

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/203

(45) 공고일자 2000년12월15일

(11) 등록번호 10-0274309

(24) 등록일자 2000년09월08일

(21) 출원번호	10-1995-0022243	(65) 공개번호	특1996-0005803
(22) 출원일자	1995년07월26일	(43) 공개일자	1996년02월23일
(30) 우선권주장	94-194952 1994년07월26일	일본(JP)	

(73) 특허권자 동경 엘렉트론주식회사 히가시 데쓰로
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고호리이케야스히로
일본국 도오교오도 호야시 히가시후시미 3초메 2반 12고

(72) 발명자 후카사와다카유키
일본국 야마나시켄 야마나시시 야마네 1011

(74) 대리인 강동수, 강일우, 홍기천

심사관 : 김중찬

(54) 스퍼터링 방법 및 장치

요약

감압이 자유롭게 구성된 석영관으로 이루어지는 처리용기 내에 타겟과 웨이퍼를 대향하여 배치시키고, 웨이퍼에 대해서 저전압 바이어스를 인가시킴과 동시에 처리용기의 주위에 배설한 안테나에 의해 고밀도의 헬리콘파 플라즈마를 타겟과 웨이퍼와의 사이에 발생시킨다. 웨이퍼는 플라즈마 영역의 아래측 경계외에 근접시켜서 배치한다. 타겟으로부터의 퇴적층은, 플라즈마 영역 중에서 이온화되고, 수직방향으로 가속되어 웨이퍼에 입사, 퇴적하고, 웨이퍼 표면의 홈의 바닥으로부터 퇴적되어 간다. 이에 따라, 피처리체 표면에 형성한 높은 애스펙트비의 홈, 구멍 내에, 스퍼터링에 의해 퇴적층을 채워 넣는데 있어서, 보이드를 발생시키지 않고 그 바닥으로부터 퇴적시킬 수가 있다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

제1도는, 본 발명의 제 1 실시예의 스퍼터링 장치의 종단면을 모식적으로 나타내는 설명도,
제2도는, 제1도에 나타난 스퍼터링 장치에 이용하는 안테나의 평면도,
제3도는, 피처리체인 반도체 웨이퍼의 표면에 형성되는 고 애스펙트비의 홈의 확대 종단면도,
제4도는, 제1도에 나타난 스퍼터링 장치에 있어서의 타겟이 웨이퍼와의 사이의 자장강도를 나타내는 그래프,
제5도는, 제1도에 나타난 스퍼터링 장치를 이용하여 제3도에 나타난 웨이퍼의 홈내에 SiO₂를 입사, 퇴적시키는 상태를 나타내는 설명도,
제6도는, 본 발명의 제 2 실시예의 스퍼터링 장치의 종단면을 모식적으로 나타내는 설명도이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

1, 61 : 스퍼터링 장치	2, 62 : 처리용기
3 : 서셉터	4, 43, 84, 87 : 고주파 전원
5, 42, 86 : 정합장치	6a, 6b, 26a, 26b : 냉각공간
7, 24, 31 : 도입관	8, 25 : 배출관
9, 68 : 배기관	11, 67 : 배기수단
21, 75 : 상부전극	22, 76 : 타겟
23 : 지지개	27, 77 : 직류전원
32, 33, 69, 70 : 밸브	34, 35, 71, 72 : 매스플로컨트롤러

36, 37, 73, 74 : 처리가스 공급원	41, 85 : 안테나
51, 52 : 요오크	51a, 52a : 상부 연장부
51b, 52b : 하부 연장부	53, 54, 88 : 코일
63 : 석영관	64a, 64b : 시일재
65 : 배기챔버	66 : 급기챔버
81 : 하부전극	82 : 기판
83 : 정합기	90 : 도입단자
91 : 절연단자	

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 스퍼터링 방법 및 그에 이용하는 스퍼터링 장치에 관한 것이다. 여기서는, 반도체 디바이스의 제조 프로세스를 예를 들어 설명한다. 종래로부터 반도체 웨이퍼 등의 피처리체에 대하여 전극이나 패턴을 형성하거나, 소자분리를 위한 절연막 등을 형성하기 위해, 소정의 감압 분위기로 설정된 처리실내에, 해당 피처리체와, 원하는 전극과, 패턴재료, 절연재료로 이루어지는 타겟을 대향하여 배치시켜서, 글로우 방전 등에 의해 상기 타겟으로부터 튀어나온 퇴적입자(퇴적종)를, 피처리체에 퇴적시키는 스퍼터링 방법이 채용되고 있다.

그런데, 오늘날 반도체 디바이스의 고퇴적화에 따라서, 반도체 디바이스의 제조 프로세스에 있어서도, 보다 미세한 가공을 정확히 하는 기술의 확립이 요구되고 있다. 가령, 디바이스의 내부 배선형성 프로세스에 있어서는, 개구부가 작고 또 깊은 높은 애스펙트비의 홈내에, 소정의 배선용 퇴적종이나 혹은 절연용 퇴적종을 충전시킬 필요가 생기고 있다.

이러한 경우, 종래의 스퍼터링 방법 및 장치에서는, 글로우 방전 등에 의해 타겟으로부터 튀어나온 퇴적종의 날아오르는 방향이 일치하지 않았다. 즉, 날아오르는 각 입자의 수직방향 성분과 수평방향 성분의 비율이 제각각으로 되어 있고, 그 때문에 피처리체 표면에 형성된 애스펙트비가 높은 홈, 또는 구멍의 바닥으로부터 퇴적종을 퇴적시키려고 해도, 이들 홈, 구멍의 개구 둘레부에 퇴적하는 일이 많게 된다. 그 결과, 홈, 구멍의 바닥부나 내부에 보이드가 발생하고, 단선불량이나, 절연불량이 발생할 우려가 있었다.

이러한 사태를 방지하려면, 피처리체를 향하여 날아오르는 퇴적종의 수평방향 성분을 감소시키고, 수직방향을 유지하여 홈, 구멍에 입사, 퇴적시키는 것이 바람직하다. 이를 위해서, 가령 복수의 원형구멍이나 별집 형상의 투시구멍을 수직방향에 가지는 콜리메이터(collimator)를, 타겟과 피처리체와의 사이에 설치하고, 타겟으로부터 날아오르는 퇴적종의 피처리체로의 입사를 규제하는 방법이 제안되고 있다. 그러나, 이러한 방법에 의하면, 콜리메이터에 의해 입사하는 퇴적종의 수가 감소하므로, 퇴적비율이 저하하고, 또 막힘이 원인으로 콜리메이터 자신에 데포지트가 발생하여 그것이 벗겨져 처리실내를 오염하는 파티클이 발생할 가능성이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은, 이러한 점을 감안하여 이루어진 것으로, 피처리체에 대해서 수직이방성(垂直異方性)이 뛰어난 스퍼터링이 실현가능한 스퍼터링 방법 및 그 장치를 제공하여, 높은 애스펙트비를 갖는 디바이스의 홈, 구멍 내로의 퇴적종의 퇴적을 확실하게 하는 것을 목적으로 하는 것이다.

그런데, 종래의 스퍼터링 방법에 있어서는, 이른바 평행평판형 플라즈마 장치나, 마그네트론 방식 등, 비교적 플라즈마 밀도가 낮은 플라즈마 장치를 이용하고 있기 때문에, 타겟으로부터 비상하여 퇴적종이 되는 분자나 원자가 전기적으로 중성인 것을 많이 포함하고 있으므로, 상기한 것과 같은 문제가 발생하고 있었다.

그래서, 본 발명의 스퍼터링 방법에서는, 기본적으로 가령 헬리콘과 플라즈마(Helicon Wave Plasma)나 그 밖의 ECR 플라즈마, 유도결합 플라즈마 등, 고밀도에서 플라즈마가 발생하는 방식을 채용함과 동시에, 해당 고밀도 플라즈마로, 퇴적종이 효과적으로 이온화되어 피처리체에 대해서 수직방향으로 입사, 퇴적시키는 구성을 취했다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 한 실시예에 따른 스퍼터링 방법에 의하면, 감압이 자유로운 처리용기 내에 타겟과 피처리체를 대향하여 배치하고, 상기 처리용기 내에 가스를 도입하면서 플라즈마를 발생시키고, 상기 타겟으로부터의 퇴적종 또는 타겟으로부터의 입자와 상기 가스와의 결합 퇴적종을 상기 피처리체에 최적으로 퇴적시키는 스퍼터링 방법에 있어서, 상기 플라즈마를 안테나 수단으로 의해 발생시키고, 처리용기 내에 자장을 형성하여, 상기 처리용기 내에 발생된 상기 플라즈마 영역의 피처리체측 경계를 규제하고, 상기 타겟을 해당 플라즈마 영역 내에 위치시키고, 또한 피처리체를, 상기 타겟에 대향하여 해당 플라즈마 영역 경계 바깥쪽 근방에 위치시키며, 상기 피처리체에는 바이어스 전압을 인가시키는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 한 실시예에 따른 스퍼터링 방법에 의하면, 감압이 자유로운 처리용기 내에 타겟과 피처리체를

대향하여 배치하고, 상기 처리용기 내에 가스를 도입하면서 플라즈마를 발생시키고, 상기 타겟으로부터의 퇴적층 또는 타겟으로부터의 입자와 상기 가스와의 결합 퇴적층을 상기 피처리체에 퇴적시키는 스퍼터링 방법에 있어서, 상기 플라즈마를 안테나 수단에 의해 발생시키고, 상기 타겟을 해당 플라즈마 영역 내에 위치시키고, 또한 피처리체를, 상기 타겟에 대향하여 해당 플라즈마 영역 경계 바깥쪽 근방에 위치시키고, 상기 처리용기 내로 흐르는 가스의 흐름에 의해, 처리용기 내에 발생한 상기 플라즈마 영역의 피처리체측 경계를 규제하고, 피처리체에는 바이어스 전압을 인가시키는 것을 특징으로 한다.

이 경우, 안테나 수단에 의해 발생시키는 플라즈마란, 가령 헬리콘파 플라즈마나 ECR 플라즈마, 유도결합 플라즈마를 들 수 있다.

본 발명의 스퍼터링 장치로서는, 감압이 자유롭게 구성된 처리용기 내에, 타겟과 피처리체를 대향하여 배치하고, 상기 처리용기 내에 가스를 도입하면서 플라즈마를 발생시키고, 상기 타겟 퇴적층 또는 타겟 입자와 상기 가스와의 결합 퇴적층을 상기 피처리체에 퇴적시키도록 구성된 스퍼터링 장치에 있어서, 상기 처리용기를 원통형으로 구성함과 동시에, 상기 플라즈마는 적절한 안테나 수단에 의해 발생시키도록 하고, 또한 상기 가스를 이 처리용기의 축방향 한측으로부터 도입하여 다른 측으로부터 배기하도록 구성하고, 상기 피처리체를 해당 가스의 흐름의 상류측에 배치하고, 상기 타겟을 해당가스의 흐름의 하류측에 배치시키고, 상기 피처리체에 대해서 바이어스 전압을 인가가 자유롭게 되도록 구성한 것을 특징으로 한다.

본 발명의 스퍼터링 방법에서는, 안테나 수단에 의해 발생하는 헬리콘파 플라즈마나 ECR 플라즈마, 유도결합 플라즈마 등의 플라즈마는, 고밀도 플라즈마이다. 따라서, 스퍼터링에 의해 타겟으로 방출된 분자, 원자 등의 퇴적층은, 이 고밀도 플라즈마를 통과할 때에 이온화된다.

따라서, 피처리체에 바이어스 전압을 인가시키므로써, 해당 이온화된 활성종은, 피처리체에 대해서 수직 방향으로 가속되어 그대로 피처리체를 향하여 날아오르고, 피처리체 표면에 퇴적한다. 또, 이 때문에 퇴적비율을 저하시키는 일도 없다.

이 경우, 본 발명에서는, 피처리체는 플라즈마 영역 경계 바깥쪽 근방에 위치시키고 있으므로, 피처리체에 플라즈마 자체에 의한 영향, 가령 에칭 등이 이루어질 우려는 없다.

[제 1 실시예]

이하, 본 발명의 스퍼터링 방법 및 그 장치의 실시예를 도면에 따라서 설명한다. 제 1 도는 본 발명의 제 2 실시예에 관한 스퍼터링 장치(1)의 종단면을 모식적으로 나타내고 있다. 이 스퍼터링 장치(1)의 처리용기(2)는, 도시된 바와 같이, 거의 원통형상의 석영관(혹은 알루미늄, 알루미늄이트, 세라믹 관) 등의 재료의 조합에 의해 구성되어 있다. 가령, 도시와 같이, 4개의 세그먼트(segment)로 분할하여 구성해도 좋다. 그리고, 스퍼터링 처리되는 피처리체, 가령 반도체 웨이퍼(이하, "웨이퍼"라 함. 예를 들면 8인치, 12인치 직경)(W)는, 상기 처리용기(2)의 바닥부에 설치된 도전성 (예를 들면, 알루미늄)의 서셉터(3)의 위에, 예를 들면 정전척(도시생략)에 유지되도록 되어 있다. 또, 서셉터(3)의 바깥둘레는 석영에 의해 코팅되어 있다.

이 서셉터(3)는 스퍼터링 장치의 하부전극을 구성하고, 처리용기(2) 외부에 설치된 고주파전원(4) 및 정합장치(5)를 통하여, 이 고주파(RF)전원(4)으로부터의 바이어스 전압, 예를 들면 100kHz~13.56MHz의 고주파가 인가가 자유롭게 구성되어 있다. 또, 이 서셉터(3) 내에는, 적절한 냉각공간(6a, 6b)가 형성되어 있고, 이 냉각공간(6a, 6b) 내를, 도입관(7), 배출관(8)을 통하여, 예를 들면 실온정도(20~25℃)의 냉각수가 순환하도록 되어 있다. 이에 의해, 웨이퍼(W)는 소정의 온도까지 냉각, 유지되도록 되어 있다. 또, 서셉터(3)는 적절한 수단에 의해 승강이 자유롭게 되어 있다.

또, 처리용기(2)의 바닥부 근방에는, 진공펌프 등의 배기수단(11)으로 통하는 배기관(9)이 설치되어 있다. 이 배기수단(11)의 작동에 의해, 이 처리용기(2) 내는, 0.1mmTorr~10torr까지의 임의의 감압도로 조절이 자유롭게 되어 있다.

한편, 서셉터(3)와 대향하는 처리용기(2) 내의 상부에는, 상부전극(21)이 설치되어 있다. 이 상부전극(21)의 아랫면, 즉, 서셉터(3)와 대향하는 면에, 타겟(22)이 설치되어 있다. 본 제 1 실시예에 있어서는, Si재의 타겟을 이용하고 있다. 이 상부전극(21)은, 지지재(23)에 의해 처리용기(2)에 승강이 자유롭게 지지되어 있고, 이 지지재(23)를 관통하여 설치한 도입관(24), 배출관(25)에 의해, 냉각수가 상부전극(22) 내의 냉각공간(26a, 26b) 내를 순환하고, 타겟(22)을 소정의 온도로 냉각하도록 구성되어 있다.

그리고, 상부전극(21)에는, 처리용기(2)의 외부에 설치된 직류전원(27)으로 부터, 소정의 마이너스 바이어스 전압, 가령 300V의 직류전압이 인가되도록 구성되어 있다.

또한, 처리용기(2)의 상부 근방에는, 처리가스 도입관(31)이 설치되어 있다.

이 처리가스 도입관(31)에는, 밸브(32, 33) 및 매스플로 컨트롤러(34, 35)를 통하여, 처리가스 공급원(36, 37)이 각각 접속되어 있다. 본 제 1 실시예에 있어서는, 처리가스 공급원(36)에는 Ar 가스가, 또 처리가스 공급원(37)에는 O₂ 가스가 준비되어 있다.

처리용기(2)의 상부 바깥둘레에는, 헬리콘파를 발생시키는, 제 2 도에 나타낸 바와 같은, 루프형상의 안테나(41)가 적당한 수단으로 배치되어 있다. 그리고 이 안테나(41)에는, 정합장치(42)를 통하여, 고주파전원(43)으로부터의 고주파, 가령 13.56MHz의 고주파가 인가되도록 구성되어 있다.

안테나(41)와, 서셉터(3)와의 사이의 처리용기(2)의 바깥둘레에는, 측단면이 거의 [ㄷ] 자형의 개구부를 갖는 요오크(yoke : 51, 52)가 제 1 도, 제 2 도 에 나타낸 바와 같이, 처리용기(2)를 사이에 두고 그 개구부가 마주 보도록 대향하여 배치되어 있고, 또한 이들 각 요오크(51, 52)에는, 각각 코일(53, 54)이 감겨서 전자석을 구성하고 있다. 소정의 전연(도시생략)으로부터의 전류가 이들 코일(53, 54)을 흐르면, 상기 각 요오크(51, 52)의 상부연장부(51a, 52a)사이, 하부 연장부(51b, 52b) 사이에 자속(磁束)(제 1 도에서의 파선으로 나타냄)이 형성되어, 처리용기(2) 내에 자장이 형성되도록 되어 있다. 또한, 본 제 1 실

시에에서 사용한 요오크(51, 52)는, 형태와 크기가 같고, 그 재질은, 투과율이 높은 냉간 압연냉간(SPC)으로 이루어져 있다.

물론 이에 한정되지 않고, 높은 투자율을 갖자는 재질의 요오크를 적절히 선택하여 사용할 수 있고, 또 상기한 것처럼, 2개의 요오크를 준비하여 반드시 대향시킬 필요는 없다. 가령, 링형상의 영구자석에 의해 요오크를 형성해도 좋다.

본 제 1 실시예의 스퍼터링 장치(1)는 이상의 구성을 가지고 있으며, 여기서, 본 장치를 이용하여, 제 3 도에 나타내듯이, 웨이퍼(W) 표면에 형성된 높은 애스펙트비의 홈(D) 내에, SiO₂의 절연막을 채워 넣는 처리에 관해서 설명한다. 우선, 제 1 도에 나타내는 배기수단(11)에 의해 처리용기(2) 내를 감압하고, 또한 처리가스 공급원(36)으로부터 Ar 가스를, 처리가스 공급원(37)으로부터 O₂ 가스를 도입하고, 처리용기(2) 내를 5 MmTorr의 감압도로 유지한다. 또한 여기서 Ar 가스와 O₂ 가스의 유량비는, Ar 가스가 80%, O₂ 가스를 20%로 했다.

그리고, 서셉터(3)에 고주파전원(4)으로부터 고주파 바이어스를 인가함과 동시에, 타겟(22)에 대해서도 직류전원(27)에 의해 직류의전압(음전위)을 인가시킨다. 또, 안테나(41)에 대해서는, 고주파전원(43)으로부터의 고주파를 인가하여 헬리콘파를 발생시키고, 처리용기(2) 내에 고밀도이며 스퍼터링율이 높은 플라즈마를 발생시킨다.

한편, 코일(53, 54)에 대해서도 통전하여, 처리용기(2) 내의 소정영역에 자장을 형성시킨다. 또한, 이 때의 발생한 자장강도(B)와, 타겟(22), 웨이퍼(W)와의 위치관계(L)는, 제 4 도의 그래프에 나타낸 바와 같다. 이러한 자장이 처리용기(2) 내에 형성되면, 발생한 플라즈마는 이 자장 중에 갇히어, 제 1 도에 나타낸 것처럼, 플라즈마 영역(P)이 형성된다.

그렇게 하면, 처리가스 중의 Ar 가스 입자가 플라즈마에 의해 해리되어, SiZ 재료 이루어지는 타겟(22)을 향하여 비상하고, 그에 의해 타겟(22)으로부터 Si 입자가 튀어 나와, 처리가스 O₂와 결합하여 퇴적중 SiO₂가 발생한다.

플라즈마 영역(P)은, 헬리콘파에 의해 생성된 고밀도의 플라즈마이므로, 발생한 SiO₂는, 이 플라즈마 영역(P)을 통과할 때에 그 대부분이 이온화된다. 한편, 피처리체인 웨이퍼(W)에는, 고주파전원(4)에 의해 바이어스가 걸려져 있으므로, 이 퇴적중 SiO₂는 해당 웨이퍼(W)의 처리면을 향하여 수직방향으로 가속된다.

따라서, 제 5 도에 나타내는 바와 같이, 퇴적중 SiO₂는 웨이퍼(W) 표면에 형성된 홈(D) 내에 수직방향으로 입사하고, 그 바닥부로부터 퇴적해 간다.

그 때문에 웨이퍼(W)의 홈(D)의 깊이가 깊고, 개구부가 작은 높은 애스펙트비인 것이라도, 그 바닥부로부터 퇴적중 SiO₂를 퇴적시킬 수가 있으므로, 채워진 SiO₂ 중에, 보이드가 생길 우려는 없는 것이다. 또 본 제 1 실시예에서는 콜리메이터를 사용하고 있지 않으므로, 퇴적율이 저하할 일도 없다.

또, 상기 처리에 있어서의 퇴적중의 이온화 과정을 감안하면, 플라즈마 영역통과 중에, 퇴적중의 이온화를 촉진하여 이온화된 퇴적중의 비율을 많이 할 필요가 있는데, 본 발명의 스퍼터링 장치(1)에서는, 요오크(51, 52)에 의해 플라즈마 영역(P)의 폭(처리용기(2)의 폭방향의 길이)을 적절히 설정시키므로, 이러한 이온화를 충분히 실현시키는 것이 가능해지고 있다.

그 경우, 상기 플라즈마 영역(P)의 폭(처리용기(2)의 폭방향의 길이), 보다 엄밀히 말하면, 타겟(22)으로부터 플라즈마 영역(P)의 아래측 경계까지의 축방향의 길이는, 퇴적중의 평균 자유거리의 약 수배~10배 정도의 길이가 있으면, 헬리콘과 플라즈마 통과 중에 퇴적중의 이온화 비율을 종래의 방식에 비해 수배에서 수십배 크게 하는 것이 가능하며, 소기의 이방성이 높은 퇴적이 실현될 수 있다. 또 발생한 플라즈마도 헬리콘파에 의한 고밀도 플라즈마이므로, 퇴적중의 이온화가 효과적으로 이루어지고 있다.

또, 제 1 도에 나타낸 것처럼, 피처리체인 웨이퍼(W)는, 플라즈마 영역(P)중에 위치하고 있지 않으므로(플라즈마 영역(P)의 아랫면으로부터 1~2cm 떨어짐), 플라즈마 중에 노출되는 일은 없고, 웨이퍼(W)의 표면 홈(D) 자체가 플라즈마에 의해 애칭되는 일은 없다.

그리고, 이 웨이퍼(W)에 대해서는, 고주파전원(4)에 의해 바이어스 전압이 인가되고 있으므로, 이온화되지 않은 퇴적중이 웨이퍼(W)의 홈(D)의 개구둘레부에 퇴적해도, 이것을 제거할 수가 있다. 따라서, 홈(D) 내로의 퇴적중의 입사를 저하시키지 않으며, 보이드를 발생시키지 않고 홈(D) 내에 퇴적중을 퇴적시키는 것이 가능하게 된다.

또한, 상기 처리는, 퇴적중을 SiO₂로 하여, 웨이퍼(W) 표면에 형성된 홈(D)내에 SiO₂의 절연패턴을 형성하는 예이지만, 물론 상기 스퍼터링 장치(1)에 의하면, 처리가스, 타겟의 종류를 바꾸어 다른 처리에 관해서도 적용할 수 있다.

예를 들면, 타겟(22)에는 Si를 사용한 채, 처리가스에 Ar 가스와 N₂ 가스와의 혼합가스를 이용하면, 콘택트홀 등에 이용되는 Si₃N₄의 퇴적중을 피처리체의 표면의 홈, 구멍에 퇴적시키는 것이 가능하다. 타겟(22)에 Ti를 사용하면, 같은 Ar 가스와 N₂ 가스를 이용하므로써, 피처리체 표면의 홈, 구멍에 TiN을 퇴적시킬 수가 있다.

어느 경우에도 상기한 SiO₂의 경우와 같이, 수직방향의 입사율이 높은 퇴적처리를 실시할 수 있어, 웨이퍼(W)의 홈, 구멍 내에 그 바닥부로부터 Si₃N₄, TiN을 채워 넣는 것이 가능하다. 따라서, 이들 홈, 구멍이 애스펙트비가 높은 것이라도 보이드가 없는 퇴적거리를 실시할 수가 있다.

그 외, 가령 처리가스로서 C₂F₆, CF₄ 등의 CF계의 가스를 이용하면, 퇴적중 CF_x⁺(x>1)을, 피처리체를 향하여 수직으로 입사시켜서 대응하는 퇴적처리를 실시시킬 수가 있다. 또한, 이 경우는, 피처리체에 인가하

는 바이어스 전압의 파워는 상기한 실시예 보다도 작게 하는 편이 바람직하다.

또한, 가령 Si계, Cu계의 도전성물질을, 가령 웨이퍼(W) 표면의 홈, 구멍 내에 퇴적시켜서 채워 넣는 처리를 실시하는 경우, 상기 제 1 실시예에 관한 스퍼터링 장치(1)에서의 안테나(41)를 처리용기(2) 내부에 배치하고, 안테나(41)의 재질도, 이들 도전성물질과 동일한 물질로 구성하면 좋다. 그렇게 하면, Si계, Cu계의 도전성물질이, 처리용기(2) 내면이나 안테나(41) 자체에 부착해도, 안테나(41)의 기능을 아무런 손상없이, 처리용기(2) 내에 고밀도의 플라즈마를 발생시키는 것이 가능하다.

상기 제 1 실시예에 관한 스퍼터링 장치(1)에 있어서는, 플라즈마 영역(P)을 규제하기 위해, 요오크(51, 52)를 사용했는데, 이러한 수단을 사용하지 않아도, 본 발명을 실시할 수가 있다.

[제 2 실시예]

제 6 도는, 제 1 실시예와 같은 요오크를 갖지 않는 구성을 구비한 본 발명의 제 2 실시예에 관한 스퍼터링 장치(61)의 구성의 개략을 모식적으로 나타내고 있다. 이 스퍼터링 장치(61)의 처리용기(62)는, 가령 직경 60mm, 길이 50cm의 석영관(63)의 상하에 시일재(64a, 64b) (가령, O링)을 통하여 배기챔버(65), 급기챔버(66)를 구비한 구성을 가지고 있다. 배기챔버(65)는, 배기수단(67)에 통하는 배기관(68)을 구비하며, 또, 급기챔버(66)는, 밸브(69, 70), 매스플로 컨트롤러(71, 72)를 통하여 처리가스 공급원(73, 74)에 각각 통하는 급기관(75)을 구비하고 있다. 그리고, 이 스퍼터링 장치(61)에 있어서도, 처리가스 공급원(73)에 Ar 가스가, 처리가스 공급원(74)에 O₂ 가스가 각각 충전되고 있다.

석영관(63) 내의 상부에는, 배기챔버(65)를 기밀하게 관통하여 설치한 상부전극(75)이 배치되어 있고, 그 아래끝단부의 수냉 기관상에 In으로 부착시킨 단결정 Si의 타겟(76)이 설치되어 있다. 이 상부전극(75)에는, 외부의 직류전원(77)으로부터 직류전압(음전위)이 인가되는 구성으로 되어 있다. 또, 상부전극(75)의 위끝단은, 테플론재로 이루어지는 절연단자(91)에 의해 지지되어 있다.

한편, 석영관(63) 내의 하부에는, 급기챔버(66)를 기밀하게 관통하여 설치한 하부전극(81)이 상부전극(75)과 대향하여 배치되어 있다. 그리고, 이 하부전극(81)의 위끝단부에는 기관(82)이 설치되고, 피처리체인 Si의 웨이퍼(W)는, 이 기관(82) 위에 배치되어 있다. 또 기관(82)과 타겟(76) 사이의 거리는, 가령 3cm로 설정되어 있다. 그리고, 이 하부전극(81)에 대해서는, 정합기(83), 도입단자(90)를 통하여 고주파전원(84)으로부터 100kHz의 고주파가 인가되도록 되어 있다.

석영관(63)의 바깥둘레에는, 타겟(76)으로부터 가령 4cm 위쪽에 위치한 부분에, 안테나(85)가 배치되어 있다. 이 안테나(85)는, 한번 같은 루프형상을 이루고 있고, 정합장치(86)를 통하여 고주파전원(87)에 접속되어 있다. 이 고주파전원(87)에 의해, 주파수가 13.65MHz의 고주파가 인가되면, 석영관(63) 내에 헬리콘과 플라즈마를 발생시키는 구성으로 되어 있다. 그리고, 이 안테나(84)의 위쪽에는, 자장을 형성시키기 위한 코일(88)이 배치되어 있다.

본 발명의 제 2 실시예의 스퍼터링 장치(61)는, 이상의 구성을 이루고 있다.

다음에 웨이퍼(W) 표면에 형성된 홈 내에 SiO₂를 퇴적시키는 처리에 관해서 설명한다. 우선, 석영관(63) 내에 처리가스로서, Ar 가스를 80%, O₂ 가스를 20%의 비율로 도입하고, 석영관(63) 내의 감압도를 5mmTorr로 설정한다. 그리고, 코일(86)에 의한 자장강도를 180 Gauss, 안테나(83)에 인가하는 고주파전력을 1.2kW로 설정하고, 게다가 상부전극(75)에 300v를 인가함과 동시에, 하부전극(81)에 100kHz 50v의 고주파 바이어스를 인가시킨다.

그렇게 하면, 제 6 도에 나타낸 바와 같이, 석영관(63) 내에 고밀도($1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$)의 헬리콘과 플라즈마 발생하고, 웨이퍼(W)의 아래쪽에 위치하는 급기챔버(66)로부터 도입되는 Ar 가스와 O₂ 가스와의 혼합가스의 가스의 흐름에 의해, 플라즈마 영역(P)의 아래측 경계가, 웨이퍼(W)의 바로 위의 위치가 되도록 설정하는 것이 가능해진다.

그리고, 이 상태에서 스퍼터링을 실시하면, 제 1 실시예의 스퍼터링 장치(1)의 경우와 마찬가지로, 퇴적 중인 SiO₂가 플라즈마 영역(P) 통과 중에서 이온화되고, 수직방향으로 가속되어, 웨이퍼(W) 표면의 홈 내에 입사, 퇴적한다.

실제로 상기 가동조건하에서, 이 스퍼터링 장치(61)를 이용하여 Si의 반도체 웨이퍼에 대해서 처리를 했더니, 가령 폭 1.2 μm , 깊이 3 μm 의 홈에 대해서도, 보이드가 없는 SiO₂의 채워 넣음을 실시할 수가 있었다. 또, 이 경우의 퇴적속도는, 약 1000 \AA /분이었다. 따라서, 퇴적속도를 저하시키지 않고, 상기한 높은 애스펙트비의 홈 내에 SiO₂를 틈새없이 채워 넣을 수가 있었다.

게다가 이러한 작용을 실현시킬 때의, 하부전극(81)으로 인가하는 바이어스 전압은, 50v 라고 하는 매우 저압에서도 좋고, 따라서 웨이퍼(W)에 대해서 피해를 줄 우려도 없는 것이다.

또 상기한 제 1 및 제 2 실시예는, 모두 피처리체로서 반도체 웨이퍼를 선택하여 스퍼터링을 실시한 예였는데, 물론 가령 다른 피처리체, 예를 들면 LCD 기관을 피처리체로 해도 본 발명은 적용가능하다.

발명의 효과

본 발명의 스퍼터링 방법과 장치에 의하면, 스퍼터링에 의해 타겟으로부터 방출된 분자, 원자 등의 퇴적 종은, 이 고밀도 플라즈마를 통과할 때에 이온화되어, 피처리체에 대해서 직각방향으로 가속되어 그대로 피처리체를 향하여 날아오르고, 피처리체 표면에 퇴적한다. 따라서, 피처리체 표면에 형성된 미세한 홈, 구멍의 바닥부로부터 퇴적종을 퇴적시킬 수 있어, 퇴적후의 이들 홈, 구멍 내에는, 보이드가 발생할 일은 없다. 따라서, 가령 웨이퍼 내부의 미세 패턴, 미소한 콘택트홀에 접속불량, 절연불량 등의 배선불량이 발생할 우려는 없다.

게다가, 종래의 콜리메이터를 사용하는 방법에 비교해도, 디포지트를 발생시키지 않고 퇴적율을 향상시키고 있다. 물론 피처리체 자체가 플라즈마에 의해 손상을 받을 우려가 없는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

감압이 자유로운 처리용기 내에 타겟과 피처리체를 대향하여 배치하고, 상기 처리용기 내에 가스를 도입하면서 플라즈마를 발생시키고, 상기 타겟으로부터의 퇴적종 또는 타겟으로부터의 입자와 상기 가스와의 결합 퇴적종을 상기 피처리체에 퇴적시키는 스퍼터링 방법에 있어서, 상기 플라즈마를 안테나 수단에 의해 발생시키고, 상기 처리용기 내에 자장을 형성하여, 상기 처리용기 내에 발생된 상기 플라즈마 영역의 피처리체측 경계를 규제하고, 상기 타겟을 해당 플라즈마 영역 내에 위치시키고, 또한 상기 피처리체를, 상기 타겟에 대향하여 해당 플라즈마 영역 경계 바깥쪽 근방에 위치시키며, 상기 피처리체에는 바이어스 전압을 위치시키는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 2

감압이 자유로운 처리용기 내에 타겟과 피처리체를 대향하여 배치하고, 상기 처리용기 내에 가스를 도입하면서 플라즈마를 발생시키고, 상기 타겟으로부터의 퇴적종 또는 타겟으로부터의 입자와 상기 가스와의 결합 퇴적종을 상기 피처리체에 퇴적시키는 스퍼터링 방법에 있어서, 상기 플라즈마를 안테나 수단에 의해 발생시키고, 상기 타겟을 해당 플라즈마 영역 내에 위치시키고, 또한 상기 피처리체를, 상기 타겟에 대향하여 해당 플라즈마 영역 경계 바깥쪽 근방에 위치시키도록 상기 처리용기 내에 흐르는 가스의 흐름에 의해, 처리용기 내에 발생한 상기 플라즈마 영역의 피처리체측 경계를 규제하고, 상기 피처리체에는 바이어스 전압을 인가시키는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 플라즈마는 헬리콘파에 의해 발생하는 플라즈마인 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 4

플라즈마를 이용한 스퍼터링을 이용하여 타겟으로부터의 퇴적종 또는 타겟으로부터의 입자와 상기 가스와의 결합퇴적종을 피처리체에 퇴적시키는 스퍼터링 방법에 있어서, 석영관 내에 직류의 음전위가 인가되는 Si의 타겟을 설치함과 동시에, 상기 타겟과 대향하는 위치에는, 고주파전력이 인가되는 Si의 피처리체를 설치하여, 헬리콘파 플라즈마를 이용하여 상기 석영관 내에 플라즈마를 발생시키고, 상기 발생한 플라즈마를 코일 자장에서 일정한 영역 내에 가동과 동시에, 해당 플라즈마 발생영역 중에 상기 타겟이 위치하도록 설정하고, 동시에 피처리체는 해당 플라즈마 영역의 경계 바깥쪽 근방에 위치시키도록 하며, 상기 석영관 내에 산소와 아르곤과의 혼합가스를 도입하고, 상기 피처리체의 표면의 흠 내에 SiO₂를 퇴적시키는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 5

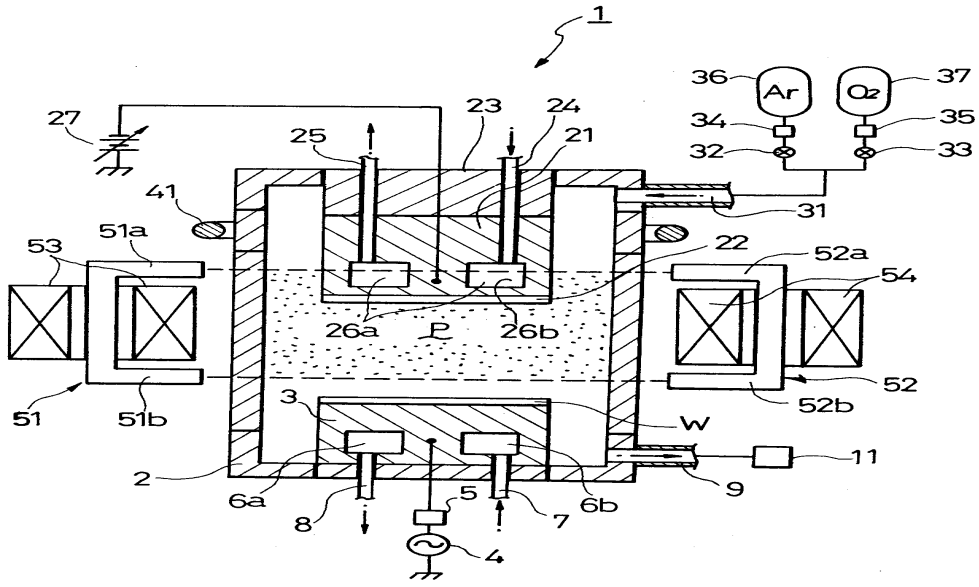
제1 또는 제2항에 있어서, 발생시키는 상기 플라즈마는, 10^{11} cm^{-3} 이상의 전자밀도를 갖는 것을 특징으로 하는 스퍼터링 방법.

청구항 6

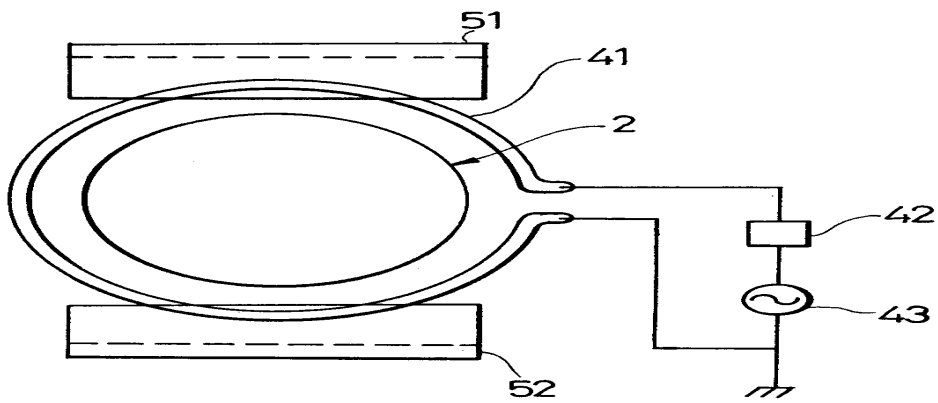
감압이 자유로운 대략 원통형의 처리용기 내에 타겟과 피처리체를 대향하여 배치하고, 상기 처리용기 내에 가스를 도입하면서 플라즈마를 발생시키고, 상기 타겟으로부터의 퇴적종 또는 타겟으로부터의 입자와 상기 가스와의 결합 퇴적종을 상기 피처리체에 퇴적시키는 스퍼터링 장치에 있어서, 상기 플라즈마는 적절한 안테나 수단에 의해 발생시키도록 하고, 피처리체에 대해서 바이어스 전압을 인가가 자유롭게 되도록 구성하고, 또한 발생한 플라즈마가 처리용기의 축방향을 따라서 적어도 피처리체측에 확산하는 것을 방지하기 위한 자장형성 수단을 상기 처리용기 바깥둘레에 설치한 것을 특징으로 하는 스퍼터링 장치.

도면

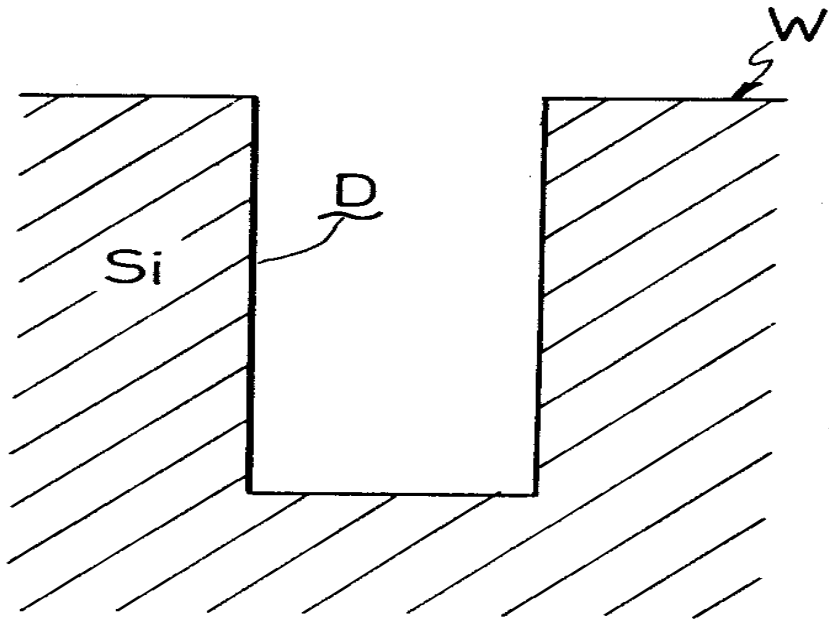
도면1



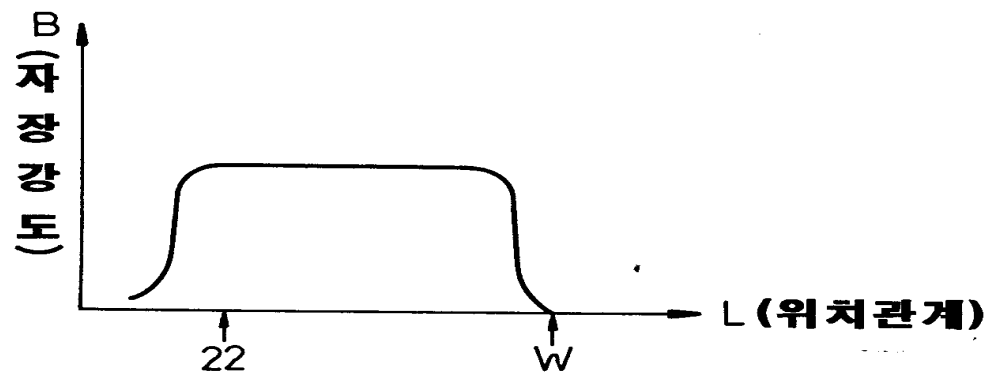
도면2



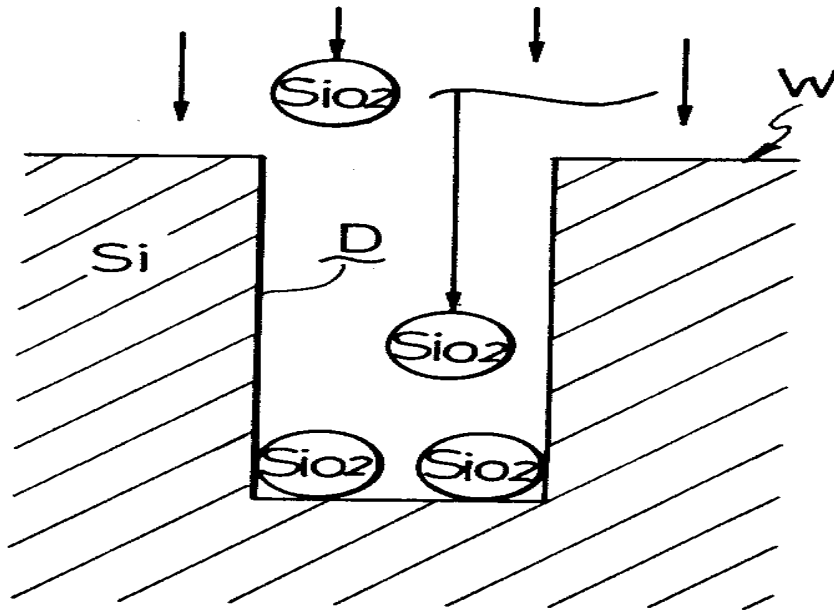
도면3



도면4



도면5



도면6

