



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년10월15일
(11) 등록번호 10-0863842
(24) 등록일자 2008년10월09일

- (51) Int. Cl.
H01L 21/3065 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7004160
- (22) 출원일자 2007년02월22일
심사청구일자 2007년02월22일
번역문제출일자 2007년02월22일
- (65) 공개번호 10-2007-0044465
- (43) 공개일자 2007년04월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2005/013404
국제출원일자 2005년07월21일
- (87) 국제공개번호 WO 2006/009213
국제공개일자 2006년01월26일
- (30) 우선권주장
JP-P-2004-00216277 2004년07월23일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP14355550 A*
JP16200307 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1코
- (72) 발명자
티안 카이즈홍
일본 효고켄 아마가사키시 후소쵸 1-8 동경 엘렉트론 주식회사 내
이시바시 기요타카
일본 효고켄 아마가사키시 후소쵸 1-8 동경 엘렉트론 주식회사 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김창세

전체 청구항 수 : 총 16 항

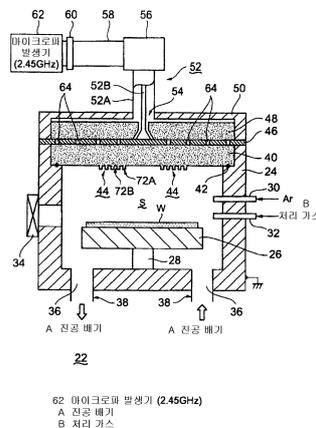
심사관 : 김성희

(54) 플라즈마 처리 장치

(57) 요약

본 발명은 전정 쪽에 개구부를 갖고, 또한 내부가 진공 가능하게 된 처리 용기와, 피처리체를 탑재하기 위해 상기 처리 용기 내에 마련된 탑재대와, 상기 개구부에 기밀하게 장착된 마이크로파를 투과하는 유전체로 이루어지는 탑 플레이트와, 상기 탑 플레이트 상에 마련된 상기 처리 용기 내를 향하여 플라즈마 발생용의 마이크로파를 방사하는 복수의 마이크로파 방사 구멍을 갖는 평면 안테나 부재와, 상기 평면 안테나 부재 상에 마련된 상기 마이크로파의 파장을 단축하기 위한 지파재와, 상기 탑 플레이트의 하면에 마련된 당해 하면을 복수의 영역으로 구획하고, 또한 당해 복수의 영역 사이의 마이크로파의 간섭을 억제하는 마이크로파 간섭 억제부를 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치이다.

대표도



(72) 발명자

기타가와 준이치

일본 효고켄 아마가사키시 후소쵸 1-8 동경 엘렉트
론 에이티주식회사 내

노자와 도시히사

일본 효고켄 아마가사키시 후소쵸 1-8 동경 엘렉트
론 주식회사 내

특허청구의 범위

청구항 1

천정 쪽에 개구부를 갖고, 또한 내부에 진공을 발생시킬 수 있는 처리 용기와,
 피처리체를 탑재하기 위해 상기 처리 용기 내에 마련된 탑재대와,
 상기 개구부에 기밀하게 장착되고, 마이크로파를 투과하는 유전체로 이루어지는 탑 플레이트와,
 상기 탑 플레이트 상에 마련되고, 상기 처리 용기 내를 향해 플라즈마 발생용의 마이크로파를 방사하는 복수의 마이크로파 방사 구멍을 갖는 평면 안테나 부재와,
 상기 평면 안테나 부재 상에 마련되고, 상기 마이크로파의 파장을 단축하기 위한 지파재(slow-wave member)와,
 상기 탑 플레이트의 하면에 마련되고, 상기 하면을 동심 형상의 복수의 영역으로 구획하며, 또한 상기 복수의 영역 사이의 마이크로파의 간섭을 억제하는 소정 피치의 동심 형상의 복수의 블록부만으로 이루어지는 마이크로파 간섭 억제부(microwave interference restraining part)
 를 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 탑 플레이트의 하면을 복수의 동심원 형상의 영역으로 구획하는 원형 링 형상인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1.5~2.5배의 길이의 범위 내의 내경을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,
 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 탑 플레이트의 하면에 형성된 소정 피치의 동심원 형상의 복수의 블록부를 갖고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 블록부의 피치는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1/10~1/3배의 길이의 범위 내인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,
 상기 블록부의 높이는 3~10mm의 범위 내인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 7

제 2 항에 있어서,
 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1파장의 길이 이하의 폭을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 탑 플레이트 하면에 소정의 간격을 두고 복수 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 마이크로파 간섭 억제부 사이의 간격은 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1/2파장의 길이 이상으로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로파 간섭 억제부는 사각형상인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 탑 플레이트의 하면에 형성된 소정 피치의 사각형상의 복수의 볼록부를 갖고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 볼록부의 피치는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1/10~1/3배의 길이의 범위 내인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 볼록부의 높이는 3~10mm의 범위 내인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1/2파장의 길이 이하의 폭을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로파 방사 구멍은 상기 평면 안테나 부재의 중심부에서 드문하게 배열되고, 상기 평면 안테나 부재의 주변부에서 조밀하게 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로파 방사 구멍은 전면에 균일하게 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 마이크로파에 의해 발생한 플라즈마를 이용하여 반도체 웨이퍼 등을 처리하는 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 최근, 반도체 제품의 고밀도화 및 고미세화에 따라, 반도체 제품의 제조 공정에 있어서, 성막, 에칭, 애싱 등의 처리를 수행하기 위해 플라즈마 처리 장치가 사용되고 있다. 특히, 0.1mTorr(13.3mPa)~수10mTorr(수 Pa) 정도의 비교적 압력이 낮은 고진공 상태에서도 안정하게 플라즈마를 생성할 수 있기 때문에, 마이크로파를 이용하여 고밀도 플라즈마를 발생시키는 마이크로파 플라즈마 장치가 사용되는 추세에 있다.

<3> 이러한 플라즈마 처리 장치는, 일본 공개 특허 공보 평3-191073호, 일본 공개 특허 공보 평5-343334호, 일본 공개 특허 공보 평9-181052호 등에 개시되어 있다. 여기서, 마이크로파를 이용한 일반적인 마이크로파 플라즈마 처리 장치를 도 9를 참조하여 개략적으로 설명한다. 도 9는 종래의 일반적인 마이크로파 플라즈마 처리 장치를 나타내는 개략 구성도이다.

<4> 도 9에 나타내는 바와 같이, 이 플라즈마 처리 장치(102)는, 진공을 발생시킬 수 있는 처리 용기(104)와, 처리 용기(104) 내에 마련되어 반도체 웨이퍼 W를 탑재하는 탑재대(106)를 구비하고 있다. 탑재대(106)에 대항하는 천정부에는, 마이크로파를 투과하는 원판 형상의 질화알루미늄이나 석영 등으로 이루어지는 탑 플레이트(108)가 기밀(氣密)하게 마련된다.

<5> 탑 플레이트(108)의 상면에는, 수mm의 두께를 가진 원판 형상의 평면 안테나 부재(110)가 마련된다. 평면 안테나 부재(110)의 반경 방향에 있어서의 마이크로파의 파장을 단축하기 위해, 예컨대, 유전체로 이루어지는 지파재(slow-wave member)(112)가, 평면 안테나 부재(110)의 상면 내지 위쪽에 설치되어 있다. 지파재(112)의 위쪽에는, 내부에 냉각수가 흐르는 냉각수 유로를 갖는 천정 냉각 자켓(114)이 마련된다. 이에 따라, 지파재(112) 등이 냉각될 수 있게 되어 있다.

<6> 평면 안테나 부재(110)에는, 다수의, 예컨대, 긴 홈 형상의 관통공으로 이루어지는 마이크로파 방사 구멍(116)이 형성되어 있다. 이 마이크로파 방사 구멍(116)은, 일반적으로, 동심 형상으로 배치되거나 나선 형상으로 배치되기도 한다. 또한, 평면 안테나 부재(110)의 중심부에는, 동축 도파관(coaxial waveguide)(118)의 내부 케이ابل(120)이 접속되어, 도시하지 않은 마이크로파 발생기에 의해 발생된, 예컨대, 2.45GHz의 마이크로파가 안내되게 되어 있다. 이에 따라, 마이크로파는, 안테나 부재(110)의 반경 방향에 있어서 방사상으로 전파되고, 평면 안테나 부재(110)에 마련된 마이크로파 방사 구멍(116)으로부터 방출되며, 탑 플레이트(108)를 투과하고 나서, 처리 용기(104)의 내부로 도입된다. 이 마이크로파의 도입에 의해, 처리 용기(104) 내의 처리 공간 S에 플라즈마가 생성되고, 탑재대(106) 상의 반도체 웨이퍼 W에 에칭이나 성막 등의 소정의 플라즈마 처리가 실시될 수 있다.

<7> 그런데, 상기한 바와 같은 플라즈마 처리 장치를 이용하여 성막이나 에칭 등의 플라즈마 처리가 행하여지는 경우, 당해 처리 동안 웨이퍼면 내의 균일성을 특히 높게 유지해야 한다. 일반적으로, 평면 안테나 부재(110)에 형성되는 마이크로파 방사 구멍(116)의 분포나 형상 등을 적당히 변화시키는(조정하는) 것에 따라, 처리 용기(104) 내에서의 플라즈마 밀도의 균일화를 도모하는 시도가 이루어지고 있다. 그러나, 처리 용기(104) 내의 플라즈마의 거동을 제어하는 것은 매우 어렵다. 처리 조건의 아주 근소한 변화만으로도, 플라즈마의 거동은 크게 변화할 수 있다. 그 결과, 플라즈마 처리의 웨이퍼면 내의 균일성을 충분히 높게 유지할 수가 없는 경우도 있었다.

<8> 특히, 웨이퍼 크기가 8인치로부터 12인치로 대형화되고, 또한 미세화 및 박막화가 더욱 추진되는 상황에서는, 상기 문제의 극복이 강하게 요망되고 있다.

발명의 상세한 설명

<9> 본 발명은, 이상과 같은 문제점에 착안하여, 이것을 효과적으로 해결하도록 창안된 것이다. 본 발명의 목적은, 처리 용기 내에서의 플라즈마 밀도의 균일성을 높여, 플라즈마 처리의 피처리체 표면 내의 균일성을 향상시킬 수 있는 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것에 있다.

<10> 본 건 발명자는, 처리 용기 내의 플라즈마의 거동에 대하여 예의 연구한 결과, 플라즈마가 접촉할 수 있는 처리 용기 내의 탑 플레이트의 형상이 플라즈마의 거동에 크게 영향을 미친다는 지견을 얻어, 본 발명을 도출하기에 이르렀다.

- <11> 즉, 본 발명은, 천정 쪽에 개구부를 갖고, 또한 내부에 진공을 발생시킬 수 있는 처리 용기와, 피처리체를 탑재하기 위해 상기 처리 용기 내에 마련된 탑재대와, 상기 개구부에 기밀하게 장착되고, 마이크로파를 투과하는 유전체로 이루어지는 탑 플레이트와, 상기 탑 플레이트 상에 마련되고, 상기 처리 용기 내를 향해 플라즈마 발생용 마이크로파를 방사하는 복수의 마이크로파 방사 구멍을 갖는 평면 안테나 부재와, 상기 평면 안테나 부재 상에 마련되고, 상기 마이크로파의 파장을 단축하기 위한 지파재와, 상기 탑 플레이트의 하면에 마련되며, 당해 하면을 복수의 동심(同心) 형상의 영역(중앙 영역과 당해 중앙 영역의 바깥쪽의 1겹 이상의 고리 형상 영역)으로 구획하고, 또한 당해 복수의 영역 사이의 마이크로파의 간섭을 억제하는 마이크로파 간섭 억제부(microwave interference restraining part)를 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치이다.
- <12> 본 발명에 의하면, 탑 플레이트의 하면을 복수의 영역으로 구획하고, 또한 당해 복수의 영역 사이의 마이크로파의 간섭을 억제하는 마이크로파 간섭 억제부가 마련된 것에 의해, 처리 용기 내에서의 플라즈마 밀도의 균일성이 높아져, 플라즈마 처리의 피처리체 표면 내의 균일성을 향상시킬 수 있다.
- <13> 예컨대, 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 탑 플레이트의 하면을 동심원 형상의 복수의 영역으로 구획하는 원형 링 형상이다.
- <14> 이 경우, 바람직하게는, 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1.5~2.5배의 길이의 범위 내의 내경을 갖고 있다.
- <15> 또한, 바람직하게는, 상기 마이크로파 간섭 억제부는, 상기 탑 플레이트의 하면에 형성된 소정 피치의 동심원 형상의 복수의 볼록부를 갖고 있다. 이 경우, 바람직하게는, 상기 볼록부의 피치는, 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1/10~1/3배의 길이의 범위 내이다. 또한, 이 경우, 바람직하게는, 상기 볼록부의 높이는 3~10mm의 범위 내이다.
- <16> 또한, 바람직하게는, 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1파장의 길이 이하의 폭을 갖고 있다.
- <17> 것을 특징으로 하는 청구항 2 내지 6 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 장치.
- <18> 또한, 바람직하게는, 상기 마이크로파 간섭 억제부가, 상기 탑 플레이트의 하면에 소정의 간격을 두고 복수 마련된다. 이 경우, 바람직하게는, 상기 마이크로파 간섭 억제부 사이의 간격은 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1파장의 길이 이상으로 설정되어 있다.
- <19> 또는, 상기 마이크로파 간섭 억제부는, 예컨대, 사각형상이다.
- <20> 이 경우, 바람직하게는, 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 탑 플레이트의 하면에 형성된 소정 피치의 사각형상의 복수의 볼록부를 갖고 있다. 이 경우, 바람직하게는, 상기 볼록부의 피치는, 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1/10~1/3배의 길이 범위 내이다. 또한, 이 경우, 바람직하게는, 상기 볼록부의 높이는 3~10mm의 범위 내이다.
- <21> 또한, 바람직하게는, 상기 마이크로파 간섭 억제부는 상기 지파재 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1파장의 길이 이하의 폭을 갖고 있다.
- <22> 또한, 바람직하게는, 상기 마이크로파 방사 구멍은, 상기 평면 안테나 부재의 중심부에서 드문드문하게 배열되고, 상기 평면 안테나 부재의 주변부에서 조밀하게 배열되도록 형성되어 있다. 또는, 상기 마이크로파 방사 구멍은, 평면 안테나 부재의 전면에 균일하게 형성될 수 있다.

실시예

- <32> 이하에, 본 발명에 따른 플라즈마 처리 장치의 실시예를 첨부 도면에 근거하여 상술한다.
- <33> 도 1은 본 발명에 따른 플라즈마 처리 장치의 일 실시예를 나타내는 구성도이다. 도 2(a) 및 도 2(b)는 평면 안테나 부재의 구조예를 나타내는 평면도이다. 도 3은 도 1의 플라즈마 처리 장치의 탑 플레이트의 하면을 나타내는 평면도이다. 도 4a 및 도 4b는 탑 플레이트의 구조예를 나타내는 부분 확대 단면도이다.
- <34> 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 실시예의 플라즈마 처리 장치(22)는, 전체가 원통 형상으로 성형된 처리 용기(24)를 갖고 있다. 처리 용기(24)의 측벽이나 바닥부는 알루미늄 등의 도체로 구성되고, 접지되어 있다. 처리 용기(24)의 내부는 밀폐된 처리 공간 S로서 구성되고, 이 처리 공간 S 내에서 플라즈마가 생성되게 되어 있다.
- <35> 처리 용기(24) 내에는, 상면에 피처리체로서의, 예컨대, 반도체 웨이퍼 W를 탑재하는 탑재대(26)가 수용되어 있

다. 탑재대(26)는, 예컨대, 알루미늄 처리된 알루미늄 등으로 이루어지는 평탄 원판 형상으로 형성되어 있다. 탑재대(26)는 처리 용기(24)의 바닥부로부터 기립하는, 예컨대, 절연성 재료로 이루어지는 지주(supporting column)(28)에 지지되어 있다.

<36> 탑재대(26)의 상면에는, 웨이퍼를 지지하기 위한 정전 척 혹은 클램프 기구(도시하지 않음)가 마련된다. 탑재대(26)는, 필요에 따라, 예컨대, 13.56MHz의 바이어스용 고주파 전원에 접속될 수 있다. 또한, 탑재대(26)는, 필요에 따라, 가열용 히터를 내장할 수 있다.

<37> 처리 용기(24)의 측벽에는, 가스 공급 수단으로서, 용기 내에 플라즈마용 가스, 예컨대, 아르곤 가스를 공급하는 석영 파이프제의 플라즈마 가스 공급 노즐(30)이 마련된다. 마찬가지로, 처리 용기(24)의 측벽에는, 가스 공급 수단으로서, 용기 내에 처리 가스, 예컨대, 디포지션 가스를 도입하는, 예컨대, 석영 파이프제의 처리 가스 공급 노즐(32)이 마련된다. 이들 각 노즐(30, 32)을 통해, 상기 각 가스가 유량 제어되면서 처리 용기(24) 내에 공급되게 되어 있다.

<38> 또한, 용기 측벽(24)에는, 웨이퍼를 반입·반출하기 위해 개폐하는 게이트 밸브(34)가 마련된다. 또한, 처리 용기(24)의 바닥부에는, 배기구(36)가 마련된다. 배기구(36)에는, 도시하지 않은 진공 펌프가 제공된 배기구(38)가 접속되어 있다. 이에 의해, 필요에 따라, 처리 용기(24) 내를 소정의 압력까지 진공 흡인할 수 있도록 되어 있다.

<39> 또한, 처리 용기(24)의 천정부에는 개구되어 있다(개구부를 갖고 있다). 여기에, 마이크로파에 대해서는 투과성을 갖는 탑 플레이트(40)가 0 링 등의 밀봉 부재(42)를 거쳐 기밀하게 마련된다. 탑 플레이트(40)는, 예컨대, 석영이나 세라믹재 등으로 이루어진다. 탑 플레이트(40)의 두께는, 내압성을 고려하여, 예컨대, 20mm 정도로 설정된다. 그리고, 탑 플레이트(40)의 하면에, 본 발명의 특징인 마이크로파 간섭 억제부(44)가 형성되어 있다. 마이크로파 간섭 억제부(44)의 구조에 대해서는 후술한다.

<40> 탑 플레이트(40)의 상면에는, 원판 형상의 평면 안테나 부재(46)와 고유전율 특성을 갖는 지파재(slow-wave member)(48)가 그 순서대로 마련된다. 지파재(48)의 위쪽 및 가장자리 쪽의 대략 전면은, 도전성의 중공 원통형 용기로 이루어지는 도파함(wave guide box)(50)에 의해 덮여 있다. 평면 안테나 부재(46)는 도파함(50)의 바닥판으로 구성되어 있다.

<41> 도파함(50) 및 평면 안테나 부재(46)의 주변부는, 공히 접지되어 있다. 도파함(50) 상면 중심에, 동축 도파관(coaxial waveguide)(52)의 외관(52A)이 접속되어 있다. 동축 도파관(52)의 내부의 내부 케이블(52B)은 지파재(48) 중심의 관통공(54)을 통하여, 평면 안테나 부재(46)의 중심부에 접속되어 있다.

<42> 동축 도파관(52)은 모드 변환기(56) 및 도파관(58)을 통해, 매칭(60)을 갖는, 예컨대, 2.45GHz의 마이크로파 발생기(62)에 접속되어 있다. 이에 따라, 평면 안테나 부재(46)로 마이크로파를 전파할 수 있게 되어 있다. 마이크로파의 주파수는 2.45GHz에 한정되지 않고, 다른 주파수, 예컨대, 8.35GHz 등이더라도 좋다. 도파관으로서, 단면 원형 혹은 단면 직사각형의 도파관이나 동축 도파관을 이용할 수 있다. 또한, 도파함(50)의 상부에는, 도시하지 않은 천정 냉각 자켓이 마련되어도 좋다. 도파함(50) 내의, 평면 안테나 부재(46)의 상면에 마련된 고유전율 특성을 갖는 지파재(48)는, 과장 단축 효과에 의해, 마이크로파의 관내 파장을 짧게 하도록 작용한다. 지파재(48)로는, 예컨대, 질화알루미늄 등을 이용할 수 있다.

<43> 평면 안테나 부재(46)는 8인치 크기의 웨이퍼에 대응하는 경우에는, 예컨대, 직경이 300~400mm, 두께가 1~수 mm의 도전성 재료로 구성된다. 보다 구체적으로는, 예컨대, 표면이 은도금된 동판(copper plate) 혹은 알루미늄판으로 구성될 수 있다. 평면 안테나 부재(46)에는, 도 2(a) 및 도 2(b)에 나타내는 바와 같이, 예컨대, 긴 홈 형상의 관통공으로 이루어지는 다수의 마이크로파 방사 구멍(64)이 형성되어 있다. 마이크로파 방사 구멍(64)의 배치 형태는, 특히 한정되지 않는다. 예컨대, 동심형상, 나선형상, 방사형상 등으로 배치될 수 있다. 또는, 평면 안테나 부재 전면이 균일하게 되도록 분포될 수 있다. 예컨대, 도 2(a)에 나타내는 예에서는, 2개의 마이크로파 방사 구멍(64)을 T자 형상으로 배치하여 이루어지는 조를, 중심부 쪽에서 12조 배치하고, 주변부 쪽에서 24조 배치하는 것에 의해, 전체적으로는 2개의 동심원 형상의 배치를 실현하고 있다. 도 2(b)에 나타내는 예에서는, 2개의 마이크로파 방사 구멍(64)을 T자 형상으로 배치하여 이루어지는 조를, 중심부 쪽에서 6조 배치하고, 주변부 쪽에서 24조 배치하는 것으로, 중심부에서 드문하게 배치하고 주변부에서 조밀하게 배치하도록 한 것과 같은 배치를 실현하고 있다. 실제로는, 마이크로파 방사 구멍(64)의 배치 형태는, 상기한 마이크로파 간섭 억제부(44)의 형태에 대응하여, 알맞게 조정될 수 있다.

<44> 탑 플레이트(40)의 하면, 즉 처리 공간 S의 플라즈마와 직접 접촉할 수 있는 면에 형성된 상기 마이크로파 간섭

억제부(44)는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 본 실시예에서는 원형 링 형상으로 형성되어 있다. 이에 따라, 마이크로파 간섭 억제부(44)는, 그 안쪽의 중앙 영역(70A)과 그 바깥쪽의 외주 영역(70B)의 2개의 동심원 형상의 영역을 구획하고 있다. 또한, 마이크로파 간섭 억제부(44)는 상기 중앙 영역(70A)과 상기 외주 영역(70B) 사이의 마이크로파의 간섭을 억제하는 기능을 갖는 것이다. 이 경우, 마이크로파 간섭 억제부(44)는 양 영역(70A, 70B) 사이의 마이크로파의 간섭을 완전히 차단하는 것이 아니라, 양 영역(70A, 70B) 사이의 마이크로파의 간섭을 어느 정도 허용하면서도 종래의 안테나 부재와 같은 과도한 간섭을 억제하는 것이다. 양 영역(70A, 70B) 사이의 마이크로파의 간섭을 완전히 차단해 버리면, 각 영역(70A, 70B)에 투입되는 전력의 밸런스가 크게 무너지므로, 반대로 바람직하지 못하다.

<45> 본 실시예의 마이크로파 간섭 억제부(44)는, 예컨대, 도 4a에 나타내는 바와 같이, 동심원 형상의 볼록부(72A)와 오목부(72B)를 각각 복수개 갖고 있다. 도 4a의 예에서는, 탑 플레이트(40)의 하면으로부터 아래쪽으로 돌출하는 단면 정방형 형상의 볼록부(72A)가, 동심원형의 링 형상으로 5개 형성되어 있다. 여기서, 마이크로파 간섭 억제부(44)가 형성되는 위치는, 탑재대(26) 상의 웨이퍼 W의 중심과 바깥 가장자리의 대략 중앙부 근방에 대응하는 것이 바람직하다. 이 경우, 마이크로파 간섭 억제부(44)의 내경 D1은 지파재(12) 중의 2.45GHz의 마이크로파의 파장 λ 의 1.5~2.5배의 길이의 범위 내로 설정되는 것이 바람직한 것을 알 수 있었다. 내경 D1이 당해 범위 외인 경우에는, 중앙 영역(70A)과 외주 영역(70B) 사이의 마이크로파의 투입 전력량의 밸런스가 무너지 버릴 가능성이 있다.

<46> 볼록부(72A) 및 오목부(72B)의 각 폭은, 대략 동일하게 되도록 설정되고, 예컨대, 각각 5mm 정도로 설정되어 있다. 따라서, 요철부의 피치 L1은 10mm 정도이다. 이 요철부의 피치 L1은 상기 파장 λ 의 1/10~1/3배의 길이의 범위 내로 설정되는 것이 바람직한 것을 알 수 있었다. 피치 L1이 상기 범위 외의 경우에는, 중앙 영역(70A)과 외주 영역(70B) 사이의 마이크로파의 간섭 억제 효과가 매우 적어지게 되어, 양 영역 사이에서 필요 이상의 마이크로파의 간섭이 발생하여, 플라즈마 밀도의 균일성이 악화되게 된다.

<47> 또한, 볼록부(72A)의 높이 H1(오목부(72B)의 깊이)은 3~10mm의 범위 내인 것이 바람직하고, 여기서는, 예컨대, 5mm로 설정되어 있다. 이 높이 H1이 상기 범위 외의 경우에는, 중앙 영역(70A)과 외주 영역(70B) 사이의 마이크로파의 간섭 억제 효과가 매우 적어지게 되어, 양 영역 사이에서 필요 이상의 마이크로파의 간섭이 발생하여, 플라즈마 밀도의 균일성이 악화되게 된다.

<48> 또한, 상기 볼록부(72A)가 1개뿐인 경우에는, 영역(70A, 70B) 사이에서의 마이크로파의 간섭 억제 효과가 불충분하게 되는 것을 알 수 있었다. 따라서, 볼록부(72A)의 개수는 2개 이상이 필요하다. 또, 복수의 요철부 전체의 폭, 즉 마이크로파 간섭 억제부(42)의 폭 W1은 상기 파장 λ 의 1파장의 길이 이하로 설정되는 것이 바람직한 것을 알 수 있었다. 마이크로파 간섭 억제부(42)의 폭 W1이 파장 λ 의 1파장의 길이보다 크면, 상기 영역(70A, 70B) 사이에서의 마이크로파의 간섭 억제 효과가 너무 커지게 되어, 각 영역(70A, 70B)에 투입되는 전력의 밸런스가 크게 무너지게 될 가능성이 있다.

<49> 또한, 도 4a의 예에서는, 볼록부(72A)의 선단이 탑 플레이트(40)의 하면 레벨보다 아래쪽으로 돌출하고 있지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 즉, 도 4b에 나타내는 바와 같이, 탑 플레이트(40)의 하면에 오목부(72B)를 형성하는 것에 따라, 볼록부(72A)의 선단을 탑 플레이트(40)의 하면 레벨과 동일 레벨로 하여도 좋다. 또한, 이 경우에 있어서는, 오목부(72B)의 개수는 2개 이상인 것이 필요하다.

<50> 다음에, 이상과 같이 구성된 플라즈마 처리 장치(22)를 이용하여 실행되는 처리 방법에 대하여 설명한다.

<51> 우선, 게이트 밸브(34)를 통해, 반도체 웨이퍼 W가 반송 암(도시하지 않음)에 의해 처리 용기(24) 내에 수용된다. 리프터핀(도시하지 않음)을 상하 이동시킴으로써, 반도체 웨이퍼 W는 탑재대(26)의 상면인 탑재면에 탑재된다.

<52> 그리고, 처리 용기(24) 내가 소정의 프로세스 압력, 예컨대, 0.01~수 Pa의 범위 내로 유지되어, 플라즈마 가스 공급 노즐(30)로부터, 예컨대, 아르곤 가스가 유량 제어되면서 공급되는 한편, 처리 가스 공급 노즐(32)로부터 처리 형태에 따른 처리 가스, 예컨대, 성막 처리라면, 성막용 가스, 에칭 처리라면 에칭 가스가 유량 제어되면서 공급된다. 동시에, 마이크로파 발생기(62)에서 발생된 마이크로파가 도파관(58) 및 동축 도파관(52)을 거쳐 평면 안테나 부재(46)에 공급된다. 이에 따라, 처리 공간 S에는, 지파재(48)의 작용에 의해 파장이 짧게 된 마이크로파가 도입되어, 플라즈마가 발생된다. 이에 따라, 소정의 플라즈마 처리가 행하여진다.

<53> 여기서, 마이크로파 발생기(62)에서 발생된, 예컨대, 2.45GHz의 마이크로파는, 상기한 바와 같이, 동축 도파관(52) 내를 전파하여 도파함(50) 내의 평면 안테나 부재(46)에 도달한다. 그리고, 원판 형상의 평면 안테나 부

재(46)의 중심부로부터 방사 형상으로 주변부로 전파되는 동안에, 당해 평면 안테나 부재(46)에 형성된 다수의 마이크로파 방사 구멍(64)으로부터 탑 플레이트(40)를 거쳐(투과하여) 평면 안테나 부재(46) 바로 아래의 처리 공간 S에 도입된다. 이 마이크로파에 의해 아르곤 가스가 여기되어 플라즈마화하고, 아래쪽으로 확산해서, 처리 가스를 활성화하여 활성종을 작성한다. 이 활성종의 작용에 의해, 웨이퍼 W의 표면에 소정의 플라즈마 처리가 실시된다.

<54> 여기서, 종래 장치(도 9 참조)와 같이 탑 플레이트의 표면 형상이 완전히 평탄한 경우에는, 탑 플레이트(108)의 평면 방향에서 마이크로파가 심하게 간섭하여, 처리 용기(104) 내의 프로세스 조건의 근소한 변동 등에 의해 처리 용기(104) 내의 플라즈마 밀도가 상당히 변동된다. 그 결과, 플라즈마 처리의 웨이퍼의 면내 균일성이 악화될 수 있다. 그러나, 본 발명 장치의 경우에는, 탑 플레이트(40)의 하면에 파장 λ 에 대하여 충분히 짧은 피치 L1의 요철부(72B, 72A)로 이루어지는 마이크로파 간섭 억제부(44)가 형성되어 있으므로, 탑 플레이트(40)의 평면 방향에서의 마이크로파의 간섭이 (완전히 없어지는 것은 아닌 정도만큼) 억제된다. 이에 따라, 탑 플레이트(40)의 양 영역(70A, 70B) 사이에서의 마이크로파의 간섭이 적합하게 억제되어, 처리 공간 S에서의 플라즈마 밀도의 균일성이 안정화되고, 그 결과, 플라즈마 처리의 웨이퍼의 면내 균일성을 대폭 안정화할 수 있다. 보다 구체적으로는, 종래 구조의 평면 안테나 부재의 경우에는, 처리 공간 S의 중심부의 플라즈마 밀도가 그 주변부보다 높게 되는 경향이 있었지만, 마이크로파의 지파재(48) 중에서의 파장 λ 보다 충분히 작은 피치 L1의 요철부(72B, 72A)를 복수개 마련하여 영역(70A, 70B) 사이의 마이크로파의 간섭을 억제한 본 발명 구조를 채용한 경우에는, 플라즈마 밀도를 처리 공간 S의 평면 방향에서 균일화시킬 수 있는 것이다.

<55> 상기한 바와 같이 플라즈마 밀도의 균일성이 개선되는 이유는, 다음과 같이 고찰된다. 즉, 일반적으로 처리 공간 S 내의 플라즈마는 도전성을 갖고 있으므로, 플라즈마 밀도가 높아질수록, 마이크로파의 반사량이 많아진다. 반사 마이크로파의 일부는 마이크로파 발생기(62) 쪽까지 되돌아가 매칭(60)에 의해 조정되지만, 많은 반사 마이크로파는, 유전체로 이루어지는 탑 플레이트(40) 내에서 그 반경 방향으로 반사를 반복하면서 정상파(standing wave) 등을 형성하면서 체류한다. 이 경우, 탑 플레이트(40) 내의 전계의 강도 분포에 대응하여 플라즈마 밀도의 분포가 형성되지만, 탑 플레이트(40) 내의 전계의 강도 분포는 탑 플레이트(40) 자체의 형상이나 패턴 등에 크게 의존한다. 그래서, 상술한 바와 같이, 탑 플레이트(40)의 하면에 요철부(72B, 72A)를 마련하여 탑 플레이트 형상을 변경(조정)함으로써, 탑 플레이트(40) 내의 평면 방향에서의 전계의 강도 분포를 균일화시킨 것이다. 그 결과, 플라즈마의 분포도 당해 평면 방향에서 균일화된 것이다.

<56> 여기서, 본 발명의 장치예와 종래의 장치예를 실제로 제작하여, 플라즈마 밀도(전자 밀도)를 측정해서 평가하였다. 그 평가 결과에 대하여 설명한다. 도 5(a)는 종래의 장치예에서의 처리 용기 내에서의 전자 밀도의 분포를 나타내는 그래프이며, 도 5(b)는 본 발명의 장치예에서의 처리 용기 내에서의 전자 밀도의 분포를 나타내는 그래프이다.

<57> 도 5(a)에 나타내는 바와 같이, 종래의 장치예의 경우에는, 웨이퍼 중심부의 전자 밀도는 상당히 높지만, 웨이퍼 주변부로 향함에 따라 전자 밀도는 점차로 저하되어 간다. 이에 대하여, 도 5(b)에 나타내는 바와 같이, 본 발명의 장치예의 경우에는, 웨이퍼 중심부로부터 웨이퍼 주변부에 걸쳐 전자 밀도는 대략 일정한 값을 유지하고 있는, 즉, 면 방향에서의 플라즈마 밀도의 균일성이 높게 유지되고 있다.

<58> 실제의 플라즈마 처리 장치에 있어서는, 예컨대, 플라즈마 처리의 형태에 따라, 도 2(a) 및 도 2(b)에 나타내는 바와 같이, 마이크로파 방사 구멍(64)의 형성 분포도 적당히 변경함으로써, 플라즈마 밀도의 분포가 더욱 미세하게 조정된다.

<59> 이상의 실시예에 있어서는, 지파재(48)나 탑 플레이트(40)의 유전체 재료로서 석영이 이용되고 있다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 세라믹재, 예컨대, 알루미늄(Al_2O_3), 질화알루미늄(AlN), 질화 실리콘(Si_3N_4) 등을 이용할 수도 있다.

<60> 또한, 마이크로파의 주파수도, 2.45GHz에 한정되지 않는다. 예컨대, 수100 MHz~10GHz의 범위 내의 주파수를 사용할 수 있다.

<61> 또한, 상기 실시예에서는, 블록부(72A) 및 오목부(72B)는 도 3에 나타내는 바와 같은 완전한 링 형상이었지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 도 6에 나타내는 바와 같이, 블록부(72A) 및 오목부(72B)는 각각 복수의 원호 부분, 예컨대, 4개의 원호 부분으로 균등하게 분할될 수 있다.

<62> 또한, 상기 실시예에서는, 하나의 원형 링 형상의 마이크로파 간섭 억제부(44)에 의해, 탑 플레이트(40)를 중앙 영역(70A)과 외주 영역(70B)의 2개의 영역으로 구획하고 있다. 그러나, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.

마이크로파 간섭 억제부를 소정의 간격을 두고 복수개 형성하여, 탑 플레이트(40)를 3개 이상의 영역으로 구분 하여도 좋다.

<63> 도 7은 그와 같은 탑 플레이트의 변형예를 나타내는 단면도이다. 여기서는, 2개의 마이크로파 간섭 억제부(44A, 44B)가 소정의 간격 L3을 두고 형성되어, 중앙 영역(70A)과 중주 영역(70C)과 외주 영역(70B)의 3개의 영역으로 구획하고 있다. 이 경우, 2개의 마이크로파 간섭 억제부(44A, 44B) 사이의 간격, 즉 중주 영역(70C)의 폭 L3은 지파재(48) 중의 마이크로파의 파장 λ 의 1/2파장의 길이 이상으로 설정되는 것이 바람직한 것을 알 수 있었다. 그와 같은 경우에, 중주 영역(70C)에서의 플라즈마 밀도가 중앙 영역(70A)과 외주 영역(70B)에 있어서의 플라즈마 밀도와 대략 동일해진다.

<64> 상기 실시예에서는, 탑 플레이트(40)가 원판 형상이다. 그러나, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, LCD 기관 등에 대응하는 장치예와 같이, 사각형상의 탑 플레이트에 대해서도 본 발명은 적용 가능하다. 도 8은 그와 같은 탑 플레이트의 변형예를 나타내는 하면도이다. 이 탑 플레이트(40')는, 예컨대, LCD 기관이나 유리 기관 등에 대응하여, 사각형상으로 성형되어 있다. 그리고, 마이크로파 간섭 억제부(44')(블록부(72A') 및 오목부(72B'))도, 사각형의 고리 형상으로 성형되어, 중앙 영역(70A')과 외주 영역(70B')을 구획하고 있다.

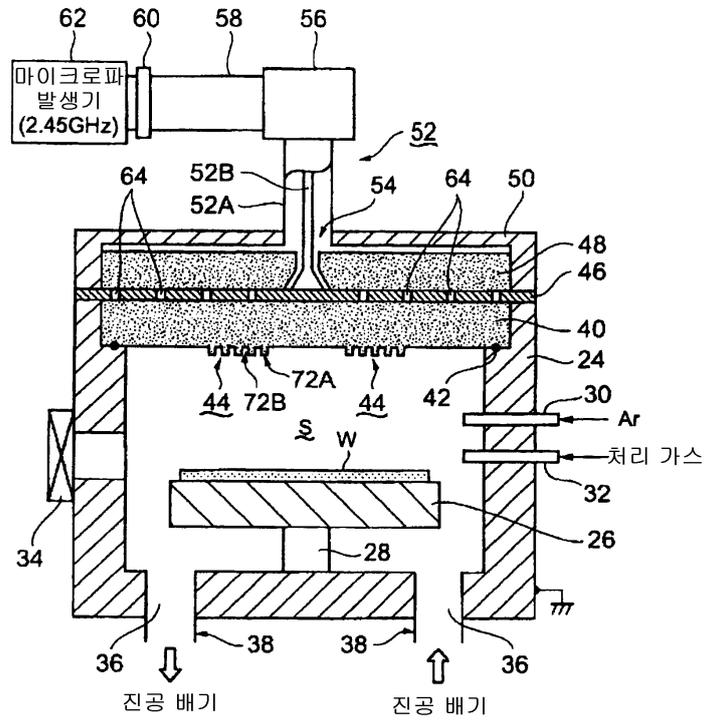
<65> 또한, 이상에서 설명된 플라즈마 처리 장치(22)의 구성은, 단지 일례를 나타내는 것에 지나지 않고, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 물론 아니다.

도면의 간단한 설명

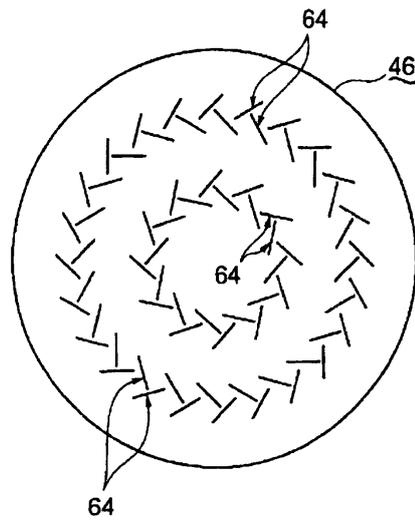
- <23> 도 1은 본 발명에 따른 플라즈마 처리 시스템의 일 실시예를 나타내는 구성도,
- <24> 도 2(a) 및 도 2(b)는, 평면 안테나 부재의 구조예를 나타내는 평면도,
- <25> 도 3은 도 1의 플라즈마 처리 장치의 탑 플레이트의 하면을 나타내는 평면도,
- <26> 도 4는 도 4a 및 도 4b는, 탑 플레이트의 구조예를 나타내는 부분 확대 단면도,
- <27> 도 5(a)는, 종래의 장치예에서의 처리 용기 내에서의 전자 밀도의 분포를 나타내는 그래프이며, 도 5(b)는, 본 발명의 장치예에서의 처리 용기 내에 있어서의 전자 밀도의 분포를 나타내는 그래프,
- <28> 도 6은 마이크로파 간섭 억제부의 변형예를 나타내는 평면도,
- <29> 도 7은 탑 플레이트의 변형예를 나타내는 단면도,
- <30> 도 8은 탑 플레이트의 다른 변형예의 하면도,
- <31> 도 9는 종래의 플라즈마 처리 장치를 나타내는 개략 구성도이다.

도면

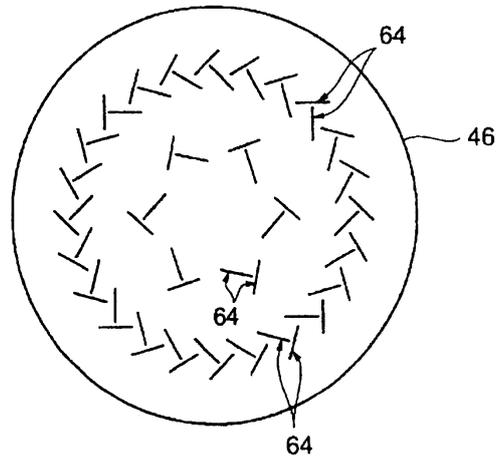
도면1



도면2

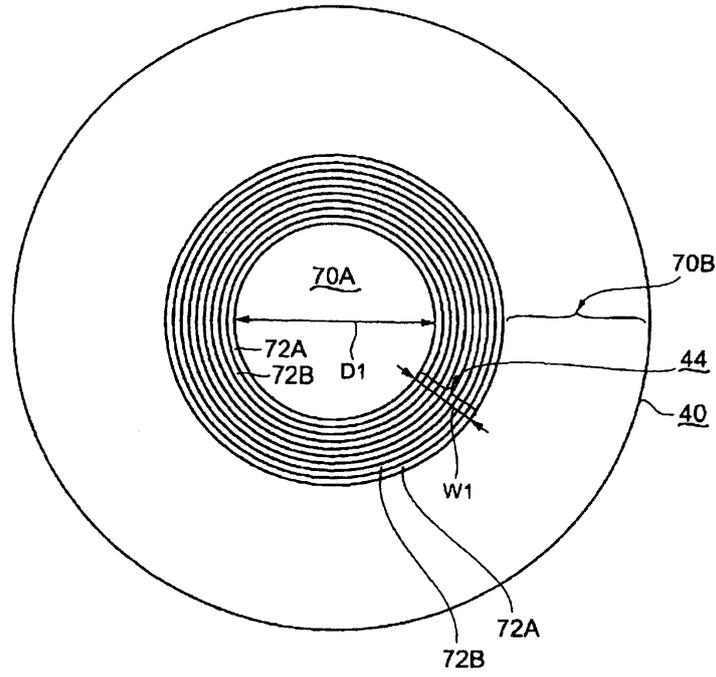


(a)

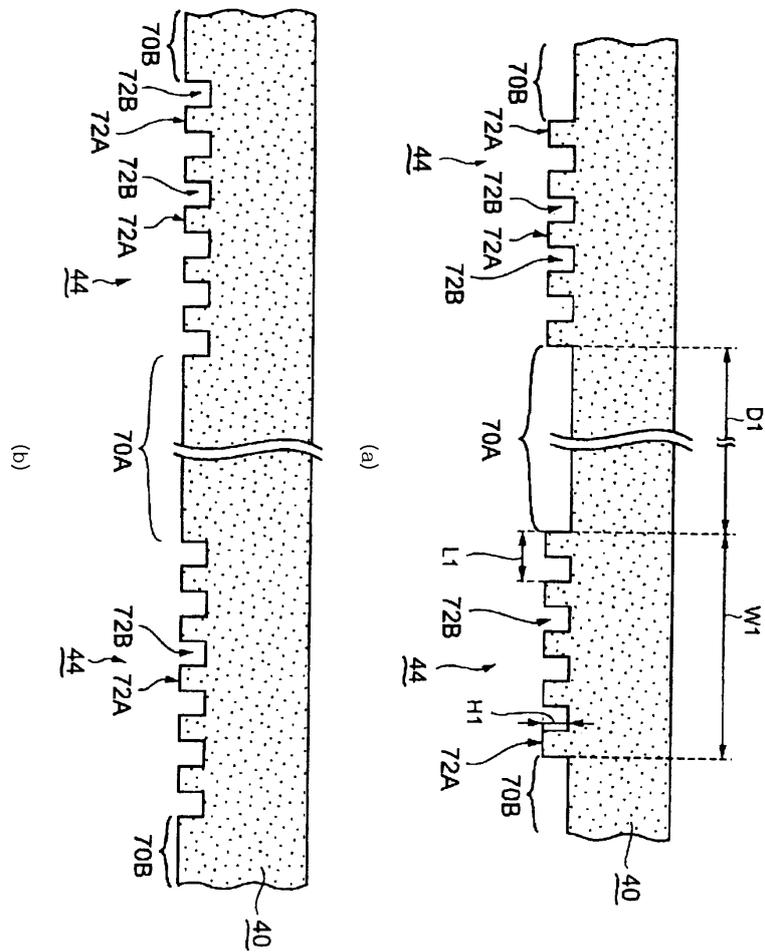


(b)

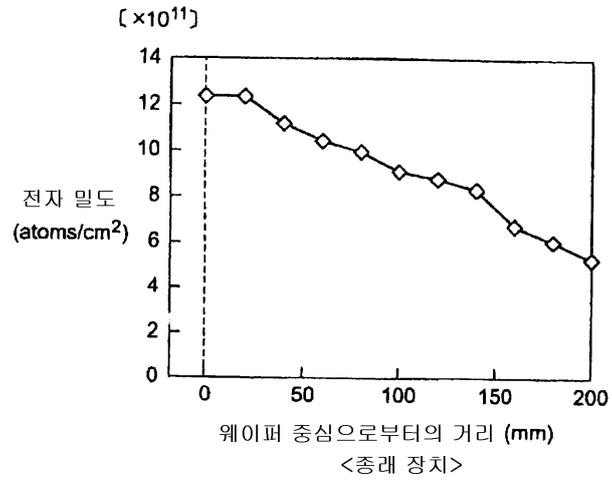
도면3



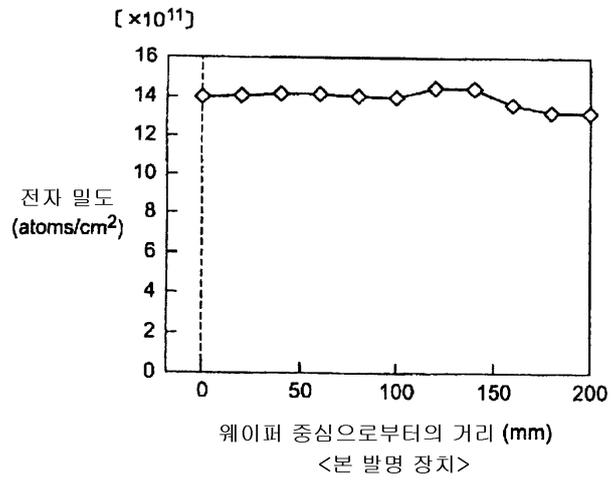
도면4



도면5

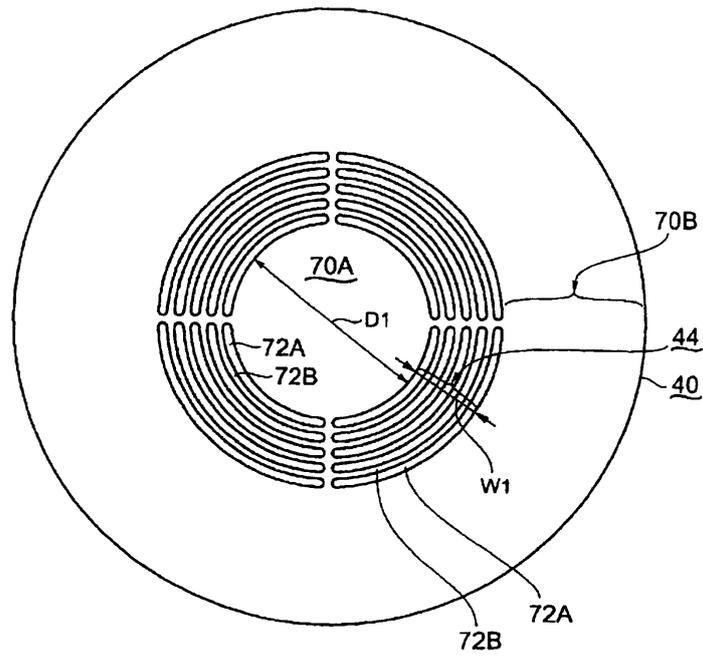


(a)

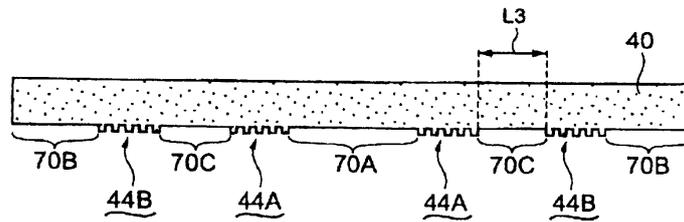


(b)

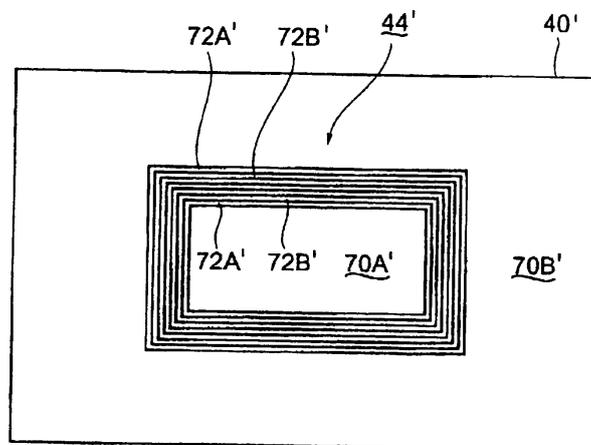
도면6



도면7



도면8



도면9

