



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월16일  
(11) 등록번호 10-1297262  
(24) 등록일자 2013년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G01R 1/073** (2006.01) **G01R 31/26** (2006.01)  
**H01L 21/66** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2008-7015437  
 (22) 출원일자(국제) 2006년10월30일  
 심사청구일자 2011년10월31일  
 (85) 번역문제출일자 2008년06월25일  
 (65) 공개번호 10-2008-0093409  
 (43) 공개일자 2008년10월21일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2006/042343  
 (87) 국제공개번호 WO 2007/084205  
 국제공개일자 2007년07월26일  
 (30) 우선권주장  
 11/335,081 2006년01월18일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US06111421 A  
 US20040100297 A1  
 US5814733 A  
 US20050253613 A1

(73) 특허권자  
**일렉트로글라스, 인코포레이티드**  
 미국 95138 캘리포니아 샌어제이 폰타노소 웨이 5729  
 (72) 발명자  
**유테이, 나약**  
 미국 95148 캘리포니아 샌어제이 핀케르톤 코트 3319  
**캐스러, 리차드, 제임스, 주니어**  
 미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 팔로스 버디스 코트 11256  
**제다, 맥스**  
 미국 94087 캘리포니아 쉐니베일 피핀 애브뉴 879  
 (74) 대리인  
**특허법인 남앤드남**

전체 청구항 수 : 총 3 항

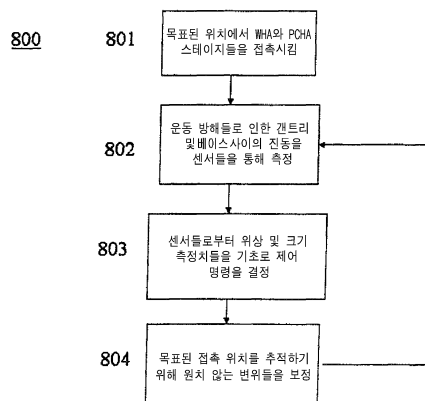
심사관 : 윤지영

(54) 발명의 명칭 **프로빙 시스템의 개선된 안정화를 위한 방법 및 장치**

**(57) 요약**

운동 방해들의 존재하에서 반도체 디바이스의 웨이퍼 프로버 대 접합 패드들의 정렬을 자동적으로 정확히 유지하기 위한 개선된 방법들 및 장치들이 제공된다. 본 발명의 제 1 특징의 일 실시예에서, 다수의 가속도 및/또는 속도 센서들로부터의 정보를 포함하는 피드백 제어 시스템은 운동 방해들의 존재하에서 목표된 접촉 위치를 유지하기 위해 사용된다. 다른 특징들 및 다른 실시예들 또한 기술된다.

**대표도 - 도8**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

다수의 콘택 전극들과 다수의 전기 콘택들 사이에 상대적 위치를 유지시키도록 동작가능한 테스트 시스템으로서,

제 1 컴포넌트에 결합된 위치 제어기—상기 위치 제어기는 위치 설정 에러들을 보정하기 위한 입력을 가짐—

제 1 컴포넌트 또는 상기 제 1 컴포넌트를 지지하는 프레임에 결합된 적어도 하나의 센서 — 상기 제 1 컴포넌트는 상기 다수의 전기 콘택들을 갖는 디바이스를 홀딩하도록 구성되고, 상기 적어도 하나의 센서는 3차원 좌표계의 적어도 하나의 축을 따라 적어도 하나의 파라미터를 측정하도록 구성됨 — ; 및

상기 제 1 컴포넌트에 결합된 제어 시스템을 포함하고,

상기 제어 시스템은 상기 적어도 하나의 센서로부터 정보를 수신하도록 구성되고, 상기 정보를 기초로 구동력들(actuation forces)을 결정하도록 구성되며, 상기 구동력들은 상기 시스템에 대한 진동 방해들(vibration disturbances)을 반복적으로 보상하도록 상기 제 1 컴포넌트 상에 작용하며, 상기 제어 시스템은 가속도 및 속도 중 적어도 하나에 기초하여 구동력들을 결정하며, 상기 제 1 컴포넌트의 위치설정을 위해 상기 제 1 컴포넌트는 상기 제 1 컴포넌트를 이동시키기 위해 상기 제 1 컴포넌트에 결합된 X-Y 갠트리 모션 시스템을 제어하는 위치 제어기에 의해 에어 베어링 상에서 이동되고, 상기 구동력들은 상기 X-Y 갠트리 모션 시스템을 이용하여 전달되는,

테스트 시스템.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

다수의 전기 콘택들에 대해 다수의 전극들의 위치설정을 유지하기 위한 방법으로서,

위치설정 에러들을 보정하기 위한 입력을 갖는 위치 제어기에 결합된 제 1 컴포넌트를 위치설정하는 단계;

상기 제 1 컴포넌트 또는 상기 제 1 컴포넌트를 지지하는 프레임 중 하나에 결합된 적어도 하나의 센서를 이용하여 3차원 좌표계의 적어도 하나의 축을 따라 적어도 하나의 파라미터를 측정하는 단계 — 상기 제 1 컴포넌트는 상기 다수의 전극들에 대해 위치설정될 디바이스를 홀딩하도록 구성됨 — ; 및

상기 제 1 컴포넌트에 결합된 제어 시스템을 이용하여 구동력들을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 제어 시스템은 상기 적어도 하나의 센서로부터 정보를 수신하고 상기 정보를 기초로 구동력들을 결정하도록 구성되고, 상기 구동력들은 상기 시스템에 대한 진동 방해들을 반복적으로 보상하도록 상기 제 1 컴포넌트 상에 작용하며, 상기 제어 시스템은 가속도 및 속도 중 적어도 하나에 기초하여 상기 구동력들을 결정하며, 상기 제 1 컴포넌트의 위치설정을 위해 상기 제 1 컴포넌트는 상기 제 1 컴포넌트를 이동시키기 위해 상기 제 1 컴포넌트에 결합된 X-Y 갠트리 모션 시스템을 제어하는 위치 제어기에 의해 에어 베어링 상에서 이동되고, 상기

구동력들은 상기 X-Y 갠트리 모션 시스템을 이용하여 전달되는,  
다수의 콘택 전극들의 위치설정 유지 방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

데이터 처리 시스템에 의해 실행될 때, 상기 시스템으로 하여금 다수의 전기 콘택들에 대한 다수의 전극들의 위치설정을 유지하기 위한 방법을 수행하게 하는, 실행가능한 컴퓨터 프로그램을 이용하여 인코딩된 컴퓨터 판독가능한 매체로서,

상기 방법은,

위치설정 에러들을 보정하기 위한 입력을 갖는 위치 제어기에 결합된 제 1 컴포넌트를 위치설정하는 단계;

상기 제 1 컴포넌트 또는 상기 제 1 컴포넌트를 지지하는 프레임 중 하나에 결합된 적어도 하나의 센서를 이용하여 3차원 좌표계의 적어도 하나의 축을 따라 적어도 하나의 파라미터를 측정하는 단계 - 상기 제 1 컴포넌트는 상기 다수의 전극들에 대해 위치설정될 디바이스를 홀딩하도록 구성됨 - ; 및

상기 제 1 컴포넌트에 결합된 제어 시스템을 이용하여 구동력들을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 제어 시스템은 상기 적어도 하나의 센서로부터 정보를 수신하고 상기 정보를 기초로 구동력들을 결정하도록 구성되고, 상기 구동력은 상기 시스템에 대한 진동 방해들을 반복적으로 보상하도록 상기 제 1 컴포넌트 상에 작용하며, 상기 제어 시스템은 가속도 및 속도 중 적어도 하나에 기초하여 구동력들을 결정하며, 상기 제 1 컴포넌트의 위치설정을 위해 상기 제 1 컴포넌트는 상기 제 1 컴포넌트를 이동시키기 위해 상기 제 1 컴포넌트에 결합된 X-Y 갠트리 모션 시스템을 제어하는 위치 제어기에 의해 에어 베어링 상에서 이동되고, 상기 구동력들은 상기 X-Y 갠트리 모션 시스템을 이용하여 전달되는,

컴퓨터 판독가능한 매체.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 반도체 소자들과 같은 타겟들과 전기적으로 접촉되도록 설계된, 프로브 핀들과 같은 다수의 콘택 지점들을 가진 웨이퍼 프로버와 같은 프로빙(probing) 시스템들을 위한 시스템들에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 집적회로들은 종종 실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 기판 상에 제조된다. 실리콘 웨이퍼는 통상적으로, 150 또는 200 또는 300mm 직경 및 약 0.64mm 두께인 얇은 원형 실리콘 판이다. 통상적으로, 단일 웨이퍼는 격자 패턴 상에 형성된 집적회로들인 많은 디바이스들을 갖는다. 각각의 디바이스는 많은 층들의 회로 및 외부 접합 패드들의 집합으로 이루어진다. 접합 패드들은 핀 리드들(leads)에 대한 디바이스의 접속들로서 점진적으로 작용하는 알루미늄으로 일반적으로 제조된, 통상 3 평방 mils의 작은 지점들이다.

[0003] 프로빙은 프로브 팁들과 접합 패드들 또는 다른 패드들 사이의 전기적(저항성) 접속을 형성하기 위해 접합 패드들과 프로브 팁들을 접촉시키는 것을 포함한다. 팁들 아래에 패드들의 정확한 위치설정을 패드들에 대한 손상 유발을 방지하고 목표된 접촉 압력을 유지시켜서, 양호한 전기 접촉을 보장하는데 필요하다(핀들은 사실상, 정규 대기 조건들 하에서 패드들 상부에 형성되는 외부 산화물 층을 통해 "스크립(scrub)"되어야 한다).

[0004] 외부 방해들, 그러한 바다 진동들(통상 10-30Hz에서), 프로버 유닛들에 대한 우발적인 타격들(hits), 또는 유도된 진동들의 다른 소스들은 정확한 프로브 팁-대-패드 위치설정을 방해할 수 있다. 프로버 시스템의 컴포넌트들 간의 접합부(joints) 및 접속부들의 고유한 굽힘(flexural) 또는 비-강성(non-rigid) 특성들이 주어지면, 상이한 주파수들과 진폭들에서 유닛의 상이한 부분들에 진동들이 발생할 수 있다. 접속부들에서의 굽힘 편향은 일반적으로 핀들과 유사한 프로브 팁들, 및 웨이퍼 표면 간의 비-보상(non-compensatory) 상대적 변위들을 초래할 것이다.

[0005] 상대적 변위들은 바닥과 유닛 사이의 절연을 제공함으로써, 또는 접속부들의 강성도를 증가시킴으로써 감소될 수 있다. 이러한 방법들은 시스템의 중량을 증가시켜서 비용(예, 매번 설치시 절연 특성들을 변경시키는 것을 요구함) 및 그러한 방해들에 대한 주파수 영역의 감도를 증가시키는 단점을 갖는다. 종래기술의 시스템들은 통상적으로 매우 무겁고 깊은 지하 토대(foundation)에 견고하게 볼트 결합된, 소위 절연 테이블들을 포함한다. 이러한 테이블들은 반응 상쇄(reaction cancellation) 또는 반응 절연(예를 들어, 웨이퍼 스텝퍼들에 대해 이루어지는 것처럼)을 초래한다. 또한, 전용 액추에이터들에 의한 진동 보상을 포함하는 능동(active) 절연 테이블들이 존재한다. 그러나, 이러한 모든 종래기술의 시스템들은 매우 높은 총 비용(\$800,000 내지 100만불)이 들고, 프로빙 유닛의 휴대성(휴대성은 예를 들어 구조 공장(foundries)에서와 같은 비-사내 제조에 큰 장점을 가질 수 있음)을 배제하는 복잡한 설치 프로시저들을 발생시킨다. 한편, 현존하는 휴대형 프로빙 시스템들은 보다 가벼운 중량으로 인해, 절연 테이블들을 포함하지 않으며 본질적으로 강성이지 않다. 현재, 능동적인 진동 억제 또는 보상을 포함하는 종래기술의 휴대형 프로빙 시스템들이 없다. 보정들은 훨씬 더 두꺼운 웨이퍼 상의 다이들 간에 시스템이 진행하도록(step) 함으로써 수율을 개선하기 때문에, 능동 방해 보상을 포함하는 휴대형 프로빙 유닛들은 매우 바람직하다.

**발명의 상세한 설명**

[0006] 운동 방해들(motion disturbances)의 존재하에서, 웨이퍼 디바이스 상의 다수의 패드들 및 다수의 콘택 전극들(예, 프로브 카드 상의 핀들) 사이에 접촉 위치설정을 정확히 유지하기 위한 개선된 방법들 및 장치들이 제공된다. 본 발명의 제 1 특징의 일 실시예에 따라, 원치 않는 운동 방해들(바다 진동들과 같은)을 보상하기 위해, 가속도 및/또는 속도 센서들이 모션 피드백 제어 시스템에 통합된다.

[0007] 본 발명의 다른 특징의 다른 실시예에 따라, 프로버 시스템의 컴포넌트들 간에 상이한 가속도 또는 속도를 기초로 하는 보상 방법이 이용된다.

- [0008] 본 발명의 다른 특징의 또 다른 실시예에 따라, 프로버 시스템의 컴포넌트들 간에 상대 가속도를 기초로 하는 보상 방법이 사용된다.
- [0009] 본 발명의 추가적인 실시예는 제어 방법에 의해 결정된 보상력들(compensation forces)을 인가하기 위해 웨이퍼 정렬 메커니즘에서 현존하는 액추에이터들을 이용하는 것을 포함한다.
- [0010] 따라서, 본 발명의 적어도 특정 실시예들에 의해 제공되는 솔루션들은 제어 및 감지 시스템을 통해 운동 방해들을 능동적으로 억제 또는 보상하는 휴대형 제 1 웨이퍼 프로버를 형성한다. 본 발명의 이러한 실시예들 및 다른 실시예들, 특성들, 특징들 및 장점들은 이하의 첨부된 도면들, 상세한 설명 및 청구범위로부터 명백해질 것이다.

**실시예**

- [0020] 방해들의 존재하에서, 테스트 시스템에서 프로브 팁과 접촉 패드 사이에 목표된 접촉 위치를 정확히 유지시키기 위한 방법들 및 장치들이 개시된다. 이하의 설명에서, 설명을 목적으로, 본 발명의 철저한 이해를 제공하기 위해 많은 특정한 세부사항들이 기술된다. 그러나, 이러한 특정한 세부사항들 없이 본 발명이 실시될 수 있다는 것은 통상의 당업자에게 명백할 것이다. 다른 예들에서, 공지된 구조물들 및 장치들은 본 발명을 불필요하게 모호하게 하는(obscure) 것을 방지하기 위해 불력도 형태로 도시된다.
- [0021] 프로빙은 웨이퍼의 패드 표면을 프로브 팁들과 접촉시키는 것과 관련되어, 팁들은 고압 조건들 하에서 접촉 패드들에 걸쳐 "스크럽(scrub)" 또는 슬라이딩한다. 본 발명의 한가지 가능한 실시예에서, 프로버 시스템은 2개의 메인 컴포넌트들 또는 스테이지들로 구성되고, 하나는 웨이퍼 홀딩이며 다른 하나는 프로브 카드이다. 2개의 스테이지들은 서로에 대해 이동하고, 패드들과 팁들 사이에 고압 접촉을 함께 생성한다. 도 1은 2개의 메인 스테이지들(114, 115)로 구성된 프로빙 시스템(100)의 가능한 한가지 실시예의 개념도를 도시한다. 도시된 시스템의 2개의 메인 스테이지들은 웨이퍼 홀더 어셈블리(WHA)(114) 및 프로브-카드 홀더 어셈블리(PHA)(115)로 지칭된다. 이러한 예시적인 예에서, PHA 스테이지(115)가 고정된 상태로 유지되는 동안, WHA 스테이지(114)는 X, Y, Z 및  $\theta_g$  방향들(113)을 따라 운동할 수 있다. 또한, 웨이퍼(104) 자체는 WHA 스테이지에서 홀딩 척(103)에 대해  $\theta_w$  방향 둘레에서 회전될 수 있다. 이러한 방식으로, WHA 스테이지에 의해 지지되는 웨이퍼(104)는 PHA 스테이지에 의해 지지되는 프로브 카드 핀들(107)에 대해 이동될 수 있어서, 핀들이 웨이퍼(104)상의 임의의 주어진 패드들(105)과 접촉될 수 있다.
- [0022] WHA 스테이지는 몇가지 컴포넌트들로 구성된다: 바닥(112)상에 위치하는 화강암 베이스(granite base)(101) - 상기 화강암 베이스는 레일들(도면에 미도시)상의 X 및 Y 방향들(113)을 따라 Z 스테이지(102)가 낮은 마찰력으로 이동할 수 있도록 하는 X 및 Y 갠트리(gantry) 시스템을 포함함 - ; 및 테스트를 위해 다수의 다이 패드들(105)을 제공하기 위해 웨이퍼(104)를 홀딩하는 것을 목적으로 하는 척(103). 척(103)은 갠트리 시스템의 Z 스테이지(102)에 접속되고, 이에 따라 갠트리 시스템에 결합된 구동 시스템(108)에 의해 X, Y, Z 및  $\theta$  방향들(113)을 따라 이동가능하다. 또한, 갠트리는 이하에서 기술되는 것처럼 센서 정보를 이용하는 모션 제어 시스템을 하우징한다.
- [0023] PHA 스테이지는 프로브 카드 척(106)으로 구성되고, 그 목적은 웨이퍼 패드들(105)과 접촉하기 위한 프로브 카드 핀들(107)을 제공하는 것이다. 프로브 카드 척은 화강암 베이스(101)에 직접 접속된 구조물(116)에 의해 지지된다. 이러한 예시적인 예에서, PHA 스테이지는 모션 메커니즘을 갖지 않으며 고정되어 있다.
- [0024] 프로빙 시스템(100)은 휠들(110, 111)과 같은 휠들 상에서 이동될 수 있고; 휠들은 화강암 베이스가 바닥 상에 안착되도록(예, 바닥 또는 인입식 레그 상에 직접적으로) 인입(retract)될 수 있는 휠들 세트(예, 4개)일 수 있으며, 휠들의 세트는 프로빙 시스템(100)이 휠들의 세트 둘레에 롤링될 수 있도록 연장될 수도 있다. 휠들(110, 111)은 도 1의 인입된 위치로 도시된다. 휠들의 세트는 프로빙 시스템(100)이 휴대가능하도록 허용한다.
- [0025] 도 2는 도 1에 도시된 시스템의 최상면도이다. 이러한 예시적인 예에서, 화강암 베이스(101)는 화강암 베이스(101) 상부에서 평활하게 이동하는 것을 돕기 위해 Z 스테이지(102)를 향해 상향하게 공기를 분출하는 균일하게 분포된 일련의 공기 오리피스들(orifices)(206)을 구비하는 것으로 도시되고, 이에 따라 Z 스테이지(102)와 화강암 베이스(101) 사이의 일부 접촉 마찰력을 경감한다. 이러한 방식으로, Z 스테이지(102)는 화강암 베이스(101)상에 "플로팅(float)"될 수 있다. 화강암 베이스(101)상의 2개의 레일들(207)은 X 방향(208)을 따라 Z 스테이지(102)의 모션을 보낸다(channel). 브릿지(202)는 화강암 베이스(101)의 최상부에 위치하고, Z 스테이지(102)와 척(203)을 지지하며, 척(203)은 웨이퍼(104)와 그 접촉 패드들(105)을 홀딩한다. 척(103)은 2개의

모터들(미도시)에 의해 화강암 베이스(101)에 대해 X 방향(208)(레일들(207)상의)을 따라 이동되고, 브릿지(202)와 레일들(207)을 포함하는 갠트리 시스템에 하우징된 부가적인 모션 메커니즘(미도시)에 의해, 갠트리(202)에 대해 Y, Z 및 세타( $\theta$ ) 방향들(209)을 따라 이동된다. 이는 3개의 가능한 X, Y 및 Z 방향들(210)을 따라 선형적으로, 및 요(yaw) 축(Z 축 또는 세타 방향(210) 둘레에서)을 따라 회전식으로, 웨이퍼 카드(204)상의 접촉 패드들(205)이 효과적으로 이동될 수 있도록 한다. Z 스테이지(102)는 브릿지(202)를 따라 상부 및 하부로 이동함으로써 Y 축을 따라 이동된다. 브릿지(202)는 레일들(207)에 결합되고, 레일들(207)을 따라 X로 이동된다.

[0026] 전형적인 프로빙 시스템에서, 상이한 컴포넌트들을 결합시키는 접속부들은 탄력성을 나타낼 가능성이 높다. 컴포넌트들 간의 접속부들이 완벽하게 강성이 아니기 때문에(일 예로서, 갠트리는 화강암 베이스상에서 플로팅하고, 도 2에 도시된 공기 테이블에 의해 리프팅됨), 시스템의 일부가 방해에 노출될 때, 시스템의 컴포넌트들 간에 진동 또는 상대적 굽힘 변위들이 존재할 것이다. 굽힘 편향(flexural deflections)은 웨이퍼 패드와 프로브 카드 핀들 사이에 비-보상(non-compensatory) 이탈들을 초래할 수 있고, 이에 따라 성능을 저하시킬 수 있다.

[0027] 도 3은 다양한 컴포넌트들 중 일부 사이의 굽힘 접속부들을 나타내는 프로빙 시스템의 가능한 실시예를 도시한다. 몇몇 컴포넌트들 사이의 예시적인 다수의 비-강성 접속부들은 도 3에 도시된다. 따라서, Z 스테이지(302)와 화강암 베이스(301) 사이의 접합부(310)는 접합의 굽힘(및 진동) 특성을 나타내도록 스프링 심볼(310)로 도시된다. 유사하게, PHA 스테이지(315) 및 WHA 스테이지(314)의 화강암 베이스(301) 사이의 접속부(309), 및 화강암 베이스(301)와 바닥(312) 사이의 접합부(311)도 스프링 심볼들로 도시된다. 실제적인 물리적 스프링들을 나타내진 않지만, 접합부들은 이러한 스프링들에 의해 모델링되거나 나타낼 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0028] 접속부들의 굽힘 강성도(rigidity)를 증가시킴으로써, 또는 바닥과 시스템 사이에 절연을 제공함으로써, 원치 않는 상대적 변위들이 감소될 수 있다. 이러한 방법들은 시스템의 중량 증가를 요구하는 단점을 갖고(이에 따라, 운동 방해들에 대한 주파수 영역의 감도를 증가시킴), 프로빙 시스템의 설치시 절연 특성들의 변화를 요구하는 단점을 갖는다. 원치 않는 진동들의 영향을 감소시키는 저비용의 복합 솔루션은 감지 및 제어 시스템을 통해 운동 방해들을 능동적으로 억제 또는 보상하는 것이다.

[0029] 본 발명의 다른 특징의 가능한 실시예에서, 방해 측정 장치들은 프로빙 시스템 상의 몇몇 지점들에 부가될 수 있다. 예를 들어, 하나의 센서가 화강암 베이스상에 배치될 수 있고, 다른 하나는 갠트리 시스템상의 XYZ 모션 메커니즘에 배치될 수 있으며, 또 다른 하나는 프로브 핀 배치 인터페이스에 배치될 수 있다. 방해 진폭 및 위상 정보는 모든 3개의 지점들에서 및 상이한 방향들(X, Y 및 Z)을 따라 연속적으로 측정된다. 감지 정보는 신호들에서 높은-주파수 잡음을 제거하기 위해 저역 통과 필터들을 통해 모션 제어기로 입력될 수 있다. 그 다음, 모션 제어기는 상대적 진폭 및 위상 정보를 처리하여 모션 메커니즘의 존재하는 구동 드라이브들을 통해 X, Y, Z 및 세타 방향들에서 보상적인 보정들을 시스템에 적용한다. 결과적인 모션에서 웨이퍼 기관과 프로브 핀들 사이의 모든 제어되지 않은 상대적 변위들이 존재하지 않는다. 또한, 웨이퍼 척이 하나의 다이 프로빙으로부터 다음 다이를 프로빙하는 위치로 이동함에 따라, 반응력들(내부 방해들)을 상쇄시키기 위해 가속도계들이 사용되기 때문에, 보정들은 시스템이 웨이퍼 상의 다이들 사이에서 훨씬 더 빨리 진행하도록 한다.

[0030] 도 4는 시스템상의 3개의 상이한 지점들에서 가속도계들의 부가를 통해 도 3에 나타낸 예시적인 프로빙 시스템의 동일한 측면도를 도시한다. 박스들  $A_1$ (412),  $A_2$ (413), 및  $A_3$ (414)은 화강암 베이스(301)의 모션을 측정하기 위해 부가된 3개의 가속도계들, 브릿지/척/웨이퍼 어셈블리(402)(견고하게 접속된다고 가정하여, 단일 진동 엘리먼트로서 고려될 수 있음), 및 PHA 스테이지(315)를 각각 나타낸다.

[0031] 이러한 3개의 센서들의 부가는 외부 또는 내부 방해에 의해 이들 3개의 각 지점들에서 유도되는 진동 가속도들 및/또는 속도들의 크기 및 위상의 정량화를 허용한다. 유사하게, 측정치들은 측정된 컴포넌트들 간에 상대 가속도, 속도, 크기 및 위상을 유도하는데 사용될 수 있다. 개별적 및 상대적인 두 타입들의 측정은 원치 않는 변위들을 보정하기 위해 상이한 제어 방법들에 사용될 수 있다.

[0032] 본 발명의 동일한 특징의 다른 실시예에서, 속도 센서들, 또는 속도 및 가속도 센서들의 조합, 또는 상이한 지점들에서 상이한 수의 센서들을 대안적으로 이용할 수 있다. 또한, 그러한 센서들은 웨이퍼 척 및 프로브 카드 플랫폼 중 하나 또는 둘을 서로에 대해 이동시키기 위한 톱니 모터들(sawyer motors)(갠트리 시스템이 아닌)을 이용하는 웨이퍼 프로빙 시스템들의 운동 방해들을 보상하는데 사용될 수 있다는 것을 고려한다.

[0033] 도 5는 화강암 베이스와 갠트리에 각각 위치된 2개의 센서들(501, 502)로부터의 가속도 정보를 포함하는 제어 시스템의 가능한 일 실시예의 블록도를 도시한다. 이러한 특정 실시예는 본 발명의 다른 특징, 즉 동작 동안

접촉 위치 방해들을 제거하도록 설계된 제어 방법을 예시하기 위해 제공된다. 도 5에 도시된 특정한 예시적인 실시예에서, 제어기는 2개의 메인 루프들로 구성된다: 그 자신의 위치 제어기(508)에 의한 위치 제어 루프(513) 및 그 자신의 진동 제어기(509)에 의한 가속도 제어 루프(514).

[0034] 상기에서 설명한 것처럼, Z 스테이지는 갠트리 시스템의 브릿지에 부착되고, 화강암 베이스상에 플로팅된다. 여기서, 갠트리는 도 4의 브릿지/척/웨이퍼 어셈블리(402)를 포함하는 것으로 가정된다. 구동 모터들이 갠트리를 순방향으로 구동시킬 때, 동일한 양의 견인력이 역방향으로 화강암 베이스에 작용할 것이다(뉴턴의 제 3 운동 법칙에 의해). 이는 내부 방해로서 고려될 수 있다. 또한, 유사하게, 베이스 상에 작용하는 임의의 외부 방해(예, 바닥 진동으로부터)는 갠트리와 화강암 베이스 사이의 견인력 때문에 갠트리에 나타날 것이다. 갠트리와 베이스 사이의 견고하지 않은 접촉 때문에, 진동의 상대적 변위들이 그러한 방해들에 의해 유도될 것이다.

[0035] 도 5에 도시된 보정 방법의 설계 목적은 갠트리 및 화강암 베이스가 동일한 진폭과 위상을 갖도록 보장하는 것이며, 즉, 제어 시스템은 갠트리와 베이스 사이의 상대 진동들을 보상(또는 제거)한다.

[0036] 본 발명의 이러한 특징의 특정한 예시적인 실시예의 목적들을 위해, 화강암 베이스와 바닥 사이에 견고한 접촉이 이루어지고, 이 둘은 질량  $M_{EQ}$  및 강성도(stiffness)  $K_{EQ}$ 를 가진 단일 스프링-질량 시스템으로서 간주된다고 가정한다. 강성도  $K_{EQ}$ 는 베이스와 갠트리 사이에서 도 4에 도시된 스프링(310)에 해당한다.

[0037] 바닥/베이스 구조물은 갠트리의 질량에 대해 이동할 수 있고, 이러한 예시적인 예에서, 질량  $M_{Gantry}$ 를 갖고 그 자신의 강성도가 없는 선형 시스템으로 가정된다. 상기한 가정들을 기초로,  $G_{Gantry-on-Granite}$ 라 지칭되는(이는 베이스와 갠트리 사이에 상대적 모션을 형성하고, 상대적 모션은 도 5의 제어기에 의해 억제되도록 설계됨) 화강암 베이스에 대한 갠트리의 동력(dynamics)은 이하의 전달 함수로서 주파수 영역에 기록될 수 있다:

$$\begin{aligned} G_{Gantry-on-Granite}(s) &= \frac{Acc_{Relative}(s)}{F_{Actual}(s)} \\ &= G_{Gantry}(s) + G_{Granite}(s) \\ &= \frac{1}{M_{Gantry}} \left( \frac{\frac{s^2}{\omega_2^2} + 1}{\frac{s^2}{\omega_1^2} + 1} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

[0038]

[0039] 여기서,  $Acc_{Relative}(s)$ 는 베이스(511)와 갠트리(512)의 가속도계 판독들을 차감함으로써 획득된 베이스와 갠트리 사이의 상대 가속도(503)이다.

[0040]  $F_{Actual}(s)$ 는 보상력(510)과 목표된(desired) 제어력(505)의 조합된 동작으로부터 발생하는 베이스 및 갠트리에 적용되는 제어력(504)이다.

[0041]  $G_{Gantry}(s)$ 는 갠트리의 동력의 전달 함수이다.

[0042]  $G_{Granite}(s)$ 는 바닥 베이스의 동력의 전달 함수이다.

[0043]  $\omega_1 = \sqrt{K_{EQ} / M_{EQ}}$  는 바닥/베이스 구조물의 공진 주파수이다.

[0044]  $\omega_2 = \sqrt{K_{EQ} / (M_{EQ} + M_{Gantry})}$  는 갠트리 및 바닥/베이스 조합 질량들의 공진 주파수이다.

[0045] 식 (1)의 공진(또는 분모의 근을 계산함으로써 획득됨)이 주어지면, 서보 제어기(도 5에서 위치 제어기(508)와 진동 제어기(509)의 조합)가 명령된 위치(506)의 완전한 추적(즉, 서보 위치 에러(507))을 달성하기 어렵다. 따라서, 도 5에서 목표된 제어(505) 및 상대 가속도(503) 신호들 간에 동력을 선형화(linearize)하는 보상(510)을 설계하는 것이 바람직하다. 그 경우, 서보 제어기는 이상적인(제로) 에러 제어를 갖는다. 본 발명의 다른 특징에서, 제어 방법의 실시예는 그러한 선형화와 관련된다.

[0046] 도 6은 베이스(602)와 갠트리(603) 사이에서 상대적 동력(604)을 선형화하고 이에 따라 공진을 제거하도록 설계된,  $H_{Compensation}$ 로 지칭되는 보상 제어(601)(및 도 5의 진동 제어기(509)와 동일함)의 가능한 실시예의 블록도를

도시한다. 결과적인 보상(605) 또는  $F_{\text{Compensation}}$ 은 다음과 같이 설계될 수 있다:

[0047]

$$F_{\text{Compensation}} = M_{\text{Gantry}} \times Acc_{\text{Granite}} \quad (2)$$

[0048]

여기서,  $Acc_{\text{Granite}}$ 는 화강암 베이스의 가속도이다.

[0049]

식 (2)는 목표된 바와 같이, 공진 주파수에 민감하지 않다. 갠트리와 베이스의 상대 동력,  $G_{\text{Gantry-on-Granite}}$ 를 식 (2)에 포함시키면, 보상 제어,  $H_{\text{Compensation}}$  (601)은 다음과 같이 유도될 수 있다:

[0050]

$$\begin{aligned} H_{\text{Compensation}}(s) &= \frac{F_{\text{Compensation}}(s)}{Acc_{\text{Relative}}(s)} \\ &= M_{\text{Gantry}} \cdot \frac{G_{\text{Granite}}(s)}{G_{\text{Gantry-on-Granite}}(s)} \end{aligned} \quad (3)$$

[0051]

상기 보상을 통한 등가적인 시스템 동력은  $\hat{G}_{\text{Gantry-on-Granite}}$ 라 지칭되고 다음과 같다:

[0052]

$$\hat{G}_{\text{Gantry-on-Granite}}(s) = \frac{G_{\text{Gantry-on-Granite}}(s)}{1 + G_{\text{Gantry-on-Granite}}(s)H_{\text{Compensation}}(s)} \quad (4)$$

[0053]

따라서, 보상을 통한 결과적인 시스템 동력(식 (2) 및 (3)을 식 (4)로 대체)은 다음과 같다:

[0054]

$$\hat{G}_{\text{Gantry-on-Granite}}(s) = \frac{1}{M_{\text{Gantry}}} \quad (5)$$

[0055]

식 (5)에서 보상  $\hat{G}_{\text{Gantry-on-Granite}}$ 를 가진 상대 동력과 식 (1)에서 보상  $G_{\text{Gantry-on-Granite}}$  없는 동력을 비교하면, 견인력들과 외부 방해들로 인해 유발되는 공진이 상기 보상  $H_{\text{Compensation}}$ 에 의해 제거된다는 것은 명백하다. 실제로,  $H_{\text{Compensation}}$ 은 이상적인 선형 시스템을 유도하고, 이에 따라 방해들이 존재하고 연속적일 때, 및 프로브 핀들이 접합 패드들과 접촉되면서 동작하는 동안, 개선된 위치 추적을 유도할 것으로 예상된다.

[0056]

도 7은 도 6의 보상 제어(601)을 기초로 가속도가 도 5의 전체 제어 방법에 포함될 때(701), 완전한 제어 불력도를 도시한다.

[0057]

또한, 운동 방해들의 존재시 임의의 방향으로 프로브 핀들에 대해 웨이퍼 패드들의 정확하고 연속적인 위치설정을 달성하기 위해, 동일하거나 다른 종류의 다중 센서들의 관독을 포함하는 제어 시스템들의 다른 실시예들은 본 발명에 의해 커버된다. 유사하게, 프로빙 시스템에서 운동 방해들의 능동적 억압을 초래하는 상이한 방식들로 시스템의 상이한 컴포넌트들의 개별(상대적이지 않은) 또는 상대 가속도들을 보상하는 다른 제어 방법들 또한 본 발명에 의해 커버된다.

[0058]

도 8은 WHA 스테이지 상의 운동 방해들을 보상하기 위한 제어 시스템 및 센서들을 이용하는 테스트 시스템에 관련된 단계들의 가능한 실시예를 나타내는 흐름도이다. 제 1 동작(801)으로서, WHA 및 PHA 스테이지들은 목표된 접촉 위치 및 힘이 달성될 때까지 접촉된다. 목표된 접촉 위치를 유지하기 위해, 갠트리와 베이스 사이의 임의의 진동(크기 및 위상)은 연속적으로 측정(802)되어, 바닥 진동(floor shaking) 또는 갠트리의 구동(actuation)과 같은 운동 방해들로 인한 목표된 접촉 위치 변화들을 검출한다. 그 다음, 제어 시스템은 센서 정보(803)를 기초로 요구된 보정 동작을 결정한다. 그 다음, 임의의 원치 않는 위치 방해들을 제거하고 목표된(desired) 위치(804)를 추적하기 위해, WHA 스테이지에 통합된 액추에이터들을 통해 보정력들(corrective forces)이 갠트리에 인가된다. 동작들(802-804)은 적어도 특정 실시예들에서 연속적으로 반복되어(예, 50ms마다), 목표된 위치에 대한 임의의 방해들이 신속하게 보정되도록 보장한다. 또한, 이러한 동작들(802-804)은 프로빙 프로세스에서 새로운 세트의 접합 패드들 상부에 프로브 팁들을 배치하도록 다이들 사이에서 진행하기 위해, WHA 및 PHA

스테이지들이 서로에 대해 이동됨에 따라, 반복적으로 수행된다(예, 50ms마다). 시스템의 다른 파라미터들과 컴포넌트들이 모니터링 및 제어되는 다른 실시예들이 가능할 수도 있다.

[0059] 본 발명에서 기술된 방법들은 소프트웨어가 다양한 컴퓨터 관독가능한 매체에 저장될 수 있는 소프트웨어 제어 하에서 동작하는, 범용 또는 특수용 컴퓨터와 같은 데이터 처리 시스템에 의해 수행될 수 있다.

[0060] 본 발명의 다양한 실시예들은 필름 프레임들(연성) 또는 스트립들(강성) 상의 다이 또는 다이들을 프로빙하는 시스템들과 같은 다른 타입의 프로빙 시스템들, 또는 전체 웨이퍼들을 홀딩하는 웨이퍼 척들을 구비한 웨이퍼 프로버들에 이용될 수 있다.

[0061] 따라서, 방해들의 존재하에서 테스트 시스템에서 정확한 패드-대-프로브 접촉 위치설정을 달성 및 유지하기 위한 장치들과 방법들이 제공되었다. 본 발명은 예시적인 특정 실시예들을 참조로 기술되었지만, 청구범위에 기술된 것처럼, 본 발명의 더 넓은 사상과 범주를 벗어남이 없이, 다양한 변형들과 변경들이 이러한 실시예들에 이루어질 수 있음은 명백할 것이다. 따라서, 명세서 및 도면들은 제한적인 방식이 아니라 예시적인 것으로서 간주되어야 한다.

**도면의 간단한 설명**

[0011] 본 발명은 예로서 도시되고 첨부된 도면들로 제한되지 않으며, 도면들에서 유사한 참조번호들은 유사한 구성요소들을 나타낸다.

[0012] 도 1은 프로버 시스템 및 그의 2개의 메인 스테이지들의 가능한 실시예의 측면도를 도시한다.

[0013] 도 2는 도 1의 프로버 시스템의 최상면도를 도시한다.

[0014] 도 3은 다양한 컴포넌트들 사이에 부가된 탄력성(flexibilities)을 가진 도 1의 프로버 시스템을 도시한다.

[0015] 도 4는 탄력성 접촉부들을 가진 프로버 테스트 시스템에서 가속도 감지의 일 실시예를 도시한다.

[0016] 도 5는 상대 가속도 보상을 포함하는 피드백 제어 방법의 블록도를 도시한다.

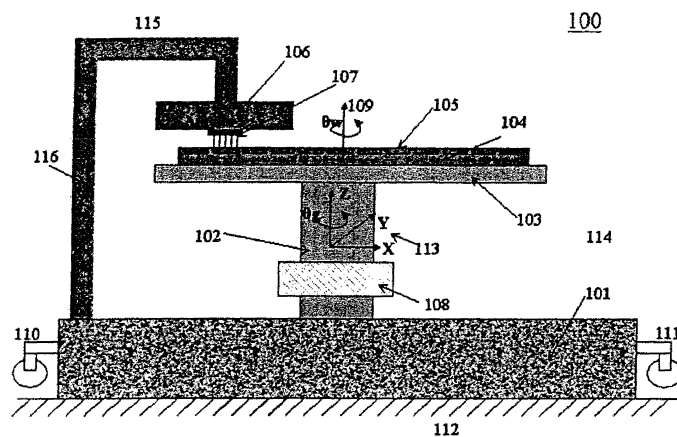
[0017] 도 6은 상대 가속도 측정들을 기초로 가속도 보상 방법의 세부사항들을 블록도로 도시한다.

[0018] 도 7은 가속도 기반 보상을 부가함으로써 도 6의 등가 가속도 루프의 블록도를 도시한다.

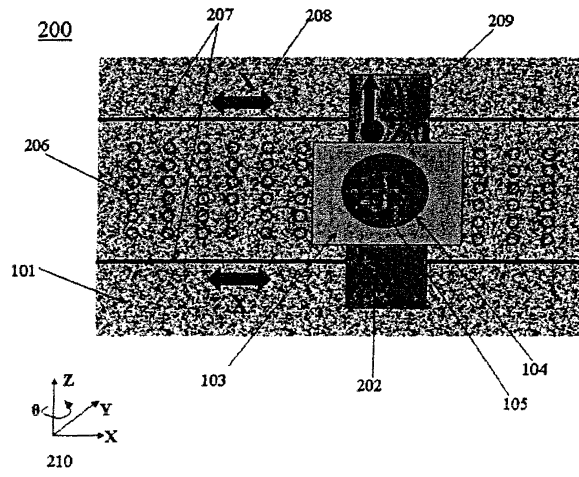
[0019] 도 8은 운동 방해 감지 및 보상을 포함시킴으로써 목표된 프로브-대-패드 접촉 위치를 정확히 유지하는 테스트 시스템의 예시적인 동작들을 나타내는 흐름도를 도시한다.

**도면**

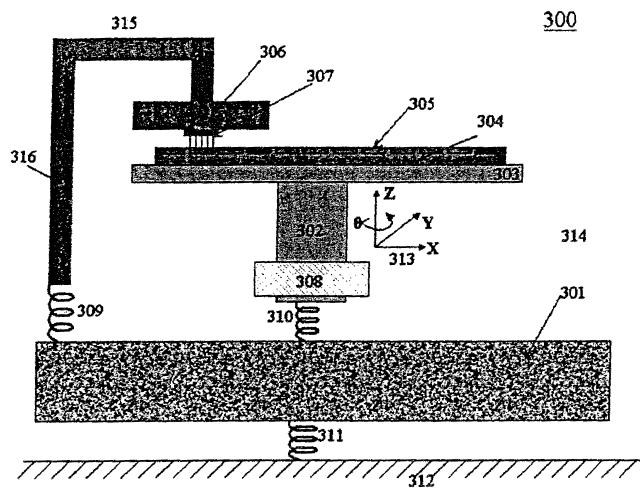
**도면1**



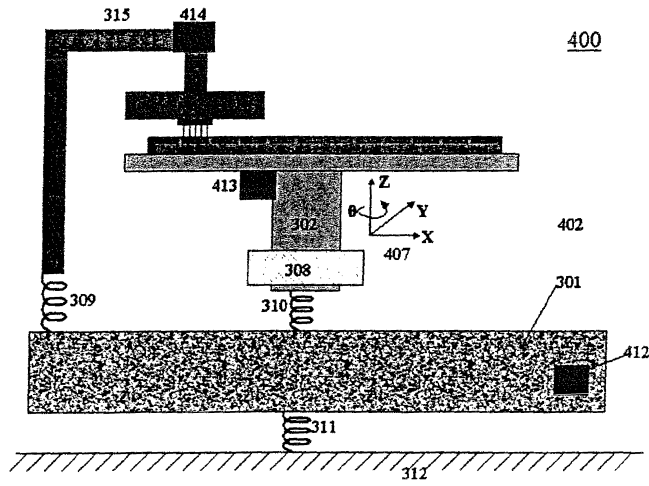
도면2



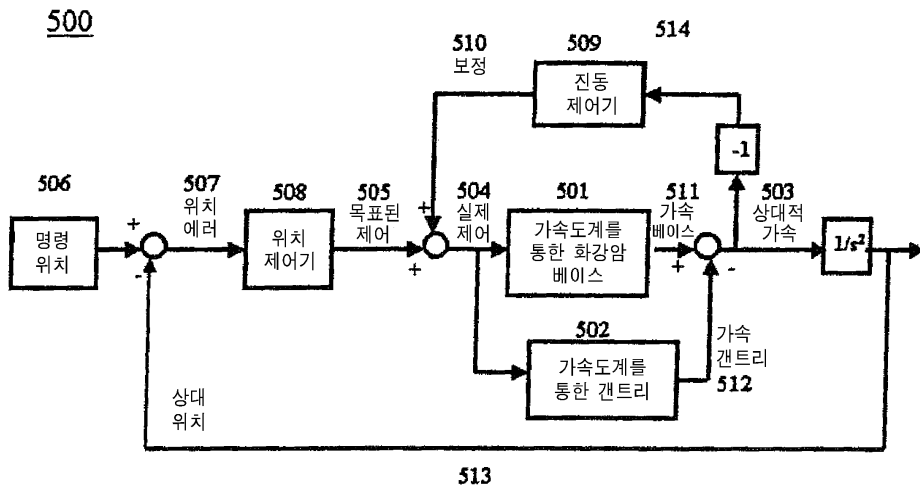
도면3



도면4

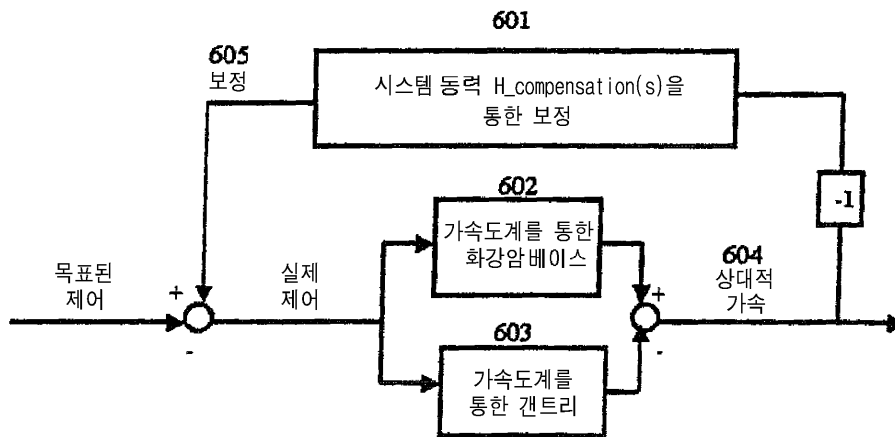


도면5



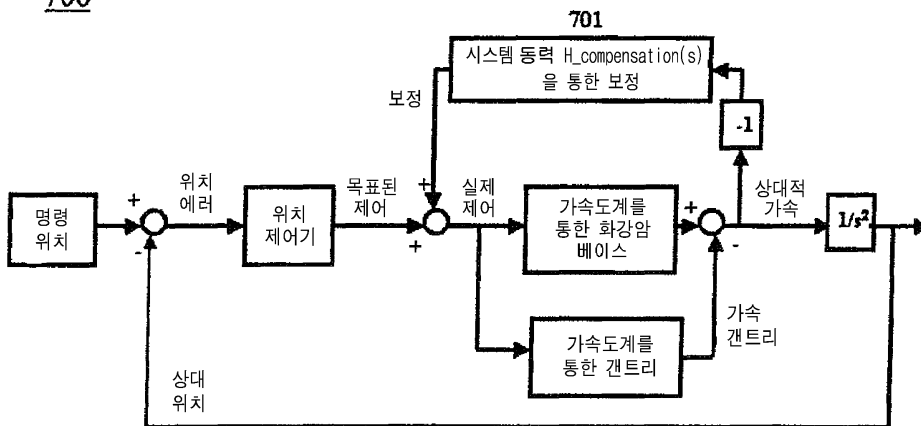
도면6

600



도면7

700



도면8

