



## 기술분야

본 발명은 반도체 웨이퍼의 운반 및 저장에 관한 것으로, 특히 반도체 웨이퍼 팹(fab)의 베이 내 여러 공정 툴들(tools) 사이에서 웨이퍼 운반 포드(wafer-carrying pods)를 운송 및 저장할 수 있고 최소한의 양의 하드웨어 및 소프트웨어 제어로 그리고 공간 효율적인 방식으로 작동되는 통합 시스템에 관한 것이다.

## 배경기술

휴렛팩커드사(Hewlett-Packard Company)에 의해 제안된 SMIF 시스템이 미국 특허 제4,532,970호 및 제4,534,389호에 개시되어 있다. SMIF 시스템의 목적은 반도체 제조 공정을 통하여 웨이퍼의 저장 및 운반 시 반도체 웨이퍼 상으로의 먼지(particle) 흐름을 감소시키는 것이다. 상기 목적은, 부분적으로, 저장 및 운반 시 웨이퍼들을 둘러싸는 (공기 또는 질소와 같은) 가스 상태의 매질이 웨이퍼들에 대해 실질적으로 고정되도록 기계적으로 보장하는 것에 의하여, 그리고 먼지가 주위 환경으로부터의 웨이퍼 직근 환경으로 들어오지 못하도록 보장하는 것에 의하여 달성된다.

상기 SMIF 시스템은 운동, 가스 흐름 방향 그리고 외부 오염물질에 대하여 제어되는 작은 체적의 먼지없는 가스를 이용하여 물품들을 위한 청정한 환경을 제공한다. 고체 상태 기술(Solid State Technology) 1984년 7월호 pp. 111-115에 게재된 Mihir Parikh 와 Ulrich Kaempf 의 "SMIF: VLSI 제조에서 웨이퍼 카세트 운반을 위한 기술"이라는 제목의 논문에서, 하나의 제안된 시스템이 보다 상세하게 설명되고 있다.

위의 종류의 시스템들은 0.02 미크론( $\mu\text{m}$ ) 보다 작은 크기부터 200 $\mu\text{m}$  보다 큰 크기까지의 범위의 먼지 크기들에 관계가 있다. 반도체 디바이스의 제조 시에 채택되는 작은 기하학적 구조들(geometries) 때문에 이러한 크기의 먼지들은 반도체 공정에 매우 해로울 수 있다. 오늘날 전형적인 발전된 반도체 공정들에서는 0.5  $\mu\text{m}$  이하인 기하학적 구조들이 채택된다. 0.1  $\mu\text{m}$  보다 큰 기하학적 구조를 갖는 원치 않는 오염 먼지들은 1 $\mu\text{m}$  크기의 반도체 디바이스들을 실질적으로 방해한다. 물론 점점 더 작은 반도체 공정 구조를 갖는 것이 오늘날의 경향이고 연구 개발실에서는 그 크기가 0.2 $\mu\text{m}$  이하로 접근하고 있다. 미래에는 기하학적 구조들이 더욱 작아질 것이고 따라서 더욱 작은 크기의 오염 먼지들이 관심의 대상이 될 것이다.

SMIF 시스템은 웨이퍼들을 저장하고 운반하는데 사용되는 최소 체적의 밀봉된 포드를 포함한다. 웨이퍼 팹 내에는, SMIF 포드들을 하나의 공정 툴 베이(processing tool bay)로부터 다른 베이로 운반하기 위하여 제1 자동화 운송 시스템이 제공되고(인터베이 운반 시스템(interbay delivery systems)), 상기 포드들을 각각의 특정한 베이 내에서 운반하기 위하여 제2 자동화 운송 시스템이 제공된다(인트라베이 운반 시스템(intrabay delivery systems)). 약 팔십 피트 정도의 길이를 갖는 각각의 툴 베이는, 일반적으로, 웨이퍼 제조 상의 여러 가지의 직능들을 수행하기 위한 다수의 공정 툴들과, 공정 전후에 포드들이 저장될 수 있는 적어도 하나의 스톡커(stocker)를 포함하여 구성된다. 덧붙여, 특정한 베이 내에서 하나의 포드가 수개의 공정 툴들로 일반적으로 운송될 때, 그 포드는 공정들 사이에서 상기 스톡커에 저장될 수 있다. 일반적으로 스톡커는, 포드들이 그 위에 저장될 수 있는 복수 개의 선반과, 포드들을 스톡커 안팎으로 운송하고 스톡커 내에서 포드들을 이동시키기 위한 운송 시스템을 구비하는 대형 유닛이다.

툴 베이 내의 어떤 공정 툴들은 일반적으로, 다른 공정 툴들에 비해 상대적으로 고속으로 그것들의 특정한 웨이퍼 공정을 수행할 수 있는 높은 처리율의 툴이다. 게다가, 베이 내의 어떤 툴들은 일반적으로 웨이퍼들의 포드 내부로부터의 하나의 웨이퍼를 모니터 또는 시험하는 계측 툴(metrology tool)이다. 하나의 포드는, 예를 들어 25 장의 웨이퍼를 저장할 수 있다. 만약 보통의 처리율의 툴이 한 시간에 50장의 웨이퍼를 처리할 수 있다면, 운송 시스템은 그러한 툴로 시간당 2 개의 포드만 공급하면 된다. 그러나, 유사하게 시간당 50장의 웨이퍼를 처리할 수 있으나 포드당 하나의 웨이퍼만을 사용하는 계측 툴에 대해서는, 그 툴이 유휴 상태에 있게 되는 것을 방지하기 위해서는 시간당 50개의 포드가 그러한 계측 툴로 공급되어야만 한다.

높은 처리율의 툴들 및 계측 툴들을 수용하기 위하여, 포드를 멀리 위치한 스톡커로부터 하나씩 계속적으로 가져와야 할 필요 없이 포드들이 그러한 툴들 인근에 국부적으로 저장되었다가 이들 툴들로 신속하게 이송될 수 있도록, 높은 처리율의 툴들 및 계측 툴들의 툴 포트에 인접한 로컬 툴 버퍼(local tool buffer)를 포함시키는 것이 알려져 있다. 그러한 로컬 툴 버퍼들은 높은 처리율 및 계측 툴들에 인접하여 형성되고, 포드들을 저장하기 위한 선반들과 포드들을 로컬 툴 버퍼 안팎으로 그리고 로컬 툴 버퍼 내부에서 운반하기 위한 운송 시스템을 포함한다.

도 1 과 도 2 는 각각, 스톡커(20)와 복수 개의 공정 툴(22, 40)들을 포함하는 전형적인 툴 베이의 개략적인 평면도 및 정면도이다. 더하여, 도 1 및 도 2 는, 툴 베이들 간의 포드들의 자동화된 운송을 위한 인터베이 운반 시스템(25)과, 아래에 설명된, 베이 내에서의 포드들의 자동화된 운송을 위한 인트라베이 운반 시스템을 도시한다. 종래의 인트라베이 운반 시스템

들은, 포트들이 어느 하나의 운반 기구로부터 다른 운반 기구로 전달되는 많은 수의 운반 인터페이스(transport interface) 들을 포함한다. 종래의 톨 베이 내의 상기 운반 인터페이스들을 도 1 및 도 2 와 순서도인 도 3 을 참조하여 설명한다. 도면 들에서 개략적으로 도시되었으나, 각각의 인터페이스는 제1 운반 기구로부터 포드를 분리시켜 제2 운반 기구와 결합되도록 위치시키기 위한 기구들을 필요로 한다. 하나의 포트가 먼저 인터베이 운반 시스템(25)으로부터 톨 베이 내로 수용되면, 그 포트는 단계(50)의 스톱커(20)로 이송되거나 또는 직접적으로 단계(52)의 인트라베이 운반 기구(30)로 운반될 수 있다.

포트가 스톱커(20) 내에 최초로 저장되는 경우에, 그 포트는 인터페이스(27) 에서 인터베이 운반 시스템(25)으로부터 스톱 커 입력/출력부(I/O)(23)로 전달된다. 상기 스톱커 입력/출력부(23)는 다시 인터페이스(29)에서 그 포드를 스톱커 내의 스톱 커 운반 기구(26)로 전달한다(단계 54). 그 후에, 포드는 스톱커로부터 톨 베이로 전달되거나(아래에 설명되는 바와 같이) 또는 인터베이 운반 시스템으로 다시 전달될 수 있다. 포트가 스톱커로부터 인터베이 운반 시스템으로 다시 전달되는 경우에, 포드는 단계(55)에서 운반 기구(26)로부터 스톱커 입력/출력부(23)로 전달되고, 그 다음에 단계(59)에서 상기 포 드는 스톱커 입력/출력부로부터 인터베이 운반 시스템(25)으로 전달된다.

표시된 바와 같이, 대안적으로는 단계(52)에서는 기계적 인터페이스(32)에서 포트가 인터베이 운반 시스템(25)으로부터 인트라베이 운반 기구(30)로 직접 전달될 수 있다. 인트라베이 운반 기구(30)로부터, 포드는 복수 개의 공정 톨들(22, 40) 로 또는 (공정 톨들(22, 40)로 전달 전 또는 후에) 스톱커(20)로 전달될 수 있다. 포드를 인트라베이 운반 기구(30)로부터 스톱커로 전달하기 위해, 포드는 먼저 단계(57)에서는 인터페이스(24)에서 스톱커 입력/출력부(21)로 전달된 다음, 단계 (61)에서는 인터페이스(28)에서 스톱커 운반 기구(26)로 전달된다. 인트라베이 운반 기구(30)로부터 포드를 받는 스톱커 입 력/출력부(21)는 인터베이 운반 시스템으로부터 포드를 받는 스톱커 입력/출력부(23)와 유사하고, 스톱커 운반 기구 (26)는 스톱커 입력/출력부(21)와 스톱커 입력/출력부(23) 모두로부터 포드들을 받을 수 있다.

포트가 인트라베이 운반 기구(30)로부터 공정 톨로 전달되는 경우, 포드는 인터페이스(38)에서 톨 운반 기구(34)로 전달된 다(단계 60). 또 다르게는, 톨들(40)과 같이 높은 처리율의 톨들 및 계측 톨들에 대해서, 포드는 단계(62)에서는 인터페이 스(44)에서 먼저 로컬 버퍼 운반 기구(42)로 전달되고, 그 다음 인터페이스(48)에서 인트라톨 운반 기구(46)로 전달될 수 있다. 그 다음 상기 운반 기구(46)는 포드를 로컬 톨 버퍼 내의 바람직한 위치에 배치시킨다. 마지막으로, (보통의 처리율 의 공정 톨들을 위한) 상기 톨 운반 기구(34)가 단계(63)에서 포드를 각각의 톨을 위한 입력/출력 포트(50)들로 운반하거나, 또는 (높은 처리율의 톨 또는 계측 톨을 위한) 상기 로컬 버퍼 운반 기구(42)가 단계(65)에서 포드를 입력/출력 포트 (50)들로 운반한다.

위에서 서술된 바와 같은 운반 기구들과 인터페이스들은 또한, 보통의 처리율의 공정 톨들을 위한 단계(64, 66)에서, 또는 높은 처리율/계측 톨들을 위한 단계(68, 70)에서 포드를 인트라베이 운반 기구(30)로 복귀시키는 데에 사용된다는 것도 추 가적으로 이해된다.

각각의 톨 베이는 약 15 내지 20 개 정도의 공정 톨들을 포함할 수 있으므로, 전체 인트라베이 운반 시스템은, 어느 하나의 운반 기구로부터 다른 운반 기구로 물리적으로 포드를 전달하는 인터페이스들을 100개가 넘게 포함할 수 있다. 많은 수의 구성 요소들과 복잡한 하드웨어를 포함하는 그러한 종래의 시스템들은 몇가지 단점을 갖는다. 먼저, 스톱커들 및/또는 로 컬 톨 버퍼들이 고가이며, 어쩌면 그들이 사용되는 공정 톨들 만큼이나 값비싸다. 또한 상기 스톱커들과, 로컬 톨 버퍼들 과, 그리고 전용의 운반 기구 및 인터페이스들은 톨 베이 내의 귀중한 공간을 점한다. 둘째로, 각각의 톨이 그 톨로 또는 그 톨로부터 포드들을 전달하기 위한 유일한 기구로서 전용의 운반 기구를 가지는 경우에, 운반 기구가 고장나면, 그 톨이 고 립되어 수동으로 전달하는 것을 제외하고는 그 톨로 포드들을 공급하거나 그 톨로부터 포드들을 제거하는 것이 불가능하 게 된다. 셋째로, 하나의 운반 기구로부터 다른 운반 기구로 포드가 전달되는 각각의 인터페이스는 포트 전달시 포트가 잘 못 취급될 잠재적인 위험을 제공한다. 종래 시스템들에서의 많은 수의 인터페이스들은 포트 오취급의 가능성을 확대한다.

종래의 운반 및 저장 시스템들에서 나타나는 하드웨어적인 난점들에 추가하여, 상기 종래 기술은 시스템의 소프트웨어 제 어에 관해서도 몇가지의 단점을 갖는다. 먼저, 각각의 이동 및 상호작용 요소들은 일정 수준의 소프트웨어 제어를 요한다. 따라서, 베이 주위의 많은 운반 기구들과, 스톱커들 내의 운반 시스템과, 그리고 로컬 톨 버퍼들 내의 운송 시스템들은 각 각 그들의 작동과 상호작용을 위한 소프트웨어 루틴을 요하며, 그 결과 복잡한 소프트웨어 제어 시스템이 된다. 둘째로, 상 기 소프트웨어 제어 시스템은, 인터페이스의 한쪽의 운반 기구가 전달을 위해 하나의 포드를 제공할 때에 인터페이스의 다 른 한쪽의 운반 기구가 그것을 수용하기 위해 반드시 그 위치에 있도록, 인터페이스를 제어해야만 한다. 위에서 설명한 바 와 같이, 하나의 베이 내에는 100개가 넘는 인터페이스들이 있을 수 있고, 따라서 전달하는 또는 수용하는 기구가 인터페 이스에서 대기해야만 하는 것을 피하도록 각각의 인터페이스에서의 적절한 전달 타이밍을 보장하기 위해서는 극도로 복잡 한 알고리즘이 필요하다. 셋째로, 톨이 고장난 경우에는, 상기 소프트웨어 제어는 그 톨을 위해 예정되어 있던 포드들을 다 른 길로 수송하여야 하고, 그 톨을 위한 로컬 톨 버퍼 내에 있는 어떠한 포트도 제거해야만 하며, 그 톨의 로컬 버퍼로부터

제거된 포드들을 위한 다른 툴, 버퍼, 또는 저장 위치를 찾아내어야 하며, 이 모두는 베이 내의 다른 공정 툴들 안팎으로의 포드들의 전달을 두절시킴이 없이 이루어져야 한다. 종래의 소프트웨어 제어 프로그램들은 이러한 상황을 효과적으로 처리하는 데에 큰 난점이 있었다.

도 1 및 도 2에 도시된 인트라베이 운반 시스템의 대안으로서, 인트라베이 운반 기구(30)를 모노레일 케이블 호이스트(hoist)를 포함하는 오버헤드 운송 시스템으로 대체하는 것이 알려져 있다. 그러한 오버헤드 운송 시스템은 포드를 툴 베이의 길이 방향을 따라 수평으로 운송할 수 있고, 해당되는 입력/출력 포트(50)위에 위치된 때에는 케이블들이 포드를 운반 기구로부터 입력/출력 포트(50) 상으로 내린다. 그러한 시스템에서는 도 1 및 도 2에 보여진 인터페이스(38, 44)들을 생략할 수 있다. 그러나, 그러한 오버헤드 수송 시스템의 문제점은, 도 1 및 도 2에 보여진 종래의 시스템의 추가적인 단점이기도 한 것으로, 툴 운반 기구(34)(도 1 및 도 2) 또는 오버헤드 운송 시스템의 케이블 리프트가 포드를 입력/출력 포트 상에 내릴 수 있도록 입력/출력 포트들 위에는 방해받지 않는 통로가 있어야만 한다는 것이다. 오버헤드 운송 시스템의 추가적인 단점은 웨이퍼들이 자동적으로 공정 툴들 내로 끌어들여지도록 포드를 입력/출력 포트(50) 상의 정확한 위치와 방향으로 위치시키는 것이 중요하다는 것이다. 그러나, 포드를 내리는 동안, 케이블들은 흔들리기 쉽고 중력을 제외하고는 측방 위치를 잡도록 하는 지지력을 갖지 않는다. 그러므로, 케이블 시스템들은 포드를 공정 툴 입력/출력 포트 상부의 정확한 자리에 위치시키지 못할 수 있다. .

### 발명의 상세한 설명

따라서 본 발명의 이점 중 하나는 공정 툴들로 그리고 공정 툴들로부터 포드들을 전달하는 매우 간단하고 효과적인 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 이점은 인트라베이 운반 시스템으로부터 최소한의 포드 전달 인터페이스들을 구비한 공정 툴로 포드들을 전달하기 위한 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 이점은, 툴 백업(backup) 또는 고장 시에 작동할 수 있는, 복잡하지 않은 재료 제어 소프트웨어 시스템을 요구하는 포드 저장 및 운반 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 이점은 종래의 스톱커들과 로컬 툴 버퍼들을 없애고, 그에 따라, 툴 공정처리 베이 내에 추가적인 공간을 생성하고, 하드웨어 및 소프트웨어 제어 시스템들을 단순화하며, 그리고 그러한 유닛들과 관련된 비용을 없애는 것이다.

본 발명의 추가적인 이점은 툴 베이 내에 많은 수의 버퍼 및 저장 공간들을 제공하는 것이다.

본 발명의 더 추가되는 이점은 툴 베이의 크기를 증가시키지 않고 증대된 저장 및 버퍼 공간을 제공하도록 종래 툴 베이들에서 현재 이용가능한 사용되지 않는 공간에 버퍼 및 저장 위치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 하나의 이점은 포드를 특정한 공정 툴들로 운반하는 속도를 증가시키도록 버퍼 및 저장 공간들이 툴 베이 내의 각각의 공정 툴 근방에 위치될 수 있다는 것이다.

본 발명의 더 추가되는 이점은 툴 베이의 설계와 재장비(refitting)에 관해 높은 유연성을 제공하는 것이다.

이들 이점 및 기타 이점들은 본 발명에 의해 달성되는데, 본 발명은 그 바람직한 실시예에서 통합된 인트라베이 버퍼, 운반, 그리고 스톱커 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에서는, 웨이퍼 랩 내의 각각의 베이의 각각의 측면은, 그 자체로 인트라베이 운송 시스템, 여러가지 공정 툴들의 입력/출력 포트들, 그리고 툴 베이 내의 저장 선반들 사이로 포드를 전달할 수 있는 한 쌍의 셔틀을 포함함이 바람직하다. 각각의 셔틀은 트랙 유닛 내에 병진식으로 장착되는 하나의 그리퍼(gripper)를 포함하여 상기 그리퍼가 툴 베이 내에서 상하로 병진 운동할 수 있도록하는 것이 바람직하다. 추가로, 상기 트랙 유닛 자체가 툴 베이를 따른 수평 운동을 위해 병진식으로 장착된다. 그와 같이 하여, 각각의 셔틀의 그리퍼는 툴 베이의 수직 평면 내에서 X-Z 병진 운동을 할 수 있다. 두 개의 그러한 셔틀을 제공함으로써 하나의 포드가, 예를 들어 하나의 입력/출력 포트로부터 들어올러지고, 다른 포드가 그 첫번째 포드가 다른 곳에 놓이기를 기다려야 할 필요없이 즉시 그 위에 놓일 수 있게 된다.

본 발명은, 툴들의 앞에 그리고 입력/출력 포트들의 위에 툴 베이의 길이 방향을 따라 장착될 수 있는 모듈 패널(modular panel) 상에 설치되는 복수 개의 저장 선반들을 추가적으로 포함한다. 유리하게는, 상기 저장 선반들은 툴 베이 내의 공정 툴들의 일부 또는 모두의 위에 제공될 수 있다. 그러한 배치는 종래의 툴 베이들에 비해 포드를 저장할 훨씬 많은 수의 공

간을 제공한다. 더욱이, 공정 툴들 위의 공간이, 부분적으로는 종래의 시스템에서는 공정 툴들의 입력/출력 포트 위의 방해 받지 않는 통로가 이용가능해야 함을 이유로, 현재는 사용되지 않으므로, 본 발명에 따른 증가된 저장 용량은 종래 툴 베이들의 족적(footprint)을 증가시킴이 없이 제공될 수 있다.

작동 중에, 셔틀들 중 하나는 인터베이 운반 시스템으로부터 포드를 수용하고, 그 다음에 그것을 특정한 공정 툴의 입력/출력 포트로 운반하거나, 또는 이용가능한 선반에, 바람직하게는 그 포드가 이어서 전달될 공정 툴 근방의 이용가능한 선반에 저장한다. 그 후에, 그 포드는 포드 내의 웨이퍼들의 공정처리가 그 베이에 대해 완결될 때까지 두 셔틀 중 어느 하나에 의해 툴 베이 내를 이동하고, 그 결과 선반들 중 하나에 저장되거나 또는 인터베이 운송 시스템으로 반환된다.

본 발명은 종래 기술의 시스템들과 비교할 때 설계 및 재장비에 관해 보다 큰 유연성을 제공한다. 먼저, 상기 셔틀들은 포드를 입력/출력 포트로 운반하기 위해서 따라 이동하여야만 하는 전용의 통로들을 요하지 않고, 본 발명에 따른 운반 시스템은 입력/출력 포트들의 위치에 의존하지 않는다. 따라서, 예를 들어, 어떤 공정 툴이 입력/출력 포트들이 그것과 다른 위치에 있는 다른 툴로 교체되더라도 상기 셔틀을 변경할 필요가 없다. 유사하게, 저장 선반들의 위치는 입력/출력 포트들의 위치에 의존하지 않는다. 상기 셔틀은 툴 베이 측면 상의 임의의 두점 사이에서 포드를 이동시킬 수 있으므로, 입력/출력 포트들 위에 방해받지 않는 통로를 유지할 필요가 없다.

유리하게는, 각각의 툴에 의해 공유되는 단일의 운반 기구를 제공함으로써, 그리고 각각의 툴에 의해 공유되는, 포드를 위한 단일의 큰 저장 및 버퍼 영역을 제공함으로써 본 발명은 툴 베이 내의 공정 툴들을 함께 통합한다. 종래 기술의 포드 전달, 스톱커 및 로컬 툴 버퍼에 관련된 복잡한 하드웨어 및 소프트웨어 제어의 많은 부분이 본 발명에서는 없어진다는 점에서, 본 발명은 보다 신뢰성 있는 포드 버퍼, 운반, 그리고 저장 시스템을 추가적으로 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 하나의 스톱커, 복수 개의 공정 툴들 그리고 포드 운반 시스템을 포함하는 종래의 툴 베이의 평면도이다.

도 2는 하나의 스톱커, 복수 개의 공정 툴들, 그리고 포드 운반 시스템을 포함하는 종래 툴 베이의 일측면의 정면도이다.

도 3은 종래 인트라베이 포드 운반 시스템에서 요구되는 인터페이스들의 흐름도이다.

도 4는 본 발명에 따른 인트라베이 버퍼, 운반, 그리고 스톱커 시스템을 포함하는 툴 베이의 정면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 인트라베이 버퍼, 운반, 그리고 스톱커 시스템을 포함하는 툴 베이의 평면도이다.

도 6은 본 발명에 따른 인트라베이 버퍼, 운반, 그리고 스톱커 시스템을 포함하는 툴 베이의 단(端)면도이다.

도 7은 본 발명에 따른 셔틀의 정면도이다.

도 8은 도 7에 도시된 셔틀의 측면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 셔틀의 정면도이다.

도 10은 도 9에 도시된 셔틀의 측면도이다.

도 11은 본 발명에 따른 그리핑 기구(gripping mechanism)의 확대 측면도이다.

도 12는 본 발명에 따른 공정 툴 베이 내에서 포드들을 이동시키기 위한 소프트웨어 제어의 바람직한 실시예의 흐름도이다.

도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 셔틀들과 저장 선반들의 사시도이다.

### 실시예

이제 본 발명이 도 4 내지 도 13을 참조하여 설명되는데, 그것은 일반적으로 공정 툴 베이 내에서 SMIF 포드들을 버퍼링하고, 운반하며, 그리고 저장하기 위한 통합 인트라베이 시스템에 관련된다. 비록 본 발명의 바람직한 실시예는 SMIF 포드들

과 함께 작동될 수 있으나, 이용되는 포드의 유형은 본 발명에 결정적인 것이 아니며, 반도체 웨이퍼들이 그 내부에 수납되는 여러가지 용기들 중 어떠한 것도 본 발명과 함께 작동될 수 있다고 이해된다. 이것은 저면 개방 포드, 전면 개방 포드, 카세트리스(cassetteless) 포드, 그리고 그 내부에 웨이퍼들이 안착되는 개방 카세트를 포함하나 이들에 한정되지는 않는다. 이에 더하여, 레티클(reticle), 평판 디스플레이, 기타 포드 내에서 저장 및/또는 운송될 수 있는 기관을 포함하여, 반도체 웨이퍼가 아닌 소재가 포드 내에 제공될 수도 있다고 생각된다.

도 4 및 도 5 는 각각 반도체 공정 툴 베이(100)의 일측면의 정면도 그리고 평면도이다. 상기 베이(100)는 복수 개의 공정 툴(102)들을 포함한다. 본 발명은 특정 툴 베이 내의 임의의 수의 공정 툴들과 함께 작동될 수 있다고 이해된다. 각각의 공정 툴(102)은 SMIF 포드를 받아 포드와 공정 툴 내부 사이에 웨이퍼들을 전달하기 위한 적어도 하나의 입력/출력 포트(104)를 포함한다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 알려진 대로, 상기 공정 툴(102)들은, 체이스(chase)라 불리는, 베이(100)뒤의 공간에 주로 위치하며, 입력/출력 포트들(104)을 포함하는 툴의 전면(front surface)은 베이(100) 내로 돌출되어 있다. 상기 체이스는 공정 툴들을 제거하고 교체하기 위해서 및/또는 공정 툴들로 접근하기 위해서 사용된다.

도 4 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 베이(100)는 추가적으로 복수 개의 선반(106)들을 포함하며, 각각의 선반은 포드(108)를 지지할 수 있는 상부면을 갖는다. 선반(106)들은, 아래에 설명되는 바와 같이 포드를 쥐어서 운반하기 위해서, 하나의 포드를 지지하고 포드의 상면과 그 다음의 위쪽 선반 사이의 공간으로 그리퍼가 들어갈 수 있도록 하는 충분한 거리로 서로 수직으로 떨어져 있을 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 선반들은 복수 개의 횡렬과 종렬로 정렬된다. 그러나 본 발명에 따른 선반들은 베이 내에서 다양한 구성으로 제공될 수 있다고 이해된다. 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 어떤 공간(110)(도 4 및 도 6)이 선반들(106)의 횡렬(row)의 위, 아래, 및/또는 사이에 제공된다. 포드(108)들이 셔틀(116)들에 의하여 베이를 따라 수평으로 전달되는 것은 이 공간 내에서 이루어진다(아래에서 설명됨). 수평방향 공간(110)에 더하여, 바람직하게는 상기 선반들(106)은 수직 공간(112)들을 또한 한정하도록 배열된다. 공간들(112)은, 포드들이 베이(100)내에서 셔틀에 의해 수직으로 전달되도록 허용하기 위하여 그리고 셔틀에 의한 베이 내 각각의 포드로의 접근을 허용하기 위하여 제공된다. 도 4에 보여진 실시예에서는, 하나의 수평 공간(110)이 도시되고 선반들(106)의 매 세번째 종렬(column)이 공간(112)을 형성하도록 개방되어 있다. 그러나, 선반들(106)의 배열에 의해 규정되는 공간(110, 112)의 위치와 개수는 다른 실시예에서는 달라질 수 있다고 이해된다.

각각의 선반(106)은, 예를 들어 양극 처리 표면 마무리(anodized surface finish)가 된 알루미늄과 같이, 낮은 입자화(particulating) 및 기체 제거(outgassing) 특성을 갖는 단단한 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 추가적으로, 해당 기술 분야의 당업자에게 인식될 수 있는 바와 같이, 포드의 위치를 정하고 선반 상에 유지하기 위해 각각의 선반은 각각의 포드의 하부면의 홈들과 결합되기 위한 위한 자동운동식(autokinematic) 장착 핀(pin)들을 상부면에 포함할 수 있다.

상기 선반(106)들은 하나 이상의 패널(114)들 상에 설치될 수 있고(도 6), 그 패널들은 베이(100) 내의 모듈 섹션들(modular sections)에 설치될 수 있다. 상기 패널들은, 바닥에 설치되고 베이의 천장에 대해 받쳐지는 다리들 상에서 지지될 수 있다. 또 다르게는, 상기 패널들은 완전히 베이의 천장에 설치될 수 있다. 종래의 웨이퍼 랩에서는, 청정실 벽들이 잘라져서 각각의 공정 툴 주위로 형성되고 그에 따라 툴 베이 내에 청정실 환경을 형성하였다. 이것의 결과로, 툴이 제거되고 다른 치수의 새로운 툴로 교체될 때마다, 값비싼 상기 청정실 벽들이 버려져야만 하고 새로운 청정실 벽들이 새로운 툴의 운착에 따라 잘려서 설치되어야만 했다. 그러나, 본 발명에 따르면, 이러한 관행은 패널들(114)을 사용하는 것에 의해 대부분 피할 수 있다. 상기 패널들은 툴 베이 내에 천장으로부터 아래로 툴 입력/출력 포트들 약간 위인 약 1500mm의 높이까지 설치된다. 1500mm 아래로는, 공정 툴들 자체가, 툴들 사이의 잘려 나간 청정실 부분들과 함께, 베이를 밀봉한다. 그러므로, 툴이 교체되는 경우에는, (종래의 베이에서는 12 내지 15 피트 높이의 벽 부분을 완전히 바꾸어야만 했던 것에 반하여) 툴들 사이의 청정실 부분들의 너비의 1500mm 아래만 잠재적으로 수정하면 된다.

상기 선반들(106)은 유리하게는 베이 내 입력/출력 포트들 위로 제공된다. "배경기술"에서 설명된 바와 같이, 종래 시스템들에서는, 입력/출력 포트들 상에 포드들을 내리는 툴 운반 기구를 위한 방해받지 않는 통로를 제공하기 위해서 입력/출력 포트들 위의 공간은 개방된 상태이어야만 했다. 그러나, 아래에서 설명되는 바와 같이, 본 발명에 따른 셔틀은 X-Z 병진 운동을 할 수 있다. 그러한 시스템으로 실현되는 이점은, 포드가 셔틀에 의해 저장 선반으로부터 얻어져서, 희망하는 입력/출력 포트 상에 그 포드를 위치시키기 위한 필요에 따라 수평으로 및/또는 수직으로 이동될 수 있다는 것이다. 셔틀이 포드를 특정한 입력/출력 포트 상에 전달할 수 있도록 하기 위해 그 셔틀에 의해 사용되어야만 하는, 입력/출력 포트들 위의 또는 기타의, 특정한 통로는 없다. 이것의 효과는 상기 선반들은 입력/출력 포트들의 위치에 독립적으로 그리고 그에 무관하게 툴 베이 내에 위치될 수 있다는 것이다.

셔틀의 X-Z 병진 운동 및 저장 선반들의 독립적인 위치선정은 몇 가지의 이점을 제공한다. 먼저, 툴 베이의 설계 및 재장비의 유연성이 크게 향상된다. 앞서 논의한 바와 같이, 저장 선반들의 위치는 입력/출력 포트들의 위치에 의해 결정되지 않는

다. 그러므로, 예를 들어, 선반들(106)을 가진 상기 패널들(114)은 심지어 베이 내의 공정 툴들의 배치가 알려지기 전에도 제작될 수 있다. 더욱이, 공정 툴이 교체되는 경우와 같은 때에, 입력/출력 포트들의 위치는 저장 선반들의 위치를 변경해야 할 필요 없이 변경될 수 있다.

기계적인 전달 기구들과 인터페이스들을 본 발명의 셔틀들로 대체하는 것은 추가적으로 유연성을 향상시킨다. 도 1 및 도 2에 관하여 "배경기술"에서 논의된 바와 같이, 예를 들어 툴 운반 기구(34)들 및 그를 위한 인터페이스(38)들의 위치는 전적으로 입력/출력 포트들의 위치에 의해 결정되었다. 다시 말해, 상기 운반 기구(34)들 및 인터페이스(38)들은 입력/출력 포트들 위에 수직으로 배치되어야만 했다. 그 결과, 어떤 툴이 교체되는 경우에는, 새로운 기계의 입력/출력 포트들이 이전 기계의 입력/출력 포트들과 동일한 자리에 위치되어야 해서 유연성을 제한하거나, 또는 기존의 툴 운반 기구들 및 인터페이스들이 바뀌어야만 했다. 그러나, 셔틀(116)은 포드를 입력/출력 포트로 운반하기 위하여 따라 이동하여야만 하는 전용의 통로를 요구하지 않으므로, 본 발명에 따른 운반 시스템은 입력/출력 포트들의 위치에 더 이상 의존하지 않는다.

본 발명에 따른 상기 버퍼, 운반, 그리고 저장 시스템은 또한 종래 기술의 시스템들에 비해 더 큰 포드 저장 용량을 제공한다. "배경기술"에서 논의된 바와 같이, 종래 기술의 시스템들은 툴들 내의 공정처리 전 또는 후에 포드들을 저장하기 위하여 스톡커들을 사용했다. 300mm 웨이퍼로 작동되는 툴 베이에 대하여, 종래의 스톡커들은 평균적으로 약 100개의 포드들을 수용한다. 그러나, 종래의 툴 베이들과 같은 크기인 약 80 피트의 툴 베이에서, 본 발명은 그 양의 2 배 이상의 포드들을 수용할 수 있다. 추가적으로, 본 발명에서 포드들은, 종래 기술의 툴 베이들에서는 사용되지 않던 공간인, 툴들 위에 저장되므로, 툴 베이의 족적을 증가시키지 않고 추가적인 저장 공간이 얻어진다. 나아가서, 포드들이, 다음에 전달될 공정 툴에 인접하게 위치한 선반에 보관될 수 있으므로, 그리고 종래 기술의 시스템들에서의 여러번에 걸친 전달이 아니라 한번의 단계로 전달이 일어나므로, 본 발명은 종래 기술의 시스템들에서보다 훨씬 빨리 포드들을 공정 툴들로 운반할 수 있다.

본 발명에 따른 증가된 저장 공간이 제공하는 또 다른 이점은 본 발명의 시스템에서는 스톡커들이 없어도 된다는 것이다. 스톡커들은 비싸서 그것들을 생략하는 것은 펌프 기계류 비용을 줄여준다. 또한, 스톡커를 동작시키기 위한 별도의 제어가 생략될 수 있다는 점에서, (아래에서 설명되는) 재료 제어 소프트웨어 시스템이 단순화 될 수 있다. 더 나아가, 스톡커의 생략은, 하나 이상의 추가적인 공정 툴들이 위치될 수 있어서 생산성을 향상시킬 수 있는 툴 베이 내부의 유용한 공간을 제공한다.

스톡커의 생략에 더하여, 복수 개의 선반(106)들이 각각의 공정 툴의 입력/출력 포트들 근방에 위치될 수 있으므로, 종래에 높은 처리율 툴들 및 계측 툴들 근방에 제공되었던 로컬 툴 버퍼들이 생략될 수 있다. 본질적으로, 상기 선반들은 모든 공정 툴 즉, 높은 처리율 및 보통의 처리율의 공정 툴 모두를 위한 로컬 버퍼를 제공한다. 스톡커의 생략과 같이 로컬 툴 버퍼들을 생략함으로써, 적어도 로컬 툴 버퍼들을 제공하는 데에 관련된 비용이 절감되고 재료 제어 소프트웨어가 단순화될 수 있다는 이점을 얻는다. 스톡커 및 로컬 툴 버퍼들을 없애는 데에 따른 또 다른 이점은 운반 기구들과 이들 요소들에 관련된 기계적 인터페이스들을 또한 없앨 수 있어, 그에 따라 고장 및 포드 오취급의 잠재적인 원천을 제거하고 소프트웨어 제어 시스템을 더욱 단순화할 수 있다는 것이다.

본 발명은 또한, 종래에 툴들에 제공되던 수동 적재 포트(manual loadport)의 생략에 기인하여, 공정 툴들의 너비를 줄일 수 있게 해준다. 입력/출력 포트들에 더하여, 공정 툴들, 가장 전형적으로는 높은 처리율 공정 툴들은 보통 수동 적재 포트라 불리는, 입력/출력 포트들 옆의 추가적인 장소를 포함할 수 있다. 수동 적재 포트는 단순히 선반, 혹은 공정 툴 상에 장착된 지지면으로서, 포드가 수동 또는 자동으로 툴 입력/출력 포트들로 전달될 준비가 될 때까지 포드들이 놓일 수 있는 버퍼 또는 저장 장소를 제공하기 위한 것이다. 그러한 수동 적재 포트들의 예가 도 2의 도면부호 51에 도시된다. 입력/출력 포트들 옆에 적재 포트를 포함시키는 것은, 포드를 수동 적재 포트 상에 위치시키기 위한 전용의 운반 기구들 및 인터페이스들을 필요로 하는 것에 더하여, 공정 툴의 전체 너비를 증가시킨다. 두개의 입력/출력 포트들과 하나의 수동 적재 포트를 포함하는, 300mm 웨이퍼용 시스템을 위한 공정 툴의 너비는 보통 약 60 인치이다.

위에서 논의한 바와 같이, 본 발명의 하나의 특성은 툴 베이를 따라 각각의 입력/출력 포트에 인접한 복수 개의 선반들을 제공하는 것이다. 상기 선반들은 각각의 공정 툴들을 위한 충분한 양 이상의 버퍼링을 제공하므로, 종래에 공정 툴들에 제공된 수동 적재 포트는 생략될 수 있다. 수동 적재 포트를 생략함으로써 300mm 웨이퍼용 시스템을 위한 툴의 너비는 약 18 인치 정도 감소될 가능성이 있다. 공정 툴 너비의 감소는 청정실 환경 내의 유용한 공간을 확보해 주고 추가적인 공정 툴들을 위한 공간을 허용한다.

본 발명은 인터페이스 운반 기구(118)로부터 포드들을 받아 그 포드들을 툴 베이 내의 주위로 운반하기 위한 한 쌍의 셔틀(116)을 추가적으로 포함한다. 도 7의 정면도와 도 8의 측면도에서 보여진 바와 같이, 셔틀(116)들은 캐리지(121a 및 121b)들에 장착된 그리퍼(120)를 포함한다. 캐리지(121a 및 121b)들은 레일(122a 및 122b)들을 따른 수직 이동을 위하여 병진식으로 설치된다. 레일(122a 및 122b)들은 제2 세트의 캐리지(124a 및 124b)들에 장착되는데, 이 캐리지들은 툴

베이(100)의 길이에 걸쳐 뺀 레일(126a 및 126b)들을 따른 수평 이동을 위하여 병진식으로 설치된다. 당업자에게 인식될 수 있는 바와 같이, 한 쌍의 구동 기구(미도시)가 제공되어, 제1 구동 기구는 레일(122a 및 122b)들을 따라 그리퍼(120) 및 캐리지(121a 및 121b)들을 구동하고, 제2 구동 기구는 레일(126a 및 126b)들을 따라 캐리지(124a 및 124b)들과 거기에 부착된 요소들을 구동할 수 있다. 상기 구동 기구는 바람직하게는, 각각의 캐리지들을 구동하기 위한, 예를 들어 서보 또는 스테퍼 모터와 같은, 모터를 포함한다. 예를 들어 기어 조립체, 무한 체인 또는 케이블과 같은 동력 전달 기구가, 모터의 동력을 캐리지들에 전하기 위하여 상기 모터와 각각의 캐리지 사이에 작동적으로 연결될 수 있다. 상기 구동 기구들은 바람직하게는 아래에 설명되는 재료 제어 소프트웨어에 의해 제어된다. 동력 및 제어 신호들은, 예를 들어 수평 레일(126a) 또는 수평 레일(126b)을 따라 그리고 수직 레일(122a) 또는 수직 레일(122b)을 따라 설치된 전기 리드선과 같은, 여러 가지의 공지된 방법에 의해 서플(116)들에 수신될 수 있다.

당업자에게 인식될 수 있는 바와 같이, 그리퍼(120)의 수평 및 수직 병진 운동을 이루기 위해 여러 가지의 다른 이동 및 병진 운동 시스템들이 도 7 및 도 8에 도시된 것을 대신하여 사용될 수 있다. 많은 대안적인 실시예들 중 하나가 도 9 및 도 10에 도시되었는데, 이 도면들에서는 레일(122a 및 122b)들이, 톨 베이의 상부를 따라 설치된 한 쌍의 레일(130a 및 130b) 상에서 이동하는 한 쌍의 캐리지(128a 및 128b)에 설치된다. 기타 여러 가지의 공지된 이동 시스템들이 대안적으로 사용될 수 있다. 이에는, 제1 병진 운동 기구를 제2의 수직으로 이동하는 병진 운동 기구 위에 부설하는 시스템들, 또는 X-Z 병진 운동을 할 수 있는 단일 기구를 갖는 시스템들이 포함된다.

그리퍼(120)에 관련된 상세한 사항은 도 11의 측면도에서 도시된다. 브라킷(132)이 캐리지(121a 와 121b) 사이에 신장한다. 상기 그리퍼는 상기 브라킷에 장착되고, 그리퍼의 단부들로부터 상측으로 돌출하는 핀(134)들을 포함한다. 서플(116)들의 수평 병진 운동 방향으로부터 볼 때, 상기 그리퍼(120)는 거의 "C" 형인 단면을 가진다. 그러한 형상으로, 상기 그리퍼는 포드들(108)상에 일반적으로 제공되는 핸들(138)의 위 및 주위로 수평으로 이동할 수 있다. 상기 핸들은 상기 핀들(134)과 맞물리기 위한 멈춤쇠(detents)(136)들을 포함한다.

도 4, 도 6, 도 7 및 도 11을 참조하면, 예를 들어 도 6에서의 포드(108<sub>1</sub>)와 같은 특정한 포드를 쥐어서 전달하기 위해서는, 상기 서플은 베이를 따라 수평으로 이동하고, 그 다음 그리퍼(120)가 포드(108<sub>1</sub>) 옆에 위치될 때까지 공간(112)들 중 하나의 공간 내에서 수직으로 위 아래로 이동한다. 상기 그리퍼(120)는 핀(134)들이 멈춤쇠(136)들과 거의 수직으로 배열될 때까지 상기 "C" 형 그리퍼가 핸들(138)의 위 및 주위로 이동할 수 있도록 서플이 수평방향으로 이동될 수 있는 높이에서 포드(108<sub>1</sub>) 옆에 배치된다. 이 위치에서, 그리퍼(120)와 포드(108<sub>1</sub>) 사이에는 아직 접촉이 없는 것이 바람직하다. 다음 단계에서, 캐리지(121a 와 121b)들은 핀(134)들이 멈춤쇠(136) 내에 맞물리도록 레일(122a 및 122b)들 상에서 위쪽으로 이동하고, 그리퍼 및 핸들의 각각의 표면들은 서로 접촉하게 된다. 레일(122a 및 122b)들을 따른 캐리지(121a 및 121b)들의 계속된 상향 이동은 포드(108<sub>1</sub>)를 그 선반(106) 또는 입력/출력 포트(104)로부터 떨어지게 들어올리고, 포드는 그 후에 그리퍼(120)에 의해 단단히 쥐어져서 원하는 곳으로 전달될 수 있다.

본 발명이 속하는 기술 분야에서 공지된 바와 같이, 상기 서플은 스쿼트 센서(squat sensors)라 종종 불리는 센서들(미도시)를 포함할 수 있는데, 이는 서플이 이미 포드를 갖고 있는 선반 또는 입력/출력 포트 위에 포드를 내려 놓는 것을 방지하기 위함이다. 다양한 공지된 구조가 가능하나, 일 실시예에서, 상기 스쿼트 센서는 그리퍼와 핸들(138) 사이의 위치 관계를 감지하기 위하여 그리퍼(120)에 장착된다. 예를 들어 이미 포드를 갖고 있는 선반 상에 포드가 내려지고 있는 경우와 같이 포드가 그리퍼로부터 분리될 것으로 생각되는 시간에 앞서 핸들이 그리퍼(120)로부터 분리되기 시작하는 경우에는, 상기 센서가 이 초기의 분리를 탐지할 수 있다. 그 후에, 제어기는 이 잠재적인 문제점에 대한 경보를 받게 되고 서플의 이동은 멈추게 된다.

포드를 그 옆의 선반, 입력/출력 포트, 또는 인터베이 운반 시스템에 위치시킬 때에, 캐리지(121a 및 121b)들은 포드가 지지 표면 상에 안착될 때까지 그리퍼(120)와 포드를 내린다. 캐리지(121a 및 121b)들의 계속되는 하향 이동은 핀(134)들을 멈춤쇠(136)들로부터 분리하고, 그에 따라 포드 핸들로부터 그리퍼를 분리하게 된다. 그 후에, 상기 서플은 그리퍼가 더 이상 핸들(138) 주위에 수직으로 배열되지 않을 때까지 수평방향으로 병진 운동하고, 핸들 또는 포드와 접촉함이 없이 다시금 자유롭게 수직으로 병진 운동하게 된다.

상기 서플과 그리퍼는 인터베이 운반 시스템으로부터 포드를 받기 위하여 본질적으로 동일한 방식으로 작동한다. 본 발명에 따른 인터베이 및 인트라베이 운반 시스템들 사이의 인터페이스는 종래의 베이들에서 사용되는 것일 수 있다. 그러한 인터페이스들은 예를 들어 여러 가지의 컨베이어(conveyor)들을 포함하는데 그 컨베이어들은 인터베이 운반 시스템으로

부터 포드를 받으며 포드들의 저면 또는 측면으로부터 지지된다. 포드가 인터베이 및 인트라베이 운반 시스템 사이의 인터페이스 상에 위치한 상태에서, 상기 셔틀은 그리퍼를 포드의 핸들(138) 주위로 위치시키고, 그 후에 앞서 기술한 바와 같이 포드를 쥐기 위해 위로 들어 올린다.

당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 포드(108)들을 맞물고, 전달하며, 분리시키기 위한 다양한 다른 공지된 기구가 그리퍼(120)를 대신하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 개시된 시스템은 수동 그리퍼(그리퍼 그 자신이 고정된 구조라는 점에서)이나, 개폐 가능한 턱을 구비하여 포드를 쥐거나 놓을 수 있는 능동 그리퍼가 사용될 수 있다. 또한, 쥐어져서 전달되는 포드의 구조에 따라서, 상기 다양한 그리핑 기구들의 구조 및 작동이 달라질 수 있다.

셔틀(116)의 그리퍼(120)가 포드를 운반하는 때에, 그리퍼는 툴 베이를 따라 수평으로 이동하기 위하여 공간(110) 내부에 위치되어야 한다. 그러나, 셔틀(116)이 포드를 운반하지 않는 경우에는, 상기 셔틀은 어떠한 주어진 수평 횡렬(row) 내에서도 그리퍼를 포드 핸들의 높이로 하여 수평으로 이동할 수 있다. 이 높이에서는, 셔틀이 수평으로 이동할 때, 그리퍼(120)는 포드 핸들이나 포드에 접촉함이 없이 포드 핸들 주위로 지나갈 수 있다.

그리퍼가 베이 내에서 이동할 때 셔틀 그리퍼의 위치를 식별하기 위해서, 그리하여 선반 또는 입력/출력 포트 상의 포드에 대하여 베이 내의 희망하는 위치에 상기 그리퍼가 위치되도록 하기 위해서, 다양한 시스템들이 사용될 수 있다. 상기 그리퍼의 수평 위치를 식별하기 위하여, 상기 수평 레일(126a, 126b)중 하나 또는 모두는 지시 마크들을 포함하여, 셔틀들이 그 위를 지나갈 때 셔틀들 상의 센서들이 상기 지시 마크들을 감지함으로써 셔틀들이 베이 내에서의 자신들의 수평 위치를 알도록 할 수 있다. 그러한 지시 마크들에는 RF 방사체(RF emitters), 광학적 기준(optical fiducials), 기계적 플래그(mechanical flags)가 포함되나 이에 한정되지는 않는다. 베이 내의 그리퍼의 수직 위치를 식별하기 위하여, 그리퍼는 수직 레일(122a, 122b)들을 따라 그리퍼가 얼마나 위 아래로 이동하였는지를 측정하기 위하여 셔틀 구동 기구와 함께 동작하는 서보 기구를 포함할 수 있다. 그리퍼는 처음에, 베이 내의 알려진 높이인 레일(122a, 122b) 상의 최상단 또는 최하단 위치를 기준으로 삼을 수 있다. 그 후에, 상기 서보 기구는 상기 기준 위치에 대한 셔틀의 상하 이동을 식별하고 측정할 수 있다. 당업자에게 인식 가능한 바와 같이, 베이 내 그리퍼의 X-Z 위치를 식별하기 위하여 다른 공지된 구성들이 사용될 수 있다.

도 6에서 가장 잘 도시되고 앞서 설명된 바와 같이, 상기 선반들(106)은 패널(114)에 장착되고 툴(102)들에 인접하여 툴들로부터 밖으로 뺀다. 상기 셔틀(116)은 툴들의 전방으로부터 선반들의 길이보다 약간 더 큰 거리 만큼 떨어져서 수직 레일(126a 및 126b)들 상에 장착된다. 그러므로, 상기 셔틀(116)들이 툴 베이를 따라 병진 운동할 때에, 그리퍼(120)가 셔틀(116)로부터 선반들의 공간으로 신장하면서 상기 수직 레일들이 선반(106)들 및 포드(108)들의 전방에서 통과한다. 그러므로, 본 발명에서는 그리퍼들과 선반들이 베이 벽을 따라 동일한 깊이를 가지고, 포드들은 유사하게 이 동일한 깊이에서 전달된다. 이는, 전달되는 물품을 저장하는 선반들 및/또는 통(bin)들의 전방에 전체 기구가 위치하여야 하는, 종래의 자동화 저장 및 회수 시스템(automated storage and retrieval systems)(ASRS) 및 자동화된 안내 운반체(automated guided vehicles)(AGV)와 대조되는 것이다.

본 발명의 또 다른 실시예(미도시)에서는, 선반들과 셔틀들의 상대적인 위치가 바뀔 수 있다. 이 실시예에서는, 패널(114)들이 천장 및/또는 바닥으로부터 지지될 수 있고, 선반(106)들은 그에 장착되어 툴(102)들의 방향으로 뺀다. 이 실시예에서의 셔틀(116)들은 툴(102)들 근방에 위치될 것이고, 그리퍼(120)는 패널(114) 방향으로 뺀을 것이다. 위에 기술된 선반들과 셔틀들의 방향들 중 어떤 것에 대해서도, 본 발명의 바람직한 실시예는 상기 선반들과 셔틀들을 둘러싸기 위한 외부 패널(115)을 추가적으로 포함한다. 아래에 설명되는 바와 같이, 이 차단벽은 베이 내의 작업자들과 본 발명의 셔틀들 및 선반들 사이의 접촉을 방지한다. 상기 패널(115)은 베이의 상측으로부터 그리퍼의 최하단 높이까지 뺀다(약 1500mm). 상기 패널(115)은 또한, 작업자가 수동으로 포드를 입력/출력 포트 또는 그 높이의 선반 상에 놓으면서 그 패널(115)을 통하여 볼 수 있도록 하기 위하여, 예를 들어 플렉시글라스(plexiglass)와 같은 투명한 재료로 형성되는 것이 바람직하다.

본 발명의 일 실시예에서, 셔틀들은 동일한 수평 레일들을 따라 이동하며 서로 교차하지 않는다. 그러나, 도 13에 보여진 본 발명의 실시예에서는, 상기 셔틀들이 서로 교차할 수 있다. 이러한 실시예에서는, 제1 셔틀(250)이 베이 벽에 인접한 레일(252a 및 252b)들 상에서 이동하고, 제2 셔틀(254)이 베이 벽으로부터 떨어져 있는 레일(256a 및 256b)들 상에서 이동한다. 기둥(258)이 베이의 천장에 장착되어 그로부터 아래로 매달리고, 베이 벽에 대해 본질적으로 수직인 평면 상에 위치한다. 복수 개의 선반들(260)이 상기 기둥의 양측에 장착된다. 상기 기둥들은 셔틀(250, 254)들이 수평방향으로 인접한 선반의 기둥들 사이에서 올라가고 내려올 수 있게 하는 충분한 거리로 서로 수평방향으로 떨어져 있도록 베이를 따라 제공될 수 있다. 기둥의 반대측에 있는 선반들은 도 13에 보인 바와 같이 서로 정렬되거나, 또는 서로에 대하여 엇갈리게 될 수 있다. 상기 선반들(260)의 기둥은 셔틀(250, 254)들 사이에 위치한다. 셔틀(250, 254) 각각은 예를 들어 도 11에 보여진 그리퍼(120)들과 구조와 작동이 동일한 그리퍼(262)들을 포함한다. 각각의 셔틀(250, 254)의 상기 그리퍼들은 선반(260) 쪽을 향하여 뺀다.

도 13의 실시예에서, 셔틀들은 도 7 및 도 8과 관련하여 설명된 셔틀(116)들과 같은 방식으로 수직 및 수평으로 병진 운동하도록 작동한다. 그러나, 상기 셔틀(250, 254)들은 유리하게는, 하나의 셔틀이 선반(260)들의 한쪽에 위치하고 제2 셔틀은 선반들의 그 반대쪽에 위치하여 서로 옆을 지날 수 있다. 베이를 따라 수평으로 병진 운동하기 위하여, 상기 셔틀(250, 254)들은 선반(260)들 아래이고 입력/출력 포트(104)들 위인 수평 공간(264) 내에 위치되어야 한다. 이 공간은 A-A 화살표로 도 13에 나타내어진다. 선반(260)들의 높이에 있는 동안, 셔틀은 셔틀의 바로 왼쪽 또는 오른쪽에 있는 기둥들의 포트들을 얻기 위하여 단지 인접한 기둥들 사이에서 수평으로 이동할 수 있을 뿐이다. 셔틀들이 서로를 지나기 위해서는, 상기 각각의 셔틀의 그리퍼(262)들이 공간(264) 내에서 서로 다른 높이에 위치되어야만 한다. 나아가, 셔틀(250, 254)들이 각각 포트(108)를 운반하는 중에 위치를 바꾸는 것이 요구되는 경우에는, 공간(264)은 그리퍼 및 포트의 높이의 두 배 또는 그 보다 약간 더 큰 높이를 가져야만 한다.

위에서 설명된 실시예들 중 어떤 것에서의 포트들을 툴 베이 안으로, 밖으로, 그리고 툴 베이 주위로 운송하는 데에 있어서, 운송 시스템의 주요 목적은 공정 툴들이 유틸 상태에 있지 않게 하는 것이다. 종래의 시스템들에서는, 특정한 포트 내에서 웨이퍼들에 대한 공정이 완료되면, 하나의 운반 기구가 그 포트를 툴 포트로부터 들어올리고, 그것을 전달하고, 새로운 포트를 얻고, 그것을 상기 포트상에 내려 놓아야만 했다. 공정 툴은 이러한 포트 교체 작업이 일어나는 동안에는 유틸 상태에 있을 수 있었다. 이는 포트 내의 웨이퍼들의 공정처리가 완료될 때마다 일어나며, 또한 베이 내의 각각의 공정 툴에 대하여 일어난다.

본 발명의 하나의 특성은 툴 베이(100)의 양쪽에 제1 및 제2 셔틀(도 4의 116; 도 13의 250, 254)들을 제공함으로써 툴들의 유틸 시간(idle time)을 감소시키는 것이다. 작업시, 각각의 공정 툴에 대하여, 특정한 포트 내의 웨이퍼들에 대한 공정이 완료되는 때에는, 셔틀들 중 하나가 그 포트를 입력/출력 포트로부터 제거하는 한편, 다른 셔틀이 새로운 포트를 그 입력/출력 포트에 위치시킨다. 상기 두 셔틀들은 한 셔틀이 완료된 포트를 포트로부터 제거하기도 전에 다른 셔틀이 하나의 포트를 입력/출력 포트쪽으로 이동시키도록 협력적으로 작동한다. 그러므로, 베이 내의 각각의 공정 툴에 대한 유틸 시간은 최소화된다. 베이가 많은 수의 높은 처리율 및/또는 계측 툴들을 포함하는 경우에는, 두 개 이상의 셔틀(116)들이 베이의 한쪽 또는 양쪽에 제공될 수 있다고 이해된다. 또한, 본 발명의 시스템은 오직 하나의 셔틀(116)로 작동될 수도 있다고 이해된다.

본 발명의 바람직한 일 실시예에서는, 툴 베이(100)의 각 측은, 셔틀들(116)중 각각의 하나를 수용하기 위하여 베이(100)의 반대쪽 단부들에서 셔틀 저장 공간(139)들(도 4)을 포함한다. 만약 셔틀(116)들 중 하나가 수리 중이거나 사용되지 않는 경우에는, 그것이 그것의 각각의 셔틀 저장 공간에 위치되고 나머지 셔틀 또는 셔틀들이, 상기 작동되지 않는 셔틀로부터 방해받지 않으면서 포트들을 툴 베이 주위로 정상적인 방식으로 계속 운송할 수 있다.

본 발명에 따른 셔틀들은 매우 신뢰성 있고 유연한 운송 시스템을 제공한다. 예를 들어, 하나의 셔틀이 교체되는 경우에는, 새로운 셔틀과 작동되도록 제어 소프트웨어를 재설정하여야 할 필요 없이 그 새로운 셔틀은 제어 소프트웨어와 교신할 수 있다. 둘째로, 상기 셔틀들은 자체적으로 교정(calibration)을 수행한다. 다시 말해, 셔틀은 처음으로 사용될 때에 베이 내의 그리퍼의 수직 및 수평 위치를 정할 수 있다. 이는 비록 여러 가지의 방식에 의해 달성될 수 있으나, 일 실시예에서는, 상기 그리퍼는, 그리퍼의 수직 위치를 식별하기 위하여, 위에서 설명된 바와 같이 베이의 알려진 최상단 또는 최하단 위치를 기준으로 삼을 수 있다. 유사하게, 상기 셔틀은 수평 레일들 상의 지시 마크들 중 하나 위를 통과할 수 있으며, 이로 인하여 앞서 설명한 바와 같이 셔틀의 수평 위치가 셔틀 상의 센서에 의해 탐지될 수 있다. 만약 어떤 셔틀이 고장나면, 그것은 셔틀 저장 공간(139) 내로 이동되어 이송 통로를 방해하지 않고 새로운 셔틀이 사용되도록 위치될 수 있다는 점에서, 이들 특성들은 종래의 운송 시스템들에 비하여 본 발명의 신뢰성 및 유연성을 향상시킨다. 사용되기 시작함과 거의 동시에, 새로운 셔틀은 베이 내에서의 그 위치를 교정(calibration)할 수 있고, 제어 소프트웨어를 그 새로운 셔틀과 동작하도록 재설정하여야 할 필요 없이 제어 소프트웨어로부터 제어 신호를 받고 제어 소프트웨어와 교신할 수 있다. 그러므로, 작동 중단 시간이 최소화되고, 종래 기술에서 발견되었던 운반 기구의 고장시의 포트 운반상의 문제점들을 피할 수 있다.

어떤 종래의 인터베이 운반 시스템들은 웨이퍼 랩의 일측 아래로 포트들을 운송하고 베이의 일측으로부터 툴 베이들로 포트들을 운반한다. 이러한 종류의 시스템이 예로서 종래 기술 도면 도 1 및 도 5에서 도시된다. 그러한 시스템들에 대해서는, 베이의 한쪽으로부터 다른 쪽으로 포트들을 운송하기 위해 컨베이어가 필요하다. 도 5는 이러한 목적을 위한 컨베이어(270)를 또한 도시한다. 컨베이어(270)는 벨트, 카(car) 또는 다른 유형의 공지된 컨베이어일 수 있는데, 베이의 한쪽의 셔틀로부터 포트를 받을 수 있고, 바람직하게는 그 포트를 그것의 저면 또는 측면으로부터 쥐어서 베이의 다른 쪽의 셔틀로 그 포트를 전달할 수 있다. 물론, 상기 컨베이어(270)가 상부 그리핑 기구(top gripping mechanism)가 되도록 추가적인 인터페이스들이 제공될 수 있다. 비록 상기 컨베이어(270)가 베이(100)의 끝에 도시되나, 그러한 컨베이어들은 베이의 한쪽으로부터 다른 쪽으로 포트들을 운송하기 위하여 베이(100)의 길이를 따라 하나 이상의 위치에 제공될 수 있다고 이해된다. 바람직하게는 포트는 베이의 어느 쪽으로부터도 인터베이 운반 기구로 다시 전달될 수 있다. 다른 웨이퍼 랩들은, 포

드들이 베이의 양 단부 중 어느 곳으로부터의 인터베이 운반 시스템으로 또는 그러한 인터베이 운반 시스템으로부터 전달될 수 있도록, 톨 베이의 양 단부 아래로 뻗는 인터베이 운반 시스템들을 갖는다. 그러한 구조들도 베이의 한쪽으로부터 베이의 다른 쪽으로 베이의 길이를 따라 포트들을 전달하기 위하여 하나 이상의 컨베이어(270)들을 이용할 수 있다.

종래 기술의 많은 하드웨어적 문제점들이 본 발명의 운반, 버퍼, 그리고 저장 시스템에 의해 경감된다는 것이 이하에서 이해될 수 있을 것이다. 먼저, 앞서 지적한 바와 같이, 각각의 베이 내부의 스톱커 및 로컬 톨 버퍼에 관련되는 공간 및 비용지출이 절감된다. 둘째로, 톨들이 전용의 운반 기구들을 갖지 않으므로, 본 발명에서는 종래 기술에서 발견된 문제점인 어떤 톨에 전용인 운송 시스템이 고장인 경우에 그 톨이 포트 운반으로부터 차단되어 유힬 상태에 있게 되는 문제점이 없다. 셋째로, 포트가 하나의 운반 기구로부터 다른 운반 기구로 전달되는 인터페이스들의 수가 본 발명의 셔틀들에 의해 크게 감소되고, 그에 따라 포트가 잘못 취급될 가능성이 최소화되고 신뢰도가 크게 향상된다. 넷째로, 종래 시스템들에서의 각각의 톨은, 각각의 톨이 그 자신의 전용 운반 시스템을 갖고 필요한 경우 전용의 로컬 톨 버퍼들이 각각의 톨을 위해 제공된다는 점에서, 다른 각각의 톨로부터 효과적으로 격리된다. 그러나, 본 발명은, 각각의 톨이 공통의 운반 시스템을 공유하고 각각의 톨이 공통의 저장 시스템을 공유한다는 점에서, 베이 내의 각각의 공정 톨들을 함께 통합한다.

본 발명의 추가적인 특징은 상기 통합된 인트라베이, 버퍼, 전달 그리고 저장 시스템이 규모 조정이 가능하다는 것이다. 다시 말해, 선반(106)들을 포함하는 패널(114)들의 높이와 길이는, 반도체 제조사의 톨 베이의 특정된 치수 요구 조건에 따라, 어떠한 희망하는 크기로도 만들어질 수 있다. 추가적으로, 선반들의 위치가 입력/출력 포트들에 의존하지 않으므로, 상기 패널(114)들은 베이 내 공정 톨들의 배치를 모르고서도 제조되어 설치될 수 있다. 유사하게, 상기 셔틀(116)들은 모든 크기의 톨 베이들 내에서 작동될 수 있다. 톨 베이 주위의 셔틀들의 이동은 재료 제어 소프트웨어에 의해 제어되는데, 이 재료 제어 소프트웨어는 서로 다른 크기의 톨 베이들 주위를 이동하도록 용이하게 설정될 수 있다.

국제 반도체 장비 및 재료 협회(SEMI; Semiconductor Equipment and Materials International)에 의해 정해진 몇가지 기준들이 웨이퍼 펌프의 자동화기와 펌프 내의 인간 작업자들 간의 충돌을 막는 것에 관련된다. 다시 말해, 자동화 기기들이 인간 작업자를 다치게 할 위험이 있거나 또는 인간 작업자들과 간섭할 위험이 있는 구역들에 관련된다. 본 발명은 선반들과 셔틀들이 작업자들의 길과 떨어져서 톨 베이(100)벽 상에서 완전히 패널(115)들 뒤에 위치되는 결과, 작업자/자동화 기기 충돌의 가능성을 최소화한다. 본 발명과 작업자가 동일한 공간에 함께 모일 수 있는 유일한 장소는 입력/출력 포트 자체이다. 이는 종래의 자동화 저장 및 회수 시스템들 그리고 자동화된 안내 운반체들과 대조되는 점인데, 이러한 종래의 시스템들은 그 시스템들과 인간 작업자들 간의 접촉 가능성이 커서 인간 작업자가 있는 경우에는 사용하기 어렵고 위험하다.

지금까지 본 발명은 셔틀들이 포트를 포드의 상부로부터 잡고 그 다음 포드의 저면을 지지하는 선반 상에 포트를 내려 놓는 버퍼, 운반, 그리고 저장 시스템으로서 기술되었다. 그러나, 본 발명의 다른 실시예에서는, 선반들과 그리퍼들의 구조가 반대로 될 수 있다고 이해된다. 다시 말해, 앞서 기술된 셔틀(116) 상의 그리퍼(120)가, 인터베이 운반 시스템으로부터 포트를 받고 그 포드의 저부에서 포트를 지지하기 위한 수평 지지 플랫폼으로 대체될 수 있다. 이 실시예에서는, 앞서 기술된 선반들이, 도 11과 관련하여 앞서 기술된 그리퍼(120)와 구조가 유사한, 동수의 그리핑 기구들로 대체될 수 있다. 이 실시예에서는, 셔틀들이 인터베이 운반 시스템으로부터 저부로부터 지지되는 포트들을 받고, 그 포트들을 베이 벽 상에서 전체 베이에 걸쳐 제공된 그리핑 기구들로 전달한다. 이러한 대안적인 실시예에서, 포트들을 그리핑 기구들 상에 적재 및 적하하기 위한, 그리핑 기구들과 셔틀들 상의 지지 플랫폼의 상대적인 상호작용은 도 4 내지 도 11에 보여진 실시예의 선반들과 그리퍼의 그러한 상호작용과 유사하다. 이 실시예에는 포트를 셔틀들의 지지 플랫폼으로부터 입력/출력 포트들로 전달하기 위하여 추가적인 기계적 인터페이스가 요구된다. 또 다르게는, 작업자가 포트를 지지 플랫폼들로부터 입력/출력 포트들로 수동으로 전달할 수 있다.

또 다른 대안적인 실시예에서는, 포트를 그 측면으로부터 쥐어서, 선반(106)상에 내려 놓거나(도 4 내지 도 11의 실시예에 대해서), 또는 앞의 문단에서 기술된 실시예에서의 그리핑 기구에 놓는 그리핑 기구가 셔틀들에 제공될 수 있다. 그러한 측면 그리핑 기구들을 수용하기 위하여 포트들은 그 측면에 멈춤쇠들을 포함할 수 있다.

상기 통합된 인트라베이 버퍼, 운반, 그리고 스톱커 시스템의 작동과 소프트웨어 제어가 도 12에 도시된 흐름도를 참조하여 아래에서 설명될 것이다. 재료 제어 소프트웨어는 일반적으로 펌프범위의 계획 루틴(fab-wide scheduling routine)과 인트라베이 계획 루틴을 포함한다. 종래의 펌프범위의 계획 루틴들은 특정한 베이의 스톱커로의 포드의 전달 또는 인트라베이 운반 기구들로의 포드의 직접 전달중 하나를 제공해야만 하고, 또한 다른 통로가 아닌 어떤 하나의 통로를 선택하기 위한 결정 기준을 제공해야만 한다는 점에서, 단순화 된다는 정도를 제외하고는, 상기 펌프범위의 계획 루틴은 일반적으로 본 발명에 의해 영향을 받지 않는다. 본 발명과 함께 사용하기 위한 펌프범위의 계획 루틴은 앞서 기술한 바와 같이 인터베이 운반 시스템과 셔틀(116) 사이의 포트 전달만을 다룰 필요가 있다.

상기 인트라베이 계획 루틴은 베이(100) 내의 각각의 공정 틀에 관한 본 발명에 따른 운송 시스템의 작동을 제어한다. 베이 내의 각각의 틀은 현재 그 틀 내에서 진행중인 공정이 완료될 때까지 얼마나 걸릴 것인지를 나타내기 위하여 상기 인트라 베이 계획 루틴에 보고한다. 이러한 방식으로, 상기 계획 루틴은 공정 틀 중에 어떤 것이 공정을 완료할 다음번 것이 될 것인지를 계획할 수 있고, 그에 의해, 그 틀의 공정이 완료되기 전이라도 그 틀의 입력/출력 포트로부터 포드를 제거하고 포드를 다시 놓기 위하여 서틀들을 위치시킨다.

도 12의 흐름도를 참조하면, 상기 계획 루틴은 특정한 포드로부터의 웨이퍼 그룹(일반적으로 웨이퍼 로트(wafer lot)라 불림)에 대한 공정을 완료할 다음번 것이 어떤 틀인지를 결정한다. 상기 루틴이 어떤 웨이퍼 로트에 대한 그것의 공정을 완료하려 하는 틀을 결정하면, 상기 루틴이 하나의 서틀을 그 틀의 입력/출력 포트에 이동시켜, 공정처리된 웨이퍼 로트가 그 포드로 복귀한 때에 단계(202)에서 그 포드를 운반할 수 있도록 한다. 또한 동시에, 상기 루틴은 상기 거의 완료된 공정을 위해 예정된 다음번 포드를 회수하기 위하여 두번째 서틀을 이동시키며, 그 다음번 예정된 포드를 상기 공정 틀의 입력/출력 포트 근방으로 이동시켜 첫번째 서틀이 완료된 로트 및 포드를 그 포드로부터 이동시킨 때에 그 입력/출력 포트 위에 다음번 예정된 포드가 놓일 수 있도록 한다. 어떤 포드가 특정한 공정 틀을 위해 다음번에 예정된 포드인지를 결정하는 기준이 아래에서 설명된다.

본 발명의 소유자에게 양도된 미국 특허 제5,166,884호, 미국 특허 제4,974,166호, 그리고 미국 특허 제5,097,421호는 각각 소위 "SMART tag" 시스템에 관련되는데, 거기에서 어떤 웨이퍼 로트는 웨이퍼 랩 주위의 그것의 여러 소재지들에서 추적될 수 있고, 그 로트에 대해 어떤 공정들이 수행될 것인가에 관련하여 제어될 수 있다. 위에 언급한 세 개의 특허들은 여기에 온전히 그대로 참조로서 통합된다. 특히, 각각의 포드는 그 포드 내의 특정한 웨이퍼 로트와 그 로트에 대해 수행될 특정한 공정들을 식별하는 정보를 저장하는 전자적 태그(electronic tag)를 포함한다. 상기 그리퍼는 상기 SMART tag 들로부터 이들 정보를 얻을 수 있고 이 정보를 인트라베이 계획 루틴으로 전달할 수 있는 센서들을 포함한다. 상기 SMART tag 시스템 대신 또는 그에 더하여, 바코드 판독기 또는 RF 수신기가 상기 서틀(116) 상에 예를 들어 그리퍼(120)에 제공될 수 있다. 그러한 실시예들에서는, 서틀(116)이 횡렬을 따라 수평으로 및/또는 종렬을 따라 수직으로 이동할 때, 상기 바코드 판독기가 바코드를 읽거나 또는 RF 수신기가 지시 정보를 수신하며, 이들은 횡렬 및/또는 종렬 내의 각각의 포드 상에서 제공된다. 이 정보는 또한 포드들을 추적하기 위하여 그리고 어떤 공정들이 그 포드들에 행해질 것인지를 제어하기 위하여 사용될 수도 있다. 특정한 웨이퍼 로트에 관련된 정보를 저장하기 위하여 그리고 그 정보를 회수하여 전달하기 위하여 다른 여러가지의 구성이 사용될 수 있다고 이해된다. 예를 들어, 본 발명의 다른 실시예에서는, 포드들이 어떠한 SMART tag, 바코드 또는 다른 지시 마크도 없을 수 있다. 그러한 실시예들에서는, 특정한 로트에 관한 식별 정보가 직접 인터페이스 및 인트라베이 계획 루틴들에 저장될 수 있고, 그것들은 어떠한 주어진 시간에서의 로트의 알려진 위치에 의해 로트를 식별한다.

어떤 경우들에서는, 어떤 포드 내부의 어떤 웨이퍼 로트가 우선권 로트(priority lot)로 지정된다. 여러 가지 이유들로, 특정한 로트에 대한 반도체 공정처리 시퀀스를 단축된 기간안에 완료시킬 것이 요구될 수 있다. 따라서, 특정한 공정을 위한 입력/출력 포트가 곧 이용가능하게 된다는 것이 단계(200)에서 일단 결정되면, 상기 계획 루틴은 다음으로, 단계(204)에서, 우선권 로트가 상기 이용가능한 공정 틀에 대해 예정되었는지를 알기 위해 체크한다. 만약 예정되어 있다면, 단계(206)에서, 상기 공정 틀이 이용가능하게 된 때에 상기 우선권 로트가 두번째 서틀에 의해 얻어져 그 공정 틀 상으로 적재된다. 어떤 로트의 우선적 성질을 나타내는 정보는 포드 SMART tag에 담길 수 있고, 바코드나 RF 발신기에 코딩될 수 있고, 또는 기타 공지된 지시 구조(indicial scheme)에 의해 나타내어질 수 있다. 상기 계획 루틴은 그 후 다음에 이용가능한 공정 틀을 체크하기 위해 단계(200)으로 되돌아 간다.

만약 상기 계획 루틴이 우선권 로트가 없는 것으로 판단한 경우에는, 그것은 다음으로, 공정(208)에서, 그 이용가능한 틀을 위해 예정된 보통 생산 웨이퍼 로트가 베이 내에 있는지를 알기 위해 체크한다. 바람직한 실시예에서는, 상기 계획 루틴은 FIFO 로직을 사용하며 그 결과, 하나 이상의 보통 생산 로트가 특정한 비어 있는 공정을 위해 예정된 경우에는, 상기 프로그램은, 단계(210)에서, 베이 내에 가장 오랜 기간 동안 저장되어 있던 로트를 서틀이 선택하도록 하며 그 로트를 그 공정 틀로 전달하도록 한다. 상기 루틴은 그 다음에 단계(200)로 되돌아와 다음으로 이용가능한 공정 틀을 체크한다.

때때로, 웨이퍼들에 대한 및/또는 공정 틀 내부의 여러 가지의 파라미터들을 시험하기 위하여 로트들이 어떤 공정을 통과하여 보내진다. 이들 로트들은 엔지니어링 로트들이라 불린다. 또 다르게는, 어떤 포드를 특정한 입력/출력 포트에 재위치시키는 것 등을 위해 작업자가 상기 계획 루틴을 인터럽트하고 수동으로 어떤 포드를 다루기를 원할 수 있다. 만약 상기 계획 루틴이 단계(208)에서 곧 이용가능하게 될 공정 틀을 위해 예정된 보통 생산 로트들이 없다고 판단하면, 상기 루틴은 다음으로 단계(212)에서 엔지니어링 또는 인터럽트 로트들이 혹시 없는지를 체크한다. 만약 있다면, 그러한 로트들은 단계(214)에서 역시 FIFO 로직을 적용하여 그 틀로 전달된다. 로트가 엔지니어링 또는 인터럽트 로트임을 나타내는 정보는 포드 SMART tag에 포함될 수 있고, 바코드 또는 RF 발신기에 코딩될 수 있고 또는 어떤 다른 공지된 지시 구조에 의해 나타

내어질 수 있다. 상기 루틴은 그 다음에 단계(200)으로 돌아와서 다음 이용가능한 로트를 체크한다. 만약 어떤 공정 툴이 곧 이용가능하고, 베이(100) 내에 그 이용가능한 공정 툴을 위해 예정된 우선권 로트나, 보통 생산 로트나, 또는 엔지니어링/인터럽트 로트가 없는 경우에는, 인트라베이 계획 루틴이 그 이용가능한 공정 툴을 위해 예정된 어떤 로트를 얻기 위해 웹범위 계획 루틴과 작동하고, 그 로트가 그 이용가능한 공정 툴로 단계(216)에서 전달된다.

위에서 논의된 바와 같이, 베이(100)내의 공정 툴들이 유휴 상태에 있지 않다는 것이 중요하다. 그러므로, 바람직한 실시예에서 인트라베이 계획 루틴을 위하여 가장 중요한 것은 공정이 완료되면 단계들(202 내지 216)에서 그 툴들에서 포드들이 재빨리 제거되고 교체되는 것을 보장하는 것이다. 그러나, 상기 계획 루틴이 곧 이용가능하게 될(예를 들어 1 내지 2분 내에) 공정 툴들이 없다고 판단하는 경우에는, 상기 인트라베이 계획 루틴을 위한 다음의 우선 순위는 베이(100) 내로 포드들을 더 가져오는 것이다. 그러므로, 만약 상기 계획 루틴이 곧 이용가능하게 될 공정 툴들이 없다고 단계(200)에서 판단하면, 상기 인트라베이 계획 루틴이 단계(218)에서 인터베이 운반 시스템으로부터 새로운 포드를 얻기 위해 하나의 셔틀(116)을 보내고, 단계(220)에서 그 포드를 선반(106)에 저장한다. 상기 인트라베이 계획 루틴은 그 포드를 저장할 선반을 선택하기 위해, 예를 들어 포드가 다음에 전달될 공정에 가장 가까운 이용가능한 선반과 같은, 다양한 기준들을 사용할 수 있다. 단계(221)에서, 상기 계획 루틴은 로트의 SMART tag, 바코드, 또는 RF 발신기에 담겨있는 그 로트에 대해 수행되어야 하는 공정 또는 공정들, 그 로트가 우선권 로트 또는 엔지니어링/인터럽트 로트인지 여부에 관련되는 정보와, 포드가 저장된 선반의 주소, 그리고 그 포드가 저장된 시각 정보를 또한 저장한다. 이러한 정보는 단계(204 내지 212)에서 사용되며 포드들이 이용가능한 공정 툴들로 전달되는 우선 순위를 결정하는 데에 사용된다.

하나의 로트가 특정한 베이(100)내에서 단지 하나의 공정만을 겪는 것이 가능하다. 그러나, 때때로, 동일한 베이 내에서 웨이퍼 로트에 대해 둘 이상의 공정이 행해진다. 그와 같은 경우, 어떤 공정 툴에서의 공정이 완료되어 로트가 제거되면, 상기 계획 루틴은 단계(222)에서 그 로트가 그 베이 내에서 추가적인 공정들을 거칠 것인지 여부를 판단한다. 만약 거처야 할 추가적인 공정들이 있다면, 그 로트는 단계(220)에서 저장 선반(106)으로 복귀되고, 만약 그 특정한 베이에서 그 로트에 대해 수행될 추가적인 공정이 없다면, 그 포드는 바람직하게는 단계(224)에서 인터베이 운반 시스템으로 다시 전달된다. 유리하게는, 포트로 포드를 이동시키기 위한 단계들(204 내지 216)은 포드를 포트로부터 제거하여 다른 저장 선반 또는 인터베이 운반 시스템으로 재위치시키기 위한 단계들(202, 222, 그리고 224)와 동시에 일어난다. 이는 협력적으로 함께 동작하는 두개의 셔틀들에 의해 달성된다.

본 발명의 운반, 버퍼, 그리고 저장 시스템에 의해 종래 기술의 소프트웨어 제어의 많은 문제점들이 경감된다는 것이 이해될 것이다. 첫째로, 스톱커, 로컬 툴 버퍼들 그리고 각각의 툴을 위한 다수의 운반 기구들 및 인터페이스들을 위한 별도의 제어들이 본 발명에서는 불필요하다는 점에서 종래 기술의 시스템들에 비해 소프트웨어 제어가 크게 단순화된다. 둘째로, 만약 어떤 툴이 고장나거나 사용되지 않게 되면, 상기 계획 루틴이 단순히 그 툴을 계획으로부터 제외한다. 로컬 툴 버퍼들로부터 포드들을 제거하거나 또는 다른 길로 수송하기 위한 복잡한 알고리즘들이 불필요하다. 세번째로, 하나의 운반 기구가 다른 운반 기구로 포드를 건네주는 곳의 수많은 인터페이스들이 본 발명에서는 크게 감소되므로, 각 운반 기구들이 각각의 인터페이스에서 만나는 시간의 조절에 관한 종래 기술의 문제점이 크게 단순화된다.

당업자에게 인식가능한 바와 같이, 도 12에 도시되고 앞서 기술된 시스템 작동은 본 발명에 따른 통합된 인트라베이 버퍼, 운반, 그리고 저장 시스템의 제어를 위한 많은 실시예들 중 하나일 뿐이다. 시스템의 작동을 결정하기 위한 앞서 기술된 기준들 대신에 또는 그에 더하여 수개의 다른 우선 순위들(priorities) 및 우발 사건들(contingencies)이 상기 루틴에 포함될 수 있다. 더하여, 상기에서 기술된 시스템은 당김에 기초를 둔 시스템(pull based system)이다. 다시 말해서, 그 알고리즘은 베이 내의 어떤 하나의 공정 툴이 비어있는가에 초점을 두고, 그리고 만약 그렇다면, 하나의 포드가 그 이용가능한 툴로 전달되거나 끌어당겨진다. 대안적으로 밀어냄에 기초를 둔 시스템(push based system)들이 본 발명에서 채용될 수 있다고 이해된다. 그러한 시스템들은 웨이퍼 로트들에 초점을 두고, 특히 어떤 웨이퍼 로트를 위한 예정된 공정 시퀀스에 초점을 둔다. 하나의 예정된 공정이 완료되면, 그 로트는 다음으로 계획된 공정으로 전달되거나 밀어내어진다. 이는 웹범위 계획 루틴에 의해 수행될 수 있다.

상기 셔틀들은 셔틀들이 베이를 통하여 이동할 때 포드들의 위치를 센싱하기 위하여 추가적으로 여러 가지의 위치 센서들(미도시)을 포함할 수 있다. 당업자에게 인식가능한 바와 같이, 그러한 센서들은 포드들이 선반들 위에 적절하게 위치되는 것을 보장하기 위하여 사용될 수 있다. 그 센서 시스템은, 예를 들어 광학적 빔 차단 또는 반사 센서들, IR 센서들, 전하 결합 디스플레이(CCD) 카메라와 같은 비디오 카메라들 또는 레이저들과 같은 다양한 센싱 시스템들 중 어느 하나일 수 있다.

비록 본 발명이 여기에서 상세히 설명되었으나, 본 발명은 여기에 개시된 실시예들에 한정되지 않는다는 것이 이해되어야만 한다. 첨부되는 청구의 범위에 설명되고 정의된 본 발명의 요지와 범위를 벗어나지 않고 당업자들에 의하여 상기 실시예들에 대한 여러가지의 변경, 치환 및 수정이 이루어질 수 있다.

(57) 청구의 범위

**청구항 1.**

툴 베이(tool bay) 내에서 복수 개의 포드를 저장하는 시스템으로서,

복수 개의 포드(pod)를 입력/출력 포트를 구비한 공정 툴(process tool) 위에 저장하되,

상기 툴 베이의 벽을 따라 제공되는 복수 개의 저장 장소로서, 두 개 이상의 저장 장소가 적어도 부분적으로 수직하게 서로의 위에 정렬되는 복수 개의 저장 장소와,

상기 복수 개의 저장 장소들 사이에서 상기 복수 개의 포드 각각을 운반하고 하나의 저장 장소와 상기 공정 툴의 상기 입력/출력 포트 사이에서 상기 복수 개의 포드 각각을 이동시키기 위한 하나의 운반 기구를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수 개의 포드의 저장 시스템.

**청구항 2.**

삭제

**청구항 3.**

삭제

**청구항 4.**

삭제

**청구항 5.**

삭제

**청구항 6.**

삭제

**청구항 7.**

삭제

**청구항 8.**

삭제

**청구항 9.**

삭제

**청구항 10.**

삭제

**청구항 11.**

삭제

**청구항 12.**

삭제

**청구항 13.**

복수 개의 공정 툴 베이와, 기관 적재용 용기를 상기 복수 개의 공정 툴 베이 중 복수 개의 반도체 공정 툴과 복수 개의 저장 장소를 구비하는 하나의 공정 툴 베이 내의 전달 위치로 이동시키기 위한 인터베이 운송 시스템(interbay transport system)을 포함하는 반도체 제조 사이트(site)에 있어서, 그러한 반도체 제조 사이트 내의 운송 시스템으로서,

상기 공정 툴 베이에 결합된 셔틀로서, 상기 용기의 파지(把持) 수단을 구비하고, 상기 용기의 인계(hand off) 없이 상기 전달 위치, 상기 복수 개의 공정 툴, 그리고 상기 복수 개의 저장 장소 사이에서 상기 용기를 이동시키기 위하여 수직 및 수평으로 병진 운동할 수 있는 하나의 셔틀을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 사이트 내의 운송 시스템.

**청구항 14.**

삭제

**청구항 15.**

반도체 제조 사이트 내의 공정 툴 베이로서, 그 일 부분이,

반도체 웨이퍼들을 처리하기 위한 공정 툴로서, 기관 적재용 용기를 공정 툴 안으로 그리고 공정 툴 밖으로 이동시키기 위한 입력/출력 포트를 포함하는 공정 툴과,

상기 기관 적재용 용기를 저장하기 위한 저장 장소로서, 상기 입력/출력 포트와 동일한 수직 평면에 있고 적어도 부분적으로 수직하게 상기 입력/출력 포트 위에 위치하는 저장 장소를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 사이트 내의 공정 툴 베이.

**청구항 16.**

제15항에 있어서, 상기 기관 적재용 용기를 상기 공정 툴과 상기 저장 장소로 운반하는 운반 기구를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 사이트 내의 공정 툴 베이.

**청구항 17.**

삭제

**청구항 18.**

삭제

**청구항 19.**

삭제

**청구항 20.**

삭제

**청구항 21.**

삭제

**청구항 22.**

삭제

**청구항 23.**

삭제

**청구항 24.**

제1항에 있어서,

상기 운반 기구는 상기 포드들을 파지하여 운반하는 그리퍼(gripper)를 구비한 셔틀을 포함하는 것을 특징으로 하는 복수 개의 포드의 저장 시스템.

**청구항 25.**

제24항에 있어서, 상기 그리퍼는 수동 그리퍼(passive gripper)를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수 개의 포드의 저장 시스템.

**청구항 26.**

제24항에 있어서, 상기 그리퍼는 상기 포드를 파지하기 위해 개폐되는 조(jaw)를 구비한 능동 그리퍼(active gripper)를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수 개의 포드의 저장 시스템.

**청구항 27.**

제1항에 있어서, 상기 운반 기구는 각각의 상기 포드를 상기 포드의 저면에서 지지하는 선반을 구비한 셔틀을 포함하는 것을 특징으로 하는 복수 개의 포드의 저장 시스템.

**청구항 28.**

제1항에 있어서, 상기 복수 개의 저장 장소는 각각의 상기 포드를 상기 포드의 저면에서 지지하는 선반을 포함하는 것을 특징으로 하는 복수 개의 포드의 저장 시스템.

**청구항 29.**

삭제

**청구항 30.**

삭제

**청구항 31.**

삭제

**청구항 32.**

삭제

**청구항 33.**

삭제

**청구항 34.**

삭제

**청구항 35.**

삭제

청구항 36.

삭제

청구항 37.

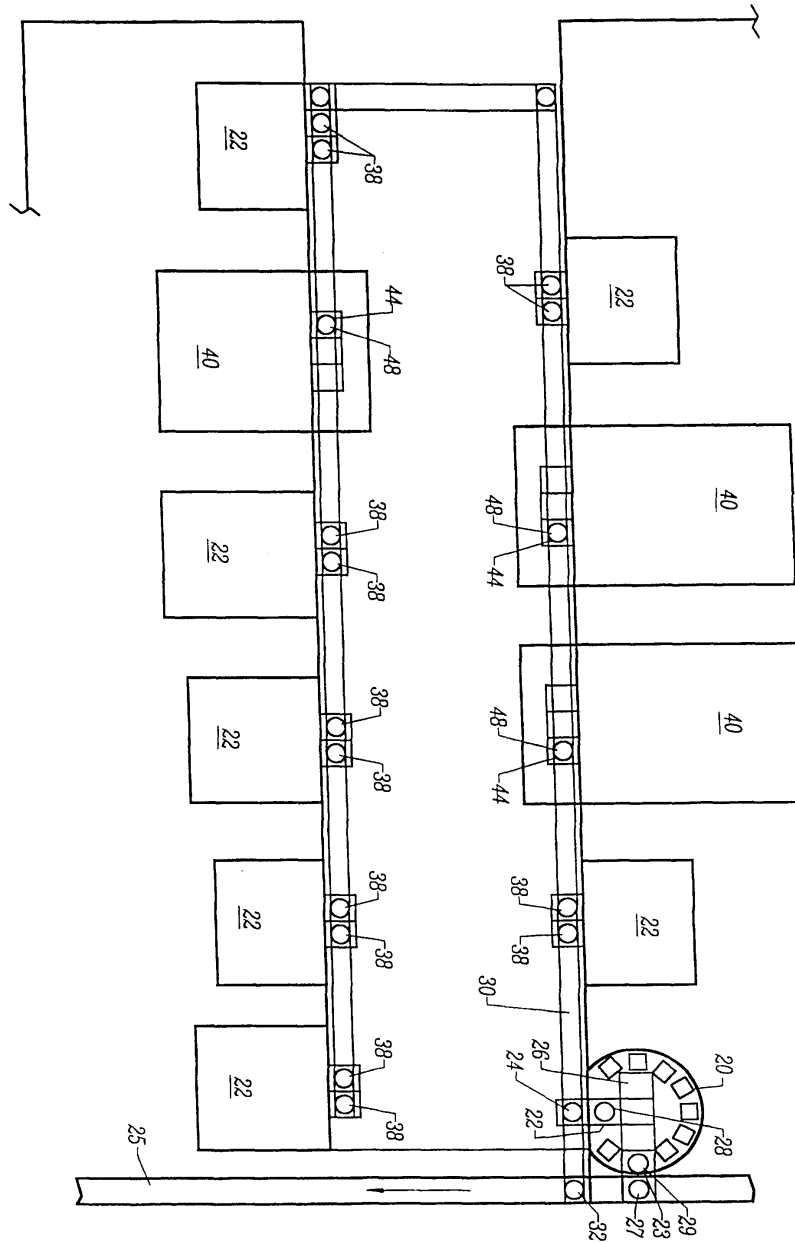
삭제

청구항 38.

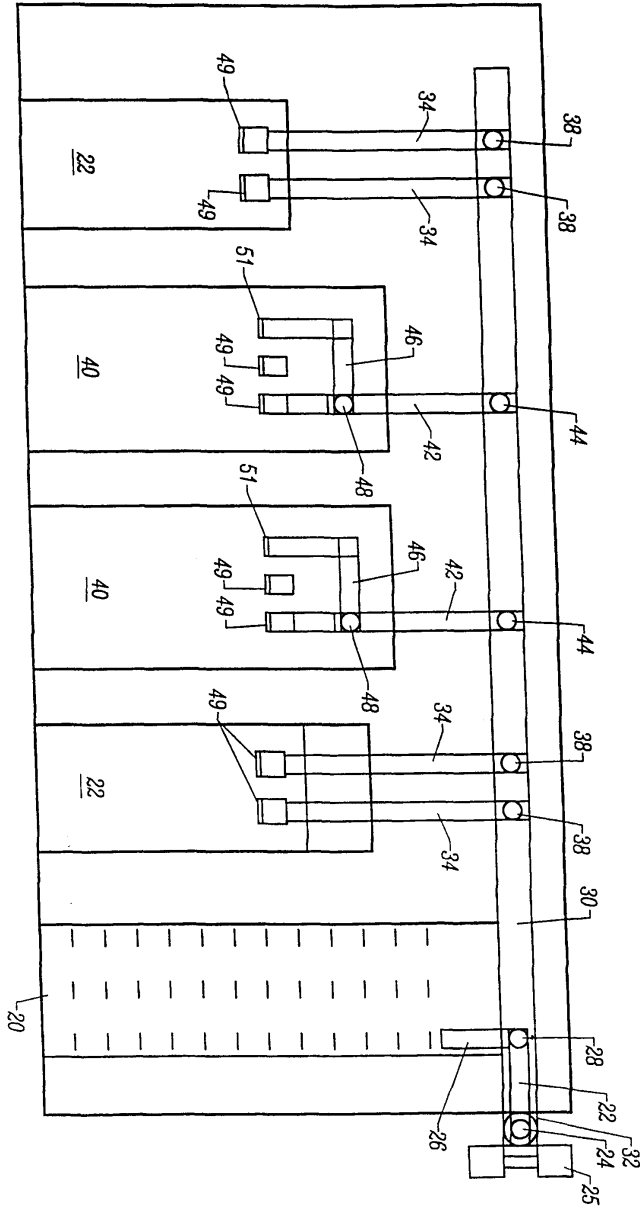
삭제

도면

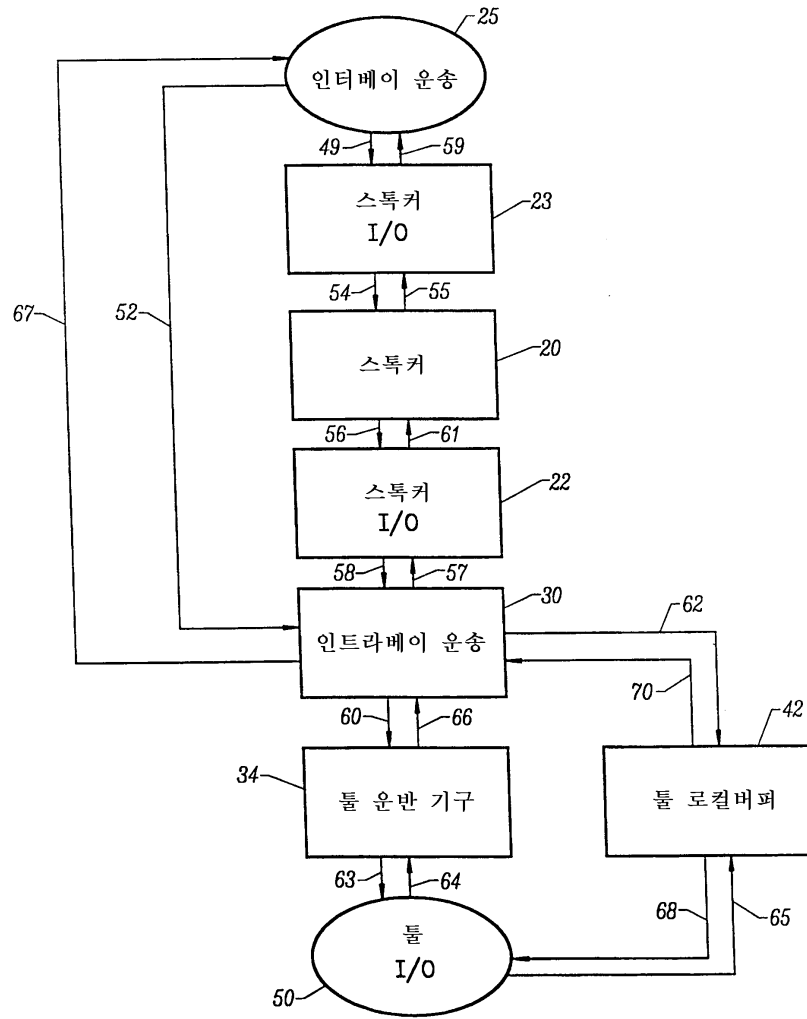
도면1



도면2

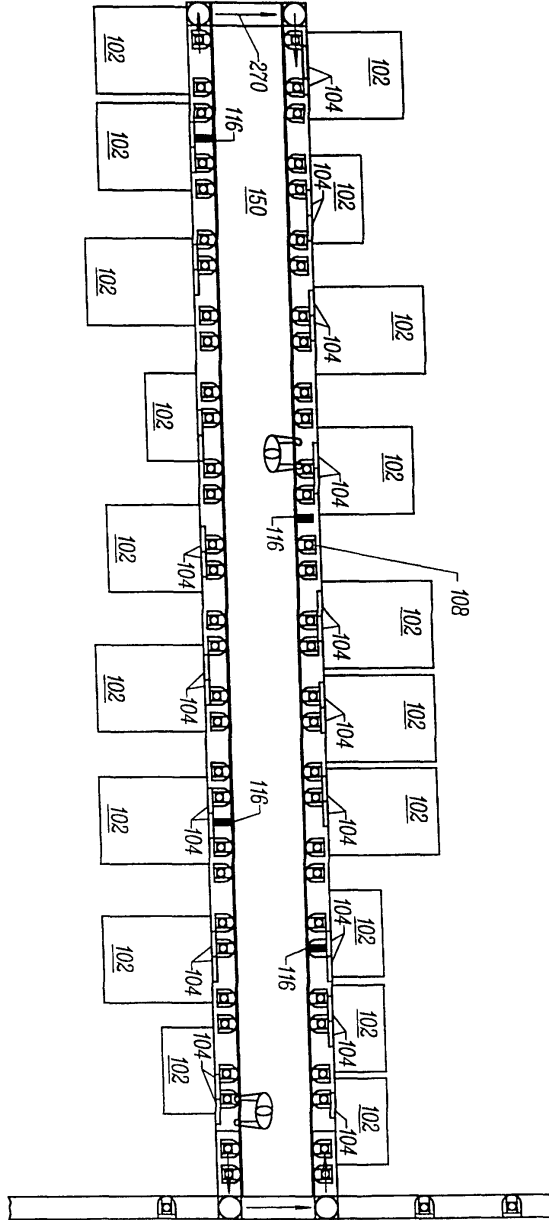


도면3

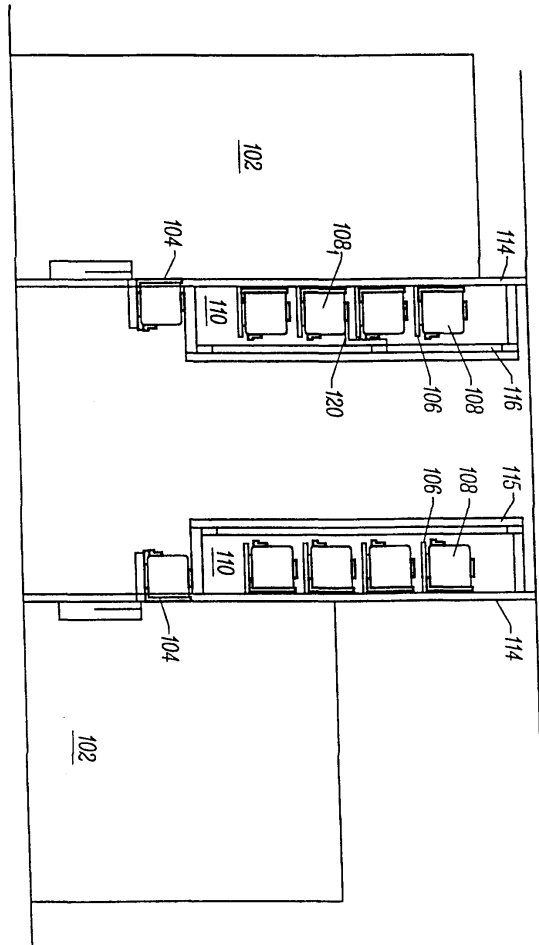




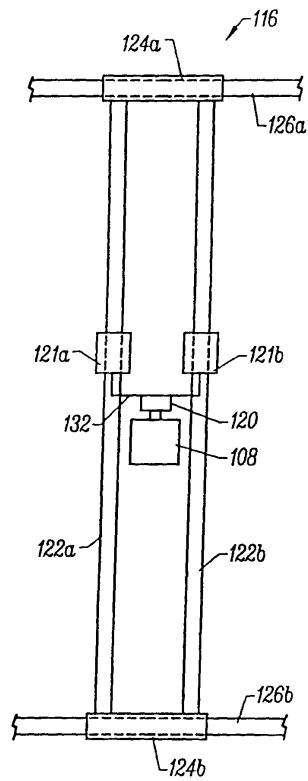
도면5



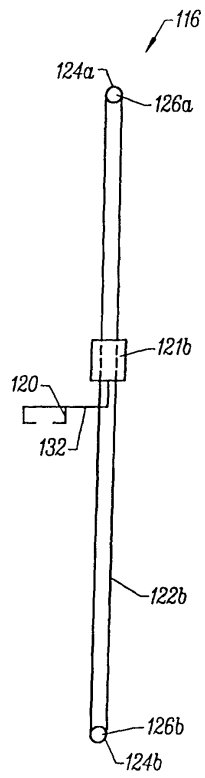
도면6



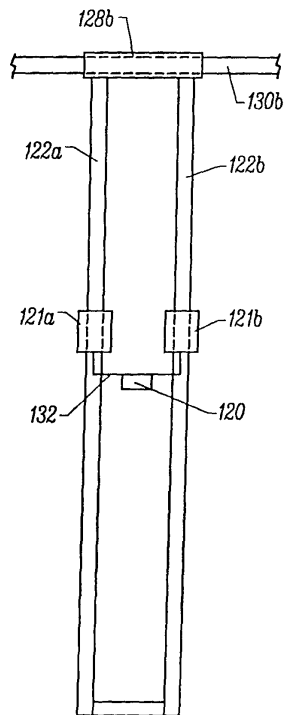
도면7



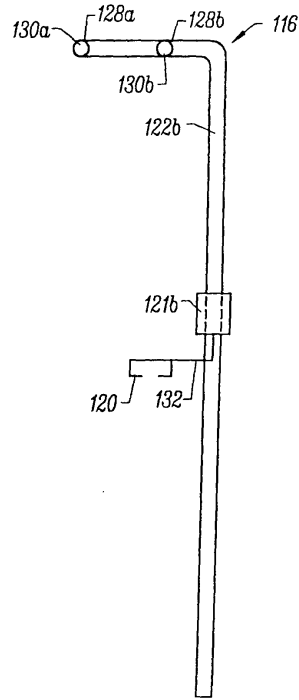
도면8



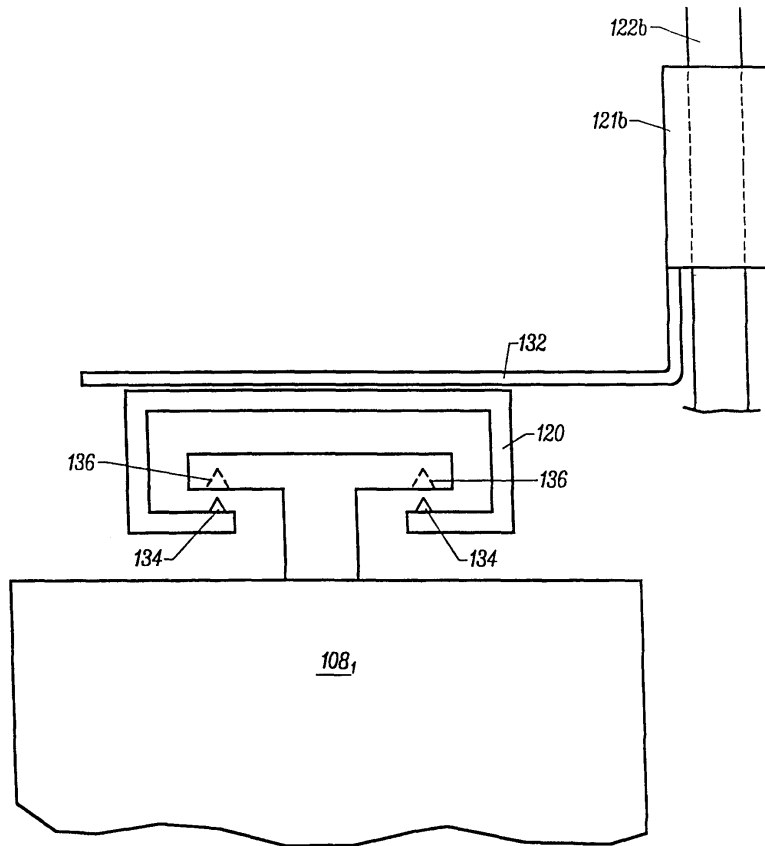
도면9



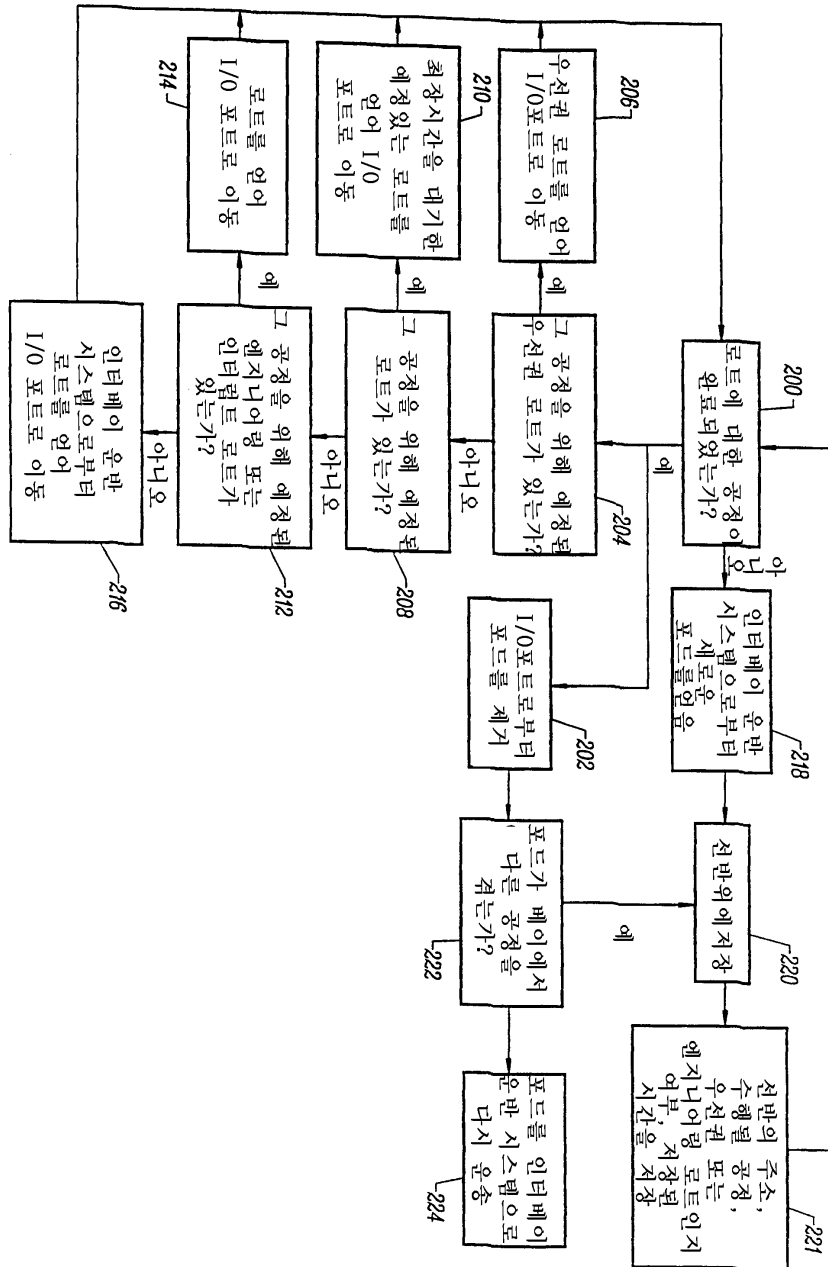
도면10



도면11



도면 12



도면13

