는 퍼스컴용 고성능 3차원그래픽스 칩 세트로 퍼스컴시장에 착실한 기반을 구축해 가고 있다.

2.2 통신

(1) 유선통신

Network系에서는 Ethernet, ATM(Asynchronous Transfer Mode)-LAN부분에서 비교적 시장확대를 기대하고 있다. 미쓰비시半導體에서는 이미 ATM-LAN용 칩 세트를 개발하였다. Access系에서는 Modem제품의 시장이 크나, 인터넷의 보급으로 기존의 전화선을 사용해 고속 전송을 할 수 있는 xDSL(x Digital Subscriber Line)기술이 각광을 받고 있다. 또 日本電

信電話(株)(NTT)의 방침과 얽혀 있어 보급이 불투명하나, 미국에서는 큰 시장이 형성될 것으로 예측되어 xDSL LSI 칩세트 개발을 검토중에 있다.

(2) 無線통신

디지털 코드리스전화에서는 DECT(Digital European Cordless Telecommunications)와 PHS(Personal Handyphone System)가 아시아 진출을 겨냥하고 있으며 시스템도 유사하여 경합하고 있다. PHS는 미쓰비시의 칩 세트에 대해서 이미 실적을 나타내고 있고 DECT에 대해서도 베이스밴드 IC의 개발실적을 보이고 있다.

휴대전화는 일본 내에서는 PDC(Personal Digital Cellular)가 보급되어 있으나 세계적으로는 GSM(Global System for Mobile Communications)이 압도적으로 많이 보급되어 있다.

앞으로는 데이터통신의 보급으로 보다 고속화가 이루어질 것으로 생각된다. IMT-2000의 후보로는 W-CDMA방식이 유력하여 미국의 IS-95 베이스와 NTT 베이스가 있다. 유럽의 몇 개 기업은 후자를 지지하고 있지만 어느 쪽이 선택될 것인지, 아니면 복합된 규격을 채택할 것인지가 앞으로의 무선시장의 포인트이다. 미쓰비시半導體에서도 구체적인 대처방안을 수립하였다.

2.3 AV 機器

AV(Audiovisual)분야는 앞으로 멀티미디어 관련기기의 디지털화·네트워크화가 더욱 더 진전됨에 따라서 반도체 수요도 크게 신장될 것으로 예상된다. AV분야의 전세계 반도체 수요는 '96년부터 2000년까지 연평균 16~20%의 성장률이 예상된다. 성장이 기대되는 대표적인 분야는 디지털 방송수신기기이다. 이미 세계적 규모로 디지털위성방송의 상용서비스가 개시되어 다채널 서비스가 가능하게 된 외에도 쌍방향 서비스 퍼스컴을 위한 데이터서비스가 가능하다. 앞으로 地上波, 케이블에 의한 디지털방송도 본격화될 것이며 TV와 퍼스컴의 융합제품 등 정보통신 분야의 전시장도 크게 신

장될 것으로 기대된다. 또 DVD(Digital Video Disc) 플레이어, 디지털카메라, 디지털 비디오카메라 등 TV나 퍼스컴과 접속하여 사용하는 기기도 함께 성장하여 2000년이 되면 세계수요가 각각 1,500, 600, 600만 대까지 성장될 것으로 데이터퀘스트사는 예측하고 있다. 미쓰비시電機에서는 이들 시스템에 대응하는 칩 세트의 개발을 추진하고 있다.

2.4 자동차

21세기를 맞이하면서 자동차 업계는 안전성과 클린(Clean)度 향상을 위해 전자제어가 더욱 늘어나면서 큰 반도체시장을 형성하고 있다. 한편에서는 저가격화의 요구가 강하여 최신기술의 반도체 개발에 힘쓰고 있다. 자동차엔진은 연비 향상과 클린화가 필수적이며 32비트화가 진전되고 있다. 이 중 기기취입용 32비트 RISC마이컴으로 개발한 대용량 플래시메모리를 내장한 M32R/E 시리즈는 정밀한 엔진 제어와 高精度의 연산이 필요한 希薄燃燒엔진을 종합제어하는데 가장 적합하다. 또 안전성 향상을 위한 에어백과 ABS(Anti-skid Brake System)를 위해서는 고효율 C연어 대응, 저소비전력·저전압 동작으로 저노이즈인 16비트 마이컴 M16C가 널리 사용되고 있다.

또한 교통의 안전·원활·쾌적성 향상을 지향하는 ITS(고도 도로교통시스템)의 개발과 실용화가 진전되어 차량탑재용 반도체는 정보통신기능을 중심으로 수요가 확대될 것으로 예상된다. 차내에서는 각 제어유닛간을 네트워크화하고 휴먼인터페이스를 향상시킨 시스템 구성이 될 것이며 또 차량 외부와의 통신으로는 VICS(Vehicle Information and Communication System)와 FM다중통신이 전개중이다. 이 때문에 不要輻射對策이나 설치장소에 구애되지 않고 광범위한 온도에도 응할 수 있는 차량탑재 LAN프로토콜의 유럽표준인 CAN 대응 8비트 및 16비트 마이컴과 LAN마이컴, 나아가서는 VICS용 ASIC 등을 준비하고 있다.

고속 데이터처리에 적합한 DRAM내장 32비트

RISC마이크 M32R/D시리즈와 ETC(Electronic Toll Collection System : 자동요금수수시스템)를 위한 반도체, BiCMOS & DMOS 프로세스를 적용한 ASIC, 반도체센서, 음성인식 등의 개발에도 노력을 기울이고 있다.

3. LSI 코어技術의 동향과 미쓰비시電機의 展開

3.1 메모리

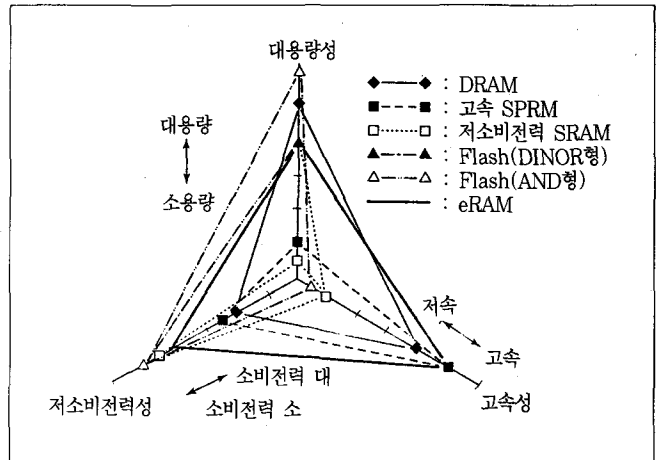
시스템 LSI의 구성요소가 되는 LSI 코어기술의 3기동 중 하나인 각종 메모리(DRAM, SRAM, Flash, eRAM 등)에 대하여 2000년의 기술동향 비교를 그림 4에, 同社의 제품전개계획을 표1에 나타내었다. 반도체기술 중 메모리 코어기술은, 2000년을 목표로 0.15 μ m레벨의 초미세화 프로세스기술과 G비트급의 메모리 설계방법·기술을 개발하는 한편 시장요구 가격에 맞추기 위한 코스트다운기술의 하나로 300mm구경 웨이퍼 프로세스기술이 실용화되고 있다.

또 同社가 제안하는 시스템 LSI의 하나인 eRAM을 제품화하기 위하여 單體의 메모리 개발과 병행하여 eRAM 코어기술도 개발하게 된다. 시스템의 수요동향에 따라서는 eRAM 제품쪽이 單體메모리제품보다 앞서 나갈 것도 염두에 두고 메모리코어기술을 개발하고 있다.

〈표 1〉 각종 주요메모리의 제품전개

	'97	'98	'99	2000
DRAM	16M / 64M		(128M)/256M	
SRAM LP	2M	1M(1.8V)	4M/8M	
F	256K ~ 1M	4M		
Flash DINOR	8M / 16M		32M	64M
AND		64M	256M	
eRAM 3D-RAM	(DRAM/SRAM/Flash 메모리코어의 각 추출에 따른 컨커런트한 전개) 3D-RAM Hyper 3D-RAM			

(양산출가 레벨)



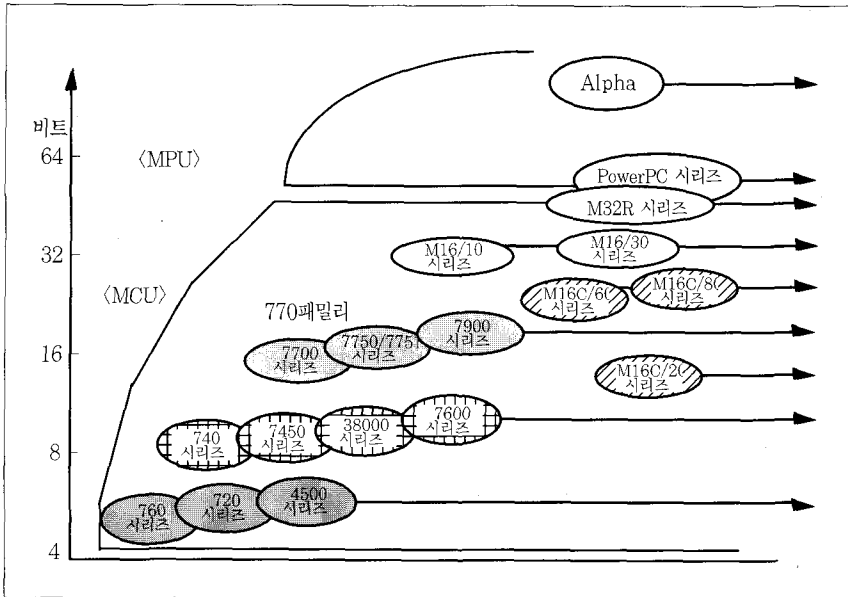
〈그림 4〉 2000년의 각종 메모리 기술동향 비교(개념도)

3.2 마이크로컴

그림 5에 미쓰비시電機의 마이크로컴 전개도를 나타내었다. 740, 7700패밀리로 대표되는 同社의 마이크로컴은 세계적으로 널리 채택되고 있으며 개발환경과 소프트웨어 자산을 베이스로 하여 보다 고성능화하였고 ASSP (Application Specific Standard Products)와 Flash를 내장한 제품을 전개해 나가고 있다.

한편 새로운 멀티미디어시장을 중심으로 고속연산성능, C언어화, 보다 저소비전력화, 低不要輻射化에 대한 요구가 높아지고 있으며, 이와 같은 요구에 대응하기 위하여 새로운 코어의 개발을 추진하고 있다. C언어와의 높은 친화성, 高오브젝트 효율과 함께 低不要輻射,

저소비전력을 특징으로 하는 M16C는, 휴대전화, 자동차전장품, 디지털오디오 등의 분야에서 점차 채택되고 있다. 1M바이트, 2M바이트의 DRAM을 내장함으로써 고속 처리와 저소비전력을 실현한 M32R\D는 인터넷단말, 디지털 스틸 카메라 등 정보통신부문 가전제품을 중심으로 하는 시장에서 채용이 늘어나고 있다. IBM과의 연대로 새로이 추진하는 Power PC는 풍부한 제3자의 지원 아래



〈그림 5〉 미쓰비시의 마이컴 전개

10mm 角의 칩에 300만게이트 이상을 집적할 수 있으므로 그 게이트 속도도 30PS까지 고속화되고 또한 $0.2\mu W$ /게이트 이하의 저소비전력도 실현할 수 있었다. IC의 구조로는 기존의 벌크 CMOS 구조뿐만 아니라 실리콘 산화막 위에 單結晶실리콘을 성장시켜 이 단결정실리콘에 트랜지스터를 성형한 SOI(Silicon On Insulator)기술도 개발하였다. 이 프로세스에 의하여 같은 디자인 룰의 벌크CMOS 구조에 비해 고속 동작, 저소비전력의 래치업(Ratch-up)耐량을 향상시킬 수 있었다.

LBP(Laser Beam Printer), STB(Set Top Box) 등, 北美를 技術起點으로 하여 시장을 개척하고 있다.

이들 마이컴 코어는 단일 제품화를 도모함과 동시에 시스템 LSI의 요소회로로서 미쓰비시電機의 eRAM에 내장할 코어로도 전개하는 방향으로 추진하고 있다.

또한 VLIW(Very Long Instruction Word)아키텍처를 채택, DSP(Digital Signal Processor) 기능을 강화한 미디어프로세서 코어 D10V, D30V도 개발중이다. 음성 및 화상정보처리용 시스템 LSI의 코어로서 실제품 응용을 도모하고 있다.

3.3 ASIC

ASIC에 대해서도 고속화·저소비전력화·고기능화 등의 요구는 해마다 높아지고 있다. 이들 요구에 대응하기 위하여 ① 프로세스, ② 설계방법, ③ 라이브러리 등, 각각을 목적에 알맞는 모양으로 개발하여 구축하고 있다.

(1) 프로세스는 고속·저소비전력·高集積을 목표로 미세화와 새로운 구조의 개발이 추진되고 있다. 그 일례로 $0.25\mu m$ 의 최첨단 CMOS 프로세스에서는

한편 모터와 플라즈마 디스플레이 등을 직접 구동하기 위해서 필요한 고전류(1~1.5A) 및 고내압(120~170V) 드라이버를 갖춘 BiCMOS와 DMOS 프로세서도 고성능화를 추진하고 있다.

(2) 설계방법에서는 ECA(Embedded Cell Array)방식이 많이 사용되고 있다. 이것은 최적설계된 기능블록을 탑재하고 랜덤로직부는 SOG(Sea Of Gate)로 한 유저(품종) 전용의 ASIC이며, 고기능화와 아울러 게이트 어레이 만큼의 短工期 개발이 가능하도록 한 것이다.

(3) 1개의 칩에 집적할 수 있는 소자수의 증가로 라이브러리도, 단지 랜덤 로직회로만이 아니라 모듈생성 방식에 의하여 필요한 비트사이즈를 만드는 메모리회로와 CMOS/TTL 뿐만 아니라 GTL(Gunnig Transceiver Logic), LVDS(Low-Voltage Differential Signals) 등의 각종 고속 I/O회로, 랜덤로직회로와 아날로그회로의 인터페이스를 담당하는 A/D컨버터, D/A컨버터, Op Amp(Operational Amplifier), 콤퍼레이터 등을 마련하여 ASIC의 고기능화·고성능화에 대응하고 있다.

4. 시스템 인테그레이션

디바이스가 미세화되고 집적도가 향상됨에 따라 지금까지 다수의 칩으로 구성되어 있던 시스템(장치)과 서브시스템(보드 등)을 1개의 칩에 집적하였다. 소위 시스템온칩(System on Chip)이 현실로 되어가고 있다. 또 멀티미디어 시대를 실현하는 고성능 전자기기에서는 인간의 한 없는 욕망을 충족시키기 위해 보다 고도의 데이터처리와 소형화·저소비전력화라는, 지금까지의 반도체제품에서는 달성되기 어려웠던 사양이 요구되면서 새로운 기술에 기초한 제품이 요망되고 있다. 이와 같은 요구를 실현하는 새로운 시스템 솔루션의 하나가 고성능의 CPU코어 및 로직회로와 대용량의 DRAM을 1칩 상에 탑재하는 eRAM 기술이다.

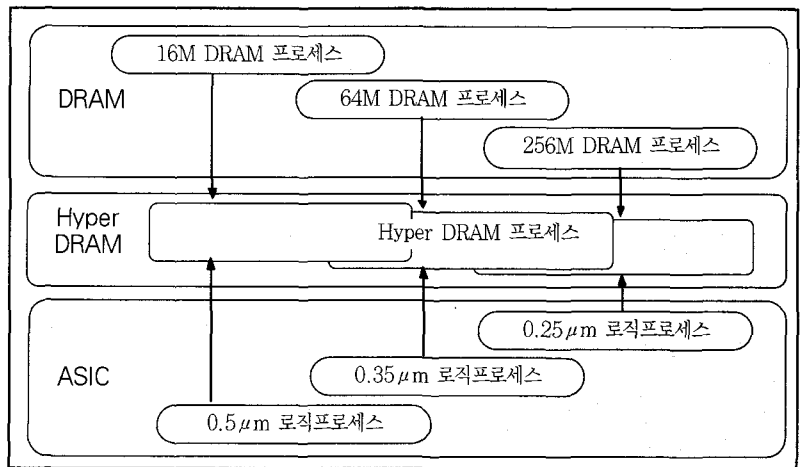
4.1 eRAM 技術

DRAM메모리 셀의 보유특성을 확보하면서 로직부의 속도 향상을 도모하고 또한 집적도를 향상시키기 위해서 리크(Leak)가 적은 고성능 트랜지스터와 미세화한 多層배선을 실현하는 하이퍼 DRAM이라는 전용 프로세스를 개발하였다.

그림 6에 프로세스기술의 로드맵(Load Map)을 표시하였다. 同社에서는 각 DRAM 및 로직의 최신 프로세스와 거의 같은 시기에 최신의 하이퍼 DRAM프로세스를 시장에 내놓을 계획이다. 따라서 64M DRAM 시대에는 64M비트 메모리가 256M DRAM 시대에는 256M비트 DRAM을 eRAM의 칩에 탑재할 수 있게 된다.

4.2 eRAM의 예

eRAM기술은 ① DRAM과 로직을 융합한 것, ② CPU와 DRAM을 융합한 것, 그리고 ③ CPU, 로직과



〈그림 6〉 프로세스기술의 로드맵

DRAM을 융합한 것으로 대별된다. 또 제품 전개 표준품 사업인 ASSP와 고객사업인 ASCP(Application Specific Custom Products)로 대별된다.

ASSP는 DRAM과 로직을 융합한 3D-RAM이 있다. 연산코어, 캐시메모리, 화상용메모리의 VRAM (Video RAM)을 eRAM기술로 1칩化함으로써 고성능 3차원(3D) 화상처리용 메모리인 3D-RAM을 실현하였다. 이 3D-RAM에서는 隱面 消去를 위한 Z버퍼링(Buffering) 등, 워크스테이션 급의 3D그래픽 그림에 필요한 기본기능을 모두 유지하고 있다.

한편, 이 ASSP제품 전개와 병행, 同社의 eRAM기술을 사용하여 고객과 함께 여러 가지의 고객 LSI(ASCP제품郡)를 개발해 갈 예정이다.

4.3 칩 세트 開發

시스템 전체를 대상으로 한 칩 세트의 개발사례를 다음에 소개한다. 이들 칩 세트는 차후 1칩 상에 집적화될 것이다.

4.3.1 3D 그래픽스 칩 세트

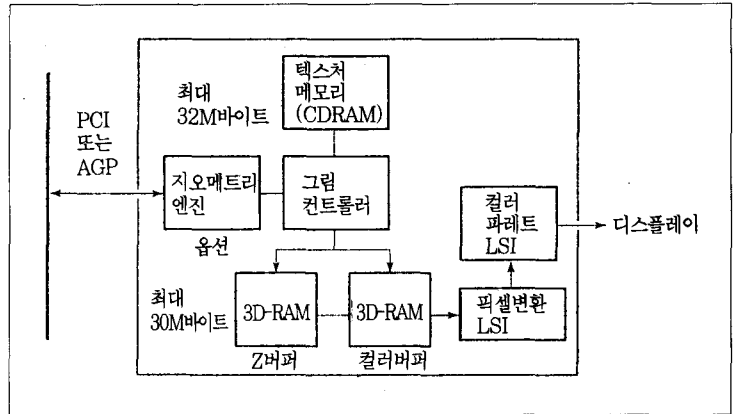
eRAM의 대표적 제품인 3D-RAM을 코어로 한 워크스테이션 급의 성능을 갖는 퍼스컴용 3D 그래픽스 칩 세트를 미국 Evans & Sutherland社와 공동개발하였

다. 200만 폴리곤/초의 3D그림 성능을 자랑하는 PCI 버스대응의 제1세대 칩 세트는 대형 보드 벤더, 퍼스컴 메이커에 채택되었다. 또한 그림性能을 50% 이상 향상시킨 AGP (Accelerated Graphics Port) 버스 사양의 제2세대 칩 세트(그림 7 참조)가 양산되기 시작하였다.

4.3.2 DVD용 칩 세트

포스트 CD-ROM으로 기대가 큰 DVD-ROM은 가정용 퍼스컴에서는 필수 아이템이다.

同社는 DVD용 레이저다이오드, 모터 액추에이터 드라이버 IC, RF 신호처리 LSI, DVD 신호처리 LSI, 픽업서버 LSI, 플래시메모리내장 16비트 마이컴 등 DVD-ROM에 필요한 IC의 토탈 솔루션을 제공하고 있다(그림 8 참조). 또한 DVD 플레이어용으로는 필요한 복수부호 기능을 모두 탑재한 싱글 칩 AV디코더가 있다. 미디어 프로세서 코어를 사용하여 시스템 디코드, 오디오 디코드 처리를 펌웨어로, 비디오디코드처리를 하드웨어로 구성하는 아키텍처로 성능/가격비를 최적화하였다. 0.35 μ m 기술에 의하여



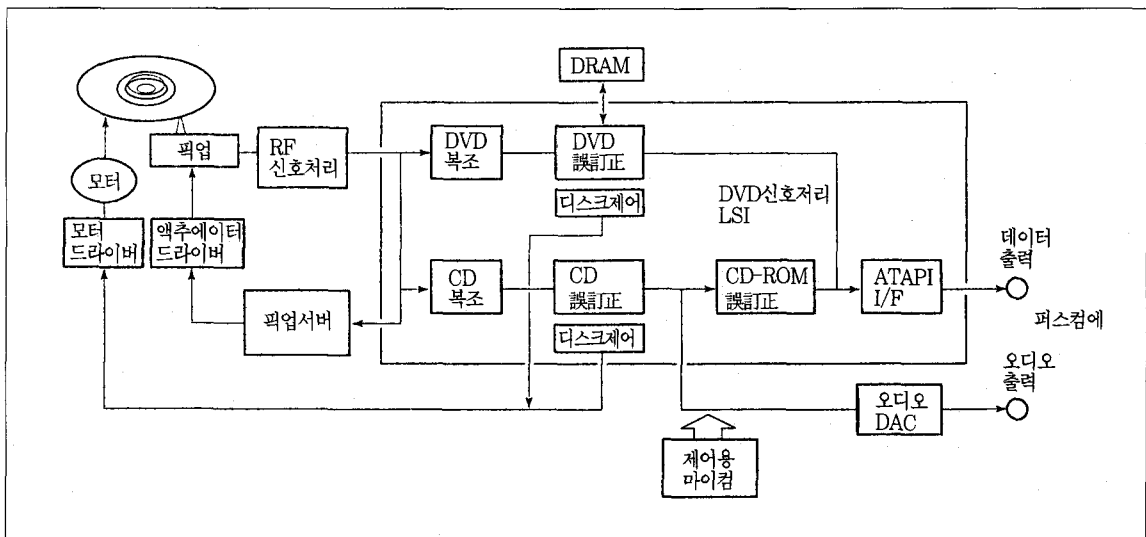
〈그림 7〉 3D그래픽스 칩 세트

200만 트랜지스터를 집적하고 있다.

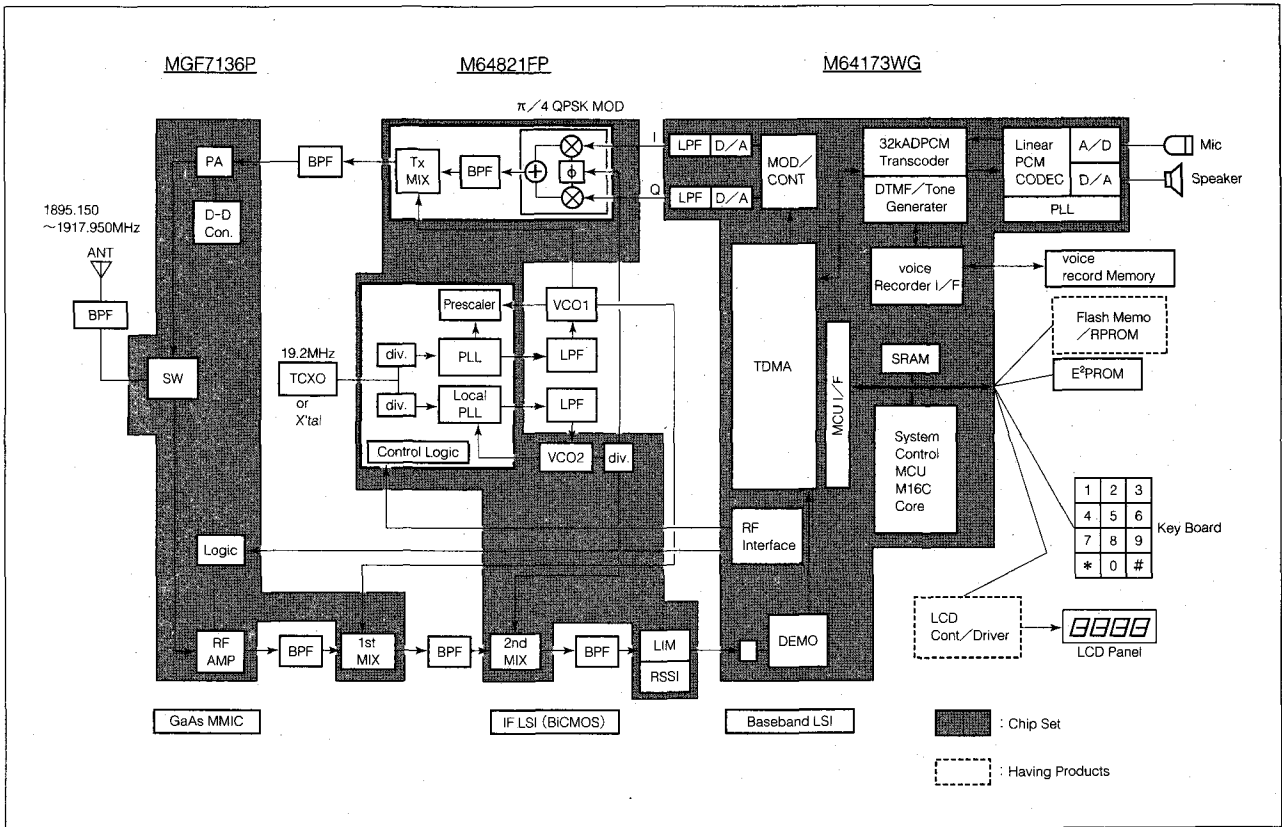
또 쓰기가 가능한 디스크인 DVD-RAM 및 DVD-R에의 대응과 倍速化 등 고성능화를 추진하고 있다. 또한 DRAM 등을 내장하여 보다 더한 고집적화·고성능화를 도모한 DVD 용 eRAM에 대해서도 개발을 검토 중이다.

4.3.3 PHS용 칩 세트

PHS는 서비스가 개시된지 2년 만에 700만대 이상



〈그림 8〉 DVD-ROM의 블록도



〈그림 9〉 제2세대 PHS용 칩 세트의 구성

이 보급되었다. 同社는 제1세대의 칩 세트를 제품화하여 업계 최고의 점유율을 확보하고 있다. RF의 고감도화, PLL(Phase Lock Loop)의 송신, 수신 Slot만의 동작으로 통화시 소비전류 삭감, 칩 수 삭감 등 고객의 요구에 대응하기 위하여 기능분할을 제1세대보다 더 최적화한 제2세대 PHS 칩 세트(그림 9 참조)를 개발하였다. 이에 의하여 PHS의 소형화·고성능화·다기능화에 한층 더 공헌할 수 있을 것으로 생각한다.

5. 맺음말

반도체의 시장동향과 eRAM기술을 중심으로 하여 미쓰비시電機의 시스템 LSI 개발과 제품화 상황을 소개

하였다. 시스템 온 칩을 실현하는 시스템 LSI에 대한 요구는 앞으로 더욱 더 증대될 것으로 생각되며, 메모리, 마이컴, 로직 등 개개의 코어技術을 더욱 개발해 나감과 동시에 eRAM기술로 대표되는 것과 같은 코어집적화를 위한 기술 향상을 끊임없이 추진하여 앞으로도 시장요구에 대응하는 제품군을 적시에 제공해 가고자 한다. ■

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.