

〈主 題〉

# 고집적 패키지 기술 (Highly Integrated Packaging Technology)

백 경 옥

(한국과학기술원 재료 공학과)

□차 례□

- I. 고집적 전자패키지 기술의 중요성 및 기술 동향
- II. 고집적 패키지 기술
- III. 결 론

## I. 고집적 전자패키지 기술의 중요성 및 기술 동향

전자패키징이란 여러 가지 전자 회로 부품, 즉 반도체 소자, 저항체, 축전체, 다이오드 등을 조립한 전기 하드웨어 구조물을 말하는 것으로, 전자 회로 부품에 전력을 공급하며 입출력 전기 신호를 접속해 주는 기능과 회로 작동 중 발생하는 열을 제거해 주는 온도 조절 기능, 전기 하드웨어 구조물을 기계적으로 보호해 주는 하우징 기능 등을 가지고 있다. 또한 이런 전자패키징기술의 체계는 그림1과 같이 여러 단계로 나누어진다. 1단계 패키징이란 주로 반도체 칩을 와이어 본드(Wire Bond), Tape Automated Bonding(TAB), 플립칩(Flip Chip)을 사용하여 싱글 칩 모듈(Single Chip Module)을 만드는 단계이다. 2단계 패키징은 만들어진 싱글 칩 모듈을 표면 실장 기술(SMT)나 삽입식 실장 기술(PTH)을 이용하여 PCB, 금속 코어 또는 세라믹 카드 등에 접속하는 단계를 말한다. 3단계와 그 이상의 패키징 단계는 제조된 PCB등 카드를 보드에 접속하여 원하는 전자 회로 시스템을 제조하는 단계이다.

전자 패키지 기술은 반도체 소자에서부터 최종 제품까지의 모든 단계를 포함하는 매우 광범위하고 다양한 시스템 제조 기술이라 하겠다. 그러므로 패키지 기술은 최종전자 제품의 성능, 크기, 가격, 신뢰성 등을 결정하는 매우 중요한 기술이라 할 수 있으며 특히 극소형, 고전기적 성능을 추구하는 최근의 전자제

품에 있어 극소형 패키지 부품과 이를 고집적 조립하는 고집적 패키지기술의 중요성은 더욱 크다 하겠다.

최근 급속히 발전하는 반도체기술은 이미 백만개 이상의 셀(cell) 집적, 비메모리 소자의 경우 많은 I/O 핀 개수, 큰 다이 크기, 많은 열 방출, 고전기적 성능 등의 경향으로 발전하고 있다. 그러나 상대적으로 이런 소자를 패키지하기 위한 전자패키징 기술은 급속한 반도체 발전을 따라주지 못하였던 것이 사실이었으며 패키지로 인한 최종 전자 시스템의 성능 및 크기 문제가 심각하게 부각되면서 고집적 고기능 패키지기술의 중요성이 점차 크게 인식되었다. 이에 따라 최근 전자패키지 기술의 다양한 개발이 이뤄지고 있으며 이 결과로 경박 단소형, 고전기적 성능을 갖는 고집적 패키지가 속속 출현하고 있다.

이러한 패키지 기술 발전경향을 간단히 요약하면 그림2와 같이 DIP(Dual-In-Line) 형태의 낮은 I/O개수 패키지는 QFP(Quad-Flat-Package), SOP(Small-Outline-Package)에서 극세 피치형 TQFP(Thin-QFP), TSOP(Thin-SOP) 패키지를 거쳐 최근에 와서는 칩 크기 패키지(Chip Size Package(CSP)) 형태로 발전하고 있다. 또한 비메모리칩 패키지의 주된 패키지 형태였던 PGA(Pin-Grid-Array)도 점차 발전되어 테이프를 사용한 TCP(Tape Chip Package), 납땜 볼을 이용하여 area array 접속을 하는 BGA(Ball Grid Array), CSP와 BGA 기술을 혼합한 미세 BGA(micro-BGA) 등의 고집적, 극 소형화가 이뤄지

고 있다. 또한 메모리나 비메모리 칩을 단일 패키지로 하던 기존의 방법을 탈피하여 여러 가지의 패키지 안된 칩(bare chips)들을 서로 시스템 패키지 하는 COB(Chip-On-Board)와 MCM(Multichip Module)기술이 개발되어 제품화 되고있다. 이러한 극소형, 고전기적 성능, 고집적 패키지기술은 점차로 컴퓨터, 정보통신, 이동통신, 고급 가전제품 등의 필수 부품으로서 그 활용 범위를 넓혀 가고 있다.

본 논문에서는 고집적 패키지기술 중 최근 많은 관심이 되고 있는 1) BGA, 2) CSP 와 3) MCM 기술을 소개하고자 한다.

## II. 고집적 패키지기술

### 2.1. Ball Grid Array 기술

Ball Grid Array란 그림 3과 같이 이차원적 평면에 격자 형식으로 분포된 솔더 볼을 통하여 패키지와 다음 레벨 패키지인 PCB등과 전기적으로 연결하는 것을 말한다. 따라서 BGA는 4면 주변만을 사용하는 주변(peripheral) 형태보다 단위 패키지 면적당 매우 높은 수의 I/O 수를 가질 수 있으므로 논리(Logic) 소자와 같은 고성능소자 패키지에 적합하다. 1980년대의 DIP 타입의 패키지는 약 1.2mm의 I/O 리드 피치를 가지고 있어 100개 이하의 I/O만이 가능하였고, 주로 메모리 칩과 같은 저급의 기능소자에 적용되었다. 이후에 개발된 QFP은 DIP에 비해 표면 실장 기술을 채택하고 피치를 0.5mm까지 감소시켜 200개 이상의 I/O를 얻을 수 있었으나, 리드프레임의 디자인 문제와 주변접속형의 한계에 의해 그 이상의 I/O 수를 요구하는 소자의 경우에는 극세 피치 기술(Fine Pitch Technology)을 요구하게 되었고 이에 따라 리드의 평탄성 문제 및 보드 조립시 발생하는 조립결함이 증가하는 문제로 인해 더 이상의 I/O 수증가 및 패키지 크기 감소가 점차 어려워지게 되었다.

한편, 1990년 이후에 본격적인 양산체재를 갖춘 TAB(Tape Automated Bonding) 패키지의 경우 0.2mm의 극세 피치를 도입하여 300개 이상의 I/O가 가능하였으나, TAB패키지 역시 극세 QFP와 같은 문제를 갖게 되어 현재 기술의 수준으로는 600여 개가 TAB 패키지의 I/O 수의 한계임이 보고된 바 있다. 이같이 극세 피치 표면실장기술 또는 PGA등의 패키지 방법으로는 보다 큰 수의 I/O 패키지를 보드에 조립함에 따르는 제조상의 문제로 인해 점차로 한계에 도달하게 되었다. 이에 따라 패키지 면적 전체를 격자형으

로 사용하는 이른바 격자(area array)형 패키지의 개발이 필요하게 되었으며 이에 따라 개발된 것이 BGA라 할 수 있다.

BGA기술과 극세 피치 기술(fine pitch technology)이나 PGA기술과 비교한 장, 단점은 표1과 같다. BGA패키지를 사용함에 따른 장점은 솔더 볼을 사용하여 전기적 접속을 힘으로 짧은 접속거리에 의해 QFP보다 낮은 인덕턴스(225 BGA(5 - 9 nH) vs. 208 QFP(9 - 15 nH))와 커패시턴스(225 BGA(1.3 pF) vs. 208 QFP((2.3 pF))를 갖으며, 또한 BGA기판을 실재하는 과정에서 그라운드 면을 사용함으로써 고전기적 성능 패키지가 가능하다. 한편 BGA는 일방출 솔더 볼을 칩 바로 밑에 놓아 직접적으로 열을 방출하여 열 특성도 우수하므로 BGA패키지의 경우 냉각을 위한 팬을 제거할 수 있으며 같은 조건에서 표면 실장형 패키지 보다 더 오래 사용할 수 있다.

같은 면적을 가지는 1.2 mm 피치 BGA 패키지와 0.5 mm 피치 QFP를 비교해 볼 때 QFP의 경우 약 240개 I/O를 얻을 수 있는 반면 BGA의 경우는 패키지 전체 면적에 I/O의 전기적 접속이 가능하기 때문에 500개 이상의 I/O 수를 얻을 수 있으며, 만약 1mm 이하 피치의 BGA를 사용한다면 1000개 I/O까지도 기존의 기술 수준으로 얻을 수 있다(그림 4-a 참조). 또한 패키지 크기로 볼 때 313 핀 BGA 패키지는 304 핀 PQFP 패키지에 비해 약 50% 보드면적에 해당한다(그림 4-b 참조). 이와 같이 BGA는 높은 I/O 수와 작은 패키지면적의 장점과 비교적 조립이 용이한 피치로 인한 높은 조립 생산성 등의 장점을 갖고 있다.

그러나 BGA 문제점으로 솔더볼 연결부위에서의 응력발생과 이에 따른 신뢰성 문제 및 솔더 볼의 결함을 검사하는 방법 및 reworkability등이 해결해야할 문제들로 지적되고 있다.

#### 2.1.1. BGA 패키지 종류

이러한 BGA는 그 쓰이는 기판의 종류에 따라 Plastic BGA(P-BGA), Ceramic BGA(C-BGA), Tape BGA(T-BGA)등으로 분류되며, 각각의 특징은 다음과 같다.

##### 1) P(Plastic)-BGA

그림5-a 는 PBGA의 단면을 나타내고 있다. 칩은 Bismaleimide Triazine (BT) 에폭시 유리 라미네이트에 접합된다. BT 기판은 유리전이(glass transition) 온도가 170 - 215C로서 일반 FR-4의 115 - 125C 보

다 높으므로 더 나은 열 안정성을 갖는다. P-BGA는 C-BGA보다 가격이 낮고 기판 유전상수가 낮으므로 전기적 특성이 더 우수하다. 은을 함유한 에폭시 칩 접착제를 사용하며 칩은 BT에폭시 수지에 접착시키고 칩면을 에폭시 수지를 사용하여 transfer 몰딩을 한다. 많은 경우 BT 기판에 열 방출 비아를 설계하여 칩에 바로 접촉시킴으로서 열 방출 특성을 높인다. P-BGA는 가격이 저렴하여 가장 널리 쓰이고 있는 형태의 BGA패키지로서 대개 600 I/O이하 75MHz 속도 고속SRAMs, ASICs, 마이크로 프로세서 등에 사용된다. 그러나 플라스틱을 기판 재료로 쓰고 있기 때문에 수분 흡수에 따른 Popcorn Cracking과 같은 문제가 패키지의 신뢰성 문제를 유발하는 경우가 있다.

## 2) C(Ceramic)-BGA

C-BGA(그림 5-b)는 세라믹 PGA의 핀을 솔더별로 바꾼 것이다. 알루미늄 세라믹 기판을 이용하여 습기를 완전히 차단할 수 있기 때문에 P-BGA와 같이 수분 흡수로 인한 문제점이 비교적 적고, 견고한 구조를 가지고 있기 때문에 특별한 신뢰성을 요구하거나, 패키지가 사용되는 환경이 열 적 안정성 또는 내식성 등을 요구하는 경우에 적합하다. 그러나 세라믹 기판과 PCB판 사이의 열팽창계수 차이에 의한 신뢰성문제를 줄이기 위해 솔더 볼 대신 기둥(column)을 사용하여 완충성(compliance)을 향상시키고 전단 응력을 줄이기도 한다. 세라믹 기판의 무게가 상당한 비중을 차지하고 있기 때문에 다른 형태의 BGA보다 무게고 제조 단가가 상당히 비싸다는 단점을 안고 있다.

## 3) T(Tape)-BGA

T-BGA(그림 5-c)는 격자구조 TAB 테이프와 BGA의 장점을 복합한 구조를 가지고 있다. TAB테이프에 보강판(stiffener)을 접착시킨 후 칩을 플립 칩한다. TAB테이프의 반대쪽은 BGA형태로 솔더볼을 접착시킨다. 칩의 열 방출은 방열판을 칩의 뒷면에 부착시켜 칩으로부터 직접 방열시킨다. 이 T-BGA는 위의 다른 두 가지보다 미세 피치화가 가능하여 매우 큰 수의 I/O 접속이 가능하고, 상대적으로 소형화, 경량화에 유리한 구조를 가지고 있다. 또 다른 T-BGA의 장점으로는 PCB와의 열팽창계수 차이가 비교적 작아 열 적 안정성이 매우 우수하다는 점이다.

## 2.2 Chip Size Package (CSP) 기술

CSP 패키지는 미세 피치 패키지와 BGA패키지가

더욱 발전한 차세대 패키지로서 BGA기술, 플립칩 기술, 기타 와이어 본딩 및 몰딩기술등 기존 패키지 기술의 장점을 모두 사용한 것으로 반도체 칩 크기보다 약간 큰 (칩/패키지 비율 80% 이상) 패키지를 말한다. CSP패키지의 장, 단점은 다음 표 2와 같다. CSP 기술은 기존 단일 칩 패키지기술 중에 서는 가장 작고, 가벼우며, 뛰어난 전기적 성능과, 일반 표면 실장 기술을 이용할 수 있는 장점을 갖고 있다. 그러나 경박단소화에 따른 신뢰성 문제 및 CSP 규격화와 인프라 구조 문제, 높은 제조 가격 등이 앞으로 해결되어야 할 숙제이다. 이같은 장, 단점에도 불구하고 미국, 일본 등을 중심으로 활발하게 여러 형태의 CSP기술이 개발되고 있으며 이미 일부 제품화가 되어 사용 중에 있다.

### 2.2.1 CSP 패키지 분류

CSP 패키지는 크게 나누어서 다음 그림 6과 같이 6가지 형태로 분류할

수 있다.

- 1) flex circuit interposers
- 2) rigid substrate chip carriers
- 3) custom lead frames
- 4) transfer molded structures
- 5) wafer-level assembled package
- 6) tape-chip-package(TCP) type packages

여러 종류의 CSP패키지중 대표적으로 알려진 Tessera사의 micro-BGA (그림 7)를 특징을 소개하면 다음과 같다.

- (1) 플립칩과 표면실장기술의 장점을 합함
- (2) 칩 크기와 같은 패키지 크기
- (3) 칩 위에 특별한 범핑(bumping) 기술이 필요치 않음
- (4) 최소의 인덕턴스 - 고성능용도
- (5) 칩 뒷면을 통한 최대의 열 방출
- (6) flex circuit interposer 의 응력 이완성
- (7) 일반 표면실장기술 사용 가능
- (8) 보드와 패키지의 좋은 신뢰성 특성
- (9) ASIC, flash memory, SRAM, controller 칩에 사용

Tessera사의 마이크로 BGA 제조공정을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 25 마이크로론 두께 polyimide 필름을 150 마이크로론 두께 실리콘 elastomer위에 올려놓는다. 실리콘 elastomer는 x, y, z방향으로 완충역할을

하는 것으로 50% silica를 함유하고 있다.

- (2) flex 회로의 금 리본 리드는 칩의 알루미늄 패드 위에 열압착식으로 접속한다.
- (3) 본딩된 면적은 탄성계수가 낮은 실리콘 elastomer로 도포 하여 리드에 작용하는 응력을 최소화한다.
- (4) Polyimide 필름 위의 금속 패드에 솔더 볼을 부착한다.

### 2.2.2 CSP 패키지용도

#### 1) PC cards

PC cards는 개인용 컴퓨터에 다양한 기능을 저렴한 가격에 제공해 줄 수 있는 방법으로서 고집적 패키지의 사용에 매우 중요한 분야이다.

PCMCIA(Personal Computer Memory Card International Association)가 규정한 3가지 카드는 다음의 표3과 같다.

PC cards에 있어서 크기는 매우 중요하며 모든 부품들이 PC cards안에 들어가기 위해서 CSP와 같은 고집적 패키지의 사용이 필요하다. 실제로 일본의 몇 회사(Fujitsu)들은 CSP를 사용한 flash memory 모듈을 개발하였으며, 미국의 AMD와 Intel도 PC cards에 사용하기 위해 flash memory CSP패키지 생산을 시작했다. 장차 CSP는 flash memory 시장의 큰 부분을 차지할 것으로 예측된다.

#### 2) 카드 크기 개인 컴퓨터

카드 크기 개인 컴퓨터는 전체 두께와 크기를 줄이기 위해 고집적 패키지기술을 사용한다. CSP와 배어 칩 조립기술은 밀도를 증가시키고 보드의 개수를 줄이게 한다. 이외에도

- 3) 소형 Global Position System 수신기
- 4) 캠코더
- 5) Personal Digital Assistants (PDA)
- 6) 노트북 컴퓨터
- 7) 휴대용 전화기 등에 CSP패키지 사용이 보고되고 있다.

### 2.3 Multichip Module(MCM)기술

#### 2.3.1 Multichip Module (MCM) 기술 장점

MCM기술은 종래의 단일칩모듈(SCM -Single Chip Module)이 가지고 있는 문제점을 해결하기 위해 개발된 기술으로써(그림 1 참조) MCM기술이 갖고 있는 장점으로는 다음과 같다.

#### 1) 소형경량화

MCM기술은 패키지 되지 않은 칩을 이용하므로 SCM에 관련되는 패키지의 크기와 무게를 크게 줄일 수 있을 뿐 아니라 또한 조립과정에서도 전체 PCB 크기와 무게 및 이에 관련된 커넥터 등 접속재의 사용도 감소시킬 수 있다.

#### 2) 고 전기적 성능

MCM기술은 패키지 되지 않은 칩을 사용하므로 칩과 칩 사이의 연결길이가 매우 짧아진다. 이로 말미암아 신호선에 발생하는 인덕턴스, 커패시턴스, 잡음(noise)신호를 줄임과 함께 최고의 시스템 전기적 성능을 갖게 된다.

#### 3) 전력사용의 감소

MCM기술은 칩과 칩 사이의 접속길이가 감소하므로 이로 말미암은 도전 내의 저항손실을 줄일 수 있다. 그러므로 종전의 단일 칩모듈보다도 낮은 양의 전력을 사용하여 회로를 작동시킬 수 있으며, 이로 인한 또 다른 장점으로서는 배터리의 사용시간 증가 및 작동 중 발생열량의 감소가 있다.

#### 4) 칩/기판 면적 증가

MCM기술은 패키지 되지 않은 칩을 사용하므로 단위 기판면적당 더 많은 양의 칩을 접속할 수 있다. 실제로 MCM의 경우, 단일 칩모듈에 비해 최소 5배 이상의 면적 비를 늘릴 수 있다.

#### 5) 수리 가능

MCM기술은 여러 개의 패키지 되지 않은 칩을 사용하므로 제품 환용시 작동상의 문제로 인한 칩수리가 필요할 경우 용이하게 수리, 교환함으로써 말미암아 이를 가능케 한다.

### 2.3.2 MCM제품의 형태 및 비교

MCM기술의 형태는 패키지 하는 칩의 종류, 요구 성능, 사용용도, 제품가격 등에 따라 그림8에서 보는 바와 같이 3가지가 있다.

#### (1) MCM-L

MCM-L의 L은 Laminated의 약자로서, 기존의 PCB기술을 이용하여 극세선 PCB기판을 이용하여 다층구조 PCB기판 위에 여러 개의 패키지 되지 않은 칩을 패키지 하는 것으로 그 특징으로는 단일 칩모듈과의 가격경쟁이 가능한 자로서 주로 메모리형 반도체와 같이 간단하며 높은 전기적 성능을 요구하지 않는 용도로 사용되며, 그 예로는 캐쉬메모리 모듈과 같은 것이 있다. MCM-L 제품은 기존의 단일칩 패키

지제품을 대체할 수 있고 가격경쟁력과 비교적 좋은 전기적 성능을 요구하는 컴퓨터, 정보통신, 이동통신용 제품 등에 사용이 가능하다.

### (2) MCM-C

MCM-C의 C는 ceramic의 약자로서 이는 종전의 세라믹 하이브리드(hybrid)기술로부터 유래한다. 주로 절연체로는 알루미늄이나 세라믹이나 유리를 사용하며 도체로는 절연체와 함께 소결된 텅스텐, 몰리브데넘 또는 저온용 동을 이용한다. 그 용도로는 주로 높은 신뢰성을 요구하는 대형컴퓨터 시스템이나 군사용 또는 항공산업용으로 주로 쓰이고 있다. 가격으로 보아서는 MCM-L보다는 비싸지만 MCM-D보다는 유리한 편이다.

### (3) MCM-D

MCM-D의 D는 deposited의 약자로서 반도체 칩 제조공정으로부터 발전된 것으로, 도체로는 동 또는 알루미늄 필름을, 절연체로는 유전체상수가 낮은 폴리머 계통의 재료를 사용한다. 대표적인 절연체 필름으로는 폴리이미드(Polyimide)를 사용한다. 금속도체는 대개 진공 증착과 전해도금법을 사용하며, photolithography와 에칭을 통해 원하는 도선 회로를 제조한다. MCM-D는 MCM-L이나 MCM-C에 비해 매우 작은 선 폭, 선 간격, 비아 크기 등을 갖고 있으므로 뛰어난 전기적 성능을 갖고 있으며, 단위 기판 면적당 칩 면적 차지비율이 매우 높다. 그러나 가공 비용이 높은 것이 현재의 단점으로 지적되고 있다.

사용범위도 매우 광범위하여 경박단소형과 높은 전기적 성능이 요구되는 컴퓨터부품, 고해상도 TV나 광대역 디지털 정보통신망의 ATM 모듈, 또는 주문형 TV의 스위칭 모듈 등 많은 양의 신호를 고속도로 처리하기 위한 정보통신 핵심부품이나 고속 워크스테이션의 프로세서모듈 또는 이동통신의 부품 등으로 사용되고 있다. 또한 MCM-D/C는 MCM-D와 MCM-C를 결합한 것으로서, 다층구조 세라믹 구조 위에 다층구조 동/폴리이미드 구조를 제작한 것이다. 세라믹 구조는 전력이나 접지를 공급하는 역할을 하며 동/폴리이미드 구조물은 신호접속을 목적으로 한다. 또한 MCM-D 중에서도 Si기판을 사용하는 경우 이를 MCM-Si로 부르기도 한다. 그림9는 MCM-D의 한 예를 보여 주고 있다. 표 4은 각각의 MCM기술의 장, 단점을 비교한 것이다.

### 2.3.3 MCM 시장 및 기술 예측

MCM 제품이 전자산업에서 중요한 제품으로 사용

될 것이라는 예측은 보편적으로 받아들여지고 있으며 다만 시기와 사용용도에 대해서는 많은 의견이 엇갈리고 있다. 최근의 시장조사로는 1998년 MCM 시장은 16억불 규모가 될 것으로 보고 있다.

1995년 국방/항공, 대형컴퓨터, 워크스테이션, 정보통신(휴대용전화기)과 개인용 컴퓨터산업분야에 이미 MCM 제품이 사용되고 있다. 앞으로 MCM 분야의 큰 추진요소로서는 데이터 처리, 정보통신(광대역 디지털 정보통신망) 등과 같은 대량생산 잠재력이 있는 정보, 통신산업분야의 수요에 달려있다고 할 수 있다.

앞으로 정보통신과 일반 가전제품/자동차 분야에서의 MCM성장률은 각각 7%와 13.5%의 급성장을 보일 것으로 예상되며 내장된 조정기(embedded controller)분야의 MCM 수요는 1998년에 약 8억7천만 불이 될 것으로 보인다.

또한 MCM의 대량수요창출을 위해 개인용 컴퓨터, 랩탑과 노트북 컴퓨터, 휴대용전화기, 전화교환기 네트워크 등에 대한 MCM 시장개척에 열을 올리고 있다. 이러한 현상은 이미 MCM 제품들이 IBM, SUN, DEC 등의 워크스테이션과 정보통신 스위칭 모듈, 모토로라 휴대용전화기 등에 사용되고 있음을 통해 파악되고 있다. 워크스테이션 MCM 시장은 급속한 성장과 함께 1998년 시장규모는 약 1억 불이 될 것이다.

또한 MCM은 고전기적 성능과 극소형 장점으로 인하여 레이더와 마이크로웨이브 등 관련산업에도 중요한 역할을 할 것으로 본다. 다만 현재의 관건은 저가의 MCM 제조와 대량 수요의 창출에 있다고 본다. 이같은 상황에서 위에서 설명한 3개의 MCM 기술은 각각의 고유 시장을 개척하고 있으며 또한 공통의 기술 목표인 극세선, 작은 비아, 더 가까운 비아간거리, 낮은 절연상수를 향해 발전하고 있다.

### 2.3.4 향후 MCM 기술발전 전망

MCM기술에 있어서의 향후 전망은 MCM가격과 시장에 의해서 결정되어진다고 볼 수 있다. 전자패키징은 전자제품을 제조하는 핵심기술로서 그 제조가격이 차지하는 비중이 그 어느 기술보다도 높다고 하겠다. 그러므로 시장경쟁력이 있는 패키징기술이 생존하며 또한 경쟁력이 있기 위해서는 적절한 시장규모가 형성되어야 한다. 이러한 측면에서 볼 때 현재의 MCM 시장은 고성능을 요구하는 특별한 부분을 제외하고 주로 제품의 성능보다는 가격의 비중이 더 크다. 그러므로 이런 시장에서는 저가의 MCM-L을 중

심으로 시장규모를 형성하고 있다.

그러나 이러한 경향도 점차로 바뀔 것으로 예측되는데 이는 더 높은 전기적 성능을 요구하는 첨단기술 제품분야의 요구증가와 또한 대량생산을 통한 저가의 MCM-D 공정개발로 말미암아 점차적으로 MCM-D의 제품이 경쟁력이 향상되어 MCM-L 및 기존 단일 칩 모듈 시장 점유비율이 증가할 것으로 보인다. 그러므로 미래의 기술전망은 경박단소형 고전기적성능 고집적형 MCM-D 제품이 주종을 이룰 것으로 기대된다.

### III. 결 론

전자 패키징 기술은 반도체 소자의 성능과 최종전자 제품의 가격, 성능, 크기, 신뢰성을 결정하는 기술로서 그 중요성은 매우 크다 하겠다. 특히 경박 단소, 고성능화 되어 가는 전자 제품의 추세에 따라 극소

형, 고 성능, 고집적 패키징기술의 필요성은 더욱 크다. 현재의 고집적 패키징 기술은 단일 칩 패키징 기술의 경우 BGA기술이 꽃을 피우고 있으며 또한 새로운 기술인 CSP기술이 급속도로 개발되고 있다. 이들 패키징기술이 관련 산업에 미치는 영향은 매우 클 것이며 특히 새로운 고성능, 고집적 전자, 통신 제품 개발에 있어 없어서는 안될 핵심 부품기술이라 하겠다. 한편 또 하나의 고기능, 고집적 패키징 기술인 MCM 기술은 BGA나 CSP기술 보다 더 파급효과가 큰 기술로서 앞으로 컴퓨터, 정보통신, 이동통신, 고기능 가전제품 등에 있어서 향후 없어서는 안될 필수 패키징기술이라 하겠다.

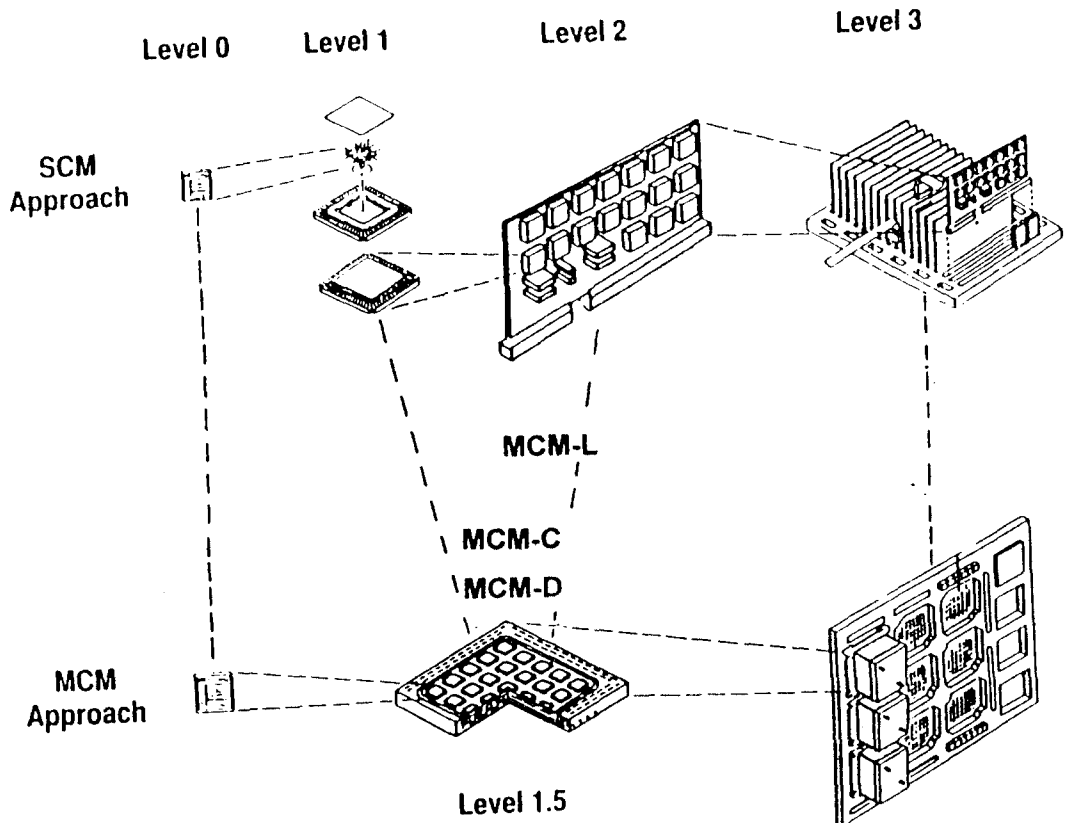


그림 1. 전자 패키지 시스템 체계도

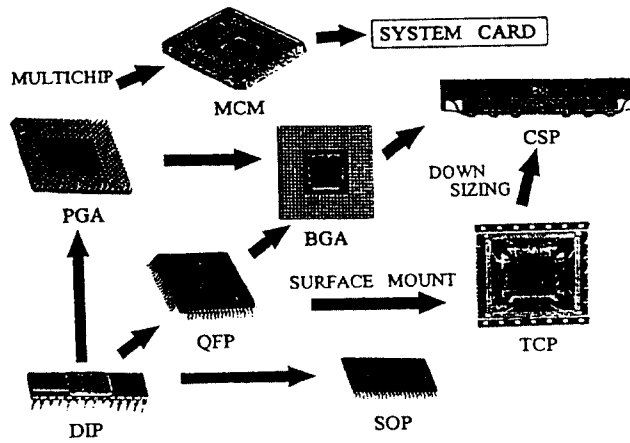


그림 2. 전자 패키지 부품 기술 동향

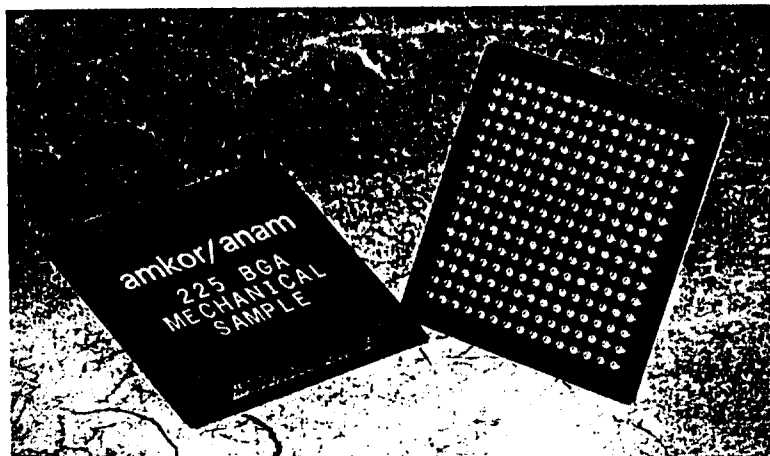
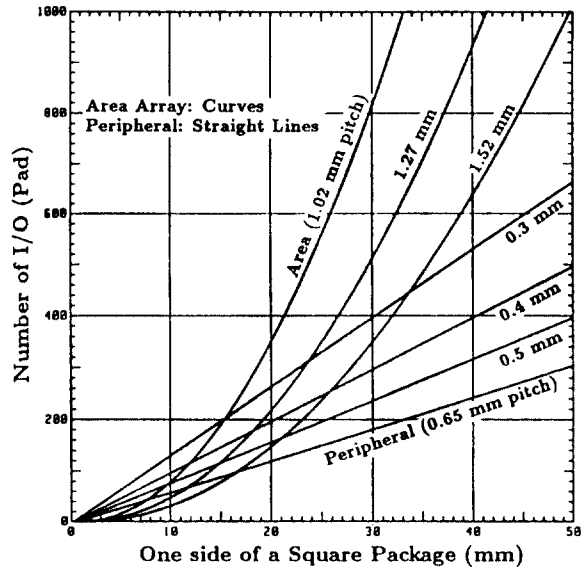
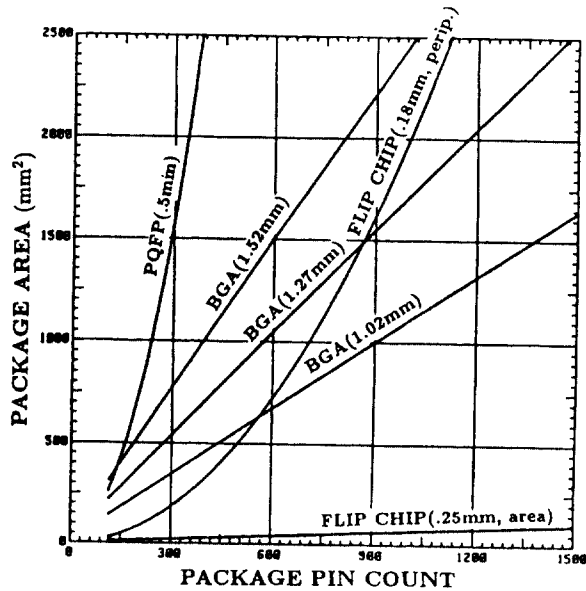


그림 3. Ball Grid Array 패키지



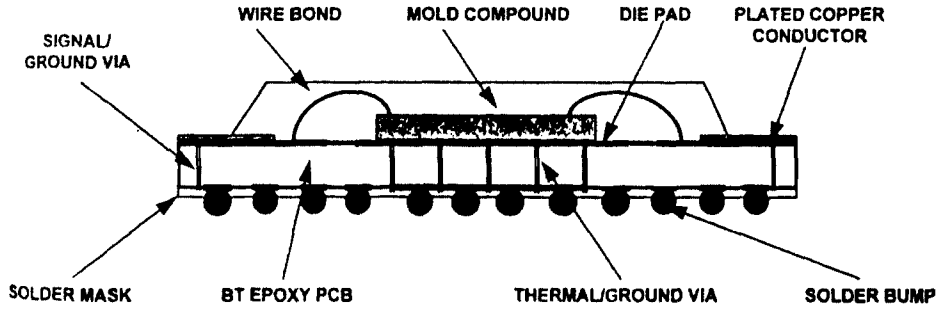
(a) 패키지 핀 개수(정방형 기준)



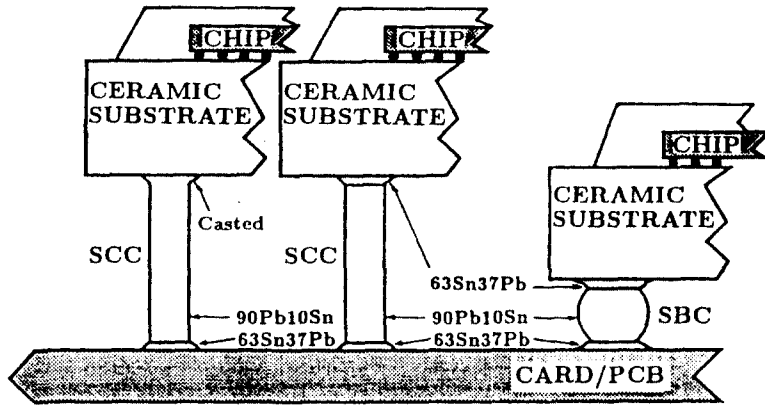
(b) 패키지 밀도

그림 4. BGA 와 PQFP의 비교

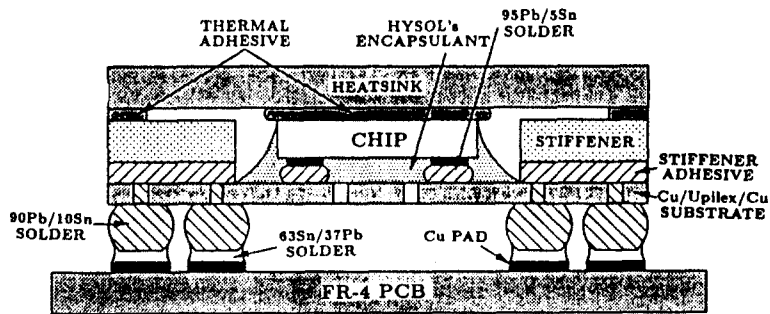




(a) Plastic BGA



(b) Ceramic BGA



(c) Tape BGA

그림 5. 여러 가지 BGA 패키지 단면도


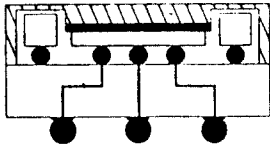




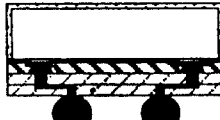

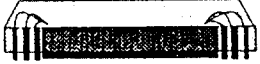


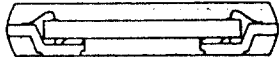
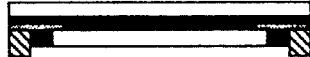


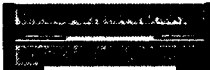
Flex Circuit Interposers	Rigid Substrate Interposers	Custom Lead Frames
 <p data-bbox="297 580 474 605">General Electric</p>	 <p data-bbox="721 580 768 605">IBM</p>	 <p data-bbox="1059 580 1135 605">Fujitsu</p>
 <p data-bbox="359 746 411 771">NEC</p>	 <p data-bbox="688 746 806 771">Matsushita</p>	 <p data-bbox="1025 746 1173 771">Hitachi Cable</p>
 <p data-bbox="325 948 449 972">Nitto Denko</p>	 <p data-bbox="702 948 796 972">Motorola</p>	 <p data-bbox="1025 948 1178 972">Hitachi Cable</p>
 <p data-bbox="345 1094 435 1119">Tessera</p>	 <p data-bbox="706 1094 796 1119">Toshiba</p>	 <p data-bbox="1031 1094 1173 1119">LG Semicon</p>
Wafer-Level Assembly	Molded Package	TCP Lead Frame
 <p data-bbox="335 1336 449 1361">ChipScale</p>	 <p data-bbox="696 1336 811 1361">Mitsubishi</p>	 <p data-bbox="1068 1336 1139 1361">Rohm</p>
 <p data-bbox="339 1481 449 1506">ShellCase</p>		

그림 6. CSP 패키지 형태

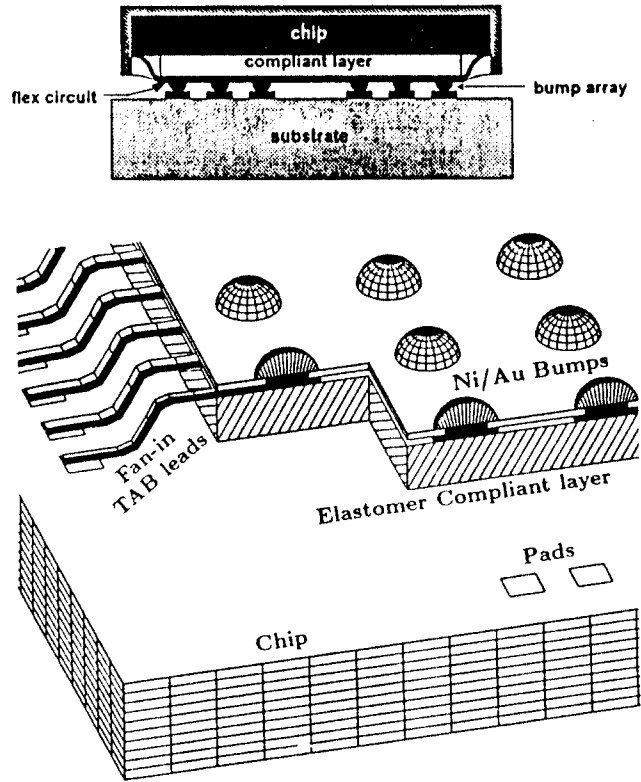


그림 7. Tessera사의 micro-BGA 패키지

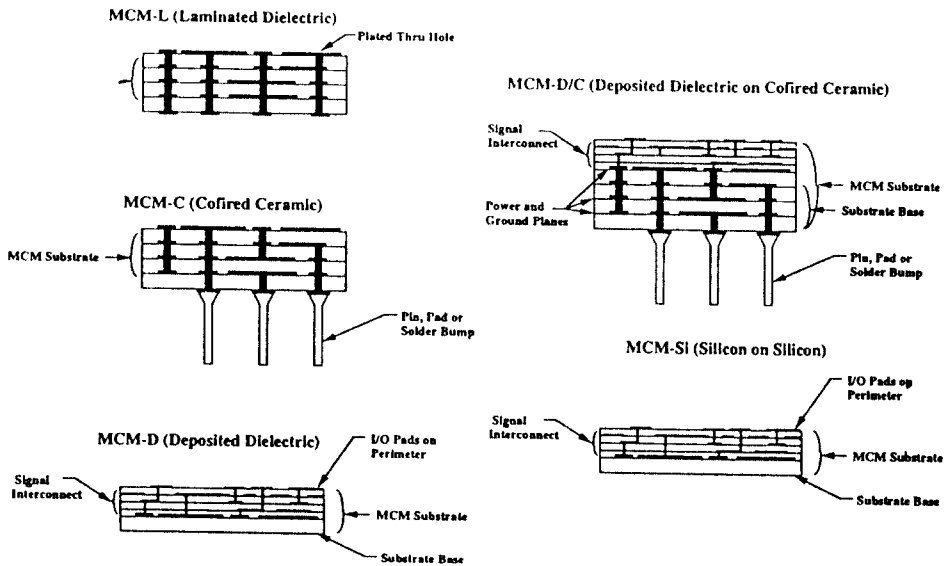


그림 8. 대표적인 MCM 제품 형태

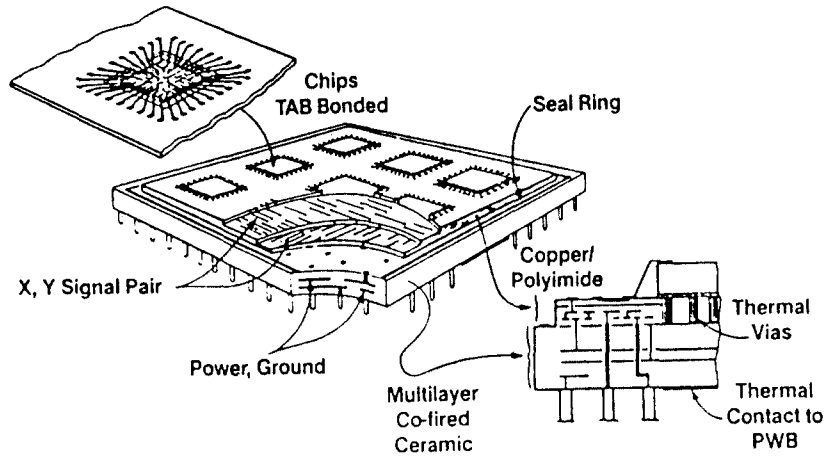


그림 9. MCM-D 패키지 제품 (미국 Honeywell 사)

<표 1> BGA 기술의 장·단점

장 점	단 점
1. 우수한 전기적, 열 적 특성	1. 솔더 연결 부위에 대한 신뢰성 확보
2. 높은 패키지 조립 수용	2. Reworkability와 시험성 확보
3. 높은 전기적 접속 밀도와 I/O 수	3. BGA 규격 확립
4. 다층기판과 MCM에 적용가능	4. 효과적인 BGA 결합 검사 방법 개발
5. Coplanarity 또는 Placement 문제점 등에 비교적 덜 민감	5. PBGA의 Popcorning 문제 해결
6. 패키지의 소형화, 경량화	

<표 2> CSP 패키지의 장·단점

장 점	단 점
1) 경박단소형	1) 개발중인 기술
2) 4면형 또는 면적 어레이(area array)형 I/O 모두 가능	2) 신뢰성 자료의 불충분
3) 베어 다이(bare die) 조립에 따른 크기와 성능 장점	3) 기판과 패키지 간의 열팽창 계수 차이에 의한 솔더 연결부위 파괴 문제
4) 우수한 전기적 성능 (짧은 lead 길이와 낮은 인덕턴스)	4) CSP 조립을 위한 고밀도 보드의 확보 어려움
5) 표면실장기술과 같은 간단한 보드 조립	5) 표면실장패키지 보다 높은 가격
6) 플립칩 기술과 표면실장기술의 장점	
7) BGA 기술보다 향상된 실장 밀도	
8) KGD (Known Good Die) 기술 가능 (테스트 및 burn-in 가능)	
9) 일반 패키지 기술 및 재료 사용 가능	

〈표 3〉 PCMCIA 종류

	Type I	Type II	Type III
용 도	memory expansion solid state mass storage for notebook	add I/O interrupt structure, cards to be used as I/O peripherals	accomodate large parts such as rotating storage media and wireless communication devices
제 품	DRAMs, SRAMs, flash EEPROM, and EPROM memory cards	modem/fax/modems, ethernet LAN adapters, sound cards, pager cards, GPSs	disk drives
두께 (mm)	3.3	5	10.5

〈표 4〉 MCM -L, -C 와 -D 비교표

	MCM-L	MCM-C	MCM-D
제조방법	동판 에칭 패턴	Green sheet 공정 스크린 프린트	스퍼터링, 도금 Photolithography
층 개수	10	20	4 - 6
선 폭/피치(μm)	100/250	80/150	25/75
비아 크기/피치(μm)	300 직경/1000	100 직경/250	50 정방형/150
유전체 상수	4.5	9.5	3.2
와이어 링 밀도	1	16	44
와이어 링 길이	1	0.25	0.15
신호 전달 지연도	1	0.36	0.13



백 경 욱

- 1979년 : 서울대학교 금속공학과
- 1981년 : 한국과학기술원 재료 공학과 석사
- 1989년 : 미국 코넬 대학교에 재료 공학과 박사학위
- 1982년~1985년 : KIST에서 재료 공학부 연구원
- 1989년~1995년 : 미국 General Electric 중앙 연구소 책임 연구원
- 1995년~현재 : 한국과학기술원 재료 공학과 조교수로 재직
- 관심분야 : 전자패키징 기술의 패키지 공정, 재료 및 신뢰성