



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년06월19일  
(11) 등록번호 10-2545426  
(24) 등록일자 2023년06월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01R 1/073 (2006.01) G01R 19/00 (2021.01)  
G01R 27/14 (2006.01) G01R 31/26 (2014.01)  
G01R 33/09 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G01R 1/073 (2021.05)  
G01R 19/0084 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7034398
- (22) 출원일자(국제) 2016년04월28일  
심사청구일자 2021년04월15일
- (85) 번역문제출일자 2017년11월28일
- (65) 공개번호 10-2017-0139160
- (43) 공개일자 2017년12월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/029818
- (87) 국제공개번호 WO 2016/176469  
국제공개일자 2016년11월03일
- (30) 우선권주장  
62/154,233 2015년04월29일 미국(US)  
15/139,883 2016년04월27일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020080059308 A\*  
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자  
케이엘에이 코퍼레이션  
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크  
놀로지 드라이브
- (72) 발명자  
주 난창  
중국 201204 상하이 10 베이 중 로드 빌딩 2 룸  
602  
시 빈 (주빈)  
중국 201300 상하이 328 통지 로드 빌딩 2 룸 302
- (74) 대리인  
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 20 항

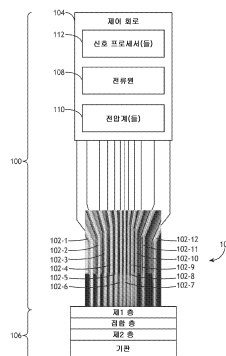
심사관 : 오경환

(54) 발명의 명칭 병렬 측정 수행을 지원하는 다중 핀 프로브

(57) 요약

다중 핀 프로브 및 병렬 측정을 지원하기 위해 그러한 다중 핀 프로브를 제어하는 방법이 개시된다. 상기 방법은, 다중 핀 프로브와 측정 대상 사이의 전기 접촉을 설정하는 단계; 상기 다중 핀 프로브에 포함된 복수의 핀들 중 2개의 핀들을 전류-전달 핀들로서 선택하는 단계; 상기 다중 핀 프로브에 포함된 복수의 핀들 중 2개보다 많은 추가 핀들을 전압-계량 핀들로서 선택하는 단계; 상기 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하는 단계; 상기 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하는 단계; 상기 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하는 단계; 및 상기 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 측정 대상의 하나 이상의 프로세서 모니터 파라미터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G01R 27/14* (2013.01)  
*G01R 31/2648* (2013.01)  
*G01R 33/098* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20080290882 A1\*  
WO2000003252 A2  
US20120326712 A1  
US20090085592 A1  
US20040051522 A1  
US06246245 B1  
KR1020130108527 A  
KR1020110063734 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

시스템에 있어서,

N개의 핀들을 갖는 다중 핀 프로브(multiple pin probe) - 상기 N은 4보다 큼 - ; 및

상기 다중 핀 프로브를 이용하여 측정 대상을 측정하도록 구성되는 제어 회로

를 포함하고, 상기 제어 회로는:

상기 다중 핀 프로브의 제1 구성을 사용하여 제1 전압 신호 측정을 수행하도록 구성되고 - 상기 제어 회로는,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중에서 제1 세트의 2개의 전류-전달(current-carrying) 핀들을 선택하고;

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제1 세트의 2개 초과 전압-계량(voltage-metering) 핀들을 선택하고;

상기 제1 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하고;

상기 제1 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하고;

상기 제1 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여, 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하도록 구성됨 - ;

상기 다중 핀 프로브의 제2 구성을 사용하여 제2 전압 신호 측정을 수행하도록 구성되고 - 상기 제어 회로는,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제2 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 선택하고;

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제2 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 선택하고;

상기 제2 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하고;

상기 제2 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하고;

상기 제2 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여, 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하도록 구성됨 - ;

상기 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선 및 상기 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 따라, 상기 다중 핀 프로브의 임의의 프로브 위치의 오차를 보정하도록 구성되고;

상기 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선 및 상기 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 측정 대상의 하나 이상의 프로세스 모니터 파라미터를 결정하도록 구성되는 것인, 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 인접한 핀들 사이의 거리는 상이한 것인, 시스템.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 세트 및 제2 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들은 상기 2개의 전류-전달 핀들을 제외한 상기 다중 핀

프로브에 포함된 모든 N개의 핀들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 다중 핀 프로브는 12개의 핀들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 제1 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들 및 상기 제2 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하도록 구성된 복수의 전압계들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 복수의 전압계들은 병렬로 동작하는 복수의 로크인(lock-in) 증폭기들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 제어 회로는 또한, 상기 2개의 전류-전달 핀들 및 상기 2개 초과와 전압-계량 핀들의 선택을 변경하여, 상기 다중 핀 프로브의 제3 구성을 사용하여 제3 전압 신호 측정을 수행하도록 구성되는 것인, 시스템.

**청구항 8**

시스템에 있어서,

N개의 핀들을 갖는 다중 핀 프로브 - 상기 N은 4보다 큼 - ; 및

상기 다중 핀 프로브를 이용하여 측정 대상의 집합(junction) 파라미터들을 측정하도록 구성되는 제어 회로를 포함하고, 상기 제어 회로는:

상기 다중 핀 프로브의 제1 구성을 사용하여 제1 전압 신호 측정을 수행하도록 구성되고 - 상기 제어 회로는,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중에서 제1 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 선택하고;

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제1 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 선택하고;

상기 제1 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하고;

상기 제1 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하고;

상기 제1 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여, 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하도록 구성됨 - ;

상기 다중 핀 프로브의 제2 구성을 사용하여 제2 전압 신호 측정을 수행하도록 구성되고 - 상기 제어 회로는,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제2 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 선택하고;

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제2 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 선택하고;

상기 제2 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하고;

상기 제2 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하고;

상기 제2 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여, 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하도록 구성됨 - ;

상기 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선 및 상기 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 따라, 상기 다중 핀 프로브의 임의의 프로브 위치의 오차를 보정하도록 구성되고;

상기 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선 및 상기 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 측정 대상의 하나 이상의 접합 파라미터를 추출하도록 구성되는 것인, 시스템.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 측정 대상은 반도체 웨이퍼이고, 상기 하나 이상의 접합 파라미터는 상기 반도체 웨이퍼의 접합 층의 저항을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 10**

제8항에 있어서,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 인접한 핀들 사이의 거리는 상이한 것인, 시스템.

**청구항 11**

제8항에 있어서,

상기 제1 세트 및 제2 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들은 상기 2개의 전류-전달 핀들을 제외한 상기 다중 핀 프로브에 포함된 모든 N개의 핀들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 다중 핀 프로브는 12개의 핀들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 13**

제8항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 제1 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들 및 상기 제2 세트의 2개 초과와 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하도록 구성된 복수의 전압계들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 복수의 전압계들은 병렬로 동작하는 복수의 로크인(lock-in) 증폭기들을 포함하는 것인, 시스템.

**청구항 15**

제8항에 있어서,

상기 제어 회로는 또한, 상기 2개의 전류-전달 핀들 및 상기 2개 초과와 전압-계량 핀들의 선택을 변경하여, 상기 다중 핀 프로브의 제3 구성을 사용하여 제3 전압 신호 측정을 수행하도록 구성되는 것인, 시스템.

**청구항 16**

방법에 있어서,

다중 핀 프로브와 측정 대상 사이의 전기 접촉을 설정하는(establish) 단계;

상기 다중 핀 프로브의 제1 구성을 사용하여 제1 전압 신호 측정을 수행하는 단계 - 상기 제1 전압 신호 측정을

수행하는 단계는,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 복수의 핀들 중에서 제1 세트의 2개의 핀들을 전류-전달 핀들로서 선택하는 단계;

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 복수의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제1 세트의 2개 초과 추가 핀들을 전압-계량 핀들로서 선택하는 단계;

상기 제1 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하는 단계;

상기 제1 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하는 단계; 및

상기 제1 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여, 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하는 단계

를 포함함 - ;

상기 다중 핀 프로브의 제2 구성을 사용하여 제2 전압 신호 측정을 수행하는 단계 - 상기 제2 전압 신호 측정을 수행하는 단계는,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 복수의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제2 세트의 2개의 핀들을 전류-전달 핀들로서 선택하는 단계;

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 복수의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제2 세트의 2개 초과 추가 핀들을 전압-계량 핀들로서 선택하는 단계;

상기 제2 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하는 단계;

상기 제2 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하는 단계; 및

상기 제2 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여, 제2 세트의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하는 단계

를 포함함 - ;

상기 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선 및 상기 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 따라, 상기 다중 핀 프로브의 임의의 프로브 위치의 오차를 보정하는 단계; 및

상기 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선 및 상기 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 측정 대상의 하나 이상의 프로세스 모니터 파라미터를 결정하는 단계

를 포함하는, 방법.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 다중 핀 프로브는 4개 초과 핀들을 포함하는 것인, 방법.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 인접한 핀들 사이의 거리는 상이한 것인, 방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 세트 및 제2 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들은 상기 전류-전달 핀들을 제외한 상기 다중 핀 프로브에 포함된 모든 핀들을 포함하는 것인, 방법.

#### 청구항 20

제16항에 있어서,

상기 다중 핀 프로브의 제3 구성을 사용하여 제3 전압 신호 측정을 수행하는 단계 - 상기 제3 전압 신호 측정을 수행하는 단계는,

상기 다중 핀 프로브에 포함된 복수의 핀들 중에서 제3 세트의 2개의 핀들을 전류-전달 핀들로서 선택하는 단계;

상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 복수의 핀들 중 남은 핀들 중에서 제3 세트의 2개 초과 추가 핀들을 전압-계량 핀들로서 선택하는 단계;

상기 제3 세트의 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하는 단계;

상기 제3 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하는 단계; 및

상기 제3 세트의 2개 초과 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여, 제3의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하는 단계

를 포함함 - ; 및

상기 제1의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선, 상기 제2의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선, 및 상기 제3의 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분적으로 기초하여, 상기 측정 대상의 하나 이상의 프로세스 모니터 파라미터를 결정하는 단계

를 더 포함하는, 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2015년 4월 29일자로 출원된 미국 가출원 번호 제62/154,233호의 35 U.S.C. § 119(e) 하의 이익을 주장한다. 이에 의해, 상기 미국 가출원 번호 제62/154,233호는 그 전체가 참고로 포함된다.

[0002] 본 개시는 일반적으로 측정 디바이스 분야에 관한 것으로, 특히 다중 핀 프로브를 사용하는 측정 디바이스에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0003] 다중 핀 프로브는 다중 핀을 포함하는 프로브이다. 일반적으로 CIPT(current in-plane tunneling)라고 흔히 불리는 측정 기술은 다중 핀 프로브를 사용하여 자기 터널 접합 저항을 측정한다.

[0004] 보다 구체적으로, CIPT는 다수의 측정 단계에서 측정을 수행한다. 각 측정 단계는 다중 핀 프로브에서 네 개의 핀을 선택함으로써 시작한다. 선택된 핀들 중 2개는 전류원에 연결되고, 선택된 핀들 중 나머지 2개는 전압계에 연결된다. 전류는 2개의 전류-전달(current-carrying) 핀을 통과하고 전압은 2개의 전압-계량(voltage-metering) 핀을 통해 측정된다. 이러한 측정 단계는 자기 터널 접합 저항을 추출하기 위해 (각 측정 단계에서 네 개의 핀의 상이한 선택/결합으로) 여러번 반복된다.

[0005] CIPT 측정 프로세스의 반복적인 성질은 측정 단계들이 상이한 시간에 수행된다는 것을 의미한다는 것을 유의해야 한다. 또한, 그것은 측정 프로세스를 완료하기 위하여 (예를 들어, 8개 이상의 측정 단계에서) 상대적으로 긴 시간을 필요로 하고, 이 기간 동안, 핀들은 위치를 바꿀 수 있고, 이는 측정 편차와 부정확성을 초래할 수 있다.

#### 발명의 내용

[0006] 본 개시의 실시예는 시스템에 관한 것이다. 상기 시스템은 N개의 핀을 갖는 다중 핀 프로브를 포함할 수 있고, 여기서 N은 4보다 크다. 상기 시스템은 또한, 상기 다중 핀 프로브를 이용하여 측정 대상을 측정하도록 구성된 제어 회로를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 2개의 전류-전달 핀들을 선택하고; 상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 2개보다 많은 전압-계량 핀들을 선택하고; 상기 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하고; 상기 2개보다 많은 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하고; 상기 2개보다 많은 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하며; 상기 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분

적으로 기초하여 상기 측정 대상의 하나 이상의 프로세서 모니터 파라미터를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0007] 본 개시의 또 다른 실시예는 시스템에 관한 것이다. 상기 시스템은 4개보다 많은 N개의 핀들을 갖는 다중 핀 프로브를 포함할 수 있다. 상기 시스템은 또한 상기 다중 핀 프로브를 이용하여 측정 대상의 접합(junction) 파라미터들을 측정하도록 구성된 제어 회로를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 상기 다중 핀 프로브에 포함된 상기 N개의 핀들 중 2개의 전류-전달 핀들을 선택하고; 상기 다중 핀 프로브에 포함된 N개의 핀들 중 2개보다 많은 전압-계량 핀들을 선택하고; 상기 2개의 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하고; 상기 2개보다 많은 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하고; 상기 2개보다 많은 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하며; 상기 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 측정 대상의 하나 이상의 접합 파라미터를 추출하도록 구성될 수 있다.

[0008] 본 개시의 또 다른 실시예는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은, 다중 핀 프로브와 측정 대상 사이의 전기 접촉을 설정하는 단계; 상기 다중 핀 프로브에 포함된 복수의 핀들 중 2개의 핀들을 전류-전달 핀들로서 선택하는 단계; 상기 다중 핀 프로브에 포함된 복수의 핀들 중 2개보다 많은 추가 핀들을 전압-계량 핀들로서 선택하는 단계; 상기 전류-전달 핀들을 통해 전류를 주입하는 단계; 상기 전압-계량 핀들을 통해 전압 신호들을 동시에 측정하는 단계; 상기 전압-계량 핀들을 통해 동시에 측정된 전압 신호들에 적어도 부분적으로 기초하여 시뮬레이션된 전압 분포 곡선을 계산하는 단계; 및 상기 시뮬레이션된 전압 분포 곡선에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 측정 대상의 하나 이상의 프로세서 모니터 파라미터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 전문적인 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 모두 예시적이고 단지 설명적인 것이며, 본 개시를 반드시 제한하는 것은 아니라는 것을 이해해야 한다. 본 명세서에 통합되어 그 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 개시의 대상(subject matter)을 예시한다. 함께, 설명 및 도면은 개시의 원리를 설명하는 역할을 한다.

**도면의 간단한 설명**

[0010] 본 개시의 다수의 이점은 첨부된 도면을 참조하여 당업자에게 보다 잘 이해될 수 있다.

도 1은 본 개시의 일 실시예에 따라 구성된 측정 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 개시의 일 실시예에 따라 구성된 측정 시스템을 나타내는 다른 블록도이다.

도 3은 본 개시의 실시예에 따라 구성된 측정 방법을 나타내는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0011] 첨부된 도면에 도시된, 개시된 대상에 대한 상세한 설명이 이제 이루어질 것이다.

[0012] 본 개시에 따른 실시예들은 다중 핀 프로브 및 그러한 다중 핀 프로브를 제어하여 병렬 측정을 지원하는 방법에 관한 것이다. 병렬 측정을 수행하는 것이 측정 효율 및 정확도를 향상시키는 데 도움이 되는 것으로 생각된다.

[0013] 일반적으로 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 개시의 실시예에 따라 구성된 측정 시스템(100)의 간략화된 블록도가 도시되어 있다. 도 1 및 도 2에 도시된 블록도는, 설명의 목적으로 단순화되었다. 측정 시스템(100)은 본 개시의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 필요에 따라 신호 경로를 따라 다양한 유형의 증폭기, 필터, 신호 변환기 및/또는 이득 제어기를 이용할 수 있음을 이해해야 한다.

[0014] 본 개시의 일 실시예에 따라 구성된 측정 시스템(100)은 제어 회로(104)와 통신 가능하게 연결된 다중 핀 프로브(102)를 포함한다. 다중 핀 프로브(102)는 4개보다 많은 N개의 핀을 포함한다. 일부 실시예에서, 다중 핀 프로브(102)는 도 1에서 핀(102-1 내지 102-12)으로 표시된 12개의 핀을 포함할 수 있다. 다중 핀 프로브(102) 내의 인접한 핀들 사이의 거리는 불균일할 수 있고 비교적 좁은 것(예를 들어, 대략 1 $\mu$ m)에서 비교적 넓은 정도까지(예를 들어, 대략 10 $\mu$ m 이상) 다를 수 있다. 도 1에 도시된 12-핀 구성은 단지 예시적인 것이며, 한정하려는 의도는 아니라는 것을 이해해야 한다. 다중 핀 프로브(102)는 상이한 수의 핀을 포함할 수 있으며, 핀들은 본 개시의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 거리로 서로 떨어져서 이격될 수 있다고 생각된다.

[0015] 다중 핀 프로브(102)의 특정 구현 예들이 다를 수 있지만, 다중 핀 프로브(102)의 핀들은 측정 프로세스 동안 측정 대상(예를 들어, 웨이퍼)(106)에 동시에 접촉하게 하는 방식으로 구성된다. 다중 핀 프로브(102)의 핀들이 웨이퍼(106)와 동시에 접촉하게 함으로써, 다중 핀 프로브(102)는 웨이퍼(106)의 병렬 측정을 지원할 수 있다. 병렬로 다중 측정을 수행하면 측정 효율 및 정확성이 향상될 수 있다.

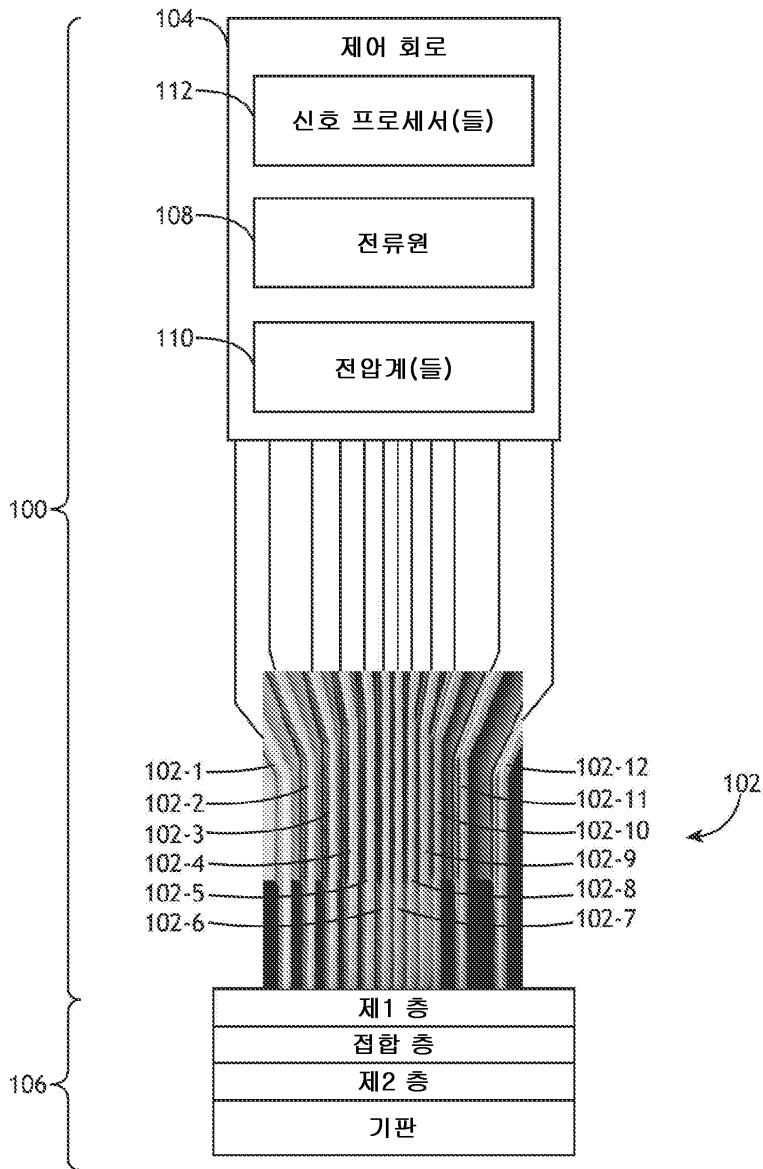


- [0016] 일부 실시예에서, 다중 핀 프로브(102)의 제어 회로(104)는 (예컨대, 멀티플렉서 등을 사용하여) N개의 핀 중 2개를 전류-전달 핀으로서 선택하도록 구성된다. 제어 회로(104)는 2개의 전류-전달 핀을 전류원(108)에 연결하고, 핀들 중 나머지를 (핀들 중 N-2개까지) (공통 접지 또는 공통 핀에 대하여) 다중 전압계(110)에 연결한다. 이러한 연결은 전류가 주입될 때, 전압이 다중 전압계(110)에서 동시에 측정될 수 있게 함으로써, 다중 측정을 병렬로 효과적으로 수행한다.
- [0017] 보다 구체적으로, 설명의 목적을 위해, 도 1에 도시된 핀들(102-5 및 102-8)이 전류-전달 핀으로서 선택된다고 가정하자. 제어 회로(104)는 핀들(102-5 및 102-8)을 전류원(108)에 연결하고, 나머지 10개의 핀들(102-1 내지 102-4, 102-6, 102-7 및 102-9 내지 102-12)을 그들의 각 전압계(110)에 연결할 수 있다. 핀들(102-1 내지 102-4, 102-6, 102-7 및 102-9 내지 102-12)(집합적으로 전압-계량 핀이라고 함)이 전류-전달 핀으로부터 가변 거리에 떨어져서 분산되어 있으며(일부 전압-계량 핀들은 전류-전달 핀들과 매우 가깝고, 일부는 전류-전달 핀들로부터 멀리 떨어져 있음), 다양한 전압계(110)에서 측정된 전압은 신호 프로세서(112)(하나 이상의 전용 프로세서 디바이스, ASIC(application-specific integrated circuit), DSP(digital signal processor), FPGA(field-programmable gate array), 또는 다양한 다른 유형의 프로세서 또는 프로세서 디바이스를 포함할 수 있음)가 웨이퍼(106)의 상부(제1) 층, 접합 층, 및/또는 하부(제2) 층의 터널링 접합 저항을 한 번에 추출하는 데 도움이 되는 적합한 정보를 제공할 수 있다.
- [0018] 도 3은 다중 핀 프로브(102)를 사용하여 수행되는 병렬 측정 프로세스/방법(300)을 나타내는 보다 상세한 흐름도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 다중 핀 프로브(102)와 웨이퍼(106)의 표면 사이의 전기적 접촉이 단계(302)에서 설정된다. 다중 핀 프로브(102)의 핀들 중 2개는 전류-전달 핀들로서 선택되고, 이들은 단계(304)에서 전류원(108)에 연결된다. 다중 핀 프로브 내 핀들의 나머지 중 적어도 일부(또는 전부)가 전압-계량 핀들로서 선택되고, 이들은 단계(306)에서 하나 이상의 전압계(110)에 연결된다. 일부 실시예에서, 전압계는 하나 이상의 로크인(lock-in) 증폭기를 포함할 수 있다. 그러나, 전압계의 구현은 본 개시의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양할 수 있다고 생각된다.
- [0019] 전류-전달 핀들 및 전압-계량 핀들이 선택되면, 미리 정의된 전류가 단계(308)에서 전류-전달 핀들을 통해 주입될 수 있다. 전압 신호들은 단계(310)에서 계량될 수 있고, 진폭 및 위상 각(1, Q)의 면에서 전압 신호들이 전류-전달 핀들 주변에 분포된 다양한 전압-계량 핀들에 대해 동시에 판독될 수 있다. 이어서, 단계(310)에서 얻어진 결과는 단계(312)에서 이용되어, (패드 크기 제한이 없는 모니터 웨이퍼인지 또는 제한된 패드 크기인지 여부 등을 나타내는 테스트 패드 패드 파라미터를 포함하는) 다양한 유형의 파라미터뿐 아니라, 접합 파라미터들(예를 들어, 상부 층, 접합 층 및/또는 하부 층의 저항), 프로브 파라미터들(예를 들어, 간격(spacing), 간격 편차, 접촉(contact) 크기, 접촉 전도도)을 갖는 시물레이션된 전압 분포 곡선을 계산할 수 있다. 이러한 파라미터들(예를 들어, 접합 파라미터들) 중 일부의 값은 시물레이션된 전압 분포 곡선에 기초하여 결정될 수 있고, 단계(314)에서 프로세스 모니터 파라미터로서 보고될 수 있다.
- [0020] 측정 방법(300)은 다중 측정을 병렬로 효과적으로 수행함으로써 측정 시간을 단축시킬 수 있음을 유의해야 한다. 측정 방법(300)은 또한 프로브 간격 진동에 의해 야기되는 측정 오차를 감소시킬 수 있다. 측정 방법(300)은 또한 다중 핀 프로브의 수명을 (접촉 시간의 감소로 인하여) 연장할 수 있고, 작은 패드 상에서의 측정을 위한 전류 분포 범위 요건을 감소시킬 수 있다.
- [0021] 측정 방법(300)은 또한 단계(304) 내지 단계(312)를 두 번 이상 반복하도록 구성될 수도 있음을 유의해야 한다. 일부 실시예에서, 단계(304 내지 312)가 반복되어 하나 이상의 추가 전압 분포 곡선을 얻는 경우, 상이한 전류-전달 핀들 및 전압 계량 핀들이 선택된다. 이러한 추가 전압 분포 곡선은 피팅(fitting) 프로세스에서 임의의 프로브 위치 오차 보정에 사용될 수 있으며, 이는 측정 정확도를 추가로 향상시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 전류-전달 핀들로서 선택된 핀들은 또한 측정 프로세스 동안의 어떤 시점에서 전압-계량 핀들로서 선택된다.
- [0022] 또한, 일부 실시예에서, 전류-전달 핀들의 선택은 다중 핀 프로브(102)의 중간 핀들 주위로 제한된다. 이러한 제한은 다중 핀 프로브(102)가 패턴화된 웨이퍼 상에 유한 크기의 패드를 측정하기에 더 적합하도록 하면서 전압 분포 영역을 감소시키는 데 도움이 될 수 있다. 대안적으로, 일부 실시예에서, 서로 멀리 떨어져서 이격된 핀들이 전류-전달 핀들로서 선택될 수 있고, 전류-전달 핀들 사이에 위치한 핀들이 전압-계량 핀들로서 선택될 수 있다. 일부 실시예들에서, 샘플 크기 효과 및 프로브 접촉 크기 효과는 시물레이션되어, 전압 분포를 수정하는데 이용될 수 있는데, 이는 다중 핀 프로브(102)의 측정 정확도를 더욱 향상시키고 수명을 연장시키는데 도움이 될 수 있다.

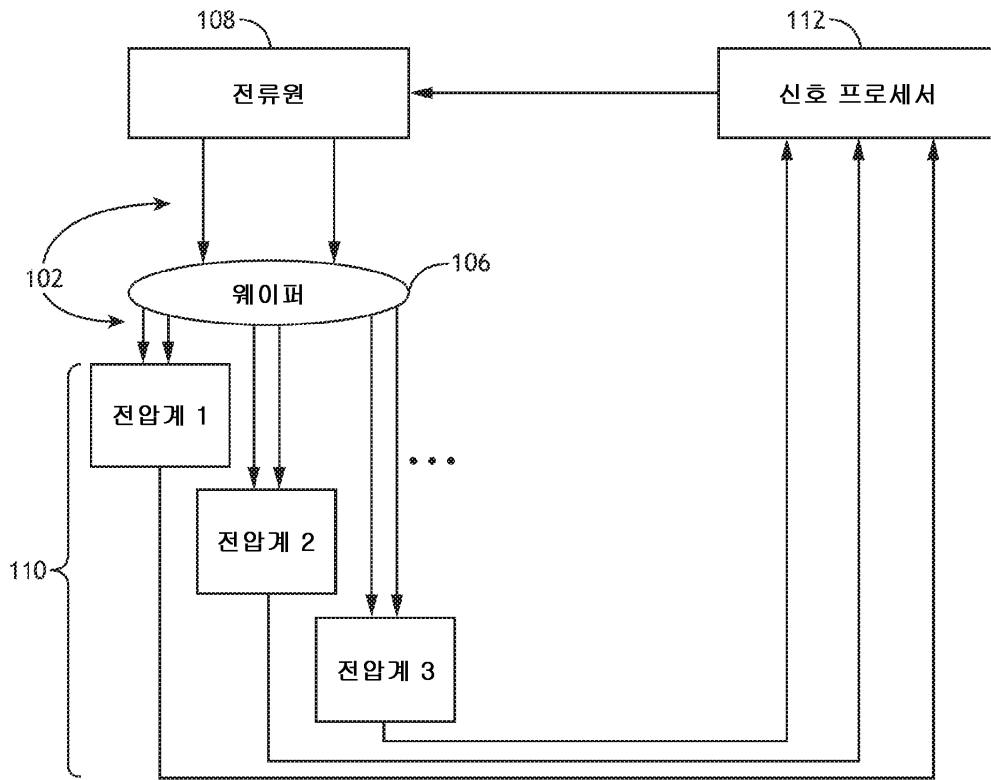
- [0023] 본 개시에 따라 구성된 측정 시스템 및 측정 방법에 의해 제공되는 이점은 다양한 응용에서 인식될 수 있다고 생각된다. 위의 예들 중 일부는 어떤 특정한 파라미터들(예를 들어, 접합 파라미터들)을 언급하였지만, 본 개시에 따라 구성된 시스템 및 방법은 본 개시의 정신 및 범위를 벗어나지 않고 다른 유형의 파라미터의 측정을 얻는 데 적용 가능하다고 생각된다. 또한, 본 개시에 사용된 웨이퍼라는 용어는 자기 디스크 기판, 게이지 블록 등과 같은 다른 얇은 연마된 플레이트뿐 아니라 집적 회로 및 다른 디바이스의 제조에 사용되는 반도체 재료의 얇은 슬라이스를 포함할 수 있다고 생각된다.
- [0024] 본 개시에 따라 구성된 측정 방법은 하나 이상의 프로세서에 의해, 단일 생산 디바이스(production device)를 통해, 및/또는 복수의 생산 디바이스를 통해 실행되는 명령어들의 세트로서 다양한 측정 도구에서 구현될 수 있다고 생각된다. 또한, 개시된 방법의 단계들의 특정 순서 또는 계층 구조는 예시적인 접근법의 예임을 이해해야 한다. 설계 선호도에 기초하여, 본 개시의 사상 및 범위 내에 유지되면서 본 방법의 단계들의 특정 순서 또는 계층 구조가 재배열될 수 있음이 이해되어야 한다. 첨부된 방법 청구항은 다양한 단계들의 요소를 샘플 순서로 제시하며, 제시된 특정 순서 또는 계층 구조에 반드시 한정되는 의도는 아니다.
- [0025] 본 개시의 시스템 및 방법 및 이에 따른 다수의 이점은 전술한 설명에 의해 이해될 것이라고 믿어지며, 개시된 대상을 벗어나지 않고 또는 그의 모든 물질적 이점을 희생시키지 않고 컴포넌트들의 형태(form), 구성 및 배치에 다양한 변경이 가해질 수 있다는 것이 명백할 것이다. 설명된 형태는 단지 설명을 위한 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

300

