

# SOLDER 접합부의 결함거동 및 접합부의 특성에 관한 연구

## A Study on defect behavior and characteristic of solder jointed zone

최명기\*, 김종호, 이창열, 서창제 (성균관대)  
정재필 (서울시립대), 신영의 (중앙대), 황선호 (한국기계연구원)

### 1. 서 론

Soldering(Micro 접합법)은 접합대상부의 형상, 치수가 미세, 미소하기 때문에 접합속도가 빠르고, 접합공정의 작은 변수들이 접합부의 품질특성에 커다란 영향을 미친다.

또한 최근에는 전자기기의 소형화, 경량화 추세에 따라 반도체 및 전자부품의 제조, 실장기술은 고밀도화, 미세화로 급속히 이행되고 있으며, Flux 등의 잔류 불순물을 제거하기 위해 기존 CFC세정은 오존층 파괴에 따른 환경문제로 무세정 Soldering 기술개발이 시급히 요구되고 있다.

이에, 본 연구는 저잔사 Wave Soldering 공정중 Soldering 품질특성에 가장 큰 영향을 주는 flux, pre-heater, conveyer speed 등의 변화에 따른 Solder 접합부의 결함거동 고찰 및 접합부의 Fillet Angle 형상변화 특성 등을 연구평가 하였다.

### 2. 실험 방법

#### 2.1 실험장치 및 사용재료

본 실험에 사용한 wave soldering machine은 실제로 생산line에서 사용되고 있는 장치를 이용하였고, solder 조성은 Sn-Pb(63-37wt%)의 공정형인 용융점(183℃)이 비교적 낮고, 현재 산업계에서 가장 보편적으로 사용되고 있는 것을 사용하였다. 기판도 산업계에서 많이 이용되고 있는 에폭시 계열의 FR-4를 사용하였고, lead선은 실제 부품의 성분과 비슷한 Cu에 Sn이 도금이된 전기 통전용 lead선을 꽂아서 실험을 행하였다. 실험을 하기전 기판과 lead선은 알코올에 세정을 하고 건조를 했다. 실험에 사용한 flux는 현재 이용되고 있는 고형분 15%(flux D)가 함유된 Rosin계로서 세척을 필요로 하는 것과 고형분이 3.3%(flux A)함유된 저잔사 flux로 세척을 필요로 하지 않는 것을 사용하였다.

flux의 특징을 아래의 table 1에 나타내었다.

Type	Specific Gravity(25℃)	Solid Content(%)	Cleaning Method
Flux A	0.794	3.3 %	No ckean
Flux D	0.814	15 %	Solvent/Semiaqueous

TABLE 1 Charactericity of flux

#### 2.2 Soldering 조건

기판을 흘릴때의 wave soldering machine의 조건은 Table 2에 나타낸바와 같이 Soldering의 양부에 가장 큰 영향을 미친다고 생각되어지는 conveyer speed, pre-heater의 온도를 변수로 하였으며, flux는 고형분(rosin)의 량이 3.3%인 저잔사와 일반적으로 많이 사용되고 있는 고형분 15%인 flux를 이용하였고, conveyer speed는 가장 적합하다고 생각되는 1.0m/min를 기준으로 하여 0.3m/min과 2.0m/min으로 각각 변화시켰으며 pre-heater의 온도는 Soldering하는데 가장 적합하다고 생각되는 온도범위인 110℃를 기준으로하여 50℃와 140℃로 변화시켰고, solder pot의 온도는 250℃, rail 각도는 5° , wave의 높이는 8mm로 고정시켰다.

Solder	Sn-Pb(63-37wt%)
solder pot temp	250℃
rail degree	5°
wave hight	8mm
conveyer speed	0.3m/min, 1.0m/min, 2.0m/min
pre-heater	50℃, 110℃, 140℃

TABLE 2 Condition for soldering machine

### 2.3 육안 검사방법(Visual Inspection)

Soldering 후 집합부의 양부를 알아보는 가장 간단한 방법으로서 사람들마다 보는 관점이 다르지만 lead선에 형성된 fillet의 형상을 보고 판단하는 방법이다. 이 검사의 판단 기준은 과납의 경우 fillet각도 45° 이상, 미납은 15° 이하일때이며, 경향자체가 확실한 경우에 가장 확실하고도 간편한 평가방법이기 때문에 많이 이용되고 있는 방법이다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 육안검사결과

Flux A의 경우 미납은 예열온도가 50℃일때는 이송속도에 관계없이 모두다 나타났다. 그리고 110℃의 경우에는 이송속도가 0.3m/min일 때 즉 이송속도가 아주 느릴 때 발생했다. 그 원인은 lead의 납재의 경우 저온에서 고온으로 흐르기 때문에 lead의 온도가 solder bath의 온도보다 낮기 때문에 lead중의 납재의 부착량이 감소하게 된다고 사료된다.

과납의 경우는 주로 예열온도 140℃의 경우에 많이 나타났으며, 140℃이송속도 0.3m/min의 경우에 고드름 형상이 나타났다.

Flux B의 경우 미납은 예열온도가 높을 경우 140℃일때에 많이 나타났으며 과납은 Flux A를 사용하였을 경우와 같이 예열온도가 높을 경우에 발생했다. 고드름 형상은 예열온도 110℃, 이송속도 1.0m/min, 2.0m/min을 제외한 나머지 부분에서 다 발견되었다.

대표적인 결함의 사진을 Photo 1에 나타내었다.

### 3.2 Fillet angle의 측정

#### 3.2.1 Fillet angle과 이송속도

Fig.6은 예열온도를 50℃, 110℃, 140℃로 고정시키고 이송속도를 0.3m/min, 1.0m/min, 2.0m/min로 변화시켰을 때 나타난 fillet angle을 측정한 결과이다. (a)그림은 고휘분 3.3%인 flux A를 사용하였을 때 예열온도 50℃일 경우 이송속도가 빨라질수록 fillet angle이 증가하는 경향을 나타내었다. 하지만 110℃, 140℃일 경우에는 이송속도가 빨라지는 것에 관계없이 거의 일정한 값을 나타내었다.

(b)의 그림은 고휘분 15%인 flux B를 사용하였을 경우에는 고휘분 3.3%인 flux를 사용하였을 경우와는 달리 모든 온도에서 이송속도가 빨라질수록 fillet angle이 감소하는 경향을 나타내었다.

#### 3.2.2 Fillet angle과 예열온도

Fig.7은 이송속도를 고정시키고 예열온도를 50℃, 110℃, 140℃로 변형시켰을 때 fillet angle의 변화를 나타낸 결과이다.

(a)그림은 고휘분 3.3%인 flux A를 사용하였을 때 이송속도가 0.3m/min, 1.0m/min, 2.0m/min 일때에는 예열온도의 상승에 관계없이 25° 정도로 거의 일정하였다. 하지만 이송속도가 2.0m/min일때에는 예열온도가 상승함에 따라 fillet angle이 감소하는 경향을 나타내었다.

(b)그림은 고휘분 15%인 flux B를 사용하였을 때에는 fillet angle이 증가하는 경향을 모두 나타냈지만 이송속도가 0.3m/min, 1.0m/min일때에는 변동의 폭이 작았지만 이송속도가 2.0m/min 일때에는 변동의 폭이 상대적으로 크게 나타났다.

#### 4. 결 론

저잔사 flux A(고형분 3.3%)와 기존의 flux B(고형분 15%)를 사용하여 Soldering시 신뢰성에 영향을 많이 끼치는 인자를 변수로 사용하여서 실험을 한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 육안검사를 통한 결함(브릿지, 과납, 미납, 고드름)측면에서 보면, 저잔사, 무세척 flux를 이용한 경우의 wave soldering은 예열온도가 높고, 이송속도가 낮은 (예를 들어 이송속도 0.3m/min, 예열온도 140℃)부근에서 결함이 급격히 증가한다. 그러나, 그외의 구간에서는 결함이 거의 나타나지 않는 최적화 구간이 없었으며, 예열온도나 이송속도에 대한 경향이 보이지 않았다.
2. 한편, 세척이 필요한 기존의 flux를 사용한 경우는 예열온도에 따라, 이송속도에 따라 민감한 결함 발생 개수가 변화를 보였다. 예열온도 110℃ 부근, 이송속도 1.0m/min정도에서 결함 현상이 현저히 줄어드는 현상을 보였다.
3. Fillet angle은 flux A의 경우는 예열온도 50℃일때에 이송속도가 빨라질수록 fillet angle이 증가하고, 나머지 온도에서는 이송속도에 관계없이 거의 일정한 값을 나타내었다. 하지만 flux B의 경우는 모든 온도에서 이송속도가 빨라질수록 angle이 감소하는 경향을 나타내었다.

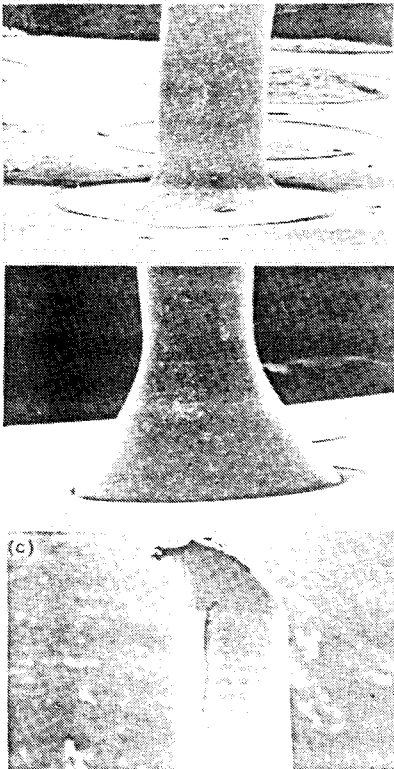


Photo.1 Scanning electron micrograph of defects in soldering  
(a) poor solder (b) excess solder (c) icicle

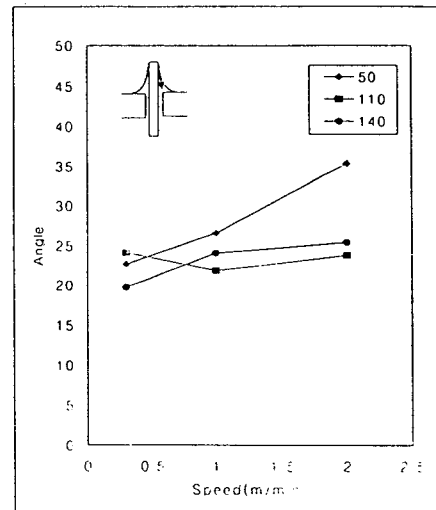
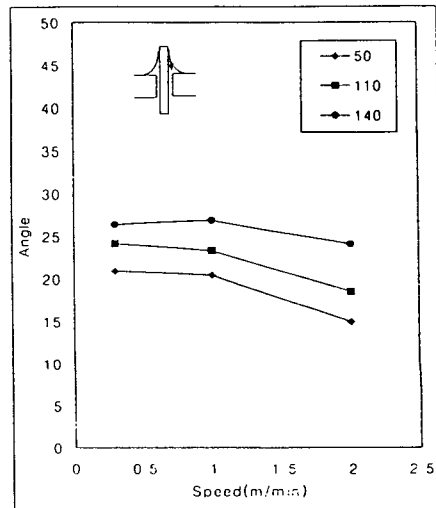
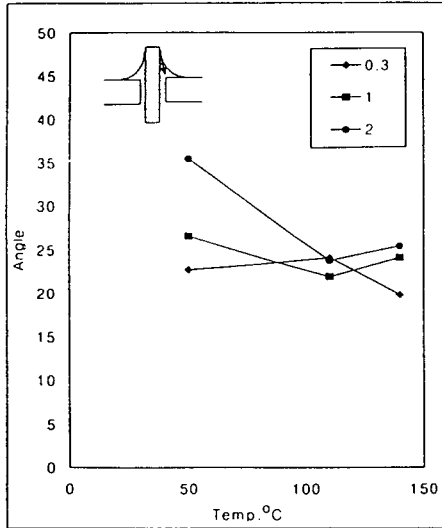


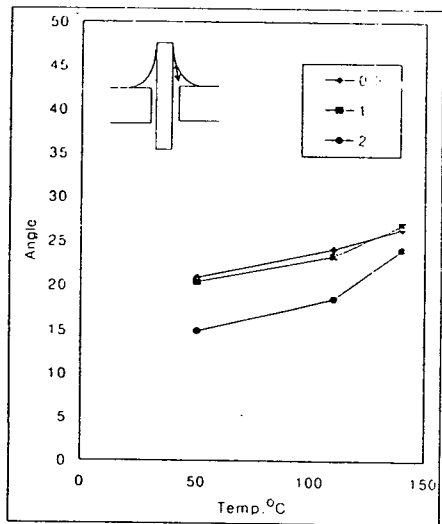
Fig.6 Effect of conveyer speed on fillet angle  
(a) flux A (b) flux B





(a)

Fig. 7 Effect of preheating on fillet angle  
(a) flux A (b) flux B



(b)

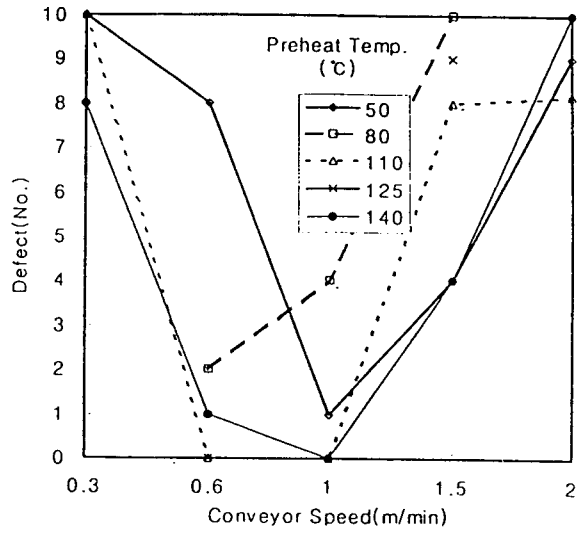


Fig. 3-4 Relation between conveyor speed and icycle defect (flux-D)

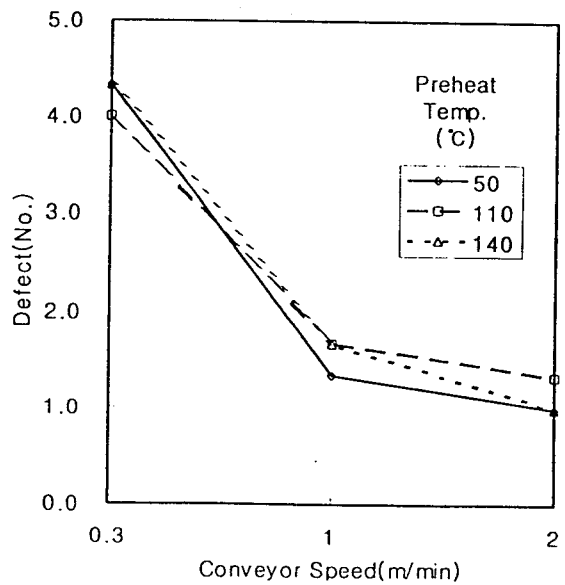


Fig. 3-15 Relation between conveyor speed and bridge defect (flux-A)