(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월10일
(11) 등록번호 10-0812469
(24) 등록일자 2008년03월04일

(51) Int. Cl.
H01L 21/205 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2003-7010387
(22) 출원일자 2003년08월06일
심사청구일자 2006년08월14일
번역문제출일자 2003년08월06일
(65) 공개번호 10-2003-0076659
(43) 공개일자 2003년09월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2001/026067
국제출원일자 2001년08월21일
(87) 국제공개번호 WO 2002/63074
국제공개일자 2002년08월15일
(30) 우선권주장
09/778,265 2001년02월07일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US 6,113,705 A
US 5,226,383 A
전체 청구항 수 : 총 37 항

(73) 특허권자
비코 인스트루먼츠 인코포레이티드
미국 뉴욕 11797-2902 우드버리 슈트 비 서니사이드 블러바드 100
(72) 발명자
보구슬라브스키바딤
미국뉴저지주08540프린스톤라이더테라스26
구라리알렉산더
미국뉴저지주08807브릿지워터튤로팜로드1068
(74) 대리인
김태홍

심사관 : 오창석

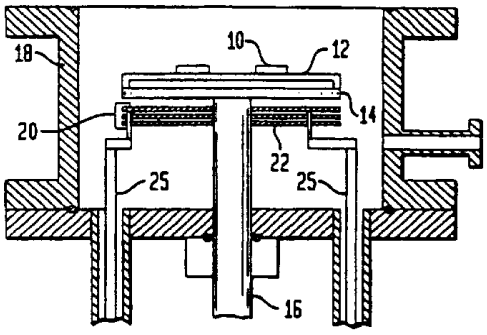
(54) 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치

(57) 요 약

본 발명에는 고형 기판 상에 CVD 반응 장치와 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 관련 방법이 개시되어 있다. 본 발명의 반응 장치에서, 웨이퍼 캐리어(110)는 로딩 위치(L)와 증착 위치(D) 사이에서 이송된다. 증착 위치에서, 웨이퍼 캐리어는 중간 서셉터 없이 회전 가능한 스핀들(120)의 상단부 상에 분리 가능하게 장착된다. 본 발명의 반응 장치는 단일 웨이퍼 또는 복수 개의 웨이퍼를 동시에 처리할 수 있다. 본 발명에는 또한 본 발명의 여러 실시예 및 변형예가 개시되어 있다. 본 발명의 변형예 중 하나는 스핀들(500)을 통해 웨이퍼 지지 조립체로부터의 열 배출을 감소시키고 이를 위한 신규한 가열 구성을 제공한다. 본 발명의 이점으로는 낮은 반응 장치 사이클, 구성 요소 부품들의 저비용 및 긴 수명, 보다 양호한 온도 조절 등이 있다.

대표도 - 도1

(종래기술)



특허청구의 범위

청구항 1

화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치로서,

반응 챔버와,

상기 반응 챔버 내에 상단부가 배치되는 회전 가능한 스핀들과,

상기 하나 이상의 웨이퍼를 지지하고 이송하는 웨이퍼 캐리어로서, 상기 스핀들의 상단부 상의 중앙에 분리 가능하게 장착되고 적어도 증착 과정 중에 스핀들의 상단부와 접촉 상태에 있으며, 상기 하나 이상의 웨이퍼를 로딩 또는 언로딩하도록 웨이퍼 캐리어를 이송하기 위해 상기 스핀들의 상단부로부터 쉽게 분리될 수 있는 웨이퍼 캐리어와,

상기 웨이퍼 캐리어의 가열을 위해 그 아래에 배치되는 복사 가열 요소

를 구비하는 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어는 상기 회전 가능한 스핀들의 상단부와 직접 접촉하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어는 상기 하나 이상의 웨이퍼를 복수 개 유지하는 복수 개의 캐비티가 형성되어 있는 상부면을 포함하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어를 스핀들 상에 분리 가능하게 장착되는 위치로부터 상기 하나 이상의 웨이퍼를 로딩 또는 언로딩하는 위치로 이송하는 기계적 수단을 더 구비하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어는 이 웨이퍼 캐리어의 상부면을 향하는 방향으로 웨이퍼 캐리어의 바닥면으로부터 오목부 종결 지점까지 상방으로 연장되는 중앙 오목부가 있는 바닥면을 포함하고, 상기 중앙 오목부의 오목부 종결 지점은 웨이퍼 캐리어의 상부면보다 높이가 낮게 배치되며,

상기 스핀들의 상단부는 상기 중앙 오목부 내로 삽입될 수 있어 상기 스핀들과 웨이퍼 캐리어 사이에 접촉점을 제공함으로써, 상기 웨이퍼 캐리어가 스핀들에 의해 지지될 수 있는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 스핀들과 웨이퍼 캐리어 사이의 접촉점은 상기 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에 배치됨으로써, 상기 웨이퍼 캐리어가 이 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에서 상기 스핀들에 의해 지지되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어의 형태는 거의 원형이고, 웨이퍼 캐리어의 상부면과 웨이퍼 캐리어의 바닥면은 서로 거의 평행한 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 스핀들은 회전 축선을 갖고 그 형태는 거의 원통형이며,

상기 웨이퍼 캐리어의 바닥면은 상기 스핀들의 회전 축선에 대해 거의 수직이고,

상기 스핀들의 상단부는 이 스핀들의 회전 축선에 대해 거의 수직인 거의 평탄한 상부면에서 종결되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 스핀들의 상단부는 이 스핀들의 상단부의 거의 평탄한 상부면으로부터 멀리 배치된 광폭부와, 상기 스핀들의 상단부의 거의 평탄한 상부면에 인접하게 배치되어 이 상부면에서 종결되는 협폭부를 포함하고,

상기 스핀들에는 이 스핀들의 상단부의 거의 평탄한 상부면으로부터 예정된 깊이에 배치된 캐비티 종결 지점까지 수직 하방으로 연장되는 캐비티가 있으며,

상기 웨이퍼 캐리어의 바닥면에 있는 중앙 오목부는 상기 오목부 종결 지점으로부터 멀리 배치된 광폭부와, 상기 오목부 종결 지점에 인접하게 배치된 협폭부를 포함함으로써,

상기 웨이퍼 캐리어와 스핀들 사이의 접촉점은 상기 웨이퍼 캐리어의 바닥면의 오목부 종결 지점에 인접하게 배치되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 스핀들은 예정된 직경을 갖고, 상기 스핀들의 캐비티의 형태는 거의 원통형이며, 상기 스핀들의 캐비티는 이 스핀들과 거의 동축에 있고,

상기 스핀들에 있는 캐비티의 예정된 깊이는 상기 스핀들의 예정된 직경의 약 3 내지 약 4배인 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 복사 가열 요소는 상기 회전 가능한 스핀들과 거의 동축을 이루는 제1 복사 가열 요소를 구비하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제1 복사 가열 요소는 상기 웨이퍼 캐리어의 바닥면에 인접한 상부면과, 내주부 및 외주부를 포함하고, 상기 내주부는 둥근 개구를 형성하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 복사 가열 요소와 거의 동축인 제2 복사 가열 요소를 더 구비하고, 상기 제2 복사 가열 요소는 외주부를 형성하며, 상기 제1 복사 가열 요소의 내주부의 반경은 제2 복사 가열 요소의 외주부의 반경보다 큰 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제2 복사 가열 요소 중 적어도 일부는 상기 제1 복사 가열 요소의 내주부에 의해 형성된 둥근 개구와 동일한 평면에 배치되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제2 복사 가열 요소는 상기 제1 복사 가열 요소의 상부면과 거의 동일한 높이에 배치된 상부면과, 상기 회전 가능한 스핀들의 캐비티 종결 지점과 거의 동일한 높이에 배치된 바닥면을 포함하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 복사 가열 차폐부를 더 구비하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 수직 장치.

청구항 17

화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치로서,

반응 챔버와,

회전 가능한 스핀들과,

상기 반응 챔버 내에 배치되어 상기 하나 이상의 웨이퍼를 가열하는 가열 수단과,

상기 하나 이상의 웨이퍼를 지지하여 이송하는 웨이퍼 캐리어로서, 화학 기상 증착을 수행하며 상기 웨이퍼 캐리어가 반응 챔버 내에서 회전 가능한 스핀들 상에 분리 가능하게 장착되어 스핀들과 함께 회전하는 증착 위치와, 상기 하나 이상의 웨이퍼를 로딩 및 언로딩하며 상기 웨이퍼 캐리어가 회전 가능한 스핀들 상에 장착되어 있지 않은 로딩 위치 사이에서 이송될 수 있는 웨이퍼 캐리어

를 구비하는 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 증착 위치에서 상기 웨이퍼 캐리어는 스핀들과 직접 접촉하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 증착 위치에서 상기 웨이퍼 캐리어는 스핀들에 의해서만 지지되는 것인 장치.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 증착 위치에서 상기 웨이퍼 캐리어는 상기 스핀들의 중심에 장착되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 증착 위치에서 상기 웨이퍼 캐리어는 마찰력에 의해 상기 스핀들 상에 유지되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어는 하나 이상의 웨이퍼를 유지하는 하나 이상의 캐비티가 있는 상부면과, 상기 웨이퍼 캐리어를 증착 위치에서 스핀들 상에 장착시키는 중앙 오목부가 있는 바닥면을 포함하며, 상기 스핀들은 반응 챔버 내에 배치되는 상단부를 갖고, 이 스핀들의 상단부는 웨이퍼 캐리어의 중앙 오목부 내에 삽입될 수 있는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어의 바닥면에 있는 중앙 오목부는 상기 웨이퍼 캐리어의 무게 중심보다는 높이가 높고 웨이퍼 캐리어의 상부면보다는 높이가 낮게 배치된 오목부 종결 지점까지 상기 바닥면으로부터 웨이퍼 캐리어의 상부면을 향해 상방으로 연장됨으로써, 상기 웨이퍼 캐리어가 이 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에서 스핀들에 의해 지지되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 24

제17항에 있어서, 상기 가열 수단은 하나 이상의 복사 가열 요소를 구비하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 25

제17항에 있어서, 상기 증착 위치에서 상기 웨이퍼 캐리어를 유지하는 별개의 유지 수단을 더 구비하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 유지 수단은 상기 스핀들의 상단부와 일체식인 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 27

제17항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어를 증착 위치와 로딩 위치 사이에서 이송하는 기계적 수단을 더 구비하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 28

제17항에 있어서, 상기 로딩 위치는 상기 반응 챔버의 외측에 배치되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 29

제17항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어는 복수 개의 웨이퍼를 지지하여 이송하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치.

청구항 30

상단부가 있는 회전 가능한 스핀들을 포함하는 반응 챔버 내에서 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법으로서,

상기 하나 이상의 웨이퍼를 유지하는 표면이 있는 웨이퍼 캐리어를 마련하는 단계와,

상기 웨이퍼 캐리어를 스핀들로부터 분리된 로딩 위치에 위치시킨 상태에서 상기 웨이퍼 캐리어의 표면 상에 하나 이상의 웨이퍼를 배치하는 단계와,

상기 웨이퍼 캐리어를 상기 스핀들을 향해 이송하는 단계와,

상기 웨이퍼 캐리어를 스핀들과 함께 회전하도록 스핀들의 상단부 상에 분리 가능하게 장착시키는 단계와,

상기 스핀들과 웨이퍼 캐리어를 회전시키는 동시에, 하나 이상의 반응물을 반응 챔버 내로 도입하고 상기 웨이퍼 캐리어를 가열시킴으로써, 에피택셜층을 상기 하나 이상의 웨이퍼 상에 성장시키는 단계

를 포함하는 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

청구항 31

제30항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어를 상기 스핀들의 상단부로부터 분리하여 하나 이상의 웨이퍼를 언로딩하는 단계를 더 포함하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

청구항 32

제30항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어를 분리 가능하게 장착시키는 단계는 상기 스핀들의 상단부 상에 웨이퍼 캐리어를 직접 장착시키는 단계를 포함하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

청구항 33

제30항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어를 분리 가능하게 장착시키는 단계는 상기 스핀들의 상단부의 중심에 웨이퍼 캐리어를 장착시키는 단계를 포함하는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

청구항 34

제33항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어는 이 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에서 스핀들의 상단부 상에 장착되는

것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

청구항 35

제30항에 있어서, 상기 로딩 위치는 반응 챔버의 외측에 있는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

청구항 36

제30항에 있어서, 상기 스핀들을 회전시키는 단계 중에, 상기 웨이퍼 캐리어는 마찰력에 의해 상기 스핀들의 상단부 상에 유지되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

청구항 37

제34항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어는 중앙 오목부를 포함함으로써, 상기 스핀들의 상단부가 상기 웨이퍼 캐리어의 중앙 오목부 내에 삽입되고, 상기 방법은 상기 중앙 오목부와 스핀들의 상단부에 대한 제조 공차를 조정하는 단계를 더 포함함으로써, 상기 웨이퍼 캐리어가 이 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에서 상기 스핀들의 상단부 상에 장착되는 것인 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

<1> 본 발명은 반도체 구성 요소를 제조하는 것으로서, 보다 구체적으로는 웨이퍼 등의 기판 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 여러 산업에서는 고형 기판 상에 박층을 형성하는 공정을 사용하고 있다. 박층이 증착된 기판은 마이크로프로세서, 전자 광학 장치, 통신 장치 등에 널리 이용되고 있다. 고형 기판 상에 박층을 증착시키는 공정은 특히 반도체 산업에 있어서 중요하다. 반도체의 제작시에는, 코팅된 고형 기판, 예컨대 규소와 탄화규소로 제조된 거의 평탄한 웨이퍼를 사용하여 반도체 장치를 제조한다. 증착 후에, 코팅된 웨이퍼에 널리 알려진 추가 공정을 행하여 반도체 장치, 예컨대 레이저, 트랜지스터, 발광 다이오드 및 그 외에 여러 장치들을 제조한다. 예컨대, 발광 다이오드의 제조시에는, 웨이퍼 상에 증착된 레이저가 다이오드의 능동 소자를 형성한다.

<3> 고형 기판 상에 증착되는 재료에는 탄화규소, 갈륨 비화물, 복합 금속 산화물(예컨대, $YBa_2Cu_3O_7$) 등이 있다. 무기 재료로 이루어진 박막은 통상 화학 기상 증착(CVD)이라고 총칭되는 공정에 의해 증착된다. CVD 공정은, 적절히 제어하면 유기화된 결정 격자를 갖는 박막을 제조하는 것으로 알려져 있다. 증착된 박막은 아래에 있는 고형 기판과 동일한 결정 격자를 갖는 것이 특히 중요하다. 그러한 박막이 성장하는 층을 에피택셜층이라 부른다.

<4> 일반적인 화학 기상 증착 공정에 있어서, 기판(대개 웨이퍼)은 CVD 반응 장치 내의 가스에 노출된다. 이 가스에 의해 운반되는 반응 화학물은 그 양과 속도가 조절된 상태로 웨이퍼 위에 도입되는 한편, 웨이퍼는 가열되어 대개 회전된다. 반응 화학물(일반적으로 전구체라 칭함)은 이 반응 화학물을 버블러라고 알려진 장치 내에 배치한 다음 이 버블러에 캐리어 가스를 통과시킴으로써 CVD 반응 장치 내로 도입된다. 상기 캐리어 가스는 전구체의 분자를 픽업하여 CVD 반응 장치의 반응 챔버 내로 이송되는 반응 가스를 제공한다. 전구체는 통상 나중에 웨이퍼 표면 상에 에피택셜층을 형성하는 무기 성분(예컨대, Si, Y, Nb 등)과, 유기 성분으로 이루어진다. 일반적으로, 상기 유기 성분을 이용하여 전구체가 버블러 내에서 휘발될 수 있다. 무기 성분은 CVD 반응 장치 내의 고온에 대해 안정적이지만, 유기 성분은 충분한 고온으로 가열되면 쉽게 분해된다. 반응 가스가 가열된 웨이퍼 근처에 도달하면, 유기 성분이 분해되어 에피택셜층의 형태로 무기 성분을 웨이퍼 표면 상에 증착시킨다.

<5> CVD 반응 장치는, 유입되는 반응 가스에 대해 웨이퍼가 소정 각도로 장착되는 수평 반응 장치와, 반응 가스가 웨이퍼를 횡단하는 행성 회전식 수평 반응 장치와, 통형 반응 장치와, 반응 가스가 웨이퍼 상에 하방으로 주입될 때 웨이퍼가 반응 챔버 내에서 비교적 고속으로 회전되는 수직 반응 장치를 비롯하여 다양한 구성을 갖는다. 상기 고속으로 회전하는 수직 반응 장치가 공업적으로 가장 중요한 CVD 반응 장치 중 하나이다.

<6> 임의의 CVD 반응 장치에 있어서 바람직한 특성 중에는 가열 균일성, 낮은 반응 장치 사이클 시간, 양호한 실행 특성, 반응 챔버 내에서 가열 및/또는 회전되는 내부 부품의 긴 수명, 온도 조절의 용이함 및 구성 요소 부품들의 고온 내성이 있다. 또한, 필요한 구성 요소 부품들의 비용, 점검의 용이함, 에너지 효율 및 가열 조립체의 열관성의 최소화가 중요하다. 예컨대, CVD 반응 장치의 가열된 구성 요소의 열관성이 크면, 가열된 구성 요소가 희망 온도에 도달할 때까지 특정한 반응 장치의 작동이 지연될 수도 있다. 따라서, 작업 처리량은 반응 장치의 사이클 시간에 종속되므로, 반응 장치의 가열된 구성 요소의 열관성이 보다 낮으면 생산성이 증대된다. 유사하게, 증착 중에 회전되는 반응 장치의 내부 부품이 소폭으로만 변형되더라도, 반응 장치가 사용 중에 과도한 진동을 보일 수 있어 점검의 필요성이 증가된다.

<7> 통상적인 종래 기술의 수직 CVD 반응 장치가 도 1에 도시되어 있다. 도 1로부터 알 수 있는 바와 같이, 웨이퍼(10)는 웨이퍼 캐리어(12) 상에 배치되고, 이 웨이퍼 캐리어(12)는 서셉터(14) 상에 배치된다. 상기 웨이퍼 캐리어(12)는 보통 비교적 저렴하면서도 제작 재연성이 우수한 재료로 제조된다. 웨이퍼 캐리어는 공업적으로 적절한 특정 횟수의 반응 장치 사이클 후에 교체되어야 한다. 서셉터(14)는 영구적으로 장착되어 회전 가능한 스핀들(16)에 의해 지지되는데, 이 스핀들은 서셉터(14), 웨이퍼 캐리어(12) 및 웨이퍼(10)의 회전을 가능하게 한다. 상기 서셉터(14), 웨이퍼 캐리어(12) 및 웨이퍼(10)는 밀폐된 반응 챔버(18) 내에 배치된다. 가열 필라멘트(22)를 하나 이상 포함하는 가열 조립체(20)가 서셉터(14) 아래에 배치되어, 전극(25)을 통해 전류를 통과시킴으로써 가열된다. 가열 조립체(20)는 서셉터(14), 웨이퍼 캐리어(12) 및 결국엔 웨이퍼(10)를 가열시킨다. 웨이퍼 캐리어(12)의 회전은 증착 영역에 걸쳐서 온도의 균일성을 향상시킬 뿐만 아니라, 증착 중에 웨이퍼(10) 위로 도입되는 반응 가스의 균일성을 향상시키도록 의도된다. 웨이퍼 지지 조립체(스핀들/서셉터/웨이퍼 캐리어)가 가열된 웨이퍼(10)를 회전시킴에 따라, 반응 가스가 반응 챔버(18) 내로 도입되어 웨이퍼(10)의 표면 상에 막이 증착된다.

<8> 도 1에 도시된 반응 장치와 유사하게 서셉터 및 웨이퍼 캐리어를 모두 갖춘 수직 CVD 반응 장치는 다양한 CVD 용례에 광범위하게 성공적으로 사용된다. 예컨대, 뉴저지주 소머셋 소재의 Emcore Corporation사에 의해 제조된 엔터프라이즈 앤드 디스커버리 반응 장치(Enterprise and Discovery reactors)는 시장에서 가장 성공적인 CVD 반응 장치 중 하나이다. 그러나, 본 발명의 발명자가 발견한 바와 같이, 그러한 CVD 반응 장치의 성능은 특정한 CVD 용례의 경우 더 개선될 수도 있다.

<9> 첫째로, 서셉터와 웨이퍼 캐리어를 모두 갖춘 CVD 반응 장치는 적어도 2개의 열 계면을 포함한다. 도 1을 참조하면, 이들 열 계면은 가열 조립체(20)와 서셉터(14) 사이 및 서셉터(14)와 웨이퍼 캐리어(12) 사이의 계면이다. 본 발명의 발명자에 의한 연구에 따르면 실질적인 온도 구배가 이들 계면에 존재하는 것으로 나타났다. 예컨대, 가열 조립체(20)의 온도는 서셉터(14)의 온도보다 높고, 다시 서셉터의 온도는 웨이퍼 캐리어(12)의 온도보다 높다. 따라서, 가열 조립체(20)는 증착 중 웨이퍼(10)에 요구되는 온도보다 실질적으로 더 높은 온도로 가열되어야 한다. 가열 조립체에 요구되는 온도가 높아지면 에너지 소모가 커지게 되고 가열 조립체의 구성 요소의 열화가 빨라진다. 또한, 통상적인 서셉터는 열용량이 상당하여 열관성이 크기 때문에, 웨이퍼 캐리어(12)를 가열 및 냉각시키는 데 필요한 시간이 실질적으로 증가된다. 이에 따라, 반응 장치의 사이클이 길어지게 되어 반응 장치의 생산성이 감소하게 된다. 또한, 본 발명의 발명자들은 반응 장치의 사이클 시간이 길어지면 웨이퍼 캐리어의 온도 제어의 정확도 및 유연성이 떨어져 증착 전에 웨이퍼 캐리어의 온도를 안정화시키는 데 필요한 시간이 증대되는 경향이 있다고 단정하였다.

<10> 둘째로, 도 1의 반응 장치와 유사한 CVD 반응 장치에서는, 서셉터(14)가 영구적으로 반응 챔버 내에 장착되어 있기 때문에 서셉터가 많은 횟수의 반응 장치 사이클을 견뎌야 하며, 일반적으로 반응 장치 사이클을 중단하고, 반응 장치를 개방하여 서셉터를 스핀들에 영구적으로 부착시키는 부품, 예컨대 나사, 볼트 등을 제거하지 않고서는 쉽게 교체될 수도 없다. 따라서, 서셉터는 통상 내고온성 및 내변형성 재료, 보통 몰리브덴으로 제조된다. 그러한 재료는 가격이 매우 비싸고 대개 열관성이 크다.

<11> 셋째로, 웨이퍼 지지 조립체의 추가적인 모든 계면은 제조 공차 요건을 증가시킨다. 예컨대, 도 1을 다시 참조하면, 서셉터(14)와 웨이퍼 캐리어(12) 사이의 간격은 필요로 하는 웨이퍼의 균일한 가열을 야기하도록 정밀하고도 균일해야 한다. 그러나, 서셉터의 제조에 사용되는 고정밀도의 기계 가공에도 불구하고, 서셉터/웨이퍼 캐리어의 간격은 서셉터의 시간에 따른 변형과 서셉터 대 서셉터의 제조 재연성에 있어서 피할 수 없을 정도의 특정한 편향으로 인해 다소 불균일하게 된다. 또한, 웨이퍼 캐리어를 균일하게 가열하기 위해 필요한 서셉터의 불균일한 가열로 인해 서셉터 및 웨이퍼 캐리어를 모두 갖춘 CVD 반응 장치에서는 서셉터의 소폭의 변형을 본질상 피할 수 없다. 서셉터의 변형이 축적되면 최종적으로 증착 공정의 회전 중에 웨이퍼 지지 조립체의 진동이

과도하게 되어 코팅된 웨이퍼가 손상 및 파괴될 수도 있다.

<12> 넷째로, 서셉터가 영구적으로 장착된 CVD 반응 장치에서는, 반응 장치의 작동 중에 진동을 최소화하기 위해서 통상적으로 상기 서셉터가 스핀들에 견고하게 부착된다. 스핀들/서셉터의 연결부는 반응 장치의 반복된 작동 중에 가열되어 때로는 분리가 어렵게 됨으로써, 점검 및 교체 작업을 복잡하게 한다.

<13> 최종적으로, 웨이퍼 지지 조립체가 무거울수록, 스핀들의 기계적 관성이 커지게 된다. 또한, 기계적 관성이 커지면 스핀들 지지 조립체에 가해지는 변형이 증가되어 그 수명이 감축된다.

<14> 이들 제약에도 불구하고, 서셉터와 웨이퍼 캐리어를 모두 갖춘 기존의 종래 기술의 CVD 반응 장치가 반도체 산업에서 광범위하고도 성공적으로 계속 사용되고 있다.

<15> 그렇지만, 높은 수준의 성능을 유지하면서 현재 시판 중인 CVD 반응 장치의 상기 제약들을 최소화하는 CVD 반응 장치에 대한 요구가 존재한다.

발명의 상세한 설명

<16> 본 발명은 웨이퍼 캐리어가 서셉터 없이 회전 가능한 스핀들 상에 배치되는 신규한 CVD 반응 장치와, 이 CVD 반응 장치 내에서 에피택셜층을 성장시키는 관련 방법을 제공함으로써 이러한 요구를 해결한다. 이러한 신규의 반응 장치는 현재 시판 중인 성공적인 CVD 반응 장치, 예컨대 도 1에 도시된 반응 장치와 함께 사용될 수 있다.

<17> 본 발명자들은 종래 기술의 CVD 반응 장치, 예컨대 도 1에 도시된 종래 기술의 반응 장치에 있어서, 실질적인 열손실이 웨이퍼 지지 조립체의 열계면에서 발생한다고 단정하였다. 발명자들의 연구에 따르면, 또한 희망하는 웨이퍼 온도를 달성하는 데 필요한 가열 필라멘트의 온도 증가가 가열 필라멘트의 수명을 상당히 감축시킨다는 것을 보여주고 있다.

<18> 또한, 본 발명자들은 종래 기술의 CVD 반응 장치에서 영구적으로 장착되는 서셉터의 존재가 웨이퍼 지지 조립체의 열관성 및 기계적 관성에 상당히 기여하게 된다고 단정하였다.

<19> 본 발명자들은 또한 회전 가능한 스핀들이 증착 중에 웨이퍼 지지 조립체로부터의 실질적인 열 배출원이라고 단정하였다. 이 열 배출은 가열 필라멘트의 가열 균일성, 에너지 효율 및 수명에 악영향을 미칠 수 있다.

<20> 따라서, 본 발명은 신규한 CVD 반응 장치를 제공하는 데, 이 CVD 반응 장치를 사용하면 현재 시판 중인 CVD 반응 장치의 제약들 뿐만 아니라 본 명세서의 배경 기술 부분에 기술된 제약들도 최소화된다.

<21> 본 발명의 한가지 양태에 따르면, 화학적 웨이퍼 증착에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치가 제공되며, 이 장치는 반응 챔버, 회전 가능한 스핀들, 웨이퍼를 가열하는 가열 수단 및 증착 위치와 로딩 위치 사이에서 웨이퍼를 지지 및 이송하는 웨이퍼 캐리어를 포함한다.

<22> 로딩 위치에서, 웨이퍼 캐리어는 회전 가능한 스핀들로부터 분리되고 증착 위치로의 순차적인 이송을 위해 웨이퍼는 웨이퍼 캐리어 상에 위치된다. 로딩 위치는 반응 챔버의 내측 또는 외측에 배치될 수도 있다. 로딩 위치는 반응 챔버의 외측에 배치되는 것이 바람직하다. 그러한 로딩 위치는 하나 이상일 수도 있다.

<23> 증착 위치에서, 웨이퍼 캐리어는 반응 챔버 내의 회전 가능한 스핀들 상에 분리 가능하게 장착되어, 웨이퍼 캐리어 상에 위치된 웨이퍼의 화학 기상 증착을 가능하게 한다. 증착 위치에서, 웨이퍼 캐리어는 스핀들과 직접 접촉하는 것이 바람직하다. 또한, 증착 위치에서, 웨이퍼 캐리어는 스핀들의 중심에 장착되어 스핀들에 의해서만 지지되는 것이 바람직하다. 웨이퍼 캐리어는 마찰력에 의해 스핀들 상에 유지되는 것이 가장 바람직하고, 이는 증착 위치에서 스핀들 상에 웨이퍼 캐리어를 유지하는 별개의 유지 수단이 존재하지 않음을 의미한다. 그러나, 본 발명의 장치는 또한 증착 위치에서 웨이퍼 캐리어를 유지하는 별개의 유지 수단을 포함할 수도 있다. 상기 별개의 유지 수단은 회전 가능한 스핀들과 일체로 되거나 스핀들 및 웨이퍼 캐리어와 별개로 될 수도 있다.

<24> 본 발명의 웨이퍼 캐리어는 상부면과 바닥면을 포함한다. 웨이퍼 캐리어의 상부면은 웨이퍼를 위치시키는 하나 이상의 캐비티를 포함할 수도 있다. 바닥면은 스핀들 상에 웨이퍼 캐리어를 분리 가능하게 장착시키는 중앙 오목부를 포함할 수도 있다. 상기 중앙 오목부는 웨이퍼 캐리어의 바닥면으로부터 오목부 종결 지점까지 웨이퍼 캐리어의 상부면을 향해 연장되어 있다. 바람직하게는, 상기 중앙 오목부는 웨이퍼 캐리어의 상부면에 도달하지 않으므로, 오목부 종결 지점은 웨이퍼 캐리어의 상부면보다 낮은 높이에 위치한다.

<25> 회전 가능한 스핀들은 반응 챔버 내에 웨이퍼 캐리어를 장착시키기 위한 상단부를 포함한다. 증착 위치에서,

스핀들의 상단부는 웨이퍼 캐리어의 바닥면의 중앙 오목부 내로 삽입된다. 웨이퍼 캐리어의 회전 안정성을 향상시키기 위하여, 스핀들은 웨이퍼 캐리어를 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에 지지하는 것이 바람직하다.

<26> 본 발명의 장치는 또한 증착 위치와 로딩 위치 사이에서 웨이퍼 캐리어를 이송하는 기계적 수단을 포함할 수도 있다. 본 발명의 장치의 가열 수단은 하나 이상의 복사 가열 요소를 포함할 수도 있다. 본 발명의 장치는 단일 웨이퍼 또는 복수 개의 웨이퍼를 처리하는 데 사용될 수 있다.

<27> 본 발명의 다른 양태에 따르면, 화학 기상 증착법에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 장치가 제공되며, 이 장치는 반응 챔버와, 이 반응 챔버 내에 상단부가 배치되는 회전 가능한 스핀들과, 웨이퍼 캐리어 및 이 웨이퍼 캐리어 아래에 배치되는 복사 가열 요소를 포함한다. 상기 웨이퍼 캐리어는 웨이퍼를 지지하여 이송한다. 증착 공정 중에, 웨이퍼 캐리어는 스핀들의 상단부 중심에 분리 가능하게 장착되며, 여기에서 스핀들과 접촉한다. 웨이퍼 캐리어는 스핀들의 상단부로부터 쉽게 분리될 수 있는 방식으로 장착된다. 증착이 완료된 후에 또는 임의의 다른 시기에, 웨이퍼 캐리어는 스핀들의 상단부로부터 분리되어 웨이퍼를 로딩 또는 언로딩하는 위치로 이송된다. 그러한 로딩 위치는 하나 또는 복수 개일 수 있다. 로딩 위치는 반응 챔버의 내측 또는 외측에 배치될 수 있다. 웨이퍼 캐리어는 스핀들의 상단부와 직접 접촉하며, 복수 개의 웨이퍼를 지지하는 하나 또는 복수 개의 캐비티가 있는 상부면을 포함한다. 따라서, 단일 웨이퍼 또는 복수 개의 웨이퍼가 본 발명의 반응 장치 내에서 동시에 증착될 수 있다. 웨이퍼 캐리어는 기계적 수단, 통상 로봇 아암에 의해 스핀들의 상단부 상에 장착된 위치와 로딩 위치 사이에서 이송된다.

<28> 본 발명의 이 양태의 바람직한 실시예에서, 웨이퍼 캐리어의 바닥면은 웨이퍼 캐리어의 상부면 방향으로 바닥면으로부터 상방으로 연장되어 오목부 종결 지점에서 종결되는 중앙 오목부를 포함한다. 상기 중앙 오목부는 웨이퍼 캐리어의 상부면에 도달하지 않는다. 따라서, 오목부 종결 지점은 웨이퍼 캐리어의 상부면보다 낮은 높이에 배치된다. 웨이퍼 캐리어가 스핀들의 상단부 상에 장착되면, 스핀들의 상단부는 웨이퍼 캐리어의 바닥면에 있는 중앙 오목부 내로 삽입된다. 이 삽입은 스핀들과 웨이퍼 캐리어 사이에 접촉점을 제공하여 웨이퍼 캐리어가 스핀들에 의해 지지될 수 있게 한다. 웨이퍼 캐리어의 회전 안정성을 향상시키기 위해, 높이가 가장 높은 스핀들과 웨이퍼 캐리어 사이의 접촉점은 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에 배치된다.

<29> 본 발명의 이 양태의 가장 바람직한 실시예에서, 웨이퍼 캐리어의 형태는 거의 원형이다. 이 실시예에서, 웨이퍼 캐리어의 상부면과 바닥면은 서로에 대해 거의 평행하다. 물론, 웨이퍼 캐리어의 상부면은 웨이퍼를 위치시키는 캐비티를 포함하고, 웨이퍼 캐리어의 바닥면은 스핀들의 상단부 상에 웨이퍼 캐리어를 장착시키는 오목부를 포함하며, 기타 오목홈 또는 융기된 특징부가 웨이퍼 캐리어의 상부면 또는 바닥면에서 배제되지는 않는다.

<30> 본 발명의 이 실시예에 따른 스핀들은 거의 원통형의 형태와 회전 축선을 갖는다. 스핀들 상에 장착된 경우에 웨이퍼 캐리어의 바닥면은 스핀들의 회전 축선에 대해 거의 수직이다. 스핀들의 상단부는 거의 평탄한 상부면에서 종결되는 것이 바람직하고, 이 상부면은 또한 스핀들의 회전 축선에 대해 거의 수직이다. 스핀들의 상단부는 이 스핀들의 거의 평탄한 상부면을 향해 폭이 좁아진다. 따라서, 스핀들의 상단부의 협폭부는 스핀들의 거의 평탄한 상부면 근처에 배치되고, 스핀들의 광폭부는 스핀들의 거의 평탄한 상부면으로부터 멀리 배치된다.

<31> 전술한 바와 같이, 스핀들은 웨이퍼 지지 조립체로부터 상당한 열 배출원이다. 본 발명은 이러한 열 배출을 감소시키는 신규한 방식을 제공한다. 이를 위해, 바람직한 실시예에서, 스핀들은 이 스핀들의 상단부의 거의 평탄한 상부면으로부터 캐비티 종결 지점까지 수직 하방으로 연장되는 캐비티를 포함하고, 이 캐비티는 예정된 깊이에 배치된다. 상기 스핀들의 캐비티는 거의 원통형의 형태를 갖고 스핀들과 거의 동축을 이룬다. 스핀들에 있는 캐비티의 예정된 깊이는 스핀들 직경의 약 3 내지 약 4배인 것이 바람직하다. 이러한 스핀들 상단부의 중공 구성으로 인해 웨이퍼 지지 조립체로부터의 열 배출이 감소된다.

<32> 열 배출을 더욱 감소시키기 위해, 복사 가열 요소의 특정 구성이 제공된다. 이 구성에서, 복사 가열 요소는 회전 가능한 스핀들과 거의 동축을 이루고, 웨이퍼 캐리어의 바닥면에 인접한 상부면과, 내주부 및 외주부를 포함하는 제1 복사 가열 요소를 구비한다. 상기 제1 복사 가열 요소의 내주부는 스핀들 둘레에 둥근 개구를 형성한다. 본 발명의 복사 가열 요소의 이러한 구성은 또한 제1 복사 가열 요소 및 스핀들과 거의 동축을 이루고 제1 복사 가열 요소와 스핀들 사이에 배치되는 제2 복사 가열 요소를 포함할 수도 있다. 상기 제2 복사 가열 요소는 외주부를 형성하며, 그 반경은 제1 복사 가열 요소의 내주부의 반경보다 작다. 가장 바람직하게는, 제2 복사 가열 요소의 상부면은 제1 복사 가열 요소의 상부면과 거의 동일한 높이에 배치되고, 제2 복사 가열 요소의 바닥면은 회전 가능한 스핀들의 캐비티 종결 지점과 동일한 높이에 배치된다. 제2 복사 가열 요소는 스핀들의 상단부가 가열될 수 있게 하고, 이는 스핀들의 상단부의 중공 구성과 함께 웨이퍼 지지 조립체로부터의 열 배출

을 감소시킨다. 본 발명의 반응 장치는 또한 복사 가열 차폐부를 포함할 수도 있다.

<33> 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 화학적 웨이퍼 증착에 의해 하나 이상의 웨이퍼 상에 에피택셜층을 성장시키는 방법이 제공된다. 본 발명의 방법에 따르면, 화학적 웨이퍼 증착은 반응 챔버 내에 상단부가 배치되는 회전 가능한 스핀들을 포함하는 반응 챔버 내에서 수행된다. 증착을 수행하기 위해서, 본 발명은,

<34> 하나 이상의 웨이퍼를 유지하는 표면을 갖는 웨이퍼 캐리어를 마련하는 단계와,

<35> 웨이퍼 캐리어가 스핀들로부터 분리되는 로딩 위치에서 웨이퍼 캐리어의 표면 상에 하나 이상의 웨이퍼를 위치시키는 단계와,

<36> 웨이퍼 캐리어를 스핀들을 향해 이송하는 단계와,

<37> 웨이퍼 캐리어를 스핀들과 함께 회전하도록 스핀들의 상단부 상에 분리 가능하게 장착하는 단계와,

<38> 스핀들과 그 위에 배치된 웨이퍼 캐리어를 회전시키는 동시에 반응 챔버 내로 하나 이상의 반응물을 도입하고 웨이퍼 캐리어를 가열시키는 단계를 포함한다.

<39> 본 발명의 방법은 스핀들의 상단부로부터 웨이퍼 캐리어를 분리하여 웨이퍼를 언로딩하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다. 웨이퍼 캐리어를 분리 가능하게 장착시키는 단계는 웨이퍼 캐리어를 직접 장착시키는 단계 및/또는 웨이퍼 캐리어를 스핀들의 상단부의 중심에 장착시키는 단계를 포함할 수도 있다. 웨이퍼 캐리어는 이 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에서 스핀들의 상단부 상에 장착되고 그 내부에 마찰력에 의해서만 유지되는 것이 바람직하다. 상기 로딩 위치는 반응 챔버의 외측에 배치되는 것이 바람직하다.

<40> 본 발명의 주제 및 그 다양한 이점에 대한 보다 정확한 이해는 첨부 도면을 참조로 한 다음의 상세한 설명을 참조함으로써 명확히 파악될 수 있다.

실 시 예

<58> 본 발명의 전체적인 개념은 도 2에 도시되어 있다. 본 발명의 반응 장치는 반응 챔버(100), 웨이퍼 캐리어(110), 회전 가능한 스핀들(120) 및 가열 수단(170)을 포함한다. 웨이퍼 캐리어(110)는 로딩 위치(L)와 증착 위치(D) 사이에서 이송된다. 로딩 위치(L)에서, 웨이퍼 캐리어(110)는 스핀들(120)로부터 분리된다. 증착 위치(D)에서, 웨이퍼 캐리어(110)는 회전 가능한 스핀들(120) 상에 장착된다. 웨이퍼 캐리어(110)는 스핀들(120)의 상단부(180) 상에 장착되는 것이 바람직하다.

<59> 본 발명에 따르면, 증착 위치(D)에서는, 본 발명의 반응 장치의 사이클 중에 반응 장치를 작동시키는 정상적인 과정에서 웨이퍼 캐리어가 스핀들(120)로부터 쉽게 분리될 수 있게 하는 임의의 방식으로 웨이퍼 캐리어가 장착된다. 웨이퍼 캐리어(110)를 장착시키는 그러한 방식에는, 사용시 반응 장치의 개방과 웨이퍼 캐리어(110)를 스핀들(120)에 영구적으로 부착시키는 부품 및 피스의 제거를 요하는 나사, 볼트 등과 같이 웨어퍼 캐리어(110)를 스핀들(120)에 부착시키는 수단이 배제된다. 증착 위치(D)에서, 웨이퍼 캐리어(110)는 별개의 유지 수단이 없이 마찰력에 의해서만 스핀들(120) 상에 유지되는 것이 바람직하다.

<60> 도 1에 도시된 종래 기술의 CVD 반응 장치와 달리, 본 발명의 반응 장치는 서셉터를 포함하지 않는다. 바람직하게는, 웨이퍼 캐리어(110)는 스핀들(120) 상에 직접 장착되고, 즉 증착 위치(D)에서 웨이퍼 캐리어(110)와 스핀들(120) 사이에 직접적인 접촉이 달성된다. 본 발명은, 중간 요소가 반응 장치 작동의 정상적인 과정에서 증착 위치(D)로부터 웨이퍼 캐리어의 제거 또는 분리를 방해하지 않는 한, 중간 요소, 예컨대 링, 리테이너 등과 같이 스핀들(120) 상에 웨이퍼 캐리어(110)의 유지를 용이하게 하는 요소가 스핀들(120)과 웨이퍼 캐리어(110) 사이에 존재할 수도 있다는 가능성을 배제하지 않는다.

<61> 로딩 위치(L)에서, 웨이퍼(130)가 웨이퍼 캐리어(110) 상에 로딩된 후에 웨이퍼 캐리어(110)와 웨이퍼(130)가 반응 챔버(100)로 이송된다. 로딩 위치(L)는 반응 챔버(100)의 내측 또는 외측에 배치될 수 있다. 도 2에는 단 하나의 로딩 위치(L)가 도시되어 있지만, 그러한 위치는 하나 이상일 수 있다.

<62> 웨이퍼 캐리어(110)는 웨이퍼를 위치시키기 위한 상부면을 포함할 수도 있다. 본 발명의 반응 장치는 단일 웨이퍼 또는 복수 개의 웨이퍼를 코팅하는 데 사용될 수 있다. 따라서, 웨이퍼 캐리어(110)의 상부면(111)은 당업계에 공지된 임의의 방식으로 단일 웨이퍼 또는 복수 개의 웨이퍼에 적합하게 될 수 있다. 상기 상부면(111)은 복수 개의 웨이퍼(130)를 위치시키기 위한 복수 개의 캐비티를 갖는 것이 바람직하다.

<63> 도 3a 및 도 3b에는 웨이퍼 캐리어(110)의 이송 작동의 일례가 도시되어 있다. 도 3a를 참조하면 알 수 있는

바와 같이, 웨이퍼 캐리어(110)의 로딩 위치(L)는 게이트 밸브(160)에 의해 반응 챔버(100)에 연결되는 별개의 로딩 챔버(150) 내에 배치되어 있다. 상기 로딩 챔버(150)에는 반응 장치의 사이클을 방해하는 일 없이 로딩 챔버(150)를 별개로 환기시킬 수 있는 배출 개구(180)가 있다. 로딩 위치(L)에서, 웨이퍼 캐리어(110)에 코팅되지 않은 웨이퍼(130)가 로딩된다. 그후, 웨이퍼 캐리어(110)는 게이트 밸브(160)를 통해 반응 챔버(100)로 이송된다.

<64> 반응 챔버(100)는 상부 플랜지(104)와 바닥판(102)을 포함할 수도 있다. 스핀들(120)은 바닥판(102)의 개구를 통해 삽입되어 이 스핀들(120)의 상단부(180)가 반응 챔버(100)의 내측에 있게 된다. 스핀들(120)은 전동 모터와 같은 회전 수단(109)에 연결될 수 있다. 반응 챔버(100)는 또한 배출 개구(106) 및 당업계에 공지된 다른 요소들을 포함할 수도 있다.

<65> 도 3b에 도시된 바와 같이, 증착 위치(D)에서, 코팅되지 않은 웨이퍼(130)가 로딩된 웨이퍼 캐리어(110)는 스핀들(120)의 상단부(180) 상에 장착되어, 반응 장치의 작동 중에 스핀들(120)과 함께 회전된다. 이어서, 전구체 화학물이 상부 플랜지(104)를 통해 반응 챔버(100) 내로 공급되는 동시에, 웨이퍼 캐리어(110)와 웨이퍼(130)가 스핀들(120)에 의해 회전되어 가열 요소(140)에 의해 가열된다. 증착 위치(D)에서는 스핀들(120)만이 웨이퍼 캐리어(110)를 지지하는 것이 바람직하다.

<66> 증착이 완료된 후에, 웨이퍼 캐리어(110)는 다시 로딩 위치(L)로 이송되어 코팅된 웨이퍼를 언로딩하고 코팅되지 않은 새로운 웨이퍼를 로딩하여 반응 챔버(100)의 증착 위치(D)로 순차 이송한다. 이 반응 장치의 사이클을 반복하여 다량의 웨이퍼를 처리할 수 있다.

<67> 웨이퍼 캐리어(110)는 당업계에 공지된 임의의 방식으로 증착 위치(D)와 로딩 위치(L) 사이에서 이송될 수 있다. 예컨대, 본 발명의 반응 장치는 이송용 기계적 수단, 예컨대 로봇 아암 또는 자동 적재기를 포함할 수도 있다. 예컨대, 본 발명의 웨이퍼 캐리어를 이송하는 데 적절한 기계적 수단은 공동 양도된 미국 특허 제6,001,183호(그 전체가 본 명세서에 참고로 인용됨)에 개시되어 있다.

<68> 웨이퍼 캐리어(110)는 원형 또는 장방형을 갖는 것이 바람직하고, 웨이퍼 캐리어(110)는 원형을 갖는 것이 가장 바람직하다. 웨이퍼 캐리어는 흑연 또는 몰리브덴과 같이 CVD 반응 장치의 반응 챔버 내측의 고온을 견딜 수 있는 임의의 적절한 재료로부터 제조되는 것이 좋다. 물론, 비용 문제가 적절한 재료의 선택에 영향을 줄 수도 있다. 전술한 바와 같이, 서셉터/웨이퍼 캐리어 계면이 없기 때문에 값이 덜 비싼 대체물을 비롯하여 적절한 재료를 선택하는 폭을 넓게 해준다.

<69> 가열 요소(140)는 하나 이상의 복사 가열 요소를 포함하는 것이 바람직하다. 복수 개의 복사 가열 요소를 사용함으로써, 웨이퍼 캐리어(110)의 다중 영역 가열이 가능해지고, 온도 조절 및 코팅 균일성이 보다 양호하게 된다. 상기 복사 가열 요소는 당업자에게 공지된 임의의 방식으로 구성될 수 있다. 본 발명의 특정 실시예를 참조하면 바람직한 구성을 알 수 있을 것이다.

<70> 본 발명의 CVD 반응 장치는 여러 개의 중요한 이점을 갖는다. 영구적으로 장착되는 서셉터의 부재는 웨이퍼 지지 조립체의 열관성을 감소시킴으로써, 반응 장치의 사이클 시간을 감축시키고 웨이퍼 온도에 대한 조절이 보다 양호하게 된다. 또한, 종래 기술의 반응 장치에 존재하는 열 계면 중 하나(즉, 가열 요소/서셉터 계면)의 제거는 가열 요소(들)와 웨이퍼 사이의 온도 구배를 감소시켜, 반응 장치의 에너지 효율을 증대시키고 가열 요소의 수명을 증가시킨다. 또한, 웨이퍼 지지 조립체의 중량이 보다 가벼워짐으로써 그 기계적 관성 및 그에 따라 스핀들 상에 가해지는 변형이 감소된다. 고정밀도의 기계 가공을 필요로 하고 그럼에도 불구하고 소정의 불균일성을 보일 수 있는 서셉터와 웨이퍼 캐리어 사이의 접촉이 제거됨으로써, 제조 공차 요건이 낮춰지고 웨이퍼간 온도 균일성이 보다 양호하게 된다. 동일한 이유로, 본 발명의 웨이퍼 캐리어는 가격이 덜 비싼 재료로 제조될 수 있어 반응 장치의 전체 비용이 감소된다. 또한, 본 발명의 웨이퍼 캐리어의 양호한 회전 안정성으로 인해 웨이퍼 지지 조립체의 진동 가능성이 최소화된다. 동일한 이유로, 진동이 저하되어 코팅된 웨이퍼의 손상이 줄어든다. 본 발명의 이들 및 기타 이점은 본 발명의 특정 실시예 및 변형예를 참조하면 명백하게 된다.

<71> 예시를 위해, 본 발명을 특정 실시예를 참조하여 설명하기로 한다. 이들 실시예들로 한정되지 않고 본 발명은 첨부된 청구범위의 범주 내에 있는 임의의 주제를 포함한다는 것을 이해해야 한다.

<72> 도 4에는 종래 기술의 웨이퍼 지지 조립체가 도시되어 있다. 서셉터(14)는 스핀들(16) 상에 나사(70)에 의해 영구적으로 장착되어 있다. 증착 공정 중에, 웨이퍼 캐리어(12)는 서셉터(14) 상에 배치된다. 가열 구성은 일차 가열 요소(25)와 이차 가열 요소(26, 27)를 포함할 수도 있다. 전술한 바와 같이, 본 발명자들은 서셉터(14)의 존재와 그에 따른 가열 요소/서셉터 계면 및 서셉터/웨이퍼 캐리어 계면의 존재가 반응 장치의 성능에

영향을 미친다는 것을 발견하였다.

<73> 따라서, 본 발명의 반응 장치의 모든 실시예들은 영구적으로 장착되는 서셉터를 포함하지 않는다. 도 5a, 5b, 5c 및 5d에는 본 발명의 반응 장치의 실시예용의 웨이퍼 지지 조립체의 변형예가 도시되어 있다. 도 5a로부터 알 수 있는 바와 같이, 반응 장치는 반응 챔버(100), 이 반응 챔버(100) 내에 상단부(280)가 배치되는 스핀들(250), 웨이퍼 캐리어(200) 및 복사 가열 요소(140)를 포함한다. 도 5a에는 증착 위치에 있는 웨이퍼 캐리어(200)가 도시되어 있다.

<74> 웨이퍼 캐리어(200)에는 상부면(201)과 바닥면(203)이 있다. 상기 상부면(201)은 웨이퍼를 위치시키는 캐비티(220)를 포함한다. 도 5b에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 캐리어(200)는 원형을 갖는다. 바닥면(202)은 캐비티(220)에 의해 형성되는 영역을 제외하고 상부면(201)과 평행하다. 도 5d로부터 알 수 있는 바와 같이, 웨이퍼 캐리어(200)의 바닥면(202)은 중앙 오목부(290)를 포함한다. 상기 중앙 오목부(290)는 바닥면(202)으로부터 상방으로 연장되어 오목부의 벽(292)에 의해 포위되는 평탄면(291)에서 종결된다.

<75> 스핀들(250)은 원통형이며 회전 축선(255)을 갖는다. 도 5c에는 웨이퍼 캐리어(200)가 스핀들로부터 분리되는 경우, 예컨대 웨이퍼 캐리어가 로딩 위치(L)에 있는 경우에 스핀들(250)의 상단부(280)와 복사 가열 요소(140)가 도시되어 있다. 도 5c로부터 알 수 있는 바와 같이, 스핀들(250)의 상단부(280)에는 상부면(281)에서 종결되는 스핀들 벽(282)이 있다. 도 5c에는 또한 상부면(141)을 갖는 복사 가열 요소(140)가 도시되어 있다. 상기 복사 가열 요소(140)는 증착 공정 중에 상부면(141)이 복사 가열 요소(140) 상부에서 스핀들(250)의 상단부(280) 상에 장착되는 웨이퍼 캐리어(200)를 가열할 수 있는 방식으로 배치된다.

<76> 증착 위치(D)에서, 스핀들(250)의 상단부(280)는 웨이퍼 캐리어(200)의 중앙 오목부(290) 내에 삽입된다. 스핀들(250)의 평탄면(281)은 오목부(290)의 평탄면(291) 근처에 놓이고, 스핀들 벽(282)은 오목부 벽(292)과 직접 접촉한다. 완벽한 삽입 시에, 스핀들(250)의 상단부(280)의 평탄면(281)은 중앙 오목부(290)의 평탄면(291)과 직접 접촉하게 위치된다. 웨이퍼 캐리어(200)와 스핀들(250) 간에 가장 높은 접촉점(들)[본 발명의 변형예에서, 평탄면(291)과 평탄면(281) 사이의 접촉 영역]은 웨이퍼 캐리어(200)의 무게 중심 위에 위치하여 웨이퍼 캐리어의 회전 안정성에 기여하는 것이 바람직하다.

<77> 상기 중앙 오목부(290) 내로의 스핀들(250)의 상단부(280)의 삽입은 스핀들 벽(282)과 오목부 벽(292) 사이에 밀착을 야기하며, 이 밀착은 별개의 유지 수단 없이 웨이퍼 캐리어(200)가 스핀들(250)에 의해 회전되게 한다. 증착 공정 중에, 스핀들이 회전됨으로써, 웨이퍼 캐리어(200)와 캐비티(220) 내에 배치된 웨이퍼가 회전된다. 웨이퍼 캐리어가 마찰력에 의해서만 스핀들 상에 유지됨으로써 웨이퍼 캐리어-스핀들 조립체의 기계적 관성이 최소화되고, 이에 따라 스핀들 상에 가해지는 변형이 저감된다. 스핀들(250)이 갑자기 정지되어 웨이퍼 캐리어 상에 가해지는 관성력이 스핀들(250)의 상단부(280)와의 마찰력을 초과하면, 웨이퍼 캐리어(200)가 스핀들과 무관하게 회전될 수 있어 스핀들 상에 가해지는 변형이 저감될 수 있다.

<78> 그러나, 본 발명은 또한 웨이퍼 지지 조립체에 별개의 유지 수단을 사용하려고 생각한다. 그러한 별개의 유지 수단의 예가 도 9a, 도 9b 및 도 9c에 도시되어 있다. 도 9a에 도시된 바와 같이, 스핀들(250)의 상단부(280)는 평탄면(281)으로부터 수직 하방으로 연장되는 오목홈(289)을 포함할 수도 있다. 웨이퍼 캐리어(200)는 오목부(290)의 평탄면(291)에 부합형 오목홈(299)을 포함할 수 있다. 이 오목홈(299)은 평탄면(291)으로부터 수직 상방으로 연장된다. 그 후에, 상기 오목홈(289, 299) 내에 핑거(800)가 삽입되어 웨이퍼 캐리어(200)와 스핀들(250)을 함께 결합시킬 수 있다. 별법으로서, 도 9b에서 알 수 있는 바와 같이, 스핀들(250)의 상단부(280)의 평탄면(281)이 스핀들의 상단부와 일체로 되어 있는 융기된 특징부(900)를 포함할 수도 있다. 웨이퍼 캐리어(200)의 증착 위치에서, 상기 특징부(900)는 오목부(290)의 평탄면(291)에 있는 부합형 오목홈(299) 내에 삽입된다. 바람직하게는, 도 9c로부터 알 수 있는 바와 같이, 유지 수단이 2개의 핑거(800) 또는 2개의 융기된 특징부(900)와, 대응하는 개수의 부합형 오목홈을 포함한다.

<79> 웨이퍼 지지 조립체의 다른 변형예가 도 6a 및 도 6b에 도시되어 있다. 이 변형예는 웨이퍼 캐리어의 증착 위치에서 웨이퍼 캐리어/스핀들 관계를 제외하고는 도 5a 내지 도 5d에 도시된 변형예와 유사하다. 본 발명의 이 변형예에 따르면, 웨이퍼 캐리어(300)의 바닥면(302)에 중앙 오목부(390)가 있다. 상기 오목부(390)는 협폭부(392)와 광폭부(391)를 포함한다. 상기 협폭부(392)는 평탄면(395)에서 종결된다.

<80> 도 6b에서 알 수 있는 바와 같이, 스핀들(400)의 상단부(480)는 협폭부(485)와 광폭부(486)를 포함한다. 스핀들 벽(482)을 포함하는 상기 협폭부(485)는 상부면에서 종결된다. 증착 위치에서, 스핀들(400)의 상단부(480)의 상부면(481)은 웨이퍼 캐리어(300)의 중앙 오목부(390) 내에 삽입된다. 이 웨이퍼 지지 조립체의 변형예와

도 5a 내지 도 5d에 도시된 전술한 변형예의 차이점은 주로 중앙 오목부(390)와 스핀들(400)의 상단부의 형태에 있다. 도 5a 내지 도 5d에 도시된 발명의 변형예와 유사하게, 웨이퍼 캐리어(300)는 마찰력에 의해 스핀들(400)의 상단부(480) 상에 유지된다. 웨이퍼 캐리어(300)를 증착 위치에 장착할 때, 스핀들(400)의 상단부(480)는 스핀들 벽(482)과 오목부(390)의 벽 사이가 꽉 끼워 맞춰질 때까지 중앙 오목부(390) 내로 삽입되는데, 이러한 견고한 끼워맞춤은 증착 위치에서 웨이퍼 캐리어(300)를 유지하는 마찰력을 야기한다. 또한, 스핀들(400)의 상부면(481)은 아래에서 도 7a를 참조하여 나타내는 바와 같이 웨이퍼 지지 조립체의 유사한 변형예와 달리 중앙 오목부(390)의 표면(395)과 직접 접촉할 수도 있다는 것을 유념해야 한다.

<81> 전술한 바와 같이, 스핀들 자체는 대개 웨이퍼 지지 조립체의 열 배출원이다. 단일 웨이퍼를 처리하는 웨이퍼 캐리어가 회전 가능한 스핀들 상에 장착되어 있는 경우에, 상기 스핀들의 존재는 웨이퍼의 온도에 영향을 미친다. 웨이퍼 캐리어가 스핀들의 중앙에 장착되어 있기 때문에, 웨이퍼 캐리어의 상부면 상에 있는 단일 웨이퍼 캐비티의 중앙 영역은 회전 가능한 스핀들 위에 놓인다. 스핀들이 중앙 영역에서 웨이퍼 캐리어의 영역으로부터 멀리 열을 끌어감에 따라, 웨이퍼 캐리어에 형성된 온도 구배가 위에 놓인 단일 웨이퍼 캐비티로 전달되고, 이에 의해 웨이퍼 표면에 걸쳐 불균일한 온도 분포가 진행된다. 단일 웨이퍼 캐리어를 사용하여 복수 개의 웨이퍼를 동시에 처리하는 경우에 사소한 문제가 있는데, 그 이유는 도 5b로부터 알 수 있는 바와 같이 그러한 웨이퍼 캐리어가 이 웨이퍼 캐리어의 중심 둘레에 대칭적으로 배치된 복수 개의 웨이퍼 캐리어를 포함하고, 스핀들이 연결되는 웨이퍼 캐리어의 축선 방향 중심 위에는 하나의 웨이퍼 캐비티도 없기 때문이다. 따라서, 스핀들이 웨이퍼 캐리어의 중심부로부터 멀리 열을 끌어간다는 점이 단일 웨이퍼 처리의 경우에 비해 소폭으로 웨이퍼 캐비티 내에 위치한 웨이퍼의 온도를 간섭한다. 그러나, 도 5b에 도시된 바와 같은 웨이퍼 캐리어의 경우에서도, 열 배출이 웨이퍼 캐리어 표면에 걸쳐 소정의 가열 불균일성을 유발할 수도 있다. 이러한 불균일성은 종래 기술의 반응 장치에 존재하는 중간 서셉터가 없이 웨이퍼 캐리어가 스핀들의 상단부 상에 배치되기 때문에, 본 발명의 반응 장치의 경우에도 증가될 수 있다.

<82> 따라서, 본 발명은 회전 가능한 스핀들을 통해 열 배출을 최소화하는 웨이퍼 지지 조립체의 변형예를 제공한다. 이러한 변형예는 도 7a, 7b, 7c 및 7d에 도시되어 있다. 캐비티(550)는 스핀들(500)과 거의 동축을 이루고 있다. 도 7b에는 웨이퍼 캐리어(300)가 없는 상태에서 스핀들(500)의 상단부(580)가 도시되어 있다. 캐비티(550)는 평탄면(560) 또는 그 반대를 구성할 수도 있는 캐비티 종결 지점(570)을 향해 연장되어 있다. 캐비티(550)의 깊이(h)는 스핀들 캐비티 직경(d)의 약 3 내지 약 4배가 바람직하다. 도 7b 및 7c로부터 알 수 있는 바와 같이, 스핀들(500)의 상단부(580)는 중공 구성을 갖고, 상부면(581)과 오목부(390)의 표면 사이의 접촉 영역이 최소화되어 있다. 이는 스핀들(500)을 통한 웨이퍼 캐리어(300)로부터의 열 배출을 감소시킨다. 도 7a에 도시된 바와 같이, 오목부(390)의 평탄면(395)이 스핀들(500)의 상부면(581)과 접촉하지 않으면, 열 배출의 추가 감소가 얻어진다.

<83> 도 7d에는 본 발명의 이 변형예의 경우에 스핀들과 웨이퍼 캐리어 사이에 바람직한 관계가 도시되어 있다. 전술한 바와 같이, 웨이퍼 캐리어와 스핀들 사이의 접촉점은 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에 있는 것이 바람직하다. 도 7d로부터 알 수 있는 바와 같이, 이 구성은 스핀들의 상단부와 웨이퍼 캐리어의 중앙 오목부에 대한 제조 공차의 조정을 통해서 얻어질 수도 있다. 일반적으로, 소기의 각도(α)로부터 소폭의 편향이 존재하는 것을 피하기는 어렵다(도 7d). 그러나, 제조 공차(A)의 편향이 조정될 수도 있다. 따라서, 제조 공정시에, 웨이퍼 캐리어의 중앙 오목부와 스핀들의 상단부에 대한 각도(α)가 이상적으로 설정되는 것이 바람직하다. 그러나, 웨이퍼 캐리어의 중앙 오목부의 경우에 제조 공차(A)가 양의 편향으로 주어지는 반면에, 스핀들의 상단부의 경우에는 제조 공차(A)가 음의 편향으로 주어진다. 웨이퍼 캐리어의 중앙 오목부에 대해 적절한 깊이를 선택하는 것과 함께, 이것은 웨이퍼 캐리어와 스핀들 사이에 접촉을 최소화시켜, 웨이퍼 캐리어와 스핀들 사이의 접촉점이 웨이퍼 캐리어의 무게 중심 위에 있게 한다.

<84> 스핀들을 통한 열 배출을 더 더욱 감소시키기 위해서, 본 발명의 반응 장치에는 도 8a와 8b에 도시된 복사 가열 요소의 신규 구성이 구비될 수도 있다. 도 8a에는 일차 복사 가열 요소(140)와 이차 가열 요소(700)가 도시되어 있다. 이차 가열 요소(700)는 상부면(701)과 바닥면(702)을 포함하고, 스핀들(600)의 중공형 상단부(680) 둘레에 형성된다. 이차 가열 요소(700)의 바닥면(702)은 캐비티(550)의 종결 지점(570)과 동일한 높이에 배치됨으로써, 가열시에 웨이퍼 지지 조립체로부터의 열 배출에 대한 열 방벽을 형성한다. 따라서, 스핀들(600)의 중공형 상단부(680)는 이차 가열 요소(700)에 의해 가열되어 스핀들을 통한 열 배출을 추가로 감소시킨다. 이차 가열 요소(700)의 상부면(701)은 일차 복사 가열 요소(140)의 상부면(141)과 동일한 높이에 배치된다. 도 8b로부터 알 수 있는 바와 같이, 스핀들(600)의 상단부(680)는 도 6a와 6b에 도시된 본 발명의 변형예에 있는 스핀들의 상단부와 동일할 수도 있다.

<85> 본 발명을 여기에서 특정 실시예를 참조하여 설명하였지만, 이들 실시예는 본 발명의 원리 및 적용에 대한 단순한 예시임을 이해해야 한다. 따라서, 예시된 실시예에 대해 많은 변형이 이루어질 수 있고 첨부된 청구범위에 의해 한정되는 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어남이 없이 다른 구성을 안출할 수도 있다는 것을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

<41> 도 1은 종래 기술의 CVD 반응 장치의 매우 개략적인 정단면도.

<42> 도 2는 웨이퍼 캐리어가 서셉터 없이 스핀들 상에 위치되는 경우에, 로딩 위치와 증착 위치 사이에서 이송될 수 있음을 보여주는, 본 발명의 웨이퍼 지지 조립체의 매우 개략적인 정단면도.

<43> 도 3a와 도 3b는 웨이퍼 캐리어가 게이트 밸브를 통해 로딩 위치와 증착 위치 사이에서 이송될 수 있음을 보여주는, 본 발명의 장치의 매우 개략적인 도면.

<44> 도 4는 서셉터가 스핀들, 웨이퍼 캐리어, 가열 요소 및 복사 가열 차폐부의 상단부에 영구적으로 부착되는 것을 보여주는, 종래 기술의 웨이퍼 지지 조립체의 매우 개략적인 도면.

<45> 도 5a는 웨이퍼 캐리어가 증착 위치에서 스핀들의 상단부 상에 장착되는 것을 보여주는, 본 발명의 웨이퍼 지지 조립체의 매우 개략적인 정단면도.

<46> 도 5b는 도 5a에 도시된 발명의 변형예로서 웨이퍼 캐리어의 상부 사시도.

<47> 도 5c는 도 5a와 도 5b에 도시된 발명의 변형된 웨이퍼 지지 조립체의 상부 사시도로서, 웨이퍼 캐리어는 로딩 위치에 있고, 웨이퍼 캐리어가 스핀들로부터 분리되어 있으며, 스핀들과 일차 가열 요소의 상단부를 도시하고 있다.

<48> 도 5d는 도 5a 내지 도 5c에 도시된 발명의 변형된 웨이퍼 캐리어의 저면도.

<49> 도 6a는 본 발명의 다른 변형예의 매우 개략적인 정단면도.

<50> 도 6b는 도 6a에 도시된 본 발명의 변형예의 스핀들의 상부 사시도.

<51> 도 7a는 스핀들을 통한 웨이퍼 지지 조립체로부터의 열 배출을 감소시키기 위한 스핀들 상단부의 캐비티를 도시하는, 본 발명의 다른 변형예의 웨이퍼 지지 조립체의 매우 개략적인 단면도.

<52> 도 7b는 도 7a에 도시된 변형예에 따른 스핀들의 상단부의 상부 사시도.

<53> 도 7c는 도 7a와 도 7b에 도시된 발명의 변형예의 스핀들의 매우 개략적인 정단면도.

<54> 도 7d는 도 7a 내지 도 7c에 도시된 발명의 변형예의 스핀들과 웨이퍼 캐리어 사이의 관계를 보여주는 매우 개략적인 정단면도.

<55> 도 8a는 스핀들과 복사 가열 요소의 신규한 구성과, 스핀들을 통해 웨이퍼 지지 조립체로부터 열 배출을 감소시키는 용도를 보여주는 본 발명의 웨이퍼 지지 조립체의 매우 개략적인 정단면도.

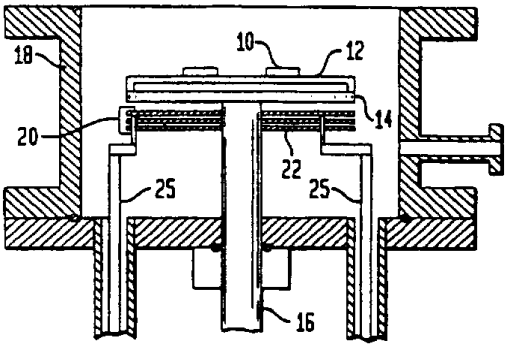
<56> 도 8b는 웨이퍼 캐리어가 로딩 위치에 있는 상태에서, 도 7a 내지 도 7c에 도시된 발명의 변형예용의 스핀들/가열 요소 구성을 보여주는, 본 발명의 웨이퍼 지지 조립체의 상부 사시도.

<57> 도 9a, 9b 및 9c는 증착 위치에서 스핀들의 상단부 상에 웨이퍼 캐리어를 유지하는 본 발명의 유지 수단의 가능한 변형예들을 도시하는 도면.

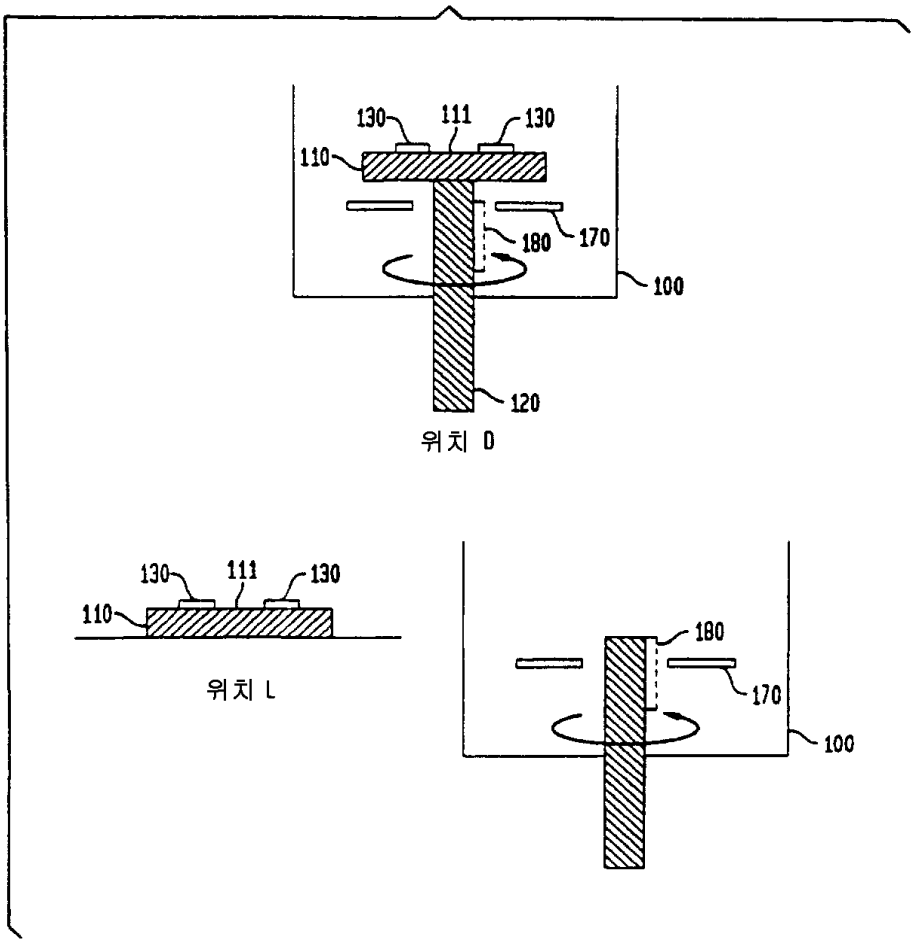
도면

도면1

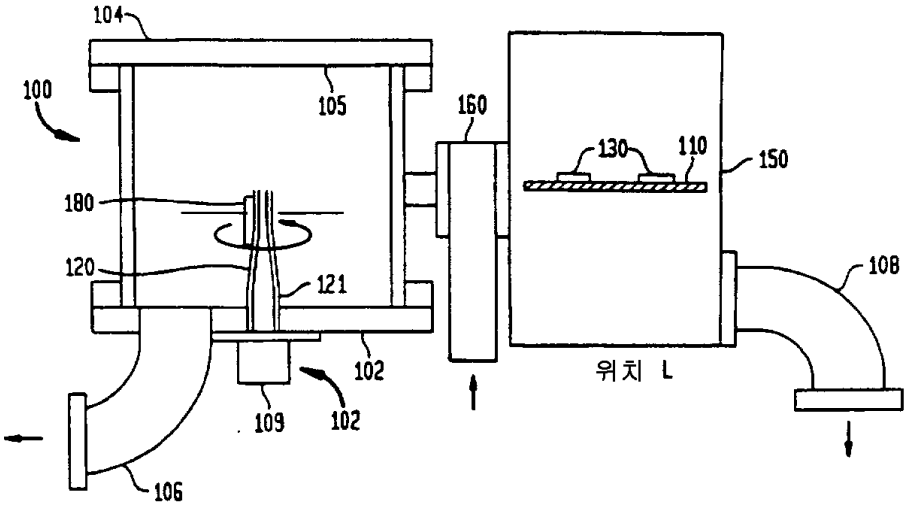
(종래기술)



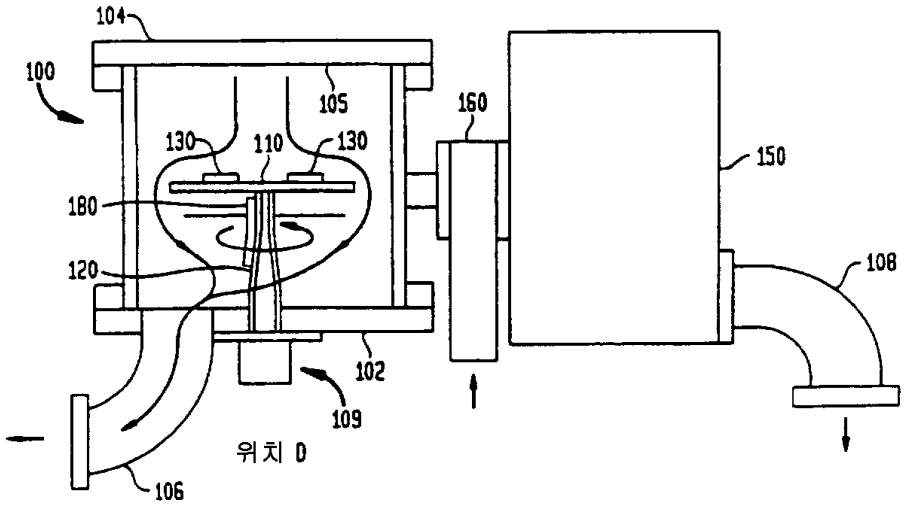
도면2



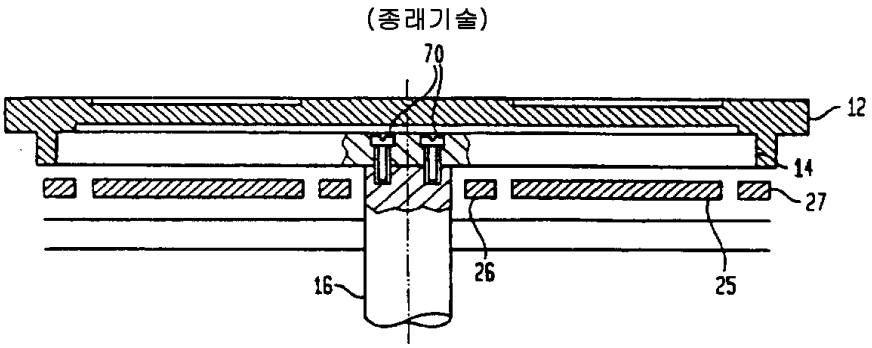
도면3a



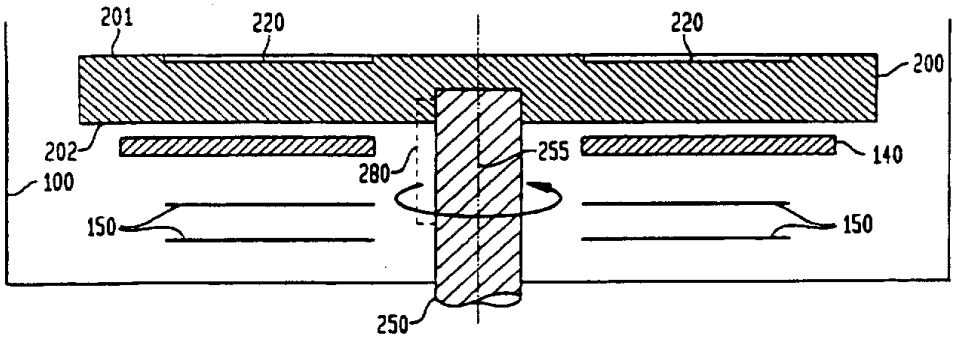
도면3b



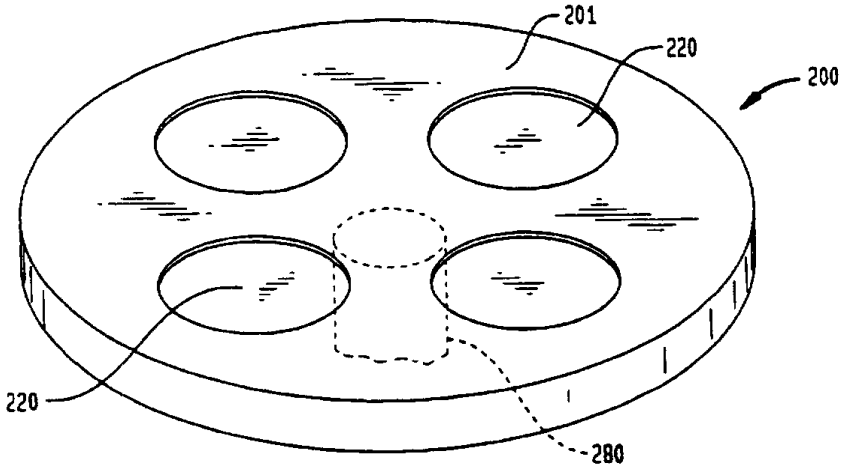
도면4



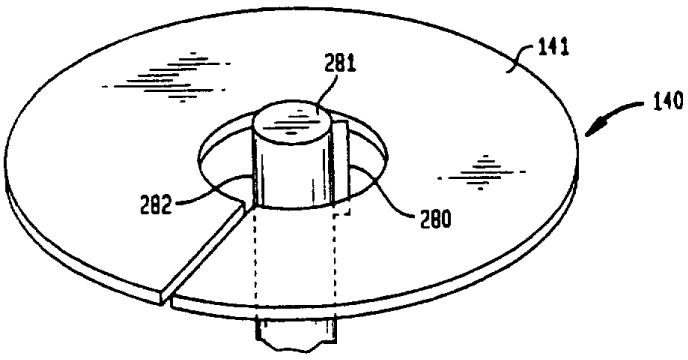
도면5a



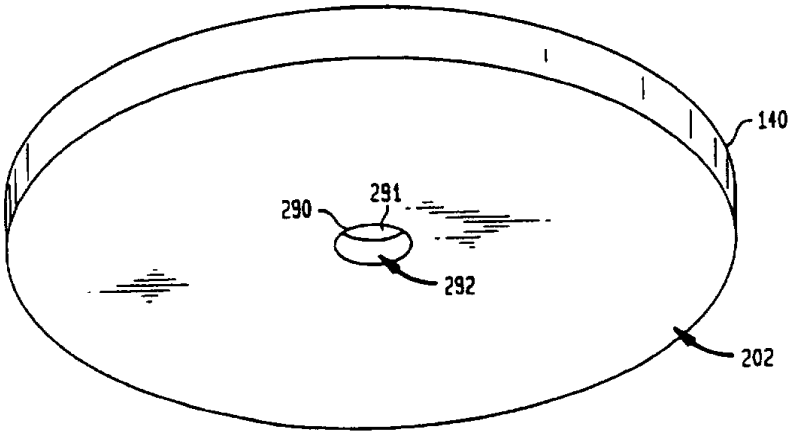
도면5b



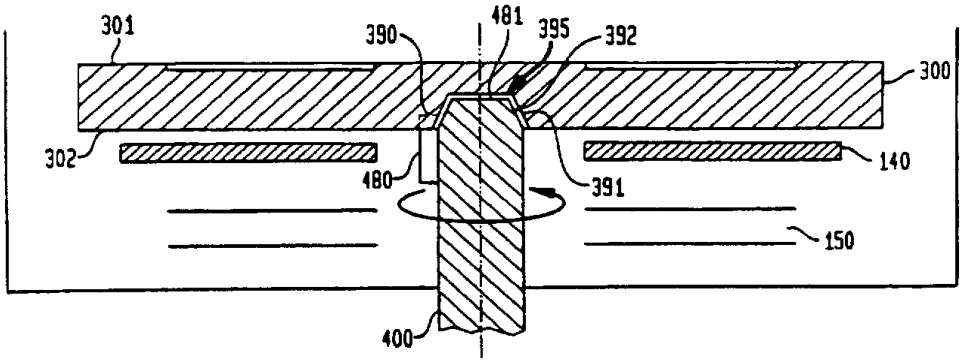
도면5c



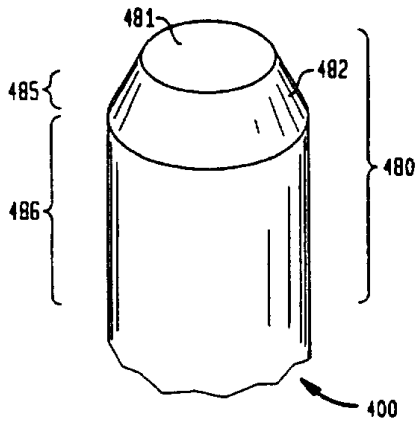
도면5d



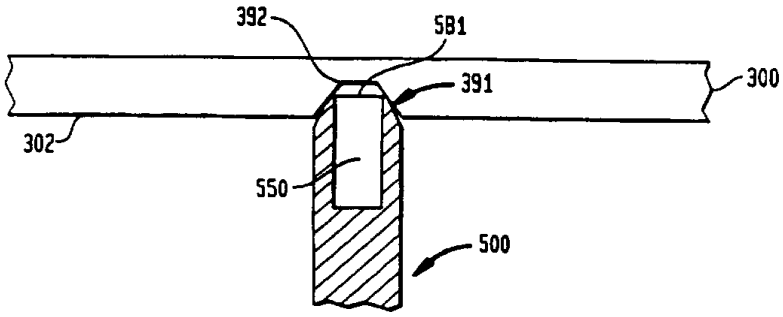
도면6a



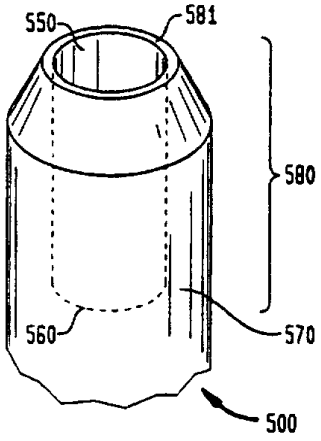
도면6b



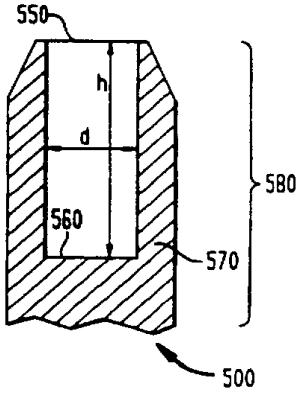
도면7a



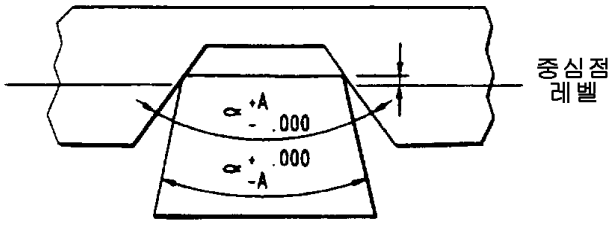
도면7b



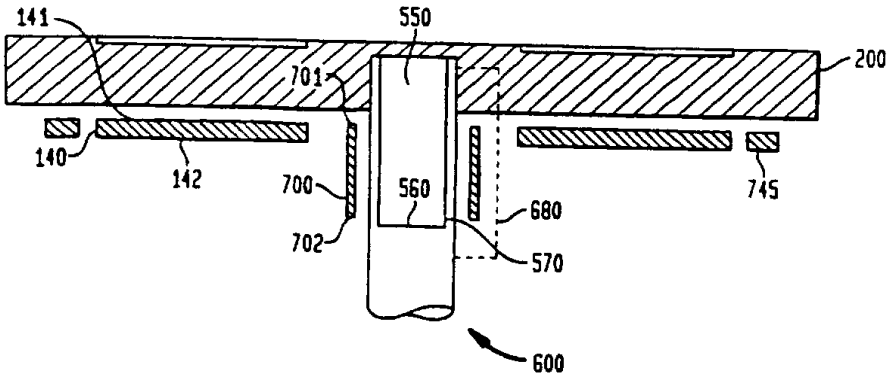
도면7c



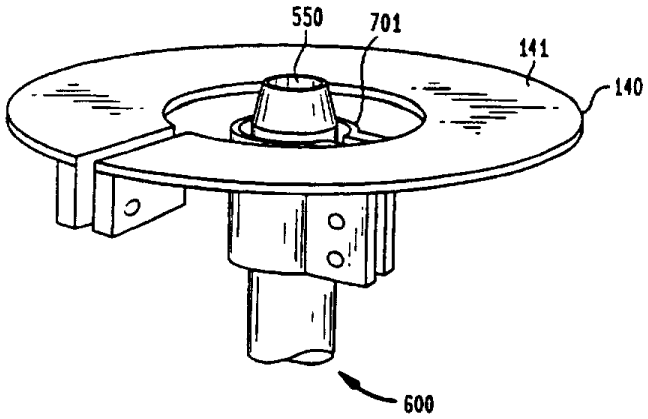
도면7d



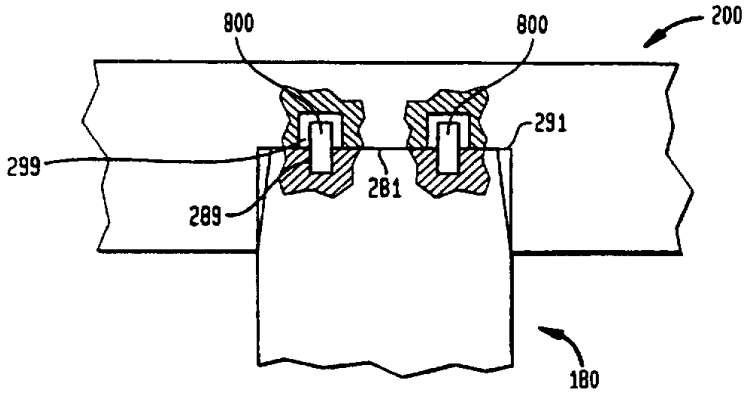
도면8a



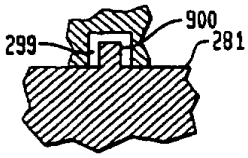
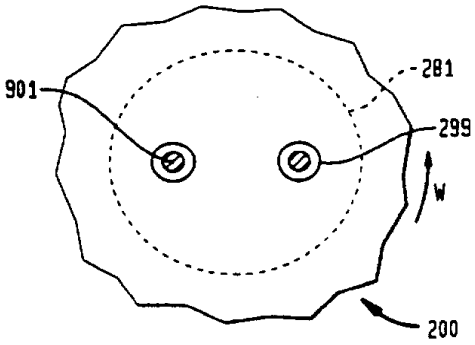
도면8b



도면9a



도면9b



도면9c