(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
H01S 3/225

(11) 공개번호 특2003-0081482
(43) 공개일자 2003년10월17일

(21) 출원번호 10-2003-7011492
(22) 출원일자 2003년09월01일
번역문 제출일자 2003년09월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/05932
(87) 국제공개번호 WO 2002/71558
(86) 국제출원출원일자 2002년02월25일
(87) 국제공개일자 2002년09월12일

(30) 우선권주장 60/272,814 2001년03월02일 미국(US)

(71) 출원인 코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자

(72) 발명자 스패로우,로버트,더블유.
미국,메사추세츠01566,스터브릿지,우드론드라이브28

(74) 대리인 청운특허법인

심사청구 : 없음

(54) 고 반복률 유브이 엑시머 레이저

요약

본 발명은 레이저 빔 소스 및 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 하나 이상의 윈도우(16, 18)를 포함하는 고 반복률 UV 엑시머 레이저(10)에 관한 것이다. 본 발명은 또한 레이저 빔 소스, 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 하나 이상의 윈도우, 상기 하나 이상의 윈도우를 어닐링하기 위한 소스를 포함하는 엑시머 레이저에 관한 것이다. 본 발명은 선결 협폭 레이저 빔의 제조방법에 관한 것이다.

대표도

도 1

색인어

엑시머 레이저, 반복률, 광학, 프리즘

명세서

기술분야

본 발명은 2001년 3월2일자로 출원된 미국특허 가출원 제60/272,814호를 우선권으로 청구하며 상기 문헌은 본 발명의 참조 문헌에 포함된다.

본 발명은 고 반복률 UV 엑시머 레이저에 관한 것이다.

배경기술

본 발명의 전반에 걸쳐 다양한 간행물을 참조하였으며 이들을 본 발명의 참조 문헌으로 포함시켰다.

엑시머 레이저는 초정밀 작업이 가능하므로 감소 투영의 광원 및 반도체 제조 장치용 노출 디바이스(device)의 상업적 용도로 발전하였다.

엑시머 레이저로 부터의 광 진동은 다양한 파장 성분 및 중심 파장 변이를 갖는다. 따라서, 광이 as-is 상태가 되면, 렌즈와 같은 외부 광학 요소를 통해 광이 통과할 때 수차가 발생하게 되어 작업의 정밀성을 감소시킨다. 이러한 이유로, 레이저의 진동 파장의 스펙트럼 폭을 좁히고 진동 파장의 중심 값으로 중심 파장을 안정화시키기 위한 그레이팅(grating)과 같은 파장 선택 요소를 갖춘 엑시머 레이저를 협대역 제조 분야에서 광범위하게 사용한다.

미국특허 제6,181,724호는 엑시머 레이저에 대해 개시하고 있다. 레이저 가스를 레이저 챔버에 봉인하고 방전극에서 전기적 방전을 통해 에너지를 제공하여 레이저 빔을 진동하도록 한다. 상기 진동 레이저 빔은 후방 윈도우(window)를 통해 빠져나가고, 상기 빔의 사이즈(size)는 제1 프리즘 및 제2 프리즘을 통해 통과할 동안 증폭되며, 이후 상기 레이저 빔은 그레이팅으로 들어간다. 그레이팅에서, 레이저 빔의 광 경로에 대한 각도가 액츄에이터(actuator) 및 선결 파장에서 레이저 빔을 진동시켜서 조절되어, 협대역을 얻게된다. 제1 프리즘, 제2 프리즘, 및 그레이팅의 광학 성분군은 집합적으로 협-대역 광학이라 한다. 협-대역 광학으로 조절되는 파장을 갖는 레이저 빔은 전방 윈도우 및 부분 반사 거울인 전방 거울을 통해 통과하고 상기 레이저 빔의 일부는 레이저 챔버를 빠져나간다.

통상적으로, 합성 용융 실리카 또는 칼슘 플루오라이드를 엑시머 레이저 용 광학 성분 물질로 사용하나, 이들 물질을 사용하는 데는 상당한 문제가 있다. 반도체를 효과적으로 다량 제조하기 위해서는, 단위 시간당 레이저 진동 펄스 수를 증가시켜 레이저의 출력(power)(반복빈도 또는 반복률이라고도 함)을 증가시키는 것이 요구된다. 그러나, 레이저 공명기(resonator)내의 에너지 밀도가 높고, 게다가, 레이저 빔이 공명기에서 왕복하고 수차례 광학 성분을 통해 통과한다. 이러한 이유로, 레이저의 출력이 높아질수록, 물질내부에서 미미한 뒤틀림 또는 불균일에 의해서도 광학 성분이 악화된다. 광학 성분의 미미한 악화는 진동 레이저 빔의 질에 상당한 영향을 미친다. 따라서, 합성 용융 실리카 또는 칼슘 플루오라이드 광학 성분은 엑시머 레이저의 출력이 증가될 때 내구력에는 불충분하고, 상기 광학 성분 사용시에는 고 반복률 UV 엑시머 레이저의 파장을 고도로 정밀하게 조절하는 것이 어렵다.

-발명의 요약-

본 발명은 레이저 빔 소스(source) 및 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 하나 이상의 윈도우를 포함하는 고 반복률(≥4 킬로헤르츠) UV 엑시머 레이저에 관한 것이다.

본 발명은 또한 레이저 빔용 소스, 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 하나 이상의 윈도우, 및 상기 하나 이상의 윈도우를 어닐링하기 위한 소스를 포함하는 고 반복률 UV 엑시머 레이저를 포함한다.

본 발명은 또한 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 고 반복률 UV 엑시머 레이저 윈도우를 포함한다.

또한 본 발명은 선결 협폭 레이저 빔의 제조 방법을 포함한다. 상기 방법은 레이저 빔을 챔버의 제1 윈도우를 빠져나오게 하여 레이저 빔을 진동시키는 단계, 상기 레이저 빔을 하나 이상의 프리즘을 통해 증폭시키는 단계, 상기 레이저 빔을 선결 협폭으로 조절시키는 단계, 및 상기 선결 협폭 레이저 빔을 챔버의 제2 윈도우를 통해 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 챔버의 제1 및 제2 윈도우는 마그네슘 플루오라이드를 포함한다.

본 발명의 특징 및 장점은 본 발명에 첨부된 도면과 함께 하기 바람직한 실시예의 구체적인 설명을 통해 자명하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고 반복률 UV 엑시머 레이저를 나타내는 도면이다.

도 2은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 고 반복률 UV 엑시머 레이저를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 고 반복률 UV 엑시머 레이저를 나타내는 도면이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 레이저 빔 소스 및 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 하나 이상의 윈도우를 포함하는 엑시머 레이저에 관한 것이다. 엑시머 레이저 디바이스(device)는 미국특허 제6,181,724호, 제6,282,221호, 제6,067,311호 및 제6,014,398호에 개시되어 있고, 상기 문헌들은 본 발명의 참조 문헌에 포함되어 있다.

통상적으로, 엑시머 레이저는 하기에 기술한 것과 같이 작동된다. 레이저 가스를 레이저 챔버에 봉인하고 상기 가스에 방전극에서 전기적 방전을 통해 에너지를 공급한다. 이를 통해 레이저 빔이 진동하게 된다. 진동 레이저 빔은 후방 윈도우를 통해 레이저 챔버를 빠져 나가고, 레이저 빔의 사이즈는 프리즘을 통해 통과하는 동안 증폭되며, 상기 레이저 빔은 그레이팅으로 들어간다. 그레이팅에서, 레이저 빔의 광 경로에 따른 각도는 액츄에이터 및 선결 파장에서 레이저 빔을 진동시켜 조절되며, 협대역을 얻을 수 있다. 조절된 파장을 갖는 상기 레이저 빔은 전방 윈도우 및 전방 거울을 통해 통과하고 상기 레이저 빔의 일부는 레이저 챔버를 빠져나간다.

상술한 일반적인 엑시머 레이저의 작동에 따라, 도 1은 본 발명의 고 반복률 UV 엑시머 레이저의 일 실시예를 나타내는 도면이다. 도 1에 따르면, 고 반복률 UV 엑시머 레이저 디바이스(10)는 제1 및 제2(선택적으로 제3) 프리즘과 같은 복수의 프리즘(12), 제1 거울(13), 제2 거울(15), 그레이팅(14), 및 제1(16) 및 제2(18) 윈도우를 포함한다. 레이저 챔버(17) 내의 제1 윈도우(16) 및 제2 윈도우(18)는 에너지 손실을 감소시키기 위해 레이저 빔(11)에 따라 정상적인 브루스터(Brewster) 각을 형성한다. 복수의 프리즘(12), 제1 거울(13) 및 제2 거울(15), 및 제1 윈도우(16) 및 제2 윈도우(18)와 같은 성분은 칼슘 플루오라이드, 바륨 플루오라이드 또는 마그네슘 플루오라이드등의 플루오라이드 광학 물질로 제조된다. 일 실시예에 있어서, 상기 성분은 마그네슘 플루오라이드로 제조된다. 다른 일 실시예에 있어서, 제1 윈도우(16) 및 제2 윈도우(18)는 마그네슘 플루오라이드로 제조되며, 복수의 프리즘(12), 제1 거울(13) 및 제2 거울(15)등의 다른 성분은 칼슘 플루오라이드와 같은 다른 물질로 제조된다.

한편 본 발명은 선결 협폭 레이저 빔의 제조방법을 포함한다. 상기 방법은 레이저 빔을 챔버의 제1 윈도우를 빠져나오게 하여 레이저 빔을 진동시키는 단계, 상기 레이저 빔을 하나 이상의 프리즘을 통해 증폭시키는 단계, 상기 레이저 빔을 선결 협폭으로 조절시키는 단계, 및 상기 선결 협폭 레이저 빔을 챔버의 제2 윈도우를 통해 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 챔버의 제1 및 제2 윈도우는 마그네슘 플루오라이드를 포함한다.

도 1에 따르면, 레이저 가스(Ar, Kr, Ne 및/또는 F)를 레이저 챔버(17)에 봉인하고 방전극(도시되지 않음)에서 전기적 방전을 통해 상기 레이저 가스에 에너지 를 공급한다. 이는 레이저 빔(11)을 진동시킨다. 진동 레이저 빔(11)은 후방 윈도우(16)를 통해 레이저 챔버(17)를 빠져나간다. 프리즘(12)을 통해 통과한 레이저 빔(11)은 제2 거울(15) 및 그레이팅(14)에 의해 반사된다. 제1 거울(15)에서, 레이저 빔(11)의 광 경로에 대한 각은 액츄에이터에 의해 조절된다. 선결 파장에서 레이저 빔(11)을 진동시켜서, 레이저 빔(11)에 대한 협대역 폭을 얻는다. 레이저 빔(11)은 총체적으로 그레이팅(14) 및 제2 거울(150)을 통해 반사되어 상기 레이저 빔(11)의 원래 경로가 역행되어 전방 윈도우(18)로 부터 챔버(17)를 빠져나가고 제1 거울(13)로 부터 빠져나간다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예이다. 고 반복률 UV 엑시머 레이저 디바이스(20)는 제1 및 제2 프리즘과 같은 복수의 프리즘(22), 거울(25), 그레이팅(24), 및 제1(26) 및 제2(28) 윈도우를 포함한다. 레이저 챔버(27)내의 제1 윈도우(26) 및 제2 윈도우(28)는 에너지 손실을 감소시키기 위해 레이저 빔(21)에 대해 정상적인 브루스터 각을 형성한다. 본 실시예에 있어서, 레이저 빔(21)은 부분 반사 거울(25)을 통해 부분적으로 반사되고, 레이저 빔(21)의 일부는 레이저 챔버(27)를 빠져나간다. 복수의 프리즘(22), 제2 거울(25), 및 제1 윈도우(26) 및 제2 윈도우(28)와 같은 성분은 칼슘 플루오라이드, 바륨 플루오라이드 또는 마그네슘 플루오라이드와 같은 플루오라이드 광학 물질로 제조된다. 상기 일 실시예에 있어서, 이들 성분은 마그네슘 플루오라이드로 제조되었다. 다른 실시예에 있어서, 제1 윈도우(26) 및 제2 윈도우(28)은 마그네슘 플루오라이드로 제조되고, 복수의 프리즘(22) 및 거울(25)등의 다른 성분은 칼슘 플루오라이드와 같은 다 른 성분으로 제조된다.

한편 본 발명은 마그네슘 플루오라이드로 제조된 고 반복률 UV 엑시머 레이저 윈도우를 포함한다.

마그네슘 플루오라이드로 제조된 본 발명의 레이저 윈도우는 고 반복률 UV 엑시머 레이저의 장기 작동 수명에 대해 내구력을 유지한다. '내구력을 유지한다'는 것은 상기 마그네슘 플루오라이드 윈도우가 상당한 정도의 유도 흡광을 갖지 않는다는 의미이다. 상기 마그네슘 플루오라이드 윈도우는 10mJ 이상의 출력 및 4KHz 이상의 반복률을 갖는 레이저에 대해 내구력을 유지한다. 또한, 본 발명의 마그네슘 플루오라이드 윈도우는 5억만 펄스 및, 선택적으로 9억만 펄스 이상에 대해 10mJ 이상의 출력 및 4KHz 이상의 반복률을 갖는 레이저에 대해 내구력을 유지한다.

본 발명은 레이저 빔용 소스, 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 하나 이상의 윈도우, 및 상기 하나 이상의 윈도우를 어닐링하기 위한 소스를 포함하는 엑시머 레이저를 포함한다.

도 3은 레이저 챔버의 윈도우를 어닐링하기 위한 소스를 포함하는 본 발명의 일 실시예를 나타낸다. 도 3에 나타낸 바와 같이, 엑시머 레이저 디바이스(30)는 제1 및 제2(선택적으로 제3) 프리즘과 같은 복수의 프리즘(32), 제1 거울(33), 제2 거울(35), 그레이팅(14), 및 제1(36) 및 제2(38) 윈도우를 포함한다. 레이저 챔버(37)의 제1 윈도우(36) 및 제2

윈도우(38)는 에너지 손실을 감소시키기 위해 레이저 빔(31)에 대해 정상적인 브루스터 각을 형성한다. 복수의 프리즘(32), 제1 거울(33) 및 제2 거울(35), 및 제1 윈도우(36) 및 제2 윈도우(38)와 같은 성분은 칼슘 플루오라이드, 바륨 플루오라이드 또는 마그네슘 플루오라이드와 같은 플루오라이드 광학 물질로 제조된다. 일 실시예에 있어서, 상기 성분들은 마그네슘 플루오라이드로 제조되었다. 다른 실시예에 있어서, 제1 윈도우(36) 및 제2 윈도우(38)은 마그네슘 플루오라이드로 제조되고 복수의 프리즘(32), 제1 거울(33) 및 제2 거울(35)와 같은 성분은 칼슘 플루오라이드와 같은 다른 물질로 제조된다.

통상적으로 제1 레이저 빔(상술함) 및 제2 레이저는 레이저 챔버(37)내에서 방전극을 통해 생성된다. 도 3에 있어서, 제2 레이저 가스(Ar, Kr, Ne 및/또는 F)는 레이저 챔버(37)에 봉인되고 제2 방전극(도시되지 않음)에서 제2 전기적 방전을 통해 제2 레이저 가스에 에너지가 공급된다.이는 제2 레이저 빔(31)을 진동시킨다. 진동 레이저 빔(31)은 후방 윈도우(36)을 통해 레이저 챔버(37)을 빠져나간다. 프리즘(32)를 통해 통과한 레이저 빔(31)은 제2 거울(35) 및 그레이팅(34)를 통해 반사된다. 제2 거울(35)에서, 레이저 빔(31)의 광 경로에 따른 각도는 엑츄에이터에 의해 조절된다. 선결 파장에서 레이저 빔(31)을 진동시켜서 레이저 빔(31)에 대한 협대역 폭을 얻는다. 레이저 빔(31)은 총체적으로 그레이팅(34) 및 제2 거울(35)을 통해 반사되어 레이저 빔(31)이 원래 경로를 역행하게 되며 전방 윈도우(38)로부터 챔버(37)를 빠져나가고 제1 거울(33)로 부터 빠져나간다.

제2 레이저 빔(31)은 제1 및 제2 윈도우(36 및 38)를 동시에 엑시머 레이저의 작동과 같이 어닐링하기 위해 사용된다. 상기 윈도우는 250nm 의 파장을 갖는 광을 갖는 제2 레이저 빔(31)을 조사한다. 상기 파장은 유도 흡광 대역에 상응한 다. 선택적으로, 제2 레이저 빔(31)은 엑시머 레이저 작동 전 또는 후에 엑시머 레이저를 사용하지 않는 동안 제1 및 제2 윈도우(36 및 38)를 어닐링하기 위해 사용된다.

선택적으로, 윈도우(36 및 38)는 열로 어닐링된다. 열 어닐링은 불활성 가스 환경하에서 또는 진공 상태에서 제1 및/또는 제2 윈도우를 가열하여 수행된다. 윈도우를 가열하는 온도가 유도 흡광 수준에 의존적이나, 200 내지 800°C의 온도가 통상적이다.

바람직한 실시예를 상기에 기술하였으나 본 발명의 범주에서 이의 다양한 변형, 추가, 교체 및 유사함이 이루어질 수 있는 것은 당분야의 당업자들에게 자명하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
레이저 빔을 챔버(chamber)의 제1 마그네슘 플루오라이드 결정 윈도우(window)를 빠져나오게 하여 레이저 빔을 진동시키는 단계 및 상기 레이저 빔을 챔버의 제2 마그네슘 플루오라이드 결정 윈도우를 통해 통과시켜 ≥4킬로헤르츠의 반복률 엑시머 레이저 빔을 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 ≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저 빔의 제조방법.

청구항 2.
제1항에 있어서, 상기 ≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저 빔은 10mJ 이상의 출력(power)을 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.
제1항에 있어서, 상기 마그네슘 플루오라이드 결정 윈도우는 5억만 펄스 이상의 레이저 빔에 대해 내구력을 유지하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.
≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저 빔을 제조하기 위한 ≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저 빔 소스(source) 및 상기 ≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저 빔을 투과시키기 위한 하나 이상의 마그네슘 플루오라이드 결정 윈도우를 포함하는 것을 특징으로 하는 ≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저.

청구항 5.
제4항에 있어서, 상기 레이저 빔은 10mJ 이상의 출력을 갖는 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 6.
제4항에 있어서 상기 ≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저 빔 소스는 아르곤(argon) 플루오라이드 엑시머 레이저 빔 소스인 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 7.
제4항에 있어서, 상기 ≥4킬로헤르츠 반복률 엑시머 레이저 빔 소스는 크립톤(kryption) 플루오라이드 엑시머 레이저 빔 소스인 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 8.
제6항에 있어서, 상기 엑시머 레이저는 하나 이상의 윈도우를 어닐링하기 위한 소스를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 9.
제4항에 있어서, 상기 윈도우는 5억만 펄스 이상의 레이저 빔에 대해 내구력을 유지하는 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 10.
레이저 빔 소스;

마그네슘 플루오라이드 결정을 포함하는 하나 이상의 윈도우; 및

마그네슘 플루오라이드 결정 윈도우를 포함하는 하나 이상의 윈도우를 어닐링하기 위한 소스를 포함하는 엑시머 레이저.

청구항 11.
제10항에 있어서, 상기 레이저 빔은 10mJ 또는 그 이상의 출력을 갖는 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 12.
제10항에 있어서, 상기 레이저 빔은 4KHz 이상의 반복률을 갖는 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 13.
제10항에 있어서, 상기 레이저 빔 소스는 아르곤 플루오라이드인 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 14.
제10항에 있어서, 상기 레이저 빔 소스는 크립톤 플루오라이드인 것을 특징으로 하는 엑시머 레이저.

청구항 15.
마그네슘 플루오라이드 결정을 포함하는 ≥4킬로헤르츠 반복률 아르곤 플루오라이드 엑시머 레이저 윈도우.

청구항 16.
레이저 빔을 챔버의 제1 윈도우를 빠져나오게 하여 레이저 빔을 진동시키는 단계;

하나 이상의 프리즘을 통해 상기 레이저 빔을 증폭시키는 단계;

상기 증폭된 레이저 빔을 선결 협폭으로 조절시키는 단계; 및

상기 선결 협폭의 레이저 빔을 챔버의 제2 윈도우를 통해 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 챔버의 제1 및 제2 윈도우는 마그네슘 플루오라이드를 포함하는 것을 특징으로 하는 선결 협폭 레이저 빔의 제조방법.

청구항 17.
제16항에 있어서, 상기 레이저 빔은 10mJ 이상의 출력을 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.
제16항에 있어서, 상기 레이저 빔은 4KHz 이상의 반복률을 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.
제16항에 있어서, 상기 방법은 레이저 빔을 5억만 이상의 펄스로 펄스시키는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 제1 및 제2 윈도우는 내구력을 유지하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 21.
제19항에 있어서, 상기 레이저 빔은 9억만 이상의 펄스로 펄스되며 상기 제1 및 제2 윈도우는 내구력이 유지되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 22.
제16항에 있어서, 상기 방법은 제1 윈도우를 어닐링시키는 단계를 더욱 포함 하는 것을 특징으로 하는 방법.

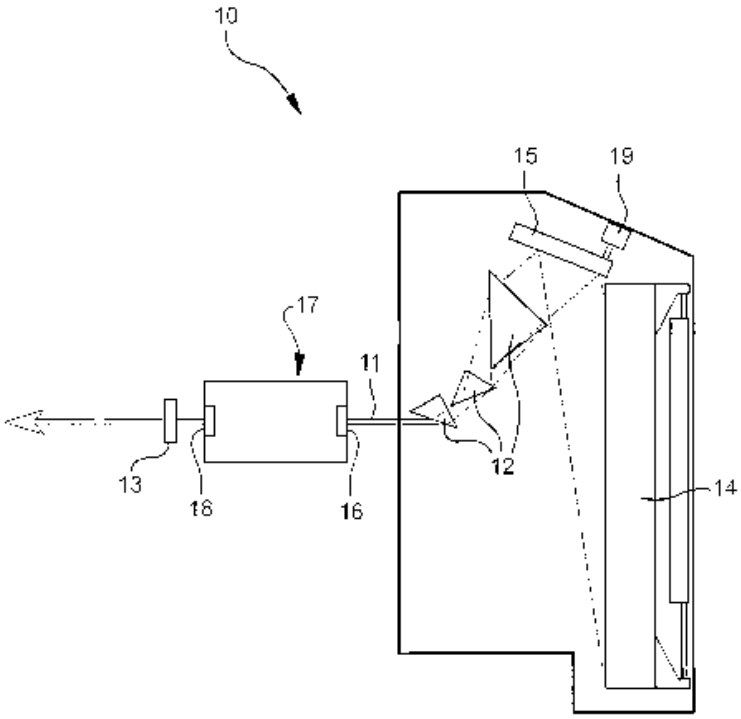
청구항 23.
제22항에 있어서, 상기 방법은 제2 윈도우를 어닐링시키는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24.
제16항에 있어서, 상기 레이저 빔 소스는 아르곤 플루오라이드인 것을 특징으로 하는 방법.

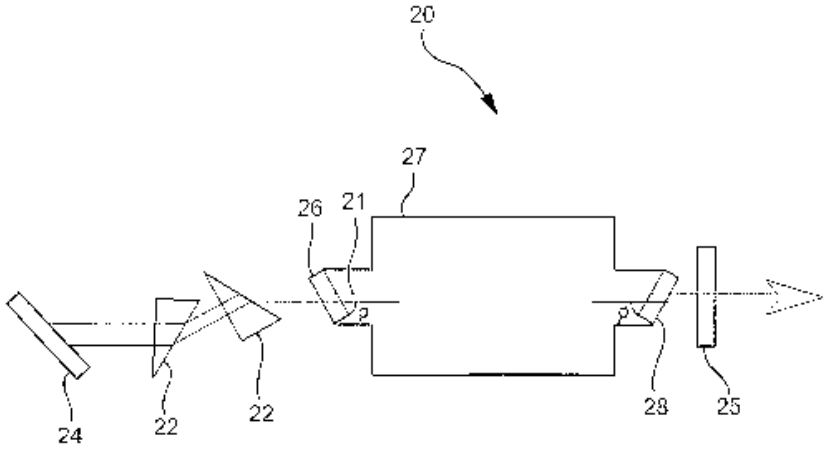
청구항 25.
제16항에 있어서, 상기 레이저 빔 소스는 크립톤 플루오라이드인 것을 특징으로 하는 방법.

도면

도면1



도면2



도면3

