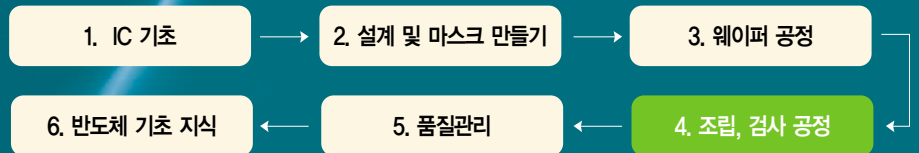


IC 설계에서 완성까지

(Step 4) 조립, 검사 공정

본 코너는 비전문가들을 위한 반도체 기초 지식에 관한 내용을 담고 있다. 앞으로 총 6회에 걸쳐 설계에서 완성까지 공정 순서에 따라 아래와 같이 연재 될 예정이다.



1 다이싱(Dicing)

완성한 실리콘 웨이퍼는 매우 얇은 다이아몬드 플레이트를 고속 회전시키는 “다이싱 장치”를 이용하여 각각의 칩으로 절단한다. 다이싱에는 웨이퍼를 절단할 때 두께의 일부를 남기고 잘라내는 하프 컷 방식과 완전히 절단해 버리는 풀 컷 방식이 있다. 하프 컷 방식은 절삭 시간, 플레이트 연마에 효과적이지만 분할을 위한 추가적인 웨이퍼 플레이트 공정이 필요하다. 풀 컷 방식은 칩의 균열 및 조각 등 품질적인 측면에서 유리하므로 현재 이 방식을 주로 이용한다. 이 다이싱 공정에 앞서 웨이퍼 뒷면을 얇게 하는 공정이 들어간다. 얇은 IC 카드나 작은 패키지에 2 ~ 4 개의 칩을 집적하고 밀봉하므로 웨이퍼를 십 수 μm 두께로 한다. 그라인더를 이용하여 물리적으로 연마하는 방법과 화학적으로 처리하는 폴리싱 방식을 병용한다.

2 다이 본딩(Die bonding)

분리된 각각의 칩들 중 합격품만을 선별하여 리드 프레임의 중심부에 밀착 고정한다. 리드 프레임은 철-니켈(Fe-Ni) 계열의 압연 철판이나 동(Cu)계열의 합금을 소재로 하며, 예칭 방식으로 제작한다. 다이 본딩에는 공결 합금 연결법, 납땀 인두 연결법, 수지 접착법 등이 있다. 칩의 특성, 후면 구조, 리드 프레임 재료 등을 종합적으로 판단하여 결정한다. 공결합금연결법은 금(Au) 과 실리콘(Si)의 공결 반응(용점 : 370℃ 전후)을 이용한 연결법으로 전기적, 화학적인 안정성이 높다. 납땀인두연결법은 칩과 리드 프레임 사이의 열 확장으로 인한 응력을 제어하는 경우 등에 사용된다. 열 저항을 떨어뜨릴 목적으로 동 계열의 리드 프레임에 다이 본딩을 하는 경우도 있다. 수지접착법은 에폭시나 폴리이미드 계열의 수지 위에 칩을 놓은 후 경화 처리를 하여 접착시키는 방법이다. 수지접착 방식은 다른 방식에 비해 전기, 열 전도율이 낮다. 그러나 생산성이 우수하며, 비용이 적게 들기 때문에 많이 이용되고 있는 방식이다.

3 와이어 본딩(Wire bonding)

칩의 전극 패드와 리드 프레임의 단자 사이를 아주 가는 금속 선(직경 약 20 ~ 25 μm)으로 연결한다. 와이어 본딩에는 금(Au)선을 사용하여 온도와 중량을 주면서 접합하는 열압착 방식(TCB: Thermo Compression Bonding)과 알루미늄(Al)선을 이용하여 가벼운 중량으로 60kHz 전후의 초음파 진동을 접합부에 주면서 연결하는 초음파 방식(USB : Ultra Sonic Bonding)이 있다. 현재 많이 이용되는 방식은 열압착 방식으로, 그 중에서도 네일 헤드(Nail head)본딩 방식은

STEP 4. 조립, 검사 공정

작은 면적에 연결하기 쉽고, 고속화 및 자동화에 적합하므로 널리 이용되고 있다. 네일 헤드 본딩은 머리카락 두께의 관형태인 캐필러리(capillary)라고 하는 압착 장치를 사용하여 캐필러리의 상하 운동에 따라 배선한다. 이 방식은 금 선의 끝을 녹여 금 볼을 만들므로, 볼 본딩이라고도 한다(그림 2-E). 최근에는 열압착 방식과 초음파 방식을 병용하여 온도를 낮출 수 있는 초음파 병용 열압착 방식(TSB : Thermo Sonic Bonding)을 채용하여 접착성을 개선하고 있다.

4 몰딩

에폭시 계열의 열 경화성 수지를 성형 재료로, 금형을 이용한 트랜스퍼 성형 방식으로 수지로 밀봉한다. 트랜스퍼 성형 방식은 미리 리드 프레임에 세팅한 금형 안에 태블릿 모양으로 성형해 놓은 미경화 상태의 수지를 가압 충전하고, 경화시키는 방식이다. 실제 제조 라인에서는 성형 주기를 단축시키기 위해 분리가 가능한 반경화 상태에서 금형에서 리드 프레임을 꺼내, 상온조 등에서 후 처리를 하여 완전 경화시킨다.

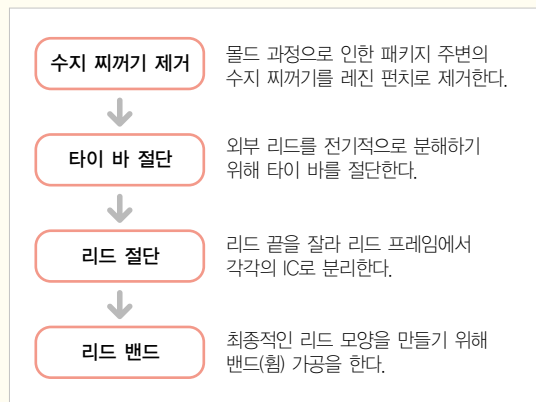
5 마킹

성형된 수지 면에, 제조 회사 이름이나 로고 마크, 제품명, 제조 연월일 등의 제조 로트 번호를 각인한다. 마킹 방식에는 고무 인이나 금속 각인에 도포한 잉크를 전사 롤러로 옮긴 후 전사 롤러로 수지 면에 전사하는 오프 셋 방식과 레이저 열로 수지 표면에 세기는 레이저 마킹 방식이 있으며, 현재는 양산성 및 내마모성이 뛰어난 레이저 마킹 방식이 주를 이루고 있다.

6 리드 가공

리드 가공 공정에서는 수지 찌꺼기를 없앤 후 Tie bar 및 리드를 절단하여 리드 형상을 최종적으로 성형, 리드 프레임을 각각의 IC로 분리한다(그림 2-F).

리드 형상은 패키지 별로 상이하다. 특히 표면 장착 형 플랫폼 패키지는 J 형, 걸 윙 형(Gull-wing type), 배트 리드 형이 있다. 이 리드 힘 가공에서는 리드 편차가(고저차)0.1mm 이하의 정밀도를 유지하여야 한다.



〈그림 2-F〉 리드 가공 흐름도

7 최종 검사

최종 검사에서 실시하는 검사 종류에는 IC의 초기 불량률을 살피는 번 인 테스트 이외에도, 상온 측정(+25℃), 고온 측정(+80℃), 저온 측정(-5℃ 전후)이 있으며, 제품 및 용도에 따라 검사 방법을 선별한다. 최종 검사에서는 각 단자 간 오픈(개방) / 쇼트 체크, 전원 전류 등을 측정하는 DC 측정, 주파수 특성 등을 측정하는 AC 측정, 논리 회로 설계 시에 작성된 테스트 패턴을 이용한 회로 동작을 체크하는 기능 실험 등을 한다.

8 출하 포장

최종 검사에서 합격을 받은 IC는 패키지 종류 및 고객이 장착할 기계에 맞추어 수납 형태로 포장한다. 특히 면 장착용 소형 패키지는 알루미늄 봉투에 넣고, 열로 봉합한 내온 상자에 넣어 IC 내온성을 확보하고 있다. IC 수납 형태로는 스틱, 테이핑 등이 있다. ⏻

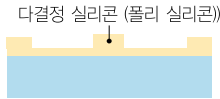
- 다음 호에는 step 5. 〈품질관리〉편이 이어집니다.

※ 웨이퍼 및 조립·검사 공정도

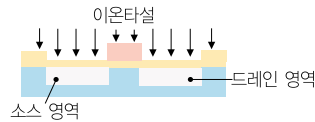
게이트 산화:
고온 산소로 채운 공간에서 실리콘 산화 막을 만든다.



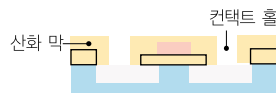
게이트 전극 형성:
다결정 실리콘 막을 게이트 전극으로 가공한다.



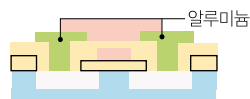
소스 드레인 형성:
불순물 주입으로 소스, 드레인 영역을 만든다.



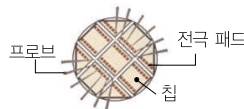
컨택트 홀 만들기:
산화 막에 컨택트 홀을 만든다.



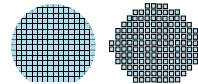
알루미늄 산화:
스퍼터 증기를 이용하여 알루미늄 전극, 배선을 만든다.



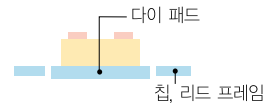
프로브 검사:
웨이퍼 상의 칩이 불량인지 아닌지를 검사하여 선별한다.



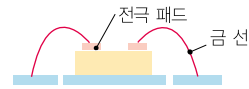
다이싱(Dicing):
웨이퍼를 칩 단위로 분리한다.



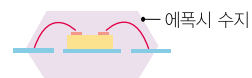
다이 본딩(Die Bonding):
칩을 리드 프레임 위에 접착, 고정한다.



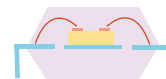
본딩(Bonding):
칩과 리드 프레임 단자를 금속 선으로 연결 한다.



몰딩(Molding):
트랜스퍼 성형 법으로 칩을 수지로 밀봉한다.



마킹(Marking), 리드(Lead)가공:
제품명을 날인하고, 최종적인 리드 모양으로 가공한다.



최종 검사:
특성 검사를 통해 합격품을 선별하고, 출하 형태로 포장한다.

