

멀티블레이드를 이용한 Micro BGA의 초정밀 싱글레이션

김성철*(부산대 대학원), 이은상(인하대), 이해동(에이엠테크놀로지)

Ultra-precision Singulation of Micro BGA using Multi Blade

S. C. Kim(Mech. & Precision Eng. Dept., PNU), E. S. Lee(Mech. Eng. Dept., INHA Univ.),
H. D. Lee(AM Technology)

ABSTRACT

Singulation is a process that cutting for separating a chip individually after finishing packaging process(micro BGA etc.). For shortening the process of singulation, we proposed the singulation using multi-blade. This paper introduced a method of multi-blade singulation and investigated a result of application and problems. The efficiency of singulation process was improved five times better than the single-blade by the singulation using Multi-blade.

Key Words : Singulation(싱글레이션), Packaging(패키징), Multi-Blade(멀티블레이드), Dicing(다이싱), Dual Spindle(듀얼스핀들), Micro BGA(마이크로 BGA)

1. 서론

전세계적으로 PC, 셀룰러폰, DVD 등의 디지털 제품이 오늘날 산업을 이끄는 중요 부분이 되고 있다. 이런 디지털 제품의 핵심이 절단(sawing) 공정을 포함하는 반도체 생산 공정에 의해 만들어지는 반도체 칩이다. 디지털 제품이 더욱더 작아지고 얇아지고 고집적화 되는 추세로 가고 있고, 반도체 칩 및 생산 공정도 그 추세를 따라 가고 있다. 반도체 칩의 고집적화로 인해 디지털 제품의 소형화를 이룰 수 있고, 동시에 여러 기능을 수행할 수 있으며, 에너지 효율을 높일 수 있고 신뢰성을 증가시킬 수 있다.

실리콘 위에 만들어진 수백 개의 반도체 칩들은 패키징 공정을 위해서 하나씩 절단되어야 한다. 최근 반도체 칩의 크기는 0.25mm까지 작아졌기 때문에 절단(sawing) 공정에서 마이크론 단위의 정밀도가 요구되고, 칩핑과 크랙 발생이 완전히 억제되어야 한다.

싱글레이션(Singulation)은 패키징(Packaging)이 끝난 후 칩(Chip)을 개별적으로 분리하기 위하여 절단하는 공정이며 다이싱(Dicing)과 같이 다이아몬드 블레이드(Blade)를 고속으로 회전시켜 절단한다. 대부분 싱글레이션은 웨이퍼 절단을 위한 다이싱 장비를 블레이드만 교체하여 그대로 사용하고 있다. 그러나

다이싱과 싱글레이션은 그 대상 재료의 재료적 특성이 완전히 다르기 때문에 싱글레이션 전용장비가 요구된다. 그 이유는 다른 칩 핸들러(Handler) 장치와 칩 처리 속도를 일정하게 유지하기 위해 싱글레이션의 절단속도도 빨라져야 하기 때문이다. 그래서 본 논문에서는 절단 능력을 높이기 위해 멀티 블레이드를 이용한 싱글레이션 방법을 제안하였다.

본 논문은 공정시간을 단축시키기 위한 멀티 블레이드를 이용한 싱글레이션에 관한 것으로 그 방법에 대한 소개와 적용 시의 결과 및 문제점 등을 검토하였다.

2. 싱글레이션(Singulation)

패키징 공정이 끝나면 Fig.1과 같은 형태로 제품이 나오게 된다. 공정의 편이를 위해 여러 개의 칩을 하나의 기관에서 같이 패키징하기 때문에 패키징 공정이 끝난 칩을 개별적으로 분리하기 위해서 절단하는 공정을 싱글레이션이라 한다. 방법적인 면에서 보면 웨이퍼를 절단하는 다이싱과 같으나 공정의 순서 면에서 보면 다이싱은 웨이퍼(Wafer) 공정이 끝난 후 웨이퍼를 칩 크기로 절단하는 공정이고 싱글레이션은 패키징이 끝난 후 칩을 개별적으로 분리하기

위해서 절단하는 공정이다. 가공적인 특성에서 차이점은 다이싱은 웨이퍼 절단시 발생하는 칩핑(Chipping)의 제거와 웨이퍼 오염 제거에 주안점을 주어야 하지만 싱글레이션은 몰드 수지를 절단하는 것이기 때문에 칩핑이 발생하지 않고 패키징이 끝난 후 행하는 절단이기 때문에 오염에 대한 문제가 발생하지 않는다. 다만 절단시 회로 구성을 파괴하지 않도록 정확한 정밀도가 중요하다. (일반적으로 블레이드에 의한 다이싱과 싱글레이션을 쏘잉(Sawing)이라 명칭하기도 한다.)

싱글레이션의 절단 원리를 간단히 살펴보면 날 두께가 아주 얇은 연삭 지식인 다이아몬드 블레이드(Diamond Blade)를 고속으로 회전시켜 초정밀 절단하는 공정으로 금속, 석재, 옥석 등에 널리 사용되고 있는 방법과 동일하다. 싱글레이션에 일반적으로 사용하고 있는 블레이드는 다이아몬드의 지름이 4~6 μm , 날두께가 200~300 μm 인 블레이드가 사용되고 있다. 최근의 초정밀 절단 장치는 반도체 장비의 고집적화, 고부가가치화에 따라 수반되는 고성능화, 다기능화가 되고 있어 초정밀 절단 그 자체도 한층 고가공 품질과 안정가공이 요구되어지고 있다.



Fig. 1 BGA Packaging (175×40 mm)

3. 멀티블레이드를 이용한 싱글레이션

싱글레이션 공정시 작업시간을 단축시킬 수 있는 방법으로 멀티블레이드를 이용한 방법이 있다. 두 개의 스피들(Spindle)에 블레이드를 칩의 가로, 세로 폭에 맞추어 다수 개 장착하여 절단하는 것이다.

Table 1 Spec of singulation device

Spindle	Ball bearing 20,000 [rpm]	Output : max 3.0 [kW]
Usable Length	X-Axis	800 [mm]
	Y-Axis	220 [mm]
	Z-Axis	100 [mm]
	θ -Axis	180 degree
Accuracy	Y-Axis	2/200 [$\mu\text{m}/\text{mm}$]
	Z-Axis	5/100 [$\mu\text{m}/\text{mm}$]
Cutting Speed	X-Axis	0.1~200 [mm/sec]

3.1 멀티블레이드 (Multi-Blade)

본 실험에 사용된 시편은 Fig.1과 같은 형태의 패키지(Package)이며 가로축(X-axis)이 6줄, 세로축(Y-axis)이 5줄로 4번의 절단이 필요하다. Fig.2와 Fig.3과 같이 가로 세로축 칩 간격대로 블레이드 사이에 플런지(Flange)로 간격을 두어 다수의 블레이드를 장착하게 된다. 패키지의 칩 크기에 따라 그 간격을 달리 할 수 있다. 여기에 사용된 블레이드는 두께 200~300 μm 의 메탈 본드 블레이드이다.

그리고 칩의 종류, 블레이드 간격에 따라 척테이블(Chucking Table)을 교체해 주어야 한다. Fig.4는 척테이블의 형상으로 블레이드가 지나가면서 완전절단(full cutting)이 가능하도록 가이드 라인이 있다. 절단된 칩을 개별적으로 고정시킬 수 있도록 각각의 칩마다 진공 흡착(Vacuum chuck)으로 지지 할 수 있도록 하였다.

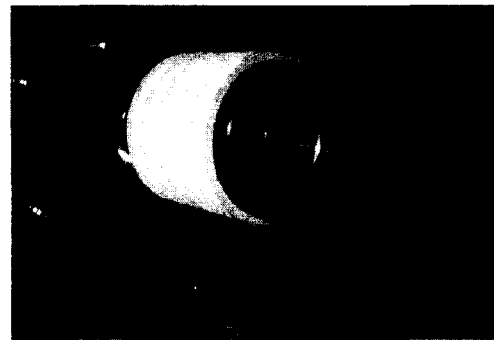


Fig. 2 Multi-Blade for Singulation of X-axis (6 Pieces of Blade)

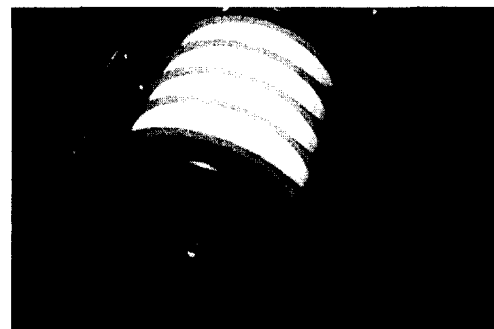


Fig. 3 Multi-Blade for Singulation of Y-axis (5 Pieces of Blade)

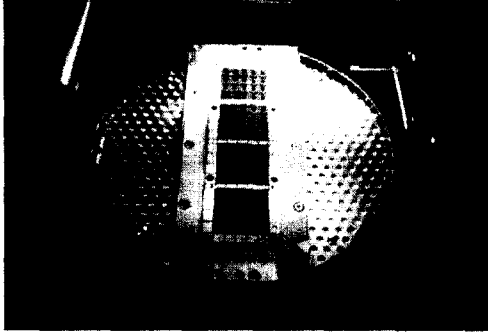


Fig. 4 Chucking Table for Multi-Blade Singulation

3.2 듀얼스핀들(Dual Spindle)

듀얼스핀들을 채용한 이유는 멀티블레이드를 장착한 이유 때문인데, 칩의 가로 세로 치수가 다르기 때문에 앞쪽 스펀들에는 칩의 가로치수에 블레이드의 간격을 맞추고 뒤쪽 스펀들에는 칩의 세로치수에 블레이드의 간격을 맞추도록 하였다. 그리하여 Micro BGA의 가로를 절단할 때는 앞쪽 스펀들을 사용하여 절단을 하고 세로를 절단할 때는 뒤쪽의 스펀들이 절단을 수행하게 된다. Fig.5는 듀얼스핀들 장착도이다.

기존의 다이싱이나 싱클레이션 장비는 에어베어링 스펀들(Air bearing spindle)을 사용하였으나 멀티블레이드를 장착함으로써 절삭저항이 커지기 때문에 에어스핀들의 강성이 문제가 된다. 에어스핀들은 고속회전이 가능하고 정밀도가 좋으나 강성이 약한 단점이 있어, 이런 문제점을 해결하기 위해서 본 테스트 장비에는 볼 베어링 스펀들(Ball bearing spindle)을 사용하였다.

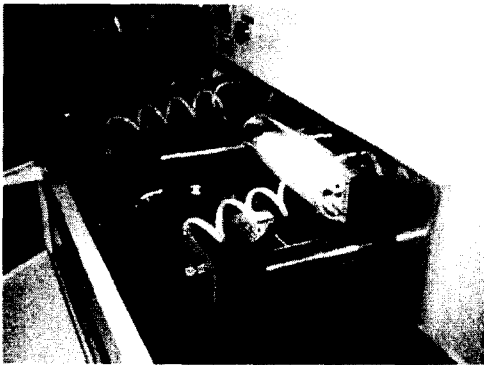


Fig. 5 Dual Spindle for Multi-Blade Singulation

3.3 싱클레이션

Fig.6과 Fig.7은 각각 X축과 Y축을 절단하는 사진이다. 절단은 스펀들 회전속도 18000rpm과 이송속도

15mm/sec의 조건으로 하였다. 테스트용 시편의 경우 X축으로는 한번만 지나감으로써 완전히 절단이 끝나며 Y축으로는 시편의 형태에 따라 4번의 절단을 행하게 된다.

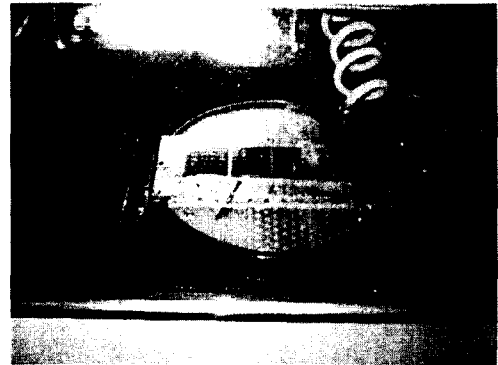


Fig. 6 Photograph of X-axis Singulation



Fig. 7 Photograph of Y-axis Singulation

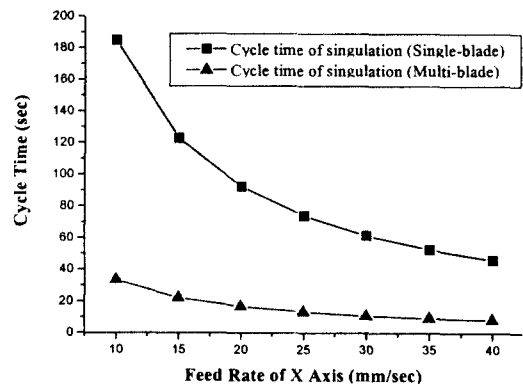


Fig. 8 Cycle time of singulation

단일블레이드를 사용했을 때와 멀티블레이드를 사용했을 때의 공정시간을 계산했을 때, 13mm/sec의 이송속도로 단일블레이드의 경우는 142초가 걸린 반

면 멀티블레이드의 경우는 25초의 시간이 소요되어 능률이 약 5.5배 향상되었음을 알 수 있다. Fig.8은 이송속도에 따라 단일블레이드와 멀티블레이드 싱글레이션의 공정시간을 나타낸 것으로 이송속도에 상관없이 일정하게 약 5배정도의 향상을 얻을 수 있음을 알 수 있다. Fig.9는 시편의 싱글레이션이 끝난 후 언로딩(unloading)하기 전의 사진이고, Fig.10은 절단 후 chucking에서 언로딩하기 전에 비전부의 CCD카메라로 절단 부위를 확대 촬영한 것이다. 사진에 보는 바와 같이 칩의 회로부분에 어떤 손상도 주지 않고 절단되었음을 알 수 있다.

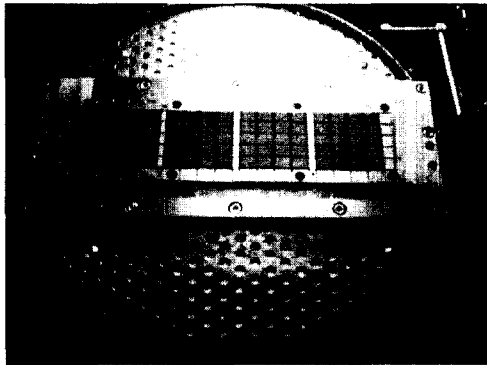


Fig. 9 Singulation of Micro BGA

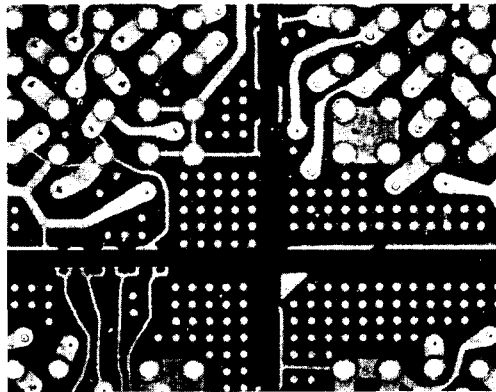


Fig. 10 Section of cutting (CCD camera, ×100)

3.3 결과 및 검토

다이아몬드 블레이드에 의한 싱글레이션과 다이싱은 절단 방법은 같지만 가공물의 특성에 많은 차이가 있다. 싱글레이션의 경우는 칩핑이 생기지 않기 때문에 공정시간을 단축하기 위해 멀티블레이드를 이용한 절단이 가능하다. 그 결과 테스트 시편의 경우 5배의 능률의 향상을 얻었으며 절단 품질 또한 단일 블레이드의 경우와 크게 차이가 없음을 알 수 있다.

문제점으로 chucking 방식이 진공 흡착을 이용하는 것이기 때문에 40mm/s 이상의 이송속도에서는 chucking이 견디지 못하는 것을 확인하였다. 이것은 chucking의 진공 흡착 압력을 더욱 크게 하거나 스피ن들의 회전속도를 더 높여서 해결을 할 수 있다. 그러나 Fig.8에서 보는 바와 같이 이송속도가 25mm/s 이상부터는 공정시간이 거의 일정하기 때문에 40mm/s 이상의 이송속도로 절단하는 것은 크게 의미가 없음을 알 수 있다. 또한 볼베어링 스피들 사용에 있어서 에어베어링 스피들에 비해 진동이 발생하고 정밀도가 다소 떨어지는 단점이 있다. 이런 문제점을 해결하면 기존의 방법보다 적어도 3배 이상의 칩 처리속도를 얻을 수 있다.

4. 결론

싱글레이션 작업시간을 단축시키고 칩 처리 속도를 향상시키기 위해서 멀티블레이드를 이용해 절단 작업을 시행하였다. 멀티블레이드를 이용한 Micro BGA의 싱글레이션은 단일 블레이드의 절단품질과 동일하면서도 테스트 시편의 경우 작업시간을 5배 이상 단축시킬 수 있고, 절단 후 품질도 단일 블레이드를 사용했을 때와 크게 차이가 없음을 확인하였다. chucking과 진동에 있어서 문제가 발생하였지만 이 문제점만 해결해 준다면 칩 처리 속도를 3배 이상 향상시킬 수 있다.

참고문헌

1. I. Inasaki, "Dicing of Silicon Wafer," EUSPEN, Preceeding - vol.1 pp. 280~281, 1999
2. T. Miwa, I. Inasaki, "'Blade Wear and Wafer Chipping in Dicing Process," ICPE '97 Taipei, Taiwan, pp. 399~400, 1997
3. 이은상, 김성철, 송지복, "실리콘 웨이퍼의 초정밀 절단가공에 관한 연구." 한국정밀공학회지, 제17권, 제6호, pp. 185-191, 2000.