



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년08월10일  
 (11) 등록번호 10-1173324  
 (24) 등록일자 2012년08월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01J 65/00* (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)  
*H05H 1/24* (2006.01) *H01J 65/04* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7000541
- (22) 출원일자(국제) 2005년07월07일  
 심사청구일자 2010년07월07일
- (85) 번역문제출일자 2007년01월09일
- (65) 공개번호 10-2007-0056036
- (43) 공개일자 2007년05월31일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2005/024095
- (87) 국제공개번호 WO 2006/017119  
 국제공개일자 2006년02월16일
- (30) 우선권주장  
 10/888,434 2004년07월09일 미국(US)  
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌  
 US20020186815 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
**에너지텍 테크놀로지 아이엔씨.**  
 미국, 매사츄세츠 01801, 워번, 컨스터튜셔널 웨이 7
- (72) 발명자  
**스미스, 도날드, 케이.**  
 미국, 매사츄세츠 02478, 벨몬트, 빌리지 힐 로드 10  
**혼, 스테판, 에프.**  
 미국, 매사츄세츠 01824, 첼름스포트, 플레전트 스트리트 10  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**신영무**

전체 청구항 수 : 총 13 항

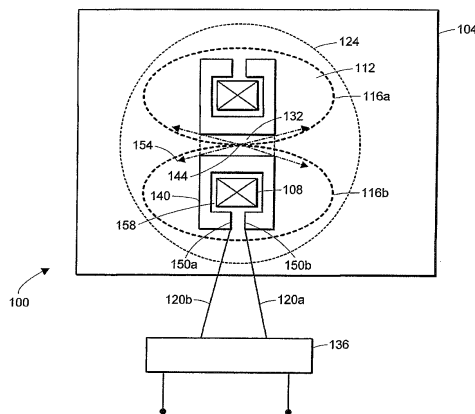
심사관 : 양기성

(54) 발명의 명칭 **유도성 구동 플라즈마 광원**

**(57) 요약**

광을 형성하기 위한 장치는 챔버 방전 영역을 갖고 이온화가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 장치는 또한 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어를 포함한다. 장치는 또한 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 적어도 하나의 에너지 펄스를 상기 자기 코어에 제공하기 위한 펄스 전력 시스템을 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**메첸, 매튜, 엠.**

미국, 매사추세츠 01810, 앤도버, 포브스 레인 9

**블랙보로우, 폴, 에이.**

미국, 매사추세츠 02138, 캠브릿지, 마틴 스트리트  
18

(30) 우선권주장

10/888,795 2004년07월09일 미국(US)

10/888,955 2004년07월09일 미국(US)

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

광원에 있어서:

플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버;

상기 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어;

패러데이 유도법칙(Faraday's law of induction)에 따라 트랜스포머의 이차 코어를 형성하는 상기 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달하기 위하여, 적어도 하나의 에너지 펄스를 상기 자기 코어에 제공하기 위한 펄스 전력 시스템 ? 상기 플라즈마는 국부적 강도 지역을 가짐 ? ; 및

상기 국부적 강도 지역을 생성하는 상기 챔버 내의 피처를 포함하고,

상기 국부적 강도 지역은 상기 플라즈마가 네크를 형성하도록 핀치되는, 상기 플라즈마 내의 다른 위치에 비해 증가된 에너지 강도의 영역인, 광원.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 지역은 상기 플라즈마에 의해 국부적으로 방출되는 광의 점원인 광원.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항에 있어서, 기체압이 상기 지역을 형성하는 광원.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 플라즈마의 전류 흐름이 상기 지역을 형성하는 광원.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 피처는 상기 플라즈마에 의한 광의 방사를 국부화하도록 구성되는 광원.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 자기 코어에 제공되는 상기 적어도 하나의 에너지 펄스는 상기 플라즈마를 형성하는 광원.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 펄스 전력 시스템은 에너지 저장 장치를 포함하는 광원.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 상기 펄스 전력 시스템은 자기 펄스 압축 형성기를 포함하는 광원.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 상기 펄스 전력 시스템은 각 에너지 펄스를 상기 자기 코어에 선택적으로 전달하기 위한 자기 스위치를 포함하는 광원.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 상기 펄스 전력 시스템은 포화 가능 인덕터를 포함하는 광원.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 상기 자기 코어는 상기 챔버에 위치한 채널 영역에 적어도 필수적으로 Z 펀치를 형성하도록 구성되는 광원.

**청구항 14**

제1항에 있어서, 상기 자기 코어는 상기 챔버에 위치한 채널 영역에 적어도 필수적으로 모세관 방전을 발생하도록 구성되는 광원.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 상기 플라즈마는 페러데이의 유도법칙에 따라 트랜스포머의 이차 코어를 형성하는 플라즈마 루프(plasma loop)인 광원.

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

삭제

- 청구항 28
- 삭제
- 청구항 29
- 삭제
- 청구항 30
- 삭제
- 청구항 31
- 삭제
- 청구항 32
- 삭제
- 청구항 33
- 삭제
- 청구항 34
- 삭제
- 청구항 35
- 삭제
- 청구항 36
- 삭제
- 청구항 37
- 삭제
- 청구항 38
- 삭제
- 청구항 39
- 삭제
- 청구항 40
- 삭제
- 청구항 41
- 삭제
- 청구항 42
- 삭제
- 청구항 43
- 삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

- 청구항 60  
삭제
- 청구항 61  
삭제
- 청구항 62  
삭제
- 청구항 63  
삭제
- 청구항 64  
삭제
- 청구항 65  
삭제
- 청구항 66  
삭제
- 청구항 67  
삭제
- 청구항 68  
삭제
- 청구항 69  
삭제
- 청구항 70  
삭제
- 청구항 71  
삭제
- 청구항 72  
삭제
- 청구항 73  
삭제
- 청구항 74  
삭제
- 청구항 75  
삭제

- 청구항 76  
삭제
- 청구항 77  
삭제
- 청구항 78  
삭제
- 청구항 79  
삭제
- 청구항 80  
삭제
- 청구항 81  
삭제
- 청구항 82  
삭제
- 청구항 83  
삭제
- 청구항 84  
삭제
- 청구항 85  
삭제
- 청구항 86  
삭제
- 청구항 87  
삭제
- 청구항 88  
삭제
- 청구항 89  
삭제
- 청구항 90  
삭제
- 청구항 91  
삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

청구항 95

삭제

청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

- 청구항 108  
삭제
- 청구항 109  
삭제
- 청구항 110  
삭제
- 청구항 111  
삭제
- 청구항 112  
삭제
- 청구항 113  
삭제
- 청구항 114  
삭제
- 청구항 115  
삭제
- 청구항 116  
삭제
- 청구항 117  
삭제
- 청구항 118  
삭제
- 청구항 119  
삭제
- 청구항 120  
삭제
- 청구항 121  
삭제
- 청구항 122  
삭제
- 청구항 123  
삭제

청구항 124

삭제

청구항 125

삭제

청구항 126

삭제

청구항 127

삭제

청구항 128

삭제

청구항 129

삭제

청구항 130

삭제

청구항 131

삭제

청구항 132

삭제

청구항 133

삭제

청구항 134

삭제

청구항 135

삭제

청구항 136

삭제

청구항 137

삭제

청구항 138

삭제

청구항 139

삭제

- 청구항 140  
삭제
- 청구항 141  
삭제
- 청구항 142  
삭제
- 청구항 143  
삭제
- 청구항 144  
삭제
- 청구항 145  
삭제
- 청구항 146  
삭제
- 청구항 147  
삭제
- 청구항 148  
삭제
- 청구항 149  
삭제
- 청구항 150  
삭제
- 청구항 151  
삭제
- 청구항 152  
삭제
- 청구항 153  
삭제
- 청구항 154  
삭제
- 청구항 155  
삭제

- 청구항 156
- 삭제
- 청구항 157
- 삭제
- 청구항 158
- 삭제
- 청구항 159
- 삭제
- 청구항 160
- 삭제
- 청구항 161
- 삭제
- 청구항 162
- 삭제
- 청구항 163
- 삭제
- 청구항 164
- 삭제
- 청구항 165
- 삭제
- 청구항 166
- 삭제
- 청구항 167
- 삭제
- 청구항 168
- 삭제
- 청구항 169
- 삭제
- 청구항 170
- 삭제
- 청구항 171
- 삭제

- 청구항 172  
삭제
- 청구항 173  
삭제
- 청구항 174  
삭제
- 청구항 175  
삭제
- 청구항 176  
삭제
- 청구항 177  
삭제
- 청구항 178  
삭제
- 청구항 179  
삭제
- 청구항 180  
삭제
- 청구항 181  
삭제
- 청구항 182  
삭제
- 청구항 183  
삭제
- 청구항 184  
삭제
- 청구항 185  
삭제
- 청구항 186  
삭제
- 청구항 187  
삭제

- 청구항 188
- 삭제
- 청구항 189
- 삭제
- 청구항 190
- 삭제
- 청구항 191
- 삭제
- 청구항 192
- 삭제
- 청구항 193
- 삭제
- 청구항 194
- 삭제
- 청구항 195
- 삭제
- 청구항 196
- 삭제
- 청구항 197
- 삭제
- 청구항 198
- 삭제
- 청구항 199
- 삭제
- 청구항 200
- 삭제
- 청구항 201
- 삭제
- 청구항 202
- 삭제
- 청구항 203
- 삭제

청구항 204

삭제

청구항 205

삭제

청구항 206

삭제

청구항 207

삭제

청구항 208

삭제

청구항 209

삭제

청구항 210

삭제

청구항 211

삭제

청구항 212

삭제

청구항 213

삭제

청구항 214

삭제

청구항 215

삭제

청구항 216

삭제

청구항 217

삭제

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 플라즈마를 형성하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 특히 유도성 구동 플라즈마 광원을 제 공하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0002] 플라즈마 방전은 여러 어플리케이션에서 이용될 수 있다. 예를 들어, 플라즈마 방전은 이온, 자유 라디칼, 원자 및 분자를 함유하는 활성화된 기체를 형성하기 위해 기체를 여기하는 데에 이용될 수 있다. 플라즈마 방전은 또한 전자기적 방사 (예를 들어, 광)를 형성하는 데에 이용될 수 있다. 플라즈마 방전의 결과로 발생된 전자기적 방사는 그 자체로 여러 어플리케이션에서 이용될 수 있다. 예를 들어, 플라즈마 방전으로 발생된 전자기적 방사는 반도체 웨이퍼의 제조에 이용되는 리소그래피 시스템에서 조명원일 수 있다. 플라즈마 방전으로 형성된 전자기적 방사는 현미경 시스템, 예를 들어, 소프트 X 레이 현미경 시스템에서 조명원으로 이용될 수 있다. 광의 파라미터 (예를 들어, 파장 및 파워 레벨)는 어플리케이션에 따라 크게 다르다.
- [0003] (예를 들어, 극 자외선 및 x레이) 플라즈마 광원에서의 현재 기술 상태는 고 에너지 레이저 빔, 전자 또는 그 외 입자를 갖는 타겟 물질을 가격 (bombard)하거나 또는 전극 간의 전기적 방전에 의해 형성된 플라즈마로 이루어진다. 다량의 에너지가 타겟 물질을 향해 레이저빔, 전자 또는 그 외 입자를 형성하여 투사하는 데에 이용된다. 전원은 작업 가스에 매우 높은 온도인 고밀도의 플라즈마를 형성하기 위해서 전도성 전극 사이에 전기적 방전을 형성할 만큼 큰 전압을 형성해야 한다. 그러나 결과적으로 플라즈마 광원은 전극으로부터 원치않는 입자 방사를 형성하게 된다.
- [0004] 따라서 본 발명의 주요 목적은 플라즈마 원을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 바람직하지 않은 방출 (예를 들어, 입자, 적외선 및 가시 광선)을 최소화하는 플라즈마 원을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 고밀도의 광원을 제공하는 것이다.
- [0005] 본 발명의 다른 목적은 반도체 제조를 위해 개선된 리소그래피 시스템을 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 개선된 현미경 시스템을 제공하는 것이다.

**발명의 상세한 설명**

- [0006] 본 발명은 전자기적 방사를 형성하기 위한 플라즈마 원에 특성이 있다.
- [0007] 본 발명은 일 형태의 광원을 제공한다. 광원은 플라즈마 방전 영역을 가지며 이온화 가능 매체를 포함하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방출 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방출 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 제공하기 위한 펄스 전력 시스템을 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도의 영역을 갖는다.
- [0008] 플라즈마는 플라즈마의 전류의 경로를 따라 전류 밀도가 실질적으로 변할 수 있다. 이 지역은 고 강도의 광의 집원일 수 있다. 이 지역은 플라즈마가 네크를 형성하도록 펀치되는 영역일 수 있다. 플라즈마는 비균일성 플라즈마일 수 있다. 이 영역은 플라즈마에 예를 들어, 기체압, 전력 시스템의 출력, 또는 전류에 의해 형성될 수 있다.
- [0009] 광원은 플라즈마의 비균일성을 형성하기 위한 피처를 챔버에 포함할 수 있다. 이 피처는 플라즈마에 의한 광의 방출을 실질적으로 국부화하도록 형성될 수 있다. 이 피처는 제거 가능하거나 아니면 영구적일 수 있다. 피처는 자기 코어에 관련하여 원격 위치될 수 있다. 일 실시예에서 피처는 이 지역을 형성하기 위해 고 압의 영역을 제조하기 위한 기체 입구일 수 있다. 다른 실시예에서 피처는 기체 입구를 포함할 수 있다. 본 발명의 어떤 실시예에서는 피처나 인서트나 광원의 다른 부분을 냉각하기 위한 냉각 능력을 포함할 수 있다. 특정 실시예에서 냉각 능력은 가압된 과냉 흐름 비등 (subcooled flow boiling)을 포함한다. 광원은 또한 광원의 동작 동안 플라즈마 방전 영역을 교대로 노출할 수 있는 회전 디스크를 포함할 수 있다. 디스크의 적어도 하나의 애퍼츄어는 국부적 고 강도 지역을 형성하는 피처일 수 있다. 회전 디스크는 냉매를 이송하기 위한 중공의 영역을 포함한다. 얇은 기체층은 디스크로부터 냉각면으로 열을 전도할 수 있다.
- [0010] 몇 실시예에서 자기 코어에 공급된 에너지 펄스는 플라즈마를 형성할 수 있다. 각 에너지 펄스는 여러 특성을 가질 수 있다. 각 에너지 펄스는 초당 약 100 펄스와 초당 약 15,000펄스 사이의 주파수로 공급될 수 있다. 각 에너지 펄스는 약 10ns와 약 10 $\mu$ s 사이의 지속 시간 동안 공급될 수 있다. 적어도 하나의 에너지 펄스는 복수의 펄스일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 실시예에서 펄스 전력 시스템은 에너지 저장 장치, 예를 들어, 적어도 하나의 커패시터 및/또는 제2 자기 코어를 포함할 수 있다. 제2 자기 코어는 전력을 플라즈마에 전달하기 위해 각 에너지 펄스를 제1 자기 코어에 방전할 수 있다. 펄스 전력 시스템은 자기 펄스 압축 형성기, 각 에너지 펄스를 자기 코어에

선택적으로 전달하기 위한 자기 스위치, 및/또는 포화 가능 유도체를 포함한다. 광원의 자기 코어는 챔버에 위치한 채널 영역에 적어도 필수적으로 Z 핀치, 또는 챔버의 채널 영역에 적어도 모세관 방전을 발생하도록 구성될 수 있다. 플라즈마 (예를 들어, 플라즈마 루프)는 트랜스포머의 이차 코어를 형성할 수 있다.

[0012] 본 발명의 광원은 이온화 가능 매체를 상기 챔버 내로 유입하기 위한 적어도 하나의 포트를 더 포함할 수 있다. 이온화 가능 매체는 하나 이상의 기체, 예를 들어 크세논, 리튬, 주석, 질소, 아르곤, 헬륨, 불소, 암모니아, 스테난, 크립톤 및 네온 중 적어도 하나 이상의 기체를 포함할 수 있다. 이온화 가능 매체는 챔버 내에서 열적 프로세스나 스퍼터링 프로세스에 의해 증발될 수 있거나 외부로 증발된 다음에 챔버로 유입될 수 있는 고체 (예를 들어, 주석이나 리튬)일 수 있다. 광원은 또한 이온화 원 (예를 들어, 자외선 램프, RF 원, 스파크 플러그 또는 DC 방전원)을 포함할 수 있다. 이온화 원은 제2 자기 코어로부터 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어에 흐르는 유도성 누설 전류일 수 있다.

[0013] 광원은 자기 코어를 적어도 부분적으로 밀봉하는 밀봉물을 포함할 수 있다. 밀봉물은 복수의 구멍을 형성한다. 복수의 플라즈마 루프는 자기 코어가 전력을 플라즈마에 전달할 때 복수의 홀을 통과할 수 있다. 밀봉물은 두 개의 평행 (예를 들어, 디스크 형상) 플레이트를 포함할 수 있다. 평행한 플레이트는 도전성이며 상기 코어 둘레에 일차 권선을 형성한다. 밀봉물은 예를 들어, 구리, 텅스텐, 알루미늄 및 구리-텅스텐 합금과 같은 금속 물질을 포함하거나 이로 형성될 수 있다. 냉매는 국부적 고 강도 지역에 인접하는 위치를 냉각하기 위해 밀봉물을 통해 흐를 수 있다.

[0014] 본 발명의 몇 실시예에서 광원은 여러 다른 이용을 위해 광을 형성하도록 구성될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서 광원은 광원이 플라즈마 방전을 형성할 때 약 100nm 보다 짧은 파장의 광을 발생하도록 구성될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 광원은 광원이 플라즈마 방전을 발생할 때 약 15nm 보다 짧은 파장의 광을 형성하도록 구성된다. 광원은 반도체 제조 리소그래픽 시스템에 적합한 플라즈마 방전을 형성하도록 구성될 수 있다. 광원은 현미경 시스템에 적합한 플라즈마 방전을 형성하도록 구성될 수 있다.

[0015] 본 발명은 다른 형태의 유도성 구동 광원을 제공한다.

[0016] 본 발명의 다른 형태에서, 광원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 포함하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 제1 자기 코어를 갖는 트랜스포머를 포함한다. 광원은 또한 제1 자기 코어와 전류에 의해 연결되는 제2 자기 코어를 포함한다. 광원은 또한 제2 자기 코어에 제1 신호 (예를 들어, 전압 신호)를 공급하기 위한 전원을 포함하고, 이 때 제2 자기 코어는 상기 제2 자기 코어가 포화 되면 상기 제1 자기 코어에 제2 신호를 공급하고, 상기 제1 자기 코어는 상기 제2 신호에 응답하여 상기 이온화 가능 매체로부터 상기 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달한다. 광원은 전류를 전도하기 위해 금속 물질을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 형태에서, 광원은 채널 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 포함하는 챔버를 포함한다. 광원은 채널 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어 및 상기 채널 영역에 적어도 필수적으로 Z 핀치를 형성하도록 상기 이온화 가능 매체를 여기하기 위해 적어도 하나의 에너지 펄스를 상기 자기 코어에 공급하기 위한 펄스 전력 시스템을 포함한다. 플라즈마의 전류 밀도는 약 1KA/cm<sup>2</sup> 보다 클 수 있다. 채널 영역의 압력은 약 100Torr 보다 작다. 다른 실시예에서, 채널 영역의 압력은 약 1Torr 보다 작다. 어떤 실시예에서, 압력은 200mTorr이다.

[0018] 본 발명의 또 다른 형태에서, 광원은 방사된 광의 상당한 부분을 방사하는 국부적 고 강도 지역을 갖는 광 방사 플라즈마를 함유하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 비균일한 광 방사 플라즈마의 일부를 둘러싸는 자기 코어를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 상기 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 제공하기 위한 펄스 전력 시스템을 포함한다.

[0019] 본 발명의 다른 형태에서, 광원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 상기 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 공급하기 위한 수단을 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다.

[0020] 본 발명의 다른 형태에서, 플라즈마 원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 플라즈마 원은 또한 상기 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸고 Z 핀치를 형성하기에 충분한 전류를 상기 플라즈마에 유도하는 자기 코어를 포함한다.

[0021] 일반적으로, 다른 형태의 본 발명은 광 신호를 형성하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 방법은 플라즈마를 챔버 내에 형성할 수 있는 이온화 가능 매체를 유도하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 챔버 내에 플라즈마 방전

영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 인가하여 상기 자기 코어가 상기 플라즈마에 전력을 전달하도록 하는 단계를 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다.

- [0022] 광 신호를 형성하기 위한 방법은 플라즈마의 비균일성을 발생하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 또한 플라즈마에 의한 광의 방사를 국부화하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 비균일성을 발생하는 고압의 영역을 정의하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 플라즈마는 비균일성 플라즈마일 수 있다. 플라즈마는 플라즈마의 전류 흐름의 경로를 따라 전류 밀도가 실질적으로 변할 수 있다. 이 지역은 고 강도 광의 점원일 수 있다. 이 지역은 플라즈마가 네크를 형성하도록 펀치되는 영역일 수 있다. 이 지역에는 챔버의 피쳐가 형성될 수 있다. 이 지역은 기체압으로 형성될 수 있다. 이 지역은 전력 시스템의 출력으로 형성될 수 있다. 플라즈마의 전류 흐름이 이 지역을 형성할 수 있다.
- [0024] 이 방법은 또한 플라즈마 방전 영역에 인서트를 위치시키는 단계를 포함할 수 있다. 인서트는 플라즈마에 의한 광의 방사를 국부화하기 위해 네크 영역을 정의할 수 있다. 인서트는 기체 입구 및/또는 냉각 능력을 포함할 수 있다. 비균일성은 챔버에 위치한 피쳐에 의해 플라즈마에 발생될 수 있다. 피쳐는 플라즈마에 의한 광의 방사를 실질적으로 국부화하도록 구성될 수 있다. 피쳐는 자기 코어에 관련하여 원경 위치될 수 있다.
- [0025] 자기 코어에 공급되는 적어도 하나의 에너지 펄스는 플라즈마를 형성할 수 있다. 각 에너지 펄스는 초당 약 100 펄스와 초당 약 15,000 펄스 사이의 주파수로 펄스될 수 있다. 각 에너지 펄스는 약 10ns와 약 10 $\mu$ s 사이의 지속 시간 동안 공급될 수 있다. 펄스 전력 시스템은 에너지 저장 장치, 예를 들어, 적어도 하나의 커패시터 및/또는 제2 자기 코어일 수 있다.
- [0026] 어떤 실시예에서, 본 발명의 방법은 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 각 에너지 펄스를 제2 자기 코어로부터의 상기 제1 자기 코어로 방전하는 단계를 포함한다. 펄스 전력 시스템은 예를 들어, 자기 펄스 압축 형성기 및/또는 포화 가능 인덕터를 포함할 수 있다. 이 방법은 자기 스위치의 동작으로 자기 코어에 각 에너지 펄스를 전달하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 몇 실시예에서, 본 발명의 방법은 챔버에 위치한 채널 영역에 적어도 필수적으로 Z 핀치 또는 모세관 방전을 형성하는 단계를 포함한다. 몇 실시예에서, 이 방법은 적어도 하나의 포트를 거쳐 이온화 가능 매체를 챔버 내로 유입하는 단계를 포함한다. 이온화 가능 매체는 하나 이상의 기체, 예를 들어, 크세논, 리튬, 주석, 질소, 아르곤, 헬륨, 불소, 암모니아, 스타난, 크립톤 및 네온 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 이 방법은 또한 이온화 가능 매체를 이온화 원 (예를 들어, 자외선 램프, RF 원, 스파크 플러그 또는 DC 방전원)으로 사전 이온화하는 단계를 포함한다. 다르게, 또는 부가적으로, 제2 자기 코어로부터 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어로 흐르는 유도성 누설 전류가 이온화 가능 매체를 사전 이온화하는 데에 이용될 수 있다. 다른 실시예에서, 이온화 가능 매체는 챔버 내에서 열적 프로세스나 스퍼터링 프로세스에 의해 증발되거나 외부로 증발된 다음에 챔버로 유입되는 고체 (예를 들어, 주석 또는 리튬)일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 다른 실시예에서 이 방법은 밀봉물 내에 자기 코어를 적어도 부분적으로 밀봉하는 단계를 포함할 수 있다. 밀봉물은 복수의 구멍을 형성한다. 복수의 플라즈마 루프는 자기 코어가 전력을 플라즈마에 전달할 때 복수의 홀을 통과할 수 있다. 밀봉물은 두 개의 평행 플레이트를 포함할 수 있다. 두 개의 평행 플레이트는 자기 코어 주위에 일차 권선을 형성하는 데에 이용될 수 있다. 밀봉물은 예를 들어, 구리, 텅스텐, 알루미늄 및 구리-텅스텐 합금과 같은 금속 물질을 포함하거나 이로 형성될 수 있다. 냉매는 국부적 고 강도 위치에 인접하는 위치를 냉각하기 위해 밀봉물에 공급될 수 있다.
- [0029] 이 방법은 다르게 플라즈마 방전 영역을 노출시키는 단계를 포함할 수 있다. 회전 디스크는 플라즈마 방전 영역을 노출시키거나 국부적 고 강도 지역을 형성하는 피쳐를 형성하는 데에 이용될 수 있다. 냉매는 회전 디스크의 중공 영역에 공급될 수 있다.
- [0030] 다른 실시예에서 이 방법은 약 100nm 보다 짧은 파장의 광을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 이 방법은 15nm 보다 짧은 파장의 광을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 또한 반도체 제조 리소그래피 시스템에 적합한 플라즈마 방전을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 또한 현미경 시스템에 적합한 플라즈마 방전을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 본 발명은 다른 형태로 리소그래피 시스템을 제공한다. 리소그래피 시스템은 적어도 하나의 광 수집 광학 및 적어도 하나의 광 수집 광학과 광이 전달되는 적어도 하나의 집광 광학을 포함한다. 리소그래피 시스템은 또한 적어도 하나의 수집 광학에 의해 수집할 광을 형성할 수 있는 광원을 포함한다. 광원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기

코어와 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 적어도 하나의 에너지 펄스를 상기 자기 코어에 제공하기 위한 펄스 전력 시스템을 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다.

[0032] 본 발명의 몇 실시예에서, 플라즈마에 의해 방사된 광은 상기 적어도 하나의 수집 광학에 의해 수집되고, 상기 적어도 하나의 집광 광학에 의해 집광되어 적어도 부분적으로 리소그래피 마스크를 통해 보내진다.

[0033] 본 발명은 다른 형태로, 리소그래피 시스템의 반도체 웨이퍼를 조명하기 위한 유도성 구동 광원을 제공한다.

[0034] 일반적으로, 다른 형태에서 본 발명은 리소그래피 시스템의 반도체 웨이퍼를 조명하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 방법은 플라즈마를 챔버 내에 형성할 수 있는 이온화 가능 매체를 유입하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 챔버 내의 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 인가하여 상기 자기 코어가 상기 플라즈마에 전력을 전달하도록 하는 단계를 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다. 이 방법은 또한 플라즈마에 의해 방사되는 광을 수집하는 단계와, 이 수집된 광을 집광하는 단계와, 이 집광된 광의 적어도 일부를 반도체 웨이퍼의 표면 상의 마스크를 통해 향하게 하는 단계를 포함한다.

[0035] 본 발명은 다른 형태로 현미경 시스템을 제공한다. 현미경 시스템은 광을 수집하기 위한 제1 광학 소자 및 검출기 상의 샘플의 이미지를 투사하기 위한 제2 광학 소자를 포함한다. 검출기는 제1 및 제2 광학 소자와 광이 전달된다. 현미경 시스템은 또한 제1 광학 소자와 광이 전달되는 광원을 포함한다. 광원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어 및 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 에너지의 적어도 하나의 펄스를 상기 자기 코어에 제공하기 위한 펄스 전력 시스템을 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다.

[0036] 본 발명의 몇 실시예에서, 플라즈마에 의해 방사된 광은 샘플을 조명하기 위해 제1 광학 소자에 의해 수집되고 제2 광학 소자는 검출기 상에 샘플의 이미지를 투사한다.

[0037] 일반적으로, 본 발명의 다른 형태는 현미경 조사 방법에 관한 것이다. 이 방법은 플라즈마를 챔버 내에 형성할 수 있는 이온화 가능 매체를 유입하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 챔버 내의 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 인가하여 상기 자기 코어가 상기 플라즈마에 전력을 전달하도록 하는 단계를 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다. 이 방법은 또한 제1 광학 소자로 상기 플라즈마에 의해 방사된 광을 수집하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 샘플을 통해 방사된 광을 검출기에 투사하는 단계를 포함한다.

[0038] 본 발명의 다른 형태는 유도성 구동 플라즈마 광원용 인서트를 제공한다. 인서트는 적어도 하나의 내부 통로를 형성하며 제1 개방 단부와 제2 개방 단부를 갖는 몸체를 갖는다. 인서트는 플라즈마 방전 영역에 유도성 구동 플라즈마 광원과 결합하는 데 적합한 외표면을 갖는다. 다른 실시예에서, 인서트의 외표면은 플라즈마 광원에 직접적으로 연결되어 있다. 다른 실시예에서, 인서트의 외표면은 플라즈마 광원에 간접적으로 연결되어 있다. 다른 실시예에서, 인서트의 외표면은 플라즈마 광원과 물리적으로 접촉되어 있다.

[0039] 적어도 하나의 내부 통로는 플라즈마에 국부적 고 강도 지역을 형성하는 영역을 정의할 수 있다. 인서트는 소모성일 수 있다. 인서트는 냉각 구조물과 열이 전달될 수 있다.

[0040] 일 실시예에서, 인서트의 외표면은 플라즈마 광원의 챔버 내측의 리셉터클의 드레드에 의해 상기 플라즈마 광원에 결합되거나 연결된다. 다른 실시예에서, 인서트는 플라즈마 광원의 챔버 내측의 리셉터클에 슬립 핏되고 상기 플라즈마 방전 영역의 플라즈마에 의한 가열로 인해 조여진다.

[0041] 몇 실시예에서, 인서트의 상기 적어도 하나의 내부 통로의 적어도 한 표면은 저 플라즈마 스퍼터율을 갖는 물질(탄소, 티타늄, 텅스텐, 다이아몬드, 아연, 실리콘 탄화물, 실리콘, 루테튬 및 내화성 물질)를 포함한다. 다른 실시예에서, 인서트의 적어도 하나의 내부 통로의 표면은 저 플라즈마 스퍼터율과 고 열 전도율을 갖는 물질(고 배향성 열분해 아연(HOPG) 또는 열분해 아연(TPG))을 포함한다. 다른 실시예에서, 인서트의 적어도 하나의 내부 통로의 표면은 저 흡수의 EUV 조사를 갖는 물질(루테튬과 실리콘)을 포함한다.

[0042] 인서트의 내부 통로 기하학은 플라즈마 고 강도 지역의 크기와 형상을 조절하는 데에 이용될 수 있다. 통로의 내표면은 감소된 통로의 크기를 형성할 수 있다. 통로의 내표면의 기하학은 두 개방 단부 사이의 중간선에 대해 비대칭일 수 있다. 다른 실시예에서, 내표면의 기하학은 내부 통로를 가로지르는 최소한의 크기 보다 실질적으로 작은 곡률 반경으로 형성될 수 있다. 다른 실시예에서, 내표면의 기하학은 통로를 가로지르는 최소한의 크기의 약 25%와 약 200% 사이의 곡률 반경으로 형성될 수 있다.

- [0043] 본 발명은 다른 형태로 유도성 구동 플라즈마 광원용 인서트를 제공한다. 인서트는 적어도 하나의 내부 통로를 형성하는 몸체를 갖고 제1 개방 단부와 제2 개방 단부를 갖는다. 인서트는 또한 또한 플라즈마 방전 영역에 유도성 구동 광원과 결합하거나 연결하기 위한 수단을 갖는다.
- [0044] 인서트는 둘 이상의 몸체로 형성될 수 있다. 인서트는 몸체에 적어도 하나의 기체 입구 구멍을 갖는다. 다른 실시예에서, 인서트는 몸체를 통과하는 적어도 하나의 냉각 채널을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 인서트는 로봇 팔을 이용하여 교체된다.
- [0045] 본 발명은 다른 형태의 광원을 제공한다. 광원은 플라즈마 방전 영역을 가지며 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 제공하기 위해 자기 코어에 에너지를 공급하기 위한 전력 시스템을 포함하고, 이 때 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다. 광원은 간접적 또는 직접적 플라즈마 방사를 줄이도록 광원에 관련하여 배치된 필터를 포함한다.
- [0046] 필터는 광원으로부터 (예를 들어, 고 강도 지역으로부터) 발산되는 조사에 평행하게 이동하고 있지 않은 방사와의 충돌을 최대화하도록 구성된다. 필터는 광원으로부터 (예를 들어, 고 강도 지역으로부터) 발산하는 조사와 평행하게 이동하는 방사의 감소를 최소화하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 필터는 고 강도 지역으로부터 발산한 방사의 방향에 실질적으로 평행한 벽들 및 벽들 사이의 채널로 이루어진다. 기체의 막은 필터 근방에 유지되어 필터와 조사 이외의 방사 간의 충돌을 증가시킨다.
- [0047] 다른 실시예에서, 필터는 냉각 채널을 갖는다. 방사에 노출되는 필터의 표면은 저 플라즈마 스퍼터율을 갖는 물질 (예를 들어, 탄소, 티타늄, 텅스텐, 다이아몬드, 아연, 실리콘 탄화물, 실리콘, 루테튬, 또는 내화성 물질)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 방사에 노출되는 필터의 표면은 저 플라즈마 스퍼터율과 고 열 전도성을 갖는 물질 (예를 들어, 고 배향성 열분해 아연이나 열분해 아연)을 포함할 수 있다.
- [0048] 다른 형태에서, 본 발명은 광원을 형성하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 방법은 플라즈마를 챔버 내에 형성할 수 있는 이온화 가능 매체를 유입하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 챔버 내의 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 인가하여 상기 자기 코어가 상기 플라즈마에 전력을 전달하도록 하는 단계를 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다. 본 방법은 플라즈마의 국부적 고 강도 지역으로부터 발산된 방사를 필터링하는 단계를 포함한다.
- [0049] 일 실시예에서, 이 방법은 직접적 또는 간접적 방사를 줄이도록 고 강도 지역 (예를 들어, 광원)에 관련하여 필터를 위치 정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 고 강도 지역으로부터 발산한 조사에 평행하게 이동하고 있지 않은 방사와의 충돌을 최대화하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은 고 강도 지역으로부터 발산한 조사와 평행하게 이동하는 방사의 감소를 최소화하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0050] 일 실시예에서, 이 방법은 고 강도 지역으로부터 발산한 조사 방향에 실질적으로 평행한 벽들과 이 벽들 사이에 채널을 위치 정하는 단계를 포함할 수 있다. 방사에 노출되는 필터의 표면은 저 플라즈마 스퍼터율 갖는 물질 (예를 들어, 탄소, 티타늄, 텅스텐, 다이아몬드, 아연, 실리콘 탄화물, 실리콘, 루테튬 및 내화성 물질)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 방사에 노출되는 필터의 표면은 저 플라즈마 스퍼터율과 고 열 전도율을 갖는 물질 (고 배향성 열분해 아연 (HOPG) 및 열분해 아연)을 포함할 수 있다.
- [0051] 본 발명은 다른 형태의 광원을 제공한다. 광원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 광원은 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역에 형성되며 국부적 고 강도 광을 갖는 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 상기 자기 코어에 에너지를 공급하기 위한 전력 시스템을 포함한다. 광원은 또한 고 강도 지역으로부터 발산된 조사 방향에 실질적으로 평행하게 이동하는 방사를 최소한으로 감소하기 위한 수단을 포함한다. 광원은 또한 고 강도 지역으로부터 발산된 상기 조사의 방향에 실질적으로 평행하지 않게 이동하는 방사를 최대한으로 감소하기 위한 수단을 포함한다.
- [0052] 본 발명은 다른 형태의 유도성 구동 플라즈마 원을 제공한다. 플라즈마 원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 플라즈마 원은 또한 넓은 표면적에 걸쳐 열 플럭스와 이온 플럭스를 분산시키기 위한 시스템을 포함한다. 이 시스템은 플라즈마 챔버 내에 위치한 적어도 하나의 물체를 이용하며, 이 때 물체의 적어도 외표면은 플라즈마와 관련하여 이동한다. 물체의 적어도 하나는 냉각 채널과 열이 전달된다.

- [0053] 다른 실시예에서, 물체의 적어도 하나의 외표면은 희생층을 포함한다. 희생층은 외표면 상에 연속하여 코팅될 수 있다. 희생층은 EUV 조사를 방사하는 물질 (예를 들어, 리튬이나 주석)로 제조될 수 있다.
- [0054] 다른 실시예에서, 물체는 둘 이상의 가까이 이격된 로드일 수 있다. 로드 간의 간격은 플라즈마에 국부적 고 강도 지역을 형성하는 영역을 정의할 수 있다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 물체의 국부적 기하학은 플라즈마에 국부적 고 강도 지역을 형성하는 영역을 정의할 수 있다.
- [0055] 일반적으로, 다른 형태로, 본 발명은 유도성 구동 플라즈마를 형성하기 위한 방법에 관한 것이다. 이 방법은 챔버에 플라즈마를 형성할 수 있는 이온화 가능 매체를 유입하는 단계와 챔버의 플라즈마 방전 영역을 둘러싸는 자기 코어에 에너지를 인가하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 넓은 표면적에 걸쳐 유도성 구동 플라즈마로부터의 열 플럭스와 이온 플럭스를 분산시키는 단계를 포함한다. 이 방법은 플라즈마의 영역 내에 적어도 하나의 개체를 위치 정하고 플라즈마와 관련하여 적어도 하나의 개체의 적어도 외표면을 이동시키는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 적어도 하나의 개체와 열이 전달되는 냉각 채널을 갖는 적어도 하나의 물체를 제공하는 단계를 포함한다. 이 방법에서, 플라즈마는 물체의 외표면으로부터 희생층을 부식시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 이 방법은 적어도 하나의 물체의 외표면을 희생층으로 연속하여 코팅하는 단계를 포함한다. 희생층은 EUV 조사를 방사하는 물질 (예를 들어, 리튬이나 주석)으로 형성될 수 있다.
- [0056] 이 방법은 또한 플라즈마에 국부적 고 강도 지역을 형성하는 방식으로 적어도 하나의 물체를 위치정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 플라즈마에 국부적 고 강도 지역을 형성하는 영역을 정의하기 위해 제1 물체에 관련하여 제2 물체를 위치 정하는 단계를 포함한다.
- [0057] 본 발명은 일 형태의 광원을 제공한다. 광원은 플라즈마 방전 영역을 갖고 이온화 가능 매체를 함유하는 챔버를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어를 포함한다. 광원은 또한 플라즈마 방전 영역에 형성된 플라즈마에 전력을 전달하기 위해 상기 자기 코어에 적어도 하나의 에너지 펄스를 공급하기 위한 펄스 전력 시스템을 포함한다. 플라즈마는 국부적 고 강도 지역을 갖는다. 광원은 플라즈마의 형상을 수정하기 위해 상기 챔버에 위치한 자석을 포함한다. 일 실시예에서, 자석은 플라즈마 방전 영역의 내측에 있으며 국부적 고 강도 지역을 형성할 수 있다. 자석은 영구 자석이나 전자 자석일 수 있다. 다른 실시예에서, 자석은 고 강도 지역에 인접하여 위치될 수 있다.
- [0058] 본 발명은 일 형태에서, 플라즈마 EUV 광원을 동작시키는 방법에 관한 것이다. EVU 광은 플라즈마를 이용하여 챔버에 형성된다. 플라즈마의 고 강도의 국부적 영역을 정의하는 소모제가 제공된다. 이 방법은 또한 챔버를 대기 조건에 노출시키지 않고, 선택된 표준에 근거한 시간이 경과하면 상기 소모제를 (예를 들어, 로봇 팔로) 교체하는 단계를 포함한다. 몇 실시예에서, 선택된 표준은 미리 정해진 시간, 측정된 상기 소모제의 열화, 또는 상기 EUV 광원을 동작시킬 때 측정된 상기 프로세스 제어 변수의 열화 중 하나 이상이다. 몇 실시예에서, 선택된 표준은 시스템 (리소그래피 시스템, 현미경 시스템 또는 그 외 반도체 처리 시스템)의 동작과 관련한 프로세스 제어 변수 열화의 측정이다.
- [0059] 이 방법은 또한 소모제의 교체 동안 챔버에 진공을 유지하는 단계를 포함한다. 플라즈마 광원은 유도성 구동 플라즈마 광원일 수 있다. 소모제는 인서트일 수 있다.
- [0060] 본 발명의 상기 및 그 외 목적, 형태, 특성, 및 장점은 다음 설명과 청구범위로부터 더욱 명백하게 될 것이다.

**실시예**

- [0082] 도 1은 본 발명을 구현하는 플라즈마를 형성하기 위한 플라즈마 원(100)의 단면도이다. 플라즈마 원(100)은 플라즈마 방전 영역(112)을 정의하는 챔버(104)를 포함한다. 챔버(104)는 플라즈마 방전 영역(112)에 (두 개의 플라즈마 루프(116a 및 116b)로 나타내는) 플라즈마를 형성하는 데에 이용되는 이온화 가능 매체를 함유한다. 플라즈마 원(100)은 전류를 플라즈마 방전 영역(112)에 형성된 두 플라즈마 루프(116a 및 116b) (보통 116)내로 유도하는 트랜스포머(124)를 포함한다. 트랜스포머(124)는 자기 코어(108) 및 일차 권선(140)을 포함한다. 겹(158)은 권선(140)과 자기 코어(108) 사이에 위치된다.
- [0083] 이 실시예에서, 권선(140)은 자기 코어(108)를 적어도 부분적으로 밀봉하고 자기 코어(108)을 적어도 부분적으로 둘러싸는 도전성 경로를 제공하는 구리 밀봉물이다. 구리 밀봉물은 자기 코어(108)을 둘러싸는 일회 권선과 전기적으로 동일하다. 다른 실시예에서, 플라즈마 원(100)은 챔버(104)의 자기 코어(108)를 적어도 부분적으로 밀봉하는 밀봉물과 자기 코어(108)를 적어도 부분으로 둘러싸는 개별의 금속 (예를 들어, 구리나 알루미늄) 스

트립을 포함한다. 이 실시예에서, 금속 스트림은 밀봉물과 자기 코어(108) 사이의 갭(158)에 위치되며 트랜스포머(124)의 자기 코어(108)의 일차 권선이 된다.

[0084] 플라즈마 원(100)은 또한 자기 코어(108)에 에너지를 전달하기 위한 전력 시스템(136)을 포함한다. 이 실시예에서, 전력 시스템(136)은 자기 코어(108)에 적어도 하나의 에너지 펄스를 전달하는 펄스 전력 시스템이다. 동작시, 전력 시스템(136)은 통상 전력을 플라즈마에 전달하기 위해 자기 코어(108)에 일련의 에너지 펄스를 전달한다. 파워 시스템(136)은 전기 연결부(120a 및 120b) (보통 120)를 거쳐 트랜스포머(124)에 에너지의 펄스를 전달한다. 에너지 펄스는 플라즈마 방전 영역(112)의 플라즈마 루프(116a 및 116b)에 전력을 전달하는 자기 코어(108)에 전류의 흐름을 유도한다. 플라즈마 루프(116a 및 116b)에 전달되는 전력의 크기는 자기 코어(108)에 의해 형성되는 자계와 페러데이의 법칙의 유도에 따라 트랜스포머(124)에 전달되는 에너지 펄스의 주파수와 기간에 따라 좌우된다.

[0085] 몇 실시예에서, 파워 시스템(136)은 초당 약 1펄스와 약 50,000펄스 사이의 주파수로 자기 코어(108)에 에너지 펄스를 제공한다. 특정 실시예에서, 전력 시스템(136)은 초당 약 100펄스와 약 15,000펄스의 주파수로 자기 코어(108)에 에너지펄스를 제공한다. 특정 실시예에서, 에너지의 펄스는 약 10ns와 약 10 $\mu$ s 사이의 기간 동안 자기 코어(108)에 공급된다. 전력 시스템(136)은 에너지의 펄스를 자기 코어(108)에 전달하기 전에 에너지를 저장하는 에너지 저장 장치 (예를 들어, 커패시터)를 포함한다. 몇 실시예에서, 전력 시스템(136)은 제2 자기 코어를 포함한다. 특정 실시예에서, 제2 자기 코어는 제1 자기 코어(108)에 에너지의 펄스를 방전하여 플라즈마에 전력을 전달한다. 몇 실시예에서, 전력 시스템(136)은 자기 펄스 압축 형성기 및/또는 포화 가능 인덕터를 포함한다. 다른 실시예에서, 전력 시스템(136)은 에너지의 펄스를 자기 코어(108)에 선택적으로 전달하기 위한 자기 스위치를 포함한다. 특정 실시예에서, 에너지 펄스는 플라즈마 원(100)의 미지 지정되거나 작동자 지정된 듀티 사이클과 일치하게 선택적으로 전달될 수 있다. 다른 실시예에서, 에너지 펄스는 예를 들어, 포화 가능 인덕터가 포화될 때 자기 코어에 전달될 수 있다.

[0086] 플라즈마 원(100)은 또한 챔버(104)에서 플라즈마 루프(116a 및 116b)를 접화하도록 이온화 가능 매체를 사전 이온화하는 초기 이온화 이벤트를 제공하는 챔버(104)에 자유 전하를 형성하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 자유 전하는 자외광, RF원, 스파크 플러그 또는 DC 방전원 등의 이온화원에 의해 챔버에 형성될 수 있다. 다르게 또는 부가적으로, 전력 시스템(136)의 제2 자기 코어로부터 자기 코어(108)에 흐르는 유도성 누설 전류는 이온화 매체를 사전 이온화할 수 있다. 특정 실시예에서, 이온화 가능 매체는 하나 이상의 이온화 원에 의해 사전 이온화된다.

[0087] 이온화 매체는 이온화 가능 유체 (즉, 기체나 액체)일 수 있다. 예시로서, 이온화 가능 매체는 크세논, 리튬, 주석, 질소, 아르곤, 헬륨, 불소, 암모니아, 스타난(stannane), 크립톤 또는 네온 등의 기체일 수 있다. 다르게, 이온화 가능 매체는 헬륨 등의 운반 기체로 적어도 하나의 기체 포트를 통해 챔버(104) 내로 유입된 미세 분할된 입자 (예를 들어, 주석)일 수 있다. 다른 실시예에서, 이온화 가능 매체는 챔버 내에서 열적 프로세스나 스퍼터링 프로세스에 의해 증발되거나 외부로 증발된 다음에 챔버(104) 내로 유입될 수 있는 고체 (예를 들어, 주석이나 리튬)일 수 있다. 특정 실시예에서, 플라즈마 원(100)은 금속을 증발하고, 이 증발된 금속을 챔버(104) 내로 유입하는 증기 형성기 (도시 생략)을 포함한다. 특정 실시예에서, 플라즈마 원(100)은 또한 챔버(104) 내의 증발된 금속을 가열하기 위한 가열 모듈을 포함한다. 챔버(104)는 적어도 일부가 구리, 텅스텐, 구리 텅스텐 합금이나 그의 이온화 가능 매체를 함유하거나 아니면 플라즈마 원(100)의 동작을 지원하기 적합한 물질 등의 금속 물질로 형성될 수 있다.

[0088] 도 1을 참조하면, 플라즈마 루프(116a 및 116b)는 자기 코어(108)과 권선(140)에 의해 형성되는 채널 영역(132)에서 모아진다. 일 예시의 실시예에서, 채널 영역의 압력은 약 100mTorr 이하이다. 다른 실시예에서, 압력은 약 1Torr 이하이다. 어떤 실시예에서는 압력이 약 200mTorr이다. 에너지는 플라즈마 루프의 단면적이 플라즈마 루프의 길이를 따라 변하는 경우 플라즈마 루프의 경로를 따라 변한다. 따라서 에너지 강도는 플라즈마 루프의 단면적을 변경시키는 피쳐나 힘을 이용하여 플라즈마 루프의 경로를 따라 변경될 수 있다. 플라즈마 루프의 단면적을 변경시키는 것은 또한 여기에서 플라즈마의 전류의 흐름을 제한하거나 플라즈마 루프를 핀칭하는 것을 말한다. 따라서, 에너지 강도는 단면적이 감소되는 플라즈마 루프의 경로를 따른 위치에서 더 커진다. 유사하게, 에너지 강도는 단면적이 증가하는 플라즈마 루프의 경로를 따른 소정의 지점에서 더 낮아진다. 따라서 더 높거나 낮은 에너지 강도를 갖는 위치를 형성할 수 있다.

[0089] 플라즈마의 전류 흐름을 제한하는 것은 또한 Z 핀치나 모세관 방전을 발생시키는 것을 말한다. 플라즈마의 Z 핀치는 플라즈마가 플라즈마의 경로를 따른 특정 위치에서의 단면적이 감소하는 것에 특징이 있다. 플라즈마는

전류가 특정 위치에서 플라즈마의 단면적을 관통하여 흐르고 있는 결과 단면적이 감소하게 된다. 일반적으로, 자계는 플라즈마의 전류로 인해 형성되게 되고, 자계는 플라즈마를 한정하거나 압축한다. 이 경우, 플라즈마는 플라즈마 경로를 따라 유도 전류를 운반하고, 최종 자계는 플라즈마를 둘러싸거나 압축하게 된다. 이 효과는 플라즈마의 단면적이 최소한인 경우 가장 강하게 되며 단면적으로 더욱 압축하는 작용을 하므로, 플라즈마의 전류 밀도를 증가시킨다.

[0090] 일 실시예에서, 채널(132)은 플라즈마 루프(116a 및 116b)의 경로를 따라 다른 위치에 비해 상대적으로 단면적이 감소된 영역이다. 이와 같이, 에너지 강도는 플라즈마 루프(116a 및 116b)의 다른 위치에서의 에너지 강도에 비해 상대적으로 채널(132) 내의 플라즈마 루프(116a 및 116b)에서 증가되게 된다. 증가된 에너지 강도는 채널(132)에서 방사된 전자기 에너지 (예를 들어, 방사된 광)를 증가시킨다.

[0091] 플라즈마 루프(116a 및 116b)는 에너지 강도가 증가된 결과 국부적 고 강도 영역(144)을 갖게 된다. 특정 실시예에서, 에너지 강도의 증가로 인해 지역(144)에 고 강도 광(154)이 형성되어 방사된다. 전류 밀도는 플라즈마 루프(116a 및 116b)에서의 전류 흐름 경로를 따라 변하게 된다. 일 예시의 실시예에서, 플라즈마의 전류 밀도는 국부적 고 강도 지역에서 약  $1\text{KA}/\text{cm}^2$  이상이다. 몇 실시예에서, 지역(144)은 고 강도 광의 점원 (point source)이 되며 플라즈마 루프(116a 및 116b)가 넥스를 형성하도록 편치된 영역이다.

[0092] 몇 실시예에서, 지역(144)을 형성하는 피처가 챔버(104)에 위치된다. 특정 실시예에서, 이 피처는 도 1의 플라즈마 루프(116a 및 116b)에 비균일성을 초래한다. 이 피처는 몇 실시예에서는 영구적이고 다른 실시예에서는 제거 가능하다. 어떤 실시예에서는, 피처가 플라즈마 루프(116a 및 116b)에 의한 광의 방사를 실질적으로 국부화하도록 구성되어, 예를 들어 고 강도 전자기 방사의 점원을 형성하게 된다. 다른 실시예에서, 피처는 자기 코어(108)에 대해 원격 위치되어 있다. 특정 실시예에서, 원격 위치된 피처는 챔버(104)의 자기 코어(108)에 원격인 위치에 플라즈마의 국부적 고 강도 지역을 형성한다. 예를 들어, 이후에 설명되는 도 3A 및 도 3B의 디스크(308)는 자기 코어(108)에 대해 원격 위치되어 있다. 특정 실시예에서, 가스 입구는 국부적 고 강도 지역을 형성하기 위해 고압의 영역을 형성하도록 자기 코어와 원격 위치되어 있다.

[0093] 어떤 실시예에서는 피처가 넥스 영역을 정의하는 인서트이다. 특정 실시예에서, 인서트는 넥스 영역에 플라즈마에 의한 광의 방사를 국부화한다. 특정한 다른 실시예에서, 인서트는 예를 들어, 이온화 가능 매체를 챔버(104)에 유입하기 위한 가스 입구를 포함한다. 다른 실시예에서, 피처는 피처의 영역을 냉각하기 위한 냉각 능력을 포함한다. 특정 실시예에서, 냉각 능력은 예를 들어, Journal of Heat Transfer, 1998년 2월 2일 S.G.Kandlidar "Heat Transfer Characteristics in Partial Boiling, Fully Developed Boling, and Significant Void Flow Regions of Subcolled Flow Boiling"에 기재된 바와 같이 과냉 흐름 비등을 포함한다. 특정 실시예에서, 냉각 능력을 가압된 과냉 흐름 비등을 포함한다. 특정 실시예에서, 인서트는 예를 들어, 지역(144)에 인접하는 인서트의 영역을 냉각하기 위한 냉각 능력을 포함한다.

[0094] 몇 실시예에서, 기체압은 예를 들어, 플라즈마 루프(116a 및 116b)의 일부 둘레에 적어도 부분적으로 고압의 영역을 형성함으로써 국부적 고 강도 지역(144)을 형성한다. 플라즈마 루프(116a 및 116b)는 증가된 기체압으로 인해 고압의 영역에서 편치된다. 특정 실시예에서, 기체 입구는 기체압을 증가시키도록 챔버(104) 내로 기체를 유입하는 피처이다. 또 다른 실시예에서, 전력 시스템(136)의 출력은 플라즈마 루프(116a 및 116b)에 국부적 고 강도 지역(144)을 형성할 수 있다.

[0095] 도 2는 플라즈마 원, 예를 들어, 도 1의 플라즈마 원(100)의 개략적 전기 회로 모델(200)도이다. 모델(200)은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 시스템(136)을 포함한다. 전력 시스템(136)은 도 1의 트랜스포머(124)와 같은 트랜스포머에 전기적 연결된다. 모델(200)은 또한 플라즈마 루프(116a 및 116b)와 같은 플라즈마의 전기적 인덕턴스의 일부인 유도성 소자(212)를 포함한다. 모델(200)은 또한 도 1의 플라즈마 루프(116a 및 116b)와 같이, 플라즈마의 전기 저항의 일부인 저항 소자(216)를 포함한다. 이 실시예에서, 전력 시스템은 전기적 연결부(120a 및 120b)를 통해 트랜스포머(124)에 에너지 펄스를 전달하는 펄스 전력 시스템이다. 에너지의 펄스는 예를 들어, 도 1의 트랜스포머(124)의 자기 코어(108)와 같은 트랜스포머의 구성 요소인 자기 코어에 의해 플라즈마에 의해 전달된다.

[0096] 도 3A 및 도 3B에 나타난 다른 실시예에서, 플라즈마 원(100)은 플라즈마 방전 영역(112)을 형성하는 챔버(104)를 포함한다. 챔버(104)는 플라즈마 방전 영역(112)에 플라즈마를 형성하는 데에 이용되는 이온화 가능 매체를 포함한다. 플라즈마 원(100)은 전자기 에너지를 플라즈마 방전 영역(112)에 형성된 플라즈마 루프(116a 및 116b) (통합하여 116)에 결합하는 트랜스포머(124)를 포함한다. 트랜스포머(124)는 제1 자기 코어(108)을 포함한다. 플라즈마 원(100)은 또한 권선(140)을 포함한다. 이 실시예에서, 권선(140)은 챔버(104)에 자기 코어

(108 및 304)를 위치시키기 위한 밀봉물이다. 권선(104)은 또한 자기 코어(108)의 일차 권선 및 자기 코어(304)용 권선이다.

[0097] 제1 자기 코어(108) 둘레의 권선(140)은 트랜스포머(124)의 일차 권선을 형성한다. 이 실시예에서, 제2 자기 코어와 권선(140)은 전력 시스템(136)의 일부이고 제1 자기 코어(108)에 에너지 펄스를 전달하는 포화 가능 인덕터를 형성한다. 전력 시스템(136)은 권선(140)에 연결부(380a 및 380b)를 통해 전기적으로 연결된 커패시터(320)를 포함한다. 특정 실시예에서, 커패시터(320)은 제1 자기 코어(108)에 선택적으로 전달되는 에너지를 저장한다. 라인 전원이나 버스 전원인 전원(324)이 커패시터(320)에 연결된다.

[0098] 플라즈마 원(100)은 또한 플라즈마 루프(116a 및 116b)에 국부적 고 강도 지역(144)을 형성하는 디스크(308)를 포함한다. 이 실시예에서, 디스크(308)는 제1 자기 코어(108)에 대해 원격 위치된다. 디스크(308)는 디스크(308)의 회전 지점(316)에서 디스크(308)의 Z 축 둘레를 회전한다 (도 3B 참조). 디스크(308)는 디스크(308) 둘레에 동일한 각도로 이격된 세 개의 애퍼츄어(312a, 312b 및 312c) (통합적으로 312)를 갖는다. 애퍼츄어(312)는 Z-축 둘레에서 회전되는 디스크(308)의 각도 배향에 세 개의 애퍼츄어(312a, 312b 및 312c) 중 하나만 (도 3A 및 3B에서는 애퍼츄어(312a))이 코어(108) 내에 위치한 채널(132)와 정렬되도록 디스크(308)에 위치된다. 이런 식으로, 디스크(308)는 채널(312)이 다르게 언커버되고 (예를 들어, 애퍼츄어(312)와 정렬될 때) 커버되도록 (예를 들어, 애퍼츄어(312)와 정렬되지 않을 때) Z 축 둘레에서 회전될 수 있다. 디스크(308)는 애퍼츄어(312a)에서 두개의 플라즈마 루프(116a 및 116b)를 핀치하도록 (즉, 단면적을 감소시키도록) 구성된다. 이런 식으로, 애퍼츄어(312)는 플라즈마 루프(316a 및 316b)에 국부적 고 강도 지역(144)을 형성하는 플라즈마 원(100)의 디스크의 피쳐이다. 애퍼츄어(312a)의 위치에서 두 플라즈마 루프(116a 및 116b)를 핀치함으로써, 애퍼츄어(312a)의 위치에서의 두 플라즈마 루프(116a 및 116b)의 에너지 강도는 플라즈마 루프(116a 및 116b)의 전류 경로를 따른 다른 위치에서의 플라즈마 루프(116a 및 116b)의 단면의 에너지 강도 보다 더 크게 된다.

[0099] 예를 들어, 디스크(308)의 기하학이나 애퍼츄어(312)의 개수나 형상에 대한 변형들이 여기 기재된 설명에 의해 가능하다는 것이 이해될 것이다. 일 실시예에서, 디스크(308)는 적어도 하나의 애퍼츄어(312)를 갖는 고정 디스크이다. 어떤 실시예에서는, 디스크(308)가 국부적 고 강도 지역(144)에 인접한 디스크(308)의 영역을 냉각하도록 냉매를 전달하기 위한 중공 영역 (도시 생략)을 갖는다. 어떤 실시예에서는, 플라즈마 원(100)이 디스크(308)로부터 챔버(104) 내의 냉각면으로 열을 전도하는 박막 기체층을 포함한다.

[0100] 도 4는 도 3A 및 3B의 플라즈마 원(100)과 같은 플라즈마 원의 전기 회로 모델(400)을 나타낸다. 모델(400)은 도 3A의 트랜스포머(124)와 같은 트랜스포머에 전기적으로 연결되는 전력 시스템(136)을 포함한다. 모델(400)은 또한 플라즈마의 전기 인덕턴스의 일부인 유도성 소자(212)를 포함한다. 모델(400)은 또한 플라즈마의 저항의 일부인 저항 소자(216)를 포함한다. 펄스 전력 시스템(136)은 전기적 연결부(380a 및 380b)를 통해 트랜스포머(124)에 에너지 펄스를 전달한다. 전력 시스템(136)은 커패시터(320)를 충전하는 전원(324)을 포함한다. 전력 시스템(136)은 또한 인덕터(328)가 포화되었을 때 커패시터(320)에 저장된 에너지를 제1 자기 코어(108)에 전달하는 자기 스위치인 포화 가능 인덕터(328)를 포함한다.

[0101] 몇 실시예에서, 커패시터(320)는 병렬로 연결된 복수의 커패시터이다. 특정 실시예에서, 포화 가능 인덕터(328)는 부분적으로 자기 펄스 압축 발생기를 형성하는 복수의 포화 가능 인덕터이다. 자기 펄스 압축 형성기는 제1 자기 코어(108)에 전달되는 에너지 펄스의 펄스 지속 기간을 압축한다.

[0102] 도 5A 및 도 5B에 나타난 다른 실시예에서, 플라즈마 원(500)의 일부는 제1 자기 코어(524) 및 제2 자기 코어(528)를 적어도 부분적으로 둘러싸는 밀봉물(512)을 포함한다. 이 실시예에서, 밀봉물(512)은 제1 자기 코어(524) 둘레에 적어도 부분적으로 도전 경로를 형성하고 도 4의 트랜스포머(124)와 같은 트랜스포머의 제1 자기 코어(524) 둘레에 일차 권선을 형성하는 두 개의 도전 병렬 플레이트(540a 및 540b)를 갖는다. 병렬 플레이트(540a 및 540b)는 도 4의 인덕터(328)과 같은 인덕터를 형성하는 제2 자기 코어(528) 둘레에 적어도 부분적으로 도전 경로를 형성한다. 플라즈마 원(500)은 또한 밀봉물(512)의 외주 둘레에 위치한 복수의 커패시터(520)를 포함한다. 예시로, 커패시터(520)는 도 4의 커패시터(320)일 수 있다.

[0103] 밀봉물(512)은 밀봉물(512)을 관통하는 적어도 두 개의 구멍(516 및 532)을 형성한다. 이 실시예에서, 플라즈마 원(500)의 직경 둘레에 동일한 각도 이격되어 위치한 6개의 구멍(532)이 있다. 구멍(516)은 밀봉물(512)을 관통하는 유일한 구멍이다. 일 실시예에서, 6개의 플라즈마 루프(508) 각각은 모여져 하나의 전류 이송 플라자 경로로 구멍(516)을 통과한다. 6개의 플라즈마 루프는 또한 각각 6개의 구멍(532) 중 하나를 통과한다. 병렬 플레이트(540a 및 540b)는 그루브(504 및 506)를 각각 갖는다. 그루브(504 및 506)은 각각 도 3의 챔버(104)

와 같은 챔버를 형성하기 위한 환상 소자 (도시 생략)을 형성하며, 이는 플라즈마 원(500)의 동작 동안 플라즈마 루프(508)를 밀봉하는 압축 밀봉을 형성한다.

[0104] 밀봉물의 구멍(516)은 네크 영역(536)을 형성한다. 네크 영역(536)은 홀(516)의 길이를 따른 다른 위치에 관련 하여 단면적이 감소한 영역이다. 이와 같이, 에너지 강도는 적어도 네크 영역(536)의 플라즈마 루프(508)에서 증가되어, 네크 영역(536)의 플라즈마 루프(508)에 국부적 고 강도 지역을 형성하게 한다. 이 실시예에서는 또한, 네크 영역(536)에 위치한 일련의 구멍(540)이 있다. 구멍(540)은 예를 들어, 이온화 가능 매체를 플라즈마 원(500)의 챔버 내로 유입하기 위한 기체 입구일 수 있다. 다른 실시예에서, 밀봉물(512)은 국부적 고 강도 지역에 인접한 밀봉물(512)의 위치를 냉각하기 위한 냉매를 밀봉물을 통해 흐르게 하기 위한 냉매 통로 (도시 생략)을 포함한다.

[0105] 도 6은 본 발명을 구현하는 리소그래피 시스템(600)의 개략 블록도이다. 리소그래피 시스템(600)은 도 5A 및 도 5B의 플라즈마 원(500)과 같은 플라즈마 원을 포함한다. 리소그래피 시스템(600)은 또한 플라즈마 원(500)에 의해 방사된 광(604)을 수집하는 적어도 하나의 광 수집 광학(608)을 포함한다. 예시로, 광(604)은 플라즈마 원(500)의 플라즈마에서 국부적 고 강도 지역에 의해 방사된다. 일 실시예에서, 플라즈마 원(500)에 의해 형성된 광(604)은 반도체 웨이퍼(636)를 처리하기 위해 약 15nm 보다 더 짧은 파장을 갖는 광이다. 광 수집 광학(608)은 광을 수집하고, 이 수집된 광(624)을 적어도 하나의 집광기 광학(612)에 보낸다. 이 실시예에서, 집광기 광학(612)은 광(624)을 집광하고 (즉, 초점 맞추고) 이 집광된 광(628)을 미러(616a) (일반적으로 616)를 향해 보내고 여기에서 반사된 광(632a)을 미러(616b)를 향해 보내고, 다음에 이 반사된 광(632b)을 다시 반사 리소그래피 마스크(620)를 향해 보낸다. 리소그래피 마스크 (광(640)으로 설명됨)를 반사한 광은 예를 들어, 웨이퍼(636) 상에 회로상의 적어도 일부를 형성하도록 반도체 웨이퍼(636)으로 보내진다. 다르게, 리소그래피 마스크(620)는 광(632b)이 리소그래피 마스크(620)를 관통하여 웨이퍼(636) 상에 회로 이미지를 형성하는 전도성 리소그래피 마스크일 수 있다.

[0106] 예시의 실시예에서, 도 6의 리소그래피 시스템(600) 등의 리소그래피 시스템은 반도체 웨이퍼(636)의 표면 상에 회로 이미지를 형성한다. 플라즈마 원(500)은 초당 약 10,000펄스의 펄스율로 플라즈마를 형성한다. 플라즈마는 약 15nm 보다 짧은 파장을 갖는 고 강도 광(604)의 펄스의 점원인 국부적 고 강도 지역을 갖는다. 수집 광학(608)은 플라즈마 원(500)에 의해 방사된 광(604)을 수집한다. 수집 광학(608)은 수집된 광(624)을 집광기 광학(612)으로 보낸다. 집광기 광학(612)은 광(624)을 집광하고 (즉, 초점 모으고) 이 집광된 광(628)을 미러(616a) (통합적으로 616)를 향하여 보내고 이것은 반사광(632a)을 미러(616b)를 향하여 보내고 다음에 이 반사된 광(632b)을 다시 반사 리소그래피 마스크(620)를 향해 보낸다. 미러(616a 및 616b)는 좁은 파장 대역 (예를 들어, 약 5nm와 약 20nm 사이)의 광 파장을 반사하는 다중층 광학 소자이다. 따라서, 미러(616a 및 616b)는 이 좁은 대역의 광을 전송한다 (예를 들어, 저 적외광 콘텐츠를 갖는 광).

[0107] 도 7은 본 발명을 구현하는 현미경 시스템(700) (예를 들어, 소프트 X-레이 현미경 시스템)의 개략 블록도이다. 현미경 시스템(700)은 도 5A 및 도 5B의 플라즈마 원과 같은 플라즈마 원을 포함한다. 현미경 시스템(700)은 도 5의 플라즈마 원의 플라즈마(508)와 같은 플라즈마의 국부적 고 강도 지역으로부터 방사된 광(706)을 수집하기 위한 제1 광학 소자(728)을 포함한다. 일 실시예에서, 플라즈마 원(500)에 의해 방사된 광(706)은 X 레이 현미경을 실행하기 위해 약 5nm 보다 짧은 파장을 갖는 광이다. 제1 광학 소자(728)에 의해 수집된 광(706)은 기관(704) 상에 위치한 샘플(708) (예를 들어, 생물학적 샘플)을 향해 광 신호(732)로서 보내진다. 샘플(708)과 기관(704)을 통과하는 광(712)은 제2 광학 소자(716)를 통과한다. 제2 광학 소자를 통과한 광(720) (예를 들어, 샘플(728)의 이미지)은 샘플(728)를 촬상하는 전자기 신호 검출기(724) 상으로 보내진다.

[0108] 도 8A 및 도 8B는 플라즈마 원(500)의 밀봉물(512)의 다른 실시예의 절단도이다. 이 실시예에서, 구멍(516)은 리셉터클(801) 및 인서트(802)에 의해 형성된다. 리셉터클(801)은 밀봉물(512)의 일체 부분이거나 밀봉물(512)의 개별 부분일 수 있다. 다른 실시예에서, 리셉터클(801)은 (예를 들어, 슬립 피트, 프리션 피트, 또는 인터퍼런스 피트에 의해) 인서트(802)에 결합되는 밀봉물(512)의 영역일 수 있다. 이들 실시예에서는, 인서트의 열 팽창으로 인서트와 리셉터클 간에 양호한 열적 및 전기적 접촉이 있게 된다.

[0109] 다른 실시예에서, 인서트(802)의 외표면은 직접 플라즈마 원(500)에 연결된다. 다른 실시예에서, 인서트(802)의 외표면은 플라즈마 원(500)에 간접적으로 연결된다. 다른 실시예에서, 인서트(802)의 외표면은 플라즈마 원(500)과 물리적으로 접촉하고 있다.

[0110] 도 9A는 밀봉물 (예를 들어, 도 8A의 밀봉물(512))에서의 인서트(802)와 리셉터클(801)의 일 실시예의 단면도이다. 인서트(802)는 제1 개방 단부(811) 및 제2 개방 단부(812)를 갖는 몸체(840)를 갖는다. 플라즈마 루프

(508)는 제1 개방 단부(811)에 들어가, 인서트(802)의 내부 통로(820)를 통과하여, 제2 개방 단부(812)를 빠져 나온다. 인서트(802)의 몸체(840)의 내부 통로(820)는 neck 영역(805)을 형성한다. neck 영역(805)은 인서트(802)의 제1 개방 단부(811)와 제2 개방 단부(812) 사이의 통로(820)의 길이를 따른 내부 통로(820)의 치수가 감소된 영역이다. 에너지 강도는 neck 영역(805)의 플라즈마 루프(508)에서 증가되어 국부적 고 강도 지역을 형성하게 된다.

[0111] 이 실시예에서, 인서트(802)는 인서트(802)의 외표면(824) 상에 드레드(810)를 갖는다. 리셉터클(801)은 인서트(802)의 드레드(810)과 결합하는 드레드(810)의 대응 세트를 갖는다. 인서트(802)는 리셉터클(801)에 대해 인서트(802)를 회전시켜 리셉터클(801) 내에 삽입되고, 이로 인해 인서트(802)의 드레드(810)와 리셉터클(801)이 결합된다. 다른 실시예에서, 인서트(802)와 리셉터클(801)은 드레드(810)를 갖지 않고 인서트(802)가 그루브 및 키 메커니즘 (도시 생략)를 이용하여 리셉터클(801) 내에 슬립 핏 (slip fit)될 수 있다. 플라즈마로부터의 열은 인서트(802)가 리셉터클(801) 내에 단단히 고정되게 한다. 이 실시예에서, 인서트(802)는 단일의 구조이다. 다른 실시예에서, 인서트(802)는 둘 이상의 몸체로 형성될 수 있다.

[0112] 이 실시예에서, 인서트(802)는 플라즈마의 고 강도 지역을 형성하는 영역을 정의한다. 고 강도 지역의 크기는 부분적으로, 플라즈마의 강도와 이 지역에 의해 방사된 방사열의 휘도를 결정한다. 고 강도 지역의 휘도는 그 크기 (예를 들어, 직경이나 길이)를 줄여 증가될 수 있다. 일반적으로, 인서트(802)의 통로(820)를 따른 neck 영역(805)의 최소 크기는 고 강도 지역의 크기를 결정한다. 인서트(802)의 통로(820)의 내표면(803)의 국부적 기하학은 고 강도 지역의 크기를 결정한다. 몇 실시예에서, 내표면(803)의 기하학은 도 9A에 나타난 바와 같이, 인서트(802)의 중심선(804)에 대해 비대칭적이다.

[0113] 인서트(802)의 내표면(803)은 플라즈마의 고 강도 지역에 노출된다. 몇 실시예에서, 인서트(802)는 적어도 내표면(803)이 저 플라즈마 스퍼터링을 갖는 물질로 제조되도록 형성되어, 플라즈마에 의한 부식에 내성을 갖게 한다. 예를 들어, 이것은 탄소, 티타늄, 텅스텐, 다이아몬드, 아연, 실리콘 탄화물, 실리콘, 루테튬, 또는 내화성 물질같은 물질을 포함할 수 있다. 또한 이들 물질 중 하나 이상을 포함하는 합금이나 합성물이 인서트(802)를 형성하거나 인서트(802)의 내표면(803)을 코팅하는 데에 이용될 수 있다는 것이 이해된다.

[0114] 다른 실시예에서, 인서트(802)의 내표면(803)의 물질은 플라즈마와 상호 작용하게 되어 (예를 들어, 플라즈마에 의해 스퍼터되어) 예를 들어, 광원의 광학 소자 상에 적층된다. 이 경우, 적어도 내표면(803)은 광원에 의해 방사되고 있는 EUV 광을 흡수하지 않는 물질을 포함하거나 이 물질로 코팅되도록 인서트를 형성하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 최소한의 EUV 방사량을 흡수하지 않거나 흡수하는 물질은 루테튬이나 실리콘 또는 루테튬이나 실리콘의 합금이나 합성물을 포함한다. 이렇게, 인서트(802)의 내표면(803)으로부터 스퍼터되어 예를 들어, 광학 소자 상에 적층된 물질은 광학 소자의 기능 (예를 들어, EUV 방사의 전송)과 실질적으로 간섭하지 않는다.

[0115] 이 실시예에서, 인서트(802)는 플라즈마 고 강도 지역으로부터의 열을 발산하기 위해서 리셉터클(801)과 열이 전달된다. 몇 실시예에서, 하나 이상의 냉각 채널 (도시 생략)은 인서트(802)를 냉각하기 위해 인서트(802)의 몸체(840)를 통과할 수 있다. 몇 실시예에서는 적어도 내표면(803)이 저 플라즈마 스퍼터링과 고 열 전도도를 갖는 물질로 제조되도록 인서트(802)를 형성하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 이것은 고 배향성 열분해 아연 (HOPG) 또는 열분해 아연 (TPG)를 포함할 수 있다. 또한 이들 물질과의 합금이나 합성물이 이용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0116] 이 실시예에서, 인서트(802)는 예를 들어, 상술된 바와 같이 챔버 내에 이온화 가능 매체를 도입하기 위한 기체 입구(806)를 포함한다.

[0117] 도 9B는 인서트(802)의 다른 실시예를 나타낸다. 이 실시예에서, 내표면(803)의 기하학은 인서트(802)의 중심선(804)에 대해 대칭적이다. 상술된 바와 같이, 인서트(802)의 내부 통로(820)의 내표면(803)의 국부 기하학은 고 강도 지역의 크기를 결정하게 된다. 고 강도 지역의 크기는 부분적으로 고 강도 지역으로부터 발산한 방사의 휘도를 결정하게 된다. 내표면(803)의 기하학의 특성은 이 결정의 요인이 된다. 특성은 다음을 포함하지만 이에만 제한되는 것은 아니다. neck 영역(805)의 최소 크기는 y축을 따른 고 강도 지역을 제한한다. neck 영역(805)은 인서트(802)의 축(813)에 대해 방사상 대칭일 수 있지만 반드시 그럴 필요는 없다. neck 영역(805)의 길이(809)는 고 강도 지역을 제한하도록 한다. neck 영역(805)의 측벽(808)의 경사는 고 강도 지역의 크기를 결정한다. 부가하여, 내표면(803)의 곡률(807)을 변경시키는 것은 고 강도 지역의 크기를 변경시킨다. 예를 들어, 곡률(807)의 반경이 감소하면 고 강도 지역은 또한 크기가 감소한다.

- [0118] 도 9C는 인서트(802)의 다른 실시예를 나타낸다. 이 실시예에서, 측벽(808)의 경사는 수직으로 (z축에 수직), neck 영역(805)의 길이(809)가 방사 방향으로 균일하게 한다. 다시, 인서트(802)의 내표면(803)의 곡부 기하학이 인서트(802)의 축(813)에 대해 방사상 대칭일 필요는 없다는 것이 이해될 것이다. 몇 실시예에서, 내표면(803)을 한정하는 도 9C에 나타난 곡부 기하학은 인서트(802)의 내표면(803)을 따라 인서트(802) 내에 위치한 복수의 개별적 포스트이다.
- [0119] 인서트(802)의 내표면(803)의 곡부 기하학에 대한 다른 형상, 크기 및 피처를 생각할 수 있다. 내표면(803)의 일부는 고 강도 지역을 형성하는 곡물(807)을 계속 가지면서 오목하거나 볼록할 수 있다. 내표면(803)의 곡부 기하학은 인서트(802)의 축(813)에 대해 방사상 대칭이거나 아닐 수도 있다. 인서트(802)의 내표면(803)의 곡부 기하학은 중심선(804)에 대해 대칭이거나 아닐 수도 있다.
- [0120] 몇 실시예에서, 플라즈마 원 (예를 들어, 도 1의 플라즈마 원(100))을 이용한 어플리케이션은 인서트 (도 9A의 인서트(802))를 포함하는 밀봉물 (예를 들어, 도 8A의 밀봉물(512))를 포함한다. 이들 어플리케이션에서, 인서트(802)는 조작자에 의해 제거되거나 교체될 수 있는 플라즈마 원(100)의 소모 가능 구성 요소이다. 몇 실시예에서, 인서트(802)는 인서트(802)와 결합하거나 인터페이스하는 로봇 팔 (도시 생략)을 이용하여 교체될 수 있다. 이런 식으로, 로봇 팔은 인서트(802)를 제거하고 이를 새로운 인서트(802)로 대체한다. 플라즈마 원의 동작 동안 닳거나 손상된 인서트(802)를 교체하는 것이 바람직하다.
- [0121] 예시로, 인서트(802)의 내표면(803) 상에 물질 (예를 들어, 루테튬)의 코팅은 플라즈마 루프(508)가 인서트(802)의 내부 통로(820)를 통과하면서 부식되거나 스퍼터될 수 있다. 몇 실시예에서, 인서트(802)의 내표면(803)이 플라즈마 루프(508)에 의해 부식되거나 스퍼터되면, 국부적 고 강도 지역을 형성하는 능력이 손상된다. 새로운 인서트(802)가 챔버(104)에 설치된 진공 로드 록 (vacuum load lock; 도시 생략)을 통해 플라즈마 원(100)의 챔버(104)에 위치될 수 있다. 새로운 인서트(802)가 챔버(104)에 위치된 후에, 로봇 팔이 새로운 인서트(802)를 밀봉물(512)의 리셉터클(801) 내에 설치하는 데에 이용될 수 있다. 예를 들어, 리셉터클(801)과 인서트(802)가 결합용 드레드(810)를 가지면, 로봇 팔은 결합용 드레드(810)를 결합시켜 인서트(802)를 설치하기 위해 리셉터클(801)에 대해 인서트(802)를 회전시킬 수 있다. 이런 식으로, 인서트(802)를 로봇으로 교체함으로써, 플라즈마 원의 가동 시간이 개선된다. 챔버(104)에 진공을 유지하면서 인서트(802)를 로봇으로 교체하게 되면 더욱 플라즈마 원의 가동 시간을 개선할 수 있다.
- [0122] 도 10은 플라즈마 원 (도시 생략)과 관련하여 이용되는 필터(902)의 개략도이다. 플라즈마 원은 광 방사 영역(901) (예를 들어, 도 5A 및 도 5B의 플라즈마 원(500)의 국부적 고 강도 지역)을 갖는다. 필터(902)는 광 방사 영역(901)로부터와 플라즈마 원의 다른 위치로부터의 방사를 줄이도록 광 방사 영역(901)에 관련하여 배치된다. 방사는 플라즈마 원 내의 표면으로부터 스퍼터된 입자, 이온, 원자, 분자, 하전 입자 및 조사를 포함하지만 이에만 제한되는 것은 아니다. 이 실시예에서, 필터(902)는 광 방사 영역(901)과 예를 들어, 리소그래피 시스템 (예를 들어, 도 6의 리소그래피 시스템(600))의 수집 광학(903) 사이에 위치된다. 필터(902)의 역할은 광 방사 영역(901)로부터의 방사가 수집 광학(903)에 도달하게 하는 것이지만, 예를 들어, 입자, 하전 입자, 이온, 분자나 원자는 수집 광학(903)에 도달하지 않게 하는 것이다.
- [0123] 필터(902)는 광 방사 영역(901)로부터 발산한 조사(904)의 방향에 실질적으로 평행하게 이동하는 방사의 감소를 최소화하도록 구성된다. 필터(902)는 또한 광 방사 영역(901)로부터 발산한 조사(904)의 방향에 실질적으로 평행하지 않은 방향(905) (예를 들어, 어떤 경우에는 직교)으로 이동하고 있는 방사를 잡도록 구성된다. 광 방사 영역(901)로부터 발산한 조사(904)의 방향에 실질적으로 평행하게 이동하고 있지 않은 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자는 필터(902)와 충돌하여 예를 들어, 수집 광학(903)에 이를 수 없다. 광 방사 영역(901)로부터 발산한 조사(904)의 방향에 실질적으로 평행하게 이동하고 있는 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자는 기체 원자, 이온이나 분자와의 충돌을 거치게 되어 편향되어 비평행한 방향으로 이동하기 시작하게 되어 필터에 걸리게 된다. 몇 실시예에서, 필터(902)는 예를 들어, 수집 광학(903)에 이르는 조사량을 실질적으로 줄이지 않으면서 예를 들어, 수집 광학(903)에 이르는 다수의 입자, 하전 입자, 이온, 분자의 수를 실질적으로 줄일 수 있다.
- [0124] 도 11A 및 11B는 필터(902)의 일 실시예를 도시한다. 필터(902)는 벽들(910) 사이에 좁은 채널(911)을 갖는 복수의 얇은 벽들(910)을 포함한다. 이 실시예에서, 벽(910)은 필터(902)의 중심(912)에 대해 방사상 배열되어 있다. 몇 실시예에서, 벽(910)은 방사에 노출되는 벽의 최소한의 표면 (채널(911) 내의 표면)이 저 플라즈마 스퍼터율을 갖는 물질을 포함하거나 이 물질로 코팅되도록 형성된다. 예를 들어, 이것은 탄소, 티타늄, 텅스텐, 다이아몬드, 아연, 실리콘 탄화물, 실리콘, 루테튬, 또는 내화성 물질같은 물질을 포함할 수 있다. 이 실시예에서, 광 방사 영역 (예를 들어, 도 10의 광 방사 영역(901))으로부터의 방사는 y축의 양의 방향을 따라

필터(902)의 내측 영역(930)을 향하게 된다.

- [0125] 이 실시예에서, 필터(902)는 적어도 하나의 냉각 채널(920)을 포함한다. 벽(910)은 적어도 하나의 냉각 채널(920)과 열이 전달되게 된다. 필터(902)는 채널(920)을 통해 냉매를 흐르게 하기 위한 입구(924a)와 출구(924b)를 포함한다. 냉각 채널(920)은 벽(910)과 충돌하는 예를 들어, 입자, 하전 입자, 이온 분자나 원자와 관련되는 열을 발산한다. 몇 실시예에서, 벽(910)은 저 방사에 노출되는 벽의 최소한의 표면이 플라즈마 스퍼터링과 고 열 전도율을 갖는 물질로 제조되어 형성된다. 예를 들어, 이것은 고 배향성 열분해 아연이나 열분해 아연같은 물질을 포함할 수 있다. 몇 실시예에서, 다수의 냉각 채널(920)은 필터(902)의 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자에 대한 노출로 인해 필터(902)를 냉각하기 위해 제공된다. 필터(902)를 냉각시키게 되면 필터(902)의 구조적인 일치성을 손상시키지 않으며 또한 필터(902)로부터의 과도한 열 방사를 방지하게 되는 온도로 유지할 수 있게 한다.
- [0126] 다른 실시예에서, 버퍼 기체의 막은 필터(902)의 근처에 유지된다. 이 버퍼 기체는 불활성일 수 있으며 저 흡수의 EUV 조사 (예를 들어, 헬륨 또는 아르곤)를 갖는다. 광 방사 영역(901)로부터 발산한 조사의 방향 (예를 들어, 도 10의 조사(904)의 방향)에 실질적으로 평행한 방향으로 초기에 이동하고 있는 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자 등의 방사가 기체 분자와 충돌하게 된다. 이 기체 분자와의 충돌 이후에, 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자는 광 방사 영역(901)로부터 발산한 방사(904)의 방향에 실질적으로 평행하지 않은 방향(905)으로 이동한다. 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자는 필터(902)의 벽(910)과 충돌하여 벽(910)의 면에 걸리게 된다. 광 방사 영역(901)으로부터 발산한 광으로부터 발산하는 조사는 기체 분자의 영향을 받지 않고 벽들(910) 사이의 채널(911)을 통해 흐른다.
- [0127] 다른 실시예 (도시 생략)에서, 벽(910)은 (광 방사 영역(901)에 제시된 바와 같이) 베네치안 블라인드 형 구조물을 형성하도록 서로 실질적으로 평행하게 구성된다. 다른 실시예 (도시 생략)에서, 벽(910)은 (광 방사 영역(901)에 면하는 실린더의 개방 단부를 갖는) 원심 실린더를 형성하도록 굴곡되어 있을 수 있다. 다른 실시예에서, 벽은 개별의 실린더로 굴곡되어 (광 방사 영역(901)에 제시되는 바와 같이) 6각형 패턴으로 위치될 수 있다.
- [0128] 플라즈마 원 챔버(104)의 다른 실시예를 도 12A 및 도 12B에 나타내었다. 이 실시예에서, 물체(1001a 및 1001b) (통합하여 1001)는 플라즈마의 고 강도 지역(144) 근처에 배치된다. 물체(1001a 및 1001b)의 면(1002a 및 1002b) (통합하여 1002)은 각각 플라즈마에 관련하여 이동하고 있다. 이동면(1002)는 물체(1001)의 면(1002)의 큰 표면적에 걸쳐 플라즈마와 관련한 열 플럭스와 이온 플럭스를 분산하는 작용을 한다. 이 실시예에서, 물체(1001)는 두 개의 로드이다. 로드(1001)는 플라즈마 방전 영역 근처에 y 축을 따라 함께 밀접하게 이격되어 있으며 국부 고 강도 지역(144)를 형성하는 국부 기하학(1010)을 갖는다. 적어도 하나의 물체(1001)에 국부 기하학(1010)과 함께 밀접하게 이격된 복수의 물체(1001)를 이용하여 고 강도 지역이 두 크기로 제한되게 된다.
- [0129] 그러나, 어떤 실시예에서는, 하나의 물체(1001)가 플라즈마와 관련되는 열 플럭스와 이온 플럭스를 분산하고 다른 구조물에 대한 국부 고 강도 지역을 형성하는 데에 이용된다. 물체(1001)의 다양한 크기, 형상 및 수량이 이용될 수 있다는 것이 이해될 것이다.
- [0130] 이 실시예에서, 적어도 하나의 물체(1001)는 냉각 채널(1020)과 열이 통한다. 냉매는 물체(1001)의 표면(1002)이 플라즈마로부터의 열을 분산하도록 하기 위해 채널(1020)을 통해 흐른다. 물체(1001)의 표면(1002)을 플라즈마와 관련하여 이동시킴으로써 (예를 들어, 로드(1001)를 z 축 둘레로 회전시켜), 플라즈마에는 열을 분산하기 위해 새로 냉각된 표면(1002) 부분이 일정하게 주어지게 된다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)은 희생층으로 피복된다. 이는 기초 물체(1001)를 손상시키지 않고 플라즈마로부터의 이온 플럭스와 열 플럭스가 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)의 희생층을 부식시키게 한다. 플라즈마와 관련하여 표면(1002)을 이동시켜, 플라즈마는 이온 플럭스와 열 플럭스를 분산시키도록 새로운 표면이 주어진다. 플라즈마 이온은 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)과 충돌한다. 이들 충돌은 예를 들어, 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자가 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)으로부터 분산되게 한다. 이런 식으로, 최종 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자는 예를 들어, 수집 광학 (도시 생략)을 향해 이동할 가능성이 가장 없게 된다. 이렇게, 적어도 하나의 물체(1001)는 플라즈마로부터의 이온 플럭스가 예를 들어, 수집 광학 (도시 생략)과 상호 작용하지 않게 한다.
- [0131] 일 실시예에서, 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)은 연속하여 희생층이 코팅된다. 이것은 플라즈마에 의해 가열되고 있는 적어도 하나의 물체(1001)에 고체 물질 (도시 생략)을 제공하여 이루어질 수 있다. 플라즈마

로부터의 열은 고체 물질을 녹여 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)을 코팅하게 한다. 다른 실시예에서, 녹은 물질은 Wick(wick)을 이용하여 적어도 하나의 물체(1101)의 표면(1002)에 공급될 수 있다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)의 일부는 녹은 물질의 조에 놓일 수 있고, 이는 이동하면서 (회전하면서) 표면(1002)에 고착되게 된다. 다른 실시예에서, 물질은 다수의 공지된 기상 적층법을 이용하여, 기상으로부터 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002) 상에 적층될 수 있다. 적어도 하나의 물체(1001)의 표면(1002)를 연속하여 코팅함으로써, 희생층은 일정하게 보충되고 플라즈마에는 새로운 표면(1002)이 연속하여 제공되어 기초가 되는 적어도 하나의 물체(1001)를 손상시키지 않고 이온 플럭스와 열 플럭스를 분산시키게 된다.

[0132] 다른 실시예에서, 적어도 하나의 물체(1001)의 적어도 표면(1002)은 EUV 조사 (예를 들어, 리튬이나 주석)를 발산할 수 있는 물질로 제조될 수 있다. 표면(1002)과 충돌하는 플라즈마 이온은 이 물질의 원자와 이온이 표면(1002)으로부터 플라즈마로 방사되게 하고, 이 때 원자와 이온은 EUV 조사를 방사하여, 플라즈마에 의해 형성되는 조사를 증가시킬 수 있다.

[0133] 도 13은 플라즈마 원 챔버(104)의 다른 실시예의 단면도이다. 이 실시예에서, 하나 이상의 자석 (일반적으로 1101)은 플라즈마의 고 강도 지역(144) 근처에 배치된다. 적어도 하나의 자석(1101)은 영구 자석이거나 전자 자석일 수 있다. 플라즈마 챔버(104)에 적어도 하나의 자석(1101)을 위치시켜, 적어도 하나의 자석(1101)에 의해 형성된 자계는 국부적 고 강도 지역(144)를 형성하는 영역을 정의한다. 자석(1101)의 다양한 구성과 위치가 가능하다는 것이 이해될 것이다. 이 실시예에서, 자석(1101)은 플라즈마 방전 영역(112)에서 채널(132) 내에 위치된다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 자석(1101)은 채널(132)에 인접하지만 외부에 위치된다. 이런 식으로, 플라즈마에 국부적 고 강도 지역(144)를 형성할 영역을 정의하기 위해 물리적 물체 (예를 들어, 도 12A 및 12B의 물체(1001) 및 도 3A 및 3B의 디스크(308)) 보다는, 자계를 이용해 되면 입자, 하전 입자, 이온, 분자 및 원자의 플럭스를 감소시키고 이는 플라즈마 이온 플럭스와 물리적 물체 간의 충돌을 초래하게 된다.

[0134] 여기에 기재된 것의 여러 다양한 변형, 수정 및 그 외 구현들은 청구된 본 발명의 정신과 영역에서 벗어나지 않고 당업자에게는 행해질 것이다. 따라서, 본 발명은 상술된 설명에 의해서가 아니고 다음 청구범위의 정신과 영역에 의해서 한정되는 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0061] 본 발명의 상기 및 그 외 목적, 특성 및 장점은 본 발명 자체와 함께 반드시 스케일되지 않은 첨부한 도면을 참조한 다음의 설명적 기재로부터 더욱 잘 이해될 것이다.

[0062] 도 1은 본 발명의 설명적 실시예에 따른, 플라즈마 방전 영역의 일부를 둘러싸는 자기 코어의 단면도이다.

[0063] 도 2는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 플라즈마 원의 개략적 전기 회로 모델도.

[0064] 도 3A는 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따른 플라즈마에 비균일성을 형성하기 위한 두 개의 자기 코어와 피쳐의 단면도.

[0065] 도 3B는 도 3A의 영역의 확대도.

[0066] 도 4는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 플라즈마 원의 개략적 전기 회로 모델도.

[0067] 도 5A는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 플라즈마 원의 등척도.

[0068] 도 5B는 도 5A의 플라즈마 원의 절단도.

[0069] 도 6은 본 발명의 설명적 실시예에 따른 리소그래피 시스템의 개략적 블럭도.

[0070] 도 7은 본 발명의 설명적 실시예에 따른 현미경 시스템의 개략적 블럭도.

[0071] 도 8A는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 인서트의 위치를 설명하는 플라즈마 원의 등척도의 절단도.

[0072] 도 8B는 도 8A의 영역의 확대도.

[0073] 도 9A는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 비대칭성 내부 기하학을 갖는 인서트의 단면도.

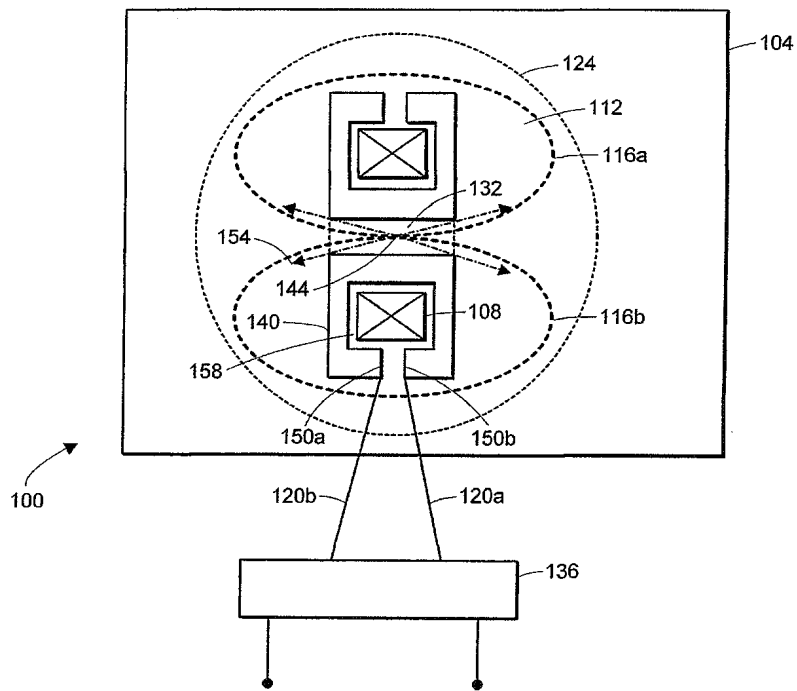
[0074] 도 9B는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 인서트의 단면도.

[0075] 도 9C는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 인서트의 단면도.

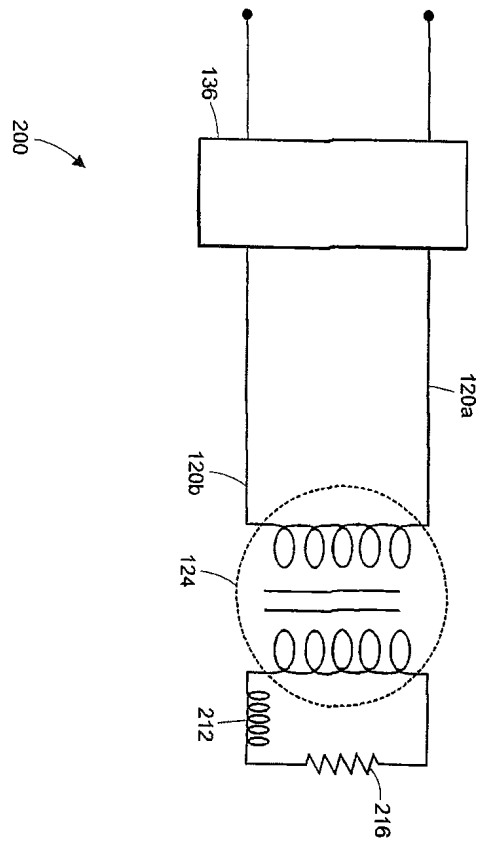
- [0076] 도 10은 본 발명의 설명적 실시예에 따른 필터의 위치의 개략도.
- [0077] 도 11A는 본 발명의 설명적 실시예에 따른 필터의 개략도.
- [0078] 도 11B는 도 11A의 필터의 단면도.
- [0079] 도 12A는 본 발명의 설명적 실시예에 따라 넓은 표면에 걸쳐 플라즈마로부터의 열과 이온 플럭스를 분산하기 위한 시스템의 개략적 측면도.
- [0080] 도 12B는 도 12A의 시스템의 개략적 단부도.
- [0081] 도 13은 본 발명의 설명적 실시예에 따라 고 강도 영역을 정의하는 자석의 위치를 나타내는 플라즈마 챔버의 단면도.

**도면**

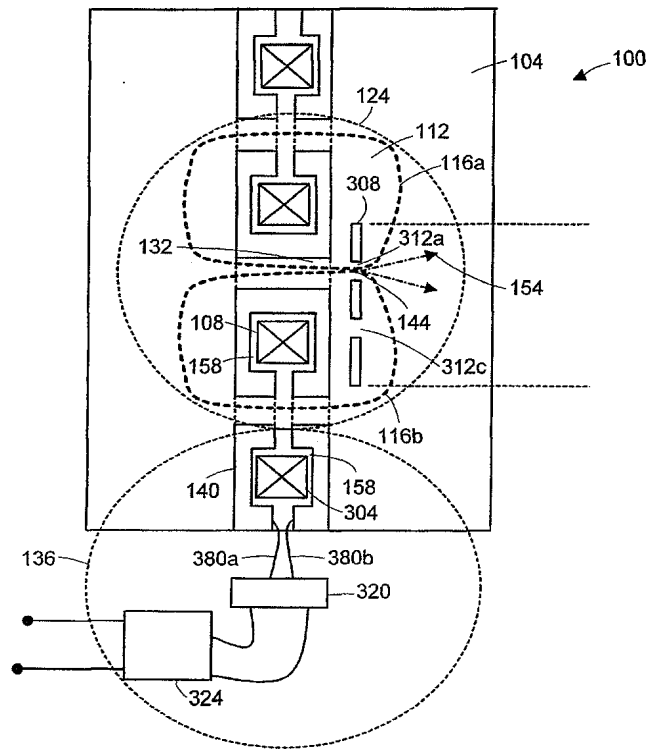
**도면1**



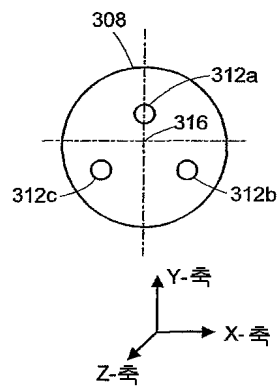
도면2



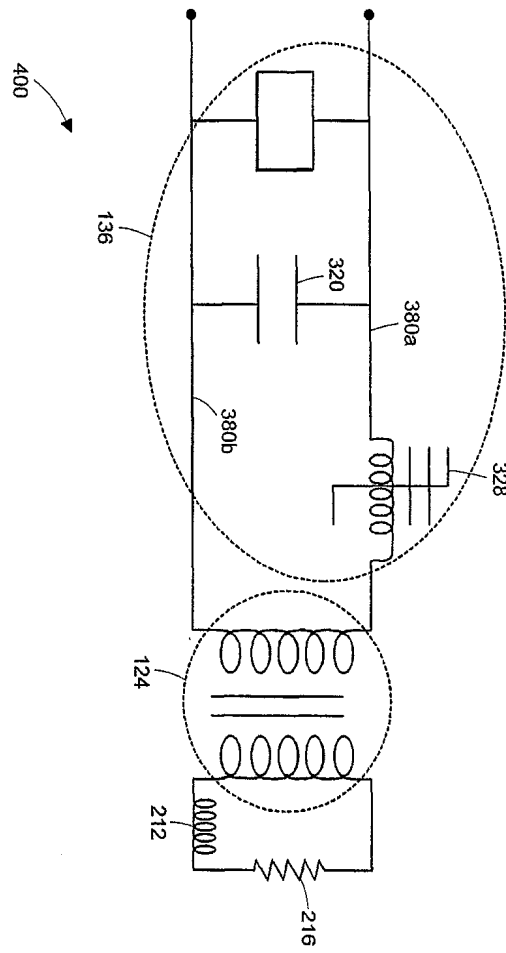
도면3a



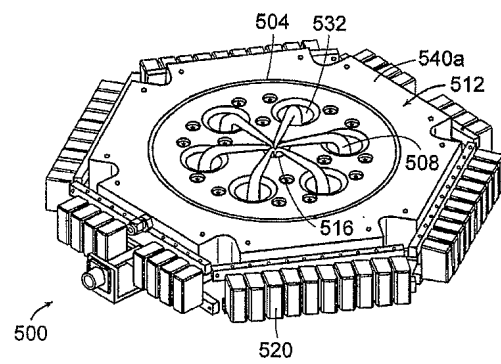
도면3b



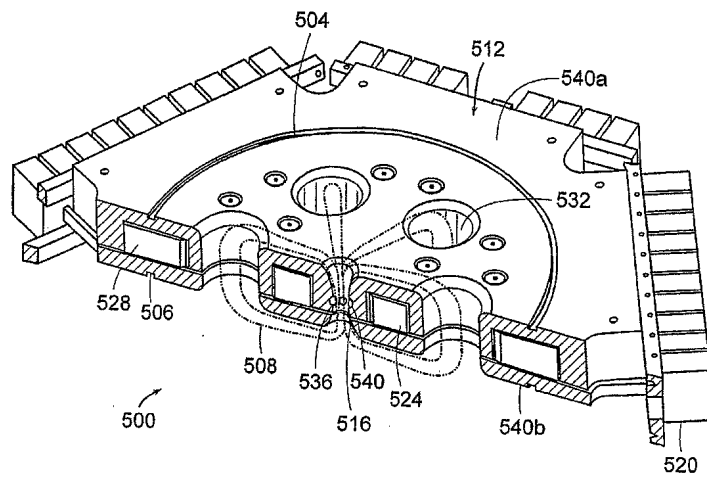
도면4



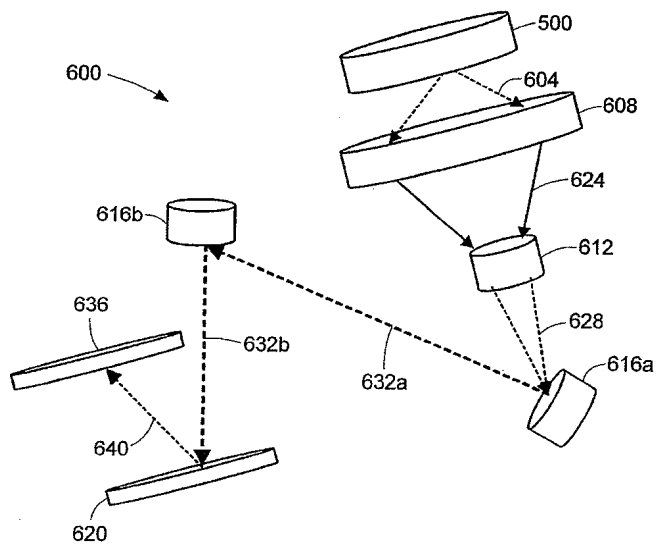
도면5a



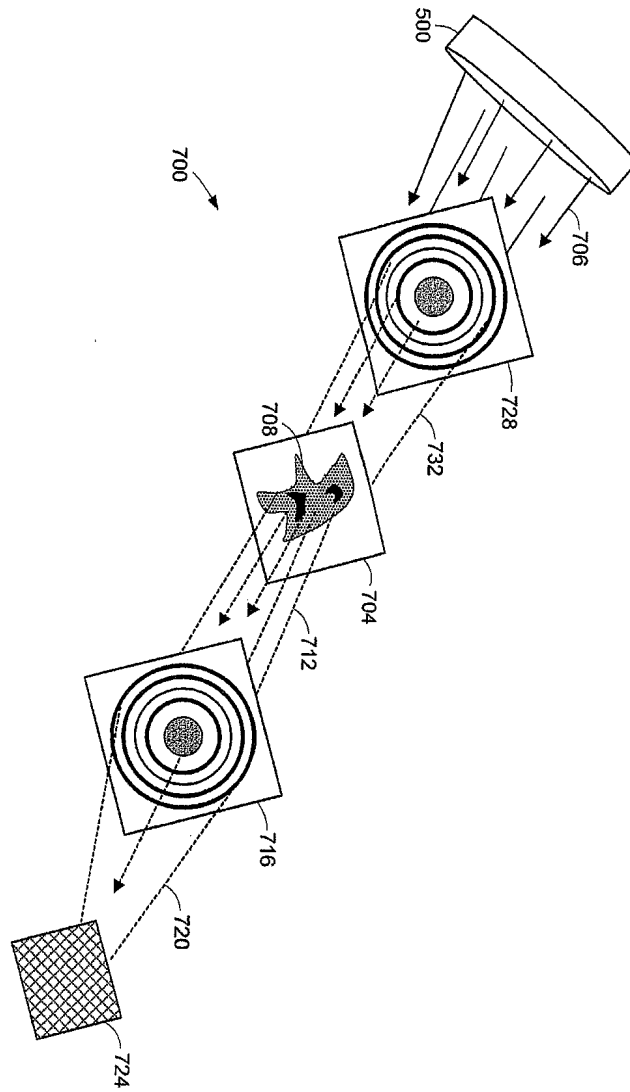
도면5b



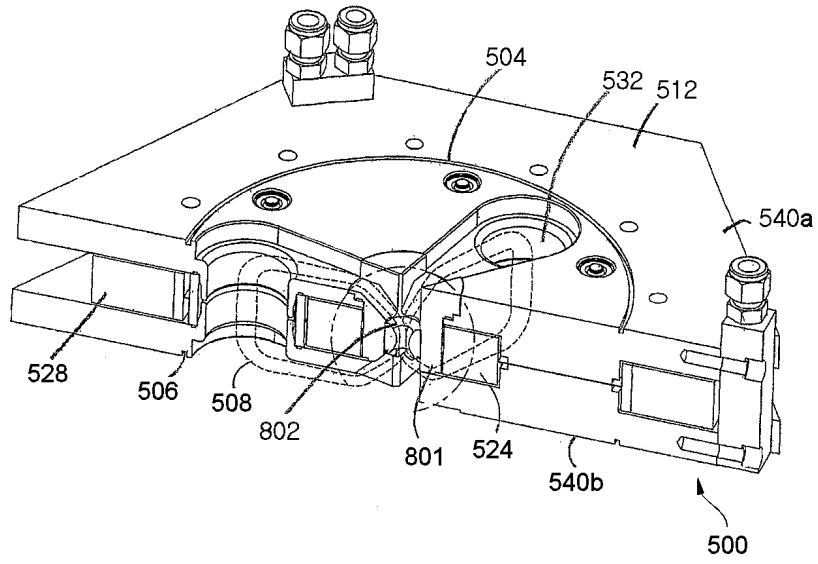
도면6



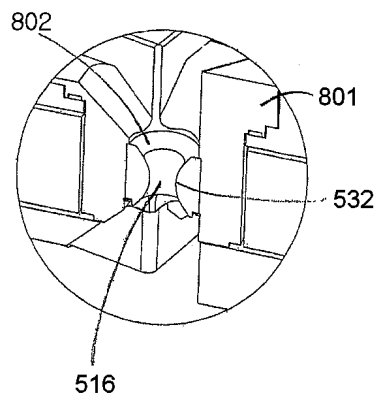
도면7



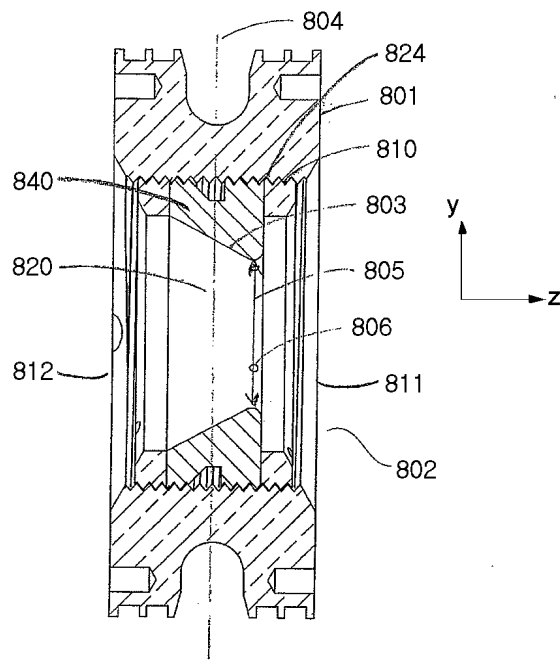
도면8a



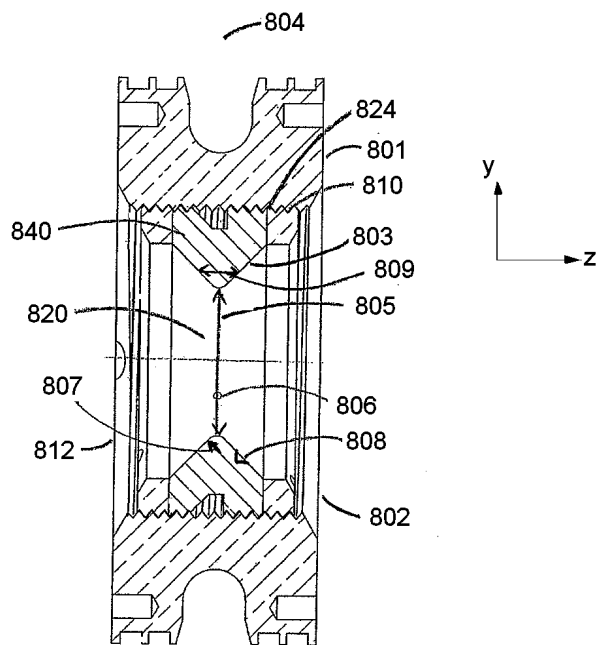
도면8b



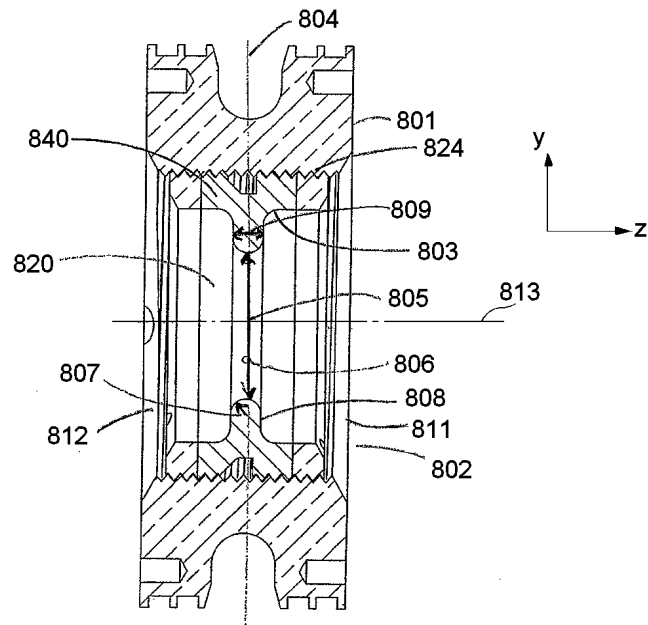
도면9a



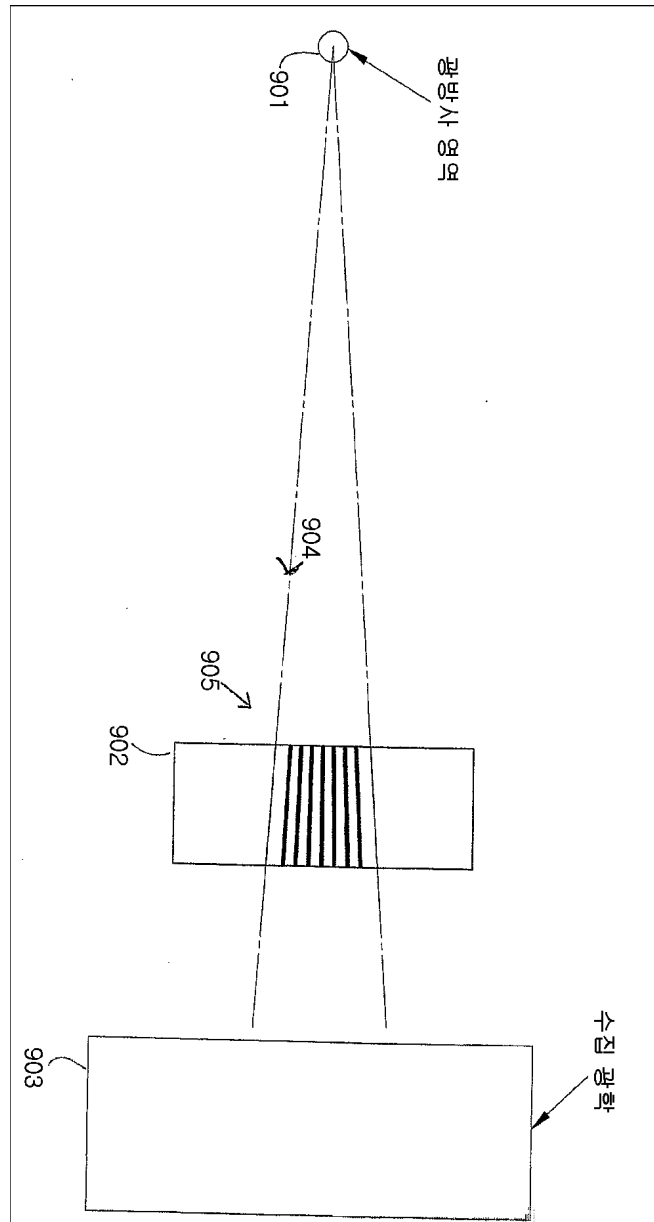
도면9b



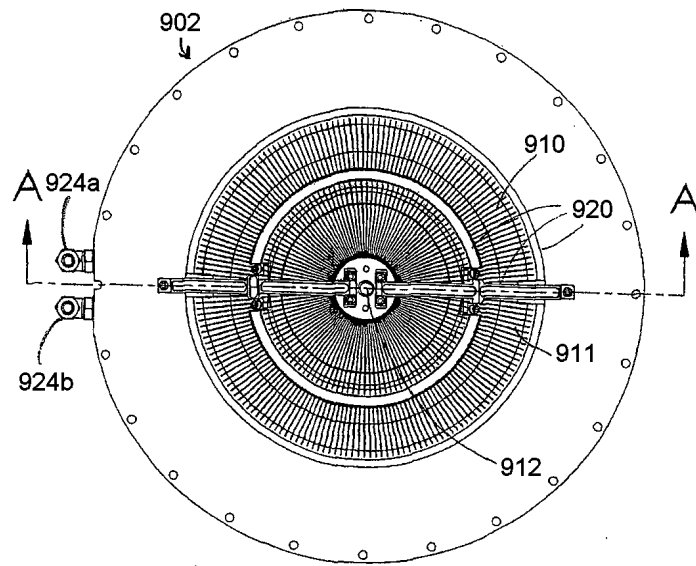
도면9c



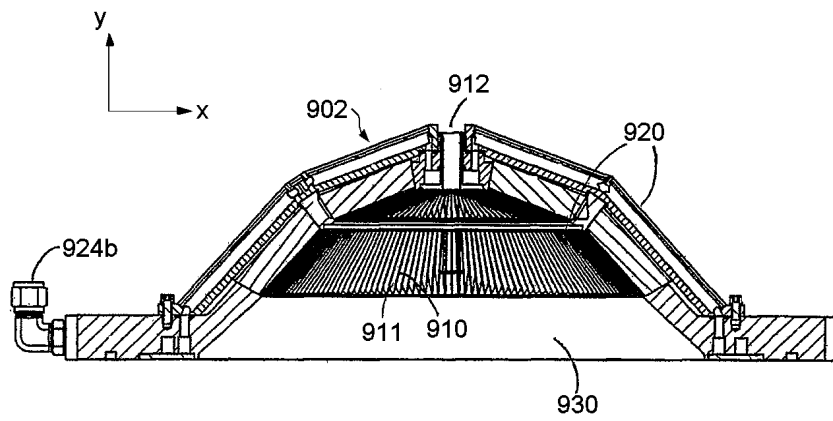
도면10



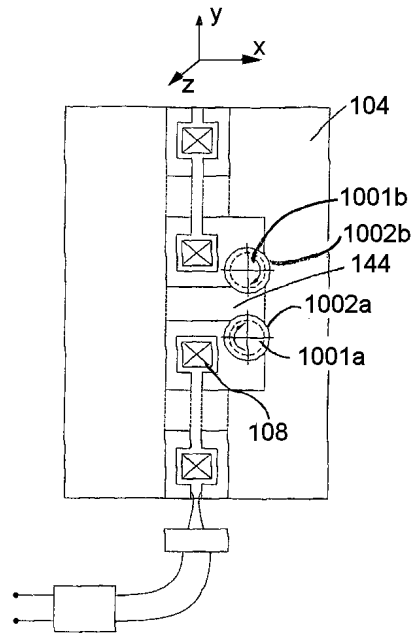
도면11a



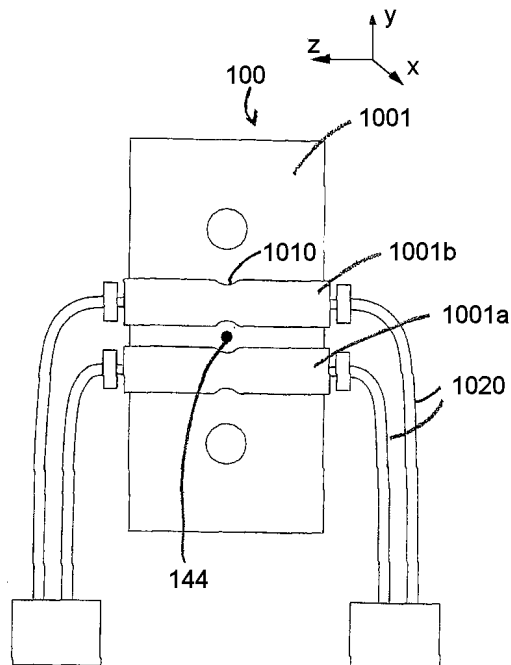
도면11b



도면12a



도면12b



도면13

