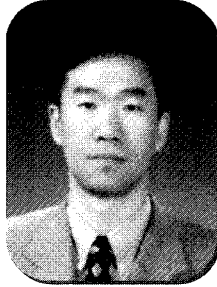


## 반도체 패키지 응용과 변화



◦ 조철내 ◦

삼성 테크인  
반도체패키지개발팀 책임연구원

현재 널리 사용되는 PC, DVD player, 휴대폰, 에어백 등 제품은 모두 전자공학(electronics)과 RF/Wireless, Photonics과 MEMS가 기본기술이다. 제품 및 반도체 패키지의 발전방향과 변화를 예측하기 위해서는 먼저 시스템 기술을 알아야 할 필요가 있고, 시스템 기술의 발전방향을 예측하므로써 반도체 패키징 업체나 반도체 부품업체 들의 개발방향을 알 수 있다. 따라서 먼저 반도체 전자공학, RF/Wireless,

Photonics, MEMS의 4가지 시스템 기술에 대하여 탄생배경과 발전에 대하여 살펴보고, 이 기술들이 조합되어 제품으로 나타났거나 조합된 제품을 구현하기 위하여 필요한 COF(chip on film), Smart Card, Vision 패키지에 대하여 알아보려 한다. 그림 1은 4가지 기술이 시스템 기술을 이루고 있는 모습을 보여주고 있다.

### 1. 시스템(system) 기술과 그 동향

#### 1.1 반도체 전자공학

반도체 전자 공학의 급격한 발전은 트랜지스터의 발명으로 시작되었다. 반도체 전자공학의 급격한 발전을 가능케 한 3가지 발명이 있다. 1949년에 Bratt ain, Bardeen과 Shockley에 의해 트랜지스터가 발명되었고, 1959년에 평면 트랜지스터 기술이 Bob Noyce에 의해 개발되고, 그 해 처음으로 두개의 트랜지스터와 한 개의 저항을 연결한 첫번째 IC가 Jack Kilby에 의해 개발 되므로써 반도체 전자 공학의 개혁이 시작되었다. 트랜지스터가 모든 제품의 90% 이상을 차지하고 있다.

1965년에 Moore는 전자잡지에 실리콘 칩의 회로 수는 18-24개월마다 2배로 늘어난다고 예측을 했다.

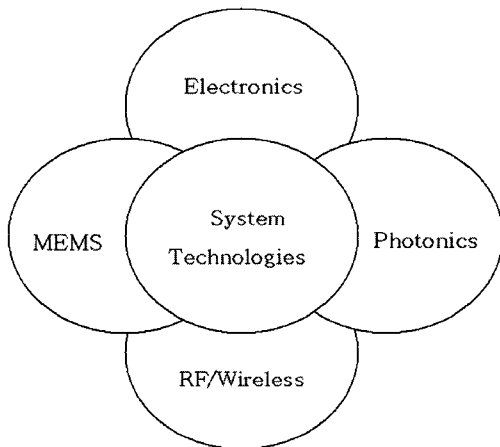


그림 1. 시스템 기술 구성.

만약 Moore의 예측대로면 칩 메이커는 실리콘 칩에 트랜지스터를 2배로 늘리게 되는 것이다. 펜티엄칩의 선폭은 현재 약 0.15um를 가지고 있고, 각각의 절연층도 매우 얇아져서 약 65nm정도이다. Moore의 법칙이 현재 양자 역학적으로 전기적 단락등을 이유로 많은 논란을 일으키지만 현재의 기술 추이로 보아 매우 근사적으로 나가고 있는 것을 볼 수 있다. 그림 2는 Moore가 예측한 실리콘 칩에서 IC의 집적도를 보여주고 있다. 직선화살표가 Moore의 예측치이다. 한 실리콘 칩에서 IC수의 증가는 신호의 입출력, data 처리등을 고속화시킬 수 있다.

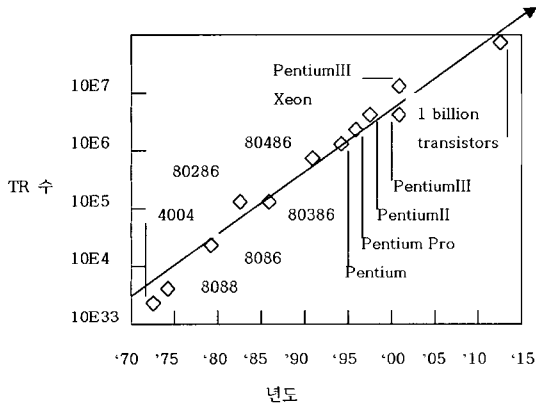


그림 2. Moore의 법칙을 나타낸 IC 집적도.

### 1.2 RF and Wireless

현재의 제품 추세는 무선과 휴대형으로 바뀌고 있다. 무선의 발명은 1901년 Marconi에 의해 발명된 이래로 시작되었고 오늘날의 휴대폰의 기초적인 기술이다. 이러한 기술은 산업계의 AM/FM 라디오에서 위성 방송까지 확대 적용되고 있다. 그림 3은 전파가 사용되고 있는 영역을 보여주고 있다.

무선의 주요장점은 시간과 때를 구분하지 않고 사용할 수 있다는 것이다. 휴대폰처럼 어디든지 가지고 다닐 수 있으면 편리성이 확보되어 무선화가 가능할 것이며 시스템 패키징의 진정한 의미라고 볼 수 있다. 하지만 무선 기술이 통신 외에 급격하게 팽창하는 부분은 자동차의 GPS(global positioning

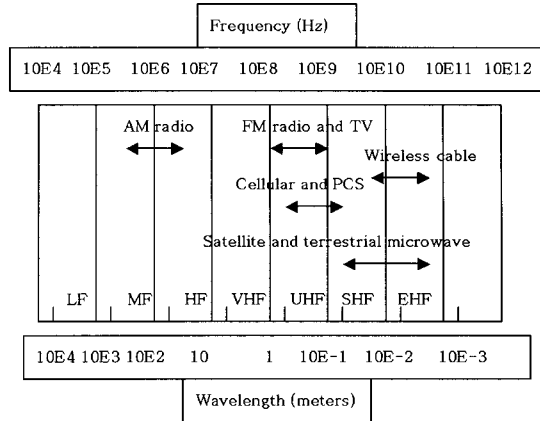


그림 3. RF/Wireless 응용.

systems)나 레이더를 토대로 충돌을 피하기 위한 장치로 현재 많이 사용하고 있고, 또 다른 응용은 tollgate등에서 전자 화폐등 지불수단으로 이용되고 있다. RF의 개발로 휴대폰, smart 카드 등 무궁무진한 산업이용 items들이 늘어나고 있는 추세이다.

### 1.3 Photonics

1970년에 코닝사가 투명 섬유를 만들고 Bell 연구소에서 실온에서 작동하는 반도체 laser를 발표하면서 광섬유 통신의 가능성을 나타내었다. 이러한 발명은 오늘날의 인터넷 통신망의 기초기술이 되었고, 또한 인터넷이 엄청난 규모로 팽창할 수 있는 계기가 됨과 동시에 이 인터넷의 보급으로 많은 새 사업들이 생겨나고 있다. 초고속 인터넷 망이 연결 되므로써 게임, 화상 통신 등의 실현이 가능하게 되었다. 섬유보다 나은 물리적 매개체는 없고, 인터넷과 같은 새로운 요구에 대하여 빛보다 나은 신호원은 없다. 따라서 광 네트워킹 기술은 초당 메가 비트(bit)에서 초당 기가 비트까지 가능하게 했다. Laser의 광자 방출은 초당 1Pb(10E15b/s, 1bit=10photons)까지 검출할 수 있다. 설비기술은 시간에 따라 광섬유의 한계를 극복하기 위해 더욱더 발전하고 있고, WDM(wavelength-division multiplexing)으로 같은 섬유에 다른 색의 빛의 수송을 가능하게 하고 있다. 이것은 또 다른 차원의 대역폭(bandwidth)이 세분화되

고 용량이 증가 되므로써 데이터 전송용량을 더욱더 확대할 수 있다. 현재 시스템에서는 100channel로 1Gb/s/channel 전송이 가능하나 2010년이면 같은 channel수로 10Gb/s/channel이 가능하다. 주파수 대역폭의 증가는 광물질에 더 많은 기능을 부여할 수 있게 하고 용량도 더 크게 가져갈 수 있다. 따라서 광이 차세대 네트워크모델로 중요한 역할을 할 것이다.

#### 1.4 MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems)

사람의 눈으로도 볼 수 없고, 모래알 보다 작은 크기에서 기어가 돌아가는 구조체를 만드는 기술이 MEMS이다. 이것은 반도체 제조기술을 활용하여 2차원인 아닌 3차원의 구조를 시현하는 것으로 반도체 일괄 공정에 의해 제작되는 MEMS 센스는 신호처리회로와 동일 칩에 집적화 시키므로써 자기진단, 연산 및 디지털 신호 출력의 기능을 가진다. 이것은 저가격 고신뢰성 초소형 패키징 가능한 특징을 갖고 있다. 고집적 마이크로 센서는 다수의 MEMS센서와 신호처리회로가 하나의 실리콘 칩에 집적된 초소형 복합 감시 시스템으로 압력, 속도, 위치, 자세 등 물리량과 화학적 성분 등 주변정보를 수집 분석하여 필요한 정보를 출력하는 정보수집 센터의 역할을 하는 것이다. MEMS 센스의 상용화는 먼저 자동차 엔진 제어용 압력센서에서부터 시작되었으며, 압력, 유속 엔진 제어 시스템, 가속도, 각속도를 감지하는 ABS시스템, Traction, 후륜 제어 시스템 등의 압력센서와 가속도 센서가 가장 큰 시장을 형성하고 있고, 자동차 이외의 생체의 다양한 정보를 제공하기 위한 bio-mechanics와 bio-medical용 음향기기 이미지 등의 가전기기용 및 빛을 이용한 통신등 광범위한 응용 분야를 가지고 있다.

## 2. 패키지 응용

시스템이란 위에서 언급한 4가지 제품들을 일컬으며, 이 4가지를 하나로 묶어 기능을 갖게해주는 것이 바로 패키징으로 정의된다. 패키징은 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 시스템 패키징과 IC 패키징으로 나눌 수 있다. IC 패키징은 칩을 lead frame이나 tape

같은 substrate에 전기적 연결을 시키고 외부의 충격에 견디게끔 밀봉 포장해주는 단계까지를 말하며, 시스템 패키징은 PWB(printed wiring board)에 패키징된 IC나 저항(resistor), 커패시터(capacitor), 인덕터(inductor) 등을 연결시키고, 제품까지 완성하는 것을 의미한다.

20세기까지만 해도 패키징을 이루는 요소요소 기술들이 모두 분할되어 각각의 특색을 갖추고 있었고, 그 특색에 맞추어 회사들이 생겨났다. 하지만 21세기에 들어오면서 제품들의 기능이 다양화되고, 빨라지며, 작아지므로써 제품을 만드는 것이 매우 까다로워짐과 동시에, 또한 가격경쟁이 심화되어 점차 완성품을 제조 및 제공업체들이 늘어나고 있다. 가격경쟁력측면에서 완성품들을 요구하는 COF, Smart Card, Vision 패키지에 대하여 제품변화와 패키징 방법에 대하여 알아본다.

#### 2.1 COF(Chip on Film) 패키지

액정을 이용한 평면 디스플레이 장치를 구동 또는 제어하기 위하여 필수적인 IC를 필름에 본딩한 상태를 말하며, 일반적으로 미세 피치에 대한 칩과 필름과의 본딩은 flipchip공법으로 진행되고 있다. TCP(tape carrier package)에서 COF 그리고 COG(chip on glass)기술로 발전하고 있다. TCP 구조와 COF 구조를 비교하고 패키지의 발전방향에 대하여 알아본다. TCP구조는 그림 4에서 보는 것처럼 Base film(폴리이미드 등), adhesive(접착필름), copper(구리)로 3층 구조를 이루고 있다.

구조에서 보는 것처럼 폴리이미드(film)을 펀칭을 해야 하며, 구리가 허공에서 칩과의 범프와 본딩을 하기 때문에 구조적으로 취약한 면을 가지고 있고, 3

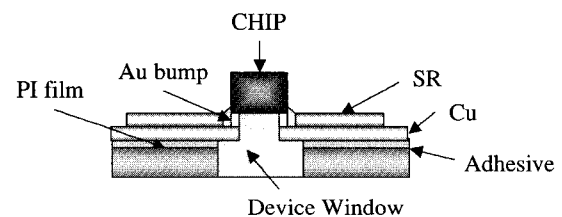


그림 4. TCP 패키지 구조.

층이므로 제품의 모든 것이 얇아짐에 대한 대처능력이 떨어진다. 또한, 기계적인 가공이 필요한 부분이 요구 되므로써 미세패턴 구조에서도 한계를 가지고 있고, 만약화학공정을 거친다고 하여도 공정이 매우 복잡해질 수 있다. 또한, 필름의 가공으로 연속성과, 접착제 및 두꺼운 폴리이미드(70um) 소재와 구리(18um) 소재를 사용하므로써 구부러짐 성에 취약한 단점을 가지고 있다. 따라서 이와 같은 단점들을 보강하기 위하여 그림 5에서 보는 것처럼 COF 구조가 개발 되었다. 아래 그림과 같이 TCP구조에서 접착층이 없는 구조로 2층 구조를 가지고 있다.

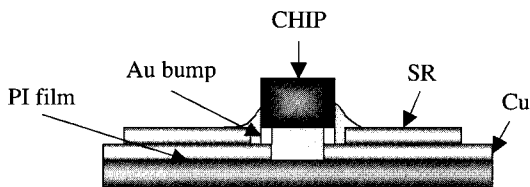
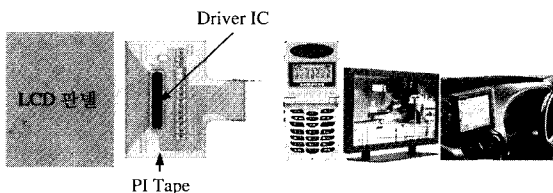


그림 5. COF 패키지 구조.

이 구조에서는 폴리이미드를 가공할 필요가 없어 공정도 단순할 뿐만 아니라, 소재의 두께를 매우 얇게 가져갈 수 있으므로 미세패턴형성도 가능하다. 필름 소재에 구리가 밀착되어있으므로 본딩을 위한 구조상으로도 상당히 안정한 구조임을 볼 수 있다. 하지만 단점으로 구리와 폴리이미드와의 직접적인 결합으로 신뢰성부분에서 문제가 있을 수 있다. 현재 소재 업체들이 접착력 개선을 위하여 구리표면에 아연 및 크롬을 가미하여 접착력 개선된 제품들을 출시하고 있다. 이렇게 접착력이 개선되면 앞으로



〈COF에 의한 LCD 구동 모양〉 〈사용제품 예〉

그림 6. COF가 LCD 패널에 접합된 모습과 제품응용 예.

TCP 형태의 패키지는 사라지고, COF 패키지가 정착 될 것이다. 그림 6은 COF가 LCD panel에 적용된 모습을 보여주고 있다. 현재 대다수의 기기들은 LCD가 부착되어있고, 이기기들을 구동(driver) IC가 구동하고 있어 수요적인 측면에서 COF사업이 급격하게 팽창할 것이다. COF에 대한 부속부분을 보면, 칩, 범핑, 필름소재, 필름 가공등 부분에서 매우 성장성이 높을 것으로 주목되고 있다. 성장성과 기술적이 면에서 미세패턴화가 뒷받침될 필요가 있다. 표 1은 LDI(LCD Driver IC) 패키지의 변화에 대한 모습을 보여주고 있다.

표 1. LDI 패키지 roadmap.

구분(um)		2001년	2002년	2003년	2005년
칩	디자인	0.45	0.35	0.25	0.15
	격용	8bit	16bit	18bit	32bit
패키지	내선 피치	40	35	30	20
	본딩방법	ACP/NCP	ACP/NCP	ACP/NCP	NCP
본딩형식		Flip chip	Flip chip	Flip chip	Flip chip
범 프	형성방법	전기도금	전기도금	전기도금	무전해도금
	Wafer size(")	6"	6"	8"	8~12"
테이프	원소재	Kapton	Kapton/Espanex/Upilex		
	도금물질	Sn	Sn	Sn	Au or alloy

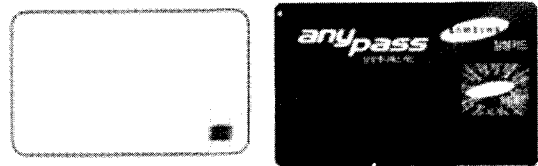
## 2.2 스마트 카드(Smart Card) 패키지

기존에 사용하고 있던 MS(magnetic stripe) 카드의 사용이 점차 보편화되고, 이에 따른 보안, 손실 등 문제점들이 대두됨에 따라 보다 안전하고 다양한 기능을 수행할 수 있는 대체 수단이 필요하게 되었다. 현재의 스마트 카드는 1968년 Jergen Dethoff가 마이크로프로세서(microprocessor)의 휴대수단으로써 IC카드에 대한 개념을 제안하고 이를 1974년 프랑스의 Roland Moreno가 최초 형상화하여 탄생하였다. 스마트 카드는 그 적용 범위에 따라 다양하게 사용된다. 스마트 카드는 마이크로프로세서, 카드운영체제, 보안 모듈, 메모리 등을 갖춰 특정 업무를 처리할 수 있는 능력을 가진 IC칩을 내장한 신용카드크기의 플라스틱카드로 명명하고 있다. 기능이 강조된 카드에 대하여 마이크로 프로세스카드, CPU 카드 등 용어를 사용하지만 통상은 스마트 카드라고 명명한다. 스마트 카드의 종류는 크게 접촉식(contact card), 비접촉식(contactless), 콤비(combi), 하이브리드(hybride) 카

드로 나눌 수 있다. 간단하게 각각을 보면 접촉식 카드는 카드를 단말기에 삽입했을 때, 이를 감지하는 인터페이스 장치와 카드의 접점이 접촉하면서 활성화되는 방식이고, 비접촉식 카드는 카드의 내부에 IC 칩과 안테나 코일이 부착되어 있어 무선 주파수 신호를 수단으로 통신하는 것이다. 현재 이 무선 주파수를 빠르게 가져가므로써 필요시 거리에 대한 제한을 두지않는 것도 개발하고 있다. 콤비카드는 카드하나에 메모리 하나를 사용해 접촉/비접촉식의 기능을 모두 지원한다. 내부 자원 공유를 통한 하나의 운영체제로 접촉/비접촉식 카드에 모두 사용할 수 있는 장점이 있지만, 반대로 공유되는 메모리 영역이 훼손당할 경우, 접촉/비접촉식의 카드 기능이 모두 마비된다. 하이브리드카드는 하나의 카드안에 접촉식카드와 비접촉식 카드가 독립된 형태로 존재하는 것을 말한다. 콤비카드의 단점을 보완한 카드이다.

집적회로(IC) 기억 소자를 장착하여 대용량의 정보를 담을 수 있는 미래형 선불카드 또는 IC 카드(integrated circuit card)라고도 하며, 일반적으로는 국제표준화 기구(ISO)에서 표준화하고 있는 신용카드와 똑같은 형태이다. 자기 카드와 비교할 때, 매우 큰 기억 용량과 고도의 기능 및 안정성을 지니고 있다. 이 카드는 의료보험증을 비롯하여 각종 신분 조회가 가능하도록 설계되어 있다. 현재 우리나라가 추진하는 스마트 카드를 주민등록사업에 확대하는 것도 이런 맥락에서이다. 스마트 카드기능 및 내부 구조면에서 분류하면 대체로 다음과 같은 3종류로 나눌 수 있다. 1) 메모리형 스마트카드 : 마이크로프로세서가 내장되지 않은 스마트 카드로서 공중전화카드나 물품 구입권 같이 유가증권으로 취급될 수 있는 분야에 주로 사용하는 메모리외에 보안장치(security logic)가 포함된 방식이 있고, 의료 보험증과 같이 순수 데이터 보관용으로서 단지 메모리만 내장된 방식도 있다. 메모리로는 주로 EEPROM을 사용한다. 2)마이크로프로세서 내장 스마트 카드 : 마이크로 프로세서와 메모리를 내장하여 판단, 연산, 데이터 보호등 고도의 기능을 수행할 수 있다. 3)대화형 스마트카드 : 마이크로 프로세서, 메모리, I/O 프로토콜, 응용프로그램을 내장하여 정보의 쌍방향 전달을 할 수 있다.

스마트 카드의 발전은 GSM SIM(group special mobile, subscriber identity module)을 중심으로 보급과 다양한 운영체제의 등장이라고 할 수 있다. 최근에는 windows를 이용한 다양한 응용카드의 개발이 진전되고 있으며 그 표준화에 관련되어 ISO 7816과 ISO 14443 표준의 확립은 카드간의 호환성을 가능하게 해 주어서, 이러한 운영체제를 이용한 다양한 응용카드 시장을 촉진시키고 있다. 스마트 카드의 성장속도는 전체시장 규모가 1999년부터 연 평균 30% 이상 성장하며, 2004년에는 그것의 네 배에 달할 전망이다. 그림 7은 스마트 카드의 내부구조와 이용제품에 대하여 나타내었다.



〈스마트 카드 제품내부 구조〉 〈smart card 이용한 제품〉

그림 7. 스마트 카드의 구조와 응용.

카드크기는 가로 54mm×86mm×0.76mm이고 구조는 접속단자, IC칩, 플라스틱카드로 구성되어 있다. 패키지 관련하여 스마트 카드 구조에 대하여 살펴보면 주파수 응답을 할 수 있는 구리선 또는 알루미늄선과 플립칩 형태로 구리선과 연결된다. 그림 8에서와 같이 패키지 구조는 매우 단순한데 범용으로 사용하기 위해서는 가격적인 면에서 소재선택과 substrate 제작 시 와이어 선폭, 칩 가격 등이 대두되고 있다. 아직까지 스마트 카드가 보편화되지 않은 상황에서 칩가격이 전체의 60~70% 차지하고 있는 실정이다. 스마트 카드 패키지에서는 가장 실용적이고 값싸게 만드는 것이 우선시되고 있다.

### 2.3 Vision 패키지

인터넷 시대에 화상통신을 가능하게 만드는 것이 카메라 폰이다. 이 카메라 폰은 렌즈를 지지해주는 부분이 있고, 그 밑에는 IR 유리가 놓여있어서 적

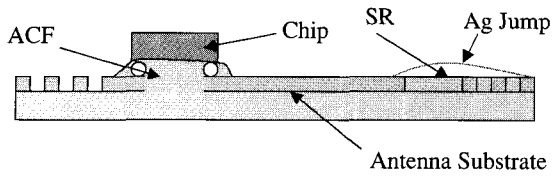
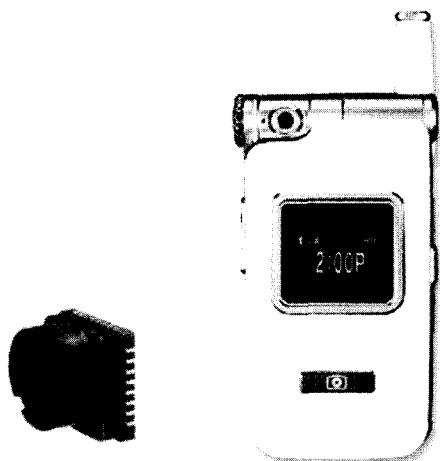


그림 8. 비접촉식 스마트 카드 패키지 구조.

외선을 차단해 주는 역할을 한다. 즉, 우리가 볼 수 있는 색깔인 빨간색에서 보라색까지의 파장영역만 투과시키는 것이다. 이 IR 유리 밑에 피사체를 인식하는 칩이 놓여있다. 디지털 카메라의 칩이 피사체를 인식하여 LCD 창에 화상으로 구현된다. 조금 더 자세하게 이에 대한 내용에 대하여 살펴보면, 피사체의 각 부분에서 반사되는 빛이 카메라의 렌즈에 도달하고, 도달한 빛은 렌즈에 의해 초점이 맞추어져서 IR 유리를 투과하여 칩에 도달하게 된다. 이 칩은 수많은 픽셀(pixel)로 이루어져있고, 이 픽셀 하나 하나에 도달한 빛이 칩 내부에서 전자를 생성하게 하고 이 전자들이 증폭되어 다시 신호화 되어 화상으로 환원되는 된다. 그림 9는 카메라 폰의 모듈과 그의 휴대폰에 장착된 모습을 나타내고 있다.

칩에는 두 가지 종류가 있다. 하나는 CCD(charge



〈카메라 모듈〉 〈카메라 모듈이 제품에 장착된 모습〉

그림 9. 카메라 폰 모듈과 응용.

coupled devices)이고 다른 하나는 CMOS(complementary metal oxide semiconductor)라고 한다. 이전에서는 CCD는 고해상도에 비싼 용도로 사용되어 왔고, CMOS는 저해상도에 싼 용도로 인식되어왔다. 이 해상도는 픽셀의 수에 따라 CIF(320×240), VGA(640×480), SVGA(800×600), 100만, 200만의 다양한 종류로 나눌 수 있다. 조립에서 가장 조심해야 할 부분이 공정 중에 먼지 등이 칩 위에 묻지 않도록 해야 한다. 현재 CMOS도 많은 부분 개선되어 100만의 해상도를 가질 수 있다. 소비전력이나 제조원가 측면에서 CMOS가 매우 유리하기 때문에 디지털카메라는 거의 모두 CMOS 칩을 사용한다. 카메라 폰의 단면 구조는 그림 10과 같다.

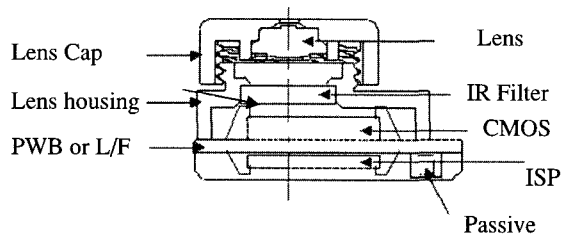


그림 10. 카메라 폰 패키지 구조.

카메라 폰 패키지 구조에서 CMOS 칩과 ISP(image signal processor)의 접합은 현재 와이어 본딩 방식으로 진행하고 있다. 하지만 휴대폰의 크기가 점차 작아지므로써 여기에 맞추어 패키지 크기도 점차 줄어들고 있다. 응답속도 및 패키지 크기를 줄이기 위하여 플립칩 형태로 변화되고 있는 추세이다. 카메라 폰은 IC, Photonics, RF/Wireless가 결합된 기술이며, 향후 피사체 감지 측면에서 MEMS까지 결합될 것이다.

앞으로도 반도체 전자공학, RF/Wireless, Photonics, MEMS의 4가지 시스템 기술을 접목한 새로운 제품과 기존 제품에서 편리성 및 안정성이 확보된 제품들이 나타날 것이고, 제품에서 요구하는 빠른 연산, 빠른 응답속도, 소형화 추세에 맞추기 위하여, COF, 스마트 카드, Vision 패키지에서 적용한 것처럼 패키

지구조도 와이어 본딩 구조에서 플립칩 구조로 바뀌  
게 될 것이다.

### 참고 문헌

- [1] Rao R. Tummala. "Fundamentals of Microsystems Packaging", Chapter 1, Mcgraw-Hill Book Company, New York, 2001.
- [2] Lau, John H. "Low cost Flip Chip Technologies" Chapter 1, Mcgraw-Hill Book Company, New York, 2000.
- [3] Anton Schick and Martin Kedziora. "Inspection and process evaluation for flip chip bumping and CSP by scanning 3D confocal microscopy" 8<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Packaging Materials, 116~119, 2002.
- [4] Philip Garrow, "Wafer level chip scale packaging (WL-CSP): An overview", IEEE Transactions on Advanced Packaging, Vol. 2, No. 23, p. 198, 2000.
- [5] Finkenzeller Klaus "RFID Handbook : Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification" Wiley, 2003
- [6] "VisionPaK LCC/CMOS Sensor" in Web(<http://www.amkor.com>).

· 저 · 자 · 약 · 력 · . . . . .

<p><b>성명 : 조철내</b></p> <p>❖ 학력 · 1996년 서울대 대학원 화학과 전기화학전공 박사</p> <p>❖ 경력 · 1996년 - 2000년 아큐텍 반도체 용액 자동 분석 시스템개발 · 2000년 - 현재 삼성테크윈 반도체패키지개발 책임연구원</p>
---

