



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0109354
(43) 공개일자 2012년10월08일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/205 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2012-0029247</p> <p>(22) 출원일자 2012년03월22일
심사청구일자 2012년03월22일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2011-065746 2011년03월24일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
가부시키가이샤 뉴플레어 테크놀로지
일본국 시즈오카켄 누마즈시 오오카 2068-3</p> <p>(72) 발명자
스즈키 쿠니히코
일본, 시즈오카켄, 누마즈시, 오오카, 2068-3, 가부시키가이샤 뉴플레어 테크놀로지 내
미타니 신이치
일본, 시즈오카켄, 누마즈시, 오오카, 2068-3, 가부시키가이샤 뉴플레어 테크놀로지 내</p> <p>(74) 대리인
특허법인엠에이피에스</p> |
|---|--|

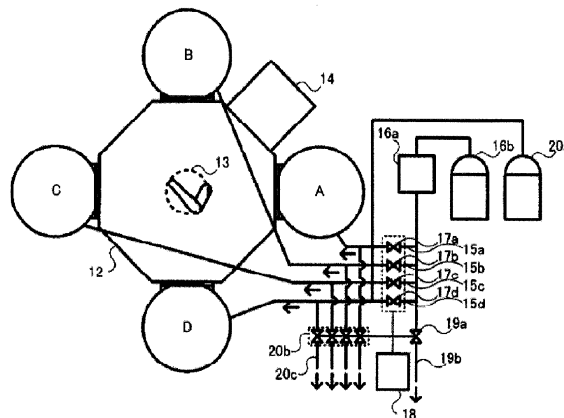
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 반도체 제조 장치 및 반도체 제조 방법

(57) 요약

본 발명은, 반도체 제조 공정에서 에피택시얼 막의 고품질을 유지하면서 생산성을 향상시키고, 또한 원료 가스의 이용 효율을 향상시키는 것이 가능한 반도체 제조 장치 및 반도체 제조 방법을 제공한다. 본 발명의 반도체 제조 장치는 웨이퍼가 도입되고, 성막 처리가 행해지는 복수의 반응실과, 복수의 반응실로 각각 원료 가스를 공급하는 복수의 원료 가스 공급 라인과, 원료 가스의 유량을 제어하는 유량 제어 기구를 가지는 원료 가스 공급 기구와, 복수의 반응실로 각각 캐리어 가스를 공급하는 복수의 캐리어 가스 공급 라인을 가지는 캐리어 가스 공급 기구와, 복수의 원료 가스 공급 라인 중 적어도 어느 하나를 순차적으로 차단하는 원료 가스 전환 기구와, 반응실 내로 공급된 원료 가스 또는 상기 캐리어 가스를 정류 상태로 웨이퍼 상에 공급하기 위한 정류관과, 반응실로부터 가스를 배출하기 위한 가스 배출 기구와, 반응실 내의 소정 위치에서 상기 웨이퍼를 보지(保持)하기 위한 보지부와, 웨이퍼를 가열하기 위한 히터를 구비한다

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

웨이퍼가 도입되고, 성막 처리가 행해지는 복수의 반응실과,
상기 복수의 반응실로 각각 원료 가스를 공급하는 복수의 원료 가스 공급 라인과 상기 원료 가스의 유량을 제어하는 유량 제어 기구를 가지는 원료 가스 공급 기구와,
상기 복수의 반응실로 각각 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급 기구와,
상기 복수의 원료 가스 공급 라인 중 적어도 어느 하나를 순차적으로 차단하는 원료 가스 전환 기구와,
상기 반응실 내로 공급된 상기 원료 가스 또는 상기 캐리어 가스를 정류(整流) 상태로 상기 웨이퍼 상에 공급하기 위한 정류판과,
상기 반응실로부터 가스를 배출하기 위한 가스 배출 기구와,
상기 반응실 내의 소정 위치에서 상기 웨이퍼를 보지(保持)하기 위한 보지부와,
상기 웨이퍼를 가열하기 위한 히터
를 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 원료 가스 전환 기구에서, 상기 복수의 반응실 중 적어도 어느 하나로의 상기 원료 가스의 공급 시간 또는 공급량이 다른 어느 하나와 상이하도록 제어되는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
상기 원료 가스는 도펀트 가스를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,
벤트된 상기 원료 가스 또는 상기 캐리어 가스를 저류하여 재이용하기 위한 벤트 가스 저류부를 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

청구항 5

제 1 반응실 내에 보지(保持)된 제 1 웨이퍼 상에 정류 상태로 원료 가스를 공급하고, 상기 제 2 반응실 내에 보지된 제 2 웨이퍼 상에 정류 상태로 캐리어 가스를 공급하고,
소정 주기로 상기 원료 가스의 공급 라인을 전환하고,
상기 제 2 웨이퍼 상에 정류 상태로 상기 원료 가스를 공급하고, 상기 제 1 웨이퍼 상에 정류 상태로 상기 캐리어 가스를 공급하고,
상기 제 1 웨이퍼 및 상기 제 2 웨이퍼를 각각 소정 온도로 가열하고,

상기 제 1 웨이퍼 및 상기 제 2 웨이퍼를 각각 소정의 회전 속도로 회전시키는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 예를 들면 반도체 웨이퍼 상에 프로세스 가스를 공급하여 성막을 행하기 위하여 이용되는 반도체 제조 장치 및 반도체 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 예를 들면, Si의 에피택시얼 성장 장치에서 웨이퍼가 도입된 반응실 내로 캐리어 가스인 H₂ 가스와 원료 가스인 SiH₂Cl₂ 가스 또는 SiHCl₃ 가스 등이 혼합되어 프로세스 가스로서 공급된다. 그리고, 예를 들면 웨이퍼 온도를 1100℃ 정도로 하고, 수소 환원 반응에 의해 웨이퍼 상에 Si를 에피택시얼 성장시킨다. 이와 같이 하여, 양호한 막질을 가지는 Si 에피택시얼 막이 형성된다.

[0003] 이 때, 통상적으로 프로세스 가스의 유량을 안정시키기 위하여 일정 시간 벤트(vent) 처리가 행해지고, 유량이 안정된 다음 반응실 내로 도입된다.

[0004] 한편, 특히 파워 반도체 등에 이용되는 후막의 에피택시얼 막을 형성할 시, 고품질을 유지하면서 생산성을 향상시키는 방법으로서, 단속적(斷續的)으로 원료 가스를 공급하여 성막(필스 에피)을 행하는 것이 제안되고 있다 (예를 들면, 특허 문헌 1 등 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 2009-105328호(청구항 1 등)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 필스 에피를 행할 시, 원료 가스 공급 라인의 밸브의 ON/OFF를 반복하는데, 유량을 안정시키기 위하여 OFF 시에는 원료 가스는 벤트되고 있다. 이 때문에, 원료 가스의 이용 효율이 저하되어, 저비용화가 곤란해진다고 하는 문제가 있다.

[0007] 따라서, 본 발명은 반도체 제조 공정에서 에피택시얼 막의 고품질을 유지하면서 생산성을 향상시키고, 또한 원료 가스의 이용 효율을 향상시키는 것이 가능한 반도체 제조 장치 및 반도체 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일태양의 반도체 제조 장치는 웨이퍼가 도입되고, 성막 처리가 행해지는 복수의 반응실과, 복수의 반응실로 각각 원료 가스를 공급하는 복수의 원료 가스 공급 라인과, 원료 가스의 유량을 제어하는 유량 제어 기구를 가지는 원료 가스 공급 기구와, 복수의 반응실로 각각 캐리어 가스를 공급하는 복수의 캐리어 가스 공급 라인을 가지는 캐리어 가스 공급 기구와, 복수의 원료 가스 공급 라인 중 적어도 어느 하나를 순차적으로 차단하는 원료 가스 전환 기구와, 반응실 내로 공급된 원료 가스 또는 캐리어 가스를, 정류 상태로 웨이퍼 상에 공급하기 위한 정류판과, 반응실로부터 가스를 배출하기 위한 가스 배출 기구와, 반응실 내의 소정 위치에서 상기 웨이퍼를 보지(保持)하기 위한 보지부와, 웨이퍼를 가열하기 위한 히터를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 일태양의 반도체 제조 장치에 있어서, 원료 가스 전환 기구에서 상기 복수의 반응실 중 적어도 어느 하나에의 상기 원료 가스의 공급 시간 또는 공급량이, 다른 어느 하나와 상이하도록 제어할 수 있다.

- [0010] 또한, 본 발명의 일태양의 반도체 제조 장치에 있어서, 원료 가스는 도펀트 가스를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 본 발명의 일태양의 반도체 제조 장치에 있어서, 벤트된 상기 원료 가스 또는 상기 캐리어 가스를 저류하여 재이용하기 위한 벤트 가스 저류부를 구비할 수 있다.
- [0012] 또한, 본 발명의 일태양의 반도체 제조 방법은 제 1 반응실 내에 보지된 제 1 웨이퍼 상에 정류 상태로 원료 가스를 공급하고, 또한 상기 제 2 반응실 내에 보지된 제 2 웨이퍼 상에 정류 상태로 캐리어 가스를 공급하고, 소정 주기로 상기 원료 가스의 공급 라인을 전환하고, 제 2 웨이퍼 상에 정류 상태로 원료 가스를 공급하고, 또한 제 1 웨이퍼 상에 정류 상태로 캐리어 가스를 공급하고, 제 1 웨이퍼 및 제 2 웨이퍼를 각각 소정 온도로 가열하고, 제 1 웨이퍼 및 제 2 웨이퍼를 각각 소정의 회전 속도로 회전시키는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명의 일태양에 따르면, 반도체 제조 공정에서 에피택시얼 막의 고품질을 유지하면서 생산성을 향상시키고, 또한 원료 가스의 이용 효율을 향상시키는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일태양의 멀티 챔버 에피택시얼 성장 장치의 구성을 도시한 도이다.
- 도 2는 본 발명의 일태양에서의 반응실의 구조를 도시한 도이다.
- 도 3은 본 발명의 일태양에서의 펄스 에피의 타임 차트이다.
- 도 4는 본 발명의 일태양에서의 펄스 에피의 타임 차트이다.
- 도 5는 본 발명의 일태양에서의 펄스 에피의 타임 차트이다.
- 도 6은 본 발명의 일태양에서의 펄스 에피의 타임 차트이다.
- 도 7은 본 발명의 일태양에서의 펄스 에피의 타임 차트이다.
- 도 8은 본 발명의 일태양의 멀티 챔버 에피택시얼 성장 장치의 구성을 도시한 도이다.
- 도 9는 본 발명의 일태양에서의 펄스 에피의 타임 차트이다.
- 도 10은 본 발명의 일태양의 멀티 챔버 에피택시얼 성장 장치의 구성을 도시한 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하에, 본 발명의 실시예에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.
- [0016] (실시예 1)
- [0017] 도 1에, 본 실시예의 반도체 제조 장치인 멀티 챔버 에피택시얼 성장 장치의 구성을 도시한다. 도 1에 도시한 바와 같이, 예를 들면 4 개의 반응실(A ~ D)이 설치되어 있고, 이들은 트랜스퍼 모듈(12)과 접속되어 있다. 트랜스퍼 모듈(12)에는 웨이퍼 반송용 로봇(13)이 배치되고, 또한 웨이퍼(w)를 반입/반출하기 위한 IO 모듈(14)과 접속되어 있다.
- [0018] 반응실(A ~ D)은 각각 트리클로로실란, 디클로로실란 등의 원료 가스를 공급하는 원료 가스 공급 라인(15a ~ 15d)을 개재하여, 원료 가스의 유량을 제어하는 매스 플로우 콘트롤러(16a) 및 원료 가스 공급부(16b)와 접속되어 있다. 원료 가스 공급 라인(15a ~ 15d)에는 밸브(17a ~ 17d)가 접속되고, 이들 밸브(17a ~ 17d)는 이들의 ON/OFF를 제어하는 원료 가스 전환 기구(18)와 접속되어, 원료 가스 공급 기구가 구성되어 있다.
- [0019] 또한, 원료 가스 공급 라인(15a ~ 15d)은 원료 가스 전환 기구(18)와 접속된 밸브(19a)를 가지는 벤트 라인(19b)과 접속되어 있다.
- [0020] 한편, 원료 가스 공급 라인(15a ~ 15d)은 H₂ 등의 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급부(20a)와 접속되어, 캐리어 가스 공급 기구가 구성되고, 또한 각각 밸브(20b)를 개재하여 벤트 라인(20c)과 접속되어 있다.
- [0021] 도 2에 반응실(A ~ D)의 구조를 도시한다. 도 2의 반응실(11)은 도 1의 각 반응실(A ~ D)에 대응하며, 이하의 설명에서, 각 반응실(A ~ D)을 도 2와 연계하여, 각 반응실(11a ~ 11d)라고도 기재한다. 여기서, "A, B, C 및

D"는 "11a, 11b, 11c 및 11d"에 각각 대응하는 것으로 해석되나, 이에 한정되지는 않는다. 도 2에 도시한 바와 같이, 예를 들면 $\phi 200$ mm의 웨이퍼(w)가 성막 처리되는 반응실(11)에는 상방으로부터 원료 가스를 포함하는 프로세스 가스를 웨이퍼(w) 상에 공급하기 위한 원료 가스 공급 기구(도시하지 않음)와 접속된 가스 공급구(22)가 형성되어 있다.

- [0022] 반응실(11)의 저면(底面)에는, 예를 들면 2 개소에 가스를 배출하고, 반응실(11) 내의 압력을 일정(상압(常壓))하게 제어하기 위한 가스 배출 기구(23)와 접속된 가스 배출구(23a)가 형성되어 있다.
- [0023] 반응실(11) 상부에는 가스 공급구(22)로부터 공급된 프로세스 가스를 웨이퍼(w) 상에 정류(整流) 상태로 공급하기 위한 정류판(24)이 설치되어 있다. 그리고, 그 하방에는 웨이퍼(w)를 보지(保持)하기 위한 보지 부재인 서셉터(25)가 회전 부재인 링(26) 상에 설치되어 있다. 또한, 보지 부재는 환상(環狀)의 홀더여도 좋다. 링(26)은 웨이퍼(w)를 소정의 회전 속도로 회전시키는 회전축, 모터(도시하지 않음) 등으로 구성되는 회전 구동 제어 기구(27)와 접속되어 있다.
- [0024] 링(26) 내부에는 웨이퍼(w)를 가열하기 위하여, 예를 들면 SiC로 이루어지는 디스크 형상의 히터(28)가 설치되어 있다. 또한, 히터(28)에는 균일하게 가열하기 위하여, 패턴이 형성되어 있어도 좋다. 또한, 히터(28)로서는 웨이퍼(w) 주변부를 가열하기 위한 환상의 히터를 이용해도 좋고, 효율적으로 가열하기 위한 리플렉터를 가지고 있어도 좋다.
- [0025] 이와 같이 구성되는 멀티 챔버 에피택시얼 성막 장치를 이용하여, 예를 들면 $\phi 200$ mm의 Si 웨이퍼(w) 상에 Si 에피택시얼 막이 형성된다.
- [0026] 우선, 10 모듈(14)로부터 4 개의 웨이퍼(w)를 도입하고, 트랜스퍼 모듈(12)을 거쳐, 웨이퍼(w) 반송용 로봇(13)을 이용하여 각 반응실(11a ~ 11d)로 각각 웨이퍼(w)를 반입한다. 그리고, 각 반응실(A ~ D)에서 웨이퍼(w)가 재치(載置)된 서셉터(25)를 링(26) 상에 재치한다.
- [0027] 그리고, 웨이퍼(w)의 면내 온도가 균일하게, 예를 들면 1100°C 가 되도록, 히터(28)의 온도를 $1500 \sim 1600^{\circ}\text{C}$ 로 제어하고, 회전 구동 제어 기구(27)에 의해 웨이퍼(w)를, 예를 들면 900 rpm으로 회전시킨다.
- [0028] 이어서, 캐리어 가스 공급부(20a)로부터 H_2 등의 캐리어 가스를 각 반응실(11a ~ 11d)로 공급한다. 캐리어 가스는 가스 공급구(22a)를 거쳐, 정류판(24)을 거쳐 정류 상태로 웨이퍼(w) 상에 공급된다.
- [0029] 그리고, 각 반응실(A ~ D)로 캐리어 가스를 공급한 상태에서, 매스 플로우 콘트롤러(16a)에 의해 원료 가스를 소정 유량으로 제어하고, 밸브(19a)를 ON(개방 상태)으로 하여 벤트 라인(19b)으로 도입한다. 그리고, 유량이 안정된 다음, 우선 원료 가스 전환 기구(18)에 의해 밸브(19a)를 OFF(차단 상태)로 하고, 또한 밸브(17a)를 ON으로 하여, 예를 들면 7.5 초간 반응실(A)로 원료 가스를 도입한다. 이 때, 원료 가스는 캐리어 가스와 혼합되고, 예를 들면 디클로로실란 농도가 2.5%가 되도록 조제된 프로세스 가스가 50 SLM으로 정류판(24)을 거쳐 정류 상태로 웨이퍼(w) 상에 공급된다.
- [0030] 이어서, 계속 각 반응실(A ~ D)로 캐리어 가스를 공급한 상태에서, 원료 가스 전환 기구(18)에 의해 밸브(17a)를 OFF(차단 상태)로 하고, 또한 밸브(17b)를 ON으로 하여 마찬가지로 반응실(B)로 원료 가스를 도입한다. 이 때, 반응실(A 및 C, D)에는 캐리어 가스만이 도입되어 있다.
- [0031] 마찬가지로, 밸브(17b)를 OFF하고, 또한 밸브(17c)를 ON으로 하고, 이어서 밸브(17c)를 OFF로 하고 또한 밸브(17d)를 ON으로 한다.
- [0032] 이와 같이, 예를 들면 15 초마다 원료 가스가 공급되는 반응실을 순차적으로 전환하여, 단속적으로 원료 가스를 포함하는 프로세스 가스를 공급함으로써, 도 3에 타임 차트를 나타낸 바와 같이, 각 반응실(A ~ D)에서 각각 원료 가스를 ON으로 7.5 초간, OFF로 22.5 초간의 주기로 펄스 에피가 행해진다. 이 때, 원료 가스는 OFF 시에 벤트되지 않고 소정의 반응실로 공급된다.
- [0033] 한편, 잉여가 된 원료 가스, 캐리어 가스를 포함하는 프로세스 가스, 반응 부생성물인 HCl 등의 가스는 서셉터(25)의 외주로부터 하방으로 배출된다. 또한, 이들 가스는 가스 배출구(23a)를 거쳐 가스 배출 기구(23)로부터 배출되고, 반응실(A ~ D) 내의 압력이 일정(예를 들면, 상압)하게 제어된다.
- [0034] 이와 같이 하여 펄스 에피가 행해짐으로써, 각 웨이퍼(w) 상에 Si 에피택시얼 막을 성장시킨다. 그리고, 예를 들면 $100 \mu\text{m}$ 이상의 원하는 막 두께의 Si 에피택시얼 막이 형성된 후, 각 웨이퍼(w)가 반응실(A ~ D)로부터 웨이퍼(w) 반송용 로봇(13)을 이용하여 트랜스퍼 모듈(12)을 거쳐 10 모듈(14)로부터 배출된다.

- [0035] 본 실시예에 따르면, 멀티 챔버를 이용하여 펄스 에피를 행함으로써, 원료 가스는 OFF 시에 벤트되지 않고 소정의 반응실로 공급되기 때문에, 원료 가스의 이용 효율을 향상시킬 수 있다. 그리고 펄스 에피에 의해, 예를 들면
- [0036] $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Si} + 3\text{HCl} \uparrow$
- [0037] 로 나타나는 성막 반응에 의해 생성되는 반응 생성물인 HCl을 웨이퍼(w) 상으로부터 배출시키면서 성막을 행할 수 있다. 이 때문에, 양호한 막질을 유지하면서 HCl 농도의 상승에 의한 성막 반응의 좌측으로의 시프트, 즉 성막 속도의 저하를 억제하는 것이 가능해진다.
- [0038] (실시예 2)
- [0039] 본 실시예에서, 실시예 1과 멀티 챔버 에피택시얼 성막 장치의 구성은 동일하지만, 원료 가스를 복수의 반응실로 공급하는 점에서 상이하다.
- [0040] 도 4에 타임 차트를 나타낸 바와 같이, 원료 가스 전환 기구(18)에 의해 밸브(17a, 17b)를 ON으로 하여, 예를 들면 5 초간 반응실(A, B)로 원료 가스를 포함하는 프로세스 가스를 공급하고, 또한 밸브(17c, 17d)를 OFF로 하여 반응실(C, D)로 캐리어 가스만을 공급한다.
- [0041] 이어서, 밸브(17c, 17d)를 ON으로 하여, 예를 들면 5 초간 반응실(C, D)로 원료 가스를 포함하는 프로세스 가스를 공급하고, 또한 밸브(17a, 17b)를 OFF로 하여 반응실(A, B)로 캐리어 가스만을 공급한다.
- [0042] 또한, 예를 들면, 마찬가지로 도 5에 타임 차트를 나타낸 바와 같이, 밸브(17a ~ 17c)를 ON으로 하고 밸브(17d)를 OFF로 한 다음, 밸브(17b ~ 17d)를 ON으로 하고 밸브(17a)를 OFF, 밸브(17c ~ 17a)를 ON으로 하고 밸브(17b)를 OFF, 밸브(17d ~ 17b)를 ON으로 하고 밸브(17c)를 OFF로 순차적으로 전환함으로써, ON/OFF 시간의 비를 변동시키는 것도 가능하다.
- [0043] 이와 같이, 예를 들면 5 초마다 원료 가스가 OFF가 되는 반응실을 순차적으로 전환하여, 단속적으로 원료 가스를 포함하는 프로세스 가스를 공급함으로써, 각 반응실(A ~ D)에서 원료 가스가 OFF 시에 벤트되지 않고, 각각 원료 가스를 ON으로 15 초간, OFF로 5 초간의 주기로 펄스 에피가 행해진다.
- [0044] 본 실시예에 따르면, 실시예 1과 마찬가지로, 멀티 챔버를 이용하여 펄스 에피를 행함으로써 원료 가스의 이용 효율을 향상시킬 수 있다. 그리고, 펄스 에피에 의해, 양호한 막질을 유지하면서 성막 속도의 저하를 억제하는 것이 가능해진다.
- [0045] (실시예 3)
- [0046] 본 실시예에서, 실시예 1과 멀티 챔버 에피택시얼 성막 장치의 구성은 동일하지만, 반응실에 따라 원료 가스의 공급 시간이 상이하도록 제어하는 점에서 상이하다.
- [0047] 도 6에 타임 차트를 나타낸 바와 같이, 원료 가스 전환 기구(18)에 의해 밸브(17a, 17b)를 ON으로 하여, 예를 들면 10 초간 반응실(A, B)로 원료 가스를 포함하는 프로세스 가스를 공급하고, 또한 밸브(17c, 17d)를 OFF로 하여 반응실(C, D)로 캐리어 가스만을 공급한다.
- [0048] 이어서, 밸브(17c, 17d)를 ON으로 하여, 예를 들면 5 초간 반응실(C, D)로 원료 가스를 포함하는 프로세스 가스를 공급하고, 또한 밸브(17a, 17b)를 OFF로 하여 반응실(A, B)로 캐리어 가스만을 공급한다.
- [0049] 이와 같이 하여, 반응실(A, B)에는 원료 가스를 ON으로 10 초간, OFF로 5 초간의 주기로, 반응실(C, D)에는 원료 가스를 ON으로 5 초간, OFF로 10 초간의 주기로 펄스 에피가 행해진다.
- [0050] 본 실시예에 따르면, 실시예 1과 마찬가지로, 멀티 챔버를 이용하여 펄스 에피를 행함으로써 원료 가스의 이용 효율을 향상시킬 수 있다. 그리고, 펄스 에피에 의해, 양호한 막질을 유지하면서 성막 속도의 저하를 억제하는 것이 가능해진다. 또한, 원료 가스가 공급되는 시간을 동시에 처리되는 웨이퍼 간에서 변동시킬 수 있기 때문에, 동시에 상이한 막 두께의 에피택시얼 막을 형성하는 것이 가능해진다.
- [0051] 또한, 마찬가지로, 예를 들면 도 7에 타임 차트를 나타낸 바와 같이, 5 초마다 밸브를 전환하여, 밸브(17a, 17c)를 ON으로 하고 밸브(17b, 17d)를 OFF로 한 후, 밸브(17a, 17d)를 ON으로 하고 밸브(17b, 17c)를 OFF, 밸브(17b, 17c)를 ON으로 하고 밸브(17a, 17d)를 OFF, 밸브(17b, 17d)를 ON으로 하고 밸브(17a, 17c)를 OFF로 순차적으로 전환한다. 이와 같이 하여, 반응실(11a)에는 원료 가스를 ON으로 10 초간, OFF로 10 초간의 주기로, 반응실(11b)에는 원료 가스를 ON으로 10 초간, OFF로 10 초간의 주기로, 반응실(11c, 11d)에는 원료 가스를 ON

으로 5 초간, OFF로 5 초간의 주기로 펄스 에피가 행해지기 때문에, ON/OFF 시간의 비를 동시에 처리되는 웨이퍼 간에서 변동시킬 수 있다.

- [0052] 이와 같이 하여, 원료 가스가 공급되는 ON 시간을 변동시킴으로써, 원료 가스의 공급량을 변동시킬 수 있기 때문에, 동시에 막 두께를 3 단계로 변동시킨 에피택시얼 막을 형성하는 것이 가능하다. 또한, 마찬가지로 하여 동시에 처리되는 웨이퍼 상에 형성되는 에피택시얼 막의 막 두께를 4 단계 이상으로서, 모두 상이한 막 두께로 하는 것도 가능하다.
- [0053] (실시에 4)
- [0054] 본 실시예에서, 실시예 1과 멀티 챔버 에피택시얼 성막 장치의 구성은 동일하지만, 원료 가스로서 Si 원료 가스와 도펀트 가스를 이용하고, 도펀트 가스의 공급 시간이 상이하도록 제어하는 점에서 상이하다.
- [0055] 도 8에 본 실시예의 반도체 제조 장치인 멀티 챔버 에피택시얼 성막 장치의 가스 공급 라인의 구성을 도시한다. 또한, 가스 공급 라인 이외의 구성에 대해서는 도 1과 동일하다.
- [0056] 각 반응실(A ~ D)은 실시예 1과 마찬가지로 각각 Si 원료 가스를 공급하는 Si 원료 가스 공급 라인(35a ~ 35d)을 개재하여, Si 원료 가스의 유량을 제어하는 매스 플로우 콘트롤러(36a) 및 Si 원료 가스 공급부(36b)와 접속되어 있다. Si 원료 가스 공급 라인(35a ~ 35d)에는 밸브(37a ~ 37d)가 접속되고, 이들 밸브(37a ~ 37d)는 이들의 ON/OFF를 제어하는 Si 원료 가스 전환 기구(38)와 접속되어, Si 원료 가스 공급 기구가 구성되어 있다.
- [0057] 또한, Si 원료 가스 공급 라인(35a ~ 35d)은 실시예 1과 마찬가지로, Si 원료 가스 전환 기구(38)와 접속된 밸브(39a)를 가지는 벤트 라인(39b)과 접속되어 있다.
- [0058] 한편, Si 원료 가스 공급 라인(35a ~ 35d)은 실시예 1과 마찬가지로, 캐리어 가스를 공급하는 캐리어 가스 공급부(40a)와 접속되어, 캐리어 가스 공급 기구가 구성되고, 또한 각각 밸브(40b)를 개재하여 벤트 라인(40c)과 접속되어 있다.
- [0059] 그리고, Si 원료 가스 공급 라인(35a ~ 35d)은 PH_3 , B_2H_6 등의 도펀트 가스의 유량을 제어하는 매스 플로우 콘트롤러(46a) 및 도펀트 가스 공급부(46b)와 접속되어 있다. 도펀트 가스 공급 라인(45a ~ 45d)에는 밸브(47a ~ 47d)가 접속되고, 이들 밸브(47a ~ 47d)는 이들의 ON/OFF를 제어하는 가스 전환 기구(38)와 접속되어, 도펀트 가스 공급 기구가 구성되어 있다.
- [0060] 이와 같이 구성되는 멀티 챔버 에피택시얼 성막 장치를 이용하여, 예를 들면 $\phi 200$ mm의 Si 웨이퍼(w) 상에 P, B 등의 도펀트를 함유하는 Si 에피택시얼 막이 형성된다.
- [0061] 우선, 실시예 1과 마찬가지로, IO 모듈(14)로부터 4 매의 웨이퍼(w)를 도입하고, 트랜스퍼 모듈(12)을 거쳐, 웨이퍼 반송용 로봇(13)을 이용하여 각 반응실(A ~ D)로 각각 웨이퍼(w)를 반입한다. 그리고, 실시예 1과 마찬가지로, 웨이퍼(w)의 면내 온도를 제어하고 회전시킨다.
- [0062] 이어서, 실시예 1과 마찬가지로, 캐리어 가스 공급부(40a)로부터 H_2 등의 캐리어 가스를 각 반응실(A ~ D) 내의 웨이퍼(w) 상에 정류 상태로 공급한다.
- [0063] 그리고, 각 반응실(A ~ D)로 캐리어 가스를 공급한 상태에서, 매스 플로우콘트롤러(36a)에 의해 Si 원료 가스를 소정 유량으로 제어한다. 동시에, 매스 플로우 콘트롤러(46a)에 의해 도펀트 가스를 소정 유량으로 제어하고, 밸브(39a)를 ON으로 하여 벤트 라인(39b)으로 도입한다.
- [0064] 그리고, Si 원료 가스 및 도펀트 가스의 유량이 안정된 다음, 우선 Si 원료 가스 전환 기구(38)에 의해 밸브(39a)를 OFF로 하여, 캐리어 가스와, 또는 도펀트 가스와 더 혼합되어 조제된 프로세스 가스가, 50 SLM으로 정류관(24)을 거쳐 정류 상태로 웨이퍼(w) 상에 공급된다.
- [0065] 도 9에 타임 차트를 나타낸 바와 같이, 우선 원료 가스 전환 기구(38)에 의해 밸브(37a, 37b)를 ON으로 하고, 동시에 밸브(47a)를 ON으로 하고, 밸브(37c, 37d, 47b, 47c, 47d)를 OFF로 하여, 예를 들면 7.5 초간 반응실(A)로 Si 원료 가스와 도펀트 가스를, 반응실(B)로 Si 원료 가스를 도입한다.
- [0066] 이어서, 밸브(37c, 37d), 밸브(47c)를 ON으로 하고, 밸브(37a, 37b), 밸브(47a, 47b, 47d)를 OFF로 하여, 또한 7.5 초간 반응실(C)로 Si 원료 가스와 도펀트 가스를, 반응실(D)로 Si 원료 가스를 도입한다.
- [0067] 이와 같이, 예를 들면 7.5 초마다 원료 가스가 공급되는 반응실을 순차적으로 전환하고, 또한 도펀트 가스가 공급되는 반응실을 순차적으로 전환하여, 단속적으로 원료 가스, 또는 도펀트 가스를 더 더한 가스를 포함하는 프

로세스 가스를 공급하여 펄스 에피가 행해진다.

- [0068] 이와 같이 하여 펄스 에피를 행함으로써, 동일한 막 두께로, 반응실(A, C)에서는 도펀트를 포함하는 Si 에피택시얼 막을, 반응실(B, D)에서는 도펀트를 포함하지 않는 Si 에피택시얼 막이 형성된다.
- [0069] 본 실시예에 따르면, 실시예 1과 마찬가지로 멀티 챔버를 이용하여 펄스 에피를 행함으로써 원료 가스의 이용 효율을 향상시킬 수 있다. 그리고, 펄스 에피에 의해, 양호한 막질을 유지하면서 성막 속도의 저하를 억제하는 것이 가능해진다. 또한, 도펀트 가스가 공급되는 반응실을 선택할 수 있기 때문에, 동시에 도펀트의 유, 무의 에피택시얼 막을 형성하는 것이 가능해진다.
- [0070] 또한, 본 실시예에서, 실시예 3과 마찬가지로, 반응실 간에서 도펀트 가스의 공급 시간을 전환하여 도펀트량을 변동시키는 것도 가능하다. 또한, 막 두께를 변동시키는 것도 가능하다.
- [0071] 또한, 이들 실시예에서, 도 10에 도시한 바와 같이, 도 1에 도시한 구성에 더하여, 캐리어 가스 또는 원료 가스의 각 라인으로부터의 벤트 가스를 저류하는 벤트 가스 저류부(51, 52)를 가지고 있어도 좋다. 이러한 구성에 의해, 벤트 가스를 일정량 저류한 후 압력을 높여 공급함으로써 재이용하는 것이 가능하며, 보다 원료 가스의 이용 효율을 높일 수 있다.
- [0072] 또한, 이들 실시예에서 4 개의 반응실이 설치되어 있지만, 반응실은 복수이면 되고, 2 개, 3 개 또는 5 개 이상이어도 적용하는 것이 가능하다.
- [0073] 이들 실시예에 따르면, 반도체 웨이퍼에 에피택시얼 막 등의 고품질의 막을 형성하는 반도체 제조 장치에서, 에피택시얼 막의 고품질을 유지하면서 생산성을 향상시키고, 또한 원료 가스의 이용 효율을 향상시키는 것이 가능해진다. 그리고, 반도체 웨이퍼, 또는 소자 형성 공정 및 소자 분리 공정을 거쳐 형성되는 반도체 장치에서 고품질화, 고생산성, 저비용화를 도모하는 것이 가능해진다.
- [0074] 특히, N 형 베이스 영역, P 형 베이스 영역 및 절연 분리 영역 등에, 40 μm 이상의 후막 성장이 필요한, 파워 MOSFET 및 IGBT 등의 파워 반도체 장치를 형성하기 위한 에피택시얼 성막 장치로서 적합하게 이용할 수 있다.
- [0075] 또한, 이들 실시예에서는 Si 단결정층(에피택시얼 막) 형성의 경우를 설명했지만, 본 실시예는 폴리 Si층 형성 시에도 적용하는 것도 가능하다. 또한, 예를 들면 SiO_2 막 또는 Si_3N_4 막 등 Si막 이외의 성막 또는 예를 들면 GaAs층, GaAlAs 및 InGaAs 등 화합물 반도체 등에서도 적용하는 것도 가능하다.
- [0076] 이 외에 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변형하여 실시할 수 있다.

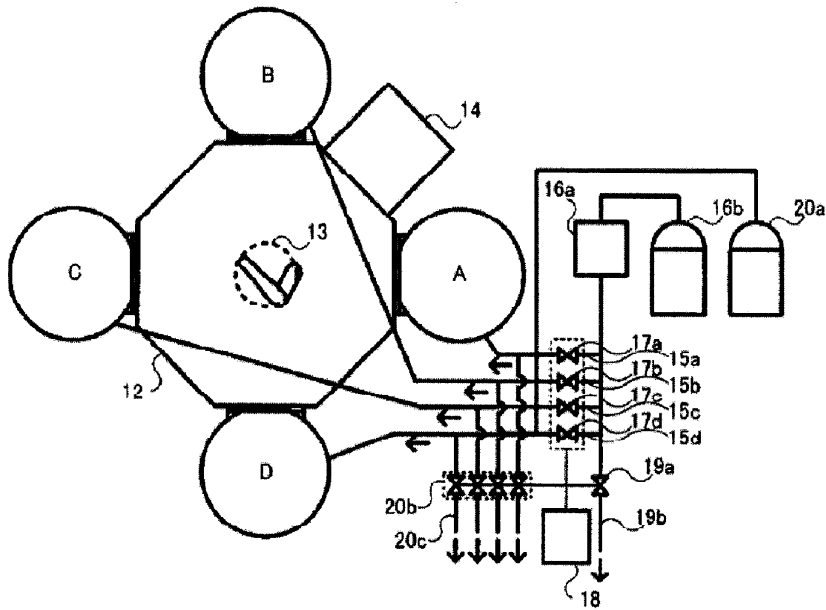
부호의 설명

- [0077] 11 : 반응실
- 12 : 트랜스퍼 모듈
- 13 : 웨이퍼 반송용 로봇
- 14 : IO 모듈
- 15a ~ 15d : 원료 가스 공급 라인
- 16a, 36a, 46a : 매스 플로우 콘트롤러
- 16b : 원료 가스 공급부
- 17a ~ 17d, 19a, 20b, 37a ~ 37d, 39a, 40b, 47a ~ 47d : 밸브
- 18, 38 : 원료 가스 전환 기구
- 19b, 20c, 39b, 40c : 벤트 라인
- 20a, 40a : 캐리어 가스 공급부
- 22 : 가스 공급구
- 23 : 가스 배출 기구
- 23a : 가스 배출구

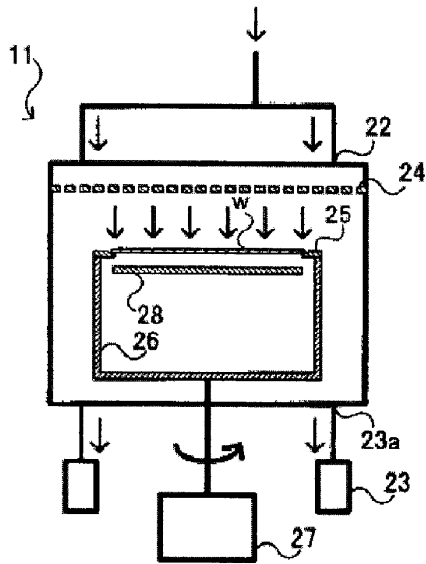
- 24 : 정류관
- 25 : 서셉터
- 26 : 링
- 27 : 회전 구동 제어 기구
- 28 : 히터
- 35a ~ 35d : Si 원료 가스 공급 라인
- 36b : Si 원료 가스 공급부
- 45a ~ 45d : 도펀트 가스 공급 라인
- 46b : 도펀트 가스 공급부
- 51, 52 : 벤트 가스 저류부

도면

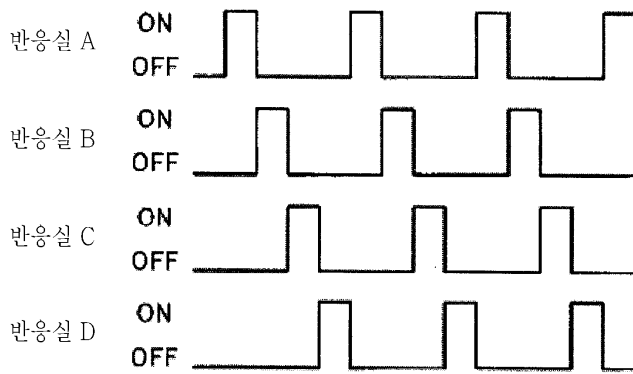
도면1



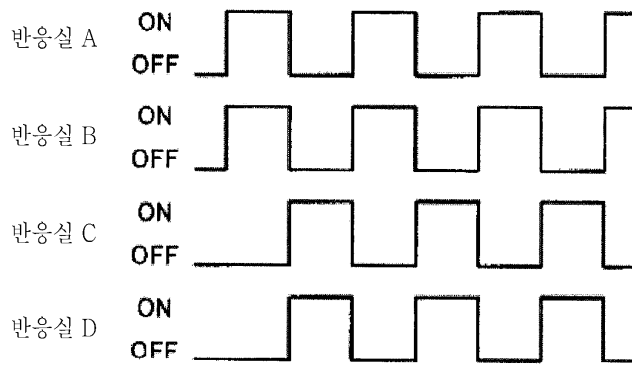
도면2



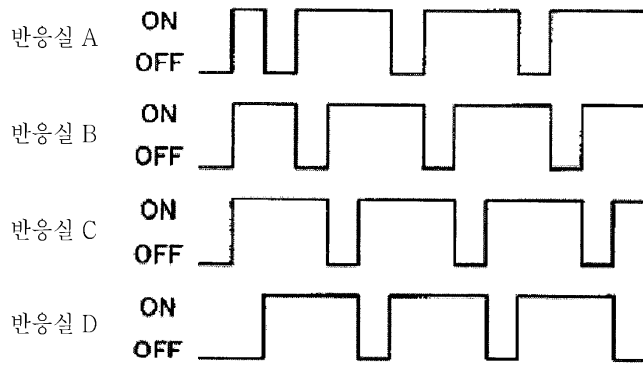
도면3



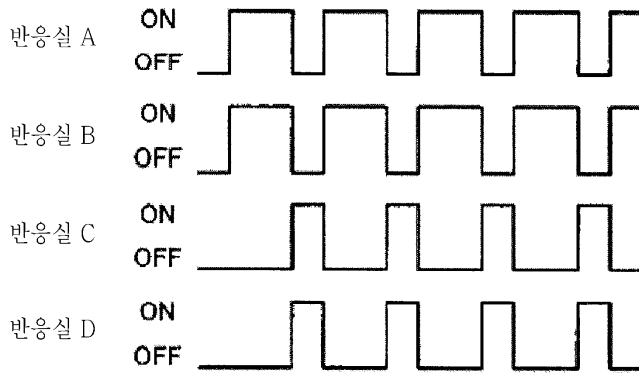
도면4



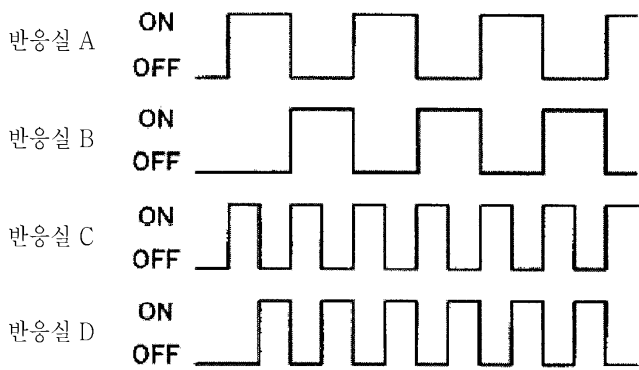
도면5



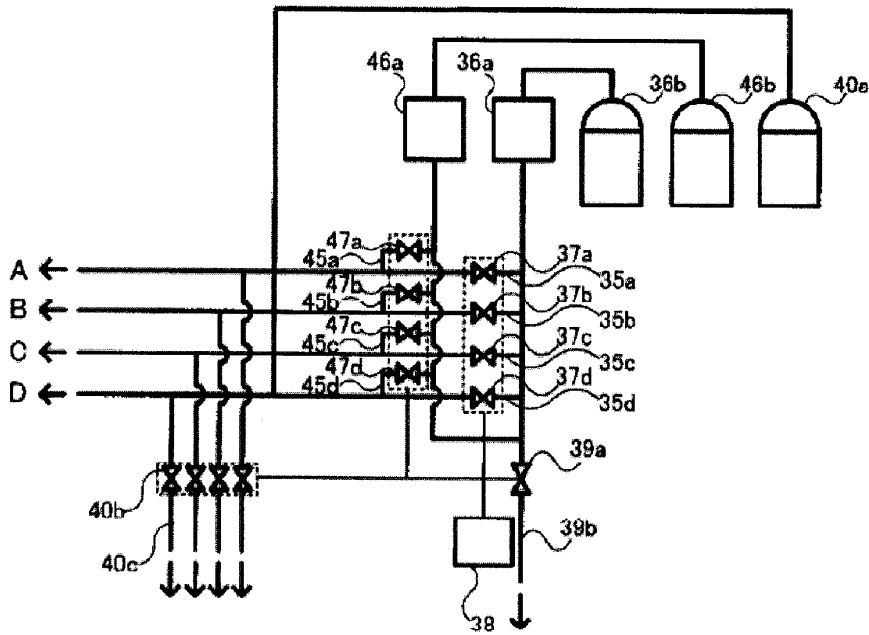
도면6



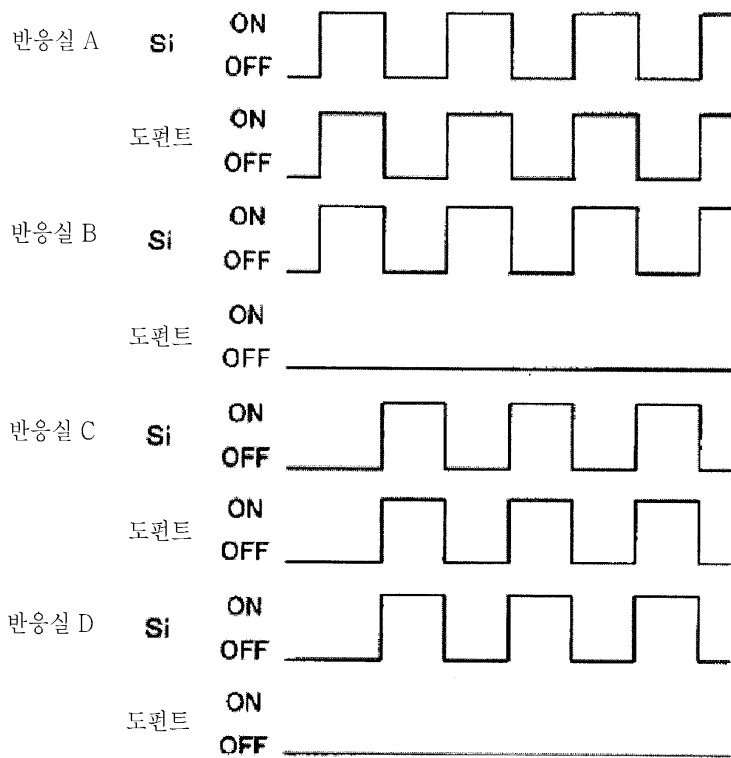
도면7



도면8



도면9



도면10

