

# ACF를 이용한 COG접합 인자와 도전볼 형상 변형과의 관계분석

## The analysis of relationship between deformation of conductive particle and Chip-On-Glass factor using anisotropic conductive film

\*백현우<sup>1</sup>, #진송완<sup>1</sup>, 윤원수<sup>1</sup>, 김동민<sup>2</sup>

\*H.W. Paik<sup>1</sup>, #S. Jin(songwan@kpu.ac.kr)<sup>1</sup>, W.S.Yun<sup>1</sup>, D.M.Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국산업기술대학교 지식기반·에너지대학원 나노생산공학과, <sup>2</sup> 한국산업기술대학교 기계공학과

Key words : LCD, COG(chip-on-glass), ACF(anisotropic conductive film), conductive particle

### 1. 서론

1990년대 액정디스플레이가 상용화 된 이후 소비자의 기호 변화에 따라 디스플레이 시장의 주력 제품은 부피를 많이 차지하는 음극선관 디스플레이 제품에서 평판디스플레이로 급격하게 이동하였다. 2000년대로 들어온 후 현재까지도 평판디스플레이 시장은 여전히 팽창하고 있으며, 평판디스플레이를 대표하는 액정박막표시장치(LCD) 시장 또한 꾸준히 성장하고 있다. 최근 LCD는 점차 대면적화, 소형화, 저가화 및 고성능화 되고 있는데 이러한 요구사항으로 인하여 작은 영역 안에 더 많은 픽셀들이 집적화 시켜야 하는 과제에 직면하게 되었다. 집적화를 구현하기 위해서는 LCD의 개별 픽셀들을 제어하는 구동칩의 리드피치 또한 필연적으로 미세화 되어야만 하는데 구동칩의 본딩 기술은 리드피치의 미세화를 구현하기 위한 한계 공정 중 하나로 최근 활발하게 연구되고 있는 분야라 할 수 있다.

일반적으로 접합 기술은 1) TAB(Tape Automated Bonding)접합 2) COF(Chip On Film)접합 3) COG(Chip On Glass)접합으로 구분될 수 있다. 위 공정 방식 중 COG접합 공정의 경우 유리 패널에 구동칩을 직접 접합 하기위해 금속 코팅된 플라스틱이나 금속으로 만들어진 도전볼(전도성입자)을 분산시킨 필름형태인 이방성 전도필름(Anisotropic Conductive Film, ACF)을 주로 사용하게 된다. 이방성전도필름을 이용한 GOG공정은 유리패널에 이방성 전도필름을 부착한 후 높은 온도와 압력을 수 초 동안 가하여 구동칩을 접합시킨다 (Fig. 1). 이 때 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 용이 하여 고수율의 접속이 가능하다는 장점으로 인해 최근 선호도가 증가하고 있다[1].

COG 접합 공정 시 이방성전도필름 내의 도전볼은 구동칩의 범프와 유리패널 위의 패턴 사이에 압착되어 구동칩과 패턴의 패턴을 통전 시키게 된다. 그렇기 때문에 COG공정에서는 구동칩의 범프와 기관의 패턴 사이 도전볼의 압착형상과 접촉면적에 의해 접촉저항 등의 성능이 결정된다고 할 수 있다.

본 논문에서는 ACF내의 압력과 같은 접합 공정조건이 도전볼의 형상에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 진행하였다. 이를 통하여 공정 조건, 특히 압력의 변화에 따른 도전볼의 형상 변화와 접촉면적 변화를 예측하고 이를 Hertz 이론과 비교하였으며 유리패널과 범프에 작용하는 응력과 변형률을 관찰 하였다.

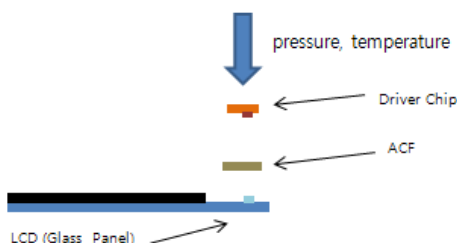


Fig. 1 Schematic of COG bonding



Fig. 2 DIC image of glass panel after COG bonding

### 2. 조건 선정 및 형상 설계

현재 시판되고 있는 ACF는 매우 다양하며 각각의 ACF에 따라 공정 조건이 상이하다. 본 논문에서는 Hitachi 사의 ANISOLM<sup>®</sup>을 기본 모델로 해석을 진행하였다. 제조사에서 제공하는 사양서에 따르면 본 ACF에는 금으로 코팅되어있는 3 μm의 플라스틱 입자가 도전볼로 사용되었으며 본 집착 공정 조건은 170℃ 이상의 온도, 50MPa 이상의 압력을 7초 이상 가해주어야 한다. 해석에서 사용한 구동칩 범프의 재질은 금으로 설정하였으며 높이는 14 μm이다. 도전볼 하나에 대응되는 범프의 면적은 도전볼이 전체 범프에 고르게 분포되어 있다고 가정하여 전체 범프의 면적을 범프와 유리패널 사이에 압착되어진 도전볼의 개수로 나누어 계산하였다. 이 때 압착된 도전볼의 개수는 제조사에서 제공된 면적에 따른 도전볼의 수를 적용하였으며 실제 공정을 수행하여 크게 다르지 않은 것을 확인하였다 (Fig. 2). 계산 결과 도전볼 하나에 대응되는 범프의 면적은 약 80 μm<sup>2</sup>이었으므로 하나의 도전볼을 누르고 있는 범프와 유리기관의 크기를 (9 μm x 9 μm) 로 정하였다. 또한 도전볼의 경우 실제 도전볼은 플라스틱 입자에 금이 코팅되어 있는 형태이지만 해석의 편의를 위하여 도전볼과 물성치가 같은 단일 재료로 구성된 입자로 가정하였다[2]. 해석에 사용한 최종 모델은 (Fig. 3)와 같다.

모델 해석은 MSC사의 Marc 2007 r1을 사용하였고 Table 1에 주어져 있는 물성치 및 경계조건을 사용하였다. 또한 온도의 변화는 고려하지 않았으며 압력을 변화시켜 가며 해석을 수행하였다.

Table 1 Material properties

Material	Young's Modulus	Poisson's Ratio	Density
Au	77.2GPa	0.3	0.000189 kg/mm <sup>3</sup>
Conductive Ball	1.8GPa	0.4	
Glass	70GPa	0.19	0.000214 kg/mm <sup>3</sup>

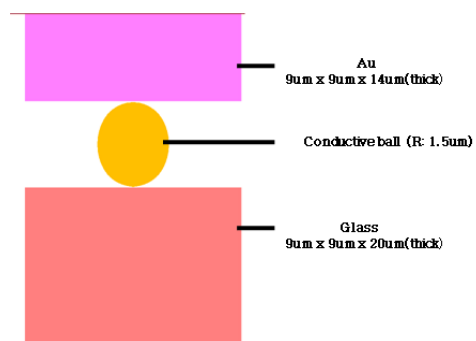


Fig. 3 Schematic diagram of simulation model

### 3. 유한요소해석 및 결과

접합 압력이 도전볼에 미치는 영향을 고려하기 위하여 압력을 40MPa, 60MPa, 80MPa로 변화시켜가며 도전볼의 변형을 관찰하였다 (Fig. 4). 해석 결과를 Hertz가 제시한 구의 변형 예측 이론[3]과 비교하여 Fig. 5에 제시하였다. 해석을 통하여 나온 변위는 해석 프로그램의 게이지 값을 기초로 한 것 이며, 접촉면적은 접촉된 면의 요소별 노드값을 참고하여 반지름을 구한 뒤 면적을 계산한 것이다. 비교 데이터는 수직방향의 변위만을 비교하였으며 접촉면적은 범프와의 접촉면적 만을 비교한 것이다. 그림에서 보이는 바와 같이 시뮬레이션 결과와 Hertz 이론으로 예측한 결과가 동일한 경향을 띄고 있음을 확인할 수 있었다.

압력 변화에 따라 도전볼의 상/하로 위치하고 있는, 구동칩의 범프와 유리패널에 주어지는 응력과 변위량 또한 접합성능에 영향을 주게 되며 특히 유리패널의 변화는 미분간섭현미경을 이용한 도전볼 검사 공정에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 압력에 따른 응력과 변위량의 변화는 (Fig. 6)에서 확인 할 수 있다.

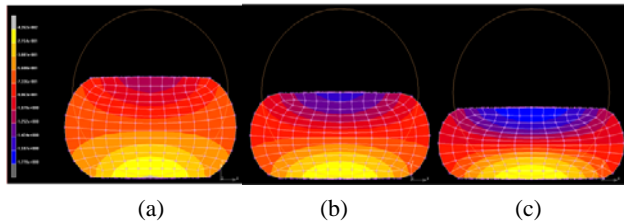
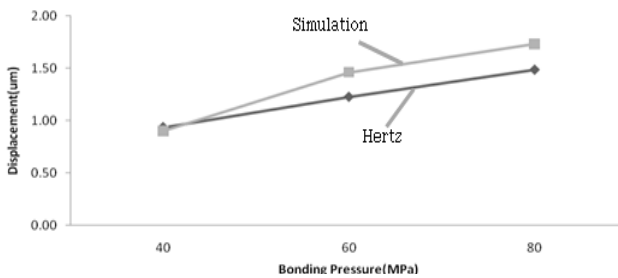
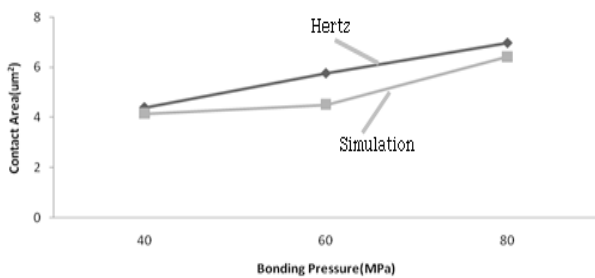


Fig. 4 Deformed shape of conductive ball with various pressure : (a) 40MPa (b) 60MPa (c) 80MPa



(a) Displacement variation



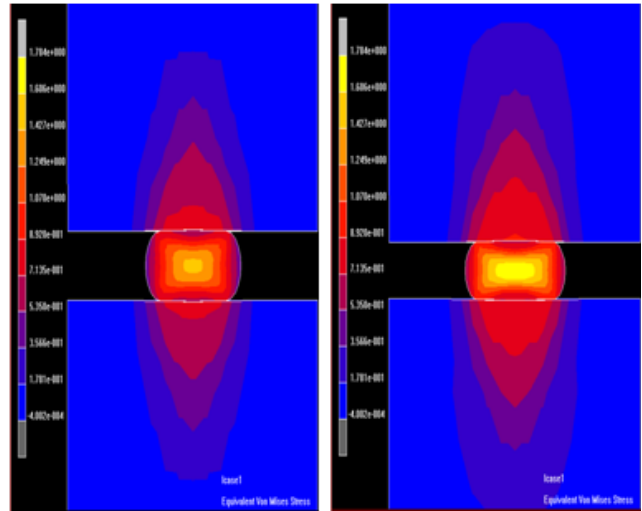
(b) Contact area variation

Fig 5. Comparison of displacement and contact area between simulation and Hertz's theory result

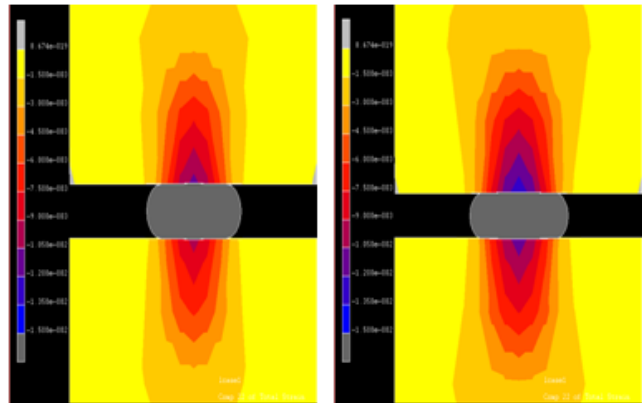
여기서 응력은 Von mises 응력을 나타낸 것이고, 변위량은 Y방향 변위량을 나타낸 것이다. 범프에 나타나는 80MPa에서 최대응력은 915MPa로 나타났다. 그리고 최대 변형률은 0.015로 나타났다.

### 4. 결과

이방성 전도필름의 도전볼 압착여부는 본딩 공정에서 매우 중요한 부분을 차지한다. 변형율과 응력을 접촉면적 및 압축량에



(a) Stress distribution: 60MPa (left) and 80MPa (right)



(b) Strain distribution: 60MPa (left) and 80MPa (right)

Fig. 6 Stress and strain distribution

대한 해석결과는 접합성능 확인을 위한 기초자료로 활용된다. 본 논문에서 본압착의 압력 변화 시 해석프로그램을 이용하여 압축량, 접촉면적을 예측할 수 있었고 이를 Hertz 이론으로 확인하였다. 그리고 이러한 도전볼의 형상에서 범프와 유리패널에 영향을 미치는 응력과 변형률을 확인할 수 있었다.

### 후기

본 논문은 지식경제부 전략기술개발 사업인 "CCM(Compact Camera Module) 인라인 조립장비 개발" 과제의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. '홍성재' 디스플레이용 소재 기술동향 -전자정보센터
2. Myung-Jin Yim and Kyung Wook Paik. , "Design and Understanding of Anisotropic Conductive Films (ACF's) for LCD Packaging." IEEE, 1998
3. Woon-Seong Kwon and Kyung-Wook Paik. , "Experimental Analysis of Mechanical and Electrical Characteristics of Metal-Coated Conductive Spheres for Anisotropic Conductive Adhesives (ACAs) Iterconnection," IEEE, 2006