

반도체 소자용 자동 Die Bonder 기계장치의 개발

변 중 남*, 윤 명 중*, 오 상 특*, 오 영 석*, 서 일 홍***
안 태 영*, 권 구 빈**, 김 계 옥**, 김 정 덕**

* 한국과학기술원 ** 삼성항공 *** 한양대학교

Development of Die Bonder Machine for
Semiconductor Automatic Assembly

Z. Bien*, M.J. Youn*, S.-R. Oh*, O. Y.S. Oh*, I.H.Suh**, T.Y. Ahn**, K.B.Kwon**,
J.O.Kim**, and J.D.Kim * KAIST, ** SAMSUNG AEROSPACE, *** HANYANG UNIV.

ABSTRACT

In this paper, the design and implementation of a multiprocessor based Die Bonder Machine for the semiconductor will be described. This is the partial research result, that is, the 1st year portion of the project to be performed for a period of two years from June, 1986 to May, 1988.

The mechanical system consists of the following three subsystems : (i) transfer head unit, (ii) die feeding XY-table unit, and (iii) plunge up unit.

The overall control system is designed to be essentially a master-slave type in which each slave is functionally fixed in view of software and also the time shared common bus structure with hardwired bus arbitration scheme is utilized. the control system consists of the following three subsystems each of which employs a 16 bits microprocessor MC 68000 : (i) die bonder processor controller, (ii) visual recognition/inspection and display system, (iii) the servo control system.

It is reported that the proposed control system were applied to Working Sample and tested in real system, and the results are successful as a working sample phase.

I. 서 론

오늘날 반도체 소자는 전자 산업뿐 만 아니라 자동차, 항공기, 각종 기기의 자동화등 전 산업에 광범위하게 응용되고 있으며 이에 따른 반도체 산업은 지속적인 성장 산업으로 일본의 경우만 하더라도 년 평균 28%의 성장을 기록하였으며 세계 반도체 시장의 성장에 힘입어 국내 반도체 산업도 급속한 성장중에 있어 '88 년대부터 매년 수백 억원 규모의 자동조립 설비를 증설하고 있고 앞으로도 반도체 자동조립설비는 지속적으로 수요가 증가될 전망이다.

최근 선진 공업국에서는 Die Bonder에 대한 연구가

핵심 연구과제로 활발히 진행되고 있으나 보유 기술용 제 3 국으로 기술이전을 거부할 뿐만 아니라 장비의 공급마저도 조절함으로써 국내 반도체 산업의 생산량을 조정하고 있는 실정이다. 이러한 반도체 자동 조립 설비의 국산화필요성에 부응하기 위하여 반도체 소자용 자동 Die Bonder 기계장치 개발 연구과제는 그 자체가 고도의 정밀기계 기술 및 집단의 전자 기술과 전산 기술등이 복합된 기술집약적 연구이다. 이러한 연구의 결과를 1차적으로 국내 시장에 공급하고 점차 해외시장을 개척함으로써 수입대체 및 수출 증대에 기여할 뿐만 아니라 해당기술의 국내 개발, 고급기술인력의 양성등 파급 효과가 매우 크며 기술 경쟁 시대의 요구에 부응할 수 있다.

본 연구는 1986년 5월 부터 1988년 5월까지 2개년간에 걸쳐서 상기 기술한 목적에 부합하는 반도체 자동 조립설비중의 자동 Die Bonder기계 장치의 개발과 기술축적에 역점을 두고 있으며 특히 고도의 첨단 기술이 요구되는 부가가치가 높은 다음의 사항을 개발 목적으로 한다.

- (1) 영상 인식 장치를 이용한 반도체 자동조립 시스템의 설계 제작
 - . 영상 인식 장치의 응용 기술 개발
 - . 구동 기구의 설계 제작
 - . 전자 Hardware의 설계 제작
 - . Microprocessor의 software 개발
 - . System의 조립
- (2) 각종 시험 및 공정 적용
- (3) 개선 Model의 설계 제작

본 논문에서는 상기 개발코자하는 시스템중 1차년도 연구 결과를 기술하며 구체적으로 1차년도의 연구내용 및 범위는 다음과 같다.

- (1) 시스템 분석 및 설계
 - 기술 동향 및 자료 조사분석
 - 전체 시스템 기본 설계

- (2) 영상 인식 장치 설계 및 제작
 - 반도체 소자용 실시간 영상 신호 처리 시스템 설계
 - 조명 및 Noise에 둔감한 영상 신호 처리 알고리즘 개발
 - Die 검사를 위한 영상 인식 장치 설계
 - Die 위치오차 수정을 위한 실시간 영상 신호 처리 알고리즘 개발
- (3) 정밀 구동장치 최적 설계 및 일부 제작
 - Transfer Head
 - Die Feeder
 - Plunge Up Unit
- (4) Servo Controller 설계 및 제작
 - Transfer Head를 위한 직류 전동기의 고속 정밀 위치/속도 제어기 개발
 - Die Feeder를 위한 스텝 전동기의 고속 정밀 위치 제어기 개발
- (5) Die Bonder용 공정제어 시스템 설계 및 제작
 - Multiprocessor 시스템 설계
 - Time Shared Bus System을 이용한 Structure 설계
 - Common Memory를 이용한 통신 방식 설계
 - Die Bonding Sequence에 따른 작업 계획 수립
 - Multi-sensor를 위한 Sensory Signal Interface 설계
- (6) Die Bonder 용 Display 시스템 설계 및 제작
 - 실시간 Display를 위한 Hardware 및 Software 설계
 - 각종 영상 신호 Display 기능 구현을 위한 시스템 설계
 - Die Inspection 결과 Display를 위한 시스템 설계
 - 각종 작업 상태 Display를 위한 시스템 설계

II. 전체 시스템 개요

본 시스템의 구성은 그림 2.1과 같다. 여기에서 보듯이 Die Bonding 시스템의 전체구조를 기구부, 공정제어 시스템, Die Inspection용 Vision시스템, Die Feeder 제어시스템, Bonder Head 제어시스템의 5개 부시스템으로 분류하여 구성하였는데, 각각의 기능은 다음과 같은 일들을 본담해 수행하도록 설계하였다. 한편 설계 제작된 전체 시스템은 사진 1에서 보는 바와 같다.

2.1 기구부

기구부는 크게 나누어, Die를 Pick-up 할 위치까지 신속 정확히 이송하여 Die를 Pick-up하고 Bonding Position까지 움직여 Bonding 을 행하도록 하는 Bonding Head Unit과, Die Matrix, Myler 및 Ring을 지지하며 Inspection을 위한 optical system까지 XY Table에 의해 이송해 주는 Wafer Holder, 그리고 Die Matrix가 Pick up 위치에 올려 캡이 회전하면서 Plunge-up pin을 올려 쳐줌으로써 Bonding Head의 Collet 이 Die를 Pick-up 할 수 있도록 밀어올리는 Plunge-Up Unit 및 Bonding

Time내에 자동으로 Lead Frame을 Feeding 시켜주는 Lead Frame Unit의 4부분으로 나누어진다.

그리고 이들에 사용되는 Bonding Head용 XY Table과 Wafer Holder용, XY Table, 그리고 Vision System에 사용되는 카메라 및 조명장치와 Pneumatic Unit등의 부수기구들로 구성된다. 이들 기구들은 결국 제어 장치에 의해 동작되는 것으로서 Die Bonding 시스템의 본체를 말한다.

2.2 Die Bonder 공정제어 시스템

공정제어 시스템은 여러개의 부시스템들로 구성되는 전체 시스템이 주어진 사항과 동작을 수행하도록 총괄 관리하는 시스템으로서, 일의 본담, 조정 및 수행의 지시 또는 수행어부 확인등을 한다. 즉, 주어진 Bonding Sequence의 구현을 위하여 각 부시스템의 업무를 총괄조정한다. 그리고 스스로는 Bonding Head의 동작제어를 맡아하며 사용자와의 Man-Machine Interface기능을 관장하고 기타 정보의 화면 표시 및 자체 고장진단의 기능도 수행한다. 공정제어 시스템과 각 부시스템들간의 정보 교환은 따로 구성된 Common RAM을 통해 수행된다. 공정제어시스템은 위 업무들을 수행기 위해 총괄조정 및 Bonding Head 제어를 맡는 부분과 Interface 및 화면표시등을 맡는 부분을 Background Task와 Foreground Task로 다시 나누어 Interrupt에 의해 교차수행한다.

2.3 Die Inspection용 Vision시스템

Vision 시스템은 Die를 Lead Frame의 Bonding Position까지 이동시켜 Bonding 할 수 있게 하기 위해, Bonding 할 Die의 위치와 경사도를 인식해 내고 Die의 양, 불량상태를 판단하는 기능을 수행한다. 이를 위하여 Camera를 통해 얻어진 Image의 Digitizing 및 Thresholding, wafer의 경사도 측정, Die의 크기 측정등의 선행작업과 매 Die의 위치인식 및 경사도 인식 그리고 Die의 상태 검사로 이루어지는 반복작업으로 크게 나누어 수행한다. 반복작업에서는 선행작업의 결과를 토대로 각 Die의 위치인식 및 경사도 인식등의 일을 수행하는데 약 400 msec 이내의 실시간 처리를 하여야 한다.

2.4 Die Feeder 제어시스템

Die Feeder 제어시스템은 Bonding Head가 Pick-up할 수 있는 위치로 Die를 신속하고 정확하게 움직이도록 하는 Die Feeder의 제어부로서, XY Table를 이용하여 작업면이 X 축, Y 축의 2차원 평면상으로 움직일 수 있게 한다. 구동 모터는 스텝 모터를 사용하였는데, 이는 스텝 모터가 직류 전동기에 비해 제어가 용이하며, 정류자가 없으므로 기계적 신뢰도가 높고, Open-Loop Control 방식으로도 누적위치 오차없이 정밀한 위치 제어가 가능하기 때문이다.

2.5 Bonding Head 제어 시스템

Bonding Head 제어 시스템은 Bonding Head가 Die

Feeder의 Pick-up 위치에 가서 Die를 집은 다음 Lead Frame위에 옮겨 붙이는 반복 작업을 수행하도록 제어한다. 이 작업은 고속, 고정밀한 제어를 요구하기 때문에 DC 모터를 사용하여 정밀제어장치 및 알고리즘을 구현하였다. 여기서는 특히 짧은 거리를 계속 반복운동하며 작업을 하기 때문에 Bonding Head의 운동에서 누적오차가 생기면 아주 곤란하므로 오차가 생기지 않도록 하였다.

III. 연구 결과 및 검토

본 연구의 제 1차년도에서 수행한 연구내용을 기계의 요구되는 사양과 결과 사양을 비교하면 다음과 같다.

(Working Sample의 요구사항과 결과사양)

ITEM		목 표	결과
BONDING SPEED		1.5 SEC/DIE	2.3 S/DIE
DIE SIZE	AREA	8.8 - 7 mm ²	OK
	THICKNESS	0.15 - 0.5 mm	OK
WAFER FRAME		5"	OK
WAFER X-Y TABLE	EFFECTIVE STROKE	X - 200 mm, Y - 200 mm	OK
	RESOLUTION	5 um/step	OK
COLLET		FLAT COLLET	OK
BONDING ACCURACY		X, Y : ± 0.2 0 : ± 5	OK
PATTERN RECOGNITION		DIE PRESENCE, INK DOT CRACK AND CHIPPING	OK
UTILITIES	INPUT POWER	AC 115 V, 60 Hz	OK
	POWER CONSUMPTION	200 W	OK
	COMPRESSED AIR	5 Kg/l	OK
	VACUUM	850 Hg	OK
DIMENSION		1000(W) X 810(D) X 1305(H)	OK
WEIGHT		APPROX. 150 Kg	OK

본 1차년도 연구는 Die Bonder를 만들기 위한 Working Sample의 제작 및 시험에 관한 것으로서 Die Bonder를 구성하는 요소 중 가장 핵심적인 부분들을 설계, 제작 및 시험하여 최종 목표에 대한 가능성을 검토하고 핵심기술의 개발 기법을 터득하는 데 주 목적이 있다. 본 연구의 결과를 검토하여 보면, 첫째 정밀포개 기술이 요구되는 기구부의 설계 및 제작을 완료함으로써 Die Bonder의 기구부 개발이 충분히 가능함을 알 수 있었고, 둘째 영상 인식 시스템의 설계 및 제작에 대한 연구결과로서 실시간 영상 인식 시스템 및 실시간 Die Inspection을 할 수 있는 기술을 개발하였는 바 이는 현재까지 알려져 있는 Vision System에 비하여 영상신호를 추출하는 중에도 프로세서가 메모리를 사용할 수 있다는 우수한 기능을 갖추고 있다는 점과 Noise 및 조명의 영향에 둔감한 영상 인식 알고리즘을 개발하여 실험해 본 결과 기존 알고리즘 보다 우수함을 볼 수 있었다는 점등은 매우 중요한 연구 결과로 사료된다. 셋째 Bonding Head를 구동시키기 위한 직류전동기의 서보시스템에 관한 연구결과로서 CPU 와 Servo Pack을 연결시켜 주는 Interface로서 한 CPU에 주는 computational Burden을 최소화하면서 효과적으로 전동기를 제어할 수 있도록 Pulse Generator 및 Pulse

Comparator를 Hardware로 설계, 제작하였고 이 결과를 활용하여 Die Bonder의 Cycle Time을 줄일 수 있었다. 넷째 Die Feeder용 X-Y Table을 구동시키기 위한 스텝 모터 서보 시스템 개발로서 기존 방식에 비하여 속도를 10.000ppa까지 증가시키는 Chopper Type의 Driving 시스템을 설계하였다. 다섯째 Die Bonder 공정 제어 시스템 개발로서 Multiprocessor를 효과적으로 사용할 수 있는 방안을 제시하였고 수십개의 Sensor 및 I/O Signal을 필요로 하는 Die Bonder의 목적에 부합되도록 설계하였는 바 이는 Die Bonder를 포함한 자동 조립 제어 시스템에 대한 실시간 운영시스템이 알려지지 않는 점을 감안할 때 매우 중요한 연구결과로 사료된다. 여섯째 전문가가 아닌 Operator가 편리하게 시스템을 사용할 수 있도록 각종 작업 상태 및 인력 정보, 출력 정보등을 Display하는 시스템을 개발하였는 바 기존의 방식에 비하여 메모리의 활용도를 증가시킬 수 있는 하드웨어를 설계 제작하였다.

이와 같이 제 1차년도의 연구에서는 언급된 핵심 부분들을 구성하여 앞에서 언급한 사양 대비도에 의거 Working Sample로서 요구되는 기능 및 사양을 만족하는 시스템을 구현하였고, 본 연구의 결과를 이용하여 2차년도에는 Engineering Sample을 설계 제작하여 반도체 제조 공정에 곧 바로 연결될 수 있는 기술체계를 갖추도록 하고자 한다.

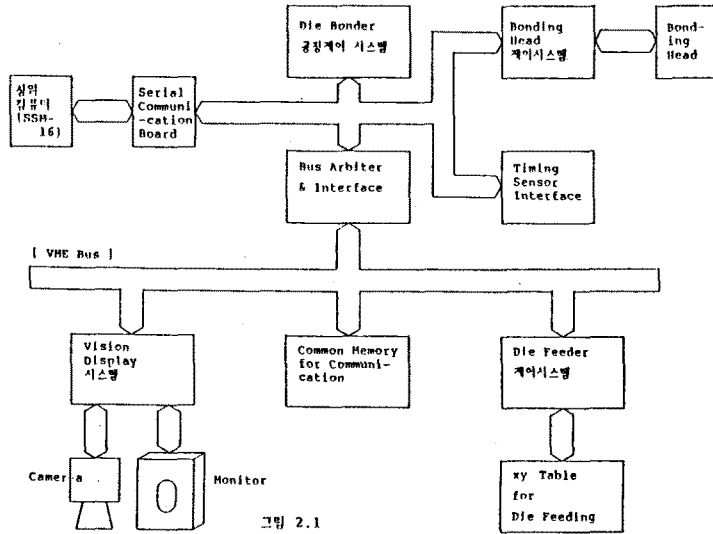
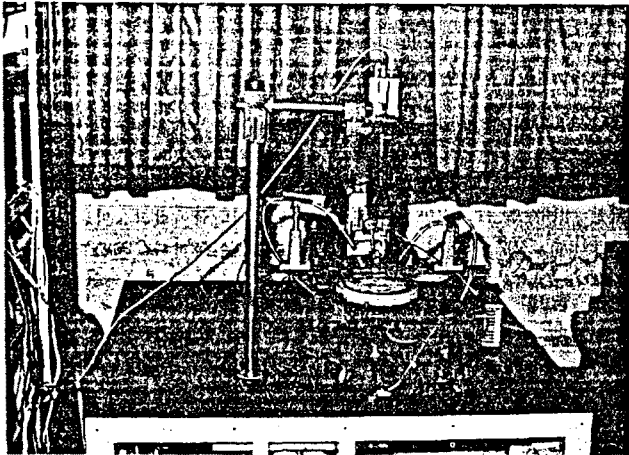
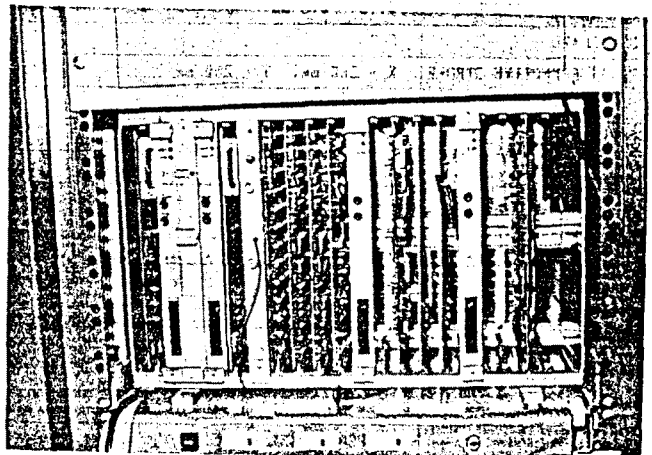


그림 2.1
[Working Sample 제어부의 구성]



(a) 기구부



(b) 제어부

사진 2-1. 제작된 Die Bonder 시스템