



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0060261
(43) 공개일자 2020년05월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/263 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/3205 (2006.01) H01L 21/324 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/2636 (2013.01)
H01L 21/02532 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0147307
(22) 출원일자 2019년11월18일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
JP-P-2018-218602 2018년11월21일 일본(JP)

- (71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
- (72) 발명자
다카기, 사토시
일본 407-0192 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸
미쓰자와 650 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션즈
가부시키키가이샤 내
- 와타나베, 요시마사
일본 407-0192 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸
미쓰자와 650 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션즈
가부시키키가이샤 내
- (74) 대리인
장수길, 김성환, 성재동

전체 청구항 수 : 총 8 항

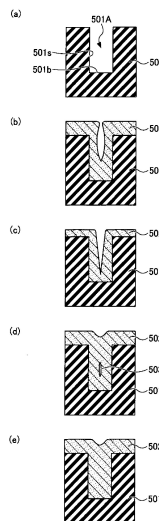
(54) 발명의 명칭 오목부의 매립 방법

(57) 요약

아몰퍼스 반도체막에 의해 오목부를 매립할 때에 생기는 심을 제거할 수 있는 기술을 제공한다.

본 개시의 일 형태에 의한 오목부의 매립 방법은, 오목부 내에 매립된 아몰퍼스 반도체막에 레이저광을 조사함으로써, 상기 아몰퍼스 반도체막을 결정화시키지 않고 가열하는 가열 공정을 갖는다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/02592 (2013.01)

H01L 21/3205 (2013.01)

H01L 21/324 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

오목부 내에 매립된 아몰퍼스 반도체막에 레이저광을 조사함으로써, 상기 아몰퍼스 반도체막을 결정화시키지 않고 가열하는 공정을 포함하는,

오목부의 매립 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 오목부 내에 상기 아몰퍼스 반도체막을 성막하는 공정과, 상기 아몰퍼스 반도체막의 일부를 에칭하는 공정을 반복함으로써, 상기 오목부 내에 상기 아몰퍼스 반도체막을 매립하는 공정을 포함하는,

오목부의 매립 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 매립하는 공정에서는, 상기 오목부의 개구가 폐색되도록 상기 아몰퍼스 반도체막을 형성하는,

오목부의 매립 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가열하는 공정에서는, 상기 오목부에 대한 상기 레이저광의 조사 위치를 이동시키면서 상기 레이저광을 조사하는,

오목부의 매립 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가열하는 공정에서는, 상기 레이저광의 조사 위치를 고정하여 상기 오목부를 이동시키면서 상기 레이저광을 조사하는,

오목부의 매립 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 아몰퍼스 반도체막이 매립된 상기 오목부 내에는 심이 형성되어 있는,

오목부의 매립 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가열하는 공정에서는, 상기 아몰퍼스 반도체막의 막종에 따라, 상기 아몰퍼스 반도체막을 가열하는 온도 및 상기 아몰퍼스 반도체막에 대한 상기 레이저광의 조사 위치의 이동 속도를 조정하는,

오목부의 매립 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 아몰퍼스 반도체막은, 아몰퍼스 실리콘막, 아몰퍼스 실리콘 게르마늄막, 또는 아몰퍼스 게르마늄막인,

오목부의 매립 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 오목부의 매립 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 기판 상의 절연막에 형성된 개구부에 Al 합금층을 매립함에 있어서, 제1 Al 합금층을 형성하고, 레이저 광 조사에 의해 제1 Al 합금층을 유동시킨 후, 제1 Al 합금층 상에 제2 Al 합금층을 형성하는 방법이 알려져 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평 5-275369호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는, 아몰퍼스 반도체막에 의해 오목부를 매립할 때에 생기는 심을 제거할 수 있는 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일 형태에 의한 오목부의 매립 방법은, 오목부 내에 매립된 아몰퍼스 반도체막에 레이저광을 조사함으로써, 상기 아몰퍼스 반도체막을 결정화시키지 않고 가열하는 가열 공정을 갖는다.

발명의 효과

[0006] 본 개시에 의하면, 아몰퍼스 반도체막에 의해 오목부를 매립할 때에 생기는 심을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 오목부의 매립 방법의 일례를 나타내는 공정 단면도.

도 2는 중형 열처리 장치의 구성예를 나타내는 종단면도.

도 3은 도 2의 중형 열처리 장치의 반응관을 설명하기 위한 도면.

도 4는 레이저 어닐 장치의 구성예를 나타내는 개략도.

도 5는 레이저 어닐 처리 전후의 결과의 일례를 나타내는 도면.

도 6은 레이저 어닐 처리에 있어서 온도와 스위프 속도를 변화시켰을 때의 심(seam)의 개선 효과의 설명도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 첨부 도면을 참조하면서, 본 개시의 한정적이지 않은 예시의 실시 형태에 대해 설명한다. 첨부 도면 중, 동일하거나 또는 대응하는 부재 또는 부품에 대해서는, 동일하거나 또는 대응하는 참조 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략한다.

[0009] (오목부의 매립 방법)

[0010] 일 실시 형태의 오목부의 매립 방법에 대해 설명한다. 일 실시 형태에 관한 오목부의 매립 방법은, 홀이나 트렌치 등의 오목부에 성막과 에칭을 교대로 반복하여 아몰퍼스(amorphous) 실리콘막을 매립한 후, 레이저 어닐 처리를 행하는 방법이다. 아몰퍼스 실리콘막은, 예를 들어 논 도프막이어도 되고, 도프막이어도 된다. 도프막의 도펀트(dopant)로서는, 예를 들어 인(P), 보론(B), 비소(As), 산소(O), 탄소(C)를 들 수 있다.

- [0011] 도 1은, 오목부의 매립 방법의 일례를 나타내는 공정 단면도이다. 도 1의 (a) 내지 도 1의 (e)는, 각각 오목부의 매립 방법의 각 공정의 단면을 나타낸다.
- [0012] 최초로, 표면에 오목부(501A)가 형성된 절연막(501)을 갖는 기판(도시하지 않음)을 준비한다(도 1의 (a) 참조). 기판은, 예를 들어 실리콘 기판 등의 반도체 기판이어도 된다. 절연막(501)은, 예를 들어 실리콘 산화막(SiO_2 막), 실리콘 질화막(SiN 막)이어도 된다. 오목부(501A)는, 예를 들어 트렌치, 홀이어도 된다.
- [0013] 계속해서, 기판에 실리콘 원료 가스를 공급하여 오목부(501A)에 아몰퍼스 실리콘막(502)을 성막하는 성막 공정을 행한다(도 1의 (b) 참조). 일 실시 형태에서는, 예를 들어 화학 기상 퇴적(CVD: Chemical Vapor Deposition)법에 의해, 기판을 가열한 상태에서 실리콘 원료 가스를 공급하여 오목부(501A)에 아몰퍼스 실리콘막(502)을 성막한다. 아몰퍼스 실리콘막(502)의 막 두께는, 예를 들어 오목부(501A)의 저면(501b) 및 측벽(501s)에 아몰퍼스 실리콘막(502)이 성막되고, 또한, 오목부(501A) 상부의 개구가 아몰퍼스 실리콘막(502)에 의해 막히지 않는 정도이어도 된다. 실리콘 원료 가스는, 단차 피복성이 우수하고, 표면 조도가 작은 막을 형성할 수 있다는 관점에서, 할로젠 함유 실리콘 가스와 수소화실란 가스의 혼합 가스인 것이 바람직하다. 수소화실란 가스의 유량은, 할로젠 함유 실리콘 가스의 유량보다도 큰 것이 바람직하다. 이에 의해, 할로젠 함유 실리콘 가스에 기인하는 할로젠에 의한 실리콘막의 에칭성을 작게 하고, 아몰퍼스 실리콘막(502)을 고속으로 성막할 수 있다. 할로젠 함유 실리콘 가스는, 예를 들어 SiF_4 , SiHF_3 , SiH_2F_2 , SiH_3F 등의 불소 함유 실리콘 가스, SiCl_4 , SiHCl_3 , SiH_2Cl_2 (DCS), SiH_3Cl 등의 염소 함유 실리콘 가스, SiBr_4 , SiHBr_3 , SiH_2Br_2 , SiH_3Br 등의 브롬 함유 실리콘 가스이어도 된다. 수소화실란 가스는, 예를 들어 SiH_4 , Si_2H_6 , Si_3H_8 이어도 된다. 또한, 할로젠 함유 실리콘 가스와 수소화실란 가스의 혼합 가스를 공급하기 전에, 고차 실란계 가스, 아미노실란계 가스를 공급하여 시드층을 형성해도 된다. 오목부(501A)에 시드층을 형성함으로써, 시드층 상에 형성되는 아몰퍼스 실리콘막(502)의 조도를 저감할 수 있다. 고차 실란계 가스로서는, 예를 들어 Si_2H_6 , Si_3H_8 , Si_4H_{10} 을 들 수 있다. 아미노실란계 가스로서는, 예를 들어 DIPAS(디이소프로필아미노실란), 3DMAS(트리스디메틸아미노실란), BTBAS(비스터셔리부틸아미노실란)을 들 수 있다.
- [0014] 계속해서, 기판에 할로젠 함유 에칭 가스를 공급하여 오목부(501A)에 성막된 아몰퍼스 실리콘막(502)의 일부를 에칭하는 에칭 공정을 행한다(도 1의 (c) 참조). 이에 의해, 오목부(501A)의 상부의 개구가 넓어진다. 할로젠 함유 에칭 가스는, 예를 들어 Cl_2 , HCl , F_2 , Br_2 , HBr 이면 되며, 이들 혼합 가스여도 된다.
- [0015] 계속해서, 기판에 실리콘 원료 가스를 공급하여 오목부(501A)에 아몰퍼스 실리콘막(502)을 매립하는 매립 공정을 행한다(도 1의 (d) 참조). 일 실시 형태에서는, 예를 들어 CVD법에 의해, 기판을 가열한 상태에서 실리콘 원료 가스를 공급하여 오목부(501A)의 개구가 폐색되도록 아몰퍼스 실리콘막(502)을 성막한다. 이때, 아몰퍼스 실리콘막(502)이 매립된 오목부(501A) 내에는, 보이드(공극)나 심(seam, 이음매)이 생기는 경우가 있다. 도 1의 (d)에서는, 오목부(501A) 내에 심(503)이 생기고 있는 경우를 나타낸다. 실리콘 원료 가스로서는, 할로젠 함유 실리콘 가스를 사용하지 않고, 수소화실란 가스를 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 할로젠 함유 실리콘 가스에 기인하는 할로젠에 의해 아몰퍼스 실리콘막(502)이 에칭되지 않으므로, 오목부(501A) 내에 단시간에 아몰퍼스 실리콘막(502)을 매립할 수 있다.
- [0016] 계속해서, 오목부(501A) 내에 매립된 아몰퍼스 실리콘막(502)에 레이저광을 조사함으로써, 아몰퍼스 실리콘막(502)을 결정화시키지 않고 가열하는 레이저 어닐 공정을 행한다(도 1의 (e) 참조). 일 실시 형태에서는, 예를 들어 오목부(501A)에 대해 레이저광의 조사 위치를 이동시키면서 레이저광을 조사한다. 이때, 레이저광의 조사에 의해 아몰퍼스 실리콘막(502)이 결정화되지 않도록, 기판 온도, 스윙프 속도(주사 속도) 등을 조정한다. 기판 온도는, 레이저 파장, 레이저 출력 등을 변경함으로써 조정할 수 있다. 또한, 예를 들어 레이저광의 조사 위치를 고정하여 오목부(501A)의 위치를 이동시키면서 레이저광을 조사해도 된다. 레이저 어닐 공정에서는, 오목부(501A) 내에 매립된 아몰퍼스 실리콘막(502)을 결정화시키지 않고 오목부(501A) 내의 심을 제거할 수 있다. 또한, 오목부(501A) 내의 심을 제거할 수 있는 이유에 대해서는 후술한다.
- [0017] 이상에 설명한 바와 같이, 일 실시 형태에 관한 오목부의 매립 방법에 의하면, 오목부(501A) 내에 매립된 아몰퍼스 실리콘막(502)에 레이저광을 조사함으로써, 아몰퍼스 실리콘막(502)을 결정화시키지 않고 가열한다. 이에 의해, 오목부(501A) 내에 매립된 아몰퍼스 실리콘막(502)을 결정화시키지 않고 오목부(501A) 내의 심(503)을 제거할 수 있다. 그 결과, 예를 들어 후의 공정에서 오목부(501A) 내에 매립된 막의 일부 또는 전부를 에칭하는 경우, 아몰퍼스 실리콘막(502)이 결정화되어 있지 않으므로 에칭이 용이하다. 한편, 오목부(501A) 내에 매립된

아몰퍼스 실리콘막(502)이 결정화되어 있는 경우, 에칭이 곤란해지는 경우가 있다.

- [0018] 또한, 상기 예에서는, 성막 공정과 에칭 공정의 사이클을 1회 행하는 경우를 설명했지만, 이에 한정되지 않고, 상기 사이클을 복수회 반복해도 된다. 상기 사이클의 횟수는, 예를 들어 오목부(501A)의 형상에 따라 정할 수 있다. 예를 들어, 오목부(501A)의 개구가 좁은, 오목부(501A)가 횡형의 단면 형상을 갖는 오목부(501A)가 높은 에스펙트비인 것 등과 같이 오목부(501A) 내로의 막의 매립이 어려운 경우에는, 상기 사이클을 복수회 반복하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 오목부(501A) 내에 보이드가 형성되는 것을 억제할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 예에서는, 아몰퍼스 실리콘막을 형성하는 경우를 설명했지만, 이에 한정되지 않는다. 오목부의 매립 방법은, 예를 들어 아몰퍼스 게르마늄막, 아몰퍼스 실리콘 게르마늄막을 형성하는 경우여도 된다. 아몰퍼스 게르마늄막 및 아몰퍼스 실리콘 게르마늄막은, 예를 들어 논 도프막이어도 되고, 도프막이어도 된다.
- [0020] 아몰퍼스 게르마늄막을 형성하는 경우, 실리콘 원료 가스 대신에, 예를 들어 게르마늄 원료 가스를 사용할 수 있다. 또한, 할로젠 함유 실리콘 가스 대신에, 예를 들어 할로젠 함유 게르마늄 가스를 사용할 수 있다. 또한, 수소화실란 가스 대신에, 예를 들어 수소화게르만 가스를 사용할 수 있다. 또한, 아미노실란계 가스 대신에, 예를 들어 아미노게르만계 가스를 사용할 수 있다.
- [0021] 할로젠 함유 게르마늄 가스는, 예를 들어 GeF_4 , GeHF_3 , GeH_2F_2 , GeH_3F 등의 불소 함유 게르마늄 가스, GeCl_4 , GeHCl_3 , GeH_2Cl_2 , GeH_3Cl 등의 염소 함유 게르마늄 가스, GeBr_4 , GeHBr_3 , GeH_2Br_2 , GeH_3Br 등의 브롬 함유 게르마늄 가스이어도 된다. 수소화게르만 가스는, 예를 들어 GeH_4 , Ge_2H_6 , Ge_3H_8 이어도 된다. 아미노게르만계 가스는, 예를 들어 DMAG(디메틸아미노게르만), DEAG(디에틸아미노게르만), BDMAG(비스디메틸아미노게르만), BDEAG(비스디에틸아미노게르만), 3DMAG(트리스디메틸아미노게르만)이어도 된다.
- [0022] 아몰퍼스 실리콘 게르마늄막을 형성하는 경우, 실리콘 원료 가스 대신에, 예 실리콘 원료 가스 및 게르마늄 원료 가스를 사용할 수 있다. 또한, 할로젠 함유 실리콘 대신에, 예를 들어 할로젠 함유 실리콘 가스 및 할로젠 함유 게르마늄 가스를 사용할 수 있다. 또한, 수소화실란 가스 대신에, 예를 들어 수소화실란 가스 및 수소화 게르만 가스를 사용할 수 있다. 또한, 아미노실란계 가스 대신에, 예를 들어 아미노실란계 가스 및 아미노게르만계 가스를 사용할 수 있다.
- [0023] (성막 장치)
- [0024] 상기 오목부의 매립 방법에 있어서의 성막 공정, 에칭 공정 및 매립 공정을 실시할 수 있는 성막 장치에 대해, 다수매의 기관에 대해 일괄적으로 열처리를 행하는 배치식 종형 열처리 장치를 예로 들어 설명한다. 단, 성막 장치는, 배치식 장치에 한정되는 것은 아니고, 예를 들어 기관을 1매씩 처리하는 매입식 장치여도 된다.
- [0025] 도 2는, 종형 열처리 장치의 구성예를 나타내는 종단면도이다. 도 3은, 도 2의 종형 열처리 장치의 반응관을 설명하기 위한 도면이다.
- [0026] 도 2에 도시된 바와 같이, 종형 열처리 장치(1)는, 반응관(34)과, 덮개체(36)와, 웨이퍼 보트(38)와, 가스 공급 수단(40)과, 배기 수단(41)과, 가열 수단(42)을 갖는다. 가스 공급 수단(40), 배기 수단(41) 및 가열 수단(42)은, 각각 공급부, 배기부 및 가열부의 일례이다.
- [0027] 반응관(34)은, 웨이퍼 보트(38)를 수용하는 처리 용기이다. 웨이퍼 보트(38)는, 다수매의 반도체 웨이퍼(이하 「웨이퍼 W」라고 함)를 소정의 간격으로 보유 지지하는 기관 보유 지지구이다. 반응관(34)은, 하단이 개방된 천장이 있는 원통 형상의 내부관(44)과, 하단이 개방되고 내부관(44)의 외측을 덮는 천장이 있는 원통 형상의 외부관(46)을 갖는다. 내부관(44) 및 외부관(46)은, 석영 등의 내열성 재료에 의해 형성되어 있고, 동축형으로 배치되어 이중관 구조로 되어 있다.
- [0028] 내부관(44)의 천장부(44A)는, 예를 들어 평탄하게 되어 있다. 내부관(44)의 일측에는, 그 길이 방향(상하 방향)에 따라 가스 공급관을 수용하는 노즐 수용부(48)가 형성되어 있다. 예를 들어 도 3에 도시된 바와 같이, 내부관(44)의 측벽 일부를 외측으로 향하여 돌출시켜 볼록부(50)를 형성하고, 볼록부(50) 내를 노즐 수용부(48)로서 형성하고 있다. 노즐 수용부(48)에 대향시켜 내부관(44)의 반대측 측벽에는, 그 길이 방향(상하 방향)에 따라 폭 L1의 직사각 형상의 개구(52)가 형성되어 있다.
- [0029] 개구(52)는, 내부관(44) 내의 가스를 배기할 수 있도록 형성된 가스 배기구이다. 개구(52)의 길이는, 웨이퍼 보트(38)의 길이와 동일하거나, 또는 웨이퍼 보트(38)의 길이보다도 길게 상하 방향으로 각각 연장되도록 하여 형성되어 있다. 즉, 개구(52)의 상단은, 웨이퍼 보트(38)의 상단에 대응하는 위치 이상의 높이로 연장하여 위

치되고, 개구(52)의 하단은, 웨이퍼 보트(38)의 하단에 대응하는 위치이하의 높이로 연장되어 위치되어 있다. 구체적으로는, 도 2에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 보트(38)의 상단과 개구(52)의 상단 사이의 높이 방향의 거리 L2는 0mm 내지 5mm 정도의 범위 내이다. 또한, 웨이퍼 보트(38)의 하단과 개구(52)의 하단의 사이의 높이 방향의 거리 L3은 0mm 내지 350mm 정도의 범위 내이다.

[0030] 반응관(34)의 하단은, 예를 들어 스테인리스강에 의해 형성되는 원통 형상의 매니폴드(54)에 의해 지지되어 있다. 매니폴드(54)의 상단에는 플랜지부(56)가 형성되어 있고, 플랜지부(56) 상에 외부관(46)의 하단을 설치하여 지지하도록 되어 있다. 플랜지부(56)과 외부관(46)의 하단 사이에는 O링 등의 시일 부재(58)를 개재시켜 외부관(46) 내를 기밀 상태로 하고 있다.

[0031] 매니폴드(54)의 상부의 내벽에는, 원환형의 지지부(60)가 마련되어 있고, 지지부(60) 상에 내부관(44)의 하단을 설치하여 이것을 지지하도록 되어 있다. 매니폴드(54)의 하단의 개구에는, 덮개체(36)가 O링 등의 시일 부재(62)를 통하여 기밀하게 장착되어 있어, 반응관(34)의 하단의 개구, 즉, 매니폴드(54)의 개구를 기밀하게 막도록 되어 있다. 덮개체(36)는, 예를 들어 스테인리스강에 의해 형성된다.

[0032] 덮개체(36)의 중앙부에는, 자성 유체 시일부(64)를 통하여 회전축(66)을 관통시켜 마련하고 있다. 회전축(66)의 하부는, 보트 엘리베이터로 이루어지는 승강 수단(68)의 암(68A)에 회전 가능하게 지지되어 있다.

[0033] 회전축(66)의 상단에는 회전 플레이트(70)가 마련되어 있고, 회전 플레이트(70) 상에 석영체의 보온대(72)를 통하여 웨이퍼 W를 보유 지지하는 웨이퍼 보트(38)가 적재되도록 되어 있다. 따라서, 승강 수단(68)을 승강시킴으로써 덮개체(36)와 웨이퍼 보트(38)는 일체로서 상하 이동하여, 웨이퍼 보트(38)를 반응관(34) 내에 대해 삽입 분리할 수 있도록 되어 있다.

[0034] 가스 공급 수단(40)은, 매니폴드(54)에 마련되어 있고, 내부관(44) 내에 성막 가스, 에칭 가스, 퍼지 가스 등의 가스를 도입한다. 가스 공급 수단(40)은, 복수(예를 들어 3개)의 석영체의 가스 공급관(76, 78, 80)을 갖고 있다. 각 가스 공급관(76, 78, 80)은, 내부관(44) 내에 그 길이 방향을 따라서 마련됨과 함께, 그 기단이 L자형으로 굴곡되어 매니폴드(54)를 관통하도록 하여 지지되어 있다.

[0035] 가스 공급관(76, 78, 80)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 내부관(44)의 노즐 수용부(48) 내에 주위 방향을 따라 일렬로 되도록 설치되어 있다. 각 가스 공급관(76, 78, 80)에는, 그 길이 방향을 따라서 소정의 간격으로 복수의 가스 구멍(76A, 78A, 80A)이 형성되어 있고, 각 가스 구멍(76A, 78A, 80A)으로부터 수평 방향으로 향하여 각 가스를 방출할 수 있게 되어 있다. 소정의 간격은, 예를 들어 웨이퍼 보트(38)에 지지되는 웨이퍼 W의 간격과 동일해지도록 설정된다. 또한, 높이 방향의 위치는, 각 가스 구멍(76A, 78A, 80A)이 상하 방향으로 인접하는 웨이퍼 W간의 중간에 위치하도록 설정되어 있어, 각 가스를 웨이퍼 W간의 공간부에 효율적으로 공급할 수 있게 되어 있다. 가스의 종류로서는, 성막 가스, 에칭 가스 및 퍼지 가스가 사용되고, 각 가스를 유량 제어하면서 필요에 따라 각 가스 공급관(76, 78, 80)을 통하여 공급할 수 있도록 되어 있다.

[0036] 매니폴드(54)의 상부의 측벽이며, 지지부(60)의 상방에는, 가스 출구(82)가 형성되어 있고, 내부관(44)과 외부관(46) 사이의 공간부(84) 통하여 개구(52)로부터 배출되는 내부관(44) 내의 가스를 배기할 수 있도록 되어 있다. 가스 출구(82)에는, 배기 수단(41)이 마련된다. 배기 수단(41)은, 가스 출구(82)에 접속된 배기 통로(86)를 갖고 있고, 배기 통로(86)에는, 압력 조정 밸브(88) 및 진공 펌프(90)가 순차 개재 설치되어, 반응관(34) 내를 진공화할 수 있도록 되어 있다.

[0037] 외부관(46)의 외주측에는, 외부관(46)을 덮도록 원통 형상의 가열 수단(42)이 마련되어 있다. 가열 수단(42)은, 반응관(34) 내에 수용되는 웨이퍼 W를 가열한다.

[0038] 중형 열처리 장치(1)의 전체의 동작은, 제어부인 제어 수단(95)에 의해 제어된다. 제어 수단(95)은, 예를 들어 컴퓨터 등이어도 된다. 또한, 중형 열처리 장치(1)의 전체의 동작을 행하는 컴퓨터의 프로그램은, 기억 매체(96)에 기억되어 있다. 기억 매체(96)는, 예를 들어 플렉시블 디스크, 콤팩트 디스크, 하드 디스크, 플래시 메모리, DVD 등이어도 된다.

[0039] 이러한 구성을 갖는 중형 열처리 장치(1)에 의해, 웨이퍼 W의 표면에 형성된 오목부에 아몰퍼스 반도체막을 매립하는 방법의 일례를 설명한다. 먼저, 승강 수단(68)에 의해 다수매의 웨이퍼 W를 보유 지지한 웨이퍼 보트(38)를 반응관(34)의 내부에 반입하고, 덮개체(36)에 의해 반응관(34)의 하단 개구부를 기밀하게 막아 밀폐한다. 계속해서, 제어 수단(95)에 의해, 전술한 매립 공정을 실행하도록, 가스 공급 수단(40), 배기 수단(41), 가열 수단(42) 등의 동작이 제어된다. 이에 의해, 오목부 내에 아몰퍼스 실리콘막을 매립할 수 있다.

- [0040] (레이저 어닐 장치)
- [0041] 상기 오목부의 매립 방법에 있어서의 레이저 어닐 공정을 실시할 수 있는 레이저 어닐 장치의 일례에 대해 설명한다. 도 4는, 레이저 어닐 장치의 구성예를 나타내는 개략도이다.
- [0042] 도 4에 도시된 바와 같이, 레이저 어닐 장치(100)는, 레이저 광원(101)과, 레이저 광학계(102)와, 스테이지(103)와, 제어 수단(104)을 갖는다. 레이저 어닐 장치(100)에서는, 레이저 광원(101)으로부터 출사된 레이저 빔 L이 레이저 광학계(102)를 경유하여, 스테이지(103)에 적재된 어닐 대상의 웨이퍼 W에 입사된다. 이하, 레이저 어닐 장치(100)의 각 구성에 대해 구체적으로 설명한다.
- [0043] 레이저 광원(101)은, 레이저 빔 L을 레이저 광학계(102)를 향하여 출사한다. 레이저 광원(101)으로서는, 예를 들어 파이버 레이저, 고체 레이저, 가스 레이저를 이용할 수 있다. 레이저 빔 L의 파장으로서는, 예를 들어 0.2 μ m 내지 10 μ m의 범위를 이용할 수 있다.
- [0044] 레이저 광학계(102)는, 레이저 광원(101)이 출사한 레이저 빔 L을, 스테이지(103)에 적재된 웨이퍼 W에 조사한다. 레이저 광학계(102)는, 빔 익스팬더, 빔 세이퍼, 슬릿, 집광 렌즈, 갈바노 스캐너, 빔 프로파일러 등을 갖는다. 빔 익스팬더는, 입사된 레이저 빔 L의 빔 직경을 확장한다. 빔세이퍼, 슬릿 및 집광 렌즈는, 웨이퍼 W의 표면에 있어서의 빔 단면을 소정의 형상으로 정형함과 함께, 빔 단면의 광 강도 분포를 균일화한다. 갈바노 스캐너는, 입사된 레이저 빔 L을 주사(스윙프)하여 스테이지(103)에 적재된 웨이퍼 W에 입사시킨다(도 4 중의 화살표 α 를 참조). 레이저 빔 L의 스윙프 속도로서는, 예를 들어 0.1mm/sec 내지 5000mm/sec의 범위를 이용할 수 있다. 빔 프로파일러는, 웨이퍼 W에 입사하는 레이저 빔 L의 빔 직경, 빔 형상, 빔 위치, 파워, 강도 프로파일 등을 측정한다.
- [0045] 스테이지(103)는, 웨이퍼 W를 적재한다. 스테이지(103)는, 제어 수단(104)으로부터의 제어를 받아, 웨이퍼 W를 수평 방향으로 이동시킨다(도 4 중의 화살표 β 를 참조). 스테이지(103)의 이동 속도로서는, 예를 들어 0.1mm/sec 내지 5000mm/sec의 범위를 이용할 수 있다.
- [0046] 제어 수단(104)은, 레이저 광원(101), 레이저 광학계(102) 및 스테이지(103)의 동작을 제어한다. 제어 수단(104)은, 예를 들어 컴퓨터 등이어도 된다. 또한, 레이저 어닐 장치(100)의 전체의 동작을 행하는 컴퓨터의 프로그램은, 기억 매체에 기억되어 있다. 기억 매체는, 예를 들어 플렉시블 디스크, 콤팩트 디스크, 하드 디스크, 플래시 메모리, DVD 등이어도 된다.
- [0047] 이러한 레이저 어닐 장치(100)에 의해, 웨이퍼 W의 표면 오목부에 형성된 아몰퍼스 반도체막을 결정화시키지 않고 가열하는 방법의 일례를 설명한다. 먼저, 오목부에 아몰퍼스 반도체막이 매립된 웨이퍼 W를 스테이지(103)에 적재한다. 계속해서, 제어 수단(104)에 의해, 전술한 가열 공정을 실행하도록, 레이저 광원(101), 레이저 광학계(102) 및 스테이지(103)의 동작을 제어한다. 이에 의해, 오목부 내에 매립된 아몰퍼스 실리콘막을 결정화시키지 않고 오목부 내의 심을 제거할 수 있다.
- [0048] (실시예)
- [0049] 일 실시 형태의 오목부의 매립 방법에 의한 효과를 확인하기 위해서 행한 실시예에 대해 설명한다. 실시예에서는, 상기 중형 열처리 장치(1)에 의해 오목부 내에 아몰퍼스 실리콘막을 매립한 후, 상기 레이저 어닐 장치(100)에 의해 오목부 내의 아몰퍼스 실리콘막에 레이저 어닐 처리를 행했다.
- [0050] 도 5는, 레이저 어닐 처리 전후의 결과의 일례를 나타내는 도면이다. 도 5의 (a)는 레이저 어닐 처리를 행하기 전의 결과를 나타내고, 도 5의 (b)는 레이저 어닐 처리를 행한 후의 결과를 나타낸다. 레이저 어닐 처리의 조건은 이하와 같다.
- [0051] <레이저 어닐 처리의 조건>
- [0052] 레이저 파장: 1070nm
- [0053] 레이저 출력: 43W
- [0054] 스윙프 속도: 5mm/초
- [0055] 기판의 온도: 800℃
- [0056] 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 레이저 어닐 처리를 행하기 전에는, 아몰퍼스 실리콘막이 매립된 오목부 내에 보이어나 심이 생기고 있다. 한편, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 레이저 어닐 처리를 행한 후에는, 오목부

내에 보인 심이 소실되어 있다. 이것은, 레이저광을 조사한 부분의 아몰퍼스 실리콘막이 고온이 되어 근소하게 팽창하여 오목부 내의 심이 줄어들고 동시에 미결합손이 결합함으로써 심이 소실되었다고 추측된다. 또한, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 레이저 어닐 처리를 행한 후에는, 오목부 내에 보여진 보이드가 작아지고 있다.

[0057] 이상의 결과로부터, 레이저 어닐 처리를 행함으로써, 아몰퍼스 실리콘막을 결정화시키지 않고, 심이나, 작은 보이드(예를 들어 간극이 2nm 미만)를 제거할 수 있다고 생각된다. 또한, 레이저 어닐 처리를 행함으로써, 아몰퍼스 실리콘막을 결정화시키지 않고, 큰 보이드(예를 들어 간극이 2nm 이상)를 작게 할 수 있다고 생각된다.

[0058] 다음에, 일 실시 형태의 오목부의 매립 방법의 레이저 어닐 처리에 있어서 온도와 스윙 속도 변화를 했을 때의 심의 개선 효과를 평가했다.

[0059] 도 6은, 레이저 어닐 처리에 있어서 온도와 스윙 속도를 변화시켰을 때의 심의 개선 효과의 설명도이다. 도 6 중, 어닐 온도(기판 온도)[℃]를 횡축에 나타내고, 스윙 속도[mm/sec]를 종축에 나타낸다. 도 6 중, 파선의 동그라미 표시는 심의 소실이 보이지 않았을 때의 결과를 나타내고, 흑색의 동그라미 표시는 심의 소실이 보였을 때의 결과를 나타내고, 백색의 동그라미 표시는 심의 소실이 보였지만 아몰퍼스 실리콘막이 결정화했을 때의 결과를 나타내고 있다.

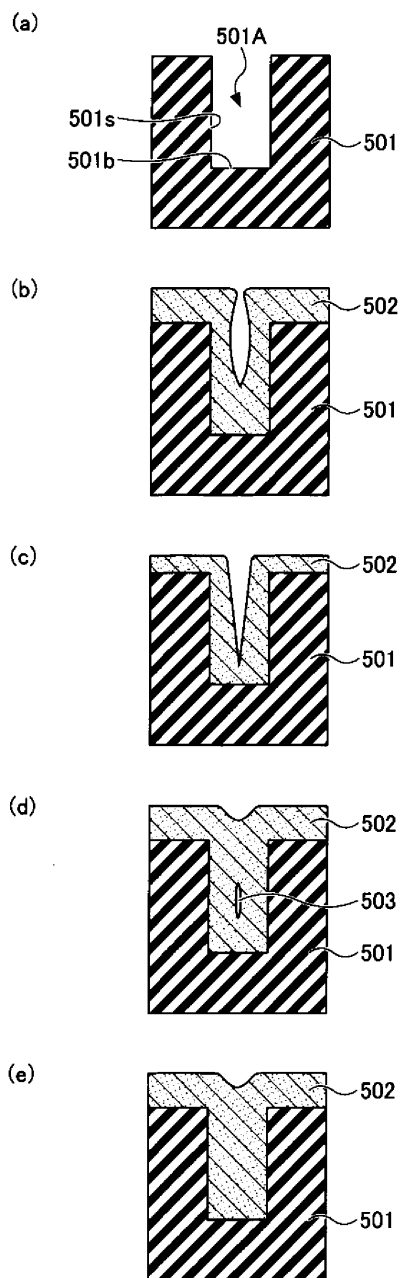
[0060] 도 6에 도시된 바와 같이, 예를 들어 기판 온도가 700℃가 되도록 아몰퍼스 실리콘막에 대해 레이저 어닐 처리를 행하는 경우, 스윙 속도를 0.02 내지 100mm/sec로 함으로써, 아몰퍼스 실리콘막을 결정화시키지 않고 심을 제거할 수 있다. 또한, 예를 들어 기판 온도가 800℃가 되도록 아몰퍼스 실리콘막에 대해 레이저 어닐 처리를 행하는 경우, 스윙 속도를 0.7 내지 3000mm/sec로 함으로써, 아몰퍼스 실리콘막을 결정화시키지 않고 오목부 내의 심을 제거할 수 있다.

[0061] 이상으로부터, 레이저 어닐 처리에서는, 아몰퍼스 반도체막의 막종(膜種)에 따라 기판 온도 및 스윙 속도를 조정함으로써, 아몰퍼스 반도체막을 결정화시키지 않고 오목부 내의 심을 제거할 수 있다고 추정된다.

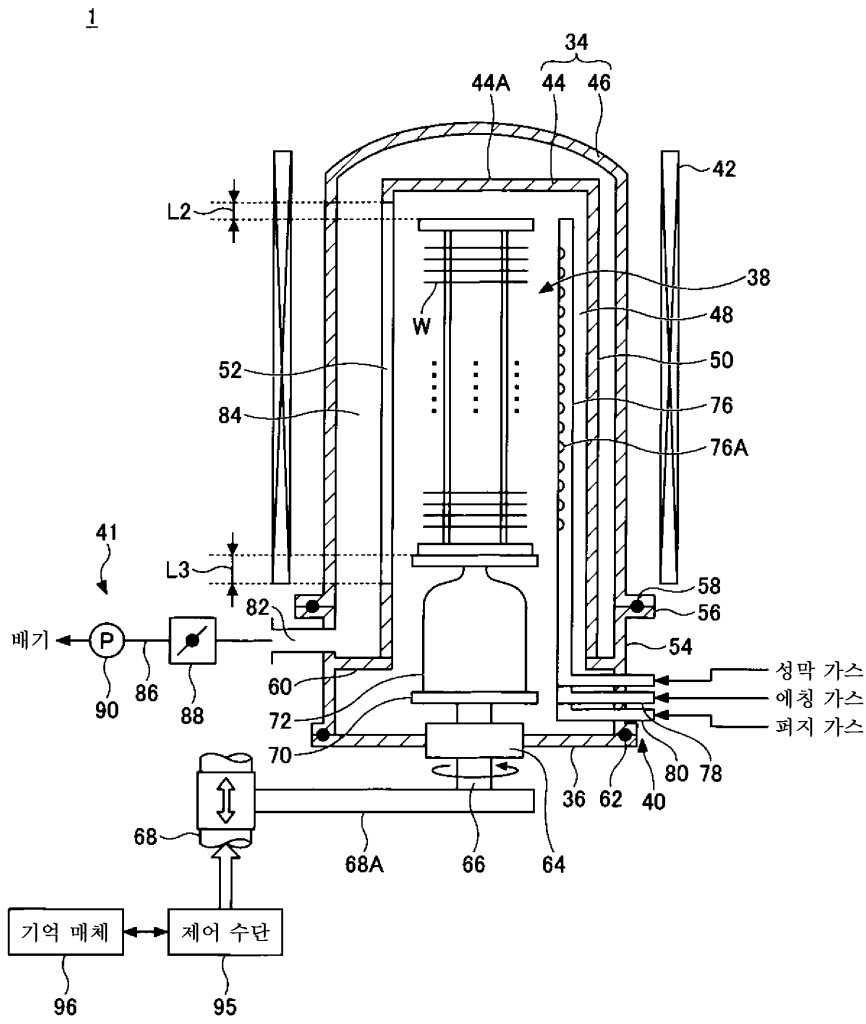
[0062] 금회 개시된 실시 형태는 모든 점에서 예시이며 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 상기한 실시 형태는, 첨부된 청구범위 및 그의 취지를 일탈하지 않고, 다양한 형태에서 생략, 치환, 변경되어도 된다.

도면

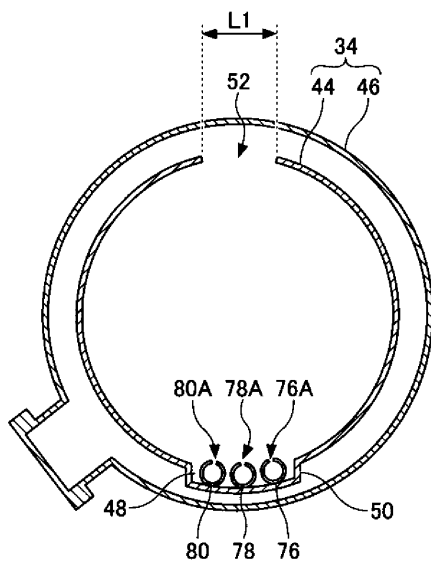
도면1



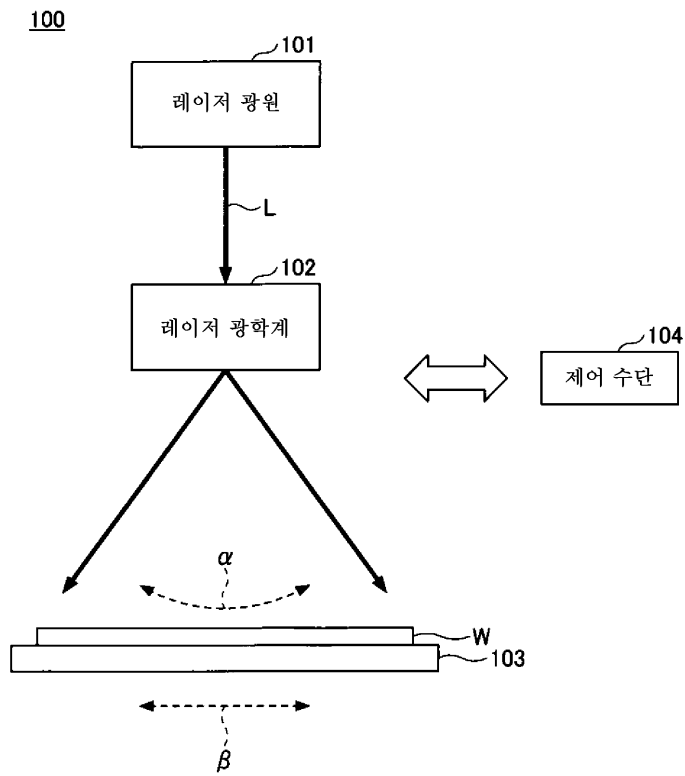
도면2



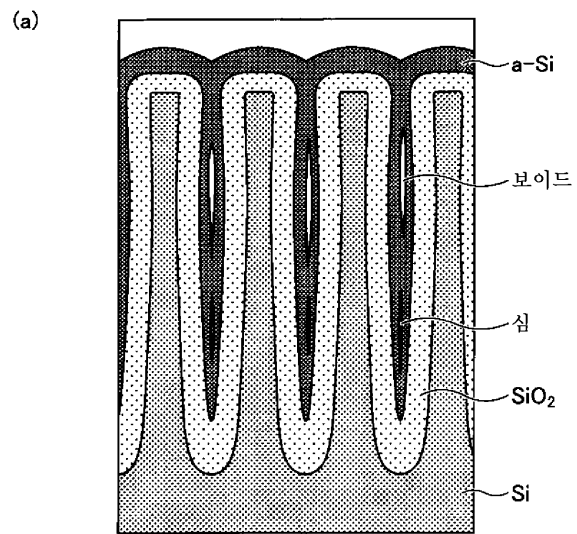
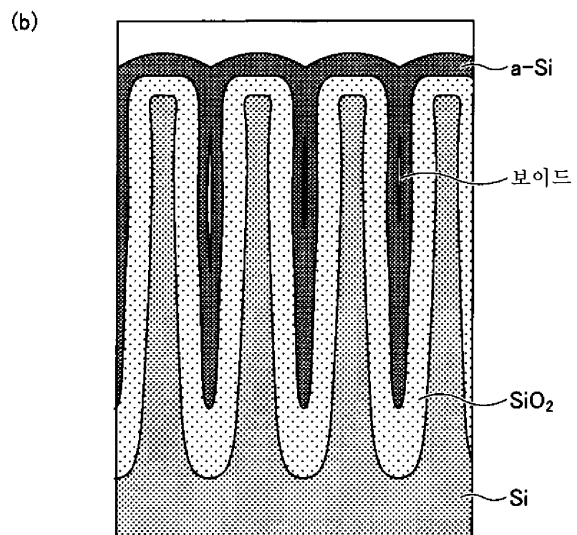
도면3



도면4



도면5



도면6

