

DeviceNet 을 채용한 GaAs 본딩 시스템의 통합 제어기술

송준엽*, 이승우, 임선중(한국기계연구원), 김원경(나온테크), 배영걸 (충남대 대학원)

Integration and Control Technology of GaAs Bonding System using DeviceNet

J. Y. Song*, S. W. Lee, S. J. Lim (KIMM), W. K. Kim(Naontech), Y. G. Bae(CNU)

ABSTRACT

This study is designed integration and control system of GaAs bonding system consisted of multi-processing using DeviceNet and GEM-Protocol. Developing bonding system is composed of resin coating, pre-baking pre-aligner, bonding, material handler(flip robot), and wafer cassette, etc. This system has process-fluent of each a process and share information using GEM-protocol. This study devised virtual bonding simulator to control and to monitor bonding system efficiently. Also we can verify optimizing of system previously through a virtual bonding simulator.

Key Words : DeviceNet, GEM Protocol, GaAs Bonding System, Virtual bonding simulator

1. 서 론

2.

제품을 생산하기 위해서는 생산설비가 반드시 필요하고, 수반된 생산 설비를 제어하기 위해서 제어용 Controller 가 필요하다. 현대 산업 사회의 제어 시스템들은 다량의 정보 처리와 정보의 통합 및 고속의 통신 등 다양한 기능들이 요구되고 있다. 이에 선진국에서는 분산 제어와 자동화 시스템 등을 개발하여 전체 공정을 효율적으로 관리함으로써 생산성 향상, 비용절감 등의 효과를 보고 있다. 이러한 분산 제어나 자동화 시스템은 궁극적으로 공정의 통합을 추구하는 것이고 미래의 분산제어 및 자동화 시스템에 있어 핵심기술로 네트워킹 기술이 부각되고 있다.

이처럼 생산시스템 분야에서는 통합기술에 대한 다양한 솔루션 개발에 심혈을 기울이고 있으며, 특히 공정의 제어를 위해 모든 종류의 펌드 기기들을 포괄적으로 제어할 수 있는 개방형 표준 네트워크를 개발하기 위해서 노력해왔다. 이러한 요구는 가공중심의 제조분야를 필두로 하여 반도체 분야까지 확대되고 있으며, 특히 공정 복합화가 진행되고 있는 반도체 제조공정이나 장비레벨에서의 Quality Tracking 과 전/후 공정을 연계 시킨 광의의 FAB 시스템 정보체계 구축을 시도하고 있다.

최근의 급속한 통신기술의 발달로 Fieldbus 기술

을 이용한 다양한 공정 통합 솔루션들이 제시되었다. Fieldbus 기술은 특정분야에 적용되는 "Closed System" 으로 시작되었으나, 한정된 경우로 구축한 시스템만으로는 그 기능이 제한적이며 다른 회사에서 생산되는 제품과의 호환성을 위해서는 그에 맞는 Input/Output 장치를 부가적으로 사용해야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 시장에 나타난 것이 공통된 표준을 제조업체간 공동으로 공유하여 관련 제품들의 호환성을 유지하는 실효성을 갖춘 "Open System" 이다. 현재 세계적으로 크게 사용되고 있는 Open System 의 종류로는 Profibus, Foundation Fieldbus, Interbus, WorldFIP, Device Net, Actuator Sensor Interface (AS-interface) 등이 있다.

이 중에서 Profibus, WorldFIP, Device NET 등은 제어기기(PLC) 제조사인 Siemens, Allen Bradley 같은 다국적기업이 주축이 되고 있는 반면, Interbus 나 AS-Interface 같은 경우는 PLC 를 생산하지 않는 업체가 주축이 되어 활동하고 있다. 그 중 반도체장비에 대한 개방형 표준 네트워크로서 제시된 것이 DeviceNet 이다.

본 연구에서는 멀티공정으로 이루어진 화합물반도체 공정용 GaAs 본딩 시스템을 개발함에 있어 시스템의 통합제어 및 관리체제로서 Field Network 기술로 DeviceNet 을 채용한 통합제어시스템을 개발하는 연구를 수행하였다.

2. DeviceNet 체계분석

Fieldbus 의 Open System 중 하나인 DeviceNet 은 CAN(Controller Area Network) 통신프로토콜을 기반으로 하는 저 비용의 통신규격으로 단순한 필드 기기들 간의 상호 호환성 뿐만 아니라 복잡하고 다양한 기기들간의 접속성을 제공하고 있다.

DeviceNet 은 산업용 컨트롤러와 I/O 디바이스들을 연결하고 통신 네트워크로 사용되는 디지털, 멀티-드롭(multi-drop) 네트워크이며 각 디바이스 또는 컨트롤러는 네트워크에 있는 노드이다. DeviceNet 은 다중 통신 계층들과 메시지 우선순위를 지원하는 생산자-소비자 네트워크이며 마스터-슬레이브 또는 동등 권한(peer-to-peer)의 통신을 사용하는 분산 제어 구조에서 실행하도록 구성될 수 있다. 또한 I/O 와 명시적 메시징 (messaging) 모두를 지원함으로써 구성과 제어 연결의 단일 포인트를 제공한다. DeviceNet 은 네트워크에서 전력을 갖는 독특한 기능도 갖추어 연결 지점들과 물리적 크기를 감소시키며, 제한된 전력 요건을 가진 디바이스들이 네트워크에서 직접 전력을 받을 수 있게 한다. Table 1 에 DeviceNet 의 특징과 기능성을 정리하였다.

Table 1. Performance of DeviceNet

네트워크 크기	최대 64 노드
네트워크 길이	전체 네트워크 길이 선택가능 속도에 따라 다양 125 Kbps 500 m (1,640 ft) 250 Kbps 250 m (820 ft) 500 Kbps 100 m (328 ft)
데이터 패킷	0-8 bytes
버스 위상	선형 (트렁크라인/드롭라인): 동일한 네트워크 케이블에서의 전력과 신호
버스 어드레싱	멀티-캐스트(하나 - 대 - 다수)와 동등 권한(Peer-to-Peer), 멀티-마스터와 마스터/슬레이브 특수 사례, polled 또는 상태-변경(예외상황을 바탕으로 한)
시스템 특징	전력이 있는 네트워크에서 디바이스의 제거와 대체

디바이스와 정보를 교환하기 위해서 DeviceNet 은 우선적으로 디바이스와 연결되어야 한다. 연결 수립을 위해, 각각의 DeviceNet 제품은 개별 메시지 관리자(Unconnected Message Manager, UCMM) 또는 그룹 2 개별 포트(Group 2 Unconnected Port)를 구현하고 두 개 모두 사용 가능한 CAN 식별자들의 일부를 저장하여 그들의 기능을 실행한다. UCMM 또는 그룹 2 개별 포트가 명시적 메시징 연결(Explicit Messaging Connection)을 수립하는데 사용될 때, 이 연결은 한 노드에서 다른 것으로 정보를 옮기는데

사용되거나, 추가 I/O 연결들을 만드는데 사용되는데 I/O 연결이 이루어진 후에는, I/O 데이터가 네트워크의 디바이스들 사이를 이동할 수 있다.

Fig.1 은 CAN 의 데이터 프레임 포맷을 나타내고 있다.

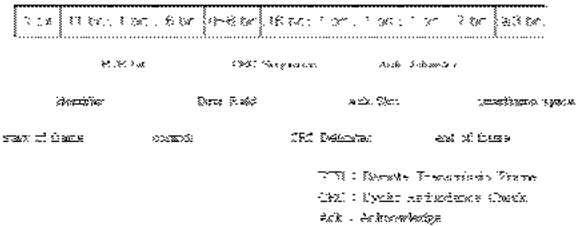


Fig.1 CAN data frame

모든 DeviceNet I/O 메시지의 프로토콜은 11-비트 CAN 식별자 내에 포함되며, 그 밖의 모든 것은 데이터들이다.

11-비트 CAN 식별자는 연결 ID 를 정의하는데 사용된다. 연결 ID 들의 고유성은 엄격하게 규제되는데, 이것은 생산자-소비자(producer-consumer) 기능들을 최대한 활용하는데 필요하다. DeviceNet 은 11-비트 CAN 식별자를 네 개의 그룹들로 나누어 처음 세정의 그룹들은 두 개의 필드들을 포함하고 MAC ID 를 위한 하나의 6-비트 필드와 Message ID 를 위한 결합된 필드들이 연결 ID 를 정의한다. 네 개 메시지들은 오프라인 통신에 사용된다. Fig.2 는 11-비트 CAN 식별자 내의 DeviceNet 메시지 그룹을 나타낸다.

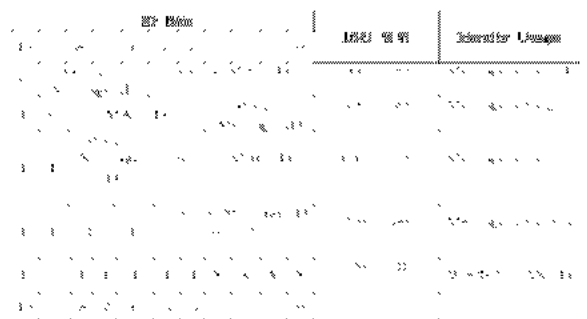


Fig.2 DeviceNet allocations of CAN identifier field

3. GaAs 본딩 시스템 통합제어 체계설계

3.1 본딩 시스템의 통합 패러다임

본 연구에서는 멀티공정으로 이루어진 화합물반도체 공정용 GaAs 본딩 시스템을 개발함에 있어 시스템의 통합제어 및 관리체계를 위해 DeviceNet 를 채용하여 Fig. 3 에 제시된 것처럼 통합 컨트롤 시스템을 설계하였다. 개발 중인 본딩 시스템은 Resin 코팅, Pre-Baking, Pre-Aligner, Bonding 공정과 Material Handler(Flip Robot), Wafer Cassette 등으로 구

성되어 단계별 공정상태를 확인하면서, 최적의 조건에서 작업이 이루어질 수 있게 가변적 공정설계와 통합을 준비하고 있다.

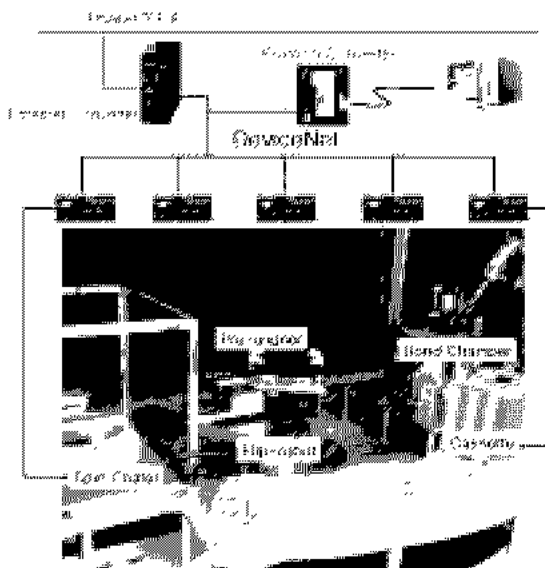


Fig. 3 Integration of bonding system using DeviceNet

각 구성 기기들은 DeviceNet 을 이용한 네트워크를 통해 공정 중의 상태변화에 대한 Data 를 주고받으며 관리자는 이를 중앙에서 Monitoring 하고 공정의 제어가 가능하게 된다. Fig. 4 는 DeviceNet 으로 통합된 각 공정 기기들의 상태를 Monitoring 하는 GUI(Graphic User Interface)를 나타낸다.

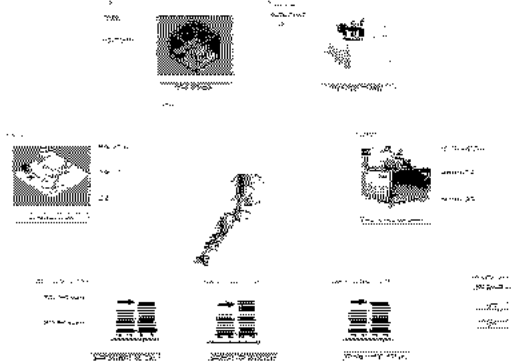


Fig.4 GUI for bonding simulator

이 GUI 에는 공정의 각 기기들의 상태를 관리자가 쉽게 인식할 수 있도록 각 기기들의 공정 변수들의 변화를 표시하고 있다.

3.2 공정변수 설정

DeviceNet 을 채용한 공정의 통합, 제어가 보다 효율적이기 위해서는 공정의 변화에 따른 각 개별

장비들의 상태 변화를 나타내는 공정변수를 설정하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 상기 고려하고 있는 공정들을 대상으로 개별 혹은 연계성 공정 변수들을 설정하고, GEM 프로토콜 하에서 정보를 공유할 수 있도록 시스템 체계를 구축하였다. 개발 중인 본딩 시스템의 대표적인 공정변수로는 Resin Coater 의 경우 모터 회전수, 가속도, 온도, Resin 온도, 유량, 대기의 온도 및 습도 등이고, Cassette 의 경우 공정대기 wafer 수 및 공정 완료 wafer 수이며, Bonding chamber 의 경우에는 진공도, 온도 변화량 등이 포함된다. Table 2 는 각 기기들의 공정변수를 나타낸다.

Table 2. Process fluent of bonding system

구성 기기	전송되는 데이터
Coater	모터 회전수 및 가속도 온도 및 resin 의 온도 유량, 대기의 온도 및 습도
Cassette	공정대기 wafer 수 공정 완료 wafer 수
Bonding chamber	진공도 및 온도 변화
Flip-robot	회전각 및 로봇 팔의 위치

3.3 GEM-Protocol 을 이용한 Multi-network

개발 중인 시스템은 Bonding Simulator 를 구성하고 GEM-Protocol 을 사용한 네트워크를 통해 원격에서의 감시 및 제어도 가능하도록 설계하였다.

Bonding Simulator 는 Host Server 와 Client 로 구성되어 있다. Host Server 는 본딩 장비를 구성하는 구성 요소들의 공정 상태를 DeviceNet 을 통해 분석을 수행하며 분석된 각 장비의 상태 변화에 따른 공정 변수들을 주기적으로 발생하여 network 로 접속된 모든 client 에게 송수신하는 Server 로서의 기능도 담당한다. Client 는 Network 상에서 Host Server 가 보낸 data 를 이용하여 Bonding 공정의 상태를 관찰하고 공정의 환경 변경 및 공정 변수를 제어하는 기능을 담당한다.

이때 Server 와 Client 의 상호간의 통신을 위해 사용되는 GEM-Protocol 은 SEMI 협회(Semiconductor Equipment and Materials International)에서 규정한 반도체 생산 설비의 표준 동작 사양으로 설비가 반도체 생산을 위해 운용되어야 할 행동 양식을 규정하고 있다. GEM 은 기본적으로 이미 지정되어 있는 SECS-II message 를 사용해서 설비 상태에 따른 SECS message 를 전송하고 전달되는 SECS message 에 따라 정해진 동작을 하도록 규정하고 있는 것이다. Table 3 과 같이 호스트와 장비간의 통신 메시지를 정의하고 원하는 메시지를 보내면 그에 맞는 정

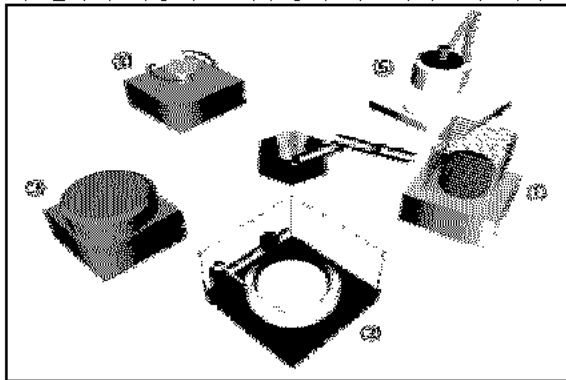
보를 받게 되는 것이다. Table 3 은 대표적인 메시지들의 분류이며 통신설정을 요구하는 메시지는 S1F13, 그의 응답 메시지는 S1F14, 잘못된 문법의 메시지를 받은 경우에는 S9F7, 데이터가 너무 긴 경우에는 S9F11 등과 같이 세부적인 메시지들의 정의도 이루어진다.

Table 3. Communication message with host and equipment

메시지	내용
S1	통신과 장비상태에 관련된 메시지
S2	장비제어와 진단에 대한 메시지
S5	Alarm 에 대한 정보를 주고 받는 메시지
S6	데이터 Collection 에 대한 메시지
S7	Process 프로그램(Recipe)에 대한 메시지
S9	에러정보를 표시하는 메시지
S10	Terminal Text 메시지

4. Virtual Simulation 에 의한 프로세스 검증

본 연구에서는 하드웨어와의 물리적인 통합지원 기술로서 Virtual Bonding Simulator (VBS)를 개발하였다. VBS 를 구성하는 공정 요소들은 Bake, Pre aligner, Coater, Bonding chamber, Cassette 및 Send 등으로 실제 Bonding system 과 동일하게 구성되어지며 이러한 VBS 는 상기 설정한 공정 변수들의 데이터를 이용하여 가상공간 상에서 실제 시스템과 유사한 시각적 효과를 부여함으로써 시스템 관리자들이 전체 공정의 상황 및 세부 기기들의 상태 변화를 용이하게 모니터링할 수 있다. 또한 시뮬레이션을 이용한 공정 시간 및 순서의 예측을 통해 시스템 최적화의 사전 검증도 가능하다. 즉 실제 현장 작업의 변화에 대응되는 재구성이 가능하다는 것이다.



①Cassette ②Coater ③Baker ④Aligner ⑤Bonding Chamber

Fig. 5 Virtual Simulator of Bonding System

Fig.5 는 전체 작업이 5 공정으로 이루어진 System 이며 작업은 ① → ② → ③ → ④ → ⑤ → ①의 순서로 수행하게 된다. 전체 system 의 윤곽을 보기 위해 공정을 1 cycle 돌았을 때의 time 및 flip-

robot 에 대한 data 를 Table 4 에 나타내었다.

Table 4. Data of system consist of 5 process

공정	①	②	③	④	⑤
Time	0	$72 \cdot k + t + x$	$216 \cdot k + 2(t + x)$	$288 \cdot k + 3(t + x)$	$288 \cdot k + 3(t + x)$
Flip	0°	72°	-72°	0°	0°
Robot	0°	72°	216°	288°	288°

전체 작업을 3 공정으로 구성한 System 에서는 Fig.5 의 ① → ② → ⑤ → ①의 순서로 작업을 수행하게 되며 공정의 data 는 Table 5 와 같다.

Table 5. Data of system consist of 3 process

공정	①	②	⑤	①
Time	0	$72 \cdot k + t + x$	$216 \cdot k + 2(t + x)$	$288 \cdot k + 3(t + x)$
Flip	0°	72°	-72°	0°
Robot	0°	72°	216°	288°

5. 결론

본 연구에서는 DeviceNet 을 이용하여 GaAs 본딩 시스템을 이루는 각 기기들의 통합적 제어 및 관리를 가능하게 하였고 각 기기들의 공정변수를 설정하고 이를 GUI 를 통해 나타냄으로써 관리자로서 하여금 관리 및 제어의 편의성을 더하였다. 또한 GEM-Protocol 을 이용하여 빔 원거리 제어 및 다양한 Client 와의 Multi-Networking 의 가능성을 보였으며 Virtual Bonding Simulator 를 통해 각 Client 에서의 관리에 시각적 효과를 더하여 GaAs 본딩 시스템 효율성을 높이는 연구를 수행하였다.

특히 개발한 VBS 는 본딩 시스템의 컨트롤러로서 발전시킬 계획이며, 현재 개발 중인 화합물반도체 FAB 공장의 웹 기반 정보시스템과의 통합관리 및 원격제어 차원에서 DeviceNet 를 Client-Server 네트워크 체계로 확대시키는 연구를 진행하고 있다.

참고문헌

1. 송준엽 외, "반도체 공정장비의 웹 기반 정보 체계 구축 및 고도화기술", 연차보고서, 한국기계연구원/과학기술부, 2004.6.
2. 지원호, 송준엽 외, "GaAs 웨이퍼 본딩 모듈의 최적화 설계", 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, pp 860~663, 2003.6.
3. Glinser, T., Luxbacher, T. et al, "Reversible and permanent wafer bonding for GaAs processing", 2001 GaAs MANTECH Conference, 2001.5.
4. <http://www.kasas.or.kr>, 한국자동화표준시스템연구조합