

# PC 기반의 웨이퍼 테이프 마운터 (Wafer Tape Mounter) 제어 소프트웨어

전찬욱<sup>1</sup>, 김상철<sup>2</sup>, 이송락<sup>1</sup>  
1- MTS Tek 기술연구팀

2- 한국의국대학교 컴퓨터공학과

## A PC-based Control Software for Wafer Tape Mounter Chanug Jeon<sup>1</sup>, Sangchul Kim<sup>2</sup>, Songrak Lee<sup>1</sup>

1- Technology and Research Team, MTS Tek

2- Department of Computer Science and Engineering, Hankuk University of Foreign Studies

### 요 약

국내의 반도체산업의 비약적인 발전과 함께 반도체 장비의 국산화에 대한 시도가 점차로 확산되어 가고 있다. 최근 일본의 수입장비에만 의존하던 웨이퍼 테이프 마운터 (Wafer Tape Mounter) 장비가 국산화됨으로써 원가절감에 크게 기여하였다. 본 논문에서는 국산 웨이퍼 테이프 마운터 장비의 동작을 제어하는 운영 소프트웨어에 대해서 기술한다. PLC 기반의 기존 외국 장비와는 달리 국산 장비는 PC 기반으로 동작함으로써, 제어 소프트웨어의 역할이 훨씬 커지게 되었고, 기능의 추가 변경이 용이한 점이 장점이다. 소프트웨어는 여러 개의 장치 (모터 등)를 동시에 구동하기 위한 효과적인 멀티스레딩 구조를 갖는다. 우리의 조사에 따르면, PC 기반 웨이퍼 테이프 마운터의 제어 소프트웨어에 대한 연구는 거의 발표된 적이 없었다.

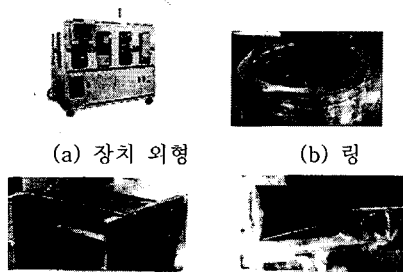
## 1. 서 론

웨이퍼 테이프 마운터 장비는 반도체 웨이퍼의 표면에 특수 테이프를 접착하는 장치이다. 이 장치는 반도체 제조 과정의 핵심 장비의 하나로서 국내의 반도체 시장에서 큰 비중을 차지하고 있다. 기존 장비는 PLC 방식으로 운영되어서 [1,2], 기능의 추가 및 수정이 불편하고, 인터넷을 통한 원격 제어가 불가능한 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위해서 저자가 속한 연구팀을 포함한 업체가 공동으로 윈도우 운영체제 기반으로 동작하고 제어하는 웨이퍼 테이프 마운터를 개발하였다. 본 논문에서는 이 장비의 제어 소프트웨어에 대해서 발표하고자 한다. 본 소프트웨어는 기존 PLC 방식의 장비가 지원하지 않는 많은 기능을 지원한다. 그 중에는 작업 상황을 데이터베이스에 로그파일로 저장하는 기능, 사용자가 장비 조작을 보다 편리하게 하도록 설계된 GUI 화면 등이 포함된다. 또한, 전체 과정을 지원함으로써, 장비 운용의 전 과정이 자동화되었다는 장점이 있다. 우리의 조사에 따르면, PC 기반의 웨이퍼 테이프 마운터 제어 소프트웨어에 대한 연구 결과는 아직 발표된 적이 없다.

은 작은 크기와 제작 원가가 저렴하다는 장점이 있다. 하지만, 수동형은 한번에 한 작업만이 가능하기 때문에 양산 과정에 사용될 수 없는 단점이 있다. 자동형 장비는 수동형 장비의 단점을 보완한 것이다. 대부분의 기존자동형 장비의 제어 장치는 PLC 기반으로서, 제어 기능의 변경 및 수정이 힘들고, 여러 제어 기능을 동시에 수행하는데 불편하다. 이와 같은 단점을 해결하고자 최근 국내 기술로 PC 기반의 제어가 가능한 장치가 개발되었다.

## 2.2 Wafer Tape Mounter 기구 장치

본 장은 Wafer Tape Mounter 장치의 구조를 간략히 설명한다. 그림 1은 이 장치의 외형과 주요 구성 요소를 보여 준다.



(a) 장치 외형

(b) 링

(c) 카세트

(d) 테이프

그림 1. 주요 기구 부분

## 2. 관련 연구

### 2.1 웨이퍼 테이프 마운터 기술 현황

웨이퍼 테이프 마운터 장비는 작동 방법에 따라서 수동형 또는 자동형으로 구분된다. 수동형 장비의 특징

링은 MT (Tape Mounting) 공정에서 테이프 접착 시에 웨이퍼를 지지하는 장치로서 웨이퍼의 크기 별로 사용되는 링의 크기도 다르다. 카세트는 링을 고정시키며 최고 25개의 '링'을 포함하는 용기이다. 테이프는 웨이퍼를 Ring에 부착하기 위해 사용되는 재료이다.

그림 2는 장치를 구성하는 주요 기구 부분들을 보여준다. 이에 대한 설명은 [3]에 나와 있다.

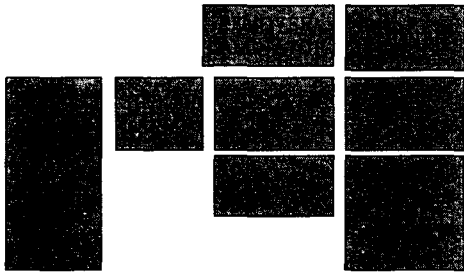


그림 2. 주요 기구들

### 2.3 동작원리

웨이퍼 테이프 마운터의 동작원리를 설명하면 다음과 같다.

- (1) 웨이퍼 이동기(Wafer Transfer)가 로더(Loader)에 설치된 카세트로부터 웨이퍼를 집어 중앙 테이블 (Center Table)로 옮긴다.
- (2) 위치 정렬기 (Aligner)가 웨이퍼의 중심위치 (flat zone)를 정확한 위치에 놓도록 정렬한다.
- (3) 리무버 (Remover)와 라미네이터 (Laminator)가 테이프를 웨이퍼 표면에 부착한다. 이때, 웨이퍼가 움직이지 않도록 진공을 이용해서 테이블에 고정시킨다.
- (4) 커터 (Cutter)가 테이프를 절단한다.
- (5) 프레임 이동기(Socker arm)가 로봇 팔을 이용해서 웨이퍼를 언로더 (Unloader)로 옮긴다.

## 3. 제어 소프트웨어

### 3.1 전반적인 구조

국산 웨이퍼 테이프 마운터는 15축의 모터에 대한 동시 제어가 가능한 설비이다. 모터의 구동과 기구의 상태를 감지 및 제어하기 위한 모듈에 공통으로 사용되는 주요 클래스는 그림 4에 나타난다.

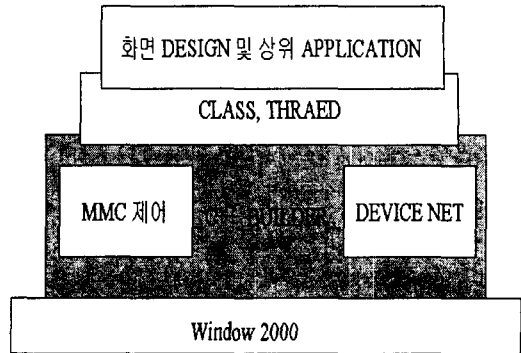


그림 3. 전반적인 구조

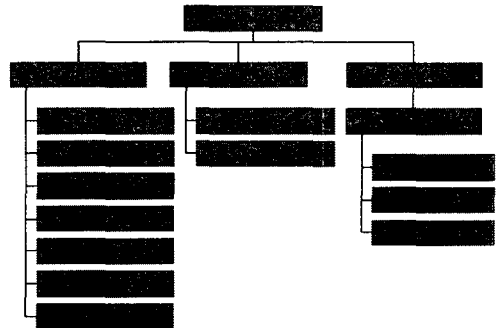


그림 4. 클래스 계층 구조

그림 2에 보이는 각 기구 부분에는 일반적으로 1개 이상의 모터가 탑재되어 있다. Partition 클래스는 각 기구 부분의 모터들의 상태를 저장하고, 이들을 제어하는 함수를 제공한다. DeviceNet 클래스는 하드웨어 보드를 통한 입출력을 제어하는 함수들을 제공하는데, 각 신호 값은 1 바이트 버퍼에 저장된다. MultiMotion 클래스는 각 모터 타입별로 초기화, 시작, 멈춤, 상태 확인 등의 동작을 위한 함수를 제공한다. 이들 클래스는 Partition 클래스의 함수를 구현하는데 이용된다.

주요 클래스의 계층구조는 하드웨어의 구조와 크게 다르지 않다. 이와 같은 성질은 기구나 하드웨어 구성의 변경 시에 소프트웨어 수정의 오버헤드를 최소화하는 장점이 있다. 즉, 관련 클래스를 추가, 삭제 또는 수정함으로써 프로그램의 다른 부분에 미치는 영향을 최소화할 수 있다. 특히, 개발 과정에서 하드웨어 로직의 변경, 모터의 추가 및 삭제가 빈번히 발생하는 점을 고려하면 장점은 크다고 볼 수 있다.

### 3.3 멀티스레딩을 이용한 제어

2.3 장에서 설명한 작업들은 기본적으로 순차적으로

이루어 져야 한다. 그러나 우리는 작업의 생산성을 높이기 위해서 여러 장의 웨이퍼들을 파이프라인 형태로 동시에 처리한다. 예를 들면, 한 웨이퍼가 한 작업 중일 때, 다른 웨이퍼는 다른 작업을 진행하는 것이다. 우리는 이런 파이프라인 형태의 동작을 위해서는 15개의 모터를 동시에 구동하여야 [4] 함을 밝혔다.

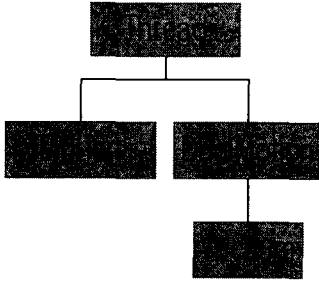


그림 5. 쓰레드 클래스

제어 소프트웨어는 기본적으로 다수의 모터를 동시에 구동하기 위해서 멀티스레딩 [5] 구조를 갖는다. 각 모터 별로 개별적인 쓰레드를 사용하여 제어한다. 그림 5는 쓰레드클래스의 계층구조를 나타낸다. Motion 클래스의 쓰레드는 일반적인 모터의 구동을 위한 것이고, DualMotion 클래스의 쓰레드는 진공을 이용해서 물체 (웨이퍼)를 다른 물체에 고정하는 기구 부분을 제어하는 것이다. 쓰레드들간의 동기화는 쓰레드 상태를 이벤트로 만들어서 전달하는 방식과 센서 입력을 이용하는 방식이 혼용된다. 센서 입력을 이용하는 방식이란, 센서가 웨이퍼의 위치 변경, 로봇 암의 위치 등을 파악해서 이를 쓰레드에 전달하고, 해당 쓰레드는 대기 상태에서 깨어나서 자신의 작업을 진행하게 된다.

### 3.4 기타 동작

제어 소프트웨어는 다음의 4개 모드로 나누어져 동작한다.

- 초기 모드 (Initial mode): 센서의 상태에 맞도록 모터의 호밍 (homing) 작업을 통하여 장비에 이상이 없는지를 파악하고 초기화한다.
- 수동 모드 (Manual mode) : 모터의 개별 동작을 통해 테스트 및 장애 복구를 위한 모드이다. 모터의 호밍(homing) 작업 및 관련 버튼을 통해서 하드웨어적 이상을 진단한다.
- 관리 모드(Maintenance mode): 자동 모드에서 동작에 필요한 파라미터 값을 설정한다. 이들 값에는 모터의 속도 및 초기위치, 테이프의 공급(feeding)

길이가 포함된다.

- 자동 모드 (Auto mode): 작업의 전체 과정이 연속적인 흐름으로 진행된다.

모든 버튼의 조작 및 에러는 발생시간 정보와 함께 데이터베이스에 저장된다. 차후 장비에 이상이 생겼을 경우, 발생시간, 에러 종류, 조작상황 등을 한 눈에 알 수 있기 때문에, 장애 복구를 편리하게 하는 장점이 있다.

## 4. 구현 및 평가

### 4.1 구현 환경

제어 소프트웨어는 윈도우즈 2000 환경에서 C++Builder를 사용하여 개발되었다. 개발 시에 사용한 PC 사양은 장비에 탑재되는 PC의 사양과 거의 동일하게 함으로써, 개발된 소프트웨어의 현장 테스트를 수월하게 했다. PC의 사양은 Pentium III 1G, 메모리 512M, HDD 40G이다. 모터제어용 하드웨어 보드는 보드가 PC 내부에 장착되었다.

### 4.2 동작 예

그림 6은 제어 소프트웨어 사용자 화면을 보여 준다. 그림 6 (a)는 유지 모드 화면으로서, 체크박스를 통해 각 센서를 제어할 수 있고 센서의 동작 상태를 한 눈에 장비의 상태를 파악할 수 있다. 그림 6 (b)는 수동 모드화면으로서, 여러 동작을 한 화면에서 처리가 가능하도록 구성되어 있고, 이미지 버튼 기능이 있어서 편리하게 조작할 수 있다.

### 4.3 평가

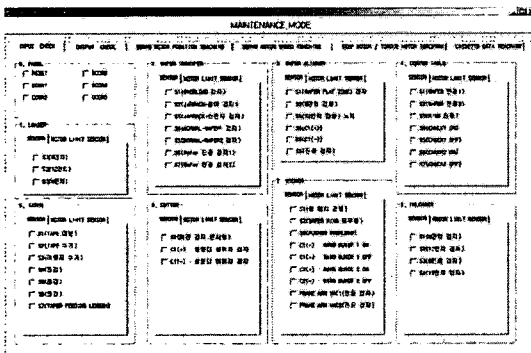
본 논문에서 기술된 제어 소프트웨어는 국산 테이프 마운터 장비에 탑재되어서 국내 반도체 생산 업체에서 정상적 가동 중에 있다.

한 장의 웨이퍼를 카세트에서 픽업(pickup)해서 언로더(Unloader)에 적재 할 때까지 걸리는 시간은 평균 46 sec이다. 이것은 기존 PLC 기반 외국 제품에 비해서 대등 또는 다소 빠른 처리 속도이다. PC 기반으로 함으로써 PLC 기반 장치와 비교해서 작업 속도 면에서 뒤지지 않으면서 기능 추가, 삭제 및 수정이 용이한 장점을 가지고 있다.

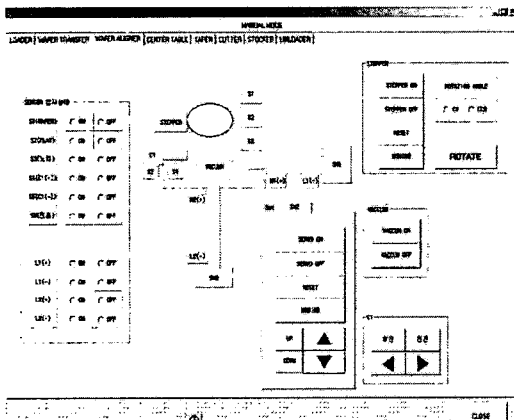
5. 결론

본 논문에서는 PC 기반으로 동작하는 웨이퍼 테이프 마운터 장비의 제어 소프트웨어에 대해서 기술했다. 본 장치는 50개의 웨이퍼를 파이프라인 방식으로 처리하기 위해서 15개의 모터를 동시에 구동하게 된다. 제어 소프트웨어는 이들 모터를 동시에 구동하는 기능 외에도, 전체 작업과정이 원활히 진행되도록 모터들간의 동기화와 정밀 제어 기능을 제공한다. 이들 기능을 효과적으로 구현하기 위해서 각 쓰레드가 하나 이상의 모터를 책임지는 방식의 멀티쓰레딩 구조를 갖는다. 우리의 평가에 위하면, 기존 PCL 방식의 장비에 비해서 다소 빠른 동작 속도를 보이면서도 기능의 추가, 수정, 삭제 등이 편리한 장점을 가진다.

- 관한 연구," 한국자동제어 학술회의 논문집, 1995.  
 5. Abraham Silberschatz et. al, Operating Systems Concepts, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc.



(a)



(b)

그림 6. 화면 예

6. 참고 문헌

1. <http://www.wespi.co.kr/html/>
2. <http://www.neon-tech.co.kr/>
3. 내부문서, MTS Tek, 2002.
4. 이석규, 이해영, 박정일, "DC 모터의 동기운전에