(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0026069
(43) 공개일자 2008년03월24일

(51) Int. Cl.
H01L 21/268 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0095327
(22) 출원일자 2007년09월19일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
60/845,732 2006년09월19일 미국(US)

(71) 출원인
에이에스엠 저펜 가부시기가이샤
일본국 도쿄 206-0025 타마시 나가야마 6-쵸메 23-1
(72) 발명자
마츠시타, 키요히로
일본국 206-0025 도쿄도 타마시 나가야마 6-쵸메 23-1
후쿠다, 히데아키
일본국 206-0025 도쿄도 타마시 나가야마 6-쵸메 23-1
카가미,켄이치
일본국 206-0025 도쿄도 타마시 나가야마 6-쵸메 23-1
(74) 대리인
특허법인아주

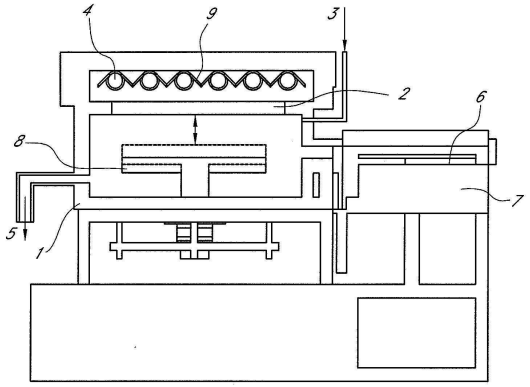
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 자외선 조사 챔버의 세정방법

(57) 요 약

본 발명은 (i) UV 조사 챔버의 투광창을 통과한 UV광을 기판에 조사한 후, 상기 챔버의 외부에 세정기체의 라디칼종을 발생시키는 단계; 및 (ii) UV 조사 챔버의 외부에 생긴 상기 라디칼종을 상기 UV 조사 챔버 속으로 투입함으로써, 투광창을 세정하는 단계를 포함하는 UV 조사 챔버 세정방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

UV 조사 챔버의 투광창을 통과한 UV광을 기판에 조사한 후, 상기 UV 조사 챔버의 외부에 세정기체의 라디칼종을 발생시키는 단계; 및,

상기 UV 조사 챔버의 외부에 생긴 상기 라디칼종을 상기 UV 조사 챔버 속으로 투입함으로써, 투광창을 세정하는 단계를 포함하는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 세정기체는 산소 기체인 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 투광창을 통해 라디칼종에 UV광을 조사함으로써 상기 라디칼종을 여기시키는 단계를 더 포함하는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 세정기체는 분자 내에 불소를 함유하는 기체인 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 5

제 4항에 있어서, 투광창은 CaF_2, MgF_2, BaF_2 또는 Al_2O_3의 결정으로 구성되는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 6

제 4항에 있어서, 투광창은 CaF_2, MgF_2, BaF_2 또는 Al_2O_3 으로 피복된 합성 석영으로 구성되는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 발생 단계는 UV 조사 이외의 방법으로 상기 라디칼종을 발생시키는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 발생 단계는 원격 플라즈마 장치에서 상기 라디칼종을 발생시키는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 9

UV 조사를 통해 반도체를 가공처리하고 반도체 공정용 UV 조사 챔버를 세정하는 방법에 있어서,

UV 광원과 UV 조사 챔버의 서셉터 사이에서 UV 조사 챔버에 제공된 투광창을 통해 기판에 UV광을 조사함으로써, 상기 서셉터에 위치한 반도체 기판을 가공처리하는 단계; 및,

상기 가공처리 단계 완료 후, 상기 UV 조사 챔버의 외부로부터 투광창과 서셉터 사이에 규정된 공간 속으로 세정기체의 라디칼종을 투입함으로써, 상기 투광창을 세정하는 단계를 포함하는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 UV광의 파장은 100 내지 500 ㎚인 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 11

제 9항에 있어서, 상기 가공처리 단계에서, 저유전율 박막이나 실리콘 카복사이드 박막이 상기 기판상에 형성되는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 12

제 9항에 있어서, 상기 세정기체는 산소 기체인 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 13

제 12항에 있어서, 상기 투광창을 통해 상기 라디칼종에 UV광을 조사함으로써, 상기 라디칼종을 여기시키는 단계를 더 포함하는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 14

제 9항에 있어서, 상기 세정기체는 분자 내에 불소를 함유하는 기체인 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 가공처리 단계에서, 상기 기판은 CaF_2, MgF_2, BaF_2 또는 Al_2O_3의 결정으로 구성된 투광창을 통해 조사되는 UV 조사 챔버의 세정방법.

청구항 16

제 14항에 있어서, 상기 가공처리 단계에서, 상기 기판은 CaF_2, MgF_2, BaF_2 또는 Al_2O_3 으로 피복된 합성 석영으로 구성된 투광창을 통해 조사되는 UV 조사 챔버의 세정방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본원은 2006년 9월 19일자 미국 가출원 제60/845,732호의 이득을 권리로 청구하며 이의 내용 전체를 본 명세서에 참고로서 반영하였다

<2> 본 발명은 자외선(UV) 조사에 의한 반도체 가공 및 반도체 가공용 UV 조사 챔버의 세정방법에 관한 것으로, 특히, UV 조사 챔버의 투광창의 세정방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<3> 통상적으로, UV 가공장치는 UV광에 의한 각종 가공처리 대상의 변성화 및 광화학반응을 활용하는 물질 또는 물체의 제조에 널리 이용해왔다. 최근 전자 소자의 고집적화 경향에 따라, 배선의 설계 역시 더욱 세밀화되고 다층 배선 구조가 채택되고 있으며 이에, 높은 공정 속도 및 낮은 전력 소비를 위해 전자 소자의 층간 부피를 감소시키는 것이 요구된다. 이러한 소자의 층간 부피 감소를 위해 저-k(저 유전상수 박막) 재료를 사용한다. 그러나 유전상수가 감소하면 기계적 강도 (탄성률 또는 EM) 역시 감소하므로, 저-k 재료는 CMP, 와이어 본딩(wire bonding) 및 패키징 등과 같은 후속 공정에서 받는 응력에 대한 저항성이 낮아진다. 상술한 문제를 해결하기 위하여 제안된 방법 중 하나는 UV 조사를 통해 저-k 재료를 경화시켜 이것의 기계적 강도를 개선하는 것이다(예를 들어 미국특허 제6,759,098호 및 제6,296,909호 참조). UV 조사는 저-k 재료의 수축 및 경화를 야기하므로, 결과적으로 기계적 강도를 50 내지 200%까지 향상시킨다.

<4> 최근 전자 소자의 고집적화 동향에 따른 또 다른 요건은, 열이나 플라즈마 손상의 위험이 없는 조건에서 열 CVD 또는 PECVD를 이용하여 각종 박막을 제조하는 것이다. 이 요건을 만족하기 위하여, 광화학 반응을 활용하는 광-CVD에 대해 연구하였다.

<5> 그러나, 상술한 방법에 따라 처리 대상 또는 반응 공간에 광에너지를 조사하려면 UV 램프를 반응 공간으로부터 분리해야 한다. 왜냐하면, (1) 반응 공간 내의 압력을 주변 기체와 더불어 조절해야 하고, (2) 발생 기체가 UV 램프를 오염시킬 위험이 있으며, 또한 (3) 발생 기체를 안전하게 배출해야 하기 때문이다. 이러한 목적에 이용하는 분할판으로서, 종래는 광에너지 투과 재료인 합성 석영 재질의 투광창을 사용하였다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 그러나, 고에너지를 발생하는 UV광은 투광창의 재료 및, 투광창 재료에 축적되는 침적물에 따른 투과율 저하를 야기하는 경향이 있으며, 따라서 관리 주기(투광창을 세정 혹은 교체하기 전에 필요한 처리 단계수 및 시간)는, 탈기체(조사 박막에 의해 생성되는 열분해된 기체)를 다량 발생하는 경화 과정에서 매우 짧게 설정해야 한다.

과제 해결수단

<7> 일반적으로, O_2를 반응 공간에 투입하고 UV 조사로 오존을 발생한 뒤, 이 발생 오존을 이용하여 침적물을 제거하는 방법이 널리 이용되었다. 그러나, 다량의 탈기체를 발생하는 경화 공정에 더 긴 세정시간이 요구됨을 고려하여 더 큰 효과를 제공할 다른 방법들을 찾고 있다.

<8> 본 발명의 한 구현예에서, O_2는 오존 발생기나 원격 플라즈마 장치에서 활성화되며 이 활성화된 O_2를 세정 챔버에 투입한다. 한 구현예에서, 상술한 활성화 산소는 UV 램프로 조사하여 활성화를 가속함으로써 효과적으로 세정할 수 있다. 한 구현예에서, 상술한 세정방법들은 O_2 및 UV광을 이용하는 종래의 오존 세정법과 조합하기도 한다.

<9> 본 발명의 또다른 구현예에서, 더 효율적인 세정방법은 상기 방법에서 이용했던 O_2 대신 또는 이것에 추가하여 불소 함유 세정기체를 원격 플라즈마 장치로 활성화시키고, 이를 상기 챔버에 투입함으로써 수행된다. 이 경우, 불소로 인해 생기는 부식작용으로부터 투광창을 보호하기 위해 고투과율을 제공하는 재료를 투광창 제작용으로 선택한다. 이러한 재료의 예를 들면, CaF_2, MgF_2, BaF_2 또는 Al_2O_3 결정, CaF_2, MgF_2, BaF_2 또는 Al_2O_3로 피복한 합성 석영 등을 포함한다.

<10> 본 발명의 내용 및 종래의 기술을 능가하는 본 발명의 장점들을 소개하기 위하여, 본 발명의 목적 및 장점을 다음과 같이 상세히 기술한다. 그러나 이러한 본 발명의 목적이나 장점이 모두 본 발명의 특정한 구현예에 의해서만 달성되는 것은 아니다. 따라서 당해 분야의 지식을 가진 자라면, 본 발명이 여기서 소개한 장점 및 다수의 장점을 달성하거나 최적화하는 방식에 따라 구현 또는 수행되며 여기서 소개 또는 제안된 기타의 목적 또는 장점을 반드시 달성할 필요는 없음을 이해할 것이다.

<11> 본 발명의 또 다른 측면, 특징 및 장점은 하기의 바람직한 구현예에 대한 상세한 설명에서 더욱 명확해질 것이다.

<12> 상술한 본 발명의 특징 및 기타의 특징에 대하여, 본 발명을 비제한적으로 예시하는 바람직한 구현예에 관한 상기의 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 상기 도면은 예시를 목적으로 단순화한 것이며 실물의 크기는 아니다.

효 과

<13> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 UV 조사 챔버 세정방법은 UV 조사를 통해 반도체 공정용 UV 조사 챔버, 더 구체적으로는 이 챔버에 형성된 투광창을 세정하는 데 유리하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<14> 본 발명을 다음의 특정 구현예를 참조하여 기술하나 이들 구현예가 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

<15> 한 구현예에서, 본 발명은: (i) UV 조사 챔버의 투광창을 통과한 UV광을 기판에 조사한 후, 상기 챔버 외부에 세정기체의 라디칼종(radical species)을 발생시키는 단계; 및 (ii) UV 조사 챔버의 외부에 생긴 상기 라디칼종을 챔버 속으로 투입함으로써, 투광창을 세정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 UV 조사 챔버 세정방법을 제공한다.

<16> UV 조사 방법은 미국특허 제6,759,908호 및 제6,296,909호에 개시된 것을 포함한 적절한 방법이 될 수 있으며, 이의 내용 전체를 본 명세서에 참고로 수록하였다. 일반적으로 상기 방법은 UV 조사 챔버에 제공된 서셉터(susceptor)에 배치된 기판(예, 반도체 기판)에, UV 광원 및 서셉터 사이에서 UV 챔버에 제공된 투광창을 통해 UV광을 조사함으로써, 상기 기판을 가공하는 것을 포함한다.

<17> 한 구현예에서, UV 조사에 앞서서, PECVD, PEALD, PVD 등을 이용하여 Si, C, H, O 및 선택적으로 N으로 구성된 필름을 기판에 형성할 수 있다. 상기에서, UV 조사방법은 필름 경화법이다. UV 조사 방법은 경화법에 한정되지

않으며, 어떤 구현예에서는 광-CVD법을 이용하기도 한다.

<18> 필름은 특별히 한정되지 않으나, 저유전성 박막이나 실리콘 카복사이드 박막을 포함한다. 기판에 형성된 박막이 UV 조사 챔버 내에서 경화될 때, UV 조사 챔버 내의 화학구조가 분해되면서 다량의 탈기체가 박막으로부터 발생한다. 탈기체는 탄화수소류로 구성된다. 탈기체는 투광창을 포함한 UV 조사 챔버의 내벽면에 축적된다. 축적된 탈기체의 침적물은 투광창을 통한 UV 투광을 방해하여 경화 효율을 저하시킨다. 따라서 특히 투광창은 아주 깨끗하게 유지해야 한다.

<19> 한 구현예에서, 세정기체의 라디칼종은 UV 조사 챔버의 외부로부터의 UV 조사를 제외한 다른 방법에 의해 발생된다. UV 조사로 세정기체의 라디칼종을 발생할 수 있으나 충분한 양의 라디칼종을 수득하긴 어렵다. 이 양은 빛의 파장과 강도에 따라 달라진다. 예를 들어, 고압 수은등은 수 내지 수십 ppm 범위로 산소로부터 오존을 발생하기도 한다. Xe 엑시머 레이저는 수 %의 산소를 오존으로 전환시킨다. 어떤 구현예에서, 라디칼종은 원격 플라즈마 장치에서 발생된다. 세정기체가 산소일 경우, 원격 플라즈마 장치 대신 오존기 또는 오존 발생기를 이용할 수 있다. 외부에서 여기된 (라디칼)종은 더 높은 에너지를 가지며, 종래의 UV 조사보다 투광창을 더욱 효과적으로 세정할 수 있다.

<20> 한 구현예에서, 라디칼종은 UV 조사 챔버 외부에서 그 내부로 투입되며, 이에 의해 투광창을 세정한다. 세정기체는 산소 기체일 수 있다. 어떤 구현예에서, 원격 플라즈마 장치를 이용하면 약 80% 정도의 고비율의 산소가 오존으로 전환될 수 있다. 그러나, 오존의 수명이 짧아 라디칼 일부는 UV 조사 챔버에 도달할 때까지 유지되지 못한다. 따라서, 바람직한 구현예에서, 투광창을 통해 라디칼종에 UV광을 조사함으로써 상기 라디칼종을 추후 여기시킨다.

<21> 원격 플라즈마 장치(예, MKS사에 제품임 ASTRON™)를 산소 기체를 여기시키는 데 이용할 경우, UV 조사 챔버 내에서 압력과 유동을 조절함으로써 세정 공정을 제어할 수 있다. 한 구현예에서 상기 압력은 10 Torr 이하(예를 들어, 1 내지 7 Torr)이고, 산소 기체의 유량은 0.1 내지 10 slm(예를 들어, 0.3 내지 1 slm)이며, Ar, He, Kr 또는 Xe 등의 불활성 기체의 유량은 0.5 내지 15 slm(예를 들어, 1 내지 5 slm; 산소 기체보다 큼)이고, 또한 세정 시간은 5 내지 1,000초(예를 들어, 10 내지 600초, 50 내지 200초)이다. 바람직하게, 상술한 바에 있어서, UV 조사는 UV광이 1 mW/㎠ 내지 500 mW/㎠(예를 들어, 100 mW/㎠ 내지 400 mW/㎠)의 강도 및 100 내지 1,000㎚(예를 들어, 200 내지 500㎚)의 파장을 갖는다.

<22> 한 구현예에서, 세정기체는 NF_3, C_2F_6 및 C_3F_8 같이 분자 내에 불소를 함유한 기체이다. 불소함유 기체는 고에너지를 가지며 투광창을 효과적으로 세정할 수 있다. 그러나, 다른 한편으로, 불소함유 기체는 표면을 부식시켜 투광창을 손상시킬 수도 있다. 일반적으로 투광창은 합성 유리(산화규소)로 제조되며, 이 합성 유리는 불소-함유 기체에 의해 에칭되기 쉽다. 바람직한 구현예에서, 투광창은 불소-함유 기체에 내성인 재료로 구성되기도 한다. 한 구현예에서, 투광창은 CaF_2, MgF_2, BaF_2 또는 Al_2O_3의 결정으로 구성할 수도 있다. 또다른 구현예에서, 투광창은 CaF_2, MgF_2 BaF_2, 또는 Al_2O_3로 피복된 합성 석영으로 구성되기도 한다. 예를 들어, CaF_2는 SiO_2보다 높은 투과율을 가지므로 바람직하다.

<23> 불소-함유 기체를 세정기체로 사용할 경우, 별도의 UV 조사를 행할 수 있다 해도 UV 조사 챔버에서 행할 필요는 없다. 한 구현예에서, 세정 조건은 다음과 같다: 압력은 10 Torr 이하(예를 들어, 1 내지 7 Torr)이고, 불소-함유 기체(예, NF_3)의 유량은 0.1 내지 5 slm(예를 들어, 0.5 내지 1.5 slm)이며, Ar, He, Kr 또는 Xe 등의 불활성 기체의 유량은 1 내지 15 slm(예를 들어, 1 내지 5 slm; 불소-함유 기체보다 큼)이고, 또한 세정 시간은 5 내지 1,000초(예를 들어, 10 내지 600초, 50 내지 200초)이다.

<24> 상기에 있어서, 세정기체로 산소 기체 및 불소-함유 기체를 조합하여 사용할 수 있다.

<25> 한 구현예에서, 투광창은 기판의 110 내지 150%의 직경(예를 들어, 120 내지 130%)(예를 들어, 300㎜의 직경을 가진 기판인 경우 360 내지 380㎜), 및 진공 조건에서 사용하기 충분한 10 내지 30㎜의 두께(예를 들어, 약 20㎜)를 가질 수 있다. 한 구현예에서, 투광창과 기판간 거리는 5 내지 30㎜(예를 들어, 10 내지 20㎜)이다.

<26> 한 구현예에서, 본 발명은 UV 조사를 통해 반도체를 가공처리하고 반도체 공정용 UV 조사 챔버를 세정하는 방법을 제공하며, 이 방법은: (i) UV 광원과 UV 조사 챔버의 서셉터 사이에서 UV 조사 챔버에 제공된 투광창을 통해 기판에 UV광을 조사함으로써, 상기 서셉터에 위치한 반도체 기판을 가공처리하는 단계; 및 (ii) 상기 가공처리 단계 완료 후, 상기 UV 챔버의 외부로부터 투광창과 서셉터 사이에 규정된 공간 속으로 세정기체의 라디칼종을 투입함으로써, 상기 투광창을 세정하는 단계를 포함한다. 상기 가공처리 단계에서, UV광은 100 내지 500㎚(예를

들어, 200 내지 400㎚)의 파장을 갖는다.

<27> 본 발명을 한정하지 않는 바람직한 구현예 및 도면을 참조하여 상세히 기술한다.

<28> 본 발명의 상세한 설명에서 조건이나 구성에 대하여는 특정하지 않으며, 당해 분야의 기술자라면 본 명세서의 내용에 따라 통상의 실험을 거쳐 상기와 같은 조건이나 구성을 용이하게 제공할 수 있을 것이다.

<29> 도 1은 본 발명의 구현예에 이용되는 UV 조사 장치를 도시하는 개략 구성도이다. 이 장치는 진공 내지 대기압에 가까운 범위의 압력 조건으로 제어될 수 있는 챔버와 이 챔버에 설치된 UV 조사 장치를 포함한다. 구체적으로, 이 장치는 UV 램프(4), 조사창(2), 기체 투입구(3), UV 조사 챔버(1), 히터 테이블(8), 감압 펌프에 연결된 배기구(5), LL 아암(6)을 구비하고 UV 조사 챔버에 연결된 하중 로크 챔버(7)를 포함한다. 그러나 이 장치는 UV 조사가 가능하다면 굳이 상기 도면에 수정을 가할 필요가 없다는 점에 유의한다.

<30> 상기 UV 조사 장치는 연속적 혹은 단속적으로 UV광을 방출하는 UV 이미터(4), 상기 이미터와 평행하면서 이에 대향하여 설치된 히터(8), 및 이들 사이의 한 위치에서 UV 이미터(4)와 상기 히터(8)에 평행하면서 이에 대향하여 설치된 조사창 유리(2)를 구비한다. 조사창(2)은 반응기를 대기에 대해 차단하면서 UV광을 조사함으로써, 균일한 UV 조사를 달성하는데 이용된다. UV 조사 장치의 UV 이미터(4)에 있어서, 다수의 관형 이미터가 서로 평행하게 설치되며 이들 이미터의 레이아웃은 도 1에서 보는 바와 같이 균일한 투광을 달성하기에 적합하게 배치된다. 반사기(9)는 각 UV 이미터로부터 조사된 UV광이 박막 위에 적절히 반사되도록 하기 위해 설치되며(반사기는 UV 램프 상에 설치된 우산과 유사함), 반사기(9)의 각도는 균일한 투광을 달성하기에 적절한 크기로 조정된다.

<31> 도 2(a) 및 2(b)의 개략 구성도에서 보는 바와 같이, 상기 장치는 조사창 유리(2)가 고정되는 플랜지(11)를 구비하며, 이 플랜지는 진공 내지 대기압의 압력 범위로 제어될 수 있는 챔버(1) 내의 기판 처리부를, UV광을 연속 혹은 단속적으로 조사하는 UV 이미터(4)로부터 분리할 수 있다. 상기 플랜지(11)는 기체 투입구(3)에 연결되며 다수의 기체방출구는 소정의 간격을 두고 원주 방향으로 배치됨으로써 기체를 상기 원주의 해당 위치로부터 내부로 균일하게 방출한다. 구체적으로, 기체는 플랜지(11)를 통해 투입되며, 다수의 기체 투입구는 대칭으로 배치되어 균일한 가공처리 환경을 창출한다. UV 이미터(4)는 쉽게 제거 및 교환할 수 있는 방식으로 구성된다.

<32> 도 4의 개략 구성도에서 보는 바와 같이, 기판 처리부의 압력은 배기구(5)에 구비된 압력 제어밸브(21)로 조정한다. UV 방출부는 또한 밀폐된 공간이며, 퍼지 가스(대기, N_2 등에 의해 정화된)를 위한 투입구와 방출구(도시되지 않음)를 갖는다.

<33> UV 조사법의 예를 들면 다음과 같다. 그러나, 본 발명은 이들 구현예에 특별히 한정되지 않는 것에 유의한다. 먼저, Ar, CO, CO_2, C_2H_4, CH_4, H_2, He, Kr, Ne, N_2, O_2, Xe, 알코올 기체 및 유기 기체 중에서 선택된 기체는 챔버(1)에 투입하여 약 0.1 Torr 내지 대기압의 압력(1 Torr, 10 Torr, 50 Torr, 100 Torr, 1,000 Torr 및 상술한 범위 내의 값을 포함)하의 환경을 형성하며, 이어서 가공처리 대상인 반도체 기판은 게이트 밸브를 통해 하중 로크 챔버(7)로부터 이동하여 약 0℃ 내지 650℃의 온도(10℃, 50℃, 100℃, 200℃, 300℃, 400℃, 500℃, 600℃ 및 상술한 범위 내의 값을 포함, 바람직하게는 300 내지 450℃)로 설정된 히터(8)에 위치했다. 그 후 약 100㎚ 내지 400㎚의 파장(150㎚, 200㎚, 250㎚, 300㎚, 350㎚ 및 상술한 범위 내의 값을 포함, 바람직하게는 약 200㎚)과 1㎽/㎠ 내지 1,000㎽/㎠의 출력(10㎽/㎠, 50, 100, 200, 500, 800 및 상술한 범위 내의 임의 값을 포함)을 가진 UV광을 UV 이미터(4)로부터 적절한 거리(간격)(1 내지 100㎝)를 두고 약 1㎐ 내지 1,000㎐의 주파수(10㎐, 100㎐, 200㎐, 500㎐ 및 상술한 범위 내의 값을 포함)에서 연속 또는 단속적으로 반도체 기판의 박막 상에 조사한다. 조사 시간은 약 1초 내지 20분(5초, 10초, 20초, 50초, 100초, 200초, 500초, 1,000초 및 상술한 범위 내의 값을 포함)의 범위이다. 챔버(1) 내의 기체는 배기구(5)를 통해 방출된다.

<34> 이 반도체 제조 장치는 자동 순서에 따른 상술한 일련의 가공처리 단계를 수행하고, 이 수행된 가공처리 단계들은 기체 투입, UV광 조사, 조사 중지 및 기체 투입 중지 등을 포함한다.

<35> UV 조사 결과로 탈기체가 반도체 기판의 박막에서 발생하면, 탈기체를 구성하는 물질이 합성 석영 등으로 제작된 조사창 유리 및 챔버의 내벽 상에 침적한다. 조사창에 침적된 오염물은 UV광을 흡수하고 경화 효율을 감소시킨다. 챔버 내벽에 침적된 오염물은 벽에서 분리될 때 입자들을 생성할 수 있다.

<36> 세정은 이들 오염물을 제거하기 위한 것이다. 예를 들어, UV광을 이용하여 O_2를 오존화하고 오염물을 이 오존과 반응시켜 제거함으로써 세정한다. UV광에 의해 오존화된 O_2의 비율이 매우 낮기 때문에, 본 발명의 한 구현예에서 상기 O_2는 챔버에 투입되기 전 원격 플라즈마 장치를 이용하여 라디칼로 전환시키고, 결과로 나온 O_2 라디칼

은 다시 UV광으로 오존화시켜 오존 생성 효율을 증대한다. 도 3은 원격 플라즈마 장치(31)가 UV 챔버(1)와 연결되어 있는 상태의 개략 구성도를 도시한다. 세정기체는 원격 플라즈마 장치(31)에 투입되고, 여기서 여기된 후 다시 UV 챔버(1)로 이동 투입된다.

<37> 한편, 경화될 박막이 오존이나 다량의 침적물에 의해 분해되지 않는 침적물을 생성할 때 오존만으로는 충분히 세정할 수 없는 경우라면, 본 발명의 한 구현예에 따라 NF_3를 세정기체로 사용할 수 있다. 구체적으로, NF_3를 이것이 분해하여 불소 라디칼을 생성할 원격 플라즈마 장치(도 3 참조)에 투입하고, 상기 발생된 불소 라디칼을 챔버에 투입하여 조사창 및 내부 챔버벽에 부착된 오염물을 분해 제거한다.

<38> 그러나, 이들 불소 라디칼은 비록 반응기 내에서 오염물을 분해 제거하는 효과는 있다고 해도, 합성 석영으로 제작된 조사창의 표면을 부식하는 부작용도 야기하므로 결국 UV 투과율은 감소한다.

<39> 도 5는 분광광도계를 이용하여 측정한 결과를 도시하며, 조사창 유리(두께: 20㎜)에 의해 투과된 빛의 양을 나타낸다. 상기 측정은 합성 석영(SiO_2) 유리 및 CaF_2 유리를 이용하여 행하였다. 도 5에서, 먼저 조사창 유리의 UV 투과율(%)을 측정한 뒤 저-k 박막(SiCOH 막)이 형성된 기판(300㎜)을 UV 챔버로 이동시켜 하기와 같은 조건하에 경화했다:

<40> 압력: 1 내지 100 Torr, 투입 기체: N_2, 온도: 300 내지 450℃, 기판과 조사창 간의 거리: 0.1 내지 10cm, UV 파장: 100 내지 400㎚, 출력: 5 내지 400mW/㎠, 조사 시간: 60 내지 600초.

<41> 상술한 조건 하에 UV광에 의해 저-k 박막이 경화된 후, 조사창 유리의 UV 투과율(%)을 다시 측정했다(UV 조사는 단 1회만 시행).

<42> 그 다음, UV 챔버의 내부를 세정했다. 세정 조건은 하기와 같다:

<43> 원격 플라즈마 장치: ASTRON™, 세정기체: NF_2, 챔버 압력: 1 내지 10 Torr, 세정기체의 유량: 0.5 내지 2 slm, Ar 기체의 유량: 2 내지 5 slm, 세정 시간: 1분.

<44> 세정 후, 조사창 유리의 UV 투과율(%)을 다시 측정했다.

<45> 그 결과, 합성 석영(SiO_2)은 초기 조건에서 200㎚ 이상의 파장을 가진 UV광을 90% 이상을 투과했지만 저-k 박막이 UV광에 의해 경화된 경우에는, 도 5에서 보는 바와 같이, 300㎚ 이하의 파장을 가진 빛에 대해 투과율이 약 1 내지 2% 정도 하락한 것으로 나타났다. 원격 플라즈마 장치를 이용하여 NF_3 세정을 1분간 행한 후에는 투과율이 크게 떨어졌으며, 그 하락폭은 200㎚ 파장의 빛일 때 10% 정도로 컸다. 유리 표면의 미백화 및 조면화(roughening) 역시 가시적으로 관측되었다.

<46> 한편, SiO_2 실험과 유사한 방식으로 CaF_2 유리창을 이용하여 실험한 결과, 조사창이 불소 내성의 CaF_2 로 제작된 경우 불소 부식이 방지되었으며, NF_3를 이용한 라디칼 세정 효과도 도 5에서 보는 바와 같이 향상되었다. 이 실험에서, CaF_2를 불소 내성을 고려하여 이용했다. CaF_2는 또한 전체 투과율이 SiO_2의 경우보다 높기 때문에 바람직하다. 구체적으로, 투과율은 초기 조건에서 92 내지 94% 였으며 저-k 박막 경화 후에는 약 1% 하락했다. 그러나, 원격 플라즈마 장치를 이용하여 NF_3 세정하고서 1분 후, 투과율은 초기 수준으로 회복되었다(세정 후 측정된 투과율은 초기 조건에서의 수준보다 더 높았지만, 이는 이미 초기 조건에서 침적되었던 오염물을 제거 또는 세정함으로써 야기되거나 측정 오류 탓일 수도 있다). 미백화 또는 조면화 현상은 가시 관측되었다. 이것으로 CaF_3 유리가 충분한 수준의 불소 내성을 갖고 있음이 확인된다.

<47> 상술한 바와 같이, 본 발명의 구현예에서 UV 챔버의 세정 속도는, UV 조사창을 원격 플라즈마 장치로 세정하거나 또는 불소 내성의 조사창을 이용하여 이 창을 고세정력을 가진 불소 세정기체로 세정함으로써, 크게 증가할 수 있다.

<48> 당해 분야의 지식을 가진 자라면 본 발명의 사상에서 벗어나지 않는 한도에서 수많은 각종 변형이 가능함을 이해할 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시된 본 발명의 다양한 형태는 다만 예시를 위한 것일 뿐 본 발명의 범위를 한정하지 않음이 명백하다.

도면의 간단한 설명

<49> 도 1은 본 발명의 한 구현예에서 이용되는 UV 조사 장치를 도시하는 개략 구성도이고;

<50> 도 2a는 본 발명의 한 구현예에서 이용되는 UV 조사 챔버를 도시하는 개략 구성도이고;

<51> 도 2b는 도 2a에 도시한 UV 조사 챔버의 평면도를 도시하는 개략 구성도이고;

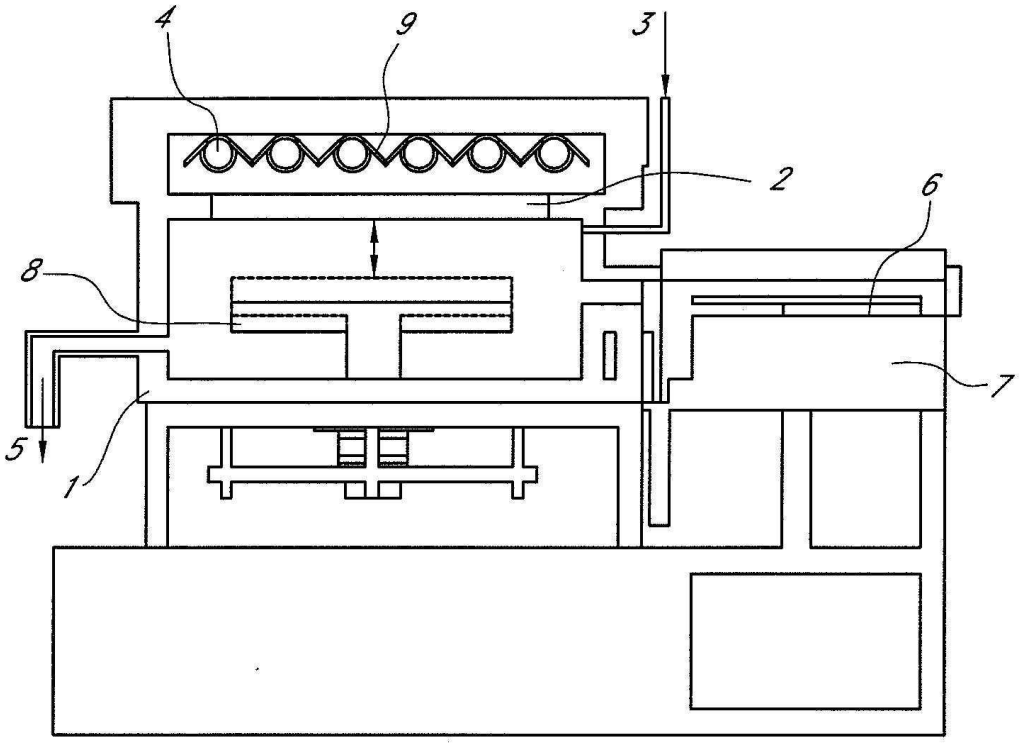
<52> 도 3은 원격 플라즈마 장치가 부착된, 본 발명의 한 구현예에서 이용되는 UV 조사 챔버를 도시하는 개략 구성도이고;

<53> 도 4는 본 발명의 한 구현예에서 이용되는 UV 조사 챔버를 도시한 개략 구성도이고; 및

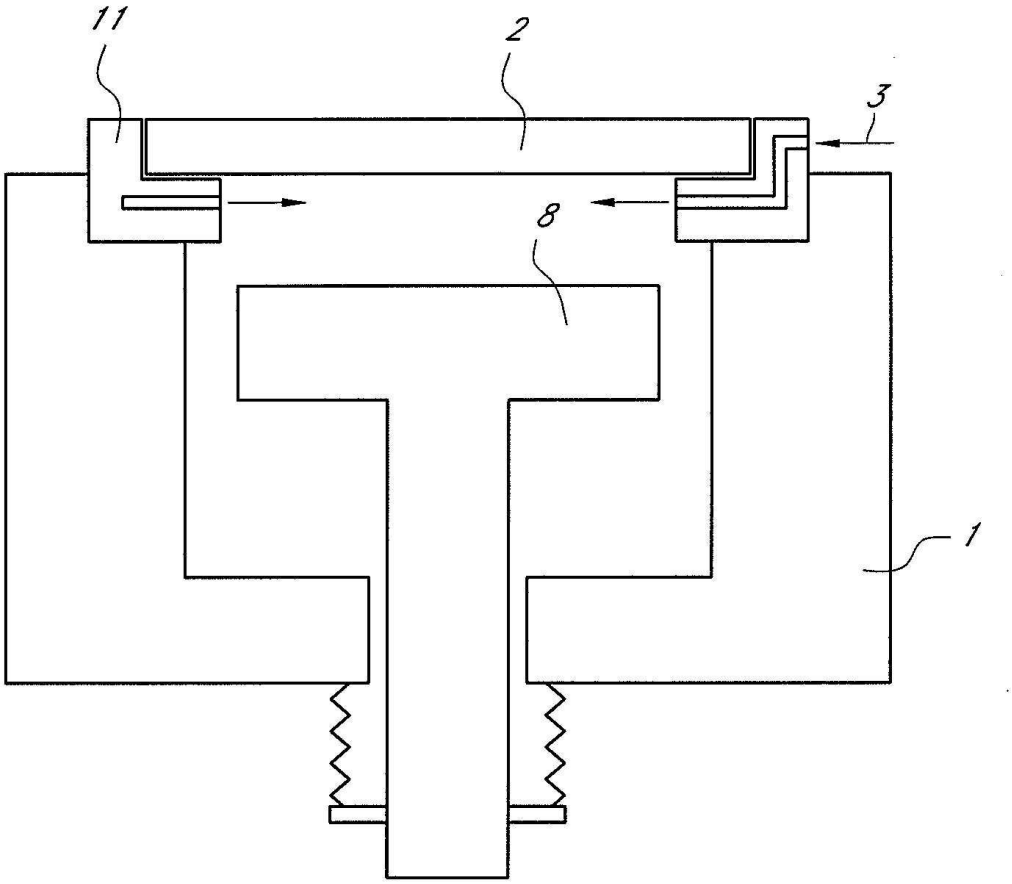
<54> 도 5는 실시예에서 UV 투과율(%) 및 파장(nm) 간의 관계를 나타내는 그래프이다.

도면

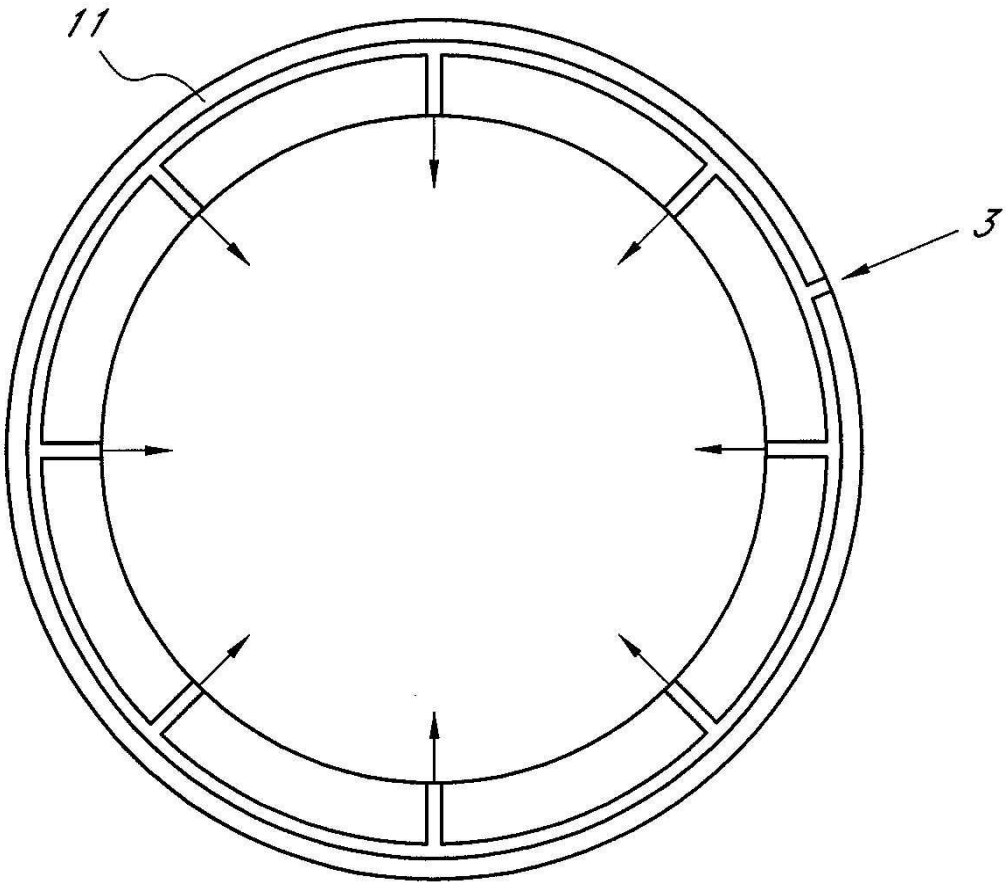
도면1



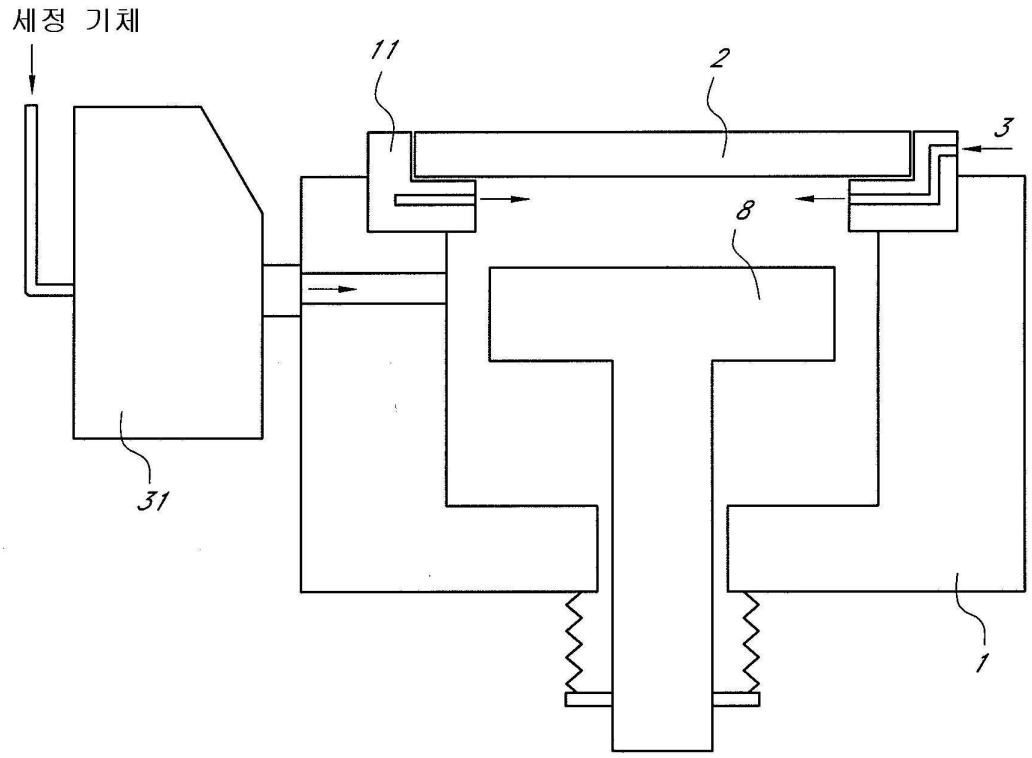
도면2a



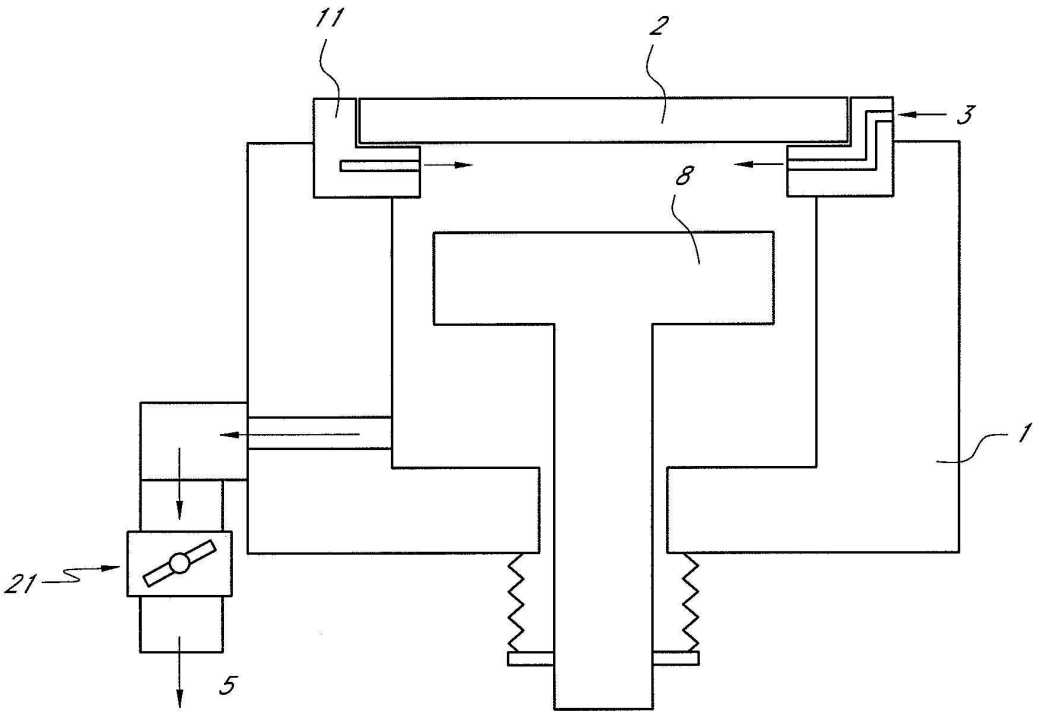
도면2b



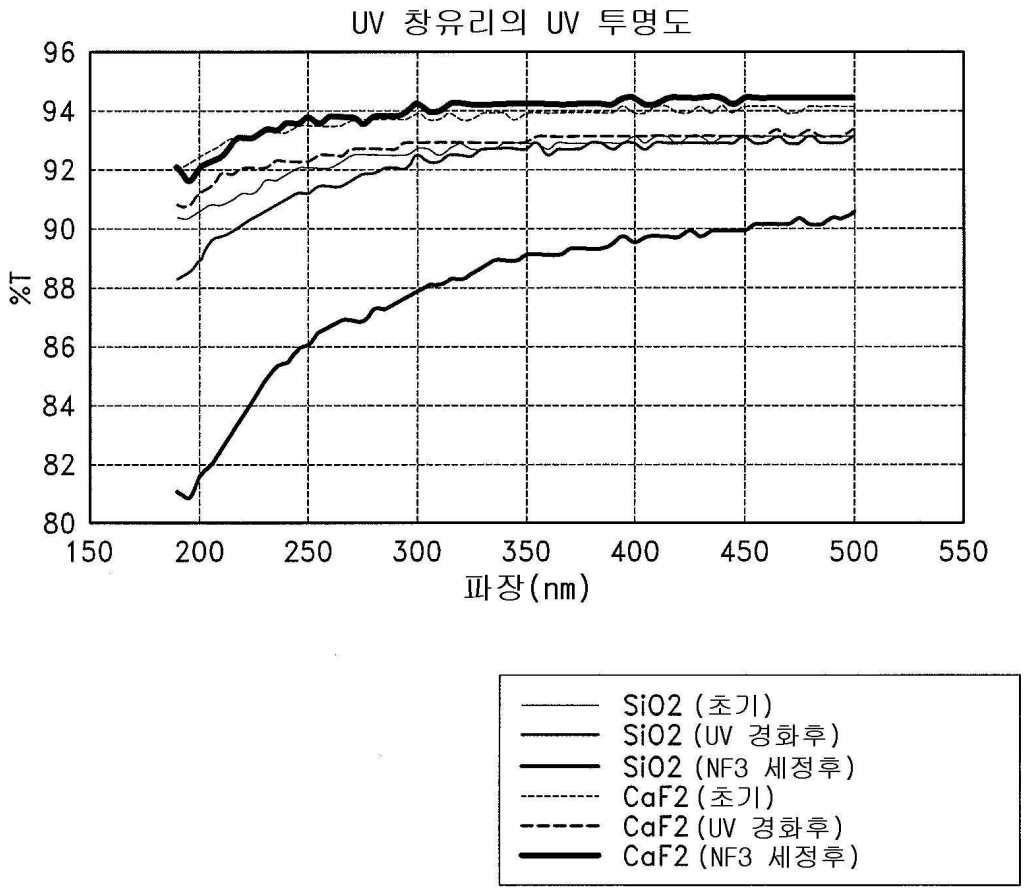
도면3



도면4



도면5


UV 창유리의 UV 투명도
96
94
92
90
88
86
84
82
80
%T
150
200
250
300
350
400
450
500
550
파장(nm)
SiO2 (초기)
SiO2 (UV 경화후)
SiO2 (NF3 세정후)
CaF2 (초기)
CaF2 (UV 경화후)
CaF2 (NF3 세정후)