

캐리어를 이용한 날장 웨이퍼이송시스템에 관한 연구

A Study of Wafer Carrier and Single-Substrate Transfer System Using Thereof

*고현준¹, #김종형²

*H. J. KO¹, # J. H. Kim(jojnkim@snut.ac.kr)²

¹ 서울산업대학교 나노·마이크로로봇시스템, ² 서울산업대학교 기계설계자동화공학부

Key words : single-substrate transfer, semiconductor process, wafer, carrier, wafer stocker, FAB line

1. 서론

반도체 디바이스(device)를 제조하는 과정에서 수많은 공정을 거치게 되는데 이와 같은 공정수행을 위해 웨이퍼(wafer)는 카세트(cassette) 또는 용기 안에 수십 장씩 내장되어 전달되었다.⁽¹⁾ 또한, 생산효율 향상을 위하여 웨이퍼의 크기가 8인치에서 12인치(300mm)로 증가하게 되었으며 현재 450mm로 증대되어 가는 추세이다.⁽²⁾

이전 IBM은 EAST FISHKILL 공장에서 QTAT라는 공기의 압력으로 반도체 웨이퍼를 부상시키어서 이송하는 시스템을 발표했지만, 웨이퍼를 부상시키어도 강한 공기류에 의한 정전기와 이송하여 이체하는데 난점이 있고, 시간당 500장에서 1000장의 웨이퍼의 이송이 필요한 실용라인의 사양을 만족시키기 어려웠다.

또한 컨베이어를 이용하므로 어느 한 장비(CVD 또는 sputter)에 로딩(loading) 또는 언로딩(unloading)되는 웨이퍼에 문제가 발생하거나 컨베이어에 문제가 생긴 경우에는 컨베이어 전체가 가동될 수가 없었다. 이로 인하여 문제가 되는 웨이퍼 또는 장비 이외의 정상진행 중인 웨이퍼의 이송진행 또한 중지가 될 수밖에 없었다. 그리고 정비를 위한 경우에도 컨베이어 전체의 동작을 정지시키고 수리를 하여야 하므로 정비시간 동안에 양산라인을 작동시키기 어려운 문제점이 있다.⁽³⁾

한편, 일본에서 반도체 제조공정에서 이송공정을 날장이송 방식으로 전환할 경우 소요공정시간(turn around time)이 5배 이상 단축되어 불량률 감소로 경영능력이 향상되고, 제조기간이 길어 제품의 판매기회가 상실되는 것을 방지하여 시장을 선점할 수 있는 기회가 될 수 있다는 연구보고가 발표되었다.⁽⁴⁻⁵⁾

본 논문에서는 300mm 웨이퍼 공정에 대한 단점을 파악하는 동시에 향후 진행될 차세대 450mm 웨이퍼를 날장 이송하는 시스템의 캐리어와 가이드 레일을 설계함으로써 기존의 웨이퍼 공정장비의 생산성과 효율성을 증대시키는 데에 그 목적이 있다.

2. 시스템 구성

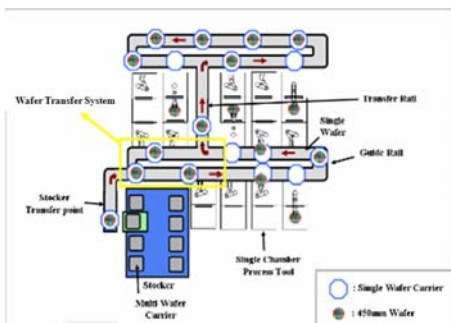


Fig.1 wafer transfer system of outline drawing

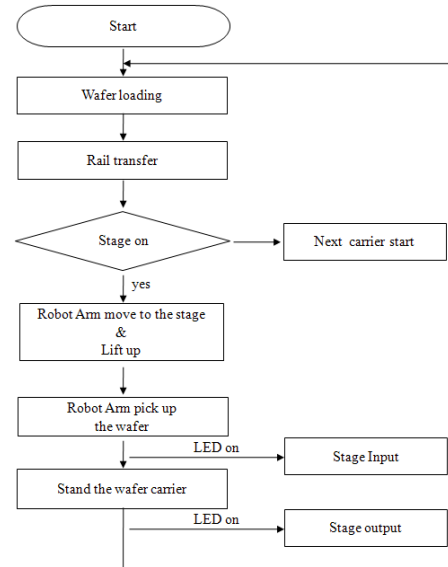


Fig.2 operation flowchart in wafer transfer system process

위의 Fig.1과 같이 전체 시스템 개요도에 표현되어 있는 것은 차세대 WAFER 이송시스템의 컨셉(concept)으로 전 공정의 wafer를 Stocker를 이용해 멀티 wafer Carrier로 받아 각 wafer를 각 싱글카세트에 받아 라인으로 이루어진 각 공정장비를 순차방식으로 거쳐 한 루프를 지나면 한 공정이 끝나는 방식으로 전체 공정 중 wafer Trans부분을 포함한 부분을 구현하였다.

또한 이에 따른 flowchart는 Fig.2와 같은데 이는 제안하는 시스템의 전체적인 작동 흐름을 보여준다.

각 공정을 station(논문에서는 공압 피스톤으로 구성된 간이 로봇 암으로 대체)으로 하고, 공정 간에는 레일이 설치되어서 이 레일을 따라 웨이퍼를 적재한 캐리어가 주행하게 된다. 주행 중 공정을 만나면 캐리어는 정지하고 웨이퍼의 공정 투입을 위한 로봇 암의 접근을 돕기 위해 캐리어 자체적으로 웨이퍼를 들어올린다(Lift up). 레일 위에는 다수의 캐리어가 동시에 주행 할 수 있으며, 이를 위해서 캐리어 간의 거리를 감지하여 간섭을 제어한다. 즉 캐리어 서로 충돌하지 않으며, 주행 순서가 바뀌어도 상관없고, 내부 전원 및 제어기로 독립적인 운동을 한다.

3. 개념 설계

Fig.3은 캐리어의 loading-unloading 방식의 종류와 그에 따른 장단점을 나타낸다. 캐리어의 가장 중요한 고려사항은 웨이퍼의 불량발생 방지에 있다. 따라서 Fig.4의 a~d까지의 방안 중에 웨이퍼의 손상이 없는 c를 기본으로 채택하였다.

3.1 캐리어 loading-unloading

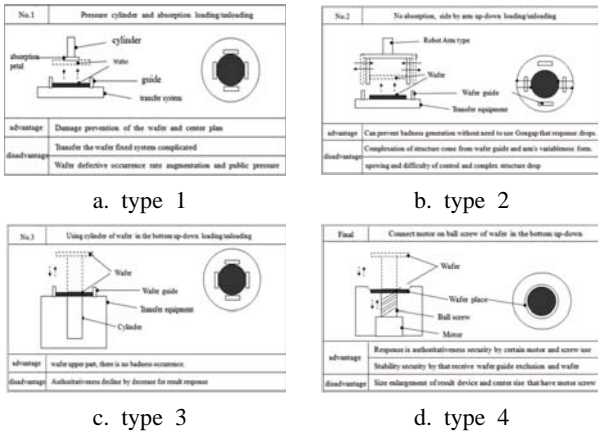


Fig.3 four kinds of type in wafer loading-unloading process

3.2 가이드 레일

현재 웨이퍼 공정에서 주로 사용하는 것은 컨베이어 방식이나 피구동 시스템과 같은 컨베이어 방식으로는 능동적인 속도 조절이 불가능하다. 또한 웨이퍼 공정을 진행하는데 있어서 공간적인 제약이 크다. 따라서 기존의 직선 방식이 아닌 트랙(track) 방식으로 개념설계를 하였다.

4. 형상 모델링

4.1 캐리어 설계

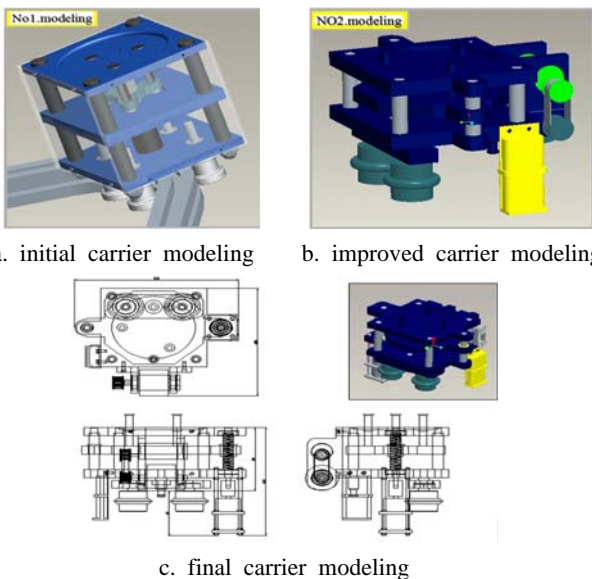


Fig.4 Most suitable design of carrier

Fig.4는 앞에서의 개념설계를 바탕으로 시스템 구성하는 웨이퍼 캐리어의 형상모델링을 한 것이다. Fig.4에 a는 최초에 설계된 모습이다. 그러나 수직적 적층 구조의 높은 형태로 인한 무게 중심의 상승, 추진용 모터 배치 난해, 같은 형태의 반복 사용으로 인한 문제점들이 있다.

따라서 이와 같은 문제점들을 개선 및 보안을 하기 위해 재설계를 실시하였고 개선된 형상모델링을 나타낸 것이 Fig.4의 b이다.

Fig.4의 c는 1,2차 모델을 보완한 최종 모델이다. 메뉴 플레이트(menu plater)의 접근성 향상을 위한 Tripod Lift up 행정거리 증가가 가능하게 되었다.

4.2 레일 설계 및 전체 layout

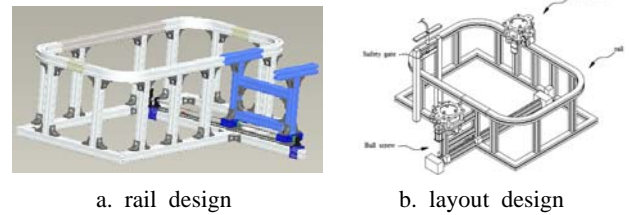


Fig.5 rail and layout design

Fig.5의 a는 레일 설계한 모습이며, 볼 스크류를 중심으로 아닌 차체 외각 양면에 설치하였다. b는 전체 layout을 보여주고 있다. 현재 레일 위의 캐리어 2대가 탑재되어 있다. 우측에 위치한 캐리어는 주행 과정을 보여 주는 캐리어이고, 좌측에 위치한 캐리어는 오류작동이 발생한 캐리어를 분리시킬 수 있도록 주행 레일에서 outline으로 변경되고 있는 모습을 보여주고 있다.

5. 결론

고장 발생 시 문제가 생긴 웨이퍼캐리어만 이송코스에서 빼줄 수 있으므로, 컨베이어의 경우처럼 전체를 운행정지를 시킬 필요가 없으며, 다른 웨이퍼의 공정진행에 영향을 주지 않으므로 공정진행을 계속할 수 있는 효과가 있다.

문제의 웨이퍼 캐리어만 수리하면 되므로, 웨이퍼이송시스템의 보수관리가 간편하고 수월한 효과가 있다. 레일이 차지하는 부피가 크지 않기 때문에 레일의 배치설계가 용이하고 공간이 절약되며, 설치비용 절감효과가 있다.

웨이퍼의 직경이 커지면 이송시스템의 재배치 및 교체 작업할 필요 없이 웨이퍼캐리어의 적재부만 웨이퍼의 직경에 맞게 교체해 주면 되므로, 비용절감의 효과가 있다. 또한, 컨베이어 벨트를 이용하는 방식에 비하여 웨이퍼 이송시 벨트와 접촉되어 생기는 마찰로 인한 먼지발생의 우려가 없는 장점이 있다. 향후 연구에서는 stop point 정의용 센서 모듈 설치, 고속 이동용 직선부 길이 확장을 검토하고 있다.

후기

본 연구는 서울산업대학교의 서울시 기술기반구축 사업인 "3D Microsystem packaging을 위한 접합공정 및 장비개발"의 지원을 받았음.

참고문헌

- (1) Uzsoy, R., Lee, C.Y., and Martin-vega, L.A., "A review of production planning and scheduling models in the semiconductor industry. partII: shop-floor control," IIE Transactions, Vol.26, pp.44-55, 1994
- (2) Rao R. Tummala, "Microsystems packaging," NO.4 fundamentals of design for reliability pp.186-188, 2001
- (3) mitchell weiss, "Evaluating 300mm fab automation technology options and selection criteria," NO.4 pp64~80, 1997
- (4) Hayashi, T. U.(e-CATS), "The Revolution of Semiconductor Manufacturer Required Next Generation," Semiconductor Industrial Newspaper Forum.2002
- (5) Cho, S. J. "300mm Wafer Transportation System for Next Generation," Air Cleaning Technology, Vol. 14, No. 4, pp. 40~59.2001