

반도체 제조공정의 조립자동화 기술

변 중 남*·유 범 재*·오 상 록**·김 정 덕***

(*한국과학기술원 전기 및 전자공학과, **한국과학기술연구원 제어시스템 연구실, ***삼성항공산업(주))

1. 서 론

오늘날 반도체 소자는 간단한 논리회로, 램(RAM), 롬(ROM) 등을 비롯한 범용소자로부터 사용목적에 맞도록 특별히 제작된 특수소자에 이르기까지 각종 산업분야에서 널리 이용되고 있다. 이에 따라 세계 반도체 시장은 지속적으로 성장하여 1983년 이후 연평균 20%의 신장률과 약 200억불의 생산량을 보였다. 국내 반도체 산업도 세계 반도체 시장의 성장에 힘입어 급속히 성장하여 세계시장에 대한 국내 생산비율이 1983년 4.4%에서 1990년 12.4%까지 높아질 전망이어서 매년 수백억원 상당의 반도체 소자 자동조립설비를 수입, 증설하여 생산량 증대를 꾀하고 있다. 그러나, 램의 경우에 있어서 미국과 일본의 치열한 생산경쟁에서 보듯이 선진공업국에서는 반도체 소자의 생산 및 조립기술을 독점하여 타국으로의 기술이전을 제한하고 관련장비의 공급마저 조절함으로써 국내에서 생산되는 반도체 소자의 품질과 전체 생산량을 조정하고 있다. 또한 이미 도입된 장비들의 유지 및 보수에 있어서도 수입국에 대한 의존도가 높아 그 비효율성이 문제로 지적되고 있다. 따라서 반도체 소자의 품질향상, 제조공정의 생산성 향상 및 제조공정의 자동화를 위한 자체 기술력의 확보라는 관점에서 반도체 소자용 생산 및 조립시스템의 국산화가 절실히 요구되고 있다.

이에 본고에서는 반도체 조립 자동화를 위해 필요

한 여러가지 기술들—정밀 기계의 설계 및 가공, 로봇 매니플레이터의 고속제어, 고속의 시각처리 및 여러 부시스템의 총괄제어 등—중 다이본딩 시스템(die bonding machine), 와이어본딩 시스템(wire bonding machine) 및 인라인 시스템(in-line system) 등과 관련된 전자기술을 살펴보고자 한다.

제 2절에서 반도체 조립공정의 전반적인 소개와 함께 각 시스템의 기능 및 구성에 대하여 기술하고, 각 시스템의 설계, 제작 및 제어에 필요한 요소기술들을 제3절에서 알아보기로 한다.

2. 반도체 조립공정

웨이퍼(wafer)가 실제 회로제작에 사용되는 다리(lead)가 달린 소자로 되기까지의 반도체 조립공정은 일반적으로 그림 1과 같은 순서로 구성된다[1].

먼저, 웨이퍼를 고정할 일정한 형태의 틀(frame)에 접착성이 있는 비닐테이프인 마이러(myler)를 부착하여 웨이퍼틀(wafer frame)을 준비하고, 부착된 마이러위에 웨이퍼를 붙인다. 다음, 웨이퍼상의 각 소자들을 분리, 조립하기 위하여 지정된 패턴에 따라 레이저 또는 전용톱을 사용하여 웨이퍼를 단위소자(die)들로 자른다. 그 후 다이본딩 공정에서는 양질의 단위소자들만을 검사, 선택하고 각 소자의 위치 및 경사도를 보정하여 그들을 리드프레임(lead frame)위에 옮겨 부착한다. 와이어본딩 공정에서는

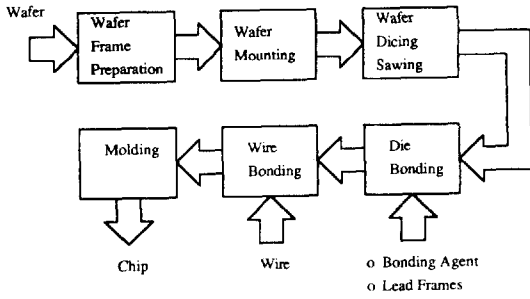


그림 1. 반도체 조립공정 흐름도

금실등의 와이어를 이용하여 소자내부의 접속패드(connection pad)와 리드프레임의 다리를 차례로 모두 연결하는데, 이 때 각 와이어의 연결모양과 강도가 조립된 최종소자의 품질 및 수명에 커다란 영향을 미치게 된다. 끝으로, 본딩이 완료된 리드프레임을 적절한 소재를 사용하여 몰딩(molding)함으로써 반도체 소자의 조립이 마무리된다.

이상의 공정에서 사용되는 다이본딩 시스템, 와이어본딩 시스템 그리고 위의 공정을 사용자의 중간간섭이 없는 하나의 생산라인으로 구성된 인라인 시스템에 대하여 보다 상세하게 알아보면 다음과 같다.

2.1 다이본딩 시스템

이 시스템은 간단한 형태의 로봇 매니플레이터를 이용하여 선택된 양질의 소자만을 웨이퍼로부터 순차적으로 공급되는 리드프레임에 옮겨붙이는 작업(본딩, bonding)을 수행한다. 전체시스템은 그림 2와 같이 구성되어 (1) 본딩 헤드부, (2) 웨이퍼 이송부 및 (3) 리드프레임 이송부 등으로 나뉘어진다[2]. 이때 한개의 소자를 본딩하기 위해서, 웨이퍼 이송부는 소자의 위치 및 경사도를 인식하여 지정된 위

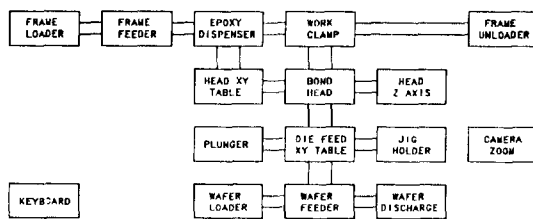


그림 2. 다이본딩 시스템의 구성

치(pick-up position)에 소자를 정확히 공급하고, 본딩헤드부는 공급된 소자를 본딩헤드로 집어 본딩 위치(bonding position)에 있는 리드프레임위에 옮겨붙인다. 한편, 프레임이송부는 한번 본딩이 끝나고 본딩헤드가 다시 웨이퍼 위의 소자를 집어오는 동안에 새로운 리드프레임을 본딩위치에 공급한다.

이를 위하여, 본딩 헤드부는 x, y, z축 방향의 3개의 자유도를 갖는 본딩헤드, 접촉성이 있는 마일러에서 소자들을 효과적으로 분리하기 위하여 핀으로 밑에서 올려쳐주는 플런지업(plunge-up) 및 소자를 본딩헤드의 콜렛(collet)에 잘 부착시켜 떨어짐을 방지하기 위한 각종 진공장치들로 구성된다. 웨이퍼 이송부는 소자들을 인식된 위치정보에 의해 x, y축 방향으로 이동시키는 웨이퍼 xy 테이블, 소자의 경사도 보정을 위한 웨이퍼호울더, 소자의 양/불량 검사와 자세인식을 위해 필요한 영상을 얻기 위한 현미경과 카메라, 여러 장의 웨이퍼를 저장하고 있는 웨이퍼 저장기, 그리고 웨이퍼 저장기에서 호울더까지 웨이퍼를 이송시키는 웨이퍼공급기 등으로 구분된다. 또한 리드프레임 이송부는 본딩순서에 맞추어 리드프레임을 고속으로 이동시키는 프레임피더(frame feeder), 정확한 본딩을 위해 진동과 흔들림을 막아 리드프레임을 고정해주는 클램퍼(clamper),

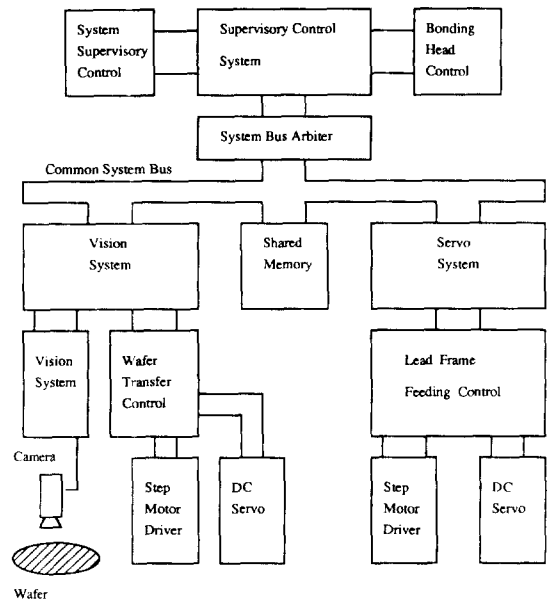


그림 3. 다이본딩 시스템의 제어시스템

표 1. 표준규격

구분	내용	
Bonding Method	Epoxy Attached Die	
Bonding Speed(Chip Size)	0.6 sec/die(0.8~7.0mm ²) 1.0sec/die(7.0~15.0mm ²)	
Bonding Force	30~400g	
Bonding Accuracy	XY = ± 0.05mm θ = ± 1°	
Die Collet	Pyramid Type	
Lead Frame Size	Width: 20~70mm Thickness: 0.15~0.3mm Length: 0.15~0.5mm	
Chip Size	0.8~15mm ² Thickness: 0.15~0.5mm	
Wafer Size	Max. 6" Dia	
Lead Frame Loader	Separator Type	
Wafer Expansion	Auto	
Pattern Recogniton	Chip유무, Inkdot Crack Detect Error Detect, Chip Position θ Table Correction	
CRT Display	Bonding Amount Inkdot Epoxy 사용량, 각종정보	
FDD(Optional)	3.5"	
External Interface	RS-232C	
Utilities	Compressed Air	4kg/cm ² , 60/min
	Vacuum	550mmHg, 4000/min
	N ₂ Gas	2kgf/cm ²
	Input Power	110V ± 5%, 60Hz
Dimension(W×D×H)	1050×1050×1600mm	
Weight	750 kg	

* 본 규격은 User협회에 의하여 변경 가능함.

리드프레임의 종류에 따라 공급기의 넓이를 조절할 수 있는 폭조절부, 여러 장의 리드프레임을 저장하면서 한 장씩만을 분리, 공급하는 프레임공급기 및 본딩된 리드프레임을 저장하는 프레임 저장기 등으로 이루어진다.

이상의 하드웨어를 제어하는 시스템제어부는 하나의 소자를 본딩하기 위해 소자의 자세인식을 수행하고, 각 부분의 구동부를 일정한 동기신호에 맞추어 동시에 움직일 수 있어야 한다. 이를 위하여 전체 제어시스템은, (1) 소자의 자세인식을 위한 고속의

시각장치, (2) 직류모터, 스텝모터 및 교류모터 등의 구동부 제어를 위한 서보시스템 및 (3) 각 부시스템을 감시, 진단하고 정해진 순서로 동기시켜주는 관리제어시스템으로 구분되어 그림 3과 같은 구성을 갖는다[3].

국내에서는 한국과학기술원의 변증남 박사팀과 삼성항공산업(주)의 1986년부터 1988년까지 3개년에 걸친 산학협동연구를 통하여 반도체 소자용 자동 다이본딩 시스템 SCB-100이 개발되어[2], 최근에는 상품화 개발을 끝내고 시생산을 개시하여 관련회사에 여러 대를 납품한 것으로 알려지고 있다. 표 1에 나타난 전체시스템의 사양을 일본의 반도체 조립장비 생산전문업체인 Shinkawa사의 것과 비교해 볼 때, 본딩속도가 0.2초 단축되고 본딩의 정밀도가 경사도오차 ±5°에서 ±1°로 향상됨으로써 국제 경쟁력을 갖추었고, 시스템의 기능과 성능을 더욱 향상시킬 수 있는 자체기술력을 확보함으로써 미래의 개선된 장비개발에 대한 연구가 가능하다.

현재는 공급되는 리드프레임의 길이와 폭, 또는 반도체 소자의 높이 및 크기변화 등에 유연하게 대처하여 단시간에 생산라인의 변화에 적응할 수 있고, 장시간의 연속운전에도 고장이 없고 보수가 용이하도록 시스템의 속도와 신뢰도 향상을 위한 연구가 진행되고 있다.

2.2 와이어본딩 시스템

다이본딩된 리드프레임을 받아들여 소자내부의 연결패드와 리드프레임의 다리를 전도성이 좋은 와이어를 이용하여 서로 연결한다. 시스템의 전반적인 구성은 다이본딩 시스템과 유사하나 그 복잡도와 구동정밀도에 있어서 한결음 앞선 것으로, (1) 본딩헤드부, (2) 리드프레임 이송부, (3) 와이어공급장치 및 (4) 고속의 시각장치 등으로 대별된다[4]. 리드프레임 이송부에 의해 한개의 소자가 공급되면, 시각장치는 소자의 우측상단과 좌측하단의 연결패드들의 위치를 인식하고 소자의 경사도를 추정하여 다른 연결패드들의 위치를 모두 결정한다. 다음, 리드프레임 이송부, 본딩헤드부 및 와이어 공급장치 등의 복합동작으로 와이어를 녹여, 본딩한다.

본딩헤드부는 z축 방향의 자유도를 가진 본딩헤드, 빠른 진동으로 본딩을 도와주는 초음파 발생 및

전달부, 본딩하는 힘을 조절하는 힘조절기와 와이어를 고정해주는 와이어클램퍼(wire clamber)와 팁(tip), 그리고 고전압 방전을 이용하여 와이어를 순간적으로 녹여주는 방전장치 등으로 구성된다. 리드프레임 이송부는 리드프레임을 고속이동시켜 본딩헤드와 함께 본딩을 수행하는 xy 테이블, 본딩시 리드프레임을 고정해주는 클램퍼 및 리드프레임의 가열을 위한 열조장장치 등으로 구분된다. 와이어 공급장치는 본딩시 와이어가 끊기지 않고 일정한 장력을 유지하도록 도와주는 공압제어장치 및 와이어의 공급경로를 안내하는 공급튜브 등으로 이루어진다.

전체 제어시스템은 다이본딩시스템과 같이 3가지로 구분할 수 있는데 중요한 차이점은, (1) 본딩하는 와이어의 연결모양을 조절하기 위한 구동부 제어방법과 (2) 시각장치를 이용해서 연결패드의 위치를 찾기 위하여 하드웨어로 구성된 고속의 템프레이트 매칭 방법이 도입된다는 것이다. 물론, 본딩시의 와이어의 장력 및 본딩힘, 그리고 방전장치등의 동시제어도 만만치않은 문제가 된다.

최근에는 구성이 복잡한 하이브리드(hybrid) 소자의 개발이 증가함에 따라 단위 하이브리드 소자위에 종전의 단위소자가 여러 위치에 동시에 존재하는 바 여러 소자의 높이 변화, 본딩와이어의 길이 및 모양의 변화, 본딩시간과 힘의 변화, 본딩된 볼(ball)의 크기변화 및 본딩 스케줄(schedule)의 변화등을 인식할 수 있는 시각장치 및 그에 적응할 수 있는 메카니즘(mechanism)과 시스템 소프트웨어의 개발이 요구되고 있다.

2.3 인라인 시스템

기존의 반도체 조립공정은 앞서 기술된 다이본딩 시스템과 와이어본딩 시스템, 건조시스템 및 선행공정을 위한 여러 시스템들이 독립적으로 운영됨으로써 시간 및 인력의 낭비등 비경제적인 면들을 포함하고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 독립된 공정들을 연속적으로 하나의 생산라인(in-line)으로 구성함으로써 (1) 조립 공정시간의 최적화, (2) 사용 인력의 절감 및 (3) 공정 자동화 및 통합관리제어 등을 통한 생산성향상을 꾀하고 있다.

인라인 시스템은 매핑시스템(mapping system), 다이본딩 시스템, 건조시스템(curing system), 버퍼

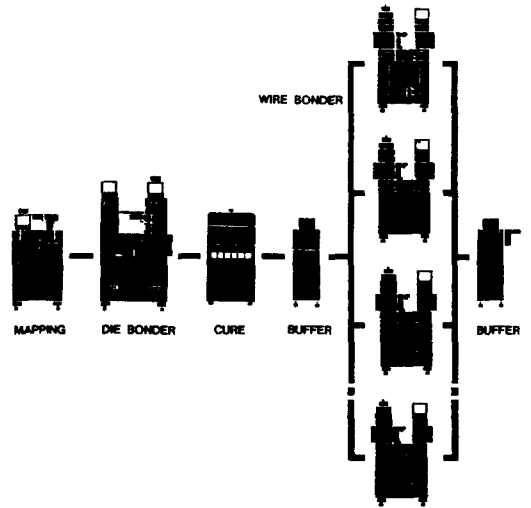


그림 4. 인라인 시스템의 구성

시스템(buffer system) 및 와이어본딩 시스템을 묶어 그림 4와 같이 구성되는데, 와이어본딩 시스템의 작업시간을 고려하여 다이본딩 시스템과의 비율을 4:1로 하고 있다. 따라서 인라인 시스템에 리드프레임과 소자별로 잘라진(sawed) 웨이퍼를 입력하면, 와이어본딩이 완료된 리드프레임이 출력된다[5].

구성 시스템중 매핑시스템이란 웨이퍼를 다이본딩 시스템에 입력하기 이전에 각 소자의 양/불량을 검사하여 그 정보를 다이본딩 시스템에 넘겨줌으로써 다이본딩에 소비되는 시간을 줄여준다. 그리고 건조시스템은 다이본딩된 리드프레임을 적절한 시간동안 알맞은 온도로 건조하여 소자의 리드프레임의 접착상태를 강화시켜주며, 버퍼시스템은 공급되는 본딩이 완료된 리드프레임을 저장하고 4대의 와이어 본딩시스템에 분배, 공급하는 기능을 담당한다.

인라인 제어시스템은 각 부시스템간의 정보교환, 공정제어 및 생산공정의 각종 정보 디스플레이를 담당하는데, 이를 위하여 각 부시스템간의 원활한 통신이 필요하다. 또한, 공장자동화의 시각에서 여러 개의 인라인 시스템의 통합운영을 고려할 때 역시 각 인라인 시스템간의 통신은 중요한 문제가 된다.

3. 반도체 조립자동화를 위한 요소기술

제 2절에서 소개된 시스템들의 제어를 위한 필요기술을 정리하면 (1) 관리제어기술, (2) 시각처리기

술, (3) 통신기술 및 (4) 서보 및 인터페이스 기술로 요약할 수 있다. 그 중 (4)의 서보 및 인터페이스 기술은 널리 일반화된 기술이므로 본절에서는 (1), (2) 및 (3)의 기술을 중심으로 알아보기로 한다.

3.1 관리제어(supervisory control)

소개된 시스템들 자체가 매우 복잡하고 처리해야 할 정보의 양이 방대하기 때문에 보다 빠르고 확장성이 좋은 제어시스템의 구현을 위해 멀티프로세서(multiprocessor) 시스템의 필요성이 높아지고 있는 바 그를 위한 효율적인 관리제어가 요구된다.

관리제어의 기능은, 각 부시스템의 작업을 총괄 조정하고 일의 수행을 지시, 확인하는 기능, 시스템 사용자와의 효율적인 연결(man-machine interface) 기능 및 시스템 전체에 대한 진단기능으로 구분할 수 있다. 즉, 멀티프로세서 시스템에서의 관리제어는 각 프로세서가 맡은 바 작업을 원활하게 수행할 수 있도록 전체시스템의 운영을 감독 및 지시할 뿐 아니라, 시스템의 내부정보 및 동작상태를 사용자에게 신속히 전달하고 운영상의 실수나 시스템 초기조정을 위한 시간을 줄임으로써 시스템의 효율적인 사용이 이루어지도록 해야 한다. 또한 진단기능은, 고속으로 작동하는 복잡한 구조의 자동조립시스템이 고장으로 인하여 멈추는 경우에 대비하여 자기진단 및 고장원인 추적을 수행함으로써 고장의 사전방지 및 고장수리로 인한 정지시간(down-time)을 단축할 수 있도록 한다. 그러나 이상의 기능을 갖는 관리제어시스템의 구현은 복잡할 뿐 아니라 자체의 유용성

(flexibility)과 확장성, 실험의 용이성 및 디버깅(debugging) 등을 고려할 때 구조적인 설계에 기초한 체계적인 접근방법이 필요하다. 이를 위하여 3개의 프로세서를 사용하고, 각각의 이름을 Supervisor CPU, Vision CPU, Display CPU라 할 때(그림 5)의 계층(Layer) 구조를 갖는 관리제어시스템이 제안되었다[6].

계층구조의 가장 내부에는 조립시스템의 하드웨어가 있고, 그 다음 계층에 각 하드웨어를 직접 구동하는, UNIX의 커널(kernel)에 해당하는 하드웨어 구동 프로그램이 위치한다. 다음으로, 각 프로세서마다 필요한 기본적인 동작을 미리 데이터베이스로 만들어 구현한 계층이 있으며, 마지막으로 기본동작들을 이용하여 원하는 작업을 수행할 수 있도록 5가지의 동작상태가 정의되어 있다. 따라서, 이상의 구조를 이용하는 경우 사용자는 하드웨어를 전혀 알지 못해도 쉽게 기능을 추가 또는 삭제할 수 있으며 시스템 개발 및 보원을 위한 시간과 노력을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

그림 5에 나타난 5가지의 동작상태를 보다 구체적으로 알아보면 다음과 같다. 파라미터 모드(parameter state)에서는, 조립시스템에 입력되는 부품들에 따라서 변경되는 변수들—예를 들면, 다이본딩시스템에서의 리드프레임의 넓이나 길이, 웨이퍼의 크기, 리드프레임 저장기의 저장능력, 이진영상을 얻기 위한 역치 등—의 값을 조정할 수 있다. 조정모드(adjust state)에서는 각 구동부를 초기상태로 조정하거나, 각 구동부들의 미세조정 등을 외부에 연결된 키보드(keyboard) 또는 조이스틱(joystick)을 이용하여 수행한다. 비상상태(emergency state)란 예기치 못한 잘못으로 인하여 구동부들이 동작범위를 벗어나 기계가 망가지는 사태가 생기는 순간 기계를 멈추고 그 원인을 알아낼 수 있는 상태이다. 자동조립모드(auto-assembly state)는 기계고유의 기능을 수행하는 모드로서, 다이본딩 시스템은 다이본딩을, 와이어본딩 시스템은 와이어본딩을 연속적으로 수행하는 모드이다. 진단모드(diagnosis state)는 기계가 고장이 났을 경우 고장의 원인을 빨리 찾아낼 수 있도록 한 모드로서, (1) 각 프로세서 및 주변기기의 진단, (2) 입/출력 센서의 진단, (3) 시각장치의 진단 및 (4) 각 구동부의 기능확인 등을 포함한다.

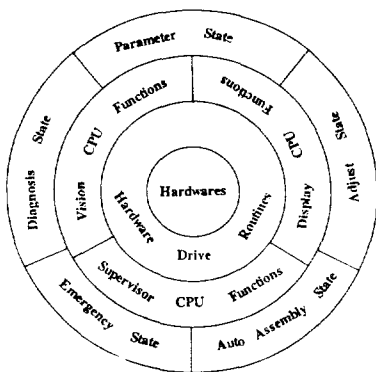


그림 5. 관리제어를 위한 계층구조

3.2 시각장치(vision system)

본딩작업 이전에 반복작업에 필요한 정보들—이진 영상을 얻기 위한 역치(threshold), 다이본딩 시스템에서의 웨이퍼 경사도와 소자의 크기, 와이어본딩 시스템에서의 연결패드에 대한 모델영상—을 스스로 추출 또는 저장하고, 반복작업을 수행하면서 소자들의 위치와 경사도를 실시간에 추출하는 기능을 수행한다. 시각장치는 그림 6과 같이 구성되는데, 영상 디지털이저는 아날로그 영상신호를 디지털 영상신호로 변환하고, 이진영상으로의 변환기능도 포함한다. 영상메모리는 변환된 영상정보를 영상 동기신호에 맞추어 저장하고, 프로세서의 사용요구에 언제나 응할 수 있도록 직렬 및 병렬의 두가지 데이터 입출력이 가능한 영상처리 전용의 램을 이용하여 설계된다. 또한, 영상처리 알고리즘의 처리속도를 더욱 높일 수 있는 전용 하드웨어가 준비된다[7].

시각처리를 사용하는 자동조립시스템에 있어서 시각장치의 하드웨어와 함께 영상처리 알고리즘의 처리속도와 신뢰도가 전체 시스템의 작업효율 및 생산능력을 결정하므로 알고리즘의 선택에 있어서 그 효율성과 잡음에 대한 적응능력등이 중요한 요소가 된다. 본절에서는 이진영상을 얻기 위한 역치선정 알고리즘, 다이본딩 시스템에서의 소자의 크기 인식 및 검사, 소자의 위치 및 경사도 인식을 위한 알고리즘 그리고 와이어본딩 시스템에서의 연결패드의 위치결정 알고리즘에 대하여 알아보기로 한다.

1) 이진영상을 얻기위한 역치선정

웨이퍼는 사각형 모양의 반도체 단위소자(die), 금속 기초(metal base) 및 커프(kerf, 단위소자간의

이웃한 간격)등 3가지로 구성된다. 영상처리를 위해서는 커프와 그 외의 부분으로 분리된 이진영상을 필요로 한다. 그러나 금속기초 부분과 반도체 단위소자 부분의 밝기 차이는 확연한 반면 반도체로 된 단위소자 부분과 커프부의 밝기 차이가 매우 적기 때문에 영상의 히스토그램(histogram)을 이용한 1회의 역치값 선정으로는 만족스런 이진영상을 얻기 어렵다. 따라서 히스토그램을 효과적으로 분석할 수 있는 분리함수(seperability function)의 개념을 적용하되, 일차로 금속기초와 그 외의 부분을 분리하는 역치를 선정하고, 금속기초가 아닌 부분에 대하여 같은 개념을 다시 적용함으로써 반도체 소자 부분과 커프를 구분할 수 있는 역치를 최종적으로 결정한다.

2) 반도체 소자의 크기 인식

다이본딩 시스템에서 소자의 위치 및 경사도의 보다 빠른 인식을 위하여 웨이퍼 이송 메카니즘의 정밀도를 고려하여 인식영역을 설정할 때 소자의 크기 정보가 반드시 필요하다. 소자의 크기 인식을 위하여 웨이퍼의 이진 영상을 x, y축 방향으로 각각 투영(projection)시킨다. 투영된 정보는 각 방향의 밝기 정보를 적분하는 효과를 가지므로 양자화(quantization)에 의한 영상잡음 또는 불완전한 역치선정에 의한 소자경계부에서의 잡음에 강하다. 웨이퍼상의 각 소자들이 정렬된 사각형 모양이므로 투영된 정보는 웨이퍼의 커프부분에서 최대(또는 최소값)을 가지게 되므로 이웃한 커프간의 거리와 커프의 넓이를 인식할 수 있다.

3) 반도체 소자의 경사도 인식

반도체 소자의 모양이 사각형이므로 각 소자의 경계들은 직선으로 이루어진다. 따라서 소자의 경사도를 측정하는 문제는 소자의 경계선의 방정식을 결정하는 것이 된다. 경계선의 각 점 좌표들을 이용하여 직선 방정식을 얻는 대표적인 방법으로 최소자승법(least square error method)이 있으나 경계선이 불

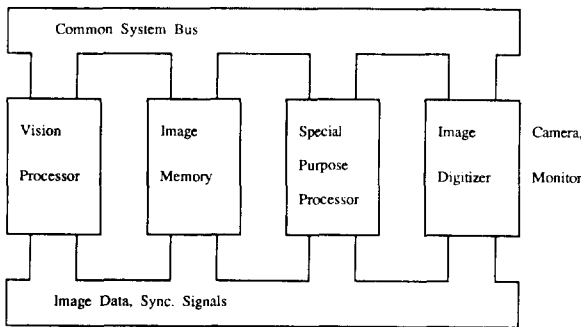


그림 6. 시각장치의 구성

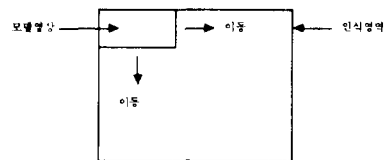


그림 7. 템플레이트 매칭

표 2. RS-232C, RS-422A, RS-485의 성능분석

Parameter	RS-232C	RS-422A	RS-485
Mode of operation	Single-ended	differential	differential
Numbers of drivers and receivers	1 driver 1 receiver	1 driver 1 receiver	32 drivers 32 receivers
Max. Cable length	50 ft	4,000 ft	4,000 ft
Max. baud rate	20 Kbaud	10,000 Kbaud	10,000Kbaud
Max. common mode	+ 25V	+ 6V to - 0.25V	+ 12 to - 7V
Driver output	+ 5V min + 5V max	+ 2V min	+ 1.5V min
Driver load(ohms)	3K to 7K	100	60
Receiver input resistance(ohms)	3K to 7K	4K	4K
Receiver sensitivity	+ 3,000 mv	+ 200 mv	+ 200 mv

연속이거나 잡음이 섞이는 경우 부정확한 정보를 제공한다. 이를 극복하기 위하여 Hough 변환을 이용할 수 있다. Hough 변환은 영상좌표계의 각 점들을 직선의 기울기와 절편으로 구성되는 파라미터 공간으로 변환함으로써 영상좌표계의 잡음의 영향을 효과적으로 제거할 수 있다.

4) 다이본딩 시스템에서의 소자검사 및 위치인식

다이본딩 시스템에 입력되는 소자들 중 전기실험에서 불량으로 판정된 소자들의 표면에는 불량을 표시하는 검은점이 찍혀 있다. 따라서 소자의 검사는 검은점의 유무를 판단하는 것인데 전용 하드웨어를 이용하여 소자내부의 검은 화소(pixel)들의 수를 세어 특정수 이상이 되는 경우 불량으로 판정한다. 그리고 소자의 크기 인식에서 이용된 이진영상의 투영

법을 소자의 좌측상단에 인식영역을 설정한 후 적용하여 소자의 상단과 조측의 좌표를 결정함으로써 전체 소자의 위치를 잡음에 둔감하면서 고속으로 결정할 수 있다.

5) 와이어본딩 시스템에서의 소자의 위치인식

다이본딩이 된 리드프레임이 공급되면 소자내부의 우측상단과 좌측하단의 연결패드의 위치를 결정하는 문제로, 다이본딩 시스템에서와는 달리 이진영상이 소자내부를 상세히 나타내기 때문에 복잡한 영상을 처리해야 한다. 따라서 간단한 투영법이 아니라 미리 연결패드와 그 주위에 대한 양질의 영상을 저장하고 있다가 실제 영상과 화소대 화소로 비교하는 템플레이트 매칭방법이 이용된다. 실제 템플레이트 매칭은 그림 7과 같이 인식영역 내부에서 모델영상

을 계속 움직여서 매번 매칭결과를 저장한 후 그 중 최고의 매칭결과를 나타내는 점에 연결패드가 있는 것으로 결정한다.

3.3 통신(망)

다수의 자동조립시스템 또는 다수의 인라인 시스템이 설치된 현장에서, 각 부시스템간의 정보교환, 공장전체의 효율적인 공정제어 및 감독을 위해서는 각 부시스템간 또는 각 부시스템과 총괄 제어시스템간의 원활한 통신이 요구된다.

그러나 각 시스템간의 1:1 통신만이 가능한 방법을 이용하는 경우 시스템의 수가 증가할수록 통신케이블 및 관련장비들은 복잡하게 되면서 많은 공간을 차지하게 됨으로써 유지 및 보수에 많은 문제점을 노출하게 된다. 반면에 근거리 통신망(local area network)과 같은 고성능의 통신방식을 이용할 수도 있으나 설치비용이나 통신용 운영소프트웨어등이 조립시스템에 대한 새로운 부담이 될 소지가 많다. 따라서, 각 시스템의 통신라인을 한개의 데이터링크로 대체하여 시간분할통신방식을 이용하는 필드버스(field bus 또는 bitbus) 개념이 소개되고 있다[8].

한 예로써 다대다 통신이 가능하면서 근거리 통신망과 RS-23C 통신의 중간레벨의 가능한 방법으로 RS-485 통신이 있다. 이 방법은 정보를 주고 받는 통신라인이 달리 있지 않고 두개의 통신라인에 대한 차전압(differential)으로 신호를 전송하기 때문에 버스(bus) 방식의 통신에 적합하다. 이 때 전송선의 종단에는 종단저항이 필요하고, 비전송시에는 하이 임피던스(high impedance)가 유지되어 신호의 충돌을 방지할 수 있어야 한다. 참고로 RS-232C, RS-422 및 RS-485 방식을 비교하면 표 2와 같다.

4. 결 론

이상에서 반도체 조립과 관련하여 다이본딩 시스

템, 와이어본딩 시스템 및 인라인 시스템의 구성 및 기능을 살펴보고, 자동화를 위해 필요한 관리제어, 시각처리 및 통신에 대하여 간략하게 알아보았다. 소개된 바와 같이 사용되는 많은 기술에 대한 연구가 계속 진행되고 있는 바 지속적인 연구투자가 요구되며 전자관련 기술이외에 각 시스템의 기구부 제작에 필요한 요소부품들-고정밀 xy테이블, 각종 스크류(screw), 공압장치등-을 거의 수입에 의존하고 있음을 감안할 때 그에 대한 기술개발 및 투자도 시급하다. 특히, 국내 수요자들조차 국산화된 장비에 대한 부정적인 시각을 가지고 있는 바 외국산 장비의 개발속도를 추월하여 보다 빠르고 신뢰성이 높은 장비를 보급함으로써 인식의 전환을 유도해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] P.S. Buggaraaf "Wire Bonders: 1982 and Beyond," Semiconductor International, pp. 44-60, August 1982.
- [2] 변중남외 20명, "반도체 소자용 자동 Die Bonder 기계장치 개발", 최종연구보고서, 과학기술처, 1987.
- [3] Z. Bien, S. R. Oh, I.H. Suh, J.O. Kim, and Y.S. Oh, "Automatic Assembly for Microelectronic Components", IEEE Control Systems Magazine, pp. 15-19, June 1989.
- [4] Huge Wire Bonder Manual, U.S.A., 1986.
- [5] Shinkawa In-line System Manual, Shinkawa Corp., Japan, 1986.
- [6] 이재혁, "자동조립 시스템을 위한 진단기능을 갖는 구조적 관리제어에 관한 연구", 한국과학기술원 석사학위논문, 1988.
- [7] 유범재, "전자부품 조립공정의 자동화를 위한 비전 알고리즘에 관한 연구", 한국과학기술원 석사학위논문, 1987.
- [8] 박기현외 5명, "공장자동화를 위한 인터페이스 기술개발에 관한 연구", 최종연구보고서, 과학기술처, 1989.