

〈主 題〉

HYBRID I.C

윤 문 선
(단업산업(주) 영업부)

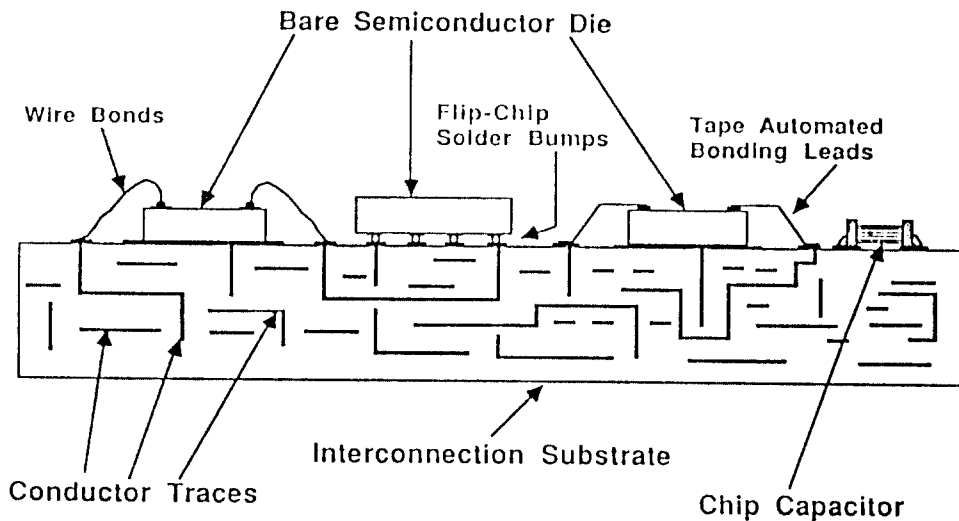
□차 례□

- | | |
|---------------|--------------|
| I. 개 요 | Ⅲ. HIC의 응용분야 |
| Ⅱ. HIC의 발전 방향 | Ⅳ. 국내 현황 |

I. 개 요

HIC(Hybrid IC)는 한개이상의 능동 소자와 한개이상의 수동 소자를 도체가 형성된 기판을 이용하여 상호 전기적 접속을 이루도록 한 것이라고 정의할 수 있다. 여기에 사용되는 기판의 재질을 epoxy계를 사

용한 것과 ceramic계를 사용한 것으로 대별할 수 있다. 전자의 것은 기판위의 도체를 동으로 하기 때문에 전기 전도성이 좋고 제조 코스트가 낮은 장점이 있다. 후자는 제조코스트가 다소 높은 반면 정밀 저항을 기판위에 형성할 수 있고 기판의 열전도성이 좋은 장점이 있다. 실리콘계를 기판으로 사용하는 것도 있다.



Cross-Section Illustrating Multichip Module Technology

그림 1. MCM 구조도

이것은 위 2가지 모두의 장점을 갖고 있으나 제조 코스트가 너무 높기 때문에 특수한 경우에 사용되고 있다. 세라믹위에 조성한 도체의 두께에 따라 후박HIC와 박막HIC로 구분한다. 이러한 HIC는 SYSTEM의 일부를 MODULE화하여 간단하고 소형화하는 방향으로 많은 발전을 거듭해오고있다. 모든 전자 장비 및 기기 들의 경박 단소 화가 요구되고 또한 전기적 특성이 복잡해짐으로서 이를 실현하기 위하여 여러 가지 측면의 기술이 발전되어 왔다. 이러한 기술 발전의 분야는 크게 4가지로서 전기적 성능의 개선, 신뢰성 향상, 경박 단소화 그리고 LOW COST화라고 할 수 있다. 이러한 여러 가지의 기술 요소를 복합화한 HIC를 MCM(Multichip Moudule)이라고 하며(그림 1 참조) 많은 연구가 진행되고 있다.

II. HIC의 발전 방향

전기적 성능의 핵심이 되는 능동소자는 개별소자로 시작하여 IC화 되면서 IC CHIP의 성능이 급격히 향상되어 가고 있다(표1참조). 과거 1994년도를 기준으로 2001년까지 I/O의 증가 측면에서 보면 같은 크기의 CHIP에서 I/O의 수가 기존의 600개에서 2000개까지 늘어나고 있다. 기존에는 CHIP의 I/O는 CHIP의 가장자리 4면에 돌아가면서 I/O PAD를 형성하였다.

그러나 같은 크기의 CHIP에서 I/O수가 증가하기 때문에 이 많은 I/O를 기존 방법과 같이 CHIP가장자리 4면에 I/O pad를 형성하는데에는 몇 가지의 문제가 있다. 기본적으로 CHIP의 가장자리에 I/O수에 해당되는 PAD의 공간 확보가 되지 않으며 CHIP의 active 영역에서 CHIP 가장자리까지 도체선을 끌어오기 위해서는 CHIP 내부적으로 도체선의 길이가 길어지고 복잡해짐으로서 CHIP의 기능적으로나 process 측면에서도 많은 어려움이 생기게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위해서 최근 개발되는 것이 BGA(Ball Grid Array)나 Flip Chip이다. 이것들은 CHIP의 전면적을 전체적으로 I/O Terminal로 사용할 수 있기 때문에 이러한 문제점을 극복할 수가 있게 된다. I/O의 증가로 인하여 이 CHIP을 HIC화하는 기판도 이를 수용할 수 있도록 향상되어야 한다. 그래서 최근 개발되어 지고 있는 것이 다층기판이다.

I/O의 수가 많다는 것은 그만큼 data line이 많다는 것을 의미하기 때문에 이 많은 선을 단면으로 처리하기에는 불가능하여 여러 층에 선들을 형성하고 그 층들을 한 개의 기판으로 만든 것이다. 이 다층 기판은 물론 많은 I/O의 처리를 할 수 있을 뿐만 아니라 그 도체선의 길이도 많이 줄어들어 HIC Module의 성능도 크게 향상된다. 그러나 CHIP의 성능이 향상되면서 그 CHIP에서 발생하는 열의 량도 많이 증가하게

〈표 1〉 IC CHIP ROADMAP
SRC PACKAGING ROADMAP - IC CHIP DESCRIPTIONS

	1994	2001
CMOS(Gate Array & MPU)		
I/O	1.7 (2.0)	2.5
Power (Watts)	600 (1000)	2000
Rise Time (PS)	15 (50)	60(120)
Switching Lines		
Voltage	700 (200)	150
#Lines (MPU)	3.3(2.1)	1.6
Bipolar (Gate Array)		
Size (CM)	128(256)	400
I/O	2.2	2.5
Power (Watts)	600(1000)	2000
Rise Time (PS)	60(100)	200
	100(75)	40

Note : Average Anticipated Values shown
Maximum Value for Small Number of Devices Shown in "()"

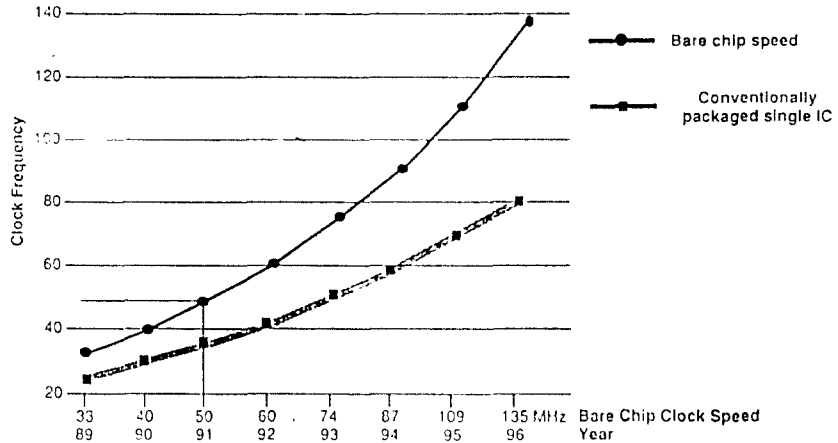
〈표 2〉 재료별 열전도도

MATERIAL	THERMAL CONDUCTIVITY W/cm °C	THERMAL EXPANSION COEFFICIENT ×10 ⁶ /°C
GaAs	0.44	0.5
Si	1.45	2.6
Cu	4.0	17.0 (19.7)
Mo	1.5	5.0
W-Cu (90-10)	1.9	6.5
Kovar (alloy 42)	0.017	5.3 - 5.8
AL ₂ O ₃	0.26 - 0.37	6.9 - 7.6
BeO	2.34	7.6
Sic	0.7 - 2.7	3.7
ALN	0.7 - 3.2	3.3
AuSn (eutectic solder)	0.57	15.9
AL	2.1 - 2.3	23 - 25.2
Conductive Epoxy	0.006 - 0.06	45 - 90
Unloded Epoxy	0.001 - 0.01	20 - 90
Silver-Glass Adhesive	0.78	15 - 19

된다. 그래서 그 기판의 방열역활도 필요하게 된다. 표1에서 보인 바와 같이 CHIP의 POWER 측면과 BIPOLAR의 경우 60W에서 200W로 또한 CMOS의 경우에도 기존의 15W에서 60W까지 증가하고 있다. 이렇게 단위 면적당 POWER가 커짐에 따라 여기에서 발생되는 열을 1차적으로 방출하기에 제일 용이한 것이 기판이다. 만일 기판의 열전도율이 좋은 경우에는 CHIP에서 발생되는 열의 상당 부분이 비교적 넓은 기판을 통하여 쉽게 방출이 가능하기 때문이다. 그래서 thermal management 측면에서 다층기판의 재료를 무엇으로 사용하느냐 하는 것은 DEVICE에 따라 설계시 고려되어야 한다. 따라서 system 측면은 물론 기판의 재질에 관해서도 많은 연구가 되고 있다. 표2. 재료별 열전도도 Clock Rate도 80년도 초에 수 MHz이던 것이 90년초에는 수십MHz (Motorola 68030 50MHz, Intel 80486 33MHz)로 되었으며 지금은 100MHz 이상이 나오고 있다. Clock Frequency가 증가함에 따라 기존의 packaging 기술로는 그 성능을 충분히 발휘시킬 수 없다. 표 2 에서 보는 바와 같이 50MHz 에서 기존의 packaging으로는 약 75%정도의 성능밖에 발휘시키지 못하고 있다. 이것은 많은 I/O 에 따른 도체선의 길이와 interconnection 방법에 의한 parastic 특성 때문이다. 그림2참조

다기능의 HIC에서 한개의 IC를 사용할 수도 있겠으나 대부분 많은 IC를 사용하게 된다. 기존에는 수십개의 IC를 주로 사용하였으나 최근 그 수가 점차적으로 증가하여 수백개를 사용하는 경우가 생기게 됨으로서 최근 연구하고 있는 것이 KGD(Known Good Die)이다. 수백개의 IC를 한개의 module로 만들었을 때 그중 한개의 IC만 불량이라하더라도 module전체가 불량이 되어 버린다. 특히 IC의 aging 특성이 문제가 된다. 그래서 CHIP상태에서 확실히 aging특성이 양품인 CHIP의 선별이 중요하다. 이것을 어떤 방법으로 선별하느냐 하는 것이 관건이다. 이 방법에 관해서도 여러 가지로 개발되고 있으며 이것을 전문으로 하는 서비스도 활성화되리라 예상된다. 이러한 복잡한 HIC module에서의 신뢰성에는 여러 가지의 요인이 복합화 되어 있다. 이미 위에서 언급한 thermal management 측면과 KGD사용은 물론 interconnection 방법에도 많은 영향을 받는다. interconnection은 대부분 두가지의 서로 다른 물질이 접속되는 것이기 때문에 시간이 지남에 따라 서로 다른 물질의 특성 차이로 인하여 접속 부위에 이상이 생기게 된다. 그래서 가능한 한 interconnection의 수를 최소화 하는 것이 신뢰성을 좋게 하는 방법 중의 하나이다. 예를 들어 기존의 SMT방법과 Wire Bonding 방법을 비교하면

INTERCONNECT PERFORMANCE GAP



At 50 MHz, packaging and PC board technologies cause a 25% penalty in system performance.

그림 2. CLOCK RATE

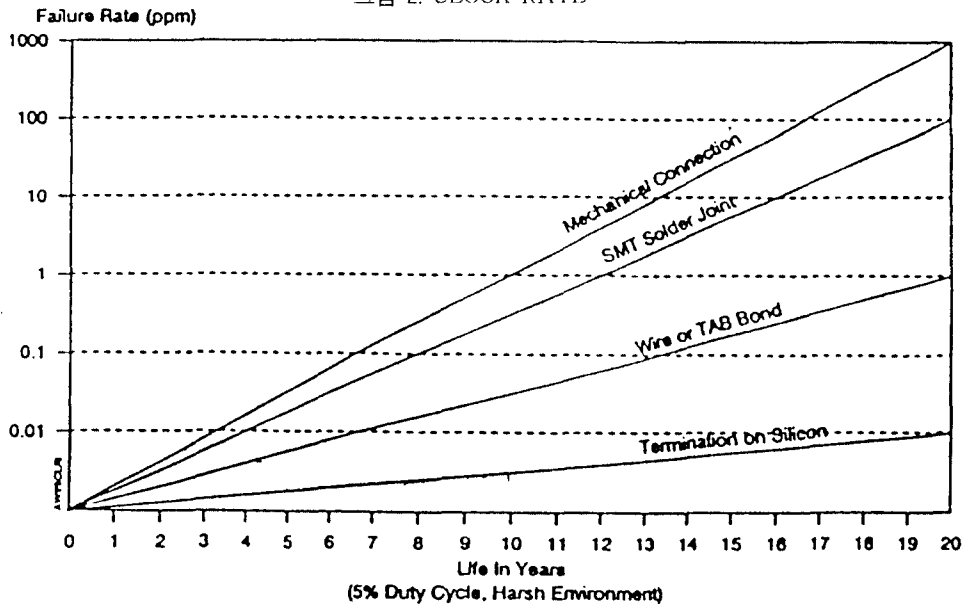


그림 3.

Wire Bonding 방법이 SMT방법보다 interconnection의 수가 반정도로 줄어든다. 또 Chip에 직접 termination 하는 경우에는 wire bonding방법보다 그 수가 반 이하로 줄어들 수 있다. module의 life time을 20년으로

볼 때 그 failure rate는 SMT의 경우 100ppm, wire bond의 경우 1ppm, Chip에 직접 termination한 경우 0.01ppm으로 단계별로 각 100배의 차이가 있다. (그림 3 참조) 또한 이와 같은 interconnection의 방법에

따라 그 크기가 수백배 까지도 축소될 수 있다. 14pin DIP IC를 사용하는 것에 비해 SMD를 사용할 경우 약 40%의 축소가 가능하며 이것을 MCM화 할 경우 200-500% 까지 축소가 가능하다. 이와 같이 다기능적인 육구, 고신뢰성의 육구 그리고 경박 단소 화의 육구가 갈수록 심화되고 있기 때문에 다층기판의 재료와 제조 공법, interconnection 방법, thermal management 측면의 연구가 활발히 진행되고 있다.

III. HIC의 응용 분야

HIC는 Hybrid의미 그대로 복합적인 것이기 때문에 그 응용 분야는 다양하다고 볼 수 있다. 특히 복합화된 MCM의 경우에 그 시장 규모도 매년 100%의 신장을 보이고 있다.(그림 4 시장 성장추이). 산업 분야 별로 시장 규모를 분류하면 그림 5 (산업 분야별 시장규모)와 같다. 고신뢰성과 경박 단소화로 인하여 military나 aerospace분야는 일정하게 25%정도를 점유하고 있으며 최근 mainframe과 supercomputer 그리고 workstation의 증가로 이 분야의 점유율이 증가하고 있다. 경박산소로 인한 회로집적도가 높아감에 따라 단위 부피당 열량 발생이 높은 SMPS도 세라믹을 활용한 ON BOARD형태로 설계, 제작되고 있다.

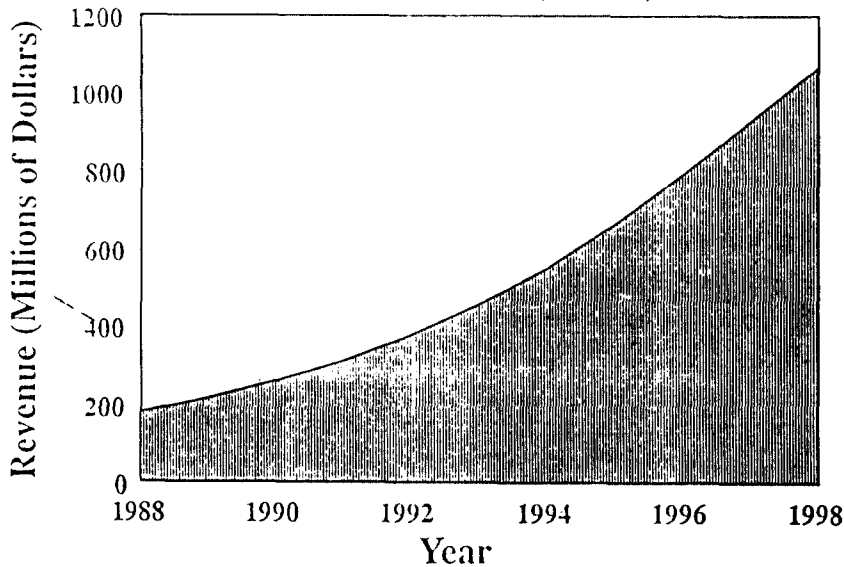
IV. 국내 현황

80년대초 국내 전자 산업 및 통신 산업 분야에 HIC가 소개되면서 제측 장비용 정밀 저항 분배기나 가전제품용 Focus 저항과 수입 교환기에 필요한 Fusible 저항체들을 선진국에서 수입한 제품을 그대로 모방해서 만들기 시작했다. 그후 국설 교환기 TDX-1 을 개발하면서 HIC 10여종을 국내 엔지니어가 설계하고 생산하여 이들 제품을 각종 환경 시험을 통해 개량 개선해 옴으로서 많은 기술 축적을 이루어 이제는 내용량 교환기인 TDX-10A에 필수품으로 자리잡았다. 현재는 일반 산업 기기 및 민수가전제품용 주문형 HIC 뿐만 아니라 ATM 교환기와 이동 통신 단말기에 사용되는 Module 도 자체 설계, 생산 단계에 이르고 있다.

1) 기술동향

고 신뢰도, 고 정밀도를 요구하는 안정화된 제품에 수 GHZ에 이르는 고주파 신호처리를 수행해야 하는 위성체 및 방위산업용 HIC를 개발함에 있어 상기한 MCM 제조기술과 질소 분위기 내의 동박 제품 제조 기술의 개발에 각 제조 업체마다 집중투자를 하고 있

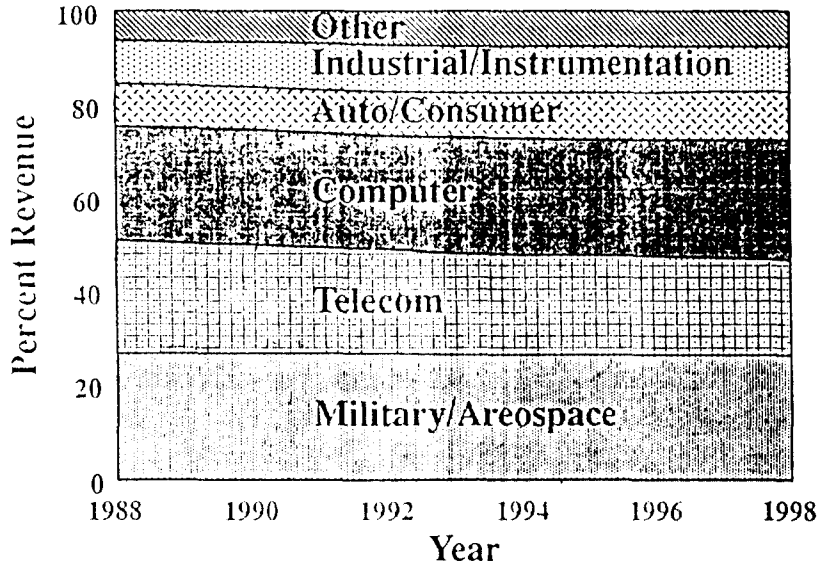
Total MCM Market:
Revenue Forecast (World)



Source: Market Intelligence, Mountain View, CA

그림 4. 시장 성장추이

Total MCM Market: Percent of Revenues by Application (World)



Source: Market Intelligence, Mountain View, CA

그림 5. 산업분야별 시장규모

다. 또한 학회를 통하여 재료분야 연구와 제조공정의 신뢰도를 높이는 기술을 발표하고 있는 산학 협조 체제를 발전시키고 있다.

2) 시장 동향

국내 교환기 시장의 급성장에 힘입어 HIC 시장도 84년 이후 93년까지 연간 180% 이상 고성장을 유지해 왔으나 교환기 시장의 성장 둔화에 따라 최근 HIC 시장 성장세도 정체기를 보이고 있다. 그러나 이동 통신 단말기용 부품 개발과 산업민수용 제품에 HIC의 확대 적용으로 소요량이 늘어나고 있으며 항공위성체용과 방위산업에 소요되는 고부가가치 부품 개발에 주력하고 있어 시장의 규모는 지속적 성장을 유지할 것으로 보인다.

3) 대외 경쟁력 동향

그 동안 국내 HIC 시장의 급 성장추세와 제조공급보다 수요분야의 확대추세로 인하여 국내 제조업체들은 꾸준한 매출신장을 누려왔다. 따라서 생산기술분야의 양적 팽창에 대응하는 자동화 및 수율 향상등 생산성 향상에 대한 투자는 활발히 진행되어 유사 제품류의 수출에 필요한 경쟁력은 키워왔으나 재료분야

와 신 기술 도입에는 투자가 저조한 편이다. 그러나 최근 학계와 협조하여 원재료분야의 연구개발 활동이 활발하게 이루어지고 제조에 신 기술개발을 통한 실험발표가 활성화되고 있어 향후 대외 경쟁력의 전망은 밝다고 본다.

윤 문 선

- 1986년 2월 : 경희대학교 전자과 졸업
- 1986년 3월 : 단암산업(주) 입사
- 1996년 10월 : 단암산업(주) 영업부 근무중