

실리콘 웨이퍼 단면 연삭기 구조물 특성평가

하상백*, 최성주, 안대균(한국공작기계㈜), 김인수(창원대학교 대학원생), 최영휴(창원대 교수)

Review for Features of Wafer In-feed Grinder Structure

S. B. Ha* , S. J. Choi , D. K. Ahn(Hankook Machine Tools Co., Ltd.), I. S. Kim, Y. H. Choi(Changwon Univ.)

ABSTRACT

In recent years, the higher flatness level in wafer shape has been strictly demanded with a high integration of the semiconductor devices. It has become difficult for a conventional wafer preparing process to satisfy those demands. In order to meet those demands, surface grinding with in-feed grinder is adopted. In an in-feed grinding method, a chuck table for fixing a semiconductor wafer rotates on its rotation axis with a slight tilt angle to the rotation axis of a cup shaped grinding wheel and the grinding wheel in rotation moves down to grind the wafer. So, stability of the grinder structure is very important to acquire a wafer of good quality. This paper describes the features of the in-feed grinder and some FEM analysis results of the grinder structure.

Key Words : 웨이퍼 연삭(Wafer Grinding), 인피드 연삭기(In-feed Grinder), Silicon Wafer(실리콘 웨이퍼), 컴플라이언스(Compliance), 정강성(Static Stiffness), 동강성(Dynamic Stiffness)

1. 서론

웨이퍼 단면연삭 기술이 웨이퍼 제조공정에 도입된지는 얼마되지 않았다. 초기에는 일반 평면연삭방식이 사용되었으나 휠이송에 따른 연삭저항력 변화에 의한 평탄도 악화로 인해 최근에는 웨이퍼가 회전하는 인피드 방식의 웨이퍼 단면 연삭기가 주류를 이루고 있다. 웨이퍼 단면 연삭기는 고속으로 회전하는 컵형 휠의 외주날이 휠에 비해 상대적으로 저속으로 회전하는 척테이블의 중심을 지나고 깊이 방향으로 절입이 되면서 연삭하는 방식으로 휠과 공작물과의 접촉길이가 일정하기 때문에 일반 평면 연삭방식에 비해 평탄도, 표면조도, 스크래치, 치핑등의 측면에서 우수한 성능을 나타낸다.[1] 웨이퍼 단면연삭기는 Bare Wafer 연삭공정 뿐만 아니라 전면(Front Side)에 디바이스가 올려져 있는 웨이퍼의 뒷면(Back Side)을 연삭하는 Back Grinding 공정에도 적용되고 있다.[2] 인피드 연삭기의 제작업체로는 일본의 DISCO사와 OKAMOTO사가 있고, 미국의 Strausbaugh사, 그리고 독일의 G&N사 등이 있다. 그러나 국내에서는 아직 제작업체가 없어 전량 수입에 의존하고 있다. 반도체 기술의 근간이 되는 웨이퍼 제조기술에서 기술우위를 확보하기 위해서는 인피드 연삭기 설계 및 제작기술 확보가 시급한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 자체 제작한 인피드 연삭기의 구조물의 FEM 해석 결과를 통하여 웨이퍼 단면연삭기의 구조물의 특성에 대해서 살펴보았다.

2. 웨이퍼 단면 연삭기

Fig. 1(a)은 상품화 장비를 목표로 자체 제작한 웨이퍼 단면 연삭기의 외형 사진이다. 시스템의 구성은 Fig. 1(b)와 같이 앞쪽에 4개의 Cassette Loading부가 있고 그 가운데에 4축 반송로봇이 있다. 그리고 카세트 Loading부 뒤쪽에 웨이퍼의 센터링 및 세정을 해주는 세정장치가 있고 그 뒤쪽에 웨이퍼를 연삭부로 이송시켜주는 T-arm 및 웨이퍼를 연삭하는 연삭부로 구성되어 있다. 본 장비는 Cassette-to-Cassette Handling이 가능한 완전자동 장비로 제작되었다.



Fig. 1 The photograph of developed wafer in-feed grinder

3. 웨이퍼 연삭기 구조물 FEM 해석 결과

Fig. 2(a)는 웨이퍼 단면연삭기의 연삭부를 유한요소 모델링한 것이다. 연삭부는 2Head-2Table로 구성되어 있고 테이블 고정방식으로 Head는 컬럼에 Cantilever 형태로 결합되어 있는 구조로 되어 있다. 구속조건은 연삭기 구조물의 하단부 지지점 3곳 Node의 자유도를 모두 구속하였다. 하중조건은 연삭력이 각각의 상부 스펀들 끝단에 법선분력 300N

과 접선분력 3N 이 작용하는 것으로 하였고, 하부 테이블 끝단에 이에 대응하는 반작용력이 작용하는 것으로 하였다. 구조물에서 볼트로 체결된 부분은 용접과 같은 강체결합으로 가정하였다. Fig. 2(b)는 가공정밀도에 가장 영향을 많이 미칠 것으로 판단되는 상부주축 끝단(P1, P3)와 하부테이블 끝단(P2, P4)에서의 변위체크 위치를 나타낸 것이다.

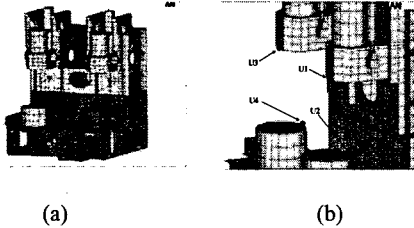
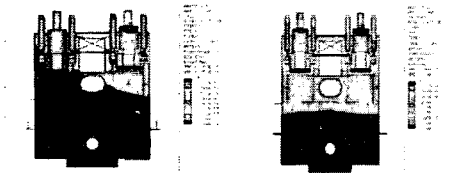


Fig. 2 FEM Modeling of developed grinding unit

인피드연삭기는 황삭과 정삭 그리고 단면과 양면을 연삭할 수 있는 가공프로세스를 가지고 있고 양측에서 동시에 가공을 할 경우와 한측에서만 가공을 할 경우가 있다. 따라서 한측에서 하중이 작용할 경우와 양측에서 하중이 작용할 경우의 정적 처짐량을 해석해 보았다. Fig. 3 (a)는 한측에서만 하중이 작용했을 경우이고, Fig. 3(b)는 양쪽 모두 하중이 작용했을 경우의 정적처짐 해석결과를 나타낸 것이다. Fig. 3(a)와 같이 한측만 하중이 작용할 경우 주축 상단부의 변위가 가장 크게 발생하는 것을 볼 수 있었고, 하중이 작용하지 않는 주축의 상단부에도 영향을 미치는 것을 볼 수 있었다. 그리고 Fig. 3(b)와 같이 양측에 하중이 작용할 경우 구조물의 중심을 기준으로 대칭으로 변위가 발생하였고, 테이블에 비해 주축의 변위가 크게 발생하는 것을 볼 수 있었다.



(a) Loading on one axis (b) Loading on both axis
Fig. 3 Static analysis results of the grinder structure

인피드 단면연삭기는 가공원리상 테이블의 경사를 조정하여 웨이퍼의 형상제어를 하고 척테이블 면과 웨이퍼면의 높이차로 웨이퍼의 두께를 검출하여 가공중점을 결정하기 때문에 구조물의 X 축과 Y 축의 변위는 웨이퍼의 형상과 밀접한 관련이 있고 구조물의 Z 축 방향 변위는 가공시간과 밀접한 관련이 있다고 볼 수 있다. Table 1 과 같이 한측만 하중이 작용할 경우 하중이 작용하는 축의 주축의 변위는 Z 축 방향이 1.104um 으로 X 축 변위에 비해 약 7.3 배, Y 축 변위에 비해 약 30.7 배 크게 나타났고, 주축과 테이블과의 상대 변위도 Z 축 방향의 변

위가 1.335um 으로 X 축에 비해 약 17.8 배, Y 축에 비해 약 14.2 배 크게 나타났다. 그리고 Table 2 와 같이 양측에 하중이 작용할 경우도 주축의 변위는 Z 축 방향이 1.28um 으로 X 축 변위에 비해 약 11.7 배, Y 축 변위에 비해 약 6.7 배로 가장 크게 나타났고, 주축과 테이블과의 상대 변위도 Z 축 방향의 변위가 1.45um 으로 X 축에 비해 약 5.9 배, Y 축에 비해 약 29 배 크게 나타났다.

Table 1. Displacement of each position for loading on one axis

	Ux(um)	Uy(um)	Uz(um)	Uiso(um)
U1	0.152	0.036	1.104	1.115
U1-U2	0.075	0.094	1.335	0.839
U3	0.077	0.141	0.174	0.237
U3-U4	0.0423	0.136	0.113	0.166

Table 2. Displacement of each position for loading on both axis

	Ux(um)	Uy(um)	Uz(um)	Uiso(um)
U1	0.109	0.19	1.28	1.3
U1-U2	0.245	0.05	1.45	1.1
U3	0.11	0.181	1.22	1.24
U3-U4	0.22	0.051	1.39	1.04

4. 결론

본 연구에서는 웨이퍼 단면 연삭기의 구조물의 FEM 해석을 통하여 주축상단부의 변위가 가장 크게 발생하는 것을 알 수 있었고 두 축 중 한축에만 하중이 작용할 경우 다른 한 축에도 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 그리고 웨이퍼의 형상 정밀도와 관련되는 X 축과 Y 축의 변위보다 가공시간과 관련 있는 Z 축의 변위가 크게 발생하는 것을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 산업자원부에서 주관하는 “고기능성 부품가공용 지능형 연삭시스템 개발” 과제 지원에 의해 수행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. Z. J. Pei, “A study on surface grinding of 300mm silicon wafers”, International Journal of Machine Tools & Manufacture 42 pp. 385-393, 2002
2. Z.J.Pei, Alan Strasbaugh, “Fine grinding of silicon wafers”, International Journal of Machine Tools & Manufacture 41, pp. 659-672