

저온 접합을 위한 Bump Patterning

Bump Patterning for Low Temperature Bonding

*#이창우¹, 송준엽¹, 손흥선¹, 하태호¹, 배영걸¹

*C. W. Lee(lcwlj@kimm.re.kr)¹, J. Y. Song¹, H. S. Son¹, Y. G. Bae¹

¹한국기계연구원 지능형생산시스템연구본부

Key words : Low Temperature Bonding, NCP, Bump Patterning, Elastic Bump, Ultrasonic, Coplanarity

1. 서론

현대 산업에서 휴대폰, PDA, PMP, MP3, 디지털 카메라 등의 휴대용 전자기기의 시장이 확대되면서 반도체 시장이 칩채기를 벗어나 제2의 전성기를 구가하고 있다. 휴대용 전자기기가 휴대성이 높아지고 고성능화된 기능을 가지게 되면서 시장이 급속히 확장되었다. 휴대성을 높이기 위해서는 제품의 경박단소화가 요구되는데 이를 뒷받침 해주는 생산기술 중의 하나가 고밀도 실장기술이다. 고밀도 실장기술에 가장 주목받고 있는 기술이 Flip Chip Bonding 기술이다. Flip Chip Bonding 기술은 패키징되지 않은 Bear Chip을 PCB, FPC, Glass와 같은 Substrate에 접합하는 기술로 기존의 실장면적을 80% 이상 절감한다. 이러한 Flip Chip은 다기능화 되면서 I/O 전극이 많아지고 미세피치화 하고 있다. 또한 제품이 다양해지면서 Substrate도 열에 약하거나 면적이 넓어 기존의 Soldering을 이용한 접합이 곤란한 제품도 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 Adhesive를 사용하여 실장하는 방법이 있다. 대표적으로 ACA(Anisotropic Conductive Adhesive), NCA(Non Conductive Adhesive)를 사용하는 방법이다. 이 중에서 현재는 가격이 비싸지만 ACA를 많이 사용하고 있는데 이는 접합하는 Bump간의 상대 높이차로 발생하는 Coplanarity 문제를 해결하기 때문이다. 본 연구에서는 NCA 접합에서 Coplanarity 문제를 해결하는 방법을 제안하고 Feasibility 테스트를 수행하였다.

2. Bump Patterning 필요성

Flip Chip Bonding 기술은 Soldering, Adhesive Bonding, Welding으로 크게 3가지 기술로 나눌 수가 있다. 이 중 Soldering 기술은 Bump의 Coplanarity 문제를 발생하지 않는 장점을 가지지만 Substrate가 Reflowing이 가능할 때 사용할 수 있다. Adhesive를 사용하는 Bonding에서는 Fig. 1에서처럼 Bump의 높이차에서 Coplanarity 문제를 발생한다. ACA는 원리상 중간의 도전볼에 의해서 완충역할로 Coplanarity 문제가 해결되지만 NCP는 접점 불량이다. 본 연구에서는 Coplanarity 문제를 해결하기 위해서 Bump를 Patterning하여 제작하면 접착력에 의해서 높이가 높은 Bump는 변형되면서 높이가 낮은 Bump의 높이로 Bonding되게 된다.

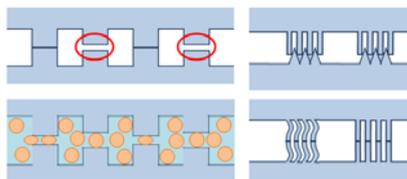


Fig. 1 Coplanarity problem in adhesive bonding

3. 초음파 Head 설계

Bump에 Patterning을 만드는 방법으로는 레이저를 이용한 방법, Lithography를 고려할 수 있으나 본 연구에서는 경제성이 높은 금형을 이용한 프레스를 사용하였다. 미세패턴화 되면서 Bump의 크기가 작기 때문에 금형의 폭은 더욱 작아 무리한 프레스 압력을 가하게되면 금형이 빨리 손상을 받는다. 본 연구에서는 초음파를 사용한 마이크로 프레스 방법을 사용하였다. 이를 위해서 초음파 Head를 설계 제작하였다. 초음파 Head는 Fig.

2에서와 같이 크게 진동 Source인 PZT Transducer, 기계적 증폭기 Booster, 가공부인 Horn 혹은 Sonotrode으로 나뉜다. PZT Transducer는 28 kHz의 상용제품을 사용하여 설계할 부분은 Booster와 Horn 부분이다.

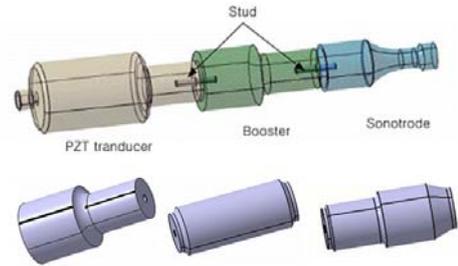


Fig. 2 Ultrasonic Head Configuration

Booster를 설계하기 위해서 Neck Up, No Neck, Neck Down 3가지 Type으로 Horn은 일반적으로 많이 사용하는 Type을 가정하여 FEM 해석을 수행하였다. 해석결과 Neck Up 방식이 가장 증폭률이 높음을 확인하였다.

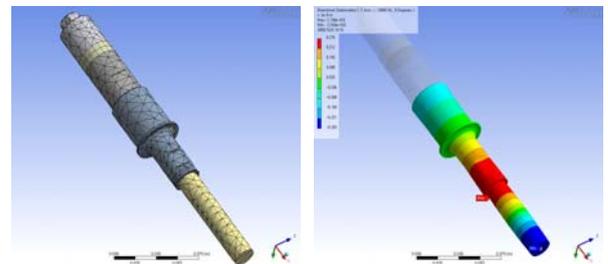


Fig. 3 FEM model for horn design

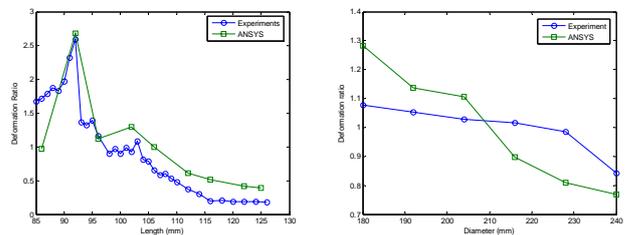


Fig. 4 Comparison between experiment result and FEM result

일반적으로 초음파 시스템은 FEM 해석을 통해서 설계를 한다. FEM 해석을 통한 Horn 설계를 위해서 FEM 해석 결과와 실험값과 일치성을 확인하기 위해서 앞에서 설계한 Neck Up Type의 Booster에 가장 단순한 실린더 Type의 혼을 직경과 길이 방향을 변화시키면서 FEM 결과와 비교하였다. Fig. 3은 FEM 해석에 사용된 Model을 나타내고 Fig. 4는 실험값과 해석값을 비교한 그래프이다. Fig. 4의 좌측의 그래프는 28 kHz로 가진 시키고 Horn의 직경을 18 mm로 고정하고 길이를 85 - 126 mm로 변화시켰을 때 Horn 끝 부분의 변위를 비교한 것이다. 우측의 그래프는 역시 28 kHz로 동일하게 가진시키고 길이를 128 mm로 고정하고 직경을 18 - 24 mm로 변화 시켰을 때의 그래프이다. 비교적 해석결과와 실험결과가 유사함을 보여 경계 조건과 같은 해석조건이

타당함을 확인하였다. Fig. 5는 Micro Press를 위해 FEM 해석을 통해 설계된 Horn을 나타낸다. Horn의 조건중의 하나는 끝부분에 Pattern 금형을 장착할 수 있도록 일정한 면적을 가지고 있어야 한다. 이러한 제약조건을 가지면서 증폭비가 큰 Horn을 제작하기 위해서 기존의 초음파 Horn을 참고하여 여러 모델을 FEM 해석 결과 Fig. 5와 같은 Horn을 설계하였다.

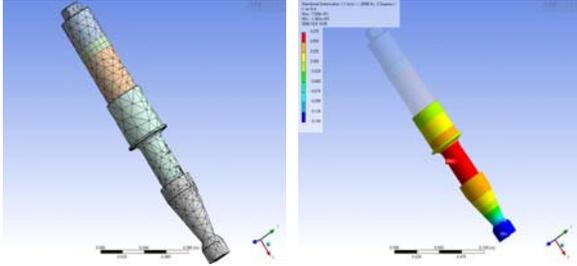


Fig. 5 Ultrasonic horn for micro press

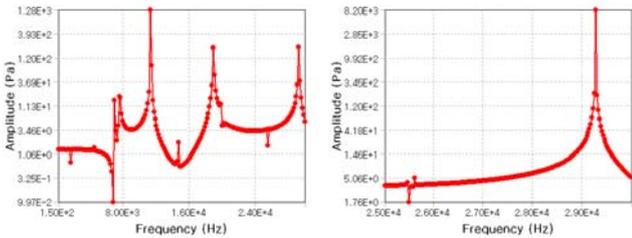


Fig. 6 Frequency response of stress at the end of cylinder type horn (Diameter : 18 mm, Length : 86 mm)

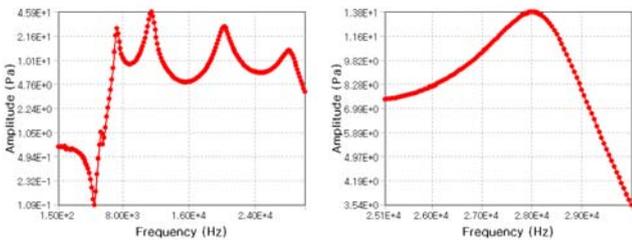


Fig. 7 Frequency response of stress at the end of horn for micro press

Fig. 6는 FEM 해석 결과를 검증하기 위한 실린더 Type Horn의 주파수 응답특성을 나타내고 Fig. 7은 Micro Press를 위한 Horn의 주파수 응답특성을 나타낸다. 실린더 Type Horn은 29 kHz 이상에서 높은 진폭을 가지는 급격한 Pick가 존재하지만 구동 주파수인 28 kHz에서는 진폭이 낮다. 반면 Micro Press를 위한 Horn 구동주파수인 28 kHz에서 완만한 Pick를 가진다. 급격한 Pick는 시스템 제작에서 발생하는 오차로 구동 주파수가 변화하게 되면 진폭이 크게 작아지지만 완만한 Pick를 가지게 되면 구동 주파수가 약간 변화하여도 발생하는 진폭은 큰 변화가 없다는 장점을 가진다. 이러한 점에서 안정적인 Horn가 FEM 설계를 통하여 이루어졌다.

4. Bump Patterning 실험

초음파 Micro Press는 Fig. 8에서처럼 상부에 초음파 시스템이 있고 하부에 3자유도 마이크로 스테이와 Press Force를 측정하기 위해서 로드셀을 설치하였다. 제작된 초음파 헤드에 Pattern 금형을 장착하고 알루미늄으로 제작된 폭 100 μm의 Bump에 Pressing 공정을 수행하였다. 미세 Pattern 금형은 기준 게이지로 사용되는 두께 30 μm 필라 게이지를 포개어서 나사로 조립 후 풀림 방지를 위해서 용접하여 제작하였다. Fig. 8은 제작된 Micro press와 Pattern 금형을 나타낸다. Fig. 8에 나타난 것처럼 5개의 Pattern이

설계되었으나 3번째 Pattern이 제작과정에 손상되면서 휘어져 4번째 Pattern이 영향을 받았다. 나사 풀림 방지를 위해서 용접이 되어있어서 금형을 다시 제작하기 어려워 손상된 금형으로 실험을 수행하였다.

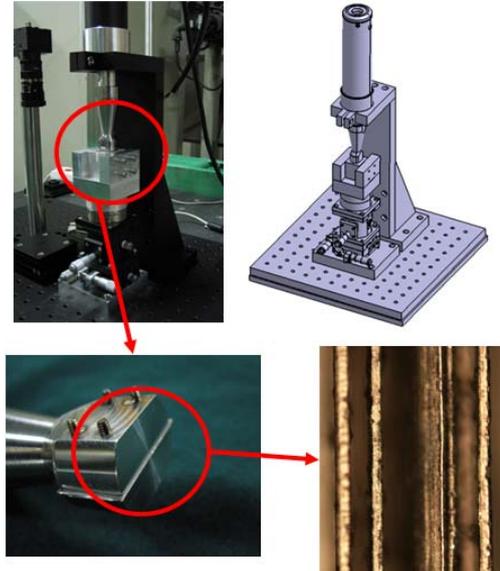


Fig. 8 Micro press for bump patterning

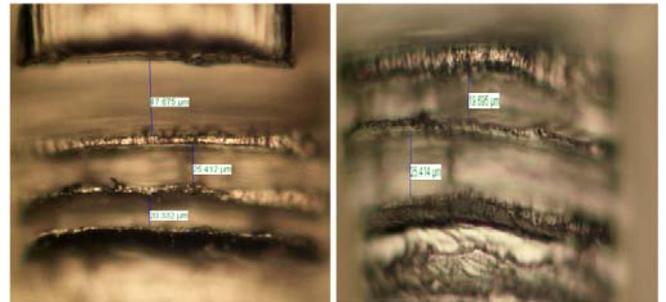


Fig. 9 result of ultrasonic micro pressing

Fig. 9의 좌측은 초음파를 사용한 Pattern 결과이고 우측은 초음파를 사용하지 않고 단순히 압력을 가했을 때의 결과를 나타낸다. 초음파를 사용한 Pattern이 직선으로 Patterning이 되었고 압력만 가했을 경우에는 금형이 압력에 휘어져 Pattern도 휘어짐을 확인하였다.

5. 결론

본 연구를 통하여 초음파 Head 설계를 위한 FEM 해석이 타당함을 입증하였고 이를 통하여 Micro Press용 초음파 시스템을 설계하였다. Coplanarity의 문제점 해결을 위한 금형을 이용한 Bump Patterning용 Micro Press를 개발하여 Feasibility 테스트를 수행하였고 이를 통하여 Bump Patterning 가능성을 확인하였다.

참고문헌

1. <http://www.powerultrasonics.com/content/sonotrode-manufacture-general>
2. E. Shamoto, N. Suzuki, T. Naoi, "Development of Ultrasonic Elliptical Vibration Controller for Elliptical Vibration Cutting," Annals of the CIRP, Vol. 51/1/2002, 327-330.
3. Lorenzo parrini, "New Techniques for the Design of Advanced Ultrasonic Transducers for Wire Bonding," IEEE Transactions on electronics packaging manufacturing, Vol. 26, NO. 1, January 2003, 37 - 45.