

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/302 (2006.01)		(45) 공고일자	2006년09월01일
		(11) 등록번호	10-0619112
		(24) 등록일자	2006년08월25일
(21) 출원번호	10-2004-7003954	(65) 공개번호	10-2004-0035813
(22) 출원일자	2004년03월18일	(43) 공개일자	2004년04월29일
번역문 제출일자	2004년03월18일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2002/009588	(87) 국제공개번호	WO 2003/028078
국제출원일자	2002년09월19일	국제공개일자	2003년04월03일
(30) 우선권주장	JP-P-2001-00287539	2001년09월20일	일본(JP)
(73) 특허권자	동경 엘렉트론 주식회사 일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고		
(72) 발명자	오노히루 일본야마나시켄니라사키시후지이쵸기타게쵸2381-1동경엘렉트론에이 티주식회사내 다테시타고이치 일본야마나시켄니라사키시후지이쵸기타게쵸2381-1동경엘렉트론에이 티주식회사내 혼다마사노부 일본야마나시켄니라사키시후지이쵸기타게쵸2381-1동경엘렉트론에이 티주식회사내 나가세키가즈야 일본야마나시켄니라사키시후지이쵸기타게쵸2381-1동경엘렉트론에이 티주식회사내 하야시다이스케 일본야마나시켄니라사키시후지이쵸기타게쵸2381-1동경엘렉트론에이 티주식회사내		
(74) 대리인	김창세		

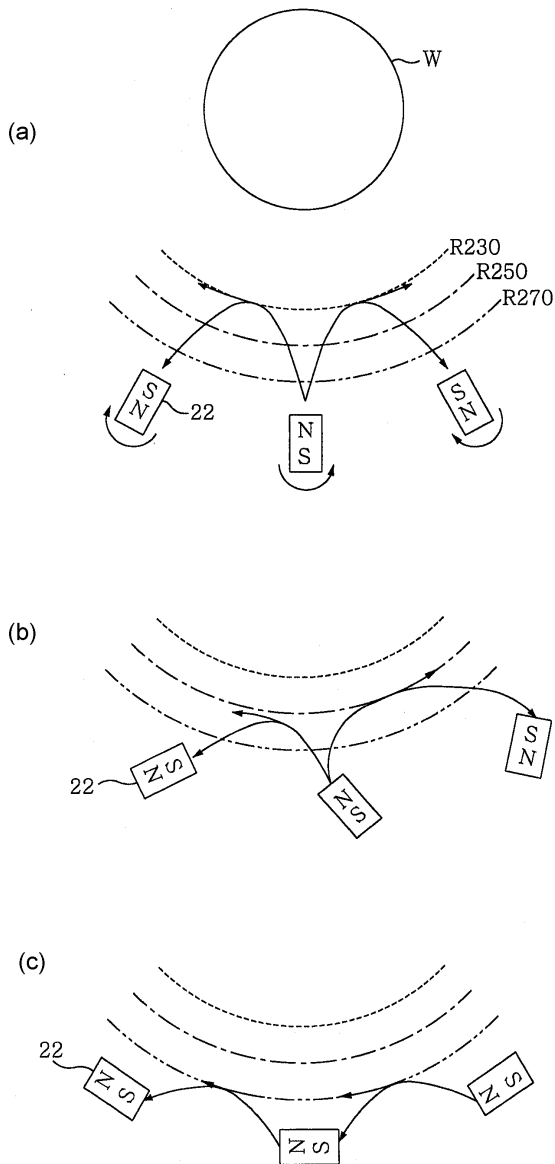
심사관 : 정현수

(54) 플라즈마 처리 장치

요약

자장 형성 기구(21)의 각 자석 세그먼트(22)가 도 3a에 도시하는 바와 같이 각 자석 세그먼트(22)의 자극이 진공 챔버(1) 측을 향한 상태에서부터, 도 3b, 도 3c에 도시하는 바와 같이, 인접하는 자석 세그먼트(22)가 동기하여 반대 방향, 따라서 하나 건너 하나씩의 자석 세그먼트(22)가 동일한 방향으로 회전하여, 진공 챔버(1)내에 형성되는 반도체 웨이퍼(W)의 주위의 멀티폴 자장의 상태를 제어할 수 있도록 구성되어 있다. 이것에 의해서, 플라즈마 처리 프로세스의 종류에 따라서 적절한 멀티폴 자장의 상태를 용이하게 제어, 설정할 수 있어, 양호한 처리를 용이하게 실행할 수 있다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 플라즈마 처리 장치에 관한 것으로, 특히 반도체 웨이퍼 등의 피 처리 기판에 에칭 등의 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경기술

종래부터 반도체 장치의 제조분야에서는 처리실내에 플라즈마를 발생시키고, 이 플라즈마를 처리실내에 배치한 피 처리 기관(예컨대 반도체 웨이퍼 등)에 작용시켜, 소정의 처리(예컨대, 에칭, 성막 등)를 하는 플라즈마 처리 장치가 사용되고 있다.

이러한 플라즈마 처리 장치에 있어서, 양호한 처리를 하기 위해서는 플라즈마의 상태를 플라즈마 처리에 적합한 양호한 상태로 유지해야 한다. 이 때문에, 종래부터 플라즈마를 제어하기 위한 자장을 형성하는 자장 형성 기구를 구비한 플라즈마 처리 장치가 많다.

이 자장 형성 기구로서는 다이폴형의 것과 멀티폴형의 것이 알려져 있다. 다이폴형의 것은 피 처리면이 위쪽을 향하게 하여 수평으로 배치된 반도체 웨이퍼 등의 피 처리 기관에 대하여, 그 위쪽으로 일정 방향의 다이폴 자장을 형성한다. 또한, 멀티폴형의 것은 피 처리면이 위쪽을 향하게 하여 수평으로 배치된 반도체 웨이퍼 등의 피 처리 기관에 대하여, 그 주위에 반도체 웨이퍼 등을 둘러싸도록 N, S의 자극이 교대로 인접하여 배치되도록 다수 배열하고, 반도체 웨이퍼의 위쪽에는 자장을 형성하지 않고, 그 주위를 둘러싸도록 멀티폴 자장을 형성한다.

상술한 바와 같이, 종래부터 처리실내의 반도체 웨이퍼 등의 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하고, 이 멀티폴 자장에 의해서 플라즈마의 상태를 제어하면서, 에칭 처리 등의 플라즈마 처리를 하는 플라즈마 처리 장치가 알려져 있다.

그러나, 본 발명자들이 조사한 결과, 플라즈마 처리(예컨대, 플라즈마 에칭 등)에서는 다음과 같은 두 종류의 프로세스가 있는 것으로 판명되었다.

하나의 종류의 프로세스는 상술한 바와 같이 멀티폴 자장을 형성한 상태에서 플라즈마 에칭 처리를 한 편이 에칭 속도의 면내균일성이 향상되는 프로세스이다. 다른 종류의 프로세스는 멀티폴 자장을 형성한 상태에서 플라즈마 에칭 처리를 하는 것보다, 멀티폴 자장이 없는 상태에서 플라즈마 에칭 처리를 한 편이 에칭 속도의 면내균일성이 향상되는 프로세스이다.

예컨대, 실리콘 산화막 등의 에칭을 하는 프로세스에서는 멀티폴 자장을 형성하여 에칭을 한 편이 멀티폴 자장을 형성하지 않고 에칭을 한 경우에 비교해서 반도체 웨이퍼의 면내의 에칭 레이트(에칭 속도)의 균일성을 향상시킬 수 있다. 이 프로세스에서는 멀티폴 자장을 형성하지 않고 에칭을 한 경우에는 반도체 웨이퍼의 중앙부에서 에칭 레이트가 높아지고, 반도체 웨이퍼의 주연부에서 에칭 레이트가 낮아진다고 하는 에칭 레이트의 불균일성이 발생한다.

한편, 유기계의 저유전율막(소위 Low-K) 등의 에칭을 하는 프로세스에서는 멀티폴 자장을 형성하지 않고 에칭을 한 쪽이 멀티폴 자장을 형성하여 에칭을 한 경우와 비교하여 반도체 웨이퍼의 면내의 에칭 레이트의 균일성을 향상시킬 수 있다. 이 프로세스에서는 멀티폴 자장을 형성하여 에칭을 한 경우에는 반도체 웨이퍼의 중앙부에서 에칭 레이트가 낮아지고, 반도체 웨이퍼의 주연부에서 에칭 레이트가 높아진다고 하는 에칭 레이트의 불균일성이 발생한다.

여기서, 상술한 자장 형성 기구가 전자석으로 구성된 것이라면, 자장의 형성 및 소멸 등의 제어는 용이하게 실행할 수 있다. 그러나, 전자석을 이용하면, 소비 전력이 증대한다고 하는 문제가 발생한다. 이 때문에, 많은 장치에서는 상술한 바와 같이 영구자석을 사용하고 있다.

그러나, 영구자석을 사용한 경우, 자장의 형성, 소멸 등의 제어는 자장 형성 수단을 장착 및 분리하는 등의 작업을 해야하므로, 용이하게 실행할 수 없다고 하는 문제가 있었다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 플라즈마 처리 프로세스의 종류에 따라 적절한 멀티폴 자장의 상태를 용이하게 제어, 설정할 수 있어, 양호한 처리를 용이하게 실행할 수 있는 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것에 있다.

삭제

본 발명은 피 처리 기관을 수용하는 처리실과, 상기 처리실내에 설치되고, 상기 피 처리 기관에 소정의 플라즈마 처리를 실시하기 위한 플라즈마를 발생시키는 기구와, 영구자석으로 이루어지는 자석 세그먼트를 복수 배열하여 구성되고, 상기 처리실 밖에 설치되고, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하는 자장 형성 기구를 구비

한 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 자석 세그먼트 중 적어도 일부를 자극의 방향을 변경하도록 수직 방향의 회전축의 주위로 회전시킴으로써, 상기 피 처리 기관의 주위에 형성되는 멀티폴 자장의 강도를 제어하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 자장 형성 기구가 인접하는 상기 자석 세그먼트를 각각 반대 회전 방향으로 회전하도록 구성되거나, 또는 상기 자석 세그먼트를 모두 동일한 회전 방향으로 회전시키도록 구성되거나, 또는 상기 자석 세그먼트 중 하나 건너 하나씩의 자석 세그먼트만이 소정의 회전 방향으로 회전되도록 구성된 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명은 상기 자장 형성 기구가 인접하여 설치된 복수의 상기 자석 세그먼트로 이루어지는 자석 세그먼트 쌍에 의해서, 상기 소정의 멀티폴 자장의 하나의 자극을 형성하도록 구성되어 있고, 하나의 상기 자석 세그먼트 쌍을 구성하는 복수의 상기 자석 세그먼트를 같은 방향으로 동기시켜 회전하도록 구성된 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명은 상기 자석 세그먼트를 회전시킴으로써, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성한 상태와, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 멀티폴 자장이 형성되어 있지 않은 상태를 설정 가능하게 된 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 피 처리 기관을 수용하는 처리실과, 상기 처리실내에 설치되고, 상기 피 처리 기관에 소정의 플라즈마 처리를 실시하기 위한 플라즈마를 발생시키는 기구와, 영구자석으로 이루어지는 자석 세그먼트를 복수 배열하여 구성되고, 상기 처리실 밖에 설치되고, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하는 자장 형성 기구를 구비한 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 자장 형성 기구가 상하로 분리하여 설치된 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구로 구성되고, 이들 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구를 서로 근접, 이간하도록 상하 방향으로 이동함으로써, 상기 피 처리 기관에 형성된 에칭 대상막의 종류에 따라서 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 형성되는 멀티폴 자장의 강도를 제어하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 피 처리 기관을 수용하는 처리실과, 상기 처리실내에 설치되고, 상기 피 처리 기관에 소정의 플라즈마 처리를 실시하기 위한 플라즈마를 발생시키는 기구와, 영구자석으로 이루어지는 자석 세그먼트를 복수 배열하여 구성되고, 상기 처리실 밖에 설치되고, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하는 자장 형성 기구를 구비한 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 자장 형성 기구가 상하로 분리하여 설치된 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구로 구성되고, 상기 상측 자장 형성 기구에 설치된 상기 자석 세그먼트와, 상기 하측 자장 형성 기구에 설치된 상기 자석 세그먼트가 수평 방향의 회전축의 주위로 회전 가능하게 되고, 직립 상태 및 경사한 상태로 설정함으로써, 상기 피 처리 기관에 형성된 에칭 대상막의 종류에 따라서 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 형성되는 멀티폴 자장의 강도를 제어하도록 구성된 것을 특징으로 한다.

삭제

또한, 본 발명은 상기 자석 세그먼트가 대략 원통형으로 형성된 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 멀티폴 자장을 형성한 상태로 상기 피 처리 기관에 형성된 실리콘 산화막을 에칭하는 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명은 상기 멀티폴 자장을 형성하지 않은 상태로 상기 피 처리 기관에 형성된 유기계 저유전율막을 에칭하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 자장 형성 기구 전체를 상기 처리실의 주위에서 소정의 회전 속도로 회전시키는 회전 기구를 구비한 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 피 처리 기관을 수용하는 처리실과, 상기 처리실내에 설치되고, 상기 피 처리 기관에 소정의 플라즈마 처리를 실시하기 위한 플라즈마를 발생시키는 기구와, 자석 세그먼트를 복수 배열하여 구성되고, 상기 처리실 밖에 설치되고, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하는 자장 형성 기구와, 상기 멀티폴 자장의 강도를 제어하는 제어 수단을 구비한 플라즈마 처리 장치를 사용한 플라즈마 처리 방법에 있어서, 실리콘 산화막을 에칭할 때 상기 멀티폴 자장을 형성하고, 유기계 저유전율막을 에칭할 때 상기 멀티폴 자장을 형성하지 않도록 상기 제어 수단에 의해서 멀티폴 자장을 제어하는 것을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 플라즈마 처리 장치의 1실시예의 개략 구성을 도시한 도면,

도 2는 도 1의 플라즈마 처리 장치의 자장 형성 기구의 개략 구성을 도시한 도면,

도 3은 도 1의 플라즈마 처리 장치의 자석 세그먼트의 회전 동작을 설명하기 위한 도면,

도 4는 도 1의 플라즈마 처리 장치의 자장 강도의 상태를 도시한 도면,

도 5는 에칭 속도의 면내 분포와 자장과의 관계를 도시한 도면,

도 6은 에칭 속도의 면내 분포와 자장과의 관계를 도시한 도면,

도 7은 에칭 속도의 면내 분포와 자장과의 관계를 도시한 도면,

도 8은 자석 세그먼트의 변형예의 구성을 도시한 도면,

도 9는 자석 세그먼트의 회전 동작의 변형예를 나타내는 도면,

도 10은 자석 세그먼트의 회전 동작의 변형예를 나타내는 도면,

도 11은 자석 세그먼트의 변형예의 구성을 도시한 도면,

도 12는 자장 제어기구의 변형예의 구성을 도시한 도면,

도 13은 자장 제어기구의 변형예의 구성을 도시한 도면,

도 14는 자장 제어기구의 변형예의 구성을 도시한 도면.

실시예

이하, 본 발명의 상세한 내용을, 실시예에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

도 1은 본 발명을 반도체 웨이퍼를 에칭 하는 플라즈마 에칭 장치에 적용한 실시예의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 것이다. 상기 도면에 있어서, 참조부호(1)는 재질이 예컨대 알루미늄 등으로 이루어지고, 내부를 기밀하게 폐쇄할 수 있도록 구성된 진공 챔버를 도시하고 있다. 이 진공 챔버(1)는 원통형으로 이루어지고, 그 내부 공간은 플라즈마 처리실로서 사용된다.

상기 진공 챔버(1)는 작은 직경의 상부(1a)와 큰 직경의 하부(1b)로 이루어지는 계단 형상의 원통형상으로 되어 있고, 접지 전위에 접속되어 있다. 또한, 진공 챔버(1)의 내부에는 피 처리 기판으로서의 반도체 웨이퍼(W)를, 피 처리면이 상측을 향하게 하여 대략 수평으로 지지하는 지지 테이블(서셉터)(2)이 설치되어 있다.

이 지지 테이블(2)은 예컨대 알루미늄 등의 재질로 구성되어 있고, 세라믹 등의 절연판(3)을 거쳐서 도체의 지지대(4)에 지지되어 있다. 또한, 지지 테이블(2)의 위쪽의 외주에는 도전성재료 또는 절연성재료로 형성된 포커스 링(5)이 설치된다.

상기 지지 테이블(2)의 반도체 웨이퍼(W)의 탑재면에는 반도체 웨이퍼(W)를 정전 흡착하기 위한 정전척(6)이 설치된다. 이 정전척(6)은 절연체(6b)의 사이에 전극(6a)을 배치하여 구성되어 있고, 전극(6a)에는 직류 전원(13)이 접속되어 있다. 그리고, 전극(6a)에 전원(13)으로부터 전압이 인가됨으로써, 예컨대 쿨롱 힘에 의해서 반도체 웨이퍼(W)가 흡착되도록 되어 있다.

또한, 지지 테이블(2)에는 냉매를 순환시키기 위한 냉매 유로(도시하지 않음)와, 냉매로부터의 냉열을 효율적으로 반도체 웨이퍼(W)로 전달하기 위해서 반도체 웨이퍼(W)의 이면에 He 가스를 공급하는 가스 도입 기구(도시하지 않음)가 설치된다. 이들 냉매 유로와 가스 도입 기구에 의해서, 반도체 웨이퍼(W)를 소망하는 온도로 온도 제어할 수 있도록 되어 있다.

상기 지지 테이블(2)과 지지대(4)는 볼나사(7)를 포함하는 볼나사 기구에 의해서 승강 가능하게 되어 있다. 지지대(4)의 아래쪽의 구동 부분은 스테인리스강(SUS)으로 만들어진 벨로우즈(8)로 덮여지고, 벨로우즈(8)의 외측에는 벨로우즈 커버(9)가 설치되어 있다.

또한, 지지 테이블(2)의 대략 중앙에는 고주파 전력을 공급하기 위한 급전선(12)이 접속되어 있다. 이 급전선(12)에는 매칭 박스(11) 및 고주파 전원(10)이 접속되어 있다. 고주파 전원(10)으로부터는 13.56 내지 150MHz의 범위, 바람직하게는 13.56 내지 100MHz의 범위, 예컨대 100MHz의 고주파 전력이 지지 테이블(2)로 공급되도록 되어 있다. 또한, 에칭 레이트를 높게 하는 관점에서, 플라즈마 생성용 고주파와 플라즈마중의 이온을 밀어 넣기 위한 고주파를 중첩시키는 것이 바람

직하고, 이온 인입(바이어스 전압 제어)용 고주파 전원(도시하지 않음)으로서 주파수가 500KHz 내지 13.56MHz의 범위의 것이 사용된다. 또한, 그 주파수는 예칭 대상이 실리콘 산화막인 경우는 3.2MHz, 폴리실리콘막이나 유기재료막의 경우는 13.56MHz가 바람직하다.

또한, 포커스 링(5)의 외측에는 배플판(14)이 설치된다. 배플판(14)은 지지대(4), 벨로우즈(8)를 거쳐서 진공 챔버(1)와 전기적으로 도통하고 있다.

한편, 지지 테이블(2)의 위쪽의 진공 챔버(1)의 천정벽 부분에는 샤워 헤드(16)가 지지 테이블(2)과 평행하게 대향하도록 설치되어 있고, 이 샤워 헤드(16)는 접지되어 있다. 따라서, 이들 지지 테이블(2) 및 샤워 헤드(16)는 한 쌍의 전극으로서 기능하도록 되어 있다. 상기 샤워 헤드(16)는 그 하면에 다수의 가스 토출 구멍(18)이 형성되어 있고, 또한 그 상부에 가스 도입부(16a)를 갖고 있다. 또한, 샤워 헤드(16)의 내부에는 가스 확산용 공간(17)이 형성되어 있다. 가스 도입부(16a)에는 가스 공급 배관(15a)이 접속되어 있고, 이 가스 공급 배관(15a)의 다른쪽 단부에는 처리 가스(예칭용 반응 가스 및 희석 가스 등)를 공급하는 처리 가스 공급계(15)가 접속되어 있다.

반응 가스로서는, 예컨대 할로젠계의 가스 등을 사용할 수 있고, 희석 가스로서는 Ar 가스, He 가스 등, 통상 이 분야에서 사용되는 가스를 사용할 수 있다. 이러한 처리 가스가 처리 가스 공급계(15)로부터 가스 공급 배관(15a), 가스 도입부(16a)를 거쳐서 샤워 헤드(16)의 가스 확산용 공간(17)에 도달하고, 가스 토출 구멍(18)으로부터 토출된다. 그리고, 이 처리 가스가 반도체 웨이퍼(W)에 형성된 막의 예칭에 사용되도록 되어 있다.

또한, 진공 챔버(1)의 하부(1b)의 측벽에는 배기 포트(19)가 형성되어 있고, 이 배기 포트(19)에는 배기계(20)가 접속되어 있다. 그리고, 배기계(20)에 설치된 진공 펌프를 작동시킴으로써 진공 챔버(1)내를 소정의 진공도까지 감압할 수 있도록 되어 있다. 또한, 진공 챔버(1)의 하부(1b)의 측벽 상측에는 반도체 웨이퍼(W)의 반출입구를 개폐하는 게이트 밸브(24)가 설치되어 있다.

한편, 진공 챔버(1)의 상부(1a)의 외측 주위에는 진공 챔버(1)와 동심형상으로, 환상의 자장 형성 기구(링 자석)(21)가 배치되어 있고, 지지 테이블(2)과 샤워 헤드(16)와의 사이의 처리공간의 주위에 자장을 형성하도록 되어 있다. 이 자장 형성 기구(21)는 회전 기구(25)에 의해서, 그 전체가 진공 챔버(1)의 주위를 소정의 회전속도로 회전할 수 있도록 되어 있다.

상기 자장 형성 기구(21)는 도 2에 도시하는 바와 같이 도시하지 않는 지지부재에 의해서 지지된 영구자석으로 이루어지는 복수(도 2에서는 16개)의 자석 세그먼트(22)로 구성되어 있다. 도 2에 도시하는 상태에서는, 이들 복수의 자석 세그먼트(22)는 진공 챔버(1)측을 향하는 자극이 S, N, S, N, ...으로 교대로 늘어선다.

즉, 자장 형성 기구(21)에 있어서, 도 2에 도시하는 상태에서는 인접하는 복수의 자석 세그먼트(22)의 자극의 방향이 서로 반대 방향이 되도록 배치되어 있다. 따라서, 자력선이 도시하는 바와 같이 인접하는 자석 세그먼트(22) 사이에 형성되고, 처리공간의 주변부, 즉 진공 챔버(1)의 내벽 근방에서는, 예컨대 0.02 내지 0.2T(200 내지 2000G), 바람직하게는 0.03 내지 0.045T(300 내지 450G)의 자장이 형성되고, 반도체 웨이퍼(W) 중심부는 실질적으로 무자장 상태가 되도록, 멀티폴 자장이 형성되어 있다.

또한, 이와 같이 자장의 강도범위가 규정되는 것은 지나치게 강하면 자장 누출의 원인이 되고, 지나치게 약하면 플라즈마 봉쇄에 의한 효과를 얻을 수 없게 되기 때문이다. 따라서, 이러한 수치는 장치의 구조(재료)적인 요인에 따른 일례로서, 반드시 이 범위로 한정되는 것이 아니다.

또한, 상술한 반도체 웨이퍼(W) 중심부에 있어서의 실질적인 무자장이란, 본래 0T인 것이 바람직하지만, 반도체 웨이퍼(W)의 배치 부분에 예칭 처리에 영향을 주는 자장이 형성되지 않고, 실질적으로 웨이퍼 처리에 영향을 미치지 않는 값이라면 좋다. 도 2에 도시하는 상태에서는, 웨이퍼 주변부에 예컨대 자속 밀도 420 μ T(4.2G) 이하의 자장이 인가되어 있고, 이것에 의해서 플라즈마를 봉쇄하는 기능이 발휘된다.

또한, 본 실시예에서는 상기 자장 형성 기구(21)의 각 자석 세그먼트(22)는 도시하지 않은 자석 세그먼트 회전 기구에 의해서, 자장 형성 기구(21)내에서 수직 방향의 축을 중심으로 회전 가능하게 되어 있다. 즉, 도 2 및 도 3a에 도시하는 바와 같이, 각 자석 세그먼트(22)의 자극이 진공 챔버(1)측을 향한 상태에서부터, 도 3b, 도 3c에 도시하는 바와 같이, 인접하는 자석 세그먼트(22)가 동기하여 역 방향, 따라서 하나 건너 하나씩의 자석 세그먼트(22)가 같은 방향으로 회전하도록 구성되어 있다. 또한, 도 3b는 자석 세그먼트(22)가 45도 회전한 상태를 도시하고 있고, 도 3c는 자석 세그먼트(22)가 90도 회전한 상태를 도시하고 있다.

도 4의 그래프에 있어서, 세로축은 자장 강도, 가로축은 진공 챔버(1)내에 배치된 반도체 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리이다. 이 도 4의 그래프는 도 3a에 도시하는 바와 같이 각 자석 세그먼트(22)의 자극이 진공 챔버(1)측을 향한 상태(곡선 A), 도 3b에 도시하는 바와 같이 각 자석 세그먼트(22)를 45도 회전한 상태(곡선 B), 도 3c에 도시하는 바와 같이 각 자석 세그먼트(22)를 90도 회전한 상태(곡선 C)에 있어서의 반도체 웨이퍼(W) 중심으로부터의 거리와 자장의 강도와의 관계를 나타내고 있다. 또한, 상기 도면에 도시하는 「D/S 내경」이란 진공 챔버(1)의 내벽에 설치된 내벽 보호용 부재(테포 쉘드)의 내경을 나타내고 있고, 실질적으로 진공 챔버(1)(처리실)의 내경을 나타내고 있다.

동 도면의 곡선 A에 도시된 바와 같이, 각 자석 세그먼트(22)의 자극이 진공 챔버(1)측을 향한 상태에서는, 멀티폴 자장은 실질적으로 반도체 웨이퍼(W)의 주변부까지 형성되어 있다. 또한, 곡선 C에 도시된 바와 같이, 자석 세그먼트(22)를 90도 회전한 상태에서는, 진공 챔버(1)내에는 실질적으로 자장이 형성되어 있지 않은 상태(자장 강도가 약 제로)가 된다. 또한, 곡선 B에 도시된 바와 같이, 자석 세그먼트(22)를 45도 회전한 상태에서는 상기 상태의 중간적인 상태가 된다.

이와 같이, 본 실시예에서는 자장 형성 기구(21)를 구성하는 각 자석 세그먼트(22)가 동기하여, 인접하는 각 자석 세그먼트(22)의 회전 방향이 반대 방향이 되도록 회전 가능하게 구성되어 있다. 그리고, 이러한 자석 세그먼트(22)의 회전에 의해서, 실질적으로 진공 챔버(1)내의 반도체 웨이퍼(W)의 주위에 멀티폴 자장이 형성된 상태와, 진공 챔버(1)내의 반도체 웨이퍼(W)의 주위에 실질적으로 멀티폴 자장이 형성되어 있지 않은 상태로 설정할 수 있도록 구성되어 있다.

따라서, 예컨대 상술한 실리콘 산화막 등의 에칭을 하는 경우에는 진공 챔버(1)내의 반도체 웨이퍼(W)의 주위에 멀티폴 자장을 형성하여 에칭을 하고, 이것에 의해서 반도체 웨이퍼(W)의 면내의 에칭 레이트의 균일성을 향상시킬 수 있다. 한편, 상술한 유기계의 저유전율막(Low-K) 등의 에칭을 하는 경우에는 진공 챔버(1)내의 반도체 웨이퍼(W)의 주위에 멀티폴 자장을 형성하지 않고 에칭을 하고, 이것에 의해서 반도체 웨이퍼(W)의 면내의 에칭 레이트의 균일성을 향상시킬 수 있다.

도 5 내지 7은 세로축을 에칭 레이트(에칭 속도), 가로축을 반도체 웨이퍼 중심으로부터의 거리로 하여, 반도체 웨이퍼(W) 면내의 에칭 레이트의 균일성을 조사한 결과를 나타내는 것이다. 각 도면에 있어서, 곡선 A는 진공 챔버(1)내에 멀티폴 자장을 형성하지 않은 경우, 곡선 B는 진공 챔버(1)내에 0.03T(300G)의 멀티폴 자장을 형성한 경우, 곡선 C는 진공 챔버(1)내에 0.08T(800G)의 멀티폴 자장을 형성한 경우를 나타내고 있다.

또한, 도 5는 C_4F_8 가스로 실리콘 산화막을 에칭한 경우, 도 6은 CF_4 가스로 실리콘 산화막을 에칭한 경우, 도 7은 N_2 와 H_2 를 포함하는 혼합 가스로 유기계 저유전율막(Low-K)을 에칭한 경우를 나타내고 있다.

도 5, 6에 도시된 바와 같이, C_4F_8 나 CF_4 가스 등의 C와 F를 포함하는 가스로 실리콘 산화막을 에칭하는 경우에는, 진공 챔버(1)내에 멀티폴 자장을 형성한 상태로 에칭을 한 쪽이 에칭 레이트의 면내균일성을 향상시킬 수 있다.

또한, 도 7에 도시된 바와 같이, N_2 와 H_2 를 포함하는 혼합 가스로 유기계 저유전율막(Low-K)을 에칭한 경우에는, 진공 챔버(1)내에 멀티폴 자장을 형성하지 않는 상태로 에칭을 한 쪽이 에칭 레이트의 면내균일성을 향상시킬 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에서는 자석 세그먼트(22)를 회전시킴으로써, 진공 챔버(1)내의 멀티폴 자장의 상태를 용이하게 제어할 수 있어, 실시하는 프로세스에 따라서 최적의 멀티폴 자장의 상태에서 양호한 처리를 할 수 있다.

또한, 자석 세그먼트(22)의 수는 도 2에 도시되는 16개의 예에 한정되는 것이 아닌 것은 물론이다. 또한, 그 단면형상도 도 2에 도시되는 예와 같이 직사각형에 한정되지 않고, 원, 정방형 등의 형상을 채용할 수 있다. 자석 세그먼트(22)를 회전시킴으로써, 자석 세그먼트(22)의 설치공간을 유효하게 사용하고, 장치의 소형화를 도모하기 위해서는 도 8에 도시하는 바와 같이 자석 세그먼트(22)의 단면형상을 원형으로 하여, 원통형의 자석 세그먼트(22)를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 자석 세그먼트(22)를 구성하는 자석재료도 특별히 한정되는 것이 아니라, 예컨대 회도류계 자석, 페라이트계 자석, 알니코 자석 등 공지의 자석 재료를 적용할 수 있다.

또한, 상기 실시예에서는 자석 세그먼트(22)를 인접하는 자석 세그먼트(22)가 서로 반대 방향으로 동기하여 회전되도록 한 경우에 대하여 설명했지만, 이러한 경우에 한정되는 것이 아니다. 예컨대, 각 자석 세그먼트(22)의 회전은 도 9에 화살표로 도시하는 바와 같이, 서로 같은 방향으로 회전시키도록 해도 좋다.

또한, 도 10에 화살표로 도시하는 바와 같이, 하나 건너 하나씩의 자석 세그먼트(22)만을 회전시키고, 다른 하나 건너 하나씩의 자석 세그먼트(22)는 고정된 것으로 해도 좋다. 이렇게 하여 회전시키는 자석 세그먼트(22)의 수를 감소시킴으로써, 그 회전기구를 간이화할 수 있게 된다.

또한, 도 11에 도시하는 바와 같이, 복수의 자석 세그먼트, 예컨대 3개의 자석 세그먼트(22a, 22b, 22c)의 자석 세그먼트 쌍에 의해서 하나의 자극을 구성하도록 하고, 이들 자석 세그먼트(22a, 22b, 22c)를 동기하여 동일한 방향으로 회전시키도록 구성할 수도 있다. 이와 같이, 보다 다수의 자석 세그먼트를 이용함으로써, 자장 강도를 높일 수 있게 된다.

다음에, 이와 같이 구성된 플라즈마 에칭 장치에 있어서의 처리순서에 대하여 설명한다.

우선, 게이트 밸브(24)가 개방된다. 다음에, 이 게이트 밸브(24)에 인접하여 배치된 로드록실(도시하지 않음)을 거쳐서, 반송기구(도시하지 않음)에 의해서 반도체 웨이퍼(W)가 진공 챔버(1)내로 반입되고, 미리 소정의 위치로 하강되어 있는 지지 테이블(2)상에 탑재된다. 그리고, 직류 전원(13)으로부터 정전척(6)의 전극(6a)에 소정의 전압이 인가되고, 반도체 웨이퍼(W)는 쿨롱 힘에 의해 흡착된다.

이 다음, 반송기구를 진공 챔버(1) 밖으로 퇴피시킨 후, 게이트 밸브(24)를 닫는다. 다음에, 지지 테이블(2)을 도 1에 도시되는 위치까지 상승시킴과 동시에, 배기계(20)의 진공 펌프에 의해서 배기 포트(19)를 통하여 진공 챔버(1)내가 배기된다.

진공 챔버(1)내가 소정의 진공도가 된 뒤, 진공 챔버(1)내에는 처리 가스 공급계(15)로부터 소정의 처리 가스가 예컨대 100 내지 1000sccm의 유량으로 도입되고, 진공 챔버(1)내가 소정의 압력, 예컨대 1.33 내지 133Pa(10 내지 1000mTorr), 바람직하게는 2.67 내지 26.7Pa(20 내지 200mTorr)정도로 유지된다. 그리고, 이 상태에서 고주파 전원(10)으로부터 지지 테이블(2)로 주파수가 13.56 내지 150MHz, 예컨대 100MHz, 전력이 100 내지 3000W인 고주파 전력이 공급된다. 이 경우에, 상술한 바와 같이 하여 하부 전극인 지지 테이블(2)에 고주파 전력이 인가됨으로써, 상부 전극인 샤워 헤드(16)와 하부 전극인 지지 테이블(2)과의 사이의 처리공간에는 고주파 전계가 형성된다. 이 고주파 전계에 의해서, 처리공간에 공급된 처리 가스가 플라즈마화되고, 그 플라즈마에 의해서 반도체 웨이퍼(W)상의 소정의 막이 에칭된다.

이 때, 상술한 바와 같이, 실시하는 프로세스의 종류 등에 따라서, 미리 각 자석 세그먼트(22)를 소정의 방향으로 설정해 두고, 진공 챔버(1)내에 소정의 강도의 멀티폴 자장을 형성, 또는 실질적으로 진공 챔버(1)내에 멀티폴 자장이 형성되어 있지 않은 상태로 설정해 놓는다.

또한, 멀티폴 자장을 형성하면, 진공 챔버(1)의 측벽부(데포 쉘드)의 자극에 대응하는 부분(예컨대, 도 2의 P로 나타내는 부분)이 플라즈마에 의해서 국부적으로 깎이는 현상이 발생할 우려가 있다. 이러한 현상을 방지하기 위해서는 모터 등의 구동원을 구비한 회전 기구(25)에 의해서, 자장 형성 기구(21)를 진공 챔버(1)의 주위에서 회전시킨다. 이 자장 형성 기구(21)의 회전에 의해서, 진공 챔버(1)의 벽부에 대하여 자극이 이동하기 때문에, 진공 챔버(1)의 벽부가 국부적으로 깎이는 것이 방지된다.

그리고, 소정의 에칭 처리가 실행되면, 고주파 전원(10)으로부터의 고주파 전력의 공급이 정지되고, 에칭 처리가 정지되고, 상술한 순서와는 반대의 순서로 반도체 웨이퍼(W)가 진공 챔버(1)밖으로 반출된다.

상기 실시예에서는 자석 세그먼트(22)중의 적어도 일부를, 자극의 방향을 변경하도록 수직 방향의 회전축의 주위에 수평면내에서 회전 가능하게 구성하여 멀티폴 자장의 제어를 하는 경우에 대하여 설명했다. 이하에서는 멀티폴 자장의 제어기구의 다른 실시예에 대하여 설명한다. 또한, 이들 실시예에서도 자석 세그먼트(22)의 상대적인 위치(회전위치를 포함함)를 변경함으로써 멀티폴 자장의 제어를 하는 점은 상술한 실시예와 마찬가지다.

도 12에 도시하는 예에서는, 링형상의 자장 형성 기구가 상하로 분할하여 2개 설치된 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구로 구성되고, 상측 자장 형성 기구에 설치된 자석 세그먼트(22a)와, 하측 자장 형성 기구에 설치된 자석 세그먼트(22b)를 서로 근접, 이간하도록 상하 방향으로 이동 가능하게 되어 있다.

이러한 구성의 자장 형성 기구에서는 자석 세그먼트(22a)와, 자석 세그먼트(22b)를 근접시킨 경우, 도 12a의 화살표로 도시하는 바와 같이 자장 강도는 커진다. 또한, 자석 세그먼트(22a)와, 자석 세그먼트(22b)를 이간시킨 경우에는 도 12b의 화살표로 도시하는 바와 같이 자장 강도는 작아진다.

또한, 도 13에 도시하는 예에서는, 상기와 같이 링형상의 자장 형성 기구가 상하로 분할하여 2개 설치된 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구로 구성되어 있다. 그리고, 상측 자장 형성 기구에 설치된 자석 세그먼트(22c)와, 하측 자장 형성 기구에 마련된 자석 세그먼트(22d)를 수평 방향으로 설치된 회전축의 주위로 수직면내에서 회전 운동 가능하게 하고, 이들을 동기하여 서로 반대 방향으로 회전 운동시키도록 구성되어 있다.

이러한 구성의 자장 형성 기구에서는 자석 세그먼트(22d)가 직립한 상태에서부터, 자석 세그먼트(22c)와 자석 세그먼트(22d)를 내측 방향을 향해서 경사지게 하도록 회전 운동시킨 경우, 도 13a의 화살표로 도시하는 바와 같이 자장 강도는 커진다. 또한, 자석 세그먼트(22c)와 자석 세그먼트(22d)를 외측 방향을 향해서 경사지게 하도록 회전 운동시킨 경우, 도 13b의 화살표로 도시하는 바와 같이 자장 강도는 작아진다.

또한, 도 14에 도시하는 예에서는, 상기와 같이 링형상의 자장 형성 기구가 상하로 분할하여 2개 설치된 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구로 구성되어 있다. 그리고, 상측 자장 형성 기구에 설치된 자석 세그먼트(22a)와, 하측 자장 형성 기구에 설치된 자석 세그먼트(22b)를, 직경 방향을 향해서 수평 방향으로 이간 및 중심 방향을 향해서 근접하도록 동기시켜 이동 가능하게 구성되어 있다.

이러한 구성의 자장 형성 기구에서는 자석 세그먼트(22a), 자석 세그먼트(22b)를 진공 챔버(1)에 근접시키도록, 즉 링 직경이 작아지도록 이동시킨 경우, 도 14a의 화살표로 도시하는 바와 같이 자장 강도는 커진다. 또한, 자석 세그먼트(22a), 자석 세그먼트(22b)를 진공 챔버(1)로부터 이간시키도록, 즉 링 직경이 커지도록 이동시킨 경우, 도 14b의 화살표로 도시하는 바와 같이 자장 강도는 작아진다.

이상과 같은 구성에 의해서, 진공 챔버(1)내의 멀티폴 자장을 제어하도록 해도 좋다. 이러한 구성의 경우도, 도 1에 도시한 회전 기구(25)에 의해서, 링형상의 자장 형성 기구(21)의 전체를 진공 챔버(1)의 주위에서 소정의 회전속도로 회전하도록 구성하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 실시예에서는 본 발명을 반도체 웨이퍼의 에칭을 하는 에칭 장치에 적용한 경우에 대하여 설명했지만, 본 발명은 이러한 경우에 한정되는 것이 아니다. 예컨대, 반도체 웨이퍼 이외의 기판을 처리하는 것이어도 좋고, 에칭 이외의 플라즈마 처리, 예컨대 CVD 등의 성막 처리 장치에도 적용할 수 있다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면 플라즈마 처리 프로세스의 종류에 따라 적절한 멀티폴 자장의 상태를 용이하게 제어, 설정할 수 있어, 양호한 처리를 용이하게 실행할 수 있다.

산업상 이용 가능성

본 발명에 따른 플라즈마 처리 장치는 반도체 장치의 제조를 하는 반도체 제조 산업 등에서 사용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 산업상의 이용 가능성을 갖는다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.

삭제

청구항 3.

피 처리 기판을 수용하는 처리실과,

상기 처리실내에 설치되고, 상기 피 처리 기판에 소정의 플라즈마 처리를 실시하기 위한 플라즈마를 발생시키는 기구와,

영구자석으로 이루어지는 자석 세그먼트를 복수 배열하여 구성되고, 상기 처리실 밖에 설치되고, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기판의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하는 자장 형성 기구를 구비한 플라즈마 처리 장치에 있어서,

상기 자석 세그먼트 중 적어도 일부를 자극의 방향을 변경하도록 수직 방향의 회전축의 주위로 회전시킴으로써, 상기 피처리 기관의 주위에 형성되는 멀티폴 자장의 강도를 제어하도록 구성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 자장 형성 기구가 인접하는 상기 자석 세그먼트를 각각 반대의 회전 방향으로 회전하도록 구성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 5.

제 3 항에 있어서,

상기 자장 형성 기구가 상기 자석 세그먼트를 모두 동일한 회전 방향으로 회전시키도록 구성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 6.

제 3 항에 있어서,

상기 자장 형성 기구가 인접하여 설치된 복수의 상기 자석 세그먼트로 이루어지는 자석 세그먼트 쌍에 의해서, 상기 소정의 멀티폴 자장의 하나의 자극을 형성하도록 구성되어 있고,

하나의 상기 자석 세그먼트 쌍을 구성하는 복수의 상기 자석 세그먼트를 동일한 방향으로 동기시켜 회전시키도록 구성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 7.

제 3 항에 있어서,

상기 자석 세그먼트 중 하나 건너 하나씩의 자석 세그먼트만이 소정의 회전 방향으로 회전되도록 구성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 8.

제 3 항에 있어서,

상기 자석 세그먼트를 회전시킴으로써, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성한 상태와, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 멀티폴 자장이 형성되어 있지 않은 상태를 설정 가능하게 되어 있는 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 9.

제 3 항에 있어서,

상기 자석 세그먼트가 대략 원통형으로 형성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 10.

제 3 항에 있어서,

상기 자장 형성 기구가 상하로 분리하여 설치된 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구로 구성되고, 이들 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구를 서로 근접, 이간하도록 상하 방향으로 이동 가능하게 구성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 11.

제 3 항에 있어서,

상기 자석 세그먼트가 대략 원통형으로 형성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치

청구항 12.

피 처리 기관을 수용하는 처리실과,

상기 처리실내에 설치되고, 상기 피 처리 기관에 소정의 플라즈마 처리를 실시하기 위한 플라즈마를 발생시키는 기구와,

영구자석으로 이루어지는 자석 세그먼트를 복수 배열하여 구성되고, 상기 처리실 밖에 설치되고, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하는 자장 형성 기구를 구비한 플라즈마 처리 장치에 있어서,

상기 자장 형성 기구가 상하로 분리하여 설치된 상측 자장 형성 기구와 하측 자장 형성 기구로 구성되고, 상기 상측 자장 형성 기구에 설치된 상기 자석 세그먼트와, 상기 하측 자장 형성 기구에 설치된 상기 자석 세그먼트가 수평 방향의 회전축의 주위로 회전 가능하게 되고, 직립 상태 및 경사한 상태로 설정함으로써, 상기 피 처리 기관에 형성된 에칭 대상막의 종류에 따라서 상기 처리실내의 상기 피 처리 기관의 주위에 형성되는 멀티폴 자장의 강도를 제어하도록 구성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 자석 세그먼트가 대략 원통형으로 형성된 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 14.

삭제

청구항 15.

삭제

청구항 16.

제 10 항에 있어서,

상기 멀티폴 자장을 형성한 상태로 상기 피 처리 기판에 형성된 실리콘 산화막을 에칭하는 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 17.

제 10 항에 있어서,

상기 멀티폴 자장을 형성하지 않은 상태로 상기 피 처리 기판에 형성된 유기계 저유전율막을 에칭하는 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 18.

피 처리 기판을 수용하는 처리실과,

상기 처리실 내에 설치되고, 상기 피 처리 기판에 소정의 플라즈마 처리를 실행하기 위한 플라즈마를 발생시키는 기구와,

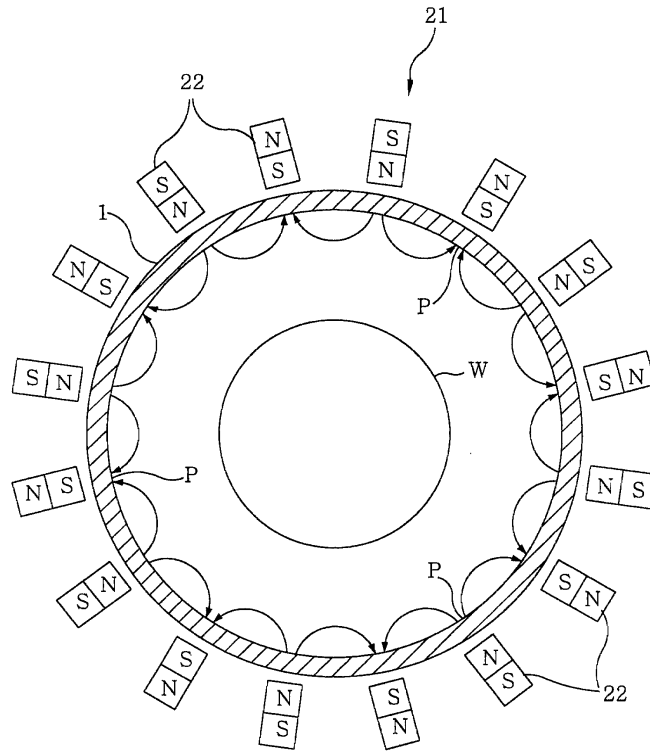
자석 세그먼트를 볼수 배열하여 구성되고, 상기 처리실 밖에 설치되고, 상기 처리실내의 상기 피 처리 기판의 주위에 소정의 멀티폴 자장을 형성하는 자장 형성 기구와,

상기 멀티폴 자장의 강도를 제어하는 제어 수단을 구비한 플라즈마 처리 장치를 사용한 플라즈마 처리 방법에 있어서,

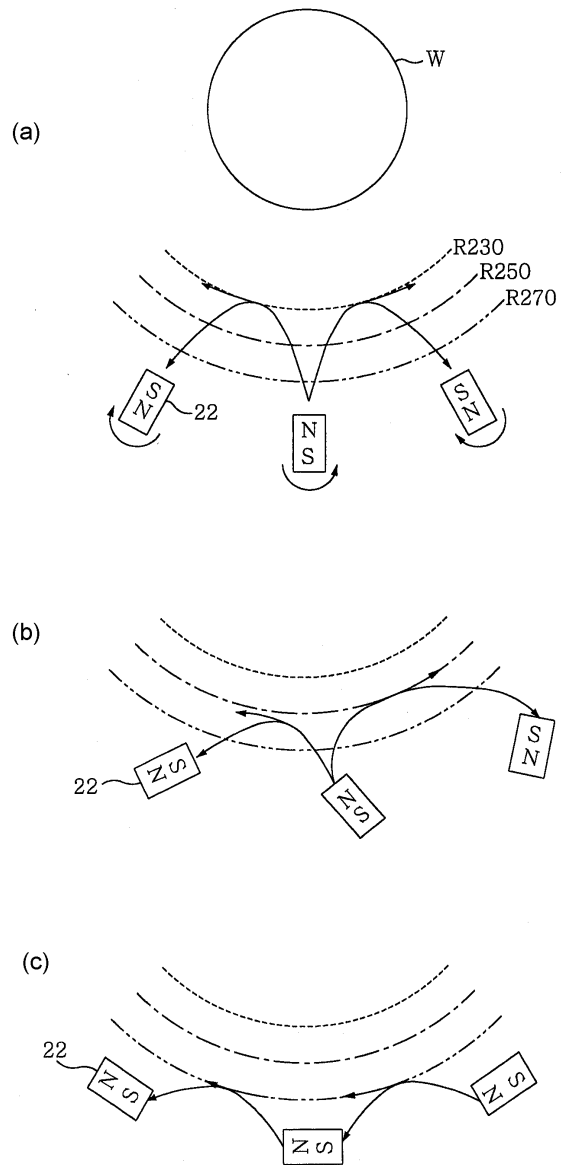
실리콘 산화막을 에칭할 때 상기 멀티폴 자장을 형성하고, 유기계 저유전율막을 에칭할 때 상기 멀티폴 자장을 형성하지 않도록 상기 제어 수단에 의해서 멀티폴 자장을 제어하는 것을 특징으로 하는

플라즈마 처리 장치.

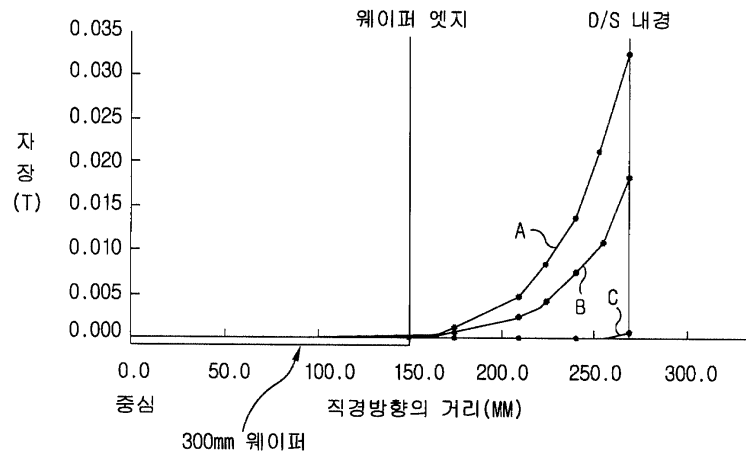
도면2



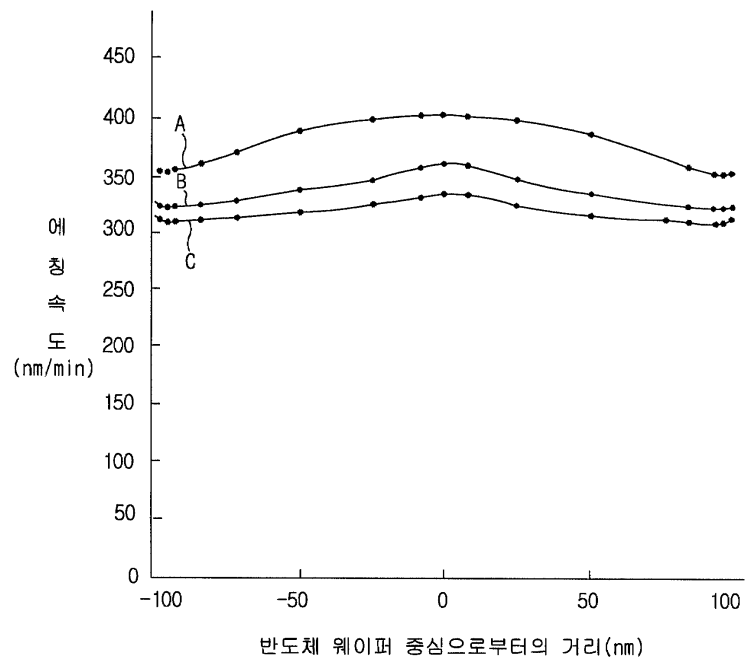
도면3



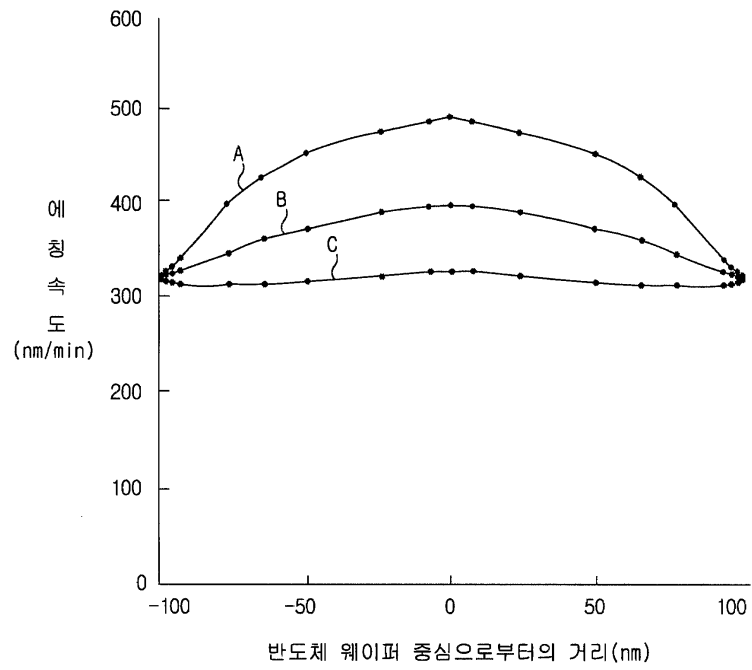
도면4



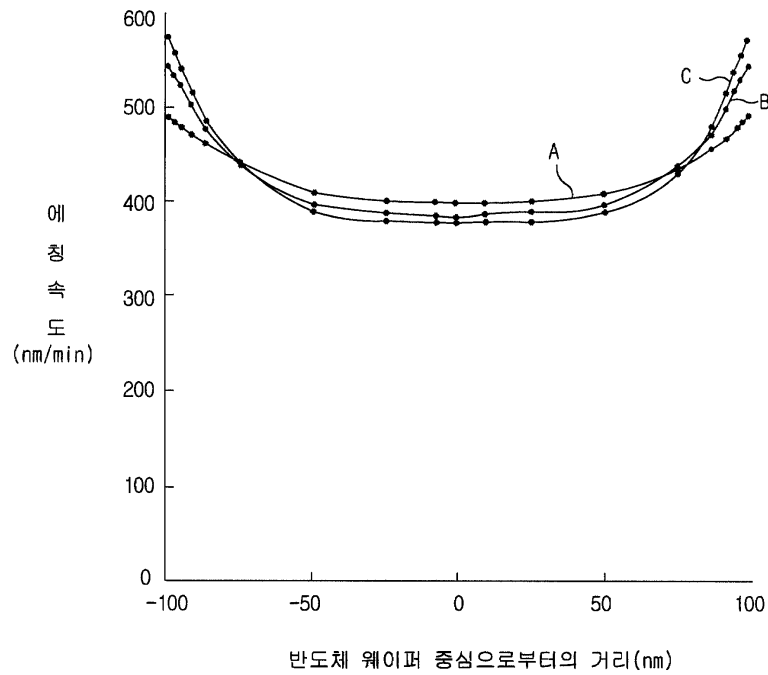
도면5



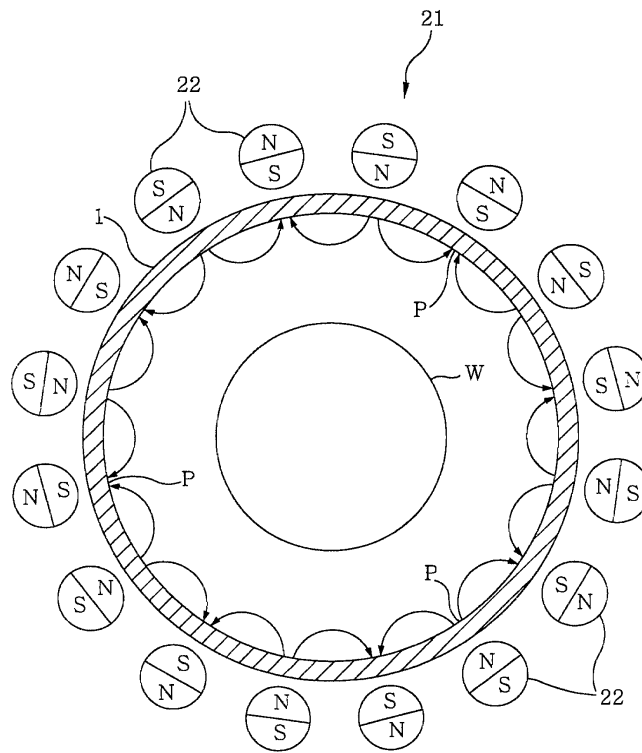
도면6



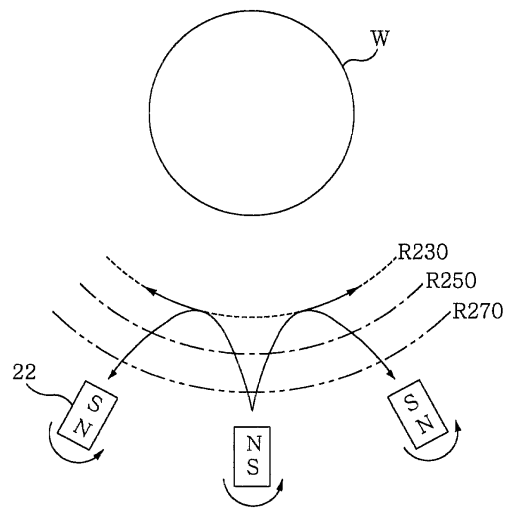
도면7



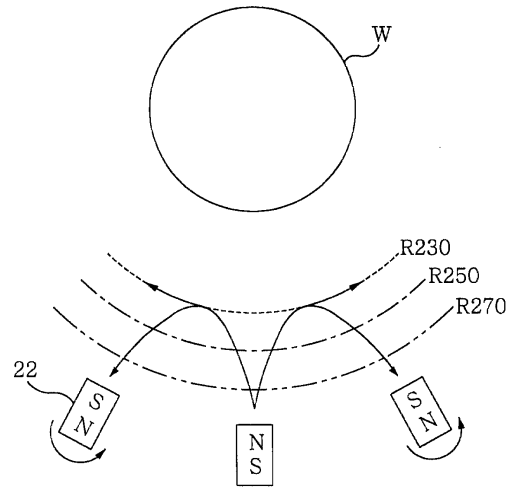
도면8



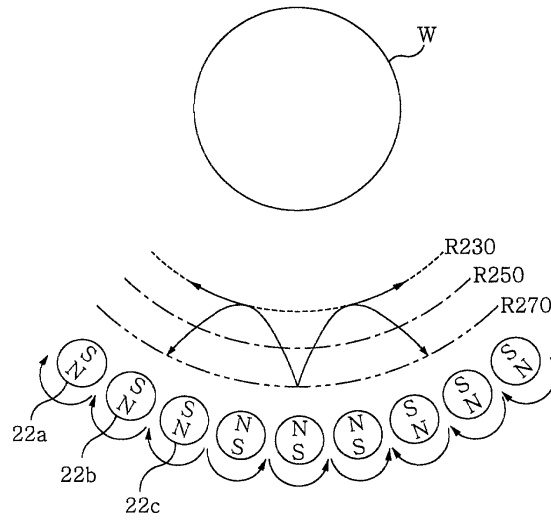
도면9



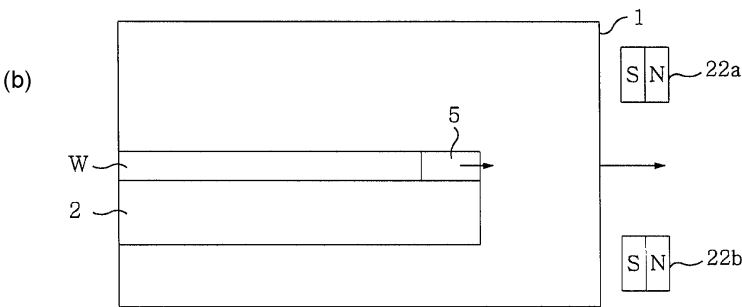
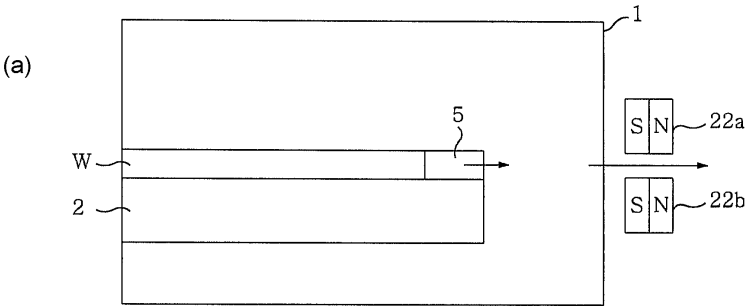
도면10



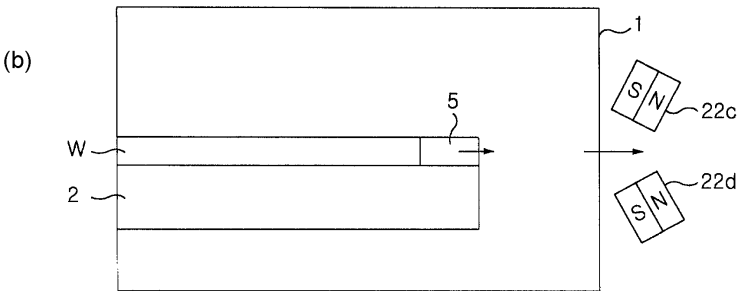
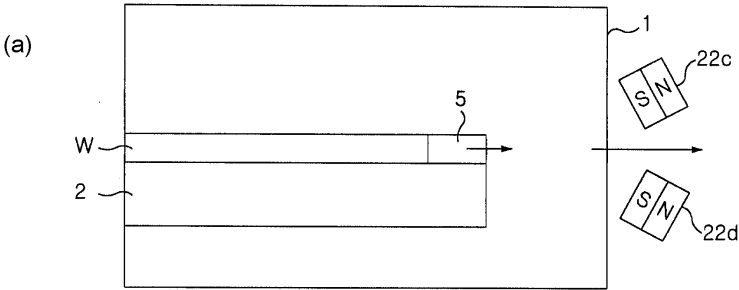
도면11



도면12



도면13



도면14

