



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월31일
(11) 등록번호 10-2072270
(24) 등록일자 2020년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/324 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/205 (2013.01)
C30B 1/026 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0026273
(22) 출원일자 2017년02월28일
심사청구일자 2018년09월05일
(65) 공개번호 10-2017-0104381
(43) 공개일자 2017년09월15일
(30) 우선권주장
JP-P-2016-043022 2016년03월07일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140139413 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
치바, 요이치로
일본 407-0192 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸
미쯔자와 650 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시키키
가이샤 내
스즈키, 다이스케
일본 407-0192 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸
미쯔자와 650 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시키키
가이샤 내
하세베, 가즈히데
일본 407-0192 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸
미쯔자와 650 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시키키
가이샤 내
(74) 대리인
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 13 항

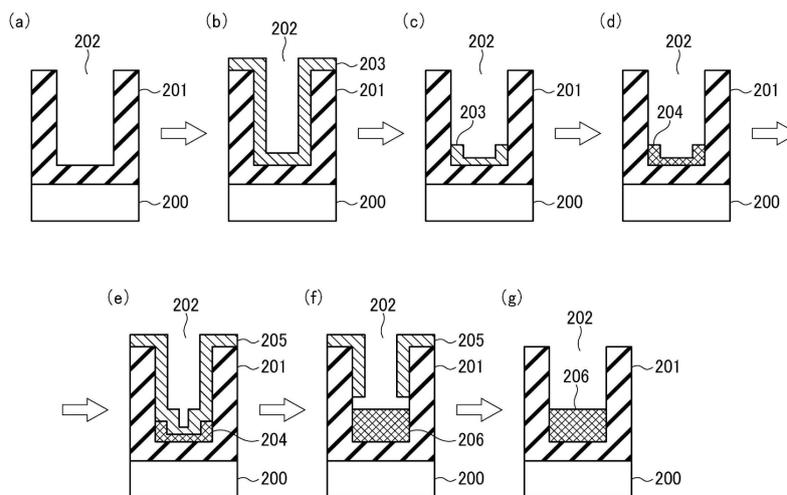
심사관 : 이정은

(54) 발명의 명칭 오목부 내의 결정 성장 방법 및 처리 장치

(57) 요약

절연막에 형성된 오목부 내에 선택적으로 고상 에피택셜 성장에 의해 결정을 성장시킬 수 있는 오목부 내의 결정 성장 방법 및 그것에 사용되는 처리 장치를 제공한다. 절연막(201)의 표면에, 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도로 제1 막(203)을 성막한 후, 에칭해서 오목부(202) 내의 저부에만 제1 막을 잔존시키고, 어닐에 의해 저부에 잔존하는 제1 막(203)을 결정성 층(204)으로 하고, 오목부(202)를 완전히 매립하지 않는 정도로 제2 막(205)을 성막하고, 어닐에 의해 제2 막(205)을 오목부(202) 내의 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해 결정 성장시켜, 에피택셜 결정층(206)을 형성하고, 잔존하는 상기 제2 막을 에칭 가스에 의해 에칭해서 제거한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/02532 (2013.01)

H01L 21/0262 (2013.01)

H01L 21/02636 (2013.01)

H01L 21/3065 (2013.01)

H01L 21/324 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150022675 A

US20110287629 A1

US20130248995 A1

US20090124077 A1

US20150056791 A1

명세서

청구범위

청구항 1

표면에 오목부가 형성된 절연막을 갖는 피처리 기판에 대하여, 상기 오목부 내에 결정을 성장시키는, 오목부 내의 결정 성장 방법으로서,

- (a) 상기 절연막의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제1 막을 성막하는 공정과,
- (b) 계속해서, 상기 제1 막을 에칭 가스에 의해 에칭하여, 상기 오목부 내의 저부에만 상기 제1 막을 잔존시키는 공정과,
- (c) 계속해서, 상기 피처리 기판을 어닐하여, 상기 오목부 내의 저부에 잔존하는 제1 막을 결정성 층으로 하는 공정과,
- (d) 계속해서, 상기 절연막의 표면 및 상기 결정성 층의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제2 막을 성막하는 공정과,
- (e) 계속해서, 상기 피처리 기판을 어닐하여, 상기 제2 막을 상기 오목부 내의 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해 결정 성장시켜, 에피택셜 결정층을 형성하는 공정과,
- (f) 계속해서, 상기 피처리 기판 상에 잔존하는 상기 제2 막을 에칭 가스에 의해 에칭해서 제거하는 공정을 포함하는 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (d) 공정, 상기 (e) 공정 및 상기 (f) 공정의 시퀀스를 복수회 반복하는, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 막은, 실리콘막이며, 상기 제2 막은, 실리콘막, 게르마늄막, 실리콘 게르마늄막 중 어느 하나인, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 실리콘막은, 실리콘 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 형성되고, 상기 게르마늄막은, 게르마늄 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 형성되고, 상기 실리콘 게르마늄막은, 실리콘 원료 가스 및 게르마늄 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 형성되는, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 실리콘 원료 가스는, 실란계 가스 또는 아미노실란계 가스이며, 상기 게르마늄 원료 가스는, 게르만계 가스 또는 아미노게르만계 가스인, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 6

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (b) 공정 및 상기 (f) 공정에서, 상기 제1 막 및 상기 제2 막이 실리콘막인 경우에, 상기 에칭 가스는, Cl₂, HCl, F₂, Br₂, HBr로부터 선택되는, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 (b) 공정은, 상기 피처리 기관의 온도를 200 내지 500℃로 해서 행하여지는, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 8

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (a) 공정 및 상기 (d) 공정은, 상기 제1 막 및 상기 제2 막이 실리콘막인 경우에, 상기 피처리 기관의 온도를 300 내지 700℃의 범위 내로 해서 행하여지는, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 9

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (c) 공정은, 상기 제1 막이 실리콘막인 경우에, 상기 피처리 기관의 온도를 500℃ 이상으로 해서 행하여지는, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 10

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (e) 공정은, 상기 제2 막이 실리콘막인 경우에, 상기 피처리 기관의 온도를 300 내지 600℃의 범위로 해서 행하여지는, 오목부 내의 결정 성장 방법.

청구항 11

표면에 오목부가 형성된 절연막을 갖는 피처리 기관에 대하여, 상기 오목부 내에 결정을 성장시키는 처리 장치로서,

상기 피처리 기관을 수용하는 처리 용기와,

상기 처리 용기 내에 가스를 공급하는 가스 공급부와,

상기 처리 용기 내를 가열하는 가열 기구와,

상기 처리 용기 내를 배기해서 감압 상태로 하는 배기 기구와,

상기 가스 공급부, 상기 가열 기구 및 상기 배기 기구를 제어하는 제어부

를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 배기 기구에 의해 상기 처리 용기 내를 미리 정해진 감압 상태로 제어하고, 상기 가열 기구에 의해 상기 처리 용기 내를 미리 정해진 온도로 제어하고,

상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 제1 가스를 공급시켜, 상기 절연막의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제1 막을 성막시키고,

계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 에칭 가스를 공급시켜, 상기 제1 막을 에칭시켜서, 상기 오목부 내의 저부에만 상기 제1 막을 잔존시키고,

계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 어닐 가스를 공급시켜, 상기 피처리 기관을 어닐시켜서, 상기 오목부 내의 저부에 잔존하는 제1 막을 결정성 층으로 하고,

계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 제2 가스를 공급시켜, 상기 절연막의 표면 및 상기 결정성 층의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제2 막을 성막시키고,

계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 어닐 가스를 공급시켜, 상기 피처리 기관을 어닐시켜서, 상기 제2 막을 상기 오목부 내의 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해 결정 성장시키고,

계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 에칭 가스를 공급시켜, 상기 제2 막을 에칭에 의해 제

거시키는 처리 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 처리 용기는, 상기 피처리 기관이 복수 유지된 기관 유지구가 수용되어, 복수의 기관에 대하여 처리가 행하여지는, 처리 장치.

청구항 13

컴퓨터 상에서 동작하고, 처리 장치를 제어하기 위한 프로그램이 기억된 기억 매체로서, 상기 프로그램은, 실행시에, 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 오목부 내의 결정 성장 방법이 행해지도록, 컴퓨터에 상기 처리 장치를 제어시키는 기억 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 오목부가 형성된 절연막을 표면에 갖는 피처리 기관에 대하여, 오목부 내에 실리콘 등의 결정을 성장시키는, 오목부 내의 결정 성장 방법 및 그것에 사용되는 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스의 제조에 있어서는, 트렌치나 홀(콘택트 홀 또는 스루홀) 등의 오목부 내에 실리콘을 매립하는 처리가 행하여지는 경우가 있다. 오목부 내에 충전된 실리콘은, 예를 들어 전극으로서 이용된다.

[0003] 트렌치 내에 실리콘을 매립하는 기술로서 특허문헌 1에 기재된 것이 알려져 있다. 특허문헌 1에는, 트렌치 내에 트렌치를 폐색하지 않는 충분히 얇은 다결정 실리콘 막을 형성하고, 다결정 실리콘 막 상에 아몰퍼스 실리콘을 형성한 후, 어닐하여, 트렌치를 충전하도록 아몰퍼스 실리콘층을 이동시키는 기술이 기재되어 있다.

[0004] 또한, 오목부 내에 실리콘을 퇴적한 후, 어닐함으로써 고상 에피택셜 성장시키는 것이 시도되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평10-56154호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 특허문헌 1에는 오목부 내에 결정 성장시키는 기술은 개시되어 있지 않다. 또한, 절연막에 형성된 오목부의 경우에는, 에피택셜 성장시키기 위한 결정이 존재하지 않아, 그대로는 고상 에피택셜 성장시킬 수 없다.

[0007] 따라서, 본 발명은, 절연막에 형성된 오목부 내에 선택적으로 고상 에피택셜 성장에 의해 결정을 성장시킬 수 있는 오목부 내의 결정 성장 방법, 그것에 사용되는 처리 장치 및 기억 매체를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제1 관점은, 표면에 오목부가 형성된 절연막을 갖는 피처리 기관에 대하여, 상기 오목부 내에 결정을 성장시키는, 오목부 내의 결정 성장 방법으로서, (a) 상기 절연막의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제1 막을 성막하는 공정과, (b) 계속해서, 상기 제1 막을 에칭 가스에 의해 에칭하여, 상기 오목부 내의 저부에만 상기 제1 막을 잔존시키는 공정과, (c) 계속해서, 상기 피처리 기관을 어닐하여, 상기 오목부 내의 저부에 잔존하는 제1 막을 결정성 층으로 하는 공정과, (d) 계속해서, 상기 절연막의 표면 및 상기 결정성 층의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제2 막을 성막하는 공정과, (e) 계속해서, 상기 피처리 기관을 어닐하여, 상기 제2 막을 상기 오목부 내의 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해

결정 성장시켜, 에피택셜 결정층을 형성하는 공정과, (f) 계속해서, 상기 피처리 기판 상에 잔존하는 상기 제2 막을 에칭 가스에 의해 에칭해서 제거하는 공정을 포함하는 오목부 내의 결정 성장 방법을 제공한다.

- [0009] 상기 제1 관점에서, 상기 (d) 공정, 상기 (e) 공정 및 상기 (f) 공정의 시퀀스를 복수회 반복해도 된다.
- [0010] 상기 제1 막은, 실리콘막이며, 상기 제2 막은, 실리콘막, 게르마늄막, 실리콘 게르마늄 막 중 어느 하나이어도 된다. 이 경우에, 상기 실리콘막은, 실리콘 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 형성되어도 되고, 상기 게르마늄 막은, 게르마늄 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 형성되어도 되고, 상기 실리콘 게르마늄막은, 실리콘 원료 가스 및 게르마늄 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 형성되어도 된다. 상기 실리콘 원료 가스는, 실란계 가스 또는 아미노실란계 가스이어도 되고, 상기 게르마늄 원료 가스는, 게르만계 가스 또는 아미노게르만계 가스이어도 된다.
- [0011] 상기 (b) 공정 및 상기 (f) 공정에서, 상기 제1 막 및 상기 제2 막이 실리콘막인 경우에, 상기 에칭 가스는, Cl₂, HCl, F₂, Br₂, HBr로부터 선택된 것을 사용할 수 있다.
- [0012] 상기 (b) 공정은, 상기 피처리 기판의 온도를 200 내지 500℃로 해서 행할 수 있다. 또한, 상기 (a) 공정 및 상기 (d) 공정은, 상기 제1 막 및 상기 제2 막이 실리콘막인 경우에, 상기 피처리 기판의 온도를 300 내지 700℃의 범위 내로 해서 행할 수 있다. 상기 (c) 공정은, 상기 제1 막이 실리콘막인 경우에, 상기 피처리 기판의 온도를 500℃ 이상으로 해서 행할 수 있다. 상기 (e) 공정은, 상기 제2 막이 실리콘막인 경우에, 상기 피처리 기판의 온도를 300 내지 600℃의 범위에서 행할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 제2 관점은, 표면에 오목부가 형성된 절연막을 갖는 피처리 기판에 대하여, 상기 오목부 내에 결정을 성장시키는 처리 장치로서, 상기 피처리 기판을 수용하는 처리 용기와, 상기 처리 용기 내에 가스를 공급하는 가스 공급부와, 상기 처리 용기 내를 가열하는 가열 기구와, 상기 처리 용기 내를 배기해서 감압 상태로 하는 배기 기구와, 상기 가스 공급부, 상기 가열 기구 및 상기 배기 기구를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 배기 기구에 의해 상기 처리 용기 내를 미리 정해진 감압 상태로 제어하고, 상기 가열 기구에 의해 상기 처리 용기 내를 미리 정해진 온도로 제어하고, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 제1 가스를 공급시켜, 상기 절연막의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제1 막을 성막시키고, 계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 에칭 가스를 공급시켜, 상기 제1 막을 에칭시켜서, 상기 오목부 내의 저부에만 상기 제1 막을 잔존시키고, 계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 어닐 가스를 공급시켜, 상기 피처리 기판을 어닐시켜서, 상기 오목부 내의 저부에 잔존하는 제1 막을 결정성 층으로 하고, 계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 제2 가스를 공급시켜, 상기 절연막의 표면 및 상기 결정성 층의 표면에, 상기 오목부를 완전히 매립하지 않는 정도의 두께로 제2 막을 성막시키고, 계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 어닐 가스를 공급시켜, 상기 피처리 기판을 어닐시켜서, 상기 제2 막을 상기 오목부 내의 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해 결정 성장시키고, 계속해서, 상기 가스 공급부로부터 상기 처리 용기 내에 에칭 가스를 공급시켜, 상기 제2 막을 에칭에 의해 제거시키는 처리 장치를 제공한다.
- [0014] 상기 제2 관점에 있어서, 상기 처리 용기는, 상기 피처리 기판이 복수 유지된 기판 유지구가 수용되어, 복수의 기판에 대하여 처리가 행하여지도록 할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 제3 관점은, 컴퓨터 상에서 동작하고, 처리 장치를 제어하기 위한 프로그램이 기억된 기억 매체로서, 상기 프로그램은, 실행 시에, 상기 제1 관점의 오목부 내의 결정 성장 방법이 행해지도록, 컴퓨터에 상기 처리 장치를 제어시키는 기억 매체를 제공한다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따르면, 트렌치나 홀 등의 오목부가 형성된 절연막을 갖는 피처리 기판에, 오목부를 완전히 만족하지 않는 정도의 제1 막을 성막한 후, 에칭 가스를 사용해서 에칭함으로써, 오목부의 저부에만 제1 막을 잔존시킬 수 있고, 이 상태에서 어닐에 의해 오목부 내의 저부에 잔존하는 제1 막을 결정성 층으로 하고, 이 결정성 층의 상에 제2 막을 성막함과 함께, 어닐에 의해 제2 막을 오목부 내의 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해 결정 성장시켜, 에피택셜 결정층을 형성한다. 이 때문에, 절연막에 형성된 오목부이어도, 오목부 내에 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해 결정층을 선택적으로 성장시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오목부 내의 결정 성장 방법을 나타내는 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 오목부 내의 결정 성장 방법을 설명하기 위한 공정 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 오목부 내의 결정 성장 방법의 실시에 사용할 수 있는 처리 장치의 일례를 도시하는 종단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명한다.
- [0019] <오목부 내의 결정 성장 방법>
- [0020] 최초로, 본 발명에 따른 오목부 내의 결정 성장 방법의 일 실시 형태에 대해서, 도 1의 흐름도 및 도 2의 공정 단면도에 기초하여 설명한다.
- [0021] 먼저, 트렌치나 홀 등의 오목부(202)가 소정 패턴으로 형성된, SiO₂막이나 SiN막 등으로 이루어지는 절연막(201)을 기체(200) 상에 갖는 반도체 웨이퍼(이하, 간단히 웨이퍼라 기재함)를 준비한다(스텝 1, 도 2의 (a)). 또한, 기체(200)는, 반도체 기관이어도 되고, 반도체 기관에 다른 층이 형성된 것이어도 된다.
- [0022] 오목부(202)로서는, 예를 들어 개구 직경 또는 개구 폭이 10 내지 50nm, 깊이가 50 내지 300nm 정도인 것이어도 된다.
- [0023] 이어서, 오목부(202)를 완전히 채우지 않는 정도로, 절연막(201)의 표면에 제1 막으로서 실리콘막, 전형적으로는 아몰퍼스 실리콘막(203)을 성막(퇴적)한다(스텝 2, 도 2의 (b)). 이때의 아몰퍼스 실리콘막(203)의 성막은, 실리콘(Si) 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 행하여진다. 아몰퍼스 실리콘막(203)의 막 두께는, 오목부의 크기 형상에 따라 다르지만, 10 내지 20nm 정도가 바람직하다.
- [0024] Si 원료 가스로서는, CVD법에 적용 가능한 Si 함유 화합물 전반을 사용할 수 있으며 특별히 한정되지 않지만, 실란계 화합물, 아미노실란계 화합물을 적합하게 사용할 수 있다. 실란계 화합물로서는, 예를 들어 모노실란(SiH₄), 디실란(Si₂H₆) 등을 들 수 있고, 아미노실란계 화합물로서는, 예를 들어 BAS(부틸아미노실란), BTBAS(비스터셔리부틸아미노실란), DMAS(디메틸아미노실란), BDMAS(비스디메틸아미노실란) 등을 들 수 있다. 물론 다른 실란계 가스, 아미노실란계 가스이어도 된다.
- [0025] 아몰퍼스 실리콘막(203)을 형성할 때, Si 원료 가스와 함께, 불순물 함유 가스를 사용해도 된다. 불순물로서는, 비소(As), 붕소(B), 인(P)이 예시되고, 불순물 함유 가스로서는, 아르신(AsH₃), 디보란(B₂H₆), 삼염화붕소(BCl₃), 포스핀(PH₃)을 사용할 수 있다.
- [0026] 이때의 구체적인 프로세스 조건으로서, 웨이퍼의 온도: 300 내지 700℃, 압력: 0.1 내지 10Torr(13.3 내지 1333Pa) 정도를 사용할 수 있다.
- [0027] 이어서, 웨이퍼에 에칭 가스를 공급하여, 아몰퍼스 실리콘막(203)을 에칭하고, 오목부(202)의 저부에만 아몰퍼스 실리콘막(203)을 잔존시킨다(스텝 3, 도 2의 (c)).
- [0028] 에칭 가스는, 상방으로부터 공급되기 때문에, 아몰퍼스 실리콘막(203)은, 표면측부터 에칭된다. 이 때문에, 도 2의 (c)에 도시한 바와 같이, 아몰퍼스 실리콘막(203)의 상면 부분 및 오목부(202)의 측면 부분을 완전히 에칭해서 절연막(201)이 노출된 상태로 하고, 오목부(202)의 저부에만, V자 형상 내지는 U자 형상을 이루도록 잔존시킬 수 있다.
- [0029] 이때 사용되는 에칭 가스로서는, 아몰퍼스 실리콘을 에칭할 수 있는 것 전반을 사용할 수 있고, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 Cl₂, HCl, F₂, Br₂, HBr 등을 적합하게 사용할 수 있다. 또한, 이러한 에칭 가스에 의한 에칭과 함께, 또는 이러한 에칭 가스에 의한 에칭 대신에, 실리콘을 제거할 수 있는 다른 에칭 프로세스를 사용해도 된다.
- [0030] 이때의 에칭 온도는 200 내지 500℃의 범위가 바람직하다. 이 경우에, 에칭 온도가 이 범위 내에서 고온일수록(400℃ 정도 이상), 저부에 아몰퍼스 실리콘막을 남기기 쉬워지는 경향이 있다.
- [0031] 이어서, 웨이퍼를 어닐하여, 오목부(202)의 저부 아몰퍼스 실리콘막(203)을 결정화시켜, 결정성 실리콘층(204)

으로 한다(스텝 4, 도 2의 (d)).

- [0032] 스텝 4에서의 웨이퍼의 어닐은, 온도: 500℃ 이상, 바람직하게는 500 내지 700℃, 압력: 1.0×10^{-10} 내지 1.0Torr(1.33×10^{-8} 내지 133Pa) 정도에서 행할 수 있다. 또한, 어닐은, 수소 가스(H₂ 가스)를 함유하는 분위기, 또는 질소(N₂) 가스 등의 불활성 가스를 함유하는 분위기, 또는 이들 양쪽을 함유하는 분위기에서 행할 수 있다. H₂ 가스를 함유하는 분위기에서 어닐을 행함으로써, 실리콘의 마이그레이션을 억제할 수 있다.
- [0033] 이어서, 절연막(201) 및 결정성 실리콘층(204)의 표면에, 제2 막으로서, 오목부(202)를 완전히 채우지 않는 정도로 아몰퍼스 실리콘막(205)을 성막(퇴적)한다(스텝 5, 도 2의 (e)). 이때의 아몰퍼스 실리콘막(205)의 성막은, 스텝 2와 마찬가지로, 실리콘(Si) 원료 가스를 사용한 CVD법에 의해 행하여진다. Si 원료 가스에 대해서도, 스텝 2와 마찬가지로, CVD법에 적용 가능한 Si 함유 화합물 전반을 사용할 수 있으며, 특별히 한정되지 않지만, 실란계 화합물, 아미노실란계 화합물을 적합하게 사용할 수 있다.
- [0034] 아몰퍼스 실리콘막(205)을 형성할 때, Si 원료 가스와 함께, 불순물 함유 가스를 사용해도 된다. 불순물로서는, 비소(As), 붕소(B), 인(P)이 예시되며, 불순물 함유 가스로서는, 아르신(AsH₃), 디보란(B₂H₆), 삼염화붕소(BCl₃), 포스핀(PH₃)을 사용할 수 있다.
- [0035] 이어서, 웨이퍼를 어닐하여, 아몰퍼스 실리콘막(205)을 저부로부터 고상 에피택셜 성장(SPE)에 의해 결정 성장시킨다(스텝 6, 도 2의 (f)). 즉, 어닐에 의해, 아몰퍼스 실리콘막(205)이 저부로 이동함과 함께, 저부로부터 결정성 실리콘층(204)의 결정 구조를 이어받도록 고상 에피택셜 성장에 의해 결정 성장하여, 결정성 실리콘층(204)과 일체로 된 에피택셜 결정층(206)이 형성된다. 이때, 결정화에 의한 체적 변화에 따라, 에피택셜 결정층(206)과 잔존하는 아몰퍼스 실리콘막(205)은 분리된 상태가 된다.
- [0036] 스텝 6에서의 웨이퍼의 어닐은, 온도: 300 내지 600℃, 압력: 1.0×10^{-10} 내지 1.0Torr(1.33×10^{-8} 내지 133Pa) 정도에서 행할 수 있다. 또한, 어닐은, H₂ 가스를 함유하는 분위기, 또는 N₂ 가스 등의 불활성 가스를 함유하는 분위기에서 행할 수 있다. H₂ 가스를 함유하는 분위기에서 어닐을 행함으로써, 실리콘의 마이그레이션을 억제할 수 있다.
- [0037] 이어서, 오목부(202)의 측벽 및 절연막(201)의 상부에 잔존한 아몰퍼스 실리콘막(205)을 에칭에 의해 제거한다(스텝 7, 도 2의 (g)).
- [0038] 이때의 에칭은, 아몰퍼스 실리콘막(205)과 에피택셜 결정층(206)의 에칭 레이트 차를 이용해서 아몰퍼스 실리콘막(205)을 선택적으로 에칭한다.
- [0039] 스텝 3의 에칭과 마찬가지로, 에칭 가스로서는, 아몰퍼스 실리콘을 에칭할 수 있는 것 전반을 사용할 수 있고, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 Cl₂, HCl, F₂, Br₂, HBr 등을 적합하게 사용할 수 있다. 또한, 이러한 에칭 가스에 의한 에칭과 함께, 또는 이러한 에칭 가스에 의한 에칭 대신에, 실리콘을 제거할 수 있는 다른 에칭 프로세스를 사용해도 된다.
- [0040] 스텝 7의 에칭 시의 조건은, 스텝 3과 마찬가지로의 조건에서 행할 수 있는데, 에피택셜 결정층(206)과의 사이에서 에칭 선택성을 취할 수 있으므로, 스텝 3의 온도 범위보다도 높은 온도에서 아몰퍼스 실리콘막(205)을 확실하게 제거하도록 해도 된다. 또한, 잔존하는 실리콘막이 폴리실리콘막이어도 에피택셜 결정층(206)과의 에칭 레이트 차에 의해 선택적으로 에칭할 수 있다.
- [0041] 이에 의해, 오목부(202) 내에 에피택셜 결정층(206)이 매립된 상태가 된다. 에피택셜 결정층(206)의 매립 높이가 불충분한 경우에는, 충분한 매립 높이가 될 때까지, 상기 스텝 5의 아몰퍼스 실리콘막(205)의 성막, 스텝 6의 SPE 공정, 스텝 7의 에칭을 복수회 반복한다(스텝 8).
- [0042] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 트렌치나 홀 등의 오목부(202)가 형성된 절연막(201)을 갖는 반도체 웨이퍼에, 오목부(202)를 완전히 채우지 않는 정도의 아몰퍼스 실리콘막(203)을 성막한 후, 에칭 가스를 사용해서 에칭하여, 오목부(202)의 저부에 아몰퍼스 실리콘막(203)을 잔존시키고, 계속해서 어닐에 의해 저부에 잔존한 아몰퍼스 실리콘막(203)을 결정성 실리콘층(204)으로 하고, 그 위에 아몰퍼스 실리콘막(205)을 성막한 후, 어닐해서 SPE에 의해 에피택셜 결정층(206)을 형성한다. 따라서, 절연막(201)에 형성된 오목부(202)이어도, 오목부(202) 내에 저부로부터 고상 에피택셜 성장에 의해 실리콘 결정층을 선택적으로 성장시킬 수 있다.

- [0043] 이에 의해, 오목부 이외의 여분의 부분에 결정 성장하지 않고, 또한 오목부 내에 보이드 등의 결함을 존재시키지 않고 양호한 결정을 성장시킬 수 있다.
- [0044] 또한, 스텝 5에 사용하는 아몰퍼스 실리콘막(205) 대신에 게르마늄(Ge)막 또는 실리콘 게르마늄(SiGe)막을 사용해도 된다. Ge막의 경우에는 Ge 원료 가스를 사용하고, SiGe막의 경우에는 Ge 원료 가스 및 Si 원료 가스를 사용하여, CVD법에 의해 성막한다. Ge 원료 가스로서는, CVD법에 적용 가능한 Ge 함유 화합물 전반을 사용할 수 있으며, 특별히 한정되지 않지만, 게르만계 화합물, 아미노게르만계 화합물을 적합하게 사용할 수 있다. 게르만계 화합물로서는, 예를 들어 모노게르만(GeH_4), 디게르만(Ge_2H_6) 등을 들 수 있고, 아미노게르만계 화합물로서는, 트리시디메틸아미노게르만($\text{GeH}(\text{NMe}_2)_3$), 디메틸아미노게르만($\text{GeH}_3(\text{NMe}_2)_2$), 비스디메틸아미노게르만($\text{GeH}_2(\text{NMe}_2)_2$) 등을 들 수 있다. 물론 다른 게르만계 가스, 아미노게르만계 가스이어도 된다.
- [0045] 아몰퍼스 실리콘막(205) 대신에 Ge막 또는 SiGe막을 사용한 경우에는, 오목부(202) 내에 성장하는 결정은, Ge 또는 SiGe를 주체로 한 것이 된다.
- [0046] <성막 장치의 일례>
- [0047] 이어서, 본 발명의 오목부 내의 결정 성장 방법의 실시에 사용할 수 있는 처리 장치의 일례에 대해서 설명한다. 도 3은, 그러한 처리 장치의 일례인 성막 장치를 도시하는 종단면도이다.
- [0048] 성막 장치(1)는, 천장부를 구비한 통 형상의 단열체(3)와, 단열체(3)의 내주면에 설치된 히터(4)를 갖는 가열로(2)를 구비하고 있다. 가열로(2)는, 베이스 플레이트(5) 상에 설치되어 있다.
- [0049] 가열로(2) 내에는, 예를 들어 석영으로 이루어지는, 상단이 폐쇄되어 있는 외부관(11)과, 이 외부관(11) 내에 동심 형상으로 설치된, 예를 들어 석영으로 이루어지는 내부관(12)을 갖는 2중관 구조를 이루는 처리 용기(10)가 삽입되어 있다. 그리고, 상기 히터(4)는, 처리 용기(10)의 외측을 둘러싸도록 설치되어 있다.
- [0050] 상기 외부관(11) 및 내부관(12)은, 각각 그 하단에서 스테인리스 등으로 이루어지는 통 형상의 매니폴드(13)에 의해 유지되어 있고, 이 매니폴드(13)의 하단 개구부에는, 당해 개구를 기밀하게 밀봉하기 위한 캡부(14)가 개폐 가능하게 설치되어 있다.
- [0051] 캡부(14)의 중심부에는, 예를 들어 자기 시일에 의해 기밀한 상태에서 회전 가능한 회전축(15)이 삽입 관통되어 있고, 회전축(15)의 하단은, 승강대(16)의 회전 기구(17)에 접속되고, 상단은 턴테이블(18)에 고정되어 있다. 턴테이블(18)에는, 보온통(19)을 개재해서 피처리 기관인 반도체 웨이퍼(이하, 간단히 웨이퍼라 기재함)를 유지하는 기관 유지구인 석영제의 웨이퍼 보트(20)가 적재된다. 이 웨이퍼 보트(20)는, 예를 들어 50 내지 150매의 웨이퍼(W)를 소정 간격의 피치로 적층해서 수용할 수 있도록 구성되어 있다.
- [0052] 그리고, 승강 기구(도시하지 않음)에 의해 승강대(16)를 승강시킴으로써, 웨이퍼 보트(20)를 처리 용기(10) 내에 반입 반출 가능하게 되어 있다. 웨이퍼 보트(20)를 처리 용기(10) 내에 반입했을 때, 상기 캡부(14)가 매니폴드(13)에 밀접하여, 그 사이가 기밀하게 시일된다.
- [0053] 또한, 성막 장치(1)는, 처리 용기(10) 내에 Si 원료 가스를 도입하는 Si 원료 가스 공급 기구(21)와, 처리 용기(10) 내에 불순물 함유 가스를 도입하는 불순물 가스 공급 기구(22)와, 처리 용기(10) 내에 예칭 가스를 도입하는 예칭 가스 공급 기구(23)와, 처리 용기(10) 내에 퍼지 가스나 어닐 가스를 도입하는 퍼지/어닐 가스 공급 기구(24)를 갖고 있다. 이들 Si 원료 가스 공급 기구(21)와, 불순물 가스 공급 기구(22)와, 예칭 가스 공급 기구(23)와, 퍼지/어닐 가스 공급 기구(24)는 가스 공급부를 구성한다.
- [0054] Si 원료 가스 공급 기구(21)는, Si 원료 가스 공급원(25)과, Si 가스 공급원(25)으로부터 성막 가스를 유도하는 Si 원료 가스 배관(26)과, Si 원료 가스 배관(26)에 접속되어, 매니폴드(13)의 측벽 하부를 관통해서 설치된 석영제의 Si 원료 가스 노즐(26a)을 갖고 있다. Si 원료 가스 배관(26)에는, 개폐 밸브(27) 및 매스 플로우 컨트롤러와 같은 유량 제어기(28)가 설치되어 있어, Si 원료 가스를 유량 제어하면서 공급할 수 있게 되어 있다.
- [0055] 불순물 가스 공급 기구(22)는, 불순물 가스 공급원(29)과, 불순물 가스 공급원(29)으로부터 불순물 함유 가스를 유도하는 불순물 함유 가스 배관(30)과, 불순물 함유 가스 배관(30)에 접속되어, 매니폴드(13)의 측벽 하부를 관통해서 설치된 석영제의 불순물 함유 가스 노즐(30a)을 갖고 있다. 불순물 함유 가스 배관(30)에는, 개폐 밸브(31) 및 매스 플로우 컨트롤러와 같은 유량 제어기(32)가 설치되어 있어, 불순물 함유 가스를 유량 제어하면서 공급할 수 있게 되어 있다.

- [0056] 에칭 가스 공급 기구(23)는, 에칭 가스 공급원(33)과, 에칭 가스 공급원(33)으로부터 에칭 가스를 유도하는 에칭 가스 배관(34)과, 에칭 가스 배관(34)에 접속되어, 매니폴드(13)의 측벽 하부를 관통해서 설치된 석영제의 에칭 가스 노즐(34a)을 갖고 있다. 에칭 가스 배관(34)에는, 개폐 밸브(35) 및 매스 플로우 컨트롤러와 같은 유량 제어기(36)가 설치되어 있어, 에칭 가스를 유량 제어하면서 공급할 수 있게 되어 있다.
- [0057] 퍼지/어닐 가스 공급 기구(24)는, 불활성 가스 공급원(37)과, H₂ 가스 공급원(41)과, 불활성 가스 공급원(37)으로부터 불활성 가스를 유도하는 불활성 가스 배관(38)과, 불활성 가스 배관(38)에 접속되어, 매니폴드(13)의 측벽 하부를 관통해서 설치된 가스 노즐(38a)과, H₂ 가스 공급원(41)으로부터 H₂ 가스를 유도하고, 불활성 가스 배관(38)에 합류하는 H₂ 가스 배관(42)을 갖고 있다. 불활성 가스 배관(38) 및 H₂ 가스 배관(42)에는, 각각, 개폐 밸브(39 및 43), 및 매스 플로우 컨트롤러와 같은 유량 제어기(40 및 44)가 설치되어 있다.
- [0058] Si 원료 가스 공급 기구(21)로부터 공급되는 Si 원료 가스는, 상술한 바와 같이, CVD법에 적용 가능한 Si 함유 화합물이라면 한정되지 않지만, 실란계 화합물, 아미노실란계 화합물을 적합하게 사용할 수 있다.
- [0059] 불순물 함유 가스 공급 기구(22)로부터 공급되는 불순물 함유 가스의 불순물로서는, 상술한 바와 같이, As, B, P가 예시되고, 불순물 함유 가스로서는, AsH₃, B₂H₆, BCl₃, PH₃을 사용할 수 있다.
- [0060] 에칭 가스 공급 기구(23)로부터 공급되는 에칭 가스도, 상술한 바와 같이, 실리콘을 제거할 수 있는 것이어도 되고, 적합한 것으로서 Cl₂, HCl, F₂, Br₂, HBr 등이 예시된다.
- [0061] 퍼지/어닐 가스 공급 기구(24)로부터 공급되는 불활성 가스로서는, N₂ 가스나, Ar 가스와 같은 희가스를 사용할 수 있다. 퍼지 시에는 불활성 가스가 사용되고, 어닐 시에는 불활성 가스 또는 H₂ 가스가 사용된다.
- [0062] 매니폴드(13)의 측벽 상부에는, 외부관(11)과 내부관(12)과의 간극으로부터 처리 가스를 배출하기 위한 배기관(45)이 접속되어 있다. 이 배기관(45)에는, 처리 용기(10) 내를 배기하기 위한 진공 펌프(46)가 접속되어 있고, 또한 배기관(45)에는 압력 조정 밸브 등을 포함하는 압력 조정 기구(47)가 설치되어 있다. 그리고, 진공 펌프(46)로 처리 용기(10) 내를 배기하면서 압력 조정 기구(47)로 처리 용기(10) 내를 소정의 압력으로 조정하도록 되어 있다.
- [0063] 또한, 성막 장치(1)는 제어부(50)를 갖고 있다. 제어부(50)는, 성막 장치(1)의 각 구성부, 예를 들어 밸브류, 유량 제어기인 매스 플로우 컨트롤러, 히터 전원, 승강 기구 등의 구동 기구 등을 제어하는 컴퓨터(CPU)와, 오퍼레이터가 성막 장치(1)를 관리하기 위해서 커맨드의 입력 조작 등을 행하는 키보드나, 성막 장치(1)의 가동 상황을 가시화해서 표시하는 디스플레이 등으로 이루어지는 유저 인터페이스와, 성막 장치(1)에서 실행되는 각종 처리의 파라미터나, 처리 조건에 따라서 성막 장치(1)의 각 구성부에 처리를 실행시키기 위한 프로그램, 즉 처리 레시피 등이 저장된 기억부를 갖고 있으며, 필요에 따라, 유저 인터페이스로부터의 지시 등으로 임의의 처리 레시피를 기억부로부터 호출해서 컴퓨터에 실행시킨다. 이에 의해, 컴퓨터의 제어 하에서, 성막 장치(1)에서 상술한 바와 같은 오목부의 매립 방법이 실시된다. 처리 레시피는 기억 매체에 기억되어 있다. 기억 매체는, 하드 디스크, DVD, 반도체 메모리 등이어도 된다.
- [0064] 이어서, 이상과 같이 구성되는 성막 장치에 의해 상술한 바와 같은 오목부 내의 결정 성장 방법을 실시할 때의 처리 동작에 대해서 설명한다. 이하의 처리 동작은, 제어부(50)에서의 기억부의 기억 매체에 기억된 처리 레시피에 기초하여 실행된다.
- [0065] 최초로, 상술한 바와 같은 소정 패턴의 트렌치나 홀 등의 오목부가 형성된 절연막을 갖는 반도체 웨이퍼(W)를 웨이퍼 보트(20)에, 예를 들어 50 내지 150매 탑재하고, 턴테이블(18)에 보온통(19)을 개재해서 웨이퍼(W)를 탑재한 웨이퍼 보트(20)를 적재하고, 승강대(16)를 상승시킴으로써, 하방 개구부로부터 처리 용기(10) 내에 웨이퍼 보트(20)를 반입한다.
- [0066] 이때, 히터(4)에 의해 웨이퍼 보트(20)의 센터부(상하 방향의 중앙부)의 온도를 아몰퍼스 실리콘막의 성막에 적합한 온도, 예를 들어 300 내지 700℃의 범위의 소정 온도가 되도록 처리 용기(10) 내를 미리 가열해 둔다. 그리고, 처리 용기(10) 내를 0.1 내지 10Torr(13.3 내지 1333Pa)의 압력으로 조정한 후, 개폐 밸브(27)를 개방으로 하여, Si 원료 가스 공급원(25)으로부터 Si 원료 가스 배관(26)을 통해서 처리 용기(10)(내부관(12)) 내에 Si 원료 가스로서, 예를 들어 SiH₄ 가스를 공급하고, 웨이퍼 보트(20)를 회전시키면서, 온도: 300 내지 700℃, 압력: 1.0×10⁻¹⁰ 내지 1.0Torr(1.33×10⁻⁸ 내지 133Pa)에서, 아몰퍼스 실리콘막의 성막을 실시한다. 이때의 가

스 유량은, 유량 제어기(28)에 의해 50 내지 5000sccm의 범위 내의 소정 유량으로 제어된다. 이때, Si 원료 가스의 공급과 동시에, 불순물 함유 가스 공급원(29)으로부터 소정의 불순물 함유 가스를 소정량으로 도입해도 된다. 처리 용기(10) 내에 아몰퍼스 실리콘막의 성막은, 오목부를 완전히 채우지 않는 정도의 소정의 막 두께가 된 시점에서, 개폐 밸브(27)를 폐쇄하고 종료한다.

[0067] 이어서, 진공 펌프(46)에 의해 배기관(45)을 통해서 처리 용기(10) 내를 배기함과 함께, 개폐 밸브(39)를 개방하여, 불활성 가스 공급원(37)으로부터 N₂ 가스 등의 불활성 가스를 처리 용기(10) 내에 공급해서 처리 용기(10) 내를 퍼지하고, 히터(4)에 의해 처리 용기(10) 내의 온도를 200 내지 500℃의 범위의 소정 온도로 한다. 계속해서 개폐 밸브(39)를 폐쇄하고, 개폐 밸브(35)를 개방하여, 에칭 가스 공급원(33)으로부터 에칭 가스 배관(34)을 통해서 소정의 에칭 가스, 예를 들어 Cl₂ 가스를 처리 용기(10) 내에 공급하여, 오목부의 저부에만, V자 형상 내지는 U자 형상을 이루도록 잔존하게 한다. 소정 시간 경과 후, 개폐 밸브(35)를 폐쇄하고 에칭을 종료한다.

[0068] 이어서, 상기와 마찬가지로 처리 용기(10) 내의 배기 및 퍼지를 행함과 함께, 히터(4)에 의해 처리 용기(10) 내의 온도를 500℃ 이상, 바람직하게는 500 내지 700℃의 범위 내의 소정 온도로 하고, 개폐 밸브(39)를 개방한 채, 또는 개폐 밸브(39)를 폐쇄하고 개폐 밸브(43)를 개방하고, 또는 개폐 밸브(39)를 개방한 채 개폐 밸브(43)도 개방하여, 불활성 가스 또는 H₂ 가스 또는 그들을 모두 처리 용기(10) 내에 공급하고, 압력을 1.0×10⁻¹⁰ 내지 1.0Torr(1.33×10⁻⁸ 내지 133Pa)로 조정하여, 웨이퍼(W)에 대하여 어닐 처리를 행한다. 이에 의해, 웨이퍼(W)의 오목부 저부에 잔존하는 아몰퍼스 실리콘막을 결정화시켜, 결정성 실리콘층으로 한다.

[0069] 이어서, 상기와 마찬가지로 처리 용기(10) 내의 배기 및 퍼지를 행함과 함께, 히터(4)에 의해 처리 용기(10) 내의 온도를 300 내지 700℃의 범위의 소정 온도로 한다. 계속해서, 처리 용기(10) 내를 0.1 내지 10Torr(13.3 내지 1333Pa)의 압력으로 조정한 후, 개폐 밸브(27)를 개방으로 하여, Si 원료 가스 공급원(25)으로부터 Si 원료 가스 배관(26)을 통해서 처리 용기(10) 내에 Si 원료 가스로서, 예를 들어 SiH₄ 가스를 공급하고, 온도: 300 내지 700℃, 압력: 1.0×10⁻¹⁰ 내지 1.0Torr(1.33×10⁻⁸ 내지 133Pa)에서, 오목부 내 저부의 결정성 실리콘층 상에 아몰퍼스 실리콘막의 성막을 실시한다. 이때의 Si 원료 가스의 유량은, 유량 제어기(28)에 의해 50 내지 5000sccm의 범위 내의 소정 유량으로 제어된다. 이때, Si 원료 가스의 공급과 동시에, 불순물 함유 가스 공급원(29)으로부터 소정의 불순물 함유 가스를 소정량으로 도입해도 된다. 아몰퍼스 실리콘막의 성막은, 오목부를 완전히 채우지 않는 정도의 소정의 막 두께가 된 시점에서, 개폐 밸브(27)를 폐쇄하고 종료한다.

[0070] 이어서, 상기와 마찬가지로 처리 용기(10) 내의 배기 및 퍼지를 행함과 함께, 히터(4)에 의해 처리 용기(10) 내의 온도를 300 내지 600℃의 범위 내의 소정 온도로 하고, 개폐 밸브(39)를 개방한 채, 또는 개폐 밸브(39)를 폐쇄하고 개폐 밸브(43)를 개방하고, 또는 개폐 밸브(39)를 개방한 채 개폐 밸브(43)도 개방하여, 불활성 가스 또는 H₂ 가스 또는 그들을 모두 처리 용기(10) 내에 공급하여, 압력을 1.0×10⁻¹⁰ 내지 1.0Torr(1.33×10⁻⁸ 내지 133Pa)로 조정하여, 웨이퍼(W)에 대하여 어닐 처리를 행한다. 이에 의해, 결정성 실리콘층 상의 아몰퍼스 실리콘막의 저부로부터, 에피택셜 결정층을 고상 에피택셜 성장(SPE)에 의해 성장시킨다.

[0071] 이어서, 상기와 마찬가지로 처리 용기(10) 내의 배기 및 퍼지를 행함과 함께, 히터(4)에 의해 처리 용기(10) 내의 온도 및 압력을 소정 값으로 설정한다. 계속해서, 개폐 밸브(35)를 개방하여, 에칭 가스 공급원(33)으로부터 에칭 가스 배관(34)을 통해서 소정의 에칭 가스, 예를 들어 Cl₂ 가스를 처리 용기(10) 내에 공급하여, 절연막의 상부 및 오목부 내의 측벽에 잔존하는 아몰퍼스 실리콘막을 선택적으로 에칭한다.

[0072] 제어부(50)는, 상기 결정성 실리콘층 성막 후의 아몰퍼스 실리콘막의 성막, SPE에 의한 에피택셜 결정층의 형성, 아몰퍼스 실리콘막의 선택적 에칭을, 소정 높이의 에피택셜 결정층이 형성될 때까지 반복 실행시킨다.

[0073] 이상의 처리가 종료된 후, 진공 펌프(46)에 의해 배기관(45)을 통해서 처리 용기(10) 내를 배기하면서, 불활성 가스에 의해 처리 용기(10) 내의 퍼지를 행한다. 그리고, 처리 용기(10) 내를 상압으로 되돌린 후, 승강대(16)를 하강시켜서 웨이퍼 보트(20)를 반출한다.

[0074] 이상과 같이, 성막 장치(1)는, 한번에 다수의 웨이퍼의 처리가 가능하고, 또한 처리 용기(10) 내에서 오목부 내의 결정 성장 처리의 모든 공정을 연속해서 실시할 수 있으므로, 처리의 스루풋이 매우 높다. 또한, 스루풋을 더욱 높이는 관점에서, 각 공정의 온도 차를 최대한 작게 하는 것이 바람직하다.

- [0075] 또한, 2회째의 아몰퍼스 실리콘막 대신에 게르마늄막 또는 실리콘 게르마늄막을 성막하는 경우에는, 게르마늄 원료 공급 기구를 추가하면 된다.
- [0076] 실제의 조건으로서는, 이하와 같은 것을 예시할 수 있다.
- [0077] · 웨이퍼 매수: 150매
- [0078] · 1회째의 아몰퍼스 실리콘막 성막
- [0079] 온도: 500℃
- [0080] 압력: 2.0Torr(267Pa)
- [0081] SiH₄ 가스 유량: 1000sccm
- [0082] · 1회째의 예칭
- [0083] 온도: 400℃
- [0084] 압력: 0.3Torr(40Pa)
- [0085] Cl₂ 가스 유량: 1000sccm
- [0086] · 1회째의 어닐(결정성 실리콘층의 형성)
- [0087] 온도: 650℃
- [0088] 압력: 8.8×10^{-3} Torr(1.2Pa)
- [0089] N₂ 가스 유량: 1500sccm
- [0090] · 2회째의 아몰퍼스 실리콘막 성막
- [0091] 온도: 400℃
- [0092] 압력: 1.0Torr(133Pa)
- [0093] Si₂H₆ 가스 유량: 200sccm
- [0094] · 2회째의 어닐(SPE 공정)
- [0095] 온도: 550℃
- [0096] 압력: 8.8×10^{-3} Torr(1.2Pa)
- [0097] N₂ 가스 유량: 1500sccm
- [0098] · 2회째의 예칭
- [0099] 온도: 300℃
- [0100] 압력: 0.5Torr(67Pa)
- [0101] Cl₂ 가스 유량: 1000sccm
- [0102] <다른 적용>
- [0103] 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명했지만, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되지 않고, 그 취지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변형 가능하다.
- [0104] 예를 들어, 상기 실시 형태에서는, 본 발명의 방법을 종형의 배치식 장치에 의해 실시한 예를 나타냈지만, 이에 한정되지 않고, 횡형의 배치식 장치나 날장식 장치 등의 다른 다양한 성막 장치에 의해 실시할 수도 있다. 또한, 모든 공정을 하나의 장치에서 실시하는 예를 나타냈지만, 일부의 공정(예를 들어 예칭이나 어닐)을 다른 장치에서 행해도 된다.
- [0105] 또한, 결정 성장시키는 재료는, SPE로 성장시킬 수 있으면, 실리콘, 게르마늄, 실리콘 게르마늄에 한정되는 것

은 아니다.

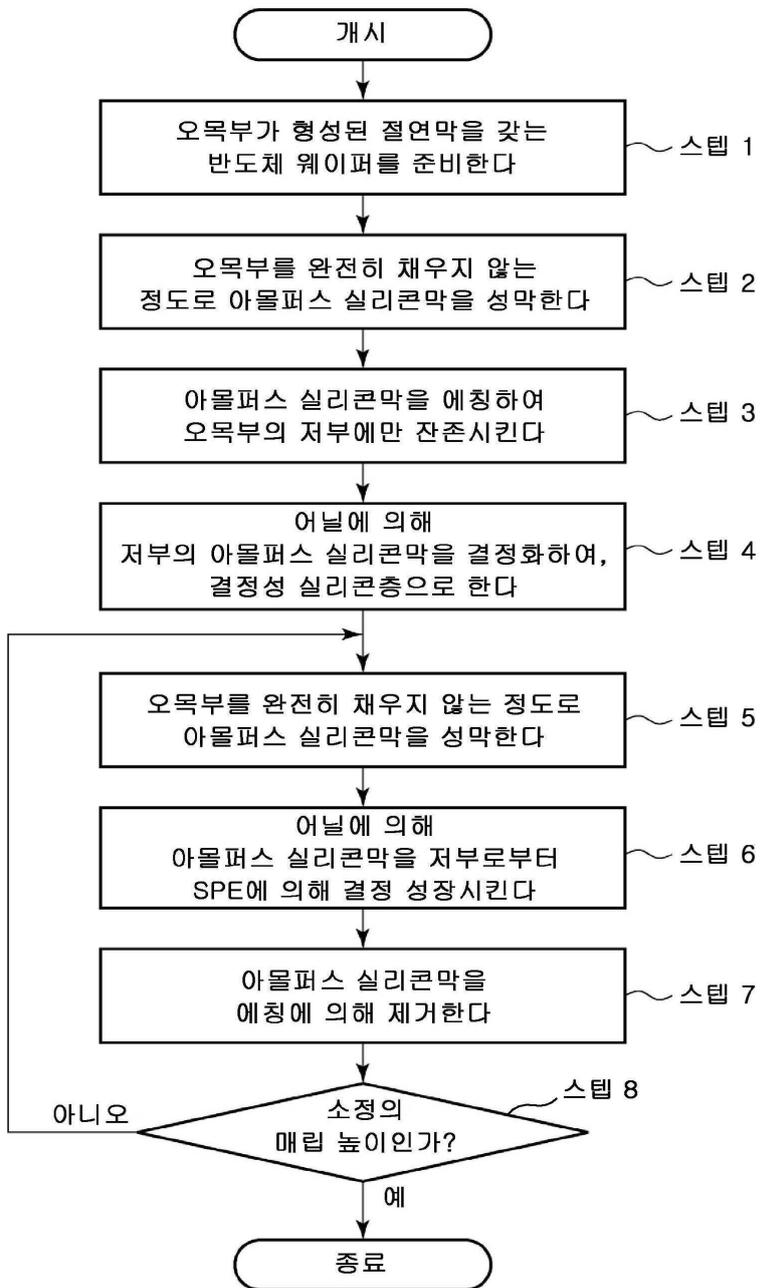
[0106] 또한, 피처리 기관으로서 반도체 웨이퍼를 사용한 경우에 대해서 나타냈지만, 이에 한정되지 않고, 플랫 패널 디스플레이용 유리 기관이나 세라믹스 기관 등, 다른 기관에도 적용할 수 있음은 말할 필요도 없다.

부호의 설명

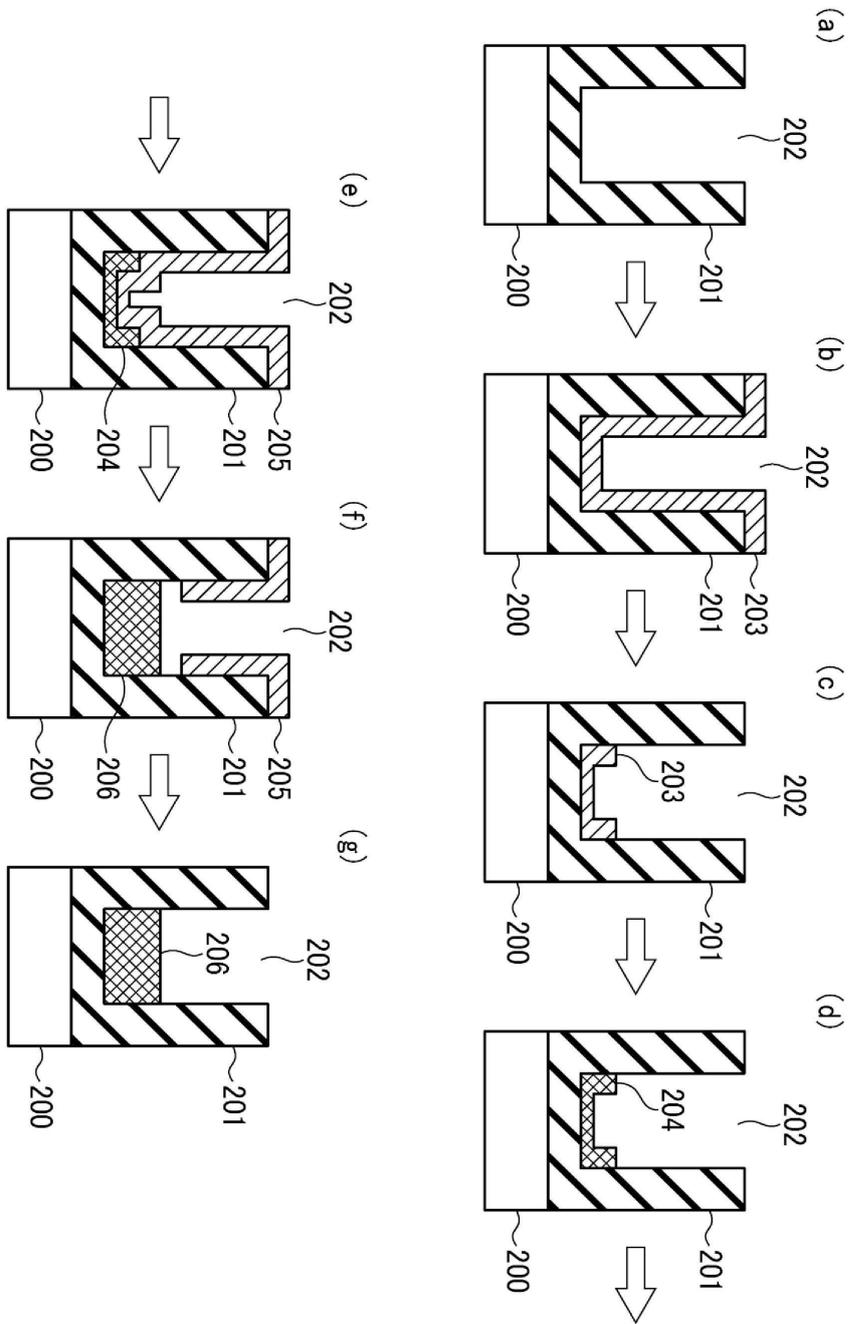
- [0107]
- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1; 성막 장치 | 2; 가열로 |
| 4; 히터 | 10; 처리 용기 |
| 20; 웨이퍼 보트 | 21; Si 원료 가스 공급 기구 |
| 22; 불순물 함유 가스 공급 기구 | 23; 에칭 가스 공급 기구 |
| 45; 배기관 | 46; 진공 펌프 |
| 50; 제어부 | 200; Si 기체 |
| 201; 절연막 | 202; 오목부(트렌치 또는 홈) |
| 203, 205; 아몰퍼스 실리콘막 | 204; 결정성 실리콘층 |
| 206; 에피택셜 결정층 | W; 반도체 웨이퍼(피처리 기관) |

도면

도면1



도면2



도면3

