



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0100549
(43) 공개일자 2014년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B28D 5/00 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7017760
(22) 출원일자(국제) 2012년11월30일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년06월26일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/074132
(87) 국제공개번호 WO 2013/079683
국제공개일자 2013년06월06일
(30) 우선권주장
13/309,243 2011년12월01일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
엠이엠씨 일렉트로닉 머티리얼스 쏘시에떼 페 아
찌오니
이탈리아공화국, 아이-28100 노바라, 비알레 게르
찌 31
(72) 발명자
자바타리, 카를로
이탈리아 아이-28100 노바라 비알레 게르찌 31 엠
이엠씨 일렉트로닉 머티리얼스 쏘시에떼 페 아찌
오니 내
세베리코, 페르난도
이탈리아 아이-28100 노바라 비알레 게르찌 31 엠
이엠씨 일렉트로닉 머티리얼스 쏘시에떼 페 아찌
오니 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
백만기, 양영준, 정은진

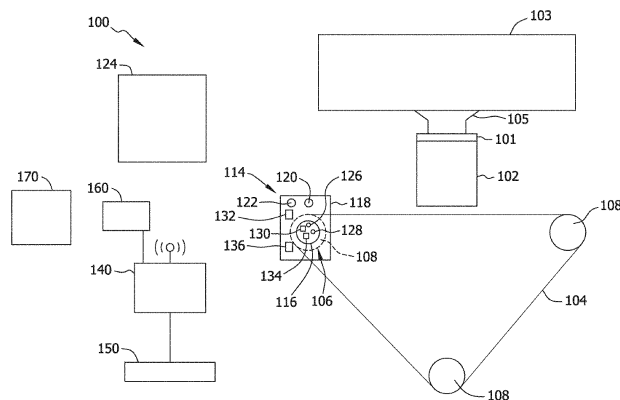
전체 청구항 수 : 총 80 항

(54) 발명의 명칭 와이어 소우에서 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일들을 제어하기 위한 시스템들 및 방법
들

(57) 요약

와이어 소우 머신에서 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일들을 제어하기 위한 시스템들 및 방법들이 개시된다. 본
명세서에서 기술되는 시스템들 및 방법들은 전반적으로 웨이퍼들의 형상을 제어함으로써 잉곳으로부터 슬라이싱
된 웨이퍼들의 나노토폴리지를 변경하도록 동작가능하다. 웨이퍼들의 형상은 와이어 소우의 와이어 가이드들을
지지하는 베어링들과 접촉하여서 순환되는 온도 제어 유체의 온도 및/또는 플로우 레이트를 변화시킴으로써 변경
된다. 상이한 피드백 시스템들이 사용되어 원하는 형상 및/또는 나노토폴리지를 갖는 웨이퍼들을 생성하는데 필
요한 유체의 온도를 결정할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

바가바트, 수미트 에스.

미국 63376 미주리주 에스티. 피터스 펄 드라이브
501 엠이엠씨 일렉트로닉 머티리얼즈, 인크. 내

베르셀로니, 가브리엘레

이탈리아 아이-28100 노바라 비알레 게르찌 31 엠
이엠씨 일렉트로닉 머티리얼즈 쏘시에떼 퍼 아찌오
니 내

반다메, 롤랜드 알.

미국 63376 미주리주 에스티. 피터스 펄 드라이브
501 엠이엠씨 일렉트로닉 머티리얼즈, 인크. 내

(30) 우선권주장

13/309,260 2011년12월02일 미국(US)

13/309,270 2011년12월01일 미국(US)

13/309,275 2011년12월01일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

와이어 소우(wire saw)에서 잉곳(ingot)으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템으로서,

상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하고, 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는(in thermal communication) 유체를 포함하며,

상기 시스템은,

온도 프로파일들을 저장하기 위한 메모리 - 각 온도 프로파일은 표면 프로파일과 연관되며 상기 유체와 상기 베어링 중 적어도 하나에 대한 온도 설정 포인트(temperature set point)를 규정함 -;

상기 베어링의 온도를 제어하기 위한 제어 시스템;

상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 온도를 측정하기 위한 온도 센서; 및

상기 메모리, 상기 제어 시스템, 및 상기 온도 센서에 통신가능하게 연결된 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 원하는 표면 프로파일을 식별하는 입력을 수신하고 이와 연관된 온도 설정 포인트를 상기 메모리로부터 검색하도록 구성되고,

상기 프로세서는 상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 상기 온도 설정 포인트 및 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 베어링의 온도를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 상기 제어 시스템에 전송하도록 구성되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서에 연결되고 상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 센서는 제1 센서이며 상기 베어링의 회전형 레이스(rotating race)의 변위를 측정하도록 배치되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 베어링의 정지형 레이스(stationary race)의 변위를 측정하도록 배치된 제2 센서를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 원하는 표면 프로파일을 식별하는 입력을 수신하기 위한 입력 디바이스를 더 포함하며,

상기 입력 디바이스는 상기 프로세서와 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어 시스템은 상기 유체의 온도를 제어하기 위한 열 교환기 및 상기 유체의 플로우 레이트(flow rate)를

제어하기 위한 밸브 중 적어도 하나를 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 7

와이어 소우에 의해 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템으로서,
 상기 와이어 소우에 의해서 이전에 절삭된 웨이퍼의 표면을 측정하기 위한 웨이퍼 측정 센서;
 상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서; 및
 온도 설정 포인트를 결정하기 위한 프로세서를 포함하며,
 상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위 및 상기 이전에 절삭된 웨이퍼의 측정된 표면 중 하나에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되고,
 상기 프로세서는 상기 웨이퍼 측정 센서 및 상기 센서와 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 센서는 상기 베어링의 회전형 레이스 및 상기 베어링의 정지형 레이스 중 적어도 하나의 변위를 측정하도록 배치되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,
 상기 센서는 상기 베어링의 회전형 레이스의 변위를 측정하기 위한 제1 센서이며,
 상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하기 위한 제2 센서를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,
 상기 유체의 온도를 제어하기 위한 열 교환기를 더 포함하며,
 상기 열 교환기는 상기 프로세서와 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,
 상기 이전에 절삭된 웨이퍼의 표면의 측정치(measurement)들 및 상기 온도 설정 포인트 중 적어도 하나를 저장하기 위한 메모리를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,
 상기 유체의 온도를 측정하기 위한 온도 센서를 더 포함하며,
 상기 온도 센서는 상기 프로세서와 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 13

와이어 소우에서 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템으로서,
 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함하고,
 상기 시스템은,

온도 프로파일들을 저장하기 위한 메모리 - 각 온도 프로파일은 표면 프로파일과 연관되며 상기 베어링에 대한 온도 설정 포인트를 규정함 -;

상기 유체의 플로우 레이트를 제어하기 위한 밸브;

상기 베어링의 온도를 측정하기 위한 온도 센서; 및

상기 메모리, 상기 밸브, 및 상기 온도 센서에 통신가능하게 연결된 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 원하는 표면 프로파일을 식별하는 입력을 수신하고 이와 연관된 온도 설정 포인트를 상기 메모리로부터 검색하도록 구성되고,

상기 프로세서는 상기 베어링의 상기 온도 설정 포인트 및 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 상기 밸브에 전송하도록 구성되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 프로세서에 연결되고 상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 센서는 제1 센서이며 상기 베어링의 회전형 레이스의 변위를 측정하도록 배치되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하도록 배치된 제2 센서를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 밸브를 제어하기 위한 액추에이터를 더 포함하며,

상기 액추에이터는 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하기 위한 유체 온도 센서를 더 포함하며,

상기 유체 온도 센서는 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 유체의 온도를 제어하기 위한 열 교환기를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,

각 온도 프로파일은 상기 유체에 대한 온도 설정 포인트를 더 규정하며,

상기 프로세서는 상기 유체의 상기 온도 설정 포인트 및 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 유체의 온도를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 상기 열 교환기에 전송하도록 구성되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 21

와이어 소우를 사용하여 반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 방법으로서,

상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함하고,

상기 방법은,

원하는 웨이퍼 표면 프로파일을 포함하는 입력을 사용자로부터 수신하는 단계;

상기 입력에 기초하여 온도 및 변위 프로파일을 선택하는 단계;

슬라이싱 동작을 개시하는 단계;

상기 베어링의 변위를 측정하는 단계;

상기 베어링의 온도 및 상기 유체의 온도 중 적어도 하나를 측정하는 단계;

상기 베어링의 측정된 변위, 상기 선택된 온도 및 변위 프로파일, 및 상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 상기 측정된 온도 중 하나에 적어도 부분적으로 기초하여 온도 설정 포인트를 결정하는 단계; 및

상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 온도를 제어하는 단계를 포함하는, 슬라이싱 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 일부분의 변위가 측정되는, 슬라이싱 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 베어링의 일부분은 회전형 레이스인, 슬라이싱 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하는 단계를 더 포함하는, 슬라이싱 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 온도 설정 포인트는 상기 베어링의 상기 정지형 레이스의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 슬라이싱 방법.

청구항 26

제21항에 있어서,

상기 유체의 온도는 열 교환기에 의해서 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 27

제21항에 있어서,

상기 베어링의 온도는 상기 유체의 온도를 제어하는 열 교환기 및 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 밸브

중 적어도 하나에 의해서 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 28

와이어 소우를 사용하여 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 방법으로서,

상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함하고,

상기 방법은,

원하는 표면 프로파일을 포함하는 입력을 사용자로부터 수신하는 단계;

상기 원하는 표면 프로파일에 기초하여 레시피를 선택하는 단계 - 상기 레시피는 상기 유체에 대한 온도 설정 포인트를 규정하는 온도 프로파일을 포함함 -;

상기 선택된 레시피에 기초하여 상기 유체의 온도를 제어하는 단계 - 상기 유체의 온도를 제어하는 단계는 상기 베어링의 온도를 제어함 -; 및

슬라이싱 동작을 개시하는 단계

를 포함하는, 슬라이싱 방법.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 유체의 온도는 상기 유체의 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 30

제28항에 있어서,

상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위가 측정되고,

상기 온도 설정 포인트는 상기 베어링의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 슬라이싱 방법.

청구항 31

제28항에 있어서,

상기 유체의 온도는 열 교환기에 의해서 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 32

제28항에 있어서,

상기 온도 설정 포인트는 프로세서에 의해서 결정되는, 슬라이싱 방법.

청구항 33

제28항에 있어서,

상기 방법의 단계들은 상기 와이어 소우를 사용하여 상기 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 동안에 설정된 인터벌들(intervals)로 반복되는, 슬라이싱 방법.

청구항 34

와이어 소우를 사용하여 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 방법으로서,

상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며, 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체 및 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 밸

브를 포함하고,

상기 방법은,

원하는 표면 프로파일을 포함하는 입력을 사용자로부터 수신하는 단계;

상기 입력에 기초하여 레시피를 선택하는 단계 - 상기 레시피는 상기 베어링에 대한 온도 프로파일 및 변위 프로파일 중 적어도 하나를 포함함 -;

상기 선택된 레시피에 기초하여 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 단계 - 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 단계는 상기 베어링의 온도를 제어함 -; 및

슬라이싱 동작을 개시하는 단계

를 포함하는, 슬라이싱 방법.

청구항 35

제34항에 있어서,

상기 선택된 레시피에 적어도 부분적으로 기초하여 온도 설정 포인트를 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 유체의 플로우 레이트는 상기 온도 설정 포인트에 적어도 부분적으로 기초하여 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 36

제35항에 있어서,

상기 온도 설정 포인트는 프로세서에 의해서 결정되는, 슬라이싱 방법.

청구항 37

제34항에 있어서,

상기 방법의 단계들은 상기 와이어 소우를 사용하여 상기 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 동안에 설정된 인터벌들로 반복되는, 슬라이싱 방법.

청구항 38

제34항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 유체의 플로우 레이트 및 온도 중 적어도 하나는 상기 유체의 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 39

제38항에 있어서,

상기 유체의 온도는 열 교환기에 의해서 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 40

제34항에 있어서,

상기 베어링의 변위를 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 유체의 플로우 레이트는 상기 베어링의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 제어되는, 슬라이싱 방법.

청구항 41

와이어 소우를 사용하여 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 방법으로서,

(a) 상기 와이어 소우에 의해서 이전에 절삭된 웨이퍼의 표면을 측정하는 단계;

- (b) 상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 베어링의 변위를 측정하는 단계;
 - (c) 상기 베어링의 상기 측정된 변위와 상기 이전에 절삭된 웨이퍼의 상기 측정된 표면 중 적어도 하나에 부분적으로 기초하여 상기 베어링의 온도 설정 포인트를 결정하는 단계; 및
 - (d) 상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 베어링과 접촉하여서 순환되는 유체의 온도를 제어하는 단계 - 상기 온도를 제어하는 단계는 상기 베어링의 온도를 제어하며, 상기 베어링의 온도를 제어하는 것은 상기 와이어 소우에 의해 상기 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어함 -,
- 를 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 방법.

청구항 42

제41항에 있어서,

상기 (b) 단계 내지 상기 (d) 단계는 상기 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 동안에 설정된 인터벌들로 반복되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 방법.

청구항 43

제41항에 있어서,

상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 회전형 레이스의 변위가 측정되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 방법.

청구항 44

제43항에 있어서,

상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하는 단계를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 방법.

청구항 45

제44항에 있어서,

상기 온도 설정 포인트는 상기 베어링의 상기 정지형 레이스의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 방법.

청구항 46

제41항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하는 단계를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 방법.

청구항 47

제46항에 있어서,

상기 유체의 온도를 제어하는 단계는 상기 유체의 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 방법.

청구항 48

반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우 내의 베어링의 변위를 제어하는 방법으로서,

상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 상기 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함하고,

상기 방법은,

상기 베어링의 변위를 측정하는 단계;

상기 베어링의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 베어링의 온도 설정 포인트를 결정하는 단계; 및

상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 유체의 온도 및 상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 유체의 플로우 레이트 중 적어도 하나를 제어하는 단계 - 상기 유체의 온도 및 플로우 레이트 중 적어도 하나를 제어하는 단계는 상기 베어링의 변위를 제어함 -

를 포함하는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 49

제48항에 있어서,

상기 베어링의 일부분의 변위가 측정되는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 50

제49항에 있어서,

상기 베어링의 상기 일부분은 회전형 레이스인, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 51

제50항에 있어서,

상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하는 단계를 더 포함하는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 52

제51항에 있어서,

상기 온도 설정 포인트는 상기 베어링의 상기 정지형 레이스의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 결정되는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 53

제48항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 유체의 온도를 제어하는 단계는 상기 유체의 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 54

제48항에 있어서,

상기 온도 설정 포인트는 프로세서에 의해서 결정되는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 55

제48항에 있어서,

상기 베어링의 온도를 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 단계는 상기 베어링의 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 56

제48항에 있어서,

상기 유체의 플로우 레이트는 밸브에 의해서 제어되는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 57

제48항에 있어서,

상기 유체의 온도는 열 교환기에 의해서 제어되는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 58

잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우 내의 베어링의 변위를 제어하는 방법으로서,

상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하는 단계;

상기 베어링의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 온도 설정 포인트를 결정하는 단계; 및

상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 베어링과 접촉하여서 순환되는 유체의 온도를 제어하는 단계 - 상기 유체의 온도를 제어하는 단계는 상기 베어링의 변위를 제어함 -,

를 포함하는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 59

제58항에 있어서,

상기 단계들은 상기 와이어 소우를 사용하여 상기 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 동안에 설정된 인터벌들로 반복되는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 60

제58항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 유체의 온도를 제어하는 단계는 상기 유체의 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하는, 베어링 변위 제어 방법.

청구항 61

와이어 소우에 의해 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템으로서,

상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서; 및

상기 센서에 통신가능하게 연결되며 상기 베어링에 대한 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성된 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되고,

상기 베어링의 온도를 제어할 시에 상기 온도 설정 포인트를 사용하는 것은 상기 와이어 소우에 의해 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 것인, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 62

제61항에 있어서,

상기 웨이퍼들의 표면 프로파일은 상기 웨이퍼의 나노토폴로지 및 상기 웨이퍼의 표면의 형상 중 적어도 하나를 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 63

제61항에 있어서,

상기 센서는 상기 베어링의 회전형 레이스의 변위를 측정하도록 배치되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 64

제61항에 있어서,

상기 센서는 상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하도록 배치되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 65

제63항에 있어서,

상기 센서는 제1 센서이며,

상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하며 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되는 제2 센서를 더 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 66

제61항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 베어링과 접촉하여 순환되는 유체의 온도를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 열 교환기에 제공하도록 구성되고,

상기 유체의 온도를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하는 것이며,

상기 베어링의 변위를 제어하는 것은 상기 와이어 소우에 의해서 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 것인, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 67

제66항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하는 온도 센서를 더 포함하며,

상기 온도 센서는 상기 프로세서와 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 68

제67항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 유체의 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 유체의 온도를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 열 교환기에 제공하도록 구성되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 69

제61항에 있어서,

상기 베어링의 온도를 측정하는 온도 센서를 더 포함하며,

상기 온도 센서는 상기 프로세서와 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 70

제69항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되고,

상기 프로세서는 상기 온도 설정 포인트에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 밸브에 제공하도록 구성되고,

상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하는 것이며,

상기 베어링의 변위를 제어하는 것은 상기 와이어 소우에 의해서 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 것인, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 71

반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우에서 슬라이싱된 웨이퍼들의 나노토폴러지를 제어하는 시스템으로서,

상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전

하고 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함하며,
상기 시스템은,

상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서;

상기 센서에 통신가능하게 연결되며 상기 유체의 온도를 제어할 시에 사용되는 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성된 프로세서 - 상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되며, 상기 유체의 온도를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하는 것이며, 상기 베어링의 변위를 제어하는 것은 상기 와이어 소우에 의해서 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 나노토폴러지를 제어하는 것임 -; 및

상기 프로세서에 통신가능하게 연결되어서 상기 온도 설정 포인트를 저장하도록 구성된 메모리를 포함하는, 웨이퍼 나노토폴러지 제어 시스템.

청구항 72

제71항에 있어서,

상기 센서는 상기 베어링의 회전형 레이스의 변위를 측정하도록 배치되는, 웨이퍼 나노토폴러지 제어 시스템.

청구항 73

제71항에 있어서,

상기 센서는 상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하도록 배치되는, 웨이퍼 나노토폴러지 제어 시스템.

청구항 74

제71항에 있어서,

상기 센서는 상기 베어링의 회전형 레이스의 변위를 측정하기 위한 제1 센서이며,

상기 베어링의 정지형 레이스의 변위를 측정하는 제2 센서를 더 포함하는, 웨이퍼 나노토폴러지 제어 시스템.

청구항 75

제71항에 있어서,

상기 유체의 온도를 제어하기 위한 열 교환기를 더 포함하고,

상기 열 교환기는 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되며,

상기 유체의 온도를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하는 것인, 웨이퍼 나노토폴러지 제어 시스템.

청구항 76

제71항에 있어서,

상기 유체의 온도를 측정하기 위한 온도 센서를 포함하며,

상기 온도 센서는 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 나노토폴러지 제어 시스템.

청구항 77

반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우에서 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템으로서,

상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하고 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함하며,

상기 시스템은,

상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서;

상기 센서에 통신가능하게 연결되며 상기 유체의 플로우 레이트를 제어할 시에 사용되는 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성된 프로세서 - 상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되며, 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하는 것이며, 상기 베어링의 변위를 제어하는 것은 상기 와이어 소우에 의해서 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 것임 -; 및

상기 프로세서에 통신가능하게 연결되어 상기 온도 설정 포인트를 저장하도록 구성된 메모리를 포함하는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 78

제77항에 있어서,

상기 유체의 플로우 레이트를 제어하기 위한 밸브를 더 포함하며,

상기 밸브는 상기 프로세서와 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 79

제77항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 유체의 온도를 제어할 시에 사용되는 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

청구항 80

제79항에 있어서,

상기 유체의 온도를 제어하기 위한 열 교환기를 더 포함하며,

상기 열 교환기는 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되는, 웨이퍼 표면 프로파일 제어 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 개시는 전반적으로 잉곳들(ingots)을 웨이퍼들로 슬라이싱하는데 사용되는 와이어 소우 머신(wire saw machine)에 관한 것이며, 보다 구체적으로 와이어 소우 머신에서 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 웨이퍼들은 통상적으로 와이어 소우 머신을 사용하여 잉곳을 절삭함으로써 형성된다. 이러한 잉곳들은 때로 실리콘 또는 다른 반도체 또는 태양전지급(solar grade)재료로 이루어진다. 잉곳은 본드 빔(bond beam) 및 잉곳 홀더(ingot holder)에 의해서 와이어 소우의 구조체에 연결된다. 잉곳은 본드 빔에 접촉제로 본딩되며 이어서 본드 빔은 접착제를 사용하여 잉곳 홀더에 본딩된다. 잉곳 홀더는 임의의 적합한 체결 시스템에 의해서 와이어 소우 구조체에 연결된다.

[0003] 동작 시에, 잉곳은 잉곳을 복수의 웨이퍼들로 슬라이싱하는 와이어 소우 내의 움직이는 와이어들의 웹(web)과 접촉한다. 본드 빔이 이어서 호이스트(hoist)에 연결되고 웨이퍼들이 카트(cart) 상으로 떨어진다.

[0004] 알려진 소우들에 의해서 절삭된 웨이퍼들은 웨이퍼들이 설정된 규격들로부터 벗어난 나노토폴로지(nanotopology)를 갖도록 하는 표면 디펙트들(surface defects)을 가질 수 있다. 이러한 편차가 있는 나노토폴로지를 개선하기 위해, 이러한 웨이퍼들은 추가적인 프로세싱 단계들을 거칠 수 있다. 이러한 단계들은 시간 소모적이고 비용이 든다. 또한, 알려진 와이어 소우 머신들은 이 머신들에 의해서 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면들의 형상 및/또는 휨(warp)을 조절하도록 동작가능하지 않다. 따라서, 보다 효율적이면서 효과적인 시스템이 와이어 소우 머신에서 절삭된 웨이퍼들의 나노토폴로지를 제어하는 것이 필요하다.

[0005] 이 부분은 이하에서 기술되고/되거나 청구되는, 본 개시의 다양한 양태들과 관련될 수 있는 본 기술의 다양한 양태들을 독자에게 소개하려고 하는 의도이다. 이러한 논의는 본 발명의 다양한 양태들의 보다 양호한 이해를

지원하기 위해서 배경 정보를 독자에게 제공하는데 유용할 것으로 사료된다. 따라서, 이러한 진술들은 이러한 차원에서 독해되어야 하며 종래 기술로서 인정하는 것은 아님이 이해되어야 한다.

발명의 내용

- [0006] 일 양태는 와이어 소우(wire saw)에서 잉곳(ingot)으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템이며, 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하며, 상기 와이어 가이드는 베어링(bearing) 상에서 회전하며, 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는(in thermal communication) 유체를 포함한다. 상기 시스템은 온도 프로파일들을 저장하기 위한 메모리로서, 각 온도 프로파일은 표면 프로파일과 연관되며 상기 유체와 상기 베어링 중 적어도 하나에 대한 온도 설정 포인트(temperature set point)를 규정하는, 상기 메모리와, 상기 베어링의 온도를 제어하기 위한 제어 시스템과, 상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 온도를 측정하기 위한 온도 센서와, 상기 메모리, 상기 제어 시스템, 및 상기 온도 센서에 통신 가능하게 연결된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 원하는 표면 프로파일을 식별하는 입력을 수신하고 이와 연관된 온도 설정 포인트를 상기 메모리로부터 검색하도록 구성되고, 상기 프로세서는 상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 상기 온도 설정 포인트 및 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 베어링의 온도를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 상기 제어 시스템에 전송하도록 구성된다.
- [0007] 다른 양태는 와이어 소우에서 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템이다. 이 시스템은 상기 와이어 소우에 의해서 이전에 절삭된 웨이퍼의 표면을 측정하기 위한 웨이퍼 측정 센서와, 상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서와, 온도 설정 포인트를 결정하기 위한 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위 및 상기 이전에 절삭된 웨이퍼의 측정된 표면 중 하나에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되며, 상기 프로세서는 상기 웨이퍼 측정 센서 및 상기 센서와 통신가능하게 연결된다.
- [0008] 또 다른 양태는 와이어 소우에서 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템이며, 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하고, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함한다. 상기 시스템은, 온도 프로파일들을 저장하기 위한 메모리로서, 각 온도 프로파일은 표면 프로파일과 연관되며 상기 베어링에 대한 온도 설정 포인트를 규정하는, 상기 메모리와, 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하기 위한 밸브와, 상기 베어링의 온도를 측정하기 위한 온도 센서와, 상기 메모리, 상기 밸브, 및 상기 온도 센서에 통신가능하게 연결된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 원하는 표면 프로파일을 식별하는 입력을 수신하고 이와 연관된 온도 설정 포인트를 상기 메모리로부터 검색하도록 구성되며, 상기 프로세서는 상기 베어링의 상기 온도 설정 포인트 및 상기 측정된 온도에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 상기 밸브에 전송하도록 구성된다.
- [0009] 다른 양태는 와이어 소우를 사용하여 반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 방법이며, 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하며, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함한다. 상기 방법은, 원하는 웨이퍼 표면 프로파일을 포함하는 입력을 사용자로부터 수신하는 단계와, 상기 입력에 기초하여 온도 및 변위 프로파일을 선택하는 단계와, 슬라이싱 동작을 개시하는 단계와, 상기 베어링의 변위를 측정하는 단계와, 상기 베어링의 온도 및 상기 유체의 온도 중 적어도 하나를 측정하는 단계와, 상기 베어링의 측정된 변위, 상기 선택된 온도 및 변위 프로파일, 및 상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 상기 측정된 온도 중 하나에 적어도 부분적으로 기초하여 온도 설정 포인트를 결정하는 단계와, 상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 유체 및 상기 베어링 중 적어도 하나의 온도를 제어하는 단계를 포함한다.
- [0010] 또 다른 양태는 와이어 소우를 사용하여 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 방법이며, 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하며, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함한다. 상기 방법은, 원하는 웨이퍼 표면 프로파일을 포함하는 입력을 사용자로부터 수신하는 단계와, 상기 원하는 표면 프로파일에 기초하여 레시피를 선택하는 단계로서, 상기 레시피는 상기 유체에 대한 온도 설정 포인트를 규정하는 온도 프로파일을 포함하는, 상기 레시피를 선택하는 단계와, 상기 선택된 레시피에 기초하여 상기 유체의 온도를 제어하는 단계로서, 상기 유체의 온도를 제어하는 것은 상기 베어링의 온도를 제어하는, 상기 유체의 온도를 제어하는 단계와, 슬라이싱 동작을 개시하는 단계를 포함한다.
- [0011] 또 다른 양태는 와이어 소우를 사용하여 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하는 방법이며, 상기 와이어 소우는 와이어

들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하며, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며, 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체 및 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 밸브를 포함한다. 상기 방법은, 원하는 웨이퍼 표면 프로파일을 포함하는 입력을 사용자로부터 수신하는 단계와, 상기 입력에 기초하여 레시피를 선택하는 단계로서, 상기 레시피는 상기 베어링에 대한 온도 프로파일 및 변위 프로파일 중 적어도 하나를 포함하는, 상기 레시피를 선택하는 단계와, 상기 선택된 레시피에 기초하여 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 단계로서, 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 것은 상기 베어링의 온도를 제어하는, 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 단계와, 슬라이싱 동작을 개시하는 단계를 포함한다.

[0012] 다른 양태는 와이어 소우를 사용하여 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 방법이다. 이 방법은 상기 와이어 소우에 의해서 이전에 절삭된 웨이퍼의 표면을 측정하는 단계와, 상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 베어링의 변위를 측정하는 단계와, 상기 베어링의 상기 측정된 변위와 상기 이전에 절삭된 웨이퍼의 상기 측정된 표면 중 적어도 하나에 부분적으로 기초하여 상기 베어링의 온도 설정 포인트를 결정하는 단계와, 상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 베어링과 접촉하여서 순환되는 유체의 온도를 제어하는 단계로서, 상기 유체의 온도를 제어하는 것은 상기 베어링의 온도를 제어하며, 상기 베어링의 온도를 제어하는 것은 상기 와이어 소우를 사용하여 상기 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는, 상기 유체의 온도를 제어하는 단계를 포함한다.

[0013] 또 다른 양태는 반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우 내의 베어링의 변위를 제어하는 방법이며, 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하며, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함한다. 상기 방법은, 상기 베어링의 변위를 측정하는 단계와, 상기 베어링의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 베어링의 온도 설정 포인트를 결정하는 단계와, 상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 유체의 온도 및 플로우 레이트 중 적어도 하나를 제어하는 단계로서, 상기 유체의 온도 및 플로우 레이트 중 적어도 하나를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하는, 상기 제어하는 단계를 포함한다.

[0014] 또 다른 양태는 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우 내의 베어링의 변위를 제어하는 방법이다. 이 방법은 상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하는 단계와, 상기 베어링의 상기 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 온도 설정 포인트를 결정하는 단계와, 상기 온도 설정 포인트에 기초하여 상기 베어링과 접촉하여서 순환되는 유체의 온도를 제어하는 단계로서, 상기 유체의 온도를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하는, 상기 제어하는 단계를 포함한다.

[0015] 다른 양태는 와이어 소우에서 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템이다. 이 시스템은 상기 와이어 소우 내에서 와이어들을 지지하는 와이어 가이드의 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서와, 상기 센서에 통신가능하게 연결되며 상기 베어링에 대한 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성된 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되며, 상기 베어링의 온도를 제어할 시에 상기 온도 설정 포인트를 사용하는 것은 상기 와이어 소우에 의해서 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어한다.

[0016] 또 다른 양태는 반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우에서 슬라이싱된 웨이퍼들의 나노토폴리지를 제어하는 시스템이며, 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하며, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함한다. 상기 시스템은 상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서와, 상기 센서에 통신가능하게 연결되며 상기 유체의 온도를 제어할 시에 사용되는 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성된 프로세서로서, 상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되며, 상기 유체의 온도를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하며, 상기 베어링의 변위를 제어하는 것은 상기 와이어 소우에 의해서 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 나노토폴리지를 제어하는, 상기 프로세서와, 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되어서 상기 온도 설정 포인트를 저장하도록 구성된 메모리를 포함한다.

[0017] 또 다른 양태는 반도체 또는 태양전지급 잉곳을 웨이퍼들로 슬라이싱하기 위한 와이어 소우에서 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는 시스템이며, 상기 와이어 소우는 와이어들을 지지하는 와이어 가이드를 포함하며, 상기 와이어 가이드는 베어링 상에서 회전하며 상기 와이어 소우는 상기 베어링과 열적으로 연통하는 유체를 포함한다. 상기 시스템은, 상기 와이어 가이드의 상기 베어링의 변위를 측정하도록 배치된 센서와, 상기 센서에 통신가능하게 연결되며 상기 유체의 플로우 레이트를 제어할 시에 사용되는 온도 설정 포인트를 결정

하도록 구성된 프로세서로서, 상기 프로세서는 상기 베어링의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 온도 설정 포인트를 결정하도록 구성되며, 상기 유체의 플로우 레이트를 제어하는 것은 상기 베어링의 변위를 제어하며, 상기 베어링의 변위를 제어하는 것은 상기 와이어 소우에 의해서 상기 잉곳으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하는, 상기 프로세서와, 상기 프로세서에 통신가능하게 연결되어서 상기 온도 설정 포인트를 저장하도록 구성된 메모리를 포함한다.

- [0018] 상술한 양태들과 관련하여 언급된 특징들의 다양한 실시예들이 존재한다. 다른 특징들도 또한 상술한 양태들에 역시 포함될 수 있다. 이러한 실시예들 및 추가적 특징들은 개별적으로 또는 임의의 조합으로 존재할 수 있다. 예를 들어, 임의의 예시된 실시예들과 관련하여서 이하에서 기술되는 다양한 특징들은 상술한 양태들 중 임의의 것 내에 단독으로 또는 임의의 조합으로 포함될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 잉곳 및 와이어 소우 머신을 포함하는 시스템의 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 시스템의 단부 도면이다.
- 도 3은 도 1의 시스템의 좌측 도면이다.
- 도 4는 잉곳이 와이어 소우 머신에 의해서 절삭되는 때에 베어링 변위와 시간 간의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 베어링 온도와 베어링 변위 간의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 베어링 온도와 웨이퍼 형상 간의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 대응하는 참조 부호들은 도면 몇몇에 걸쳐서 대응하는 부분을 표시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 도면들을 참조하면, 와이어 소우 머신(103)에 의해서 잉곳(102)으로부터 절삭된 웨이퍼들의 표면 프로파일을 제어하기 위한 예시적인 시스템이 도 1에서 도시되고 전반적으로 참조 부호(100)로서 표시된다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어들 "표면 프로파일" 또는 "웨이퍼 표면 프로파일"은 웨이퍼들의 표면들의 나노토폴로지 및 형상 모두를 말한다.
- [0021] 본 명세서에서 사용되는 시스템들 및 방법들은 전반적으로 웨이퍼들의 형상을 제어함으로써 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 형상 및 이로써 그 나노토폴로지를 제어할 수 있다. 웨이퍼들의 형상은 와이어 소우의 와이어 가이드들을 지지하는 베어링들의 온도를 제어함으로써 제어될 수 있다. 베어링들의 온도는 베어링과 유체 연통하는 방식으로 순환되는 온도-제어 유체의 온도를 제어하고/하거나 이 유체의 플로우 레이트(flow rate)를 제어함으로써 제어된다. 상이한 피드백 시스템들이 사용되어서 원하는 형상 및/또는 나노토폴로지를 갖는 웨이퍼들을 생성하는데 필요한 유체 및/또는 베어링의 온도를 결정하는데 사용될 수 있지만, 이러한 피드백 시스템은 요구되지 않을 수도 있다. 또한, 원하는 표면 프로파일들에 대응하는 유체 및/또는 베어링에 대한 온도 프로파일 및/또는 변위 프로파일을 규정하는 레시피들(recipes)을 저장 및 검색하는데 시스템들 및 방법들이 사용될 수 있다. 본 명세서에서 기술되는 시스템들 및 방법들의 실시예들은 와이어 소우 머신들에서 절삭된 웨이퍼들의 표면들에서 형성된 진입 흔적(entry mark) 및/또는 진출 흔적(exit mark)을 줄이거나 제거하도록 동작가능하다.
- [0022] 나노토폴로지는 약 0.2 mm 내지 약 20 mm의 공간적 파장 내의 웨이퍼 표면의 편차로서 규정되었다. 이러한 공간적 파장은 처리된 반도체 웨이퍼들에 대한 나노미터 스케일의 표면 피쳐들(surface features)에 매우 밀접하게 대응한다. 위의 규정은 반도체 산업을 위한 세계적 트레이드 협회인 SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)에 의해서 제안되었다(SEMI 문서 3089). 나노토폴로지는 통상적인 평탄도 측정에서와 같이 웨이퍼의 일 표면의 돌출 편차(elevational deviation)를 측정하며, 웨이퍼의 두께 편차를 고려하지 않는다. 몇몇 측정 방법들이 이러한 종류들의 표면 편차들을 검출 및 기록하기 위해 개발되었다. 예를 들어, 입사 광으로부터의 반사된 빔의 측정 편차는 매우 작은 표면 편차의 검출을 가능하게 한다. 이러한 방법들은 파장 내에서의 피크 대 밸리(peak to valley)(PV)변화를 측정하는데 사용된다. 나노토폴로지는 웨이퍼가 슬라이싱된 후에 그러나 폴리싱을 받기 이전에 웨이퍼의 표면에서 취해진 측정치(measurement)에 기초하여 예측 또는 평가될 수 있다.

- [0023] 와이어 소우(103)(즉, 와이어 소우 머신)은 와이어들(104)의 웹을 사용하여 잉곳(102)을 웨이퍼들로 슬라이싱(즉, 절삭 또는 소우잉(sawing))하는데 사용되는 타입이다. 잉곳(102)은 본드 빔(101)에 연결되고 본드 빔(101)은 클램핑 레일(105)에 연결된다. 클램핑 레일(105)은 와이어 소우(103)에 연결된다. 와이어들(104)(도 2에서 최상으로 도시되며, 도 3의 단부 도면에서는 와이어들 중 오직 하나만이 도시됨)의 웹이 잉곳(102)을 슬라이싱할 때 3 개의 와이어 가이드들(106)을 둘러서 연속하는 경로를 따라서 이동한다. 도 2에 도시된 와이어들(104)의 개수는 명료성을 위해서 크게 줄어들었으며 그들 간의 간격은 마찬가지로 명료성을 위해서 크게 과장되었다. 와이어 가이드들(106) 중 하나 이상은 이 가이드들 및 이로써 와이어들(104)의 웹을 회전시키는 구동 소스에 연결될 수 있다.
- [0024] 예시적인 실시예에서, 와이어 소우(103)는 반도체 재료(예를 들어서, 실리콘) 또는 광전 재료(photovoltaic material)로 이루어진 잉곳들(102)을 슬라이싱하는데 사용된다. 와이어 소우(103)는 또한 다른 재료들로 된 잉곳들을 웨이퍼들로 슬라이싱하는데 사용될 수도 있다.
- [0025] 이 실시예에서, 와이어 가이드들(106)은 대향하는 단부들(108,110)을 가지며, 이 단부들 각각은 베어링(114)에 의해서 와이어 소우(103)의 프레임(112)(오직 일부분이 도 2에서 도시됨)에 연결된다. 각 베어링(114)(오직 하나만이 명료성을 위해서 도면들에서 도시됨)은 와이어 가이드(106)의 각각의 단부(108)에 연결된 회전형 레이스(rotating race)(116) 및 프레임(112)에 연결된 정지형 레이스(stationary race)(118)를 갖는다. 회전형 레이스(116)는 도 3에서 최상으로 도시된다. 그의 명칭이 암시하는 바와 같이, 회전형 레이스(116)는 이 레이스가 연결된 와이어 가이드(106)가 회전함에 따라서 회전한다. 마찬가지로, 정지형 레이스(118)는 회전형 레이스(116) 및 와이어 가이드(106)이 회전할 때에 인지할 수 있게 이동하지 않는다. 예시적인 실시예에서, 베어링(114)은 통상적인 볼 베어링이지만, 다른 실시예들에서, 베어링들은 임의의 다른 적합한 타입의 베어링(예를 들어서, 롤러 베어링)일 수 있다. 온도-제어 유체("유체"로서 상호교환가능하게 지칭됨)는 각 와이어 가이드(106)를 지지하는 베어링들(114)과 열적으로 연통함으로써, 베어링의 적어도 일부 또는 베어링과 접촉하는 구조체와 접촉하도록 한다.
- [0026] 예시적인 실시예에서, 각 정지형 레이스(118)는 열 교환기(124)로부터 새로운 유체를 수용하기 위한 유입구(120) 및 이 레이스로부터 열 교환기로 유체를 배출하기 위한 유출구(122)를 포함한다. 마찬가지로, 각 회전형 레이스(116)는 열 교환기(124)로부터 새로운 유체를 수용하기 위한 유입구(126) 및 이 레이스로부터 열 교환기로 유체를 배출하기 위한 유출구(128)를 포함한다. 유입구들(120,126) 및 유출구들(122,128)은 파이프들, 호스들, 또는 다른 적합한 구조체들(미도시)을 사용하여 열 교환기(124)에 연결된다. 베어링(114)을 위한 오직 하나의 유입구들(120,126) 및 유출구들(122,128)세트가 명료성을 위해서 도면들에서 도시되었다. 다른 베어링들은 동일한 또는 유사한 구성 및/또는 개수의 유입구들 및 유출구들을 가짐이 이해되어야 한다. 예시적인 실시예들에서, 시스템(100)의 좌측 상의 베어링들(114)만이 이동가능하며 우측 상의 베어링들은 이동가능하지 않다. 따라서, 예시적인 실시예에서 시스템(100)의 좌측 상의 베어링들(114)이 오직 상당한 변위를 받는 것들이며 오직 이들의 변위만이 조절될 수 있다. 다른 실시예들에서는, 이는 그러하지 않으며 시스템(100)의 양측 상의 베어링들(114)이 이동가능하고/하거나 그들의 변위가 조절될 수 있다. 또한, 몇몇 실시예들에서, 이동불가능한(즉, 고정된)베어링들은 와이어 소우의 사용 동안에 어느 정도의 변위를 받을 수 있으며 이로써 그들의 위치가 본 명세서에서 기술되는 방법들 및 시스템들과 동일하거나 유사한 시스템들 및 방법들을 사용하여 제어될 수 있다.
- [0027] 또한, 예시적인 실시예에서, 단일 열 교환기(124)(넓게는 "제어 시스템")가 유체의 온도를 제어하는데 사용되지만, 다른 실시예들에서는, 다수의 열 교환기가 대신에 사용될 수 있다. 예를 들어, 단일 열 교환기가 모든 베어링들(114)의 회전형 레이스들(116)과 접촉하는 유체의 온도를 제어하는데 사용되며, 다른 열 교환기가 정지형 레이스들(118)과 접촉하는 유체의 온도들을 제어하는데 사용될 수 있다. 열 교환기(124)는 임의의 적합한 타입의 것이며 유체를 냉각 및/또는 가열하도록 동작가능하다. 유체의 온도를 제어함으로써, 열 교환기는 유체와 열적으로 연통하는 베어링들(114)의 온도를 제어하도록 동작가능하다.
- [0028] 변위 센서(130)(넓게는, "센서")가 회전형 레이스(116)의 이동 및/또는 축방향 변위를 측정하기 위해서 회전형 레이스(116)에 인접 배치된다. 마찬가지로, 다른 변위 센서(132)가 정지형 레이스(118)의 변위를 측정하기 위해서 정지형 레이스(118)에 인접 배치될 수 있다. 다른 실시예들에서, 이러한 센서들(130,132) 중 하나는 생략될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 이러한 센서들(130,132)은 각각의 레이스들(116,118)의 축방향 변위를 측정하고 비접촉 센서들이다. 다른 실시예들에서, 이러한 센서들(130,132)은 베어링들(114)의 상이한 타입의 이동을 측정하도록 상이하게 구성 및/또는 위치할 수 있다. 이 센서들(130,132)은 임의의 적합한 통신 시스템(예를 들어서, 무선 및/또는 유선 네트워크)에 의해서 프로세서(140)(이하에서 보다 상세하게 논의됨)에 통신가능하게

연결된다.

- [0029] 각 센서(130,132) 중 오직 하나만이 명료성을 위해서 도면들에서 도시되지만, 유체와 열적으로 연통하는 각 베어링(114)의 각 레이스가 예시적인 실시예에서 이러한 센서들을 갖는다. 다른 실시예들에서, 센서들(130,132)은 각각의 베어링들 또는 이들의 일부분의 변위를 측정하도록 상이한 베어링들(114) 또는 이들의 일부분들에 인접 위치할 수 있다.
- [0030] 온도 센서들이 유체의 온도를 측정하기 위해서 유체와 열적으로 연통하게 배치된다. 예시적인 실시예에서, 온도 센서(134)가 회전형 레이스(116)에 인접 배치되고 온도 센서(136)가 정지형 레이스(118)에 인접 배치된다. 따라서, 온도 센서들(134,136)은 유체와 열적으로 연통하게 각 레이스에 인접 위치하며 유체는 이로써 각각의 레이스들과도 열적으로 연통한다. 이러한 위치들에서 유체는 각각의 레이스들(116,118)에 열적으로 연통하기 때문에, 유체의 온도는 레이스들의 온도를 나타낸다. 예시적인 실시예에서, 각각의 레이스들(116,118)에 인접하는 유체의 온도는 이 레이스의 온도와 대체적으로 동일함이 가정된다. 다른 실시예들에서, 이는 그러하지 않을 수 있으며 레이스들(116,118)에 인접하는 유체의 온도는 레이스의 온도와 상이할 수 있다. 온도 센서들(134,136)도 임의의 적합한 통신 시스템(예를 들어서, 무선 및/또는 유선 네트워크)에 의해서 프로세서(140)(이하에서 보다 상세하게 논의됨)에 통신가능하게 연결된다.
- [0031] 도 2 및 도 3에서 개략적으로 도시되며 전반적으로 참조부호(140)로 표시되는 프로세서가 온도 센서들(134,136), 변위 센서들(130,132) 및 열 교환기(124)에 통신가능하게 연결된다. 전반적으로 이하에서 보다 상세하게 논의되는 바와 같이, 프로세서(140)는 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 원하는 웨이퍼 나노토폴로지 프로파일 또는 형상을 식별하는 사용자로부터의 입력을 수신하도록 구성된다. 이러한 입력 및 유체의 측정된 온도에 기초하여, 프로세서(140)는 유체의 온도를 제어(즉, 조절, 변경 또는 변화)하도록 하는 인스트럭션들을 열 교환기(124)에 전송한다. 이로써, 유체의 온도 조절은 이 유체와 접촉하는 베어링들(114)의 일부분의 온도를 제어하고 이로써 베어링의 다른 부분들의 온도를 제어할 수 있다. 이러한 베어링(114)의 온도 변화는 베어링들의 변위 및 와이어 가이드들(106) 및 와이어들(104)의 변위를 변화시킨다. 와이어 가이드들(106) 및 와이어들(104)의 변위를 제어하는 것은 웨이퍼들의 표면들의 형상을 제어하고 이로써 웨이퍼들의 표면들의 형상 제어는 표면들의 나노토폴로지를 제어한다.
- [0032] 프로세서(140) 및 시스템(100)의 동작이 이제 보다 세부적으로 기술된다. 입력 디바이스(160)(도 2 및 도 3에서는 개략적으로 도시됨)가 프로세서(140)와 통신가능하게 연결되며 사용자로부터 원하는 웨이퍼 나노토폴로지 또는 웨이퍼 형상을 식별하는 입력을 수신하는데 사용될 수 있다. 다른 실시예들에서, 프로세서(140)는 이러한 입력을 프로세서에 통신가능하게 연결된 다른 컴퓨터 시스템으로부터 수신할 수 있다.
- [0033] 일단 이 입력이 프로세서(140)에 의해서 수신되면, 프로세서는 메모리(150)로부터의 입력과 연관된 레시피를 검색한다. 메모리는 이하에서 보다 상세하게 기술된다. 레시피는 레시피와 연관된 온도-제어 유체 및/또는 베어링들(114)의 온도 설정 포인트(즉, 원하는 온도)를 특정한다. 레시피는 또한 베어링들 및/또는 유체의 온도 설정 포인트들에 추가하여서 또는 이를 대체하여서 베어링들의 변위 측정치를 포함할 수도 있다. 와이어 소우(103)에 의해서 잉곳(102)을 절삭하는 동안에 레시피 내에 포함된 온도 및/또는 변위 측정치들을 따르면 일반적으로 상기 입력과 동일하거나 유사한 특성들을 갖는 웨이퍼들이 양산될 수 있다. 이 레시피는 "온도 프로파일", "변위 프로파일" 및/또는 "온도 변위 프로파일"로서 상호교환가능하게 지칭될 수 있다.
- [0034] 레시피들은 다양한 상이한 방법들에 따라서 생성될 수 있다. 각 레시피의 특정 온도들 및/또는 변위들은 베어링들(114)의 재료 특성들(즉, 베어링의 재료들의 열팽창 계수(들))에 기초하여 경험적으로 결정되거나 또는 실험적으로 (즉, 선행하는 슬라이싱 동작들 동안에) 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 레시피들은 잉곳(102) 슬라이싱 동안에 베어링들(114)의 변위 및/또는 유체 및 베어링의 온도를 측정하고 이 측정치들을 메모리(150)에 저장함으로써 실험적으로 생성된다. 웨이퍼들 중 적어도 하나의 표면이 이어서 측정되고 이 웨이퍼의 형상 및/또는 나노토폴로지의 특성들이 메모리(150)에 저장된다. 온도 측정치들 및/또는 변위 측정치들과 함께, 웨이퍼의 이러한 특성들이 레시피를 형성한다. 이하에서 기술되는 바와 같이, 이 프로세스는 또한 레시피들을 주기적으로 업데이트하는데 사용될 수도 있다.
- [0035] 상술한 바와 같이, 예시적인 실시예에서, 베어링들(114)의 온도는 이 베어링들과 열적으로 연통하는 온도 제어 유체의 온도와 대체적으로 등가적이다. 시스템에 의해서 이러한 레시피를 사용하면 소우(103)에 의해서 슬라이싱된 웨이퍼들이 입력의 원하는 토폴로지 및/또는 형상을 갖게 될 수 있도록, 레시피들은 이러한 입력과 연관된다. 이 레시피들은 프로세서(140)와 통신가능하게 연결되는 메모리(150)에 저장된다. 이 메모리(150)는 유형의 저장 장치들(예를 들어서, 하드 디스크 드라이브, 플래시 메모리, 광학적 드라이브 등)을 포함하는 임의의

적합한 형태의 컴퓨터 판독가능한 매체이다.

- [0036] 유체의 이러한 온도들은 소우(103)에 의해서 슬라이딩된 웨이퍼들이 원하는 토폴로지 및/또는 형상을 갖게 될 수 있게 베어링들(114)의 위치를 변화시킬 수 있다. 예시적인 실시예에서, 프로세서(140)는 메모리(150)로부터 온도 설정 포인트들을 검색한다.
- [0037] 동작 시에, 소우(103)가 잉곳(102)을 슬라이딩하기 시작하며 프로세서(140)는 유체의 측정된 온도 및 온도 설정 포인트에 기초하여 유체의 온도를 조절하게 하는 인스트럭션들을 열 교환기(124)에 전송한다. 일단 유체의 온도가 온도 설정 포인트와 동일하면, 프로세서(140)는 유체의 온도 조절을 중지하라는 인스트럭션들을 열 교환기(124)에 전송한다. 프로세서(140)는 온도 센서(134, 136)로부터 수신된 온도 측정치를 계속해서 모니터링할 수 있다. 프로세서(140)는 유체의 온도가 편차(예를 들어서, 약 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$)보다 큰 양만큼 상기 온도 설정 포인트로부터 벗어나면 유체의 온도를 다시 조절하라는 인스트럭션들을 열 교환기(124)에 전송한다.
- [0038] 다른 실시예들에서, 베어링들의 온도를 제어하기 위해서 유체의 온도를 조절하기 보다는, 유체의 플로우 레이트가 조절되어서 베어링들의 온도를 조절한다. 유체 온도가 측정되지 않고 대신에 베어링들(114)의 온도가 온도 센서들(134, 136)에 의해서 측정된다. 온도 센서들(134, 136)은 베어링들(114)의 온도를 측정할 수 있도록 위치한다(즉, 이 센서들은 베어링들의 일부분에 접촉한다). 이러한 실시예들에서, 레시피는 유체의 온도 설정 포인트보다는 베어링들의 온도 설정 포인트들을 기술하는 온도 프로파일을 포함한다. 이 레시피는 본 명세서에서 기술되는 방법들과 동일하거나 유사한 방법들에 따라서 생성 및 업데이트될 수 있다.
- [0039] 이 실시예들에서는 밸브(170)(넓게는, "제어 시스템")가 유체의 플로우 레이트를 제어(조절 또는 변경 또는 변화)하여서 베어링들(114)의 온도를 제어하도록 제공된다. 밸브(170)는 파이프들, 호스들 또는 다른 적합한 구조체들을 통해서 유입구들(120, 126) 및/또는 유출구들(122, 128)과 유체연통한다. 다수의 밸브들(170)이 몇몇 실시예들에서 사용되어서 유체의 플로우 레이트를 제어할 수 있다. 또한, 밸브(170)는 프로세서(140)에 통신가능하게 연결되고 액추에이터 또는 다른 적합한 장치에 의해서 작동될 수 있다. 몇몇 실시예들에 따라서, 밸브(170)는 비례 제어 밸브(proportional control valve)이지만, 다른 실시예들에서는 밸브는 임의의 적합한 밸브(예를 들어서, 볼 밸브 또는 게이트 밸브)이다. 다른 실시예들에서, 가변 플로우 레이트 펌프가 유체의 플로우 레이트를 제어하기 위해서 밸브 대신에 또는 밸브와 함께 사용될 수 있다.
- [0040] 유체의 플로우 레이트가 밸브(170)에 의해서(예를 들어서, 이 밸브를 더 많이 개방시킴으로써)증가되는 경우에, 유체는 베어링(114)으로부터의 보다 많은 열이 외부로 전달되게 할 수 있다. 이로써, 유체는 베어링(114)을 냉각시키고 온도를 낮출 수 있다. 유체의 플로우 레이트가 밸브(170)에 의해서(예를 들어서, 이 밸브를 더 많이 폐쇄시킴으로써) 감소되는 경우에는 반대되는 효과가 발생된다. 즉, 유체의 플로우가 감소하면 유체는 베어링(114)으로부터의 보다 많은 열이 외부로 전달되게 할 수 없다. 유체의 플로우 레이트에 의존하는 베어링(114)의 온도는 이에 따라서 신속하게 증가하지 않고 그대로 유지되거나 증가할 수 있다.
- [0041] 유체의 플로우 레이트 변화로부터 기인되는 이러한 베어링(114)온도 변화는 베어링의 변위에 변화를 주며 와이어 가이드들(106) 및 와이어들(104)의 변위에 변화를 준다. 가이드들(106) 및 와이어들(104)의 변위를 제어하는 것은 웨이퍼들의 표면들의 형상을 제어하며, 이로써 표면들의 나노토폴로지를 제어한다.
- [0042] 이로써, 이러한 실시예에서는 유체의 온도를 제어하기 위해서 열 교환기가 사용되지 않는다. 유체는 베어링들(114)과 접촉하여서 순환되기 이전에 저장부 또는 다른 소스로부터 획득되는 상대적으로 일정한 온도(예를 들어서, 약 5°C 내지 약 10°C 의 온도)의 냉각된 플랜트 워터(plant water)일 수 있다. 베어링과 접촉한 후에, 이 유체는 저장부로 다시 돌아간다.
- [0043] 다른 실시예들에서, 베어링(114)의 온도 및 변위는 유체의 온도를 조절하는 것과 함께 유체의 플로우 레이트를 조절함으로써 제어된다. 온도 센서들(134, 136)이 사용되어서 유체 및/또는 베어링(114)의 온도를 측정할 수 있다. 상술한 바와 같은 밸브 및/또는 가변 플로우 레이트 펌프가 사용되어서 유체의 플로우 레이트를 조절하여서 베어링(114)의 온도를 제어할 수 있다. 상술한 바와 같은 열 교환기(124)가 사용되어서 유체의 온도를 제어할 수 있다. 이러한 실시예들에서, 레시피들은 유체의 온도 설정 포인트 이외에 베어링의 온도 설정 포인트를 포함한다.
- [0044] 몇몇 실시예들에 따라서, 온도 설정 포인트들은 또한 베어링(114)의 정지형 레이스(118) 및/또는 회전형 레이스(116)의 측정된 변위에 기초하여 결정된다. 예를 들어서, 베어링(114)의 측정된 변위가 레시피에 의해서 특정된 변위들의 범위 내에 있으면, 이 베어링과 열적으로 연통하는 유체의 온도 및/또는 유체의 플로우 레이트가 변화되지 않도록 온도 설정 포인트가 조절될 수 있다. 이로써, 베어링(114)의 측정된 변위는 프로세서에게 온

도 설정 포인트를 조절하기 위한 피드백 역할을 한다.

- [0045] 몇몇 실시예들에서, 슬라이싱 동작 후에 잉곳으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 표면들을 측정함으로써 레시피들이 업데이트된다. 예를 들어, 웨이퍼들의 표면이 측정되어서 사용자에게 의해서 입력된 원하는 웨이퍼 형상 및/또는 나노토폴로지 프로파일과 비교된다. 표면의 측정치들이 사용자가 입력한 것들과 상이하면, 레시피가 업데이트될 수 있다. 이러한 업데이트는 레시피 내에 포함되는 유체의 온도 설정 포인트 및/또는 유체의 플로우 레이트를 조절하는 동작을 포함한다. 이 업데이트는 또한 베어링(114)의 일부분들의 원하는 변위들의 조절을 포함한다.
- [0046] 다른 실시예들에서, 베어링들(114)의 변위들은 잉곳(102)의 슬라이싱 동안에 설정된 인터벌들에서 변위 센서들(130, 132)에 의해서 측정된다. 이어서, 변위 측정치들이 프로세서(140)에 의해서 수신된다. 수신된 측정치에 응답하여서, 프로세서(140)는 베어링들(114)의 변위를 줄이거나 제거하여서 이러한 변위들이 웨이퍼들에 미치는 부정적 영향들을 제거하는데 필요한 베어링들의 온도 설정 포인트를 결정한다.
- [0047] 이어서, 프로세서(140)는 베어링들(114)의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초하여 유체의 온도를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 열 교환기(124)에 전송한다. 밸브(170)를 사용하는 실시예들에서, 프로세서(140)는 또한 유체를 플로우 레이트를 제어하도록 하는 인스트럭션들을 밸브에 전송한다. 밸브(170)로의 인스트럭션들은 또한 베어링(114)의 측정된 변위에 적어도 부분적으로 기초한다. 열 교환기(124) 및 밸브(170) 모두를 제어하는 동작으로 인해서 베어링들(114)의 온도가 제어되며 이로써 베어링들의 변위가 제어된다. 또한, 프로세서(140)에 의해서 생성된 인스트럭션들은 또한 메모리(150) 내에 저장된 하나 이상의 레시피에 적어도 부분적으로 기초할 수도 있다.
- [0048] 일 실례에서, 프로세서(140)는 베어링들(114) 또는 이들의 일부분들의 측정된 변위에 기초하여 온도 설정 포인트를 결정할 수 있다. 이어서, 프로세서는 베어링들(114) 또는 이들의 일부분들의 측정된 변위에 기초하여 유체를 냉각하도록 하는 인스트럭션들을 열 교환기(124)에 전송한다. 유체 온도 감소는 베어링들(114)의 온도를 낮추며 이는 베어링들의 변위를 제거 또는 줄인다. 또한, 온도 센서들(134, 136)이 유체 및/또는 베어링(114)의 온도를 측정하는데 사용될 수 있으며 이러한 온도 측정치들을 프로세서(140)에 전송한다. 이러한 온도 측정치들은 프로세서(140)에 대해서 피드백으로서 기능한다.
- [0049] 또 다른 실시예들에서, 잉곳(102)의 슬라이싱 동안에, 오직 유체의 온도만이 제어되고 베어링(114)의 변위는 측정되지 않는다. 이러한 실시예들에서, 열 교환기(124)는 온도 설정 포인트에 따라서 베어링들(114)의 온도를 제어하도록 유체의 온도를 제어한다. 이 온도 설정 포인트는 상술한 바와 같이 레시피로부터 검색될 수 있다. 이와 달리, 온도 설정 포인트는 사용자 또는 다른 컴퓨터 시스템으로부터 시스템(100)으로의 입력으로서 수신될 수 있다. 시스템(100)은 몇몇 실시예들에서 각각의 센서들(134, 136)을 사용하여 유체의 온도를 측정하고 이 측정치를 피드백으로서 사용하여 열 교환기(124)를 제어할 수도 있다.
- [0050] 또 다른 실시예들에서, 잉곳(102) 슬라이싱 동안에, 오직 유체의 플로우 레이트만이 제어되고 베어링들(114)의 변위는 측정되지 않는다. 이러한 실시예들에서, 밸브(170)는 온도 설정 포인트에 따라서 베어링들(114)의 온도를 제어하도록 유체의 플로우 레이트를 제어한다. 이 온도 설정 포인트는 상술한 바와 같이 레시피로부터 검색될 수 있다. 이와 달리, 온도 설정 포인트는 사용자 또는 다른 컴퓨터 시스템으로부터 시스템(100)으로의 입력으로서 수신될 수 있다. 시스템(100)은 몇몇 실시예들에서 각각의 센서들(134, 136)을 사용하여 베어링들(114)의 온도를 측정하고 이 측정치를 피드백으로서 사용하여 밸브(170)를 제어할 수도 있다.
- [0051] 본 명세서에서 기술된 시스템들 및 방법들은 와이어 소우 머신(103)에서 절삭된 웨이퍼들의 나노토폴로지 및 형상을 제어한다. 종래 시스템들에서는, 때로 베어링들(114) 또는 이들의 일부분들이 잉곳(102) 슬라이싱 동안에 변위 또는 움직임을 받게 된다고 결정되었다. 그래프 1은 베어링들(114)의 이러한 변하는 변위들을 예시하는 실험적 데이터를 나타낸다. 도 4의 그래프에서 도시된 바와 같이, 정지형 레이스들(118)의 변위는 와이어 소우(103)에 의한 잉곳(102) 슬라이싱 동안에 상대적으로 일정하게 유지될 수 있다. 그러나, 회전형 레이스들(116)의 변위는 확연히 명백하다. 따라서, 예시적인 실시예에서 시스템(100)은 회전형 레이스(116)의 변위를 제어하는 것과 관련된다. 다른 실시예들에서, 정지형 레이스(118)의 변위가 회전형 레이스(116)의 변위와 함께 또는 대신에 제어될 수 있다.
- [0052] 이러한 베어링(114) 변위는 와이어 소우(103)의 와이어 가이드들(106) 및 와이어들(104)의 변위를 유발한다. 이어서, 와이어 가이드들(106) 및 와이어들(104)의 변위는 잉곳(102)으로부터 슬라이싱되는 웨이퍼들의 형상 및/또는 나노토폴로지에서의 디펙트를 초래한다. 진입 흔적 및 진출 흔적은 그러한 디펙트의 유형이다. 베어링

(114) 변위는 베어링의 온도 변화 및 이로써 베어링과 열적으로 연통하는 유체의 온도 변화에 의해서 유발된다고 사료된다. 도 5의 그래프는 베어링들의 온도와 이들의 변위 간의 이러한 상관성을 예시하는 실험적 데이터를 도시한다. 도 6의 그래프는 베어링들의 변위와 웨이퍼 형상 간의 상관성을 예시하는 실험적 데이터를 도시한다. 특히, 가장 위쪽의 데이터 세트는 베어링의 평균 변위값을 나타내는 반면에, 중간 데이터 세트(6 개의 웨이퍼들에 대한 일련의 데이터를 포함함)는 웨이퍼들에서 취해진 휨 측정치들(warp measurements)을 나타낸다. 가장 아래쪽의 데이터(동일한 6 개의 웨이퍼들에 대한 일련의 데이터를 포함함)는 웨이퍼들의 WI 측정치들을 나타낸다. WI는 웨이퍼가 폴리싱된 후에 웨이퍼의 나노토폴러지의 예측치인 휨 측정치들의 수학적 변환이다. "FB" 및 "MB"는 와이어 소우(103)에 대한 웨이퍼들의 위치들을 특정한다.

[0053] 베어링들(114)과 접촉하는 유체의 온도를 제어함으로써, 본 명세서에서 기술되는 시스템들 및 방법들은 베어링들의 온도를 제어할 수 있다. 또한, 유체의 흐름을 제어하는 것이 베어링들의 온도를 제어하기 위해서 유체 온도를 제어하는 것 대신에 또는 이와 더불어서 사용될 수도 있다. 베어링들(114)의 온도를 제어하는 것은 베어링들의 변위를 제어할 수 있다. 따라서, 베어링들(114)의 변위는 베어링들의 온도를 제어함으로써 최소화 또는 제거될 수 있다. 이렇게 함으로써, 와이어 가이드들(106) 및 와이어들(104)의 변위도 역시 최소화 또는 제거될 수 있다. 이로써, 웨이퍼들의 형상 및/또는 웨이퍼들의 나노토폴러지에서의 디펙트들(예를 들어서, 진입 흔적 또는 진출 흔적)이 제거 또는 줄어들 수 있다. 이러한 디펙트 감소는 웨이퍼 제조 프로세스 수율을 증가시킨다. 또한, 후속 프로세싱 동작들(예를 들어서, 이중-측면 연마)의 시간이 줄어들거나 제거될 수 있으며 이로써 웨이퍼 제조 비용 및 시간이 절감된다.

[0054] 본 시스템들 및 방법들은 또한 사용자가 다른 디펙트들(예를 들어서, 진입 흔적 또는 진출 흔적)을 저장 또는 제거하는 것과 더불어서 또는 이 대신에 웨이퍼들의 형상 및/또는 나노토폴러지를 제어할 수 있게 한다. 따라서, 사용자는 잉곳(102)으로부터 슬라이싱된 웨이퍼들의 원하는 형상 및/또는 나노토폴러지를 입력할 수 있다. 사용자들은 다양한 이유로 상이한 형상 및/또는 나노토폴러지를 갖는 웨이퍼들을 소망할 수 있다.

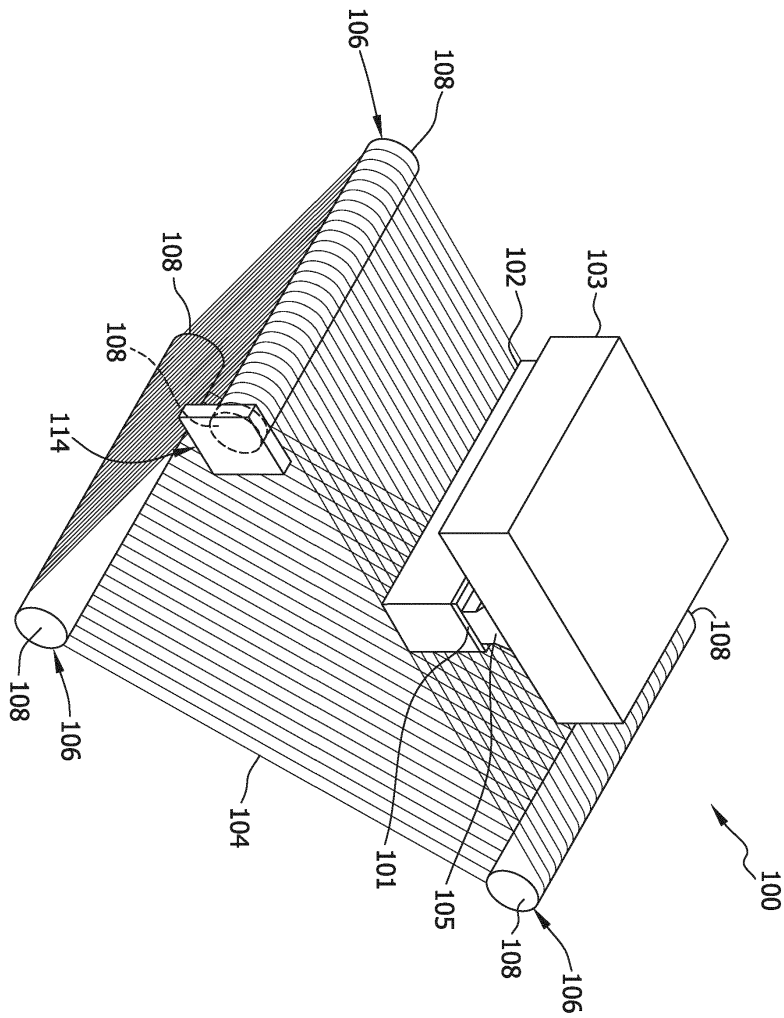
[0055] 예를 들어, 에피-증착 프로세스를 받는 웨이퍼들은 이 프로세스에 의해서 어느 정도 보잉(bowing)되거나 휘어질 수 있다(warped). 이러한 경우들에서, 웨이퍼들의 형상은 웨이퍼들이 에피-증착 프로세스에 의해서 초래되는 휨 또는 보우(bow)에 반대되는 휨 또는 보우를 갖도록 잉곳(102) 슬라이싱 동안에 상술한 시스템(100)에 의해서 제어될 수 있다. 예를 들어서, 나중에 수행되는 에피-증착 프로세스는 웨이퍼를 볼록 방향으로 보잉하는 경향이 있으면, 웨이퍼들의 형상은 웨이퍼들이 슬라이싱된 후에 오목형을 갖게 본 시스템에 의해서 제어될 수 있다. 따라서, 일단 웨이퍼들이 나중에 에피-증착 프로세스를 적용받으면, 웨이퍼들의 오목 형상이 웨이퍼를 볼록 형상으로 휘게 하는 이 프로세스의 경향성을 상쇄시킨다. 이로써, 웨이퍼들은 에피-증착 프로세스가 완료된 후에 실질적으로 평탄한 형상을 가질 것이다.

[0056] 본 개시의 요소들 또는 본 개시의 실시예들의 요소들을 도입할 때에, 해당 요소들의 복수형, 단수형, 및 "상기"라는 표현은 해당 요소들이 하나 이상이 존재함을 의미하고자 한 것이다. 용어들 "포함한다" 및 "갖는다"는 열거된 요소들 이외의 추가 요소들의 존재를 배제하지 않는다.

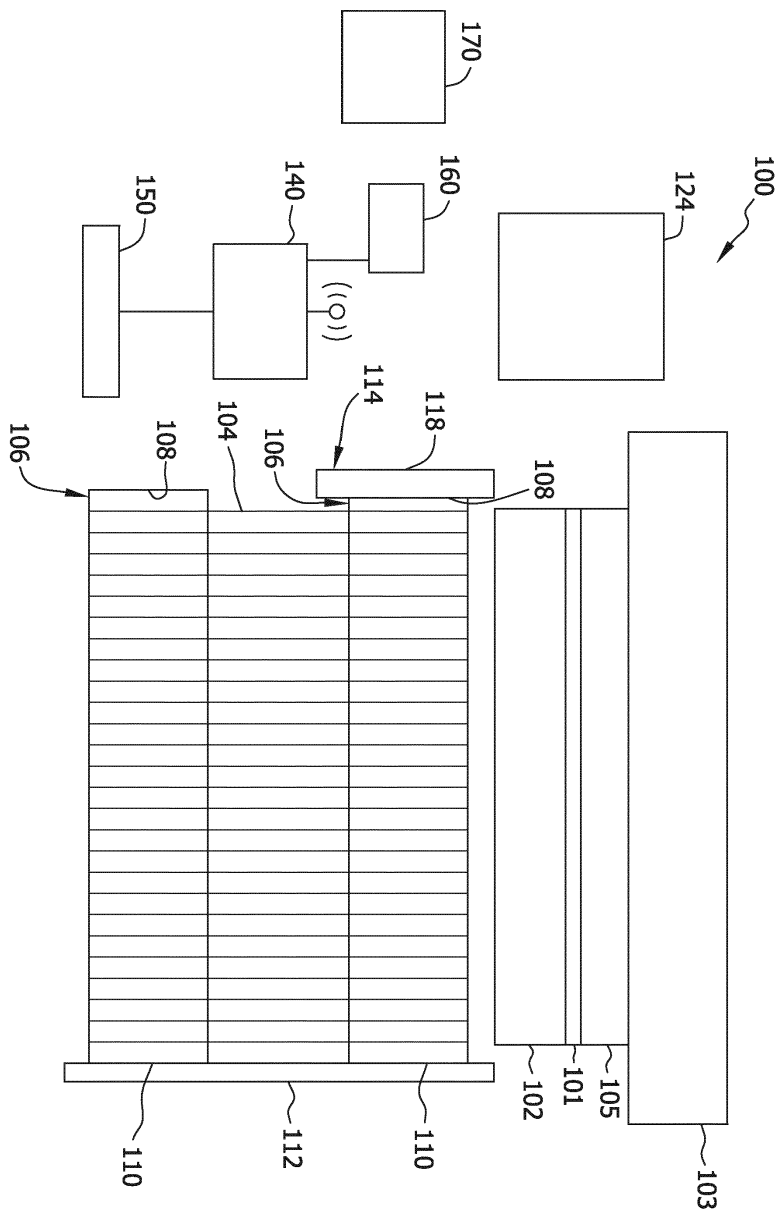
[0057] 다양한 변경사항들이 본 개시의 범위 내에서 상술한 것에서 가능하므로, 상술한 설명에서 포함되고 첨부 도면들에서 도시된 모든 사항들은 한정적이지 아니라 예시적으로 해석되어야 한다.

도면

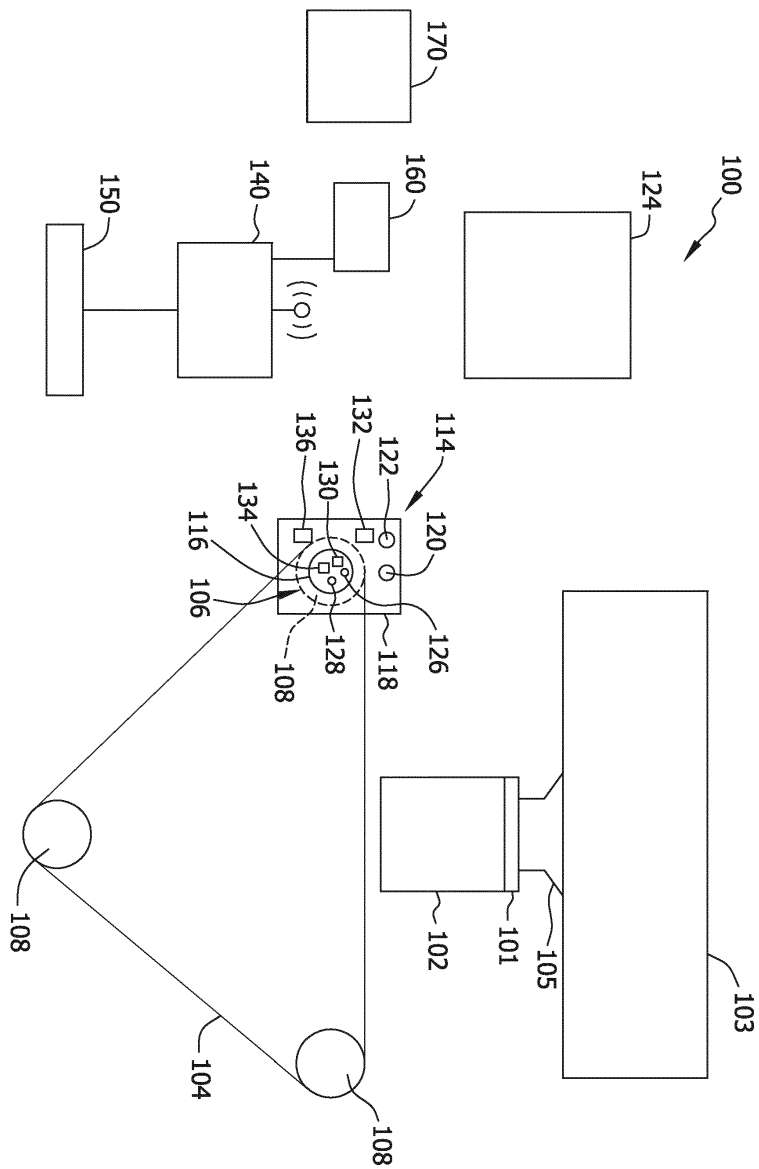
도면1



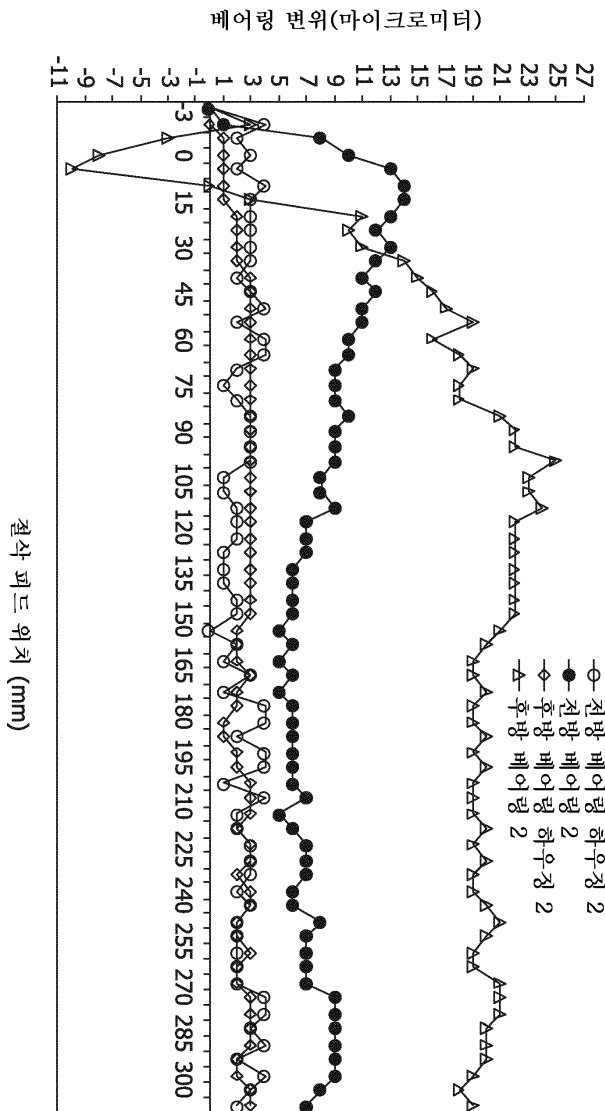
도면2



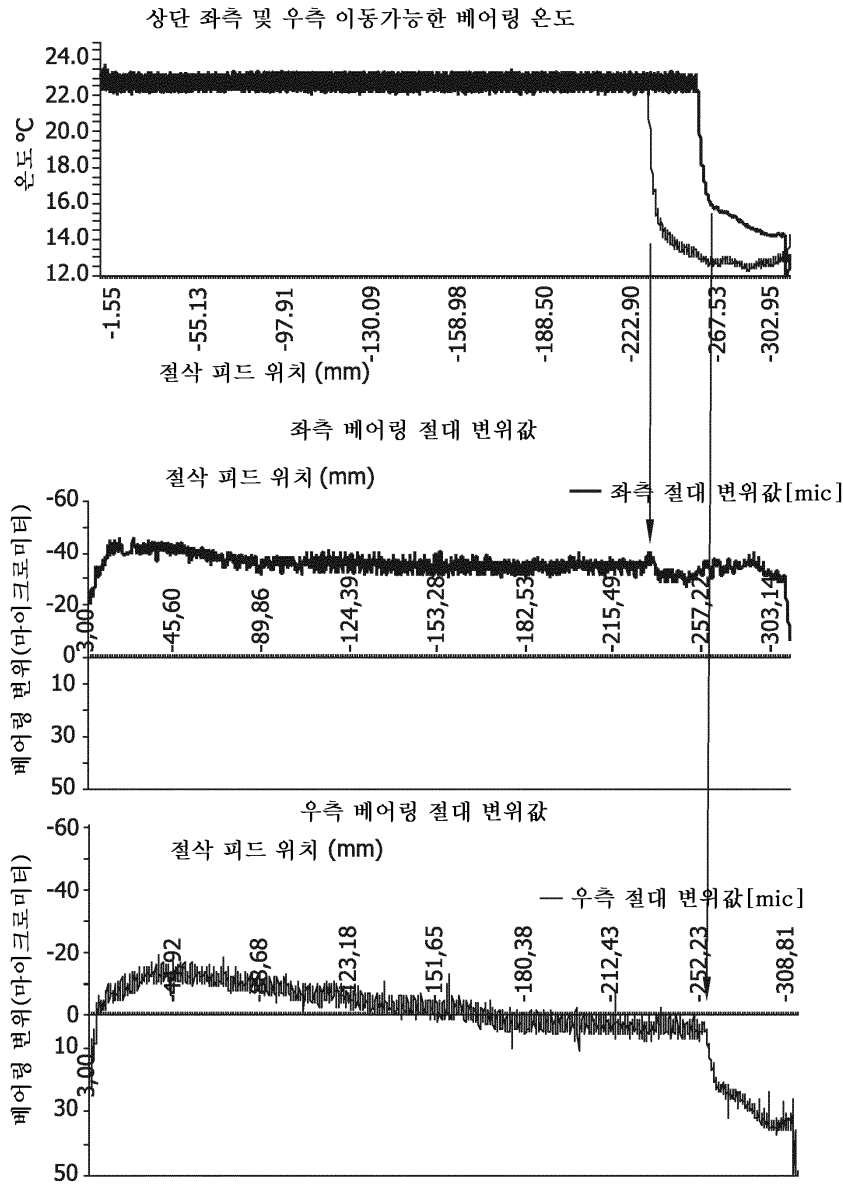
도면3



도면4



도면5



도면6

