

COG 접합 공정 변수가 ACF 내 기포형성에 미치는 영향

The effect of COG bonding process variables on bubble generation in ACF

*백현우¹, #진승완¹, 윤원수¹, 정영훈¹, 김보선², 김동민³

*H. W. Paik¹, # S.W. Jin(songwan@kpu.ac.kr)¹, W. S. Yun¹, Y. H. Jeong¹, B. S. Kim², D. M. Kim³
¹ 한국산업기술대학교 지식기반 에너지 대학원 나노생산공학과 ² LG Display ³ 한국산업기술대학교 기계공학과

Key words : LCD, ACF(anisotropic conductive film), conductive particle, bubble

1. 서론

1990 년대 액정디스플레이가 상용화 된 이후 소비자의 기호변화에 따라 디스플레이 시장의 주력 제품은 부피를 많이 차지하는 음극선관 디스플레이 제품에서 평판디스플레이로 급격하게 이동하였다. 2000 년대로 들어온 후 현재 까지도 평판 디스플레이 시장은 여전히 팽창하고 있으며, 평판디스플레이를 대표하는 액정박막표시장치(LCD) 시장 또한 꾸준히 성장하고 있다. 최근 LCD 는 점차 대면적화, 소형화, 저가화 및 고성능화 되고 있는데 이러한 요구사항으로 인하여 작은 영역 안에 더 많은 픽셀들을 집적화 시켜야 하는 과제에 직면하게 되었다. 직접화를 구현하기 위해서는 LCD 개별의 픽셀들을 제어하는 구동칩의 리드피치 또한 필연적으로 미세화 되어야만 하는데 구동칩의 본딩기술은 리드피치의 미세화를 구현하기 위한 한계 공정 중 하나로 최근 활발하게 연구되고 있는 분야라 할 수 있다. 여러 접합 기술 중 COG(Chip On Glass) 접합공정은 유리패널에 구동칩을 직접 실장 하는 공정으로, 구동칩과 유리패널 사이에 금속 코팅된 플라스틱이나 금속으로 만들어진 도전볼(전도성입자)을 분산시킨 필름형태인 이방성 전도필름(Anisotropic Conductive Film, ACF)을 사용하고 이에 온도와 압력을 가하여 구동칩을 접합시킨다. 이때 가해진 온도와 압력에 의하여 이방성전도필름 내의 수지가 녹게 되고 공정 후 녹았던 수지가 다시 굳어 접합이 이루어진다. 이러한 방식은 저가격으로 실장 밀도를 향상시킬 수 있으며 작업이 용이하여 고수율의 접속이 가능하다는 장점으로 인해 최근 선호도가 증가하고 있다[1].

ACF 를 이용한 구동칩의 본딩 후 ACF 내에 기포가 형성되어 있는 것을 흔하게 관찰할 수 있으며 이러한 기포의 생성은 접합 성능의 중요한 요소인 접합강도에 영향을 미치리라 예상할 수 있다[2]. 선행연구에서는 부분 기포의 평균크기와 위치변화에 관한 연구들이 이루어졌다[3]. 본 논문에서는 본딩 공정의 중요 변수인 온도와 압력이 전체면적 전반에 기포 생성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 이를 위하여 공정 온도 및 압력을 변화시켜 가며 샘플을 제작하고 이를 관찰하여 생성된 기포의 면적 및 개수를 정밀히 측정하고 위치를 분석하였다.

2. 연구 및 실험방법

본 논문에서 사용된 ACF 는 Hitachi 사의 ANISOLM 을 사용하였다. 기포의 관찰용 샘플 제작을 위한 본딩 장비는 자체 제작된 반자동 본딩 장비를 사용하였으며, 기포의 관찰은 CCD 카메라와 대물렌즈를 통하여 관찰하였다. 영상의 공간 분해능을 증가시키기 위하여 구동칩의 영상을 10 분할하여 획득한 후 합하여 사용하였다(Fig. 2).

Table 1 에서와 같이 온도의 영향을 파악하기 위한 실험 1 에서는 압력과 시간을 80MPa, 7s 로 고정하였으며 온도를 140℃~240℃까지 20℃ 간격으로 변화시켜 가며 기포의 생성을 관찰하였다. 압력의 영향을 파악하기 위한 실험 2 에서는 공정 압력을 50MPa~150MPa 로 50MPa 간격으로 변화시켰으며 온도와 시간은 170℃, 7s 로 고정하였다. 모든 실험에서 백업 툴팁의 온도는 120℃로 고정하였으며 논문에서 사용된 모든 수치는 본딩 장비에 표시된 수치로 실제 구동칩과 ACF 에 가해진 온도와 압력은 논문에 주어진 값보다 낮다. 오차를 줄이기 동일 조건으로 3 개의 샘플을 제작하였으며 이를 LabVIEW 8.6 을 이용하여 작성한 프로그램으로 분석하였다 (Fig. 3).

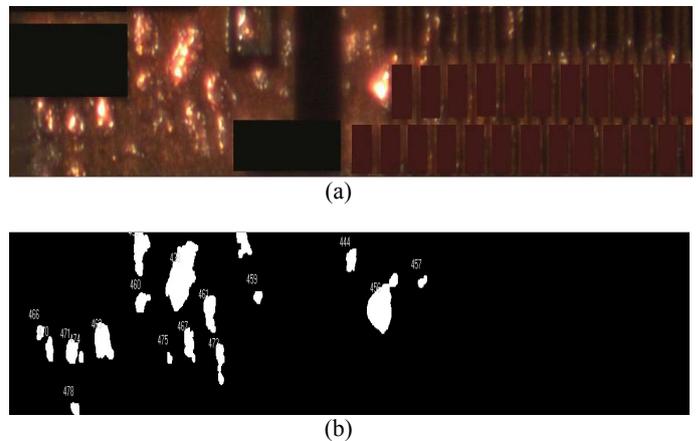


Fig. 1 Bubble detection: (a) Original image (b) After detection, white pixels represent bubble area

3. 결과

Table 2 와 Fig. 2 는 공정 온도에 따라 구동칩 전체 면적에서 생성되는 기포의 면적과 개수를 나타낸 것이다.

Table 2 Bubble due to temperature effects

실험	개 수	면적(μm ²)	평균크기(μm ²)
140℃	655	48833	74.554
160℃	143	6671	46.650
180℃	44	1646	37.409
200℃	56	1817	32.446
220℃	55	1780	32.364
240℃	41	689	16.805

Table 1 Bonding Test Conditions.

실험 1	온도	압력	시간
1	140℃	80MPa	7s
2	160℃		
3	180℃		
4	200℃		
5	220℃		
6	2400℃		
실험 2	온도	압력	시간
1	170℃	50MPa	7s
2		100MPa	
3		150MPa	

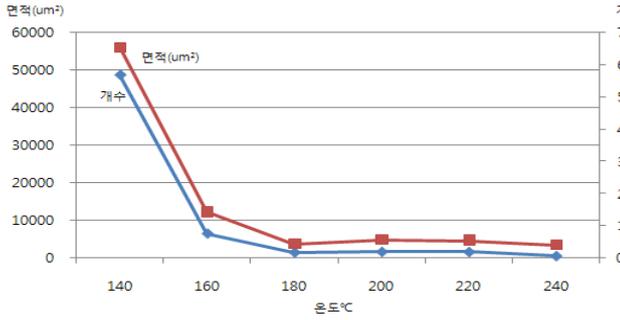
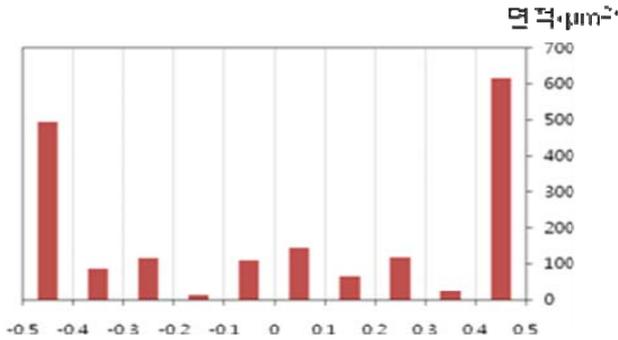
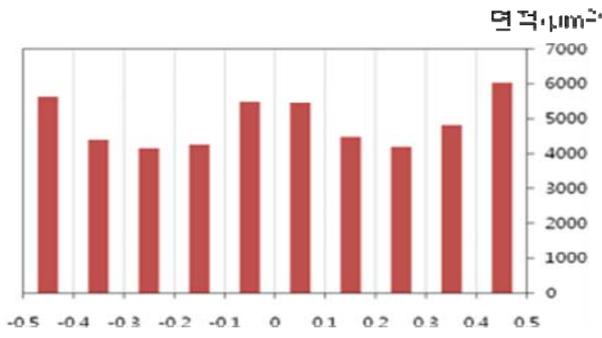


Fig. 2 Effect of bonding temperature on bubble size



(a) 220°C



(b) 140°C

Fig. 3 Distribution of bubble area

기포의 온도에 따른 경향을 보면 180~240°C 사이에서는 기포의 면적 및 개수가 거의 변화하지 않고 일정 수준을 유지하다가 160°C 부근에서 기포의 생성이 확연히 증가하고 140°C에서는 급격하게 증가된 것을 관찰할 수 있었다.

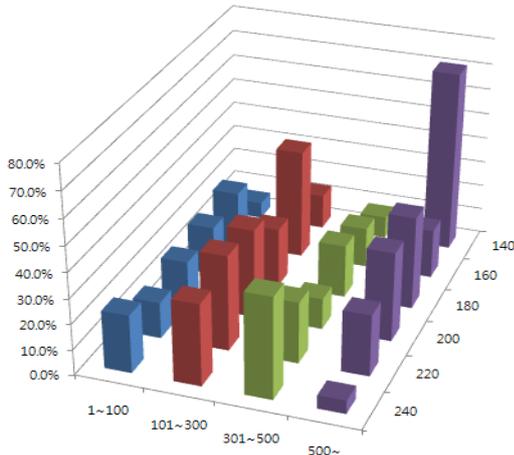
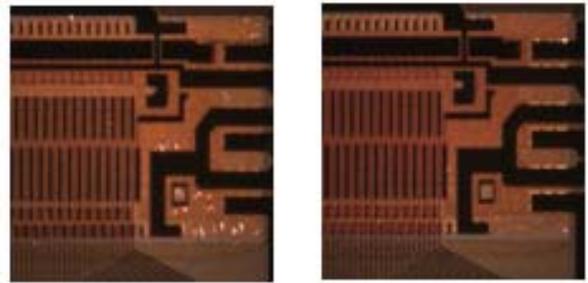


Fig. 4 Bubble size distribution with various bonding temperature

또한 구동칩의 전체 길이를 L 이라고 보았을 때, 0 점을 중심으로 구동칩의 양쪽으로 이동량을 x 로 간주하고 위치에 따른 기포의 분포도의 경우 180~240°C 사이에서는 구동칩 양쪽 끝부분에 기포가 집중되어 생성되었으며 160°C 이하에서는 비교적 전체면적에 고루 분포하는 것을 확인할 수 있었다 (Fig. 3).

Fig. 4는 분당 온도에 따른 기포 크기 분포의 변화를 나타낸 그래프이다. 140°C에서 500μm² 이상의 대면적의 기포 비율이 가장 높게 관찰되었으며 그 외 온도에서는 뚜렷한 경향을 관찰할 수 없었다.



(a)50MPa

(b)150MPa

Fig. 5 Effect of bonding pressure on bubble generation

압력에 따른 기포의 영향을 보면 (Fig. 5)에서 보여지는 바와 같이 낮은 압력에서 보다 많은 기포가 생성되는 경향을 확인할 수 있었다. 하지만 온도 변화에 비하여 기포의 크기와 개수는 크게 변하지 않았다.

3. 결론

ACF 내의 레진의 종류에 따라 기포생성의 결과는 달라질 수 있으므로 본 논문의 결과를 일반화 하기에는 문제가 있을 수 있다. 하지만 본 논문에서 사용된 ACF의 결과로 미루어 볼 때 낮은 공정 온도에서는 ACF의 레진이 완전하게 액화되지 못하여 점도가 매우 높은 상태에서 ACF 내에 생성된 기포들이 공정과정 중 바깥으로 빠져 나오지 못하고 갇혀버려 기포가 많이 관찰되고 그 크기 또한 크며 구동칩 전체에 걸쳐 고르게 분포하는 것으로 해석할 수 있다. 압력의 영향 또한 온도의 차이와 마찬가지로 용해도의 관계에 의하여 기포 형성에 영향을 주지만 온도의 영향 보다는 미비하다는 것을 알 수 있었다 [3]

이러한 기포 형성 결과는 기포의 면적과 분포, 기포당 크기와 접합강도와의 관계를 규명하는데 중요한 정보로 사용이 될 것이다. 추후 기포와 저항 및 접합 강도와의 관계를 살펴보고 이와 관련된 최적 공정 조건을 찾는 연구가 필요하다 판단 된다.

3. 후기

본 논문은 지식경제부 전략기술개발 사업인 “CCM (Compact Camera Module) 인라인 조립장비 개발” 과제의 지원을 받아 수행 되었으며, 이에 관계자 여러분께 진심으로 감사 드립니다.

4. 참고문헌

1. ‘홍성재’디스플레이용 소재 기술동향-전자정보센터
2. ‘곽영호’기포동역학, Bubble Dynamics
3. ‘김상규’ Nucleation and growth of bubbles in the ACF packaging process-서울대학교, 2007