

이방성 전도 필름을 이용한 플립칩 본딩 장비의 히팅 툴에 대한 온도분포 해석

*권성환¹, 김인¹, 양승환¹

¹ 경북대학교 기계공학과

Analysis of Temperature Distribution of Heating Tool in the Flip Chip Bonding Assembly Process using Anisotropic Conductive Film(ACF)

*S. H. Kweon¹, I. Kim¹, S. H. Yang¹

¹ Dept. of Mech. Eng., Kyungpook National Univ.

Key words : ACF, FEM, Modeling, Temperature Distribution

1. 서론

최근 모바일 폰 시장에서의 카메라 폰의 수요는 그 엄청난 기술의 발전으로 인하여 현재 사용되는 대부분의 모바일 폰에 카메라가 장착되어 있다. 카메라 폰의 핵심 부품은 카메라 모듈인데, CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 칩을 FPCB(Flexible PCB)에 본딩하고 패키징 하는 공정을 거쳐 최종검사하는 것으로 제작된다. 그 공정들 중에서 가장 중요한 기술이 바로 플립칩 마운팅 기술이다. 플립칩 마운팅 기술이란 칩을 뒤집어서 칩의 패드와 기판을 마주 보게 한 후 전기적, 기계적으로 연결하는 방법을 의미한다. 이 기술은 범프의 재질과 형상, 접속 방법에 따라 크게 세가지의 방법이 있다. 첫 번째는 납땀을 사용하는 방법이고 두 번째는 열초음파 방식에 의한 방법이다. 본 논문에서는 세 번째 방식인 접착제를 이용한 플립칩 본딩 기술에 대한 것이다. 이 접착제는 이방성 전도 필름(Anisotropic Conductive Film, ACF)이라고 불리우며 금속 코팅된 플라스틱이나 금속입자가 전도성 입자를 분산시킨 필름형태의 접착제로써 그 기본구조는 Fig. 1과 같다^{1,2}.

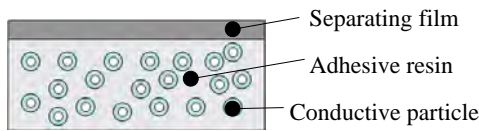


Fig. 1(a) Schematic Diagram of ACF

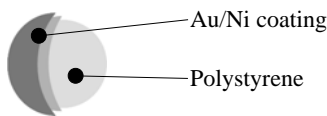


Fig. 1(b) Conductive Particle

이방성 전도필름을 이용한 플립칩 본딩 공정은 다음과 같이 진행된다. 이방성 전도필름을 본딩 작업을 할 기판위에 놓고 예압을 가하면 접착수지와 기판이 1차 접착이 되고, 분리필름을 제거한 후 카메라 모듈 IC의 위치를 정밀하게 조정하여 놓은 다음 온도와 압력을 가해서 최종 본딩 작업을 완료한다^{3,5}. 이때의 압력은 2~3Mpa이고 온도는 이방성 전도필름의 종류에 따라 180~200℃가 된다. 접착수지가 용융되면서 인접한 전극사이에서는 도전입자가 터져 도전성을 획득하게 되고, 그렇지 않은 부분에서는 높은 접연성을 얻을 수 있다⁶. 칩과 모듈의 기계적 접합은 접착수지의 높은 접착력에 의해 이루어진다. 이 공정에서 발생할 수 있는 가장 큰 결함은 바로 이방성 전도필름의 접착불량이다. 이 이방성 전도필름 접착불량은 가압툴의 압접면에서의 온도편차가 크면 클수록 접착불량이 더 많이 일어나게 된다. 따라서 압접면의 온도편차를 최소화하는 것이 무엇보다도 중요하다.

현재 생산공정에서 사용되고 있는 본딩 장비는 Fig. 2와 같다. 공정에서 가열을 해주어야 하기 때문에 장비의 아래부분을 특히 히팅 유닛이라고 부르기로 한다. 히팅 유닛은 히터가 삽입되는

히팅 블록과 그것과 연결된 히팅 툴로 구성되어 있다. 히팅 유닛의 상단에는 전체 마운팅 장비에 열이 전달되지 않도록 세라믹 블록을 조립하여 단열작용이 일어나게 한다.



Fig. 2(a) The Flip Chip Bonding Equipment

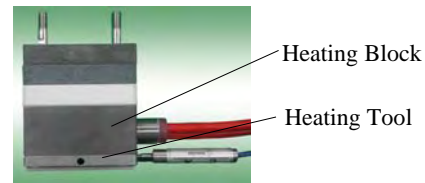


Fig. 2(b) Heating Unit

히터부에서부터 전달되는 3차원 열전도 현상은 제품의 종류에 따라 다른 히팅 툴의 형상의 변화로 인해, 수학적 계산으로 그 결과를 알아내기가 매우 어려운 것이 사실이다.

본 논문에서는, 공정상 알려져 있거나 해당공정에 꼭 필요한 데이터를 바탕으로 실제 히팅 툴을 모델링하여 해석적인 방법으로 온도분포를 알아보고, 측정을 통해 해석의 신뢰도를 획득하는 방법을 제안한다. 제시된 방법은 다양한 모든 형상에 대하여 해당 히팅 툴의 압접면에서의 온도분포를 소프트웨어 해석으로 쉽게 파악할 수 있도록 하며, 향후 온도분포의 최적화 작업에 있어서도 쉽게 접근할 수 있다.

2. 히팅 유닛의 기본적 구조와 모델링

본 논문에서의 히팅 유닛은 가공과 조립의 측면에서 보면 히터와 온도센서를 고정시키기 위한 볼트구멍이 있고, 히팅 블록과 히팅 툴 사이를 조립하기 위한 카운터보어가 네 곳에 존재하며, 모서리부분은 약간의 모따기(chamfer)를 가지고 있다. 초창기의 모델은 일체형으로 제작이 되었으나, 열변형을 감소시킬 목적으로 현재의 형태인 히팅 블록과 히팅 툴을 분리하여 사이의 면에 작은 단차를 주게 되었다.

열원의 선정은 압접면의 온도분포에 매우 큰 영향을 끼치게 된다. 여러 가지 히터들이 사용되었으나, 그 중 가장 효율이 좋은 것은 세라믹 필스히터이다. 형태상이나 발열편차부분에서 매우 효과적인 방법으로 알려져 있으나, 매우 고가이며 같은 방식의 히터를 제작하는 것은 이미 확보된 특허 때문에 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 현재 많이 사용되는 방식인 원통형 카트리지 타입 히터를 사용하게 되었다. 발열량은 PID제어를 통해 유지된다. 피드백 센서로는 K-type 열전대를 사용하고 히터와 압접면 사이에 위치하고 있다. 히팅 블록과 히팅 툴의 재질은 SUS440C이며, 히터의 사양은 Table 1과 같다.

Table 1 Specification of cartridge heater

r(mm)	7
L(m)	50
전력밀도(W/cm ²)	10.1
재질	SUS321

이 히터의 사양으로부터 열원의 열유속을 계산할 수 있고, 상온에서의 자유대류를 고려하여 대류열전달계수를 설정한다⁷. 조립을 위한 볼트의 재질은 SUS계열의 금속으로 설정한다.

3. 유한요소 해석

앞에서 설정된 모델링 결과를 소프트웨어를 이용하여 해석한다. 사용된 소프트웨어는 ABAQUS 6.5.1이고, 해석된 결과는 Fig. 3과 같다.

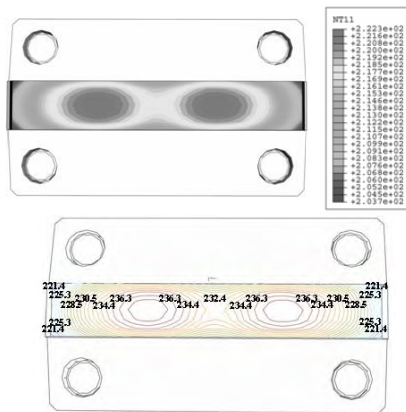


Fig. 3 Analyzed data of the bonding surface

압접면의 중앙선에 따른 온도분포 그래프를 Fig. 4에 나타내었다.

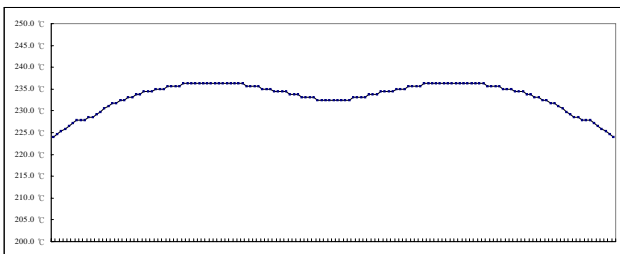


Fig. 4 Temperature profile along the center line in the bonding surface

4. 측정 및 분석

유한요소해석으로 구한 결과와 실제 측정치를 비교분석하기 위하여 측정시스템을 구성하였다. Fig. 5는 측정시스템의 구조와 측정 지점을 나타내고 있다.

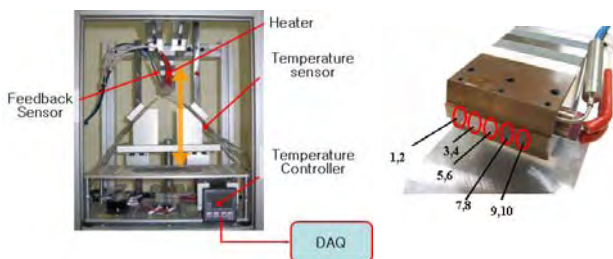


Fig. 5 Measurement system and measuring points

측정한 결과 데이터와 차트를 각각 Table 2와 Fig. 6에 나타내었다. 차트는 소프트웨어 해석결과와의 비교를 위해 10개의 측정지점 사이의 데이터를 직선 보간하여 표시하였다.

Table 2 Measurement data at each point

지점	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
°C	225	231	234	234	231	230	233	234	232	228

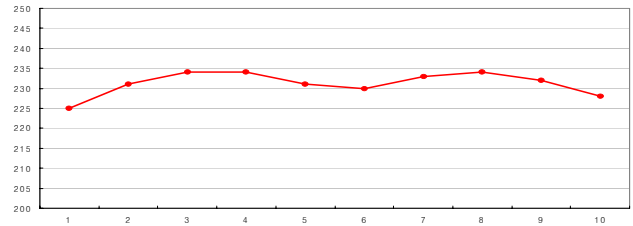


Fig. 6 Data chart for measurement

4. 결론

이방성 전도필름 본딩 공정에서 매우 중요한 부분은 공정시 압접면의 온도편차가 최소화 되어야 한다는 것인데, 열원에 따른 여러 가지 변수들에 의해 다양한 결과가 나올 수 있다는 문제가 있어 이를 소프트웨어로 해석을 하였으며, 해석된 결과는 실제 온도측정실험결과와 같은 열적거동을 보이고 있다.

본 논문에서 설정된 입력 파라미터는 실제의 거동을 표현할 수 있으므로, 추후 온도편차를 줄이는 최적화작업을 수행할 때, 소프트웨어를 이용함에 있어서 신뢰도를 부여할 수 있다.

후기

본 연구는 산업자원부 중기거점 기술개발 사업인 “CCM (Compact Camera Module) 인라인 조립 장비개발” 과제의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. Y.Yamaguchi, I.Tsukagoshi, A.Nakajima, Circuit Technol. 4, 1987.
2. I.Tsukagoshi, A.Nakajima, Y.Mikami, S.Mutoh, Z.Ikezo, Japan Kokai Patent(open system), S62-188184, 1987
3. D.D.Chang, J.A.Fulton, A.M.Lyons, J.R.Nis, Design considerations for the implementation of anisotropic conductive adhesive interconnection, Proceedings of the 92nd NEPCON West Conference, 1992
4. N.R.Basavanhally, D.D.Chang, B.H.Cranston, Direct chip interconnect with adhesive connector films, Proceedings of the Electronic Component and Technology Conference, May 18-20, pp.487-491, 1992.
5. Jin-Yeol Kim, Sijoong Kwon, DaeWoo Ihm, Reliability and thermodynamic studies of an anisotropic conductive adhesive film(ACAF) prepared from epoxy/rubber resins, Journal of Materials Processing Technology, 152, 357-362, 2004.
6. F.G.Shi, Mikrajuddin Abdullah, S.Chungpaiboonpatana, K.Okuyama, C. Davidson, J.M.Adams, Electrical conduction of anisotropic conductive adhesives : effect of size distribution of conduction filler particles, Materials Science in Semiconductor Processing, 263-269, 1999.
7. Ashwin Shah, Development of reliability based life prediction methods for thermal and environmental barrier coatings in ceramic matrixcomposites, NASA/CR, 2001