



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0017443
(43) 공개일자 2010년02월16일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>C25D 1/06</i> (2006.01) <i>C25D 7/08</i> (2006.01)
 <i>G02B 17/06</i> (2006.01) <i>G03F 7/20</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2009-7024793
 (22) 출원일자 2008년05월29일
 심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2009년11월27일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2008/004273
 (87) 국제공개번호 WO 2008/145364
 국제공개일자 2008년12월04일</p> <p>(30) 우선권주장
 10 2007 025 278.3 2007년05월31일 독일(DE)
 60/932,517 2007년05월31일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 칼 짜이스 에스엠테 아게
 독일 73447 오버코헨 루돌프-에버-슈트라쎬 2</p> <p>(72) 발명자
 덩거 우도
 독일 73447 오버코헨 하인츠-퀴펜벤더-슈트라쎬 4
 빙겔 올리히
 독일 74545 미헬펠트 하움트슈트라쎬 24
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 양영준, 안국찬</p> |
|--|---|

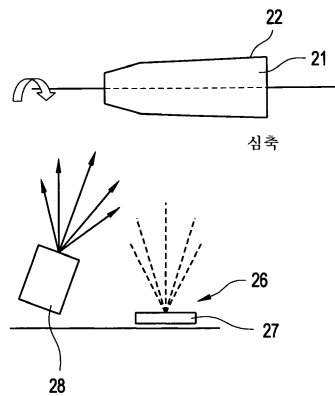
전체 청구항 수 : 총 72 항

(54) 성형 프로세스를 이용하여 광학 요소를 제조하기 위한 방법, 상기 방법으로 제조된 광학 요소, 집광기 및 조명 장치

(57) 요약

본 발명은 광학 요소 또는 베이스를 포함하는 광학 요소 부분을 제조하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은, 광학 요소의 기하학적 구조에 상응하는 표면을 가진 몰드(21, 1000, 2000)를 제공하는 단계와, 상기 몰드(21, 1000, 2000)의 표면 상에 하나 이상의 분리층 시스템(15, 1010, 2010)을 포함하는 층 시스템(7)을 증착하는 단계와, 상기 층 시스템(7) 상에 베이스(4, 1030, 2030)를 전기 구조하는 단계와, 상기 분리층 시스템(15, 1010, 2010) 상에서 적어도 베이스를 몰드(21, 1000, 2000)로부터 분리하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

에특스마이어 제프리

독일 73447 오버코헨 비젠백 21

에르친 에탈

독일 89551 쾨니히스브론 브렌츠크벨슈트라쎄 10

바이글 베른하르트

독일 89555 슈타인하임 미텔라인 47

브루이노게 슈테파네

독일 73431 알렌 쇼펜하우어슈트라쎄 4

특허청구의 범위

청구항 1

광학 요소 또는 베이스를 포함하는 광학 요소 부분을 제조하기 위한 방법이며,
 광학 요소의 기하학적 구조에 상응하는 표면을 가진 몰드(21, 1000, 2000)를 제공하는 단계와,
 상기 몰드(21, 1000, 2000)의 표면 상에 하나 이상의 분리층 시스템(15, 1010, 2010)을 포함하는 층 시스템
 (7)을 증착하는 단계와,
 상기 층 시스템(7) 상에 베이스(4, 1030, 2030)를 전기 주조하는 단계와,
 상기 분리층 시스템(15, 1010, 2010) 상에서 적어도 베이스를 몰드(21, 1000, 2000)로부터 분리하는 단계를
 포함하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 층 시스템은 또한 하나 이상의 반사층(8)을 포함하고, 상기 하나 이상의 반사층은 분리층
 (15, 1010) 시스템 상에 증착되며, 상기 하나 이상의 반사층 상에서 베이스의 전기 주조가 실시되는 것을 특징
 으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 하나 이상의 반사층은 다중층 시스템(2110)의 일부분인 것을 특징으로 하는, 광학 요소
 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 다중층 시스템(2110)은 Mo/Si 층의 시퀀스 또는 Mo/Be 층의 시퀀스인 것을 특징으로
 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 분리층 시스템은 Au 또는 Ru를 포함하는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조
 방법.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 하나 이상의 반사층은 Ru를 포함하는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 상기 분리층 시스템(15)은 다중층 시스템으로서 구현되고, 몰드 상에 증착된 SiO₂ 층
 및 상기 SiO₂ 층 위에 증착된 Au 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 분리층 시스템(15) 내 SiO₂와 Au 사이에서 몰드(21)와의 분리가 실시되는 것을 특징으로 하
 는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 베이스는 광학 요소의 일부분으로서 분리층 시스템(15)에서 몰드로부터 분리되는 것을
 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 광학 요소의 일부분으로서 베이스가 분리된 후 상기 베이스 또는 분리층 시스템을 포함하는 베
 이스 상에 적어도 추가 방법 단계에서 반사층이 증착되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 하나 이상의 반사층은 다중층 시스템(1110)의 일부분인 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 다중층 시스템(1110)은 Mo/Si 층의 시퀀스 또는 Mo/Be 층의 시퀀스인 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서, 상기 분리층 시스템은 Au 또는 Ru를 포함하는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 상기 반사층 시스템은 Ru를 포함하는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 베이스의 전기 구조는 적어도 하나의 제1 단계 및 제2 단계에서 실시되며, 제1 단계 이후 베이스(1030)의 제1 층(1020.1, 2020.1) 위에 냉각 장치(1050, 2050) 및/또는 연결 장치(1040, 2040)가 배치되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 베이스의 제1 층 위에 제2 층(1020.2, 2020.2)이 증착됨으로써 베이스 내에 냉각 장치 및/또는 연결 장치가 삽입되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 17

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 베이스는 Ni, Cu, Ni 합금 중에서 선택된 하나의 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 석영 유리(SiO₂) 또는 카니젠(Kanigen) 도금 알루미늄으로 형성된 모듈드(21)가 사용되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 19

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 모듈드(21)의 표면에 SiO₂가 증착되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 모듈드(21) 표면에 SiO₂가 증착된 후 처리(conditioning) 단계에서 미리 정해진 지속시간에 걸쳐서 표면 처리가 수행되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 21

제18항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 SiO₂ 층 또는 석영유리 위에 루테튬층(16, 17)과 크롬 접착층(18, 19)이 교대로 증착되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 22

제2항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반사층(8)의 증착은 바람직하게 진공 환경 또는 전기화학적 환경에서 실시되는 것을 특징으로 하는, 광학 요소 제조 방법.

청구항 23

스킴 입사 광학 요소, 특히 EUV 방사 시 사용하기 위한, 특히 폐곡면을 갖는 스킴 입사 집광기용 집광기 셀을 제조하기 위한 방법에 있어서,

스킴 입사 광학 요소(1)의 기하학적 구조에 상응하는 표면을 갖는 몰드(21)를 제공하는 단계와,

상기 몰드(21) 위에 베이스(4)를 전기 주조하는 단계와,

상기 몰드(21)로부터 베이스(4)를 분리하는 단계와,

상기 베이스(4)의 표면에 하나 이상의 반사층(8)을 포함하는 층 시스템(7)을 증착하는 단계를 포함하는, 스킴 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, 분리층 시스템이 제공되고, 이 분리층 시스템은 상기 몰드 위에 증착된 하나 이상의 SiO₂ 층 및 SiO₂ 층 위에 증착된 Pd 층 또는 Au 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 스킴 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 25

제23항에 있어서, 몰드(21)로부터 셀(25)의 형성 하에 집광기 셀(1)을 분리하는 작업은 분리층 시스템(15) 내 SiO₂ 층과 Pd 층 사이 또는 SiO₂ 층과 Au 층 사이에서 이루어지는 것을 특징으로 하는, 스킴 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 26

제23항에 있어서, 층 시스템(7)의 층들의 증착은 기상 증착, 특히 전자빔 증착 또는 스퍼터링에 의해 실시되는 것을 특징으로 하는, 스킴 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 27

제23항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서, Ni 또는 Ni 합금 재료로 된 베이스(4)는 전기 주조에 의해, 특히 전기화학적 프로세스에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는, 스킴 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 28

제23항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 베이스의 전기 주조는 적어도 하나의 제1 단계 및 제2 단계에서 실시되며, 제1 단계 이후 제1 층 위에 냉각 장치 및/또는 연결 장치가 배치되고, 제1 층 위에 제2 층이 증착되는 것을 특징으로 하는, 스킴 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 29

수직 입사 광학 요소, 특히 EUV 방사 시 사용하기 위한 각면 처리된(faceted) 광학 요소의 각면(facet)을 제조하기 위한 방법에 있어서,

수직 입사 광학 요소의 기하학적 구조에 상응하는 표면을 갖는 몰드(1000, 2000)를 제공하는 단계와,

상기 몰드(1000, 2000) 위에 베이스(1030, 2030)를 전기 주조하는 단계와,

상기 몰드로부터 베이스를 분리하는 단계와,

상기 베이스의 표면에 하나 이상의 반사층을 포함하는 층 시스템을 증착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 30

제29항에 있어서, 분리층 시스템이 제공되고, 이 분리층 시스템은 몰드 위에 증착된 하나 이상의 금속층, 특히 Au 층 또는 Ru 층인 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 31

제29항 또는 제30항에 있어서, 층 시스템의 층들의 증착은 기상 증착에 의해, 특히 전자빔 증착 또는 스퍼터링에 의해 실시되는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 32

제29항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 반사층은 다중층 시스템의 일부분이고, 상기 다중층 시스템(1010)은 Mo/Si 층의 시퀀스 또는 Mo/Be 층의 시퀀스인 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 33

제29항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 반사층은 하나 이상의 Ru 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 34

제29항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 베이스의 전기 구조는 적어도 하나의 제1 단계 및 제2 단계에서 실시되며, 제1 단계 이후 제1 층(1030.1) 위에 냉각 장치(1050) 및/또는 연결 장치(1040)가 배치되는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 35

제34항에 있어서, 상기 베이스의 제1 층 위에 제2 층(1030.2)이 증착됨으로써 베이스 내에 냉각 장치 및/또는 연결 장치가 삽입되는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 36

제29항 내지 제35항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 베이스는 Ni, Cu, Ni 합금 중에서 선택된 하나의 금속을 포함하는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소 제조 방법.

청구항 37

수직 입사 광학 요소, 특히 EUV 방사 시 사용하기 위한 각면 처리된 광학 요소용 미러이며, 베이스(1030, 2030) 및 상기 베이스 상에 증착된 하나 이상의 반사층을 포함하는 수직 입사 광학 요소에 있어서, 상기 베이스가 금속으로 형성된 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 38

제37항에 있어서, 상기 하나 이상의 반사층은 다중층 시스템의 일부분인 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 39

제38항에 있어서, 상기 다중층 시스템(1010, 2010)은 Mo/Si 층 또는 Mo/Be 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 40

제37항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 반사층 시스템은 Ru 층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 41

제37항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 베이스의 금속은 Cu, Ni, Ni 합금 조성물 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 42

수직 입사 광학 요소에 있어서, 상기 베이스(1030, 2030)는 베이스 내에 삽입된 냉각 장치 (1050, 2050) 및/또는 연결 장치(1040, 2040)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 43

제37항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 베이스(1030, 2030)는 적어도 2개의 층, 즉 제1 층(1020.1) 및 제2 층(1020.2)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 44

제43항에 있어서, 상기 냉각 장치(1050) 및/또는 상기 연결 장치(1040)는 제1 층 과 제2 층 사이에 매립되는 것을 특징으로 하는, 수직 입사 광학 요소.

청구항 45

집광기 셀(1), 특히 EUV 방사 시 사용하기 위한, 환형으로 폐쇄된 미러면을 갖는 스팀 입사 집광기용 집광기 셀에 있어서,

환형으로 폐쇄된 미러면은 반사층(8)을 포함하며, 상기 반사층은 적어도 루테튬을 포함하는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 46

집광기 셀, 특히 EUV 방사 시 사용하기 위한, 미러면을 갖는 스팀 입사 집광기용 집광기 셀이며, 상기 미러면은 하나의 직선과 관련하여 시작점과 끝점 및 상기 직선의 방향으로 길이(1)를 가지며, 상기 직선을 따라 시작점에서부터 끝점까지의 길이(1)는 120mm 이상인, 집광기 셀.

청구항 47

제46항에 있어서, 상기 미러면은 끝점에서 상기 직선까지의 수직 거리(d/2)를 가지며, 상기 거리(d/2)는 375mm 이하인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀.

청구항 48

제47항에 있어서, 상기 수직 거리(d/2)는 100mm 이하인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀.

청구항 49

제47항에 있어서, 상기 수직 거리(d/2)는 40mm 이하인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀.

청구항 50

제45항에 있어서, 환형으로 폐쇄된 미러면은 회전축(RA)을 중심으로 하는, 시작점 및 끝점을 가진 회전면이며, 집광기 셀은 상기 회전축의 방향으로 길이(1)를 가지며, 상기 시작점에서부터 끝점까지의 길이(1)는 120mm 이상인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 51

제50항에 있어서, 상기 회전면은 끝점에서 지름(d)을 가지며, 상기 지름(d)은 750mm 이하인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 52

제51항에 있어서, 상기 지름(d)은 200mm 이하인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 53

제50항 내지 제53항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 지름(d)은 80mm 이상인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 54

제45항 내지 제53항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 집광기 셀(1)은 베이스(4) 및 상기 베이스(4) 상부의 층 시스템(7)을 포함하고, 상기 층 시스템은 적어도 미러면(6)을 형성하는 반사층(8)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 55

제54항에 있어서, 상기 베이스(4)는 전기도금 니켈로 형성되는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 56

제45항 내지 제55항 중 어느 한 항에 있어서, 루테튬으로 된 반사층(8)의 층 두께(D8)는 10nm 내지 150nm, 바람직하게는 10nm 내지 120nm, 특히 바람직하게는 15nm 내지 100nm, 가장 바람직하게는 20nm 내지 80nm인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 57

제54항 내지 제56항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 층 시스템(7)은 반사층(8)과 베이스(4) 사이에 배치된 하나 이상의 중간 금속층(20)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 58

제57항에 있어서, 상기 중간층(20)은 니켈로 형성되는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 59

제58항에 있어서, 상기 니켈층의 층 두께는 30nm 이하인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 60

제50항 내지 제59항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 층 시스템(7)은 교대층 방식으로 배치된 루테튬 성분 및 크롬 성분을 각각 포함하는 다중층 시스템으로 구현되는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 61

제60항에 있어서,

미러면(6)을 형성하는 제1 루테튬층(16) 및 제2 루테튬층(17)과,

상기 제1 루테튬층(16)과 제2 루테튬층(17) 사이의 제1 접촉층(18)과,

상기 제2 루테튬층(17)과 베이스(4) 또는 중간층(20) 사이의 제2 접촉층을 포함하는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 62

제60항에 있어서, 상기 접촉층(18, 19)의 층 두께는 1nm 내지 5nm의 범위, 바람직하게는 1nm 내지 3nm의 범위 내에 놓이는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 63

제61항 또는 제62항에 있어서, 상기 제1 루테튬층(16)의 층 두께(D16)는 5nm 내지 20nm의 범위, 바람직하게는 8nm 내지 12nm의 범위 내에 놓이는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 64

제61항 또는 제62항에 있어서, 상기 제2 루테튬층(17)의 층 두께(D17)는 20nm 내지 80nm, 바람직하게는 30nm 내지 60nm인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 65

제57항 내지 제64항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 두 루테튬층(16, 17) 사이에 크롬으로 된 접촉층(18, 19)이 형성되는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 66

제45항 내지 제65항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광학 면(6)은 파장(λ)이 13nm일 때 2nm RMS 이하의 미세 거

칠기를 갖는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 67

제50항 내지 제66항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 회전면은 환형 비구면 세그먼트인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 68

제67항에 있어서, 상기 환형 비구면 세그먼트는 포물면, 타원면 또는 쌍곡면의 환형 세그먼트인 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 69

제50항 내지 제66항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 회전면은 제1 광학 면(10)을 갖는 제1 환형 세그먼트 및 제2 광학 면(12)을 갖는 제2 세그먼트(11)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 집광기 셀(1).

청구항 70

제45항 내지 제69항 중 어느 한 항에 따른 하나 이상의 집광기 셀을 포함하는 집광기.

청구항 71

제37항 내지 제44항 중 어느 한 항에 따른 하나 이상의 수직 입사 광학 요소를 포함하는, 특히 7 내지 30nm의 EUV 영역 내 유효 파장을 위한, 마이크로리소그래피 투영 노광 장치.

청구항 72

제1항 내지 제36항 중 어느 한 항에 따른 방법으로 제조된 하나 이상의 광학 요소를 포함하는, 특히 7 내지 30nm의 EUV 영역 내 유효 파장을 위한, 마이크로리소그래피 투영 노광 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 성형 프로세스를 이용하여 광학 요소를 제조하는 방법, 상기 방법으로 제조된 광학 요소, 특히 4 내지 30nm, 바람직하게는 7 내지 15nm의 파장에서 EUV 방사 시 스침 입사(grazing incidence) 집광기를 위한 집광기 셀에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 마이크로리소그래피 투영 노광 장치, 특히 그러한 마이크로리소그래피 투영 노광 장치의 조명 시스템과도 관련이 있다.

배경기술

[0002] 예컨대 마이크로리소그래피 장치를 위한 광학 요소들은 지금까지 예컨대 사전 제조된 기판 상에 진공 증착 기술을 이용하여 제조되었다. 그 예가 DE 10 2005 017 742 A1에 기술되어 있다. DE 10 2005 017 742 A1에 따른 방법에서는 적어도 광학적으로 작용하는 코팅층이 기판 상에 증착된다. 그러한 방법은 한편으로는 매우 복잡하고, 다른 한편으로는 예컨대 폐곡면(closed surface)에서의 코팅에 부적합하다.

[0003] 폐쇄형 광학 면들은 예컨대 집광기에서 볼 수 있다. 이와 관련해서는 US 7,244,954를 참조한다.

[0004] 예컨대 DE 10 2005 017 742 A1에 기술된 시스템들의 단점 중 하나는, 기판이 예컨대 조명 장치 내에 장착 시 정전기 대전이 될 수 있는 부도체라는 점이다.

[0005] 광원으로부터 방사된 광을 흡수하고, 공통의 회전축을 중심으로 서로 중첩 배치된 복수의 회전대칭형 미러 셀을 포함하는 하나의 평면 내에서 임의의 영역을 조명하기 위한, 바람직하게는 126nm 이하의 파장, 특히 바람직하게는 4 내지 30nm의 EUV 영역 내 파장, 특히 7nm 또는 13.5nm의 파장을 갖는 조명 장치용 집광기의 여러 실시예들이 공지되어 있다.

[0006] US 5,763,930에는, 광원으로부터 방출된 광선을 모아 하나의 도광체 내로 집속하는 데 사용되는 핀치 플라즈마(pinch plasma) 광원용 중첩형 집광기(nested collector)가 개시되어 있다.

[0007] US 6,285,737 B1에는 스침 입사 집광 미러를 구비한 조명 장치가 공개되어 있다. 이 집광 미러는 하나의 스택

어레이를 이루는 복수의 개별 미러를 포함한다. 스택의 개별 미러면들은 연속면, 특히 예컨대 회전면과 같은 폐곡면을 형성하지 않는다. 회전면이란, 하나의 평면 내에 놓인 한 곡선의 회전축을 중심으로 하는 회전에 의해 얻어지는 면이다.

[0008] US 6,285,737 B1에 따른 스택형 미러 어레이의 개별 미러들은, 예컨대 로듐, 몰리브덴, 금 또는 다른 합금들로 형성된 반사층으로 코팅되며 베이스를 형성하는 기저층으로 형성된다. 바람직하게는 각각의 미러가 로테움으로 코팅된다. 각각의 층은 진공 증착 또는 스퍼터링 기법으로, 즉 공지된 종래의 방법으로 베이스 상에 제공된다. 반사층을 형성하는 금속층의 두께는, 광원을 마주하도록 배치됨으로 인한 열적 영향에 대해 저항을 갖도록 하기 위해, 매우 두껍게, 특히 100nm 이상으로 형성된다. 진공 증착 이후 상기 층은 광학적으로 연마된다. 그렇게 하여 형성된 미러 셀들은 평평하거나, 타원형이거나 비구면인 표면을 갖는다. 로테움으로 코팅된 개별 층은, 면 법선(surface normal)에 대한 입사각이 75 내지 80° 인 경우, 즉 미러가 스침 입사 방식으로 구동되는 경우, EUV 광선의 50 내지 84%를 반사한다.

[0009] US 6,285,737에 기술된 것과 같은, 개별 미러의 스택들을 포함하는 어레이로 구성된 집광 시스템의 대안으로 폐곡면, 예컨대 회전면을 갖는 집광기도 EUV 리소그래피용 조명 시스템에 사용될 수 있다. 그러한 집광기의 예는 US 7,091,505, US-2003-0043455A1, US 7,015,489, US 2005/023645A1, US 2006-0097202 A1 또는 EP 1225481로부터 공지되었다.

[0010] 전술한 문서들에 기술된, 폐쇄 미러 셀들을 포함하는 집광기는 바람직하게 서로 중첩 배치된 복수의 폐쇄 미러 셀들을 포함하는 시스템으로서 설계되며, 이른바 중첩형 집광기라 지칭된다. 폐쇄 미러 셀은 예컨대 환형 폐쇄 반사면이다.

[0011] 폐곡면, 예컨대 회전면으로서 형성된 집광기 셀들은 입사광의 반사도가 낮다는 단점이 있거나, 불안정하고, 특히 EUV 시스템에서 발생하는 것과 같은 열부하로 인해 변형되는 경향이 있다.

발명의 상세한 설명

[0012] 따라서 첫 번째 측면에서 본 발명의 목적은 종래 기술의 단점들을 극복하는 방법을 제시하는 데 있다.

[0013] 본 발명에 따라 상기 목적은,

[0014] 실질적으로 광학 요소의 기하학적 구조에 상응하는 표면을 갖는 모듈드를 제공하는 단계와,

[0015] 상기 모듈드의 표면 상에 하나 이상의 분리층 시스템을 포함하는 층 시스템을 증착하는 단계와,

[0016] 상기 층 시스템 상에, 특히 전기화학적 프로세스를 통해 베이스를 전기 구조하는 단계와,

[0017] 상기 분리층 시스템 상에서 층 시스템 및 베이스를 모듈드로부터 분리하는 단계를 포함하는 광학 요소 제조 방법을 통해 달성된다.

[0018] 전술한 성형 프로세스의 경우, 전체 광학 요소, 예컨대 집광기 셀이 모듈드로부터 직접 성형되는 제조 프로세스와, 시간적 및 공간적으로 분리되어 구현될 수 있는, 추후 코팅되는 베이스의 성형이 서로 구분될 수 있다. 상기 두 프로세스 모두 광학 요소, 예컨대 집광기 셀이 성형 프로세스 이후에 이미 구조적 유닛으로서 존재한다는 장점을 제공한다. 이 경우 광학 요소, 예컨대 집광기 셀은 거의 안쪽에서 바깥쪽으로 제조된다. 이를 위해, 상기 두 프로세스 모두 광학 요소, 예컨대 집광기 셀의 기하학적 구조에 실질적으로 상응하는 표면을 갖는 모듈드가 제공된다. 이 모듈드 상에, 상기 첫 번째 프로세스에서는 하나 이상의 분리층 시스템 및 반사층 시스템을 포함하는 층 시스템이 증착되고, 두 번째 프로세스에서는 반사층이 없는 분리층 시스템이 증착된다. 상기 층 시스템 상에 전기 구조를 통해, 특히 전기화학적 프로세스를 통해 베이스가 성형된다. 이어서 분리층 시스템에서 모듈드로부터 광학 요소, 예컨대 집광기 셀이 분리된다. 두 번째 프로세스에서는 반사층 시스템을 위한 증착 단계가 후속하는 반면, 첫 번째 프로세스에서는 광학 요소, 예컨대 집광기 셀이 이미 완성된다.

[0019] 성형 프로세스의 문제는, 층 응력의 고려하에 (첫 번째 프로세스의 경우) 반사층의 최적의 광학 특성의 영향을 받지 않으면서 개별 층들의 기계적 안정성이 유지되는 성형을 가능케 하는 적합한 분리층 시스템을 제공하는 데 있다.

[0020] 코팅 기법으로는 예컨대 열증착, 전자빔 증착기를 이용한 증착 또는 스퍼터링, 특히 마그네트론 소스를 이용한 스퍼터링과 같은 PVD(Physical Vapour Deposition) 기법이 사용된다.

[0021] 열증착 및 전자빔 증착기를 이용한 증착의 경우, 증착원(evaporation source)은 코팅될 모듈드 하부에

배치된다. 한편으로는 증착원과 몰드 사이의 큰 간격으로 인해, 그리고 다른 한편으로는 균일하기 배치된 복수의 증착원을 사용한 동시 증착에 의해 충분히 균일한 층 두께가 달성될 수 있다. 스퍼터링 기술을 사용하는 경우에는 높은 스퍼터링 가스 압력이 필요하기 때문에, 증착원들은 코팅될 몰드의 표면 근처에 균일한 간격으로 배치되어야 한다. 몰드의 형상에 매칭된 스퍼터링 소스, 특히 마그네트론 소스에 의해 최적의 층 두께 균일성이 달성될 수 있다.

- [0022] 증착원 반대편을 향하는, 코팅될 몰드의 표면은 예컨대 코팅 과정 동안 몰드의 회전에 의해 증착될 수 있다.
- [0023] 이미 성형된 광학 요소, 예컨대 집광기 셀에 추후 반사층 시스템을 코팅하는 작업은 이미 설명한 것처럼 균일한 간격으로 배치된 복수의 소스 또는 몰드의 형상에 매칭된 1개의 소스를 이용한 스퍼터링에서 수행된다. 열원 또는 전자빔 증착기를 사용할 경우, 스크린 기술의 도입을 통해 광학 요소의 전체 면 상에서 균일한 층 두께 분포가 가능해진다.
- [0024] 최적의 성형 프로세스를 위해서는 기저층을 포함한 전체 층 시스템의 층 응력이 최대한 낮게 유지되어야 하며, 그럼으로써 층 균열 또는 층 박리가 발생하지 않을 수 있다. 이는 이온 보조 증착(Ion Assisted Deposition, IAD) 프로세스의 사용을 통해서도 가능할 뿐 아니라, 예컨대 층 두께 또는 증발율과 같은, 코팅 시 몰드 회전과 관련한 코팅 매개변수의 최적화를 통해서도 가능한데, 이는 코팅 매개변수에 따라 층 응력이 크게 좌우되기 때문이다.
- [0025] 본 발명에 따른, 광학 요소, 예컨대 스킴 입사 집광기용 집광기 셀을 제조하기 위한 성형층 시스템은 성형 이전, 즉 분리 이전에 몰드와, 분리층 시스템과 층 시스템 전체 및 베이스를 형성하는 기저층을 포함하며, 상기 성형층 시스템은 본 발명에 따른 광학 요소, 특히 집광기 셀의 제1 실시예의 경우 몰드와, 이산화규소(SiO₂), 금(Au) 및 예컨대 집광기의 경우 루테튬(Ru), 전기도금 니켈(Ni)의 층들의 순서를 특징으로 한다. 스킴 입사 집광기의 경우, 광학 요소, 예컨대 집광기 셀의 제2 대안 실시예는 몰드와, SiO₂, Ru, Cr, Ru, Cr, Ni 및 전기도금 Ni의 순서를 특징으로 한다.
- [0026] 광이 스킴 입사 하에 반사되는 광학 요소의 제조 외에도, 본 발명에 따른 방법을 이용하여 광학 요소에 부딪치는 광을 수직 입사 하에 반사하는 소위 수직 입사 광학 요소를 제조하는 것도 가능하다.
- [0027] 스킴 입사 반사란, 반사각이 반사 표면에 수직으로 놓인 법선에 대해 70° 이상인 반사를 의미한다.
- [0028] 수직 입사 반사란, 반사각이 반사 표면에 수직으로 놓인 법선에 대해 30° 미만인 반사를 의미한다.
- [0029] 전술한 성형 기법으로 제조되는 광학 요소가 수직 입사 광학 요소, 예컨대 수직 입사 미러일 경우, 한 바람직한 실시예에서 상기 미러 표면은 다중층 시스템, 예컨대 Mo/Be 교대층 또는 Mo/Si 교대층으로 이루어진 교대층 시스템을 포함한다. 바람직하게는 상기 층 시스템이 그러한 교대층들을 40개 이상, 바람직하게는 60개 이상 포함한다.
- [0030] 전술한 다중 교대층 시스템으로 코팅된 표면에 광이 부딪치면, 상기 부딪치는 광은 실질적으로 표면 법선에 대해 수직 입사 하에, 즉 30° 미만으로 반사된다.
- [0031] 수직 입사 방식으로 구동되는 광학 요소는, US 6,658,084 B2 또는 US 2006/0 132 747 A1으로부터 공지된 것과 같은 수직 입사 집광 미러이거나 또는 특히 각면 미러(facet mirror)(예: 필드 각면 미러 또는 동공 각면 미러)일 수 있다. 각면 처리된(faceted) 광학 요소, 예컨대 필드 각면 미러는 US 6,658,084에 도시된 것처럼 미러 캐리어 또는 기관 상에 제공된 72개의 필드 각면(field facet)을 포함한다. 모든 개별 미러 각면은 수직 입사 미러로서 작용한다.
- [0032] 첫 번째 경우의 성형 방법에서는 분리층 시스템이 몰드 상에 증착된 SiO₂ 층 및 SiO₂ 위에 증착된 Au 층을 포함한다. 광학 요소, 예컨대 집광기 셀의 분리는 분리층 시스템에서 SiO₂ 표면과 Au 표면 사이에 있는, 몰드의 추가 Au 층에 의해 이루어진다. 다음 방법 단계에서는 반사층으로부터 Au가, 바람직하게 화학적으로, 분리된다.
- [0033] 두 번째 경우의 성형 방법에서는 집광기 셀의 층 시스템과 SiO₂ 사이에서 직접 분리가 이루어진다. 접착력의 감소를 위해, 특히 예컨대 루테튬층 또는 Mo/Si 다중층 시스템을 포함하는 층 시스템과 SiO₂ 층 사이에 처리(conditioning) 단계가 제공된다. 이 처리 단계에서 SiO₂ 층은 증착된 후 미리 정해진 표면 처리 시간에 걸쳐

서 상기 처리 단계에 노출된다. 그런 다음 상기 층 시스템이 상기 SiO₂ 층 위에 직접 증착된다. 바람직하게는 스킴 입사 시스템의 경우 루테튬층과 크롬 접착층이 교대로 증착될 수 있다. 상기 시스템의 경우 분리는 SiO₂ 표면과 Ru 표면 사이에서 실시된다.

- [0034] 상기 두 경우 모두, 광학 요소는 거의 내측에서 외측으로 제조된다. 내측으로부터 외측으로의 제조는 예컨대 폐곡면 및 작은 지름, 바람직하게는 200mm 이하의 지름(d)을 갖는 집광기 셀도 제조될 수 있다는 장점이 있다. 또 다른 장점은, 특히 수직 입사 각면 미러의 경우 간단한 제조가 가능하다는 점이다. 따라서 그러한 방법에서는 제조될 복수의 각면 미러를 위해 사용될 수 있는 단 1개의 몰드만 제조되고, 그 표면은 매우 정밀하게 처리되어 다양한 성형에 사용되는 반면, 종래 기술에 따른 방법에서는 모든 개별 각면 미러 세트가 복잡하게 연마되어야 한다.
- [0035] 또 다른 한 실시예에 따르면, 광학 요소는 베이스의 성형 및 추후 코팅을 통해 제조될 수 있다. 이 경우에도 광학 요소의 기하학적 구조에 상응하는 표면을 갖는 몰드가 준비된다. 광학 요소가 집광기 셀인 경우, 상기 표면은 베이스의 내벽에 상응해야 한다. 베이스는 바람직하게 전기화학적 프로세스를 통해 몰드 상에 성형된다. 이어서 상기 베이스는 몰드로부터 분리된다. 그런 다음, 시간적으로 편차를 두고 다른 장비를 이용하여 층 시스템이 증착된다. 이 층 시스템은 하나 이상의 반사층을 포함하며, 이 반사층은 베이스의 표면 위로 적층된다. 이 역시 열증착, 전자빔 증착 또는 스퍼터링에 의해 실시된다.
- [0036] 예컨대 베이스 성형 및 후속 코팅을 통한 집광기 셀 제조를 위한 성형 층 시스템은 몰드와, 분리층 시스템으로서의 이산화규소(SiO₂), 금(Au) 또는 팔라듐(Pd)의 층들의 순서를 특징으로 한다. 추후 상기 층 시스템 위에 루테튬(Ru)이 증착될 수 있다.
- [0037] 각면 처리된 광학 요소의 경우, 분리층 시스템으로서 SiO₂, 금(Au) 또는 팔라듐(Pd)으로 형성된 몰드와, Mo/Si 다중 코팅 시스템 또는 Mo/Be 다중 코팅 시스템의 순서로 제공된다. 스퍼터링 기법을 사용하는 경우, 하나 이상의 Ru 층 또는 Mo/Si 다중 코팅 시스템 또는 Mo/Be 다중 코팅 시스템으로 형성된 반사층 시스템의 코팅은, 이미 설명한 것처럼 균일한 간격으로 배치된 복수의 소스를 이용하여 또는 몰드의 형상에 매칭된 1개의 소스를 이용하여 수행된다. 열원 또는 전자빔 증착기를 사용할 경우, 집광기 셀의 내면이 추후 스크린 기술을 이용하여 Ru로 코팅된다.
- [0038] 집광기 셀은 바람직하게 스킴 입사 집광기 내에 사용된다. 한 바람직한 실시예에서는 집광기가 1개의 단일 회전대칭 셀 또는 회전 셀뿐 아니라 복수의 회전대칭 집광기 셀을 포함하며, 이 경우 회전 셀들은 공통 회전축을 중심으로 서로 중첩 배치된다. 집광기는 서로 중첩 배치된 2개 이상의, 바람직하게는 4개, 6개, 8개 또는 10개의 집광기 셀로 구현된다. 상기 집광기는, 광선이 표면 법선에 대해 70° 보다 큰 각도로 유입되는 EUV 파장 범위를 위한 조명 시스템의 구성 요소이다. 이러한 경우, 상기 집광기는 스킴 입사 집광기이다. 스킴 입사 집광기는 수직 입사 집광기에 비해, 소스 파편에 의한 열화(degradation)가 매우 극미하여 반사도를 전혀 저하시키지 않는다는 장점이 있다. 또한, 스킴 입사 집광기는 통상 단 1개의 광학 코팅층을 가지므로 항상 더 간단하게 구성된다. 스킴 입사 집광기를 사용하면 표면 거칠기에 대한 더 낮은 요건에서 80%보다 큰 반사도가 달성될 수 있다.
- [0039] 하기에서는 전술한 스킴 입사 요소로서의 집광기 셀의 제조 외에, 예컨대 각면 미러(facet mirror) 또는 결상미러 또는 수직 입사 집광 미러의 수직 입사 요소의 제조를 더 상세히 기술한다. 상기와 같은 광학 요소가 성형 기술을 통해 제조되는 경우, 먼저 적절한 재료, 예컨대 석영 유리 또는 카니젠(Kanigen) 도금 알루미늄으로부터 몰드가 제조되어 슈퍼 폴리시(SUPER POLISH) 처리된다. 슈퍼 폴리시에 의해, 심축(mandrel)이라고도 지칭되는 몰드 또는 원형(prototype)의 표면 거칠기가 종래 기술에 따라 다중층 시스템으로 코팅된 수직 입사 광학 요소가 예컨대 13nm 또는 11nm의 파장에서 약 70%의 높은 반사도를 갖는 데 필요한 값으로 감소한다.
- [0040] 바람직하게는 상기 거칠기가 0.2nm HSFR의 범위 내에 놓인다. 거칠기(HSFR)는 공간 주파수가 10nm 내지 수 마이크로미터(μm)인 경우의 RMS 거칠기를 지칭한다.
- [0041] 몰드의 슈퍼 폴리시 이후, 상기 몰드에 코팅층이 제공된다. 상기 코팅층은 예컨대 50 내지 200nm 두께의 금층일 수 있다.
- [0042] 본 발명의 제1 실시예에서는 상기 50 내지 200nm 두께의 전도성 금층 위에 전기도금법을 이용하여 금속층, 예컨대 니켈층 또는 구리층이 성장될 수 있다. 이 경우 금층은 캐소드로서 사용된다.
- [0043] 이어서 열분리(thermo-separation)를 통해 금층이 그 위에 전기도금식으로 증착된 금속층, 예컨대 니켈층과 합

게 분리되고, 상기 분리된 층 위에 Ru 커버층을 포함하는 Mo/Si 다중층이 성장된다.

- [0044] 그 대안으로, 다중층 시스템의 추후 성장 대신 성형 기술을 이용하여 각면(facet) 또는 수직 입사 요소의 제조가 수행될 수도 있으며, 이는 심축 위에 Ru 층이 적층되고 상기 Ru 층 위에 Mo/Si 다중층 시스템이 적층되는 방식으로 실시된다.
- [0045] 그리고 나서, 성장된 Mo/Si 다중층 시스템 및 경우에 따라 예컨대 캐소드로서 작용하는 Au로 된 금속층 위에 비로소 예컨대 니켈(Ni) 또는 구리(Cu)로 된 기관층이 전기도금법으로 성장된다.
- [0046] 다중층 시스템의 마지막 층은 상기 방법의 경우 캐소드로서 사용될 수 있는 전도성 Mo 층인 것이 바람직하다. 이를 위해 Mo 층은 적절한 두께로 설계될 수 있다. 그 대안으로, 다중층 시스템을 포함하는 스택 위에 예컨대 금(Au), 니켈(Ni) 또는 루테튬(Ru)으로 된 금속층이 제공될 수도 있으며, 이 경우 상기 금속층은 캐소드로서 사용된다.
- [0047] 본 발명에 따른, 수직 입사 광학 요소의 제조 방법에서는 바람직하게 기관 캐리어의 전기도금식 증착 중에 광학 요소의 전기도금식으로 적층된 기관층 내로 성형법을 이용하여 냉각 채널 또는 냉각관이 삽입될 수 있다. 상기 냉각관은, 각면 처리된 요소에서 각면 당 예컨대 3 내지 5와트에 달할 수 있는 흡수된 높은 열 에너지를 저하시키는 데 사용된다. 바람직하게는 상기 냉각이 액체 매질, 예컨대 물을 이용하여 실시된다. 냉각 요소를 기관 표면 내로 전기도금하기 위해, 우선 심축과 연결된 금속층 위에 약 0.5mm 두께의 금속층, 예컨대 니켈층 또는 구리층이 성장된다. 기관층으로 사용되는 금속층의 제1 부분이 성장된 후에는, 냉각 요소, 특히 냉각관이 배치된다. 냉각관이 배치된 후 계속해서 전기도금법으로 금속이 증착됨으로써, 냉각관이 기관 면 내로 재료결합 방식으로 단단하게 매립된다. 기관층 내로 냉각관이 매립됨으로써, 특히 낮은 열전달 저항이 보장된다.
- [0048] 전기도금법을 이용하여, 금속 기관 내로 냉각관이 삽입될 뿐만 아니라 지지 요소의 삽입도 가능하다.
- [0049] 전술한 것처럼, 광학 요소 또는 광학 요소의 일부분이 열충격(thermal shock)에 의해 심축으로부터 분리된다. 이를 위해, 심축과 광학 요소 전체가 온도 급변, 일반적으로는 보다 낮은 온도로의 온도 급변에 노출된다. 성장된 광학 요소의 재료와 심축의 상이한 열팽창 계수로 인해, 열유도 응력이 광학 요소의 층들과 심축 사이의 접착 응력을 초과하는 즉시 성장된 광학 요소 또는 상기 광학 요소의 일부와 심축 사이의 분리가 일어난다.
- [0050] 분리층으로서 예컨대 전술한 것처럼 금층이 사용될 수 있는데, 이는 기관을 형성하는 분리된 금속 베이스 위에 금이 남겨지기 때문이다. 특히 스침 입사 요소의 경우, 금 외에 Ru도 분리층으로서 사용될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 또 다른 한 양태에서는, 높은 안정성 및 적은 설치 공간이 달성되는 동시에 반사도가 높고, 광학 결상 특성이 우수한, 특히 폐곡면을 갖는 스침 입사 요소, 예컨대 스침 입사 미러, 바람직하게는 스침 입사 집광기를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0052] 특히 높은 안정성을 특징으로 하는 집광기가 제공되어야 한다.
- [0053] 높은 반사도를 달성하기 위해, 바람직하게 환형 폐쇄 미러면, 예컨대 회전형 면으로서 형성된 개별 집광기 셀이 반사층으로서 루테튬층을 구비한다.
- [0054] 특히 EUV 조명 시스템에서 사용 시 높은 안정성을 보장하기 위해, 집광기 셀의 기하학적 치수와 관련하여 상기 집광기 셀의 길이(1)가 120mm 이상이 되도록 상기 치수가 선택된다. 집광기 셀이 폐곡면이 아니고 예컨대 부분적으로 단속된 면일 경우, 집광기 셀의 길이를 규정하는 직선으로부터 끝점까지의 수직 거리(d/2)가 지름을 대신한다. 상기 수직 거리(d/2)는 375mm 이하, 바람직하게는 150mm 미만, 특히 100mm 미만, 매우 바람직하게는 75mm 미만, 가장 바람직하게는 50mm 미만이다. 상기 거리(d/2)는 40mm 내지 375mm, 특히 40mm 내지 135mm, 매우 바람직하게는 40mm 내지 75mm인 것이 가장 바람직하다.
- [0055] 바람직하게는 본 발명에 따른 집광기 셀은 소위 회전형 셀이다. 회전형 셀은 회전축을 중심으로 한 평면 곡선의 회전에 의해 얻어지는 셀이며, 회전축도 상기 평면 곡선과 마찬가지로 하나의 평면 내에 놓인다. 회전형 셀의 예로는 원통형 셀, 구체형 셀 또는 원추형 셀이 있다. 원통형 셀의 경우, 평면 곡선은 회전축에 대해 평행하고, 구체형 셀의 경우 평면 곡선은 회전축 상에 중점을 갖는 반원이며, 원추형 셀의 경우 회전축을 가로지르는 직선이다. 본 출원서에서는 집광기 셀들의 특징적 치수로서 그 길이(1)와, 지름(d) 및 반지름이 선택된다.
- [0056] 회전형 셀의 경우, 그 길이(1)는 시작점에서부터 끝점까지의 평면 곡선의 길이를 따르는 것으로 추측된다. 앞서 설명한 것처럼, 집광기 셀은 회전축의 길이 방향으로 볼 때 시작점과 끝점을 갖는다. 시작점은 셀에서 광원에 가장 근접한 지점이고, 끝점은 셀에서 광원으로부터 가장 먼 지점이다. 광원과 시작점 사이의 거리를 시작

거리라고도 지칭한다. 이 시작 거리는 광축의 길이방향으로 볼 때 광원으로부터 끝점까지의 거리보다 더 짧다.

- [0057] 본 출원서에서 지름(d)은 회전축으로부터 셀 단부에 있는 끝점의 거리의 2배로 정의된다. 즉, $d = 2 \cdot re$ 이고, 여기서 d는 끝점에서의 셀 지름을 나타내며, re는 끝점에서의 셀 반지름을 나타낸다.
- [0058] 회전축으로부터 시작점의 수직 거리를 제1 반지름 또는 ra라고도 지칭하며, 끝점의 거리를 제2 반지름(re)이라 지칭한다.
- [0059] 본 출원서에서 지름(d)은 끝점의 반지름(re)에 의해 정의된다.
- [0060] 집광기 셀이 회전면으로서 형성되면, 길이(1)는 회전축을 따라 120mm 이하이고, 지름(d)은 750mm 이하, 특히 300mm이하, 특히 200mm 이하, 특히 150mm 이하, 매우 바람직하게는 100mm 이하이다. 미러 셀의 지름은 약 80mm 내지 750mm, 바람직하게는 약 80mm 내지 270mm, 특히 바람직하게는 약 80mm 내지 150mm이다.
- [0061] 발명자들은 Ru를 포함하는 코팅층에 의해 금속 베이스 상에서 매우 우수한 결상 특성이 달성될 수 있음을 확인하였다. 바람직하게는 지름(d)이 200mm 이하이고, 가장 바람직하게는 약 80mm 내지 270mm인 개별 미러 셀의 작은 지름(d)으로 인해, 높은 안정성이 달성된다. 또한, 서로 중첩되어 하나의 중첩형 집광기를 형성하는, 상기와 같은 셀들이 사용되는 경우, 적은 수의 셀로써 높은 집광 구경 계수(collection aperture)가 달성될 수 있다. 또한, 한 개선 실시예에서는 최소 길이(1)가 120mm 이상으로 선택됨으로써 높은 효율이 달성된다.
- [0062] US 7,091,505 또는 US 7,015,489와 같은 종래 기술에 따른 집광기 셀에 비해 가능한 한 더 작은 지름으로 인해, 열부하가 높아도 여전히 우수한 결상 효과가 달성될 수 있다. 복수의 셀을 구비한 집광기의 경우, 중첩형 집광 시스템의 가장 큰 셀의 지름이 200mm으로 선택되고 다른 모든 셀의 지름이 더 작게, 즉 예컨대 약 80mm 내지 200mm으로 선택되면, 열적 부하가 높아도 셀들의 반경 방향 변형은 적게 유지된다. 변형이 적기 때문에, 결상 특성에는 아무런 영향을 미치지 않는다. 그와 동시에, 집광기 셀은 높은 안정성을 갖는다.
- [0063] 앞서 폐쇄 미러면, 특히 환형 폐쇄 회전면의 예에서는 성형 기술을 이용한 광학 요소의 제조를 기술했지만, 상기 면은 본 발명의 범주 내에서 비폐쇄면, 예컨대 세그먼트로도 구현될 수 있다.
- [0064] 바람직하게는 집광기 셀이 바람직하게 금속으로 된 베이스와, 상기 베이스 위에 놓인 층 시스템을 포함한다. 상기 층 시스템은 적어도 광학 면을 형성하는 반사층을 포함한다. 바람직하게는 제1 실시예에 따라 층 시스템이 반사층만 포함한다.
- [0065] 베이스는 특히 금속, 바람직하게는 전기도금된 니켈로 형성된다. 베이스를 위해 추가 재료로서 구리 및 루테튬 또는 상기 재료들의 시퀀스 및 혼합물도 고려될 수 있다.
- [0066] 루테튬으로 된 반사층의 층 두께는 바람직하게 각각 10nm 내지 150nm, 바람직하게는 10nm 내지 120nm, 특히 바람직하게는 15nm 내지 100nm, 가장 바람직하게는 20nm 내지 80nm이다. 그럼으로써, 낮은 내지는 적절한 층 응력에서 셀의 성형에 비해 높은 반사도 외에 높은 안정성도 달성된다.
- [0067] 제2 실시예에 따르면, 층 시스템은 각각 루테튬 성분 및 크롬 성분을 포함하며 교대로 배치된 다중층 시스템으로 구현된다. 층 시스템 내 층 응력을 최대한 낮게 유지함으로써 층 박리, 균열 및 나아가서 높은 열부하에서 기계적 또는 화학적 열화가 야기되지 않도록 하기 위해, 층 두께, 개별 층들 간의 층 두께 비율, 증발율과 같은 코팅 매개변수 및 증착 시, 특히 개별 층들의 증착 시 다른 프로세스 매개변수가 최적화될 수 있고, 원하는 결과를 고려하여 조정 또는 제어될 수 있다. 또한, 이러한 특성들은 개별 층들의 도포 또는 증착을 위한 적절한 방법의 선택에 의해 영향을 받을 수도 있다. 다중층 시스템은 세부적으로는 광학 면을 형성하는 1개의 제1 루테튬과 및 제2 루테튬층으로 형성된다. 제1 루테튬층과 제2 루테튬층 사이에는 접착층이 제공된다. 이 접착층은 바람직하게 크롬으로 형성된다. 제2 루테튬층과 집광기 셀의 베이스 사이에는 개별 층들 간의 층 박리 및 바람직하지 않은 반응, 특히 루테튬층들의 영향을 방지하기 위해, 바람직하게 베이스를 형성하는 기저층과 동일한 재료로 형성된 중간 금속층이 제공된다. 따라서 베이스가 전기도금 니켈로 형성된 경우, 바람직하게 상기 중간층도 니켈로 형성된다. 니켈층의 두께는 바람직하게 30nm 이하이다.
- [0068] 접착층들은 접착 기능 외에 다른 기능을 지니지 않기 때문에, 층 두께는 약 1 내지 5nm, 바람직하게는 1 내지 2nm으로도 충분하다고 볼 수 있다. 상기 접착층들은 바람직하게 크롬으로 형성된다. 제1 루테튬층의 층 두께는 5 내지 20nm, 바람직하게는 8 내지 12nm이다. 제2 루테튬층은 층 두께가 20 내지 80nm, 바람직하게는 30 내지 60nm인 것을 특징으로 한다.
- [0069] 상기 집광기 셀의 실시예들은 13nm의 파장에서 광학면들의 미세 거칠기가 약 2nm RMS 미만인 것을 특징으로 한

다. 그럼으로써 집광기 셀들은 충분히 높은 반사도를 갖는다.

- [0070] 상기 집광기 셀의 기하학적 구현은 회전형 셀로서, 즉 회전축 또는 회전 대칭축과 관련하여 회전 대칭형인 바다로서 실시된다. 즉, 집광기 셀은 폐쇄면이다. 회전축은 집광기 셀의 광축(OA)에 상응한다. 개별 집광기 셀은 바람직하게 회전축을 중심으로 회전 대칭을 이루는 비구면 세그먼트로서 구현된다. 미러 셀은 타원면 회전 셀, 포물면 회전 셀 또는 쌍곡면 회전 셀인 것이 특히 바람직하다. 포물면인 경우 완전히 평행한 광다발 및 그에 따른 무한대 광원이 구현된다.
- [0071] 그 평면 곡선이 쌍곡면의 일부분인 회전 셀들을 구비한 집광기는 발산형 광다발을 야기하며, 특히 상기 집광기가 최대한 작게 설계된 경우에 중요하다.
- [0072] 본 발명에 따른 성형법은 스킴 입사 요소들에서 냉각 장치를 제공하는 데 사용되는 것이 특히 바람직하다. 이를 위해, 몰드 상에, 즉 심축 상에 적층된 전도성 층, 예컨대 50 내지 200nm 두께의 금층 위에 먼저 금속층, 예컨대 니켈층 또는 구리층이 전기도금법으로 증착되고, 이때 금층은 캐소드로서 사용된다. 그럼 다음, 상기 성장된 금속층의 표면에 예컨대 냉각관 또는 지지 요소와 같은 냉각 요소 및/또는 구조물 요소가 배치된다. 이어서 다음 방법 단계에서 니켈 또는 구리로 형성된 추가의 제2 금속층이 전기도금법으로 증착된다. 더 구체적으로는, 냉각 및 구조물 요소가 기관 내로 재료결합 방식으로 단단하게 매립된다. 이로써, 스킴 입사 방식으로 구동되는 광학 요소, 예컨대 집광기에 필요한 냉각관들이 기관 내로 간단하게 삽입될 수 있다. 제1 층은 두께가 0.1 내지 1mm이고, 제2 층은 1 내지 4mm인 것이 바람직하다.
- [0073] 본 발명에 따른 방법으로 스킴 입사 요소 외에 수직 입사 요소도 제조할 수 있다.
- [0074] 반사성 수직 입사 요소는 예컨대 투영 대물 렌즈와 같은 결상 시스템에서 사용되는 미러일 수 있다. 그 대안으로, 그러한 수직 입사 요소가 예컨대 수직 입사 집광 미러일 수도 있다.
- [0075] 가장 바람직한 경우는 수직 입사 요소가 각면 처리된 광학 요소의 개별 각면들인 경우이다. 이와 같이, 복수의 개별 각면, 예컨대 필드 각면 또는 동공 각면을 포함하는 각면 처리된 광학 요소가 US 7,006,595로부터 공지되어 있다. US 7,006,595에 도시된 각면 처리된 광학 요소는 예컨대 216개의 필드 각면 및 마찬가지로 복수의 동공 각면을 포함한다.
- [0076] 상기 출원서의 공개 내용은 전체적으로 본 출원서에 포함된다.
- [0077] 수직 입사 요소의 제조 역시 성형 기술을 이용하여 이루어진다. 이와 관련하여, 몰드 위에 분리층 시스템이 적층된다. 분리층 시스템은 몰드 위에 증착된 금속층, 예컨대 Au 층 또는 Ru 층일 수 있다.
- [0078] 이어서 상기 층 위에 반사성 수직 입사 요소의 베이스가 전기도금법으로 성장될 수 있고, 이때 캐소드로서 사용된다.
- [0079] 분리층 위에 금속, 예컨대 니켈 또는 구리를 전기도금법으로 증착하는 작업은 2개의 단계로 수행될 수 있다. 즉, 제1 단계에서는 몰드 상에 적층된 금층 위에 예컨대 약 0.1 내지 0.8mm, 바람직하게는 0.5mm의 제1 층 두께로 니켈 또는 구리가 증착될 수 있다. 그런 다음, 베이스 내로 매립되어야 하는 구조물 요소 또는 냉각 요소가 배치될 수 있다.
- [0080] 제2 단계에서는 제2 금속층, 예컨대 니켈 또는 구리가 전기도금법으로 증착된다. 그럼으로써 전기도금법으로 증착된 베이스 내로 냉각관 또는 지지 요소가 재료 결합 방식으로 단단하게 삽입된다. 그 결과, 특히 낮은 열전달 저항이 보장된다. 전기도금 처리된 베이스는 열충격에 의해 몰드로부터 분리될 수 있다. 다음 단계에서는 분리된 베이스 위에 반사성 수직 입사 요소를 위한, 예컨대 Mo/Si로 형성된 다중층 시스템이 적층될 수 있다.
- [0081] 대안적으로, 몰드 위에 미리 Ru 층을 제공하고, 그 위에 다중층 시스템, 예컨대 Mo/Si 다중층 시스템을 제공하는 것도 가능하다. 이 경우, 최상부의 Mo 층이 전기도금 증착을 위한 전극을 형성한다. 이를 위해, 최상부의 Mo 층을 적절한 두께로 형성할 수 있다. 그 대안으로 또는 추가로, 금속층, 예컨대 금(Au) 층 또는 니켈(Ni) 층 형태의 전극 층을 다중층 시스템 위에 적층할 수도 있다.
- [0082] 이러한 경우, 균열 발생시 수직 입사 요소 위에 증착된 다중층 시스템을 포함하여 수직 입사 요소 전체가 몰드로부터 분리될 수 있다.
- [0083] 본 발명에 따라 성형 기술을 이용하여 제조된 수직 입사 요소는 특히 예컨대 니켈 또는 구리와 같은 금속으로 형성된 베이스와, 상기 베이스와 다중층 시스템 사이에 배치된, 예컨대 Au로 된 분리층과, 상기 다중층 시스템

상부에 배치된 커버층, 예컨대 Ru 층을 특징으로 한다. 또한, 성형된 금속 베이스 내에 연결 어댑터와 같은 기계 요소 또는 냉각관과 같은 냉각 요소가 매우 간단하게 삽입될 수 있다.

[0084] 본 발명에 따른 해결책은 하기에서 도면을 참고로 설명된다.

실시예

[0100] 도 1에는 예컨대 성형 기술을 이용하여 제조된 스팀 입사 요소, 예컨대 집광기 셀(1)의 제1 실시예의 기본 구조가 z-x 평면에서 절개한 개략도에 도시되어 있다. 상기 요소는 회전 대칭형 요소로서 구현되어 있다. 여기서 z축은 회전 대칭축(RA)에 상응하는 광축(OA)으로써 정의된다. 집광기 셀은 z-x 평면에서 절개 시 평평한 곡선(K)의, 회전 대칭축(RA)을 중심으로 한 회전에 의해 회전 셀로서 형성된다. 회전 대칭축(RA)을 포함하는 z-x 평면은 자오면(meridional plane)이라고도 지칭된다.

[0101] 설명을 위해, 좌표계(z-x)에서 광축(OA)과 관련하여 하기의 도면 부호들이 정의된다.

[0102] a 시작점

[0103] e 끝점

[0104] z(a) 집광기 셀의 시작점의 z-좌표

[0105] z(e) 집광기 셀의 끝점의 z-좌표

[0106] x(a) 시작점의 x-좌표

[0107] x(e) 끝점의 x-좌표

[0108] 시작점(a)은 좌표계에서, 조명 시스템 내 배치의 관점에서 객체측 내지는 입사측 단부 영역이라고도 지칭되는 집광기 셀(1)의 제1 단부 영역(2)을 정의하고, 끝점(e)은 개별 집광기 셀(1)의 상(image)측 또는 방출측 단부 영역으로도 지칭되는 제2 단부 영역(3)을 정의한다. 즉, 시작점은 조명 시스템 내에 집광기가 사용되는 경우 광 경로 내에서 광원에 가장 가깝게 놓인 지점이고, 끝점은 광원으로부터 가장 멀리 놓인 지점이다.

[0109] 좌표계(z-x) 내에서 광축(OA)과 시작점(a) 사이의 거리는 제1 단부 영역의 반지름(ra)을 정의하고, 광축(OA)과 끝점(e) 사이의 거리는 제2 단부 영역(3)의 반지름(re)을 정의한다. z-방향으로 제1 단부 영역과 제2 단부 영역 사이의 거리는 집광기 셀(1)의 길이(l)를 결정한다. 본 발명에 따라 형성된 집광기 셀(1)은 광축(OA)을 따라 시작점(a)과 끝점(e) 사이의 거리를 기술하는, 바람직하게는 120mm보다 길고, 더 바람직하게는 80mm 내지 300mm의 범위, 특히 150mm 내지 200mm의 범위에 놓이는 길이(l)를 갖는다. 최대 지름, 즉 제2 단부 영역(3)에서 집광기 셀(1)의 끝점(e)에서의 지름[d (2 · re)]은 750mm 이하, 특히 200mm 이하, 매우 바람직하게는 150mm 이하, 특히 100mm 이하이다. 바람직하게는 상기 지름(d)이 80mm 내지 200mm이다. "re"는 셀 단부에서의 반지름, 즉 회전축으로부터 셀 표면상의 끝점까지의 거리를 나타낸다.

[0110] 집광기 셀(1)은 축(OA)과 관련하여 회전 대칭형으로 구현된, 회전 셀이라고도 지칭될 수 있는 베이스(4)를 포함하며, 상기 베이스는 내주연(5)에 광학 면(6)을 갖는다. 상기 광학 면은 광원으로부터 입사하는 광다발을 흡수하여 상의 방향으로 반사하는 집광기 셀(1)의 면이다.

[0111] 이를 위해, 베이스(4)는 내주연(5)에 층 시스템(7)을 가지며, 이 층 시스템은 반사층(8) 형태의 광학 작용 층을 1개 이상 포함한다. 반사층(8)은 바람직하게 루테튬으로 형성된다.

[0112] 집광기 셀(1)은 적어도 기능층으로서의 반사층(8)과, 커버층 또는 바닥층이라고도 지칭되며 베이스(4)를 형성하는 하나 이상의 추가 층으로 구성된다. 베이스가 성형 기술을 통해 제조되는 경우, 상기 베이스는 예컨대 니켈 층 또는 구리층과 같은 금속 층을 포함하며, 상기 금속 층 위에 박막 층이 도포된다. 즉, 이 경우 층 시스템(7)의 특성은 박막 층에 의해서만 기술된다. 반사층(8)의 층 두께(D)는 바람직하게 150nm, 더 바람직하게는 10 내지 120nm, 매우 바람직하게는 15 내지 100nm, 가장 바람직하게는 20 내지 80nm, 예컨대 50nm이다. 제1 실시예에 따르면 반사층(8)은 베이스(4)의 내주연 상의 층으로서 직접 도포된다.

[0113] 베이스(4)는 그 층 두께(D4)가 0.2mm 내지 5mm, 바람직하게는 0.8mm 내지 2mm인 것을 특징으로 한다.

[0114] 도시된 예에서 집광기 셀(1)은 타원 세그먼트로서 구현되어 있다. 도 2a 및 도 2b에는 이와 다른 구현예가 재현되어 있다.

[0115] 도 2a에 따르면 집광기 셀(1)은 광축(OA) 및 회전 대칭축(RA)과 관련하여 포물면 세그먼트로 구현되어 있다.

그 밖에 기본 구조는 도 1에 기술된 구조에 상응하므로, 동일한 요소들에 동일한 도면 부호가 사용되었다.

- [0116] 그에 비해 도 2b에는 쌍곡면과 타원면이 조합된 형태의 집광기 셀(1)의 구현예가 도시되어 있다. 이 집광기 셀(1)의 기하학적 구조는 제1 광학 면(10)을 가진 제1 환형 세그먼트(9)와 제2 광학 면(12)을 가진 제2 환형 세그먼트(11)로 설명된다. 10과 12로 구성된 전체 면은 광학 면(6)에 상응한다.
- [0117] 집광기 셀(1)에는 각각, 집광기 셀(1)의 제1 세그먼트(9)의 제1 광학 면(10)의 자오면 내 끝점에 의해 정의된 내측 주변광(marginal ray)(13) 및 집광기 셀(1)의 제1 세그먼트(9)의 제1 광학 면(10)의 시작점에 의해 정의된 외측 주변광(14)이 할당된다. 내측 및 외측 주변광은 셀에 의해 흡수되어 전달되는 광다발을 결정한다.
- [0118] 자오면이란 광축 또는 회전축(RA)을 포함하는 평면을 의미한다.
- [0119] 도 3에는 도 1과 같이, 지름 및 길이(1)와 관련하여 본 발명에 따른 치수를 갖는 반사층(8)으로서 로테늄으로 코팅된 집광기 셀(1)의 본 발명에 따른 제2 구현예의 개략도가 도시되어 있다. 여기서는 z축과 관련하여 회전대칭형 바디가 관련되므로, 상기 바디는 축단면도에서 한쪽만 도시되었다. 이 구현예에서 광학 면(6)은 다중층 시스템 형태의 층 시스템(7)의 베이스(4)의 내주연(5)에 형성된다. 상기 층 시스템은, 제1 접착층(18)을 통해서도 연결되고 제2 접착층(19)을 통해 베이스(4)와 연결된 2개의 루테튬층, 즉 1개의 제1 루테튬층(16) 및 1개의 제2 루테튬층(17)으로 구성된다. 제1 루테튬층(16)은 제2 루테튬층(17)보다 더 얇은 층 두께(D16)를 갖도록 구현된다. 상기 층 두께(D16)는 5nm 내지 20nm, 바람직하게는 8nm 내지 12nm이다. 제2 층 두께(D17)는 20nm 내지 80nm, 바람직하게는 30nm 내지 60nm이다. 각 접착층(18 및 19)의 두께는 1nm 내지 5nm, 바람직하게는 1nm 내지 3nm이다.
- [0120] 베이스를 형성하는 기저층의 최적의 층 성장을 달성하기 위해, 기저층과 광학 층 시스템 사이에 바람직하게는 기저층의 재료(이 경우 니켈)로 형성된 중간층(20)이 제공된다.
- [0121] 광학 면(6)의 기하학적 구조 및 형상과 관련하여 가능한 실시예들에 있어서, 제1 실시예를 위한 도 2a 및 도 2b에서 기술한 가능성들도 존재한다.
- [0122] 제1 실시예 또는 제2 실시예에 따른 집광기 셀(1)의 제조는 바람직하게 분리층 시스템(15)을 통한 성형에 의해 이루어진다. 성형 프로세스는 스팀 입사 요소와 관련한 도 4a 및 도 4b에 상세히 도시되어 있다. 여기서는 집광기 셀(1)의 기하학적 형상, 특히 내벽을 표현하는 모울드(21)에서 성형이 실시된다. 성형은 모울드(21)의 외주연(22)에서 실시되는데, 이때 모울드(21)는 분리층 시스템(15)의 직접적인 구성부이거나 분리층 시스템으로 코팅되며, 상기 분리층 시스템(15) 상에 스팀 입사 요소를 위한 반사층(8)이 적층된다. 모울드(21)와, 분리층 시스템(15)과, 집광기 셀(1)의 층 시스템(7)은 상기 성형 이전에 이른바 성형층 시스템(23)을 형성한다. 모울드는 심축(mandrel)이라고도 불린다. 모울드 자체는 예컨대 석영 유리, Ni-P 또는 전기도금 알루미늄으로 형성될 수 있다.
- [0123] 분리는 성형 시 본 발명에 따라 2개의 재료로 된 경계면에서 실시되며, 상기 두 재료 중 하나는 바람직하게 SiO₂로 형성되고, 모울드(21)에 의해 직접 형성되거나 모울드(21) 상에 적층된 (여기에는 도시되지 않은) 층 시스템으로 형성될 수 있다. 이때, 층 시스템(24)은 실질적인 성형에 대해 시간적으로 편차를 두고 모울드(21) 상에 적층될 수 있으며, 분리 이후 상기 모울드 상에 남겨지거나, 상기 층 시스템에 시간 순으로 분리 층 시스템(15)의 추가 구성부들 또는 집광기 셀(1)용 층 시스템이 적층된다. 분리는 실질적으로 부분 감소된 응력을 야기하는 열충격에 기인하며, 부분 감소된 응력은 다시 모울드와 분리층 시스템 사이의 접촉 응력이 극복되도록 한다.
- [0124] 도 1에 따라 베이스(4)와 상기 베이스 상에 직접 배치된 반사층(8)으로 형성된 집광기 셀(1)의 제1 실시예를 제조하기 위해, 분리는 성형이 끝난 후 간접적으로 실시된다. 즉, 반사층(8) 또는 층 시스템(7)과 모울드(21) 사이에서 직접 분리가 실시되는 것이 아니라 SiO₂ 층 외에 Au 층도 포함하는 분리층 시스템(15)을 통해 분리가 실시되며, 이때 SiO₂ 층과 Au 층 사이의 분리가 실시되고, Au 층은 추후 제거될 수 있다.
- [0125] 분리층 시스템(15)은 적어도 2개의 층, 즉 1개의 SiO₂ 층과 1개의 Au 층으로 형성되며, 이어서 상기 분리층 시스템 상에 루테튬층 형태의 반사층(8)이 증착된다. 모울드(21)는 한 가능한 실시예에 따라 예컨대 Ni-P로 형성된다. 그런 다음 도 4c에 따른 제1 방법 단계에서 모울드(21)의 외주연(22) 상에 SiO₂가 증착된다. 이 층은 여러 성형 과정 동안 보유될 수 있다.
- [0126] 도 4a에는 개별 층들의 성형을 위한 장치의 기본 구조가 개략적으로 도시되어 있다. 상기 장치는 모울드(21)

및 상기 모듈드에 할당된 증착 장치(26)를 포함한다. 전술한 방식으로 코팅된 모듈드(21)가 공기 중에 또는 주변 환경에 노출되면 접착력이 변동할 수 있고, 그럼으로써 성형 프로세스에 총체적으로 영향을 줄 수 있다. 계속해서 제2 방법 단계에서는 SiO₂ 층 위에 Au 층이 증착된 다음, 본 발명에 따라 반사층(8)으로 작용하는 루테튬층이 증착된다. 이어서 상기 모듈드(21)는 이미 적층된, 분리층 시스템(15) 및 그 이후의 층 시스템(7)의 층들과, 집광기 셀(1)의 베이스(4)용 층과 함께, 전기 성형법에 의해, 바람직하게는 전기 화학적 프로세스를 통해, 더 바람직하게는 전기도금 프로세스를 통해, 상기 루테튬층 상에 직접 증착되거나, 니켈 도금된다. 따라서 분리 이전의 성형층 시스템(23)은 도 4b에 따라 "모듈드(21, Ni-P)// SiO₂ / Au / Ru / 전기도금 Ni"로 구성된다. 이어서 모듈드(21)와 스침 입사 집광기용 셀(25)로의 분리가 실시된다. 상기 분리는 Au/SiO₂-시스템인 경우 SiO₂와 Au 사이에서 실시된다. 따라서 성형은 Au 형태의 중간층을 통해 간접적으로 이루어진다. 그런 다음 Au 층은 후속하는 방법 단계에서 반사층으로부터 제거된다. 이는 바람직하게 화학적 방법으로 이루어진다. 전기도금 Ni는 기저층을 형성하고, 그에 따라 베이스(4)를 형성한다. Au 층의 제거 과정은 사용된 용제 및 제거를 위한 프로세스 매개변수, 즉 지속 시간 또는 작용 시간 및 온도에 좌우된다. 루테튬으로 코팅된, 전술한 크기의 집광기 셀(1)의 경우 상기 매개변수는 실온에서 1분 또는 4 내지 10분이다. 이러한 프로세스 매개변수는 Au 잔여물들의 거리 외에 표면(6)의 미세 거칠기도 결정한다.

- [0127] 도 5에는 프로세스 매개변수, 즉 표면의 온도 및 담금(dip-coating) 시간에 대한 미세 거칠기의 의존도를 나타낸 그래프의 일례가 도시되어 있다. 이 그래프로부터 상당한 편차가 발생할 수 있음을 알 수 있다. 200nm의 파장과 1000nm의 파장 사이에서의 추가의 스펙트럼 반사도 측정을 통해, Au 표면의 존재와 Ru 표면의 존재 간에 명백한 구별이 가능하다.
- [0128] 도 4d에는 석영으로 된 모듈드(21)를 형성하는 경우의 성형이 흐름도로 도시되어 있다. 이 경우에는 SiO₂ 코팅이 생략될 수 있으며, 이때 모듈드의 표면은 충분히 낮은 미세 거칠기를 갖도록 연마되어야 한다.
- [0129] 도 4c 및 도 4d에 재현된 방법 단계들을 이용하여, 반사층 두께(D8)가 수월하게 1020nm 루테튬까지 가능한 성형 프로세스가 실행될 수 있다. 이때 얻어진 층 응력 값은 층 균열 및 층 박리의 발생 없는 성형이 가능하도록 충분히 낮다. 성형에 비해, 이온 보조 코팅 프로세스를 통해 기계적으로 더 안정적인 층들이 얻어진다.
- [0130] 분리층 시스템(15)의 경우, 개별 층들에 대하여 하기에 언급된 층 두께 수치가 선택된다.
- [0131] - SiO₂ : 50nm 내지 200nm, 바람직하게는 100nm
- [0132] - Au : 100nm 내지 300nm, 바람직하게는 200nm
- [0133] - 루테튬 : 10nm 내지 150nm, 바람직하게는 10nm 내지 120nm
- [0134] 개별 층들 사이, 특히 SiO₂와 Au 사이의 접착력은 모듈드(21)의 보관 및 노후화, 증착 장치에서의 플라즈마 표면 처리 및 사전 환기를 수반하지 않는 증착에 의해 한정된 범위 내에서 변동할 수 있다.
- [0135] 도 6에는 도 3에 따른 스침 입사 집광기의 집광기 셀의 제2 실시예를 제조하기 위한 성형 프로세스가 도시되어 있다. 도 6a에는 분리층 시스템(15) 및 집광기 셀(1)의 층 시스템(7)을 이용한 모듈드 코팅이 도시되어 있다. 여기서는 본 발명에 따라 성형층 시스템(23)이 하기의 층들로 구성된다.
- [0136] 모듈드 - Ni-P // SiO₂ / Ru / Cr / Ni / 전기도금 Ni
- [0137] 도 6b에는 분리 이후의 층 구조가 도시되어 있다.
- [0138] 적당한 그리고 성형에 적합한 접착력을 달성하기 위해, Ni-P를 함유하는 모듈드 위에 SiO₂ 층이 적층된다. SiO₂ 증착 이후 소정 지속 시간 동안 모듈드(21) 표면(22)이 처리 프로세스에 노출되는 적층 중단 단계가 실시된다. 그럼으로써 층 시스템이 처리되고, SiO₂ 층과 Ru 층 사이의 접착력이 감소되거나 최적화된다. 이어서 앞서 설명한 것처럼 추가의 층들이 증착된다. 먼저, 너무 큰 힘이 달성되지 않도록 하기 위해, 이온 보조 없이 제1 Ru 층(16)이 증착된다. 이온원으로부터의 Ar 이온 충격은 SiO₂ 층의 처리 상태를 다시 변동시키고, 접착력을 크게 증가시킬 것이다. 제2 Ru 층(17)으로의 더 나은 결합은 Cr 시드층에 의해 달성된다. 후속하는 Ni 전기도금의 준비를 위해, 마지막으로 Cr 시드층을 갖는 Ni 층이 증착된다. 이어서 코팅된 모듈드는 증착 장치로부터 분리되어 전기화학적 프로세스에 의해 전기 성형 프로세스를 거친다. 그런 다음 모듈드 및 집광기 셀(1)로의 분리

가 실시된다.

- [0139] 도 7에는 증착 장치(26)의 구조가 개략적으로 도시되어 있다. 여기서는 소위 전자 빔 증착기(27) 및 이온원(28)으로 구성된 형태의 증착 장치를 볼 수 있다.
- [0140] 도 4 내지 도 7에 도시된 방법의 경우, 개별 층들의 적층은 증착을 통해 실시된다. 상기 증착은 공지된 PVD 기법, 예컨대 열증착, 전자빔 증착기를 이용한 증착 또는 스퍼터링, 특히 마그네트론 스퍼터링을 통해 실시된다. 스퍼터링 장치(29)는 도 8에 개략적으로 도시되어 있다. 회전 가능하게 장착되어 구동 가능한 모듈드(21)에 스퍼터링 장치(29)가 할당된다. 이 스퍼터링 장치는 도 8b에 따른 하나 이상의 소스(30), 바람직하게는 도 8a에 따른 복수의 소스(30.1 내지 30.5)를 포함한다. 이 소스들은, 증착 시 최대한 균일한 층 두께 분포를 보장하기 위해, 표면(22)에 평행하게 설치된다.
- [0141] 도 8b에 따른 실시예는 1개의 소스(30)가 사용된 모습을 보여주며, 상기 소스는 모듈드(21)의 연장부의 일부에 걸쳐 상기 모듈드를 축방향으로 커버하는, 상응하게 형성된 유효 범위(31)를 갖는다.
- [0142] 이와 달리, 도 9에는 베이스(4)의 성형 및 상기 베이스 성형과 시간적으로 편차를 두고 독립적으로 실시되는, 제1 및 제2 실시예에 따른 층 시스템의 코팅을 특징으로 하는 한 대안적 방법에 따라 집광기 셀(1)을 제조하기 위한 장치가 도시되어 있다. 상기 코팅은 집광기 셀(1)의 베이스(4) 내부면(5) 상에 스퍼터링 장치(29)에 의해 반사층이 스퍼터링됨으로써 이루어진다. 이때, 스퍼터링 장치는 바람직하게 전체 내부면이 한 번의 작업 단계에서 동시에 스퍼터링되는 방식으로 설계된다.
- [0143] 도 10에는 조명 시스템(32)의 단면도가 도시되어 있다. 상기 조명 시스템은 1개의 광원(33)을 포함하며, 이 광원의 광은 집광기(34)에 의해 흡수된다. 개략적으로 도시된 집광기(34)는 도시된 구현형에서 서로 중첩 배치된 총 3개의 미러 셀(1.1, 1.2, 1.3)을 포함하고, 이 미러 셀들은 스침 입사하는 광원(33)의 광을 흡수하여 광원의 상으로 결상한다. 집광기의 미러 셀들(1.1, 1.2, 1.3)은 본 발명에 따른 성형 기법으로 제조될 수 있다.
- [0144] 본 발명에 따라 코팅된 집광기 셀(1)은 거칠기에 대해서도 특성화될 수 있다. 도 11a에, 13nm의 파장에서 표면 접선에 대한 입사각(스침 입사각)의 함수로서 거칠기가 1.4nm인 Ru의 경우에 산출된 반사도(900) 및 SiO₂ 기관 상에 Ni 중간층을 내포하여 증착된 Ru의 경우에 측정된 반사도[소위 인-밴드 반사도(%)]가 명시되어 있다.
- [0145] 도 11b에는 13nm의 파장에서 표면 접선에 대한 입사각의 함수로서 거칠기가 1.4nm인 Ru의 경우에 산출된 반사도 및 SiO₂ 기관 상에 Cr 접착층을 내포하여 증착된 Ru의 경우에 측정된 반사도가 명시되어 있다.
- [0146] 도 11a 및 도 11b에 제시된 입사각으로부터, 하기와 같이 법선에 대해 입사각들이 측정된다.
- [0147]
$$\text{법선에 대한 입사각} = 90^\circ - \text{표면 접선에 대한 입사각}$$
- [0148] 도 11a 및 도 11b로부터 알 수 있듯이, 표면 접선에 대한 10° - 15°의 입사각의 범위 내에서 기관//Ni/Ru의 층 시스템의 경우에는 반사도가 60% 내지 75%로 나타나고, 기관//Cr/Ru의 층 시스템의 경우에는 75% 내지 80%로 나타난다. 도 11b의 층 시스템(기관//Cr/Ru)의 경우, AFM(원자 현미경)에서 약 0.6-0.8nm RMS의 거칠기가 측정되며, 이는 산출된 1.4nm의 거칠기와 대체로 일치한다. 물론 기관의 거칠기도 고려되어야 한다. 성형된 셀들은 1/2nm RMS의 AFM-거칠기를 갖는다. 도 11c에는 표면에 접하는 입사각, 즉 10°의 표면 접선에 대한 입사각(도면부호 "910") 및 15°의 표면 접선에 대한 입사각(도면부호 "920")에서 거칠기의 함수로서 산출된 반사도가 명시되어 있다.
- [0149] 여기서는 표면 거칠기가 클수록 반사 능력 내지는 반사도(% 단위)가 감소함을 명백히 알 수 있다. 예컨대 거칠기가 5nm이고 표면에 접하는 입사각이 15°이면, 반사 능력은 단 60%에 불과하다.
- [0150] 또한 도 11c에서는, 입사각이 더 커질수록 마찬가지로 반사 능력이 감소함을 알 수 있다.
- [0151] 도 12의 a) 내지 g), 도 13의 a) 내지 h) 및 도 14의 a) 내지 h)에는 성형 기법을 이용하여 수직 입사 요소, 특히 반사형 수직 입사 미러 또는 각면(facet) 처리된 광학 요소용 각면을 제조하기 위한 세 가지 방법이 도시되어 있다. 도 12의 a) 내지 g) 및 도 13의 a) 내지 h)에 따른 방법에서는 원칙적으로 SiO₂ 모듈드(1000)로 성형될 수 있는 모듈드(1000) 위에 금속층, 예컨대 Au 층이 적층된다.
- [0152] 모듈드(1000)는 석영 유리(SiO₂) 또는 카니젠(Kanigen) 도금 알루미늄으로 형성될 수 있다. 모듈드의 표면 거칠기는 예컨대 슈퍼 폴리시(SUPER POLISH)를 통해, 예컨대 방출되는 광선의 70%의 범위에서 높은 반사도가 제공되도록 하기 위해 EUV 파장 범위 내에서 다중층 시스템으로 코팅된 수직 입사 미러가 필요로 하는 값에 상응하

는 값으로 조정 내지는 감소된다. 바람직하게는 공간 주파수가 10nm 내지 수 마이크로미터인 경우 0.1 - 1nm의 HSRF이 달성되도록 모듈드의 슈퍼 폴리시가 수행된다.

- [0153] 이어서, 도 12의 b) 및 도 13의 b)에 도시된 것처럼, 모듈드(1000)가 바람직하게는 50 내지 200nm의 두께를 가질 수 있는 분리층(1010), 예컨대 Au 층으로 코팅된다. 단계 12c 및 단계 13c에서는 금(Au) 층 위에 금속층(1020), 예컨대 Ni 층이 전기도금법으로 증착된다. 이 경우, Au 층은 캐소드로서 사용된다.
- [0154] 바람직하게는 도 12의 c) 내지 e) 및 도 13의 c) 내지 e)에 도시된 것처럼, 전기도금법에 의한 금속 증착이 적어도 2개의 단계로 실시된다. 이로써 전기 증착법으로 수직 입사 미러용 베이스(1030)를 제공할 수 있고, 상기 베이스 내로 예컨대 연결 어댑터(1040)와 같은 기계 부품 또는 냉각제 관과 같은 냉각 부품(1050)이 설치된다. 이를 위해 우선 단계 12c 또는 13c에 도시된 것처럼 Au 층(1010) 위로 제1 층(1020.1)이 적층된다. 이어서 전기도금법으로 증착된 Ni 층(1020.1) 위에 냉각제 요소(1050), 예컨대 냉각관 또는 연결 요소(1040)가 배치된다. 이는 도 12의 d) 및 도 13의 d)에 도시되어 있다. 제1 층 위에 기계 부품 및 냉각제 부품이 배치된 후에는 계속해서 전기도금법으로 금속, 예컨대 Ni가 증착되어 제2 층(1020.2)이 형성된다. 제1 층(1020.1)은 0.2 내지 0.8mm, 바람직하게는 0.5mm의 층 두께를 가지며, 도 12의 e) 및 도 13의 e)에 따라 증착되는 제2 층(1020.2)은 1 내지 4mm의 두께를 갖는다. 도 12의 e) 및 도 13의 e)로부터 알 수 있는 것처럼, 냉각 요소 또는 기계 요소는 베이스의 금속층, 이 경우 Ni 층 내로, 더 구체적으로는 단단하게 재료 결합 방식으로 매립되며, 그 결과 매우 낮은 열전달 저항이 보장될 수 있다.
- [0155] Ni 대신 Cu도 전기도금 증착에 사용될 수 있다. 물론 상기 프로세스는 2개 이상의 단계를 포함할 수 있다.
- [0156] 도 12의 f) 및 도 13의 f)에 도시된 것처럼, 주로 Au로 형성되는 분리층(1010)과 함께 금속 재료, 즉 전기도금 니켈로 된 베이스(1030)로 형성된 층 시스템은 열분리를 통해 모듈드(1000)와 분리된다. 열분리는 열충격 또는 더 낮은 온도로의 온도 급변에 기인한다. 모듈드(1000) 상에 적층된 금속의 상이한 열팽창 계수로 인해, 열적으로 유도된 응력이 금속과 심축 사이의 접촉 응력을 초과하는 즉시 금속과 모듈드의 분리가 일어난다. 특히 금(Au)은 매우 우수한 분리층 시스템인데, 이는 금(Au)이 분리된 금속층, 예컨대 Ni 층 또는 Cu 층 위에 남겨지기 때문이다. 또한, 모듈드(1000)의 거칠기가 성형 기술을 통해 성형된 베이스(1030)로 전용된다. 이 점에 있어서, 모듈드의 표면이 나중의 수직 입사 미러의 특성을 미리 갖는다는 점이 특히 중요하다. Au 대신 루테튬(Ru)도 분리층 시스템으로서 기능할 수 있다.
- [0157] 도 12에서 냉각 요소 및 연결 어댑터를 구비한, 수직 입사 광학 요소의 베이스(1030)가 열분리를 통해 모듈드로부터 제거된 후, 예컨대 레이저(1100)를 이용하여 금속 베이스가 개별 베이스(1030.1 및 1030.2)로 분할될 수 있다.
- [0158] 이어서 개별 베이스는 상이한 수직 입사 요소들, 예컨대 각면 처리된 광학 요소를 위한 개별 각면들의 코팅을 위한 베이스일 수 있다.
- [0159] 도 12의 g)와 달리, 도 13의 g)에 따른 방법에서의 금속 베이스의 분할이 다중층 시스템의 코팅 이전에 실시되지 않고, 다중층 시스템의 코팅 이후에 실시된다. 즉, 도 12의 a) 내지 g)에 도시된 방법의 차이는, 도 12의 a) 내지 g)에 따른 방법에서는 모듈드로부터 금속 베이스가 분리된 이후에 상기 모듈드가 개별 베이스로 분할되고, 이어서 상기 개별 베이스에, 수직 입사 광학 요소의 경우에 통용되며 높은 반사도를 보증하는 Mo/Si 다중층 시스템이 증착된다는 점이다. 이어서 상기 Mo/Si 다중층 시스템(1110)에 Ru 커버층(1120)이 제공되는데, 이는 예컨대 EUV 투영 노광 시스템에서 작동 시 특히 다중층 시스템의 열화를 방지하기 위함이다. Mo/Si 다중층 시스템은 수직 입사 광학 요소, 바람직하게는 약 13nm의 유효 파장으로 작동하는 마이크로리소그래피 투영 노광 장치와 같은 시스템에 사용된다. 유효 파장이 약 11nm인 시스템의 경우 Mo/Be 시스템이 사용되는 것이 바람직하다.
- [0160] 예시로 든 Mo/Si 다중층 시스템으로 코팅된 광학 요소의 반사도는 유효 파장이 약 13nm일 경우 약 70%에 달한다. 이에 관해서는 예컨대 그 공개 내용이 본 출원서에 포함되는 US 6,600,552를 참조하도록 한다.
- [0161] 도 13의 g) 내지 h)에 따른 방법에서는, 도 13의 f)에서 금속 베이스가 모듈드로부터 분리된 후에 상기 금속 베이스가 다중층 시스템(1110)으로 코팅된다. 상기 코팅 이후, 여러 부품들로의 분할이 수행된다. 도 13의 g)에 따른 방법의 장점은, 코팅이 단일 코팅 챔버 내에서 수행될 수 있다는 점이다. 도 12의 a) 내지 f)에서와 동일한 부품들은 도 13의 a) 내지 f)에도 동일한 도면부호를 갖는다.
- [0162] 도 14의 a) 내지 h)에 도시된 대안적 방법에서는, 성형 기술을 이용하여 수직 입사 미러가 가능한 한 최소의 비용으로 제조될 수 있다. 도 12의 a) 내지 f) 및 도 13의 a) 내지 f)에서와 동일한 부품들은 1000씩 증가된 도

면부호를 갖는다. 도 12의 a) 내지 g) 및 도 13의 a) 내지 h)에서 기술한 것처럼, 모듈드(2000) 상에 분리층(2010), 이 경우 Ru 층이 증착 기술을 이용하여 도 14의 b)에 도시된 것처럼 적층된다. 이어서, 분리층(2010)으로 사용되는 Ru 금속층 위에 Mo/Si 다중층 또는 Mo/Be 다중층으로 형성된 다중층 시스템(2110) 전체가 증착된다.

[0163] 이어서, 캐소드로서 작용하는 도전층, 예컨대 Mo/Si 다중층 시스템 또는 Mo/Be 다중층 시스템(2110)의 물리브덴층 위에 전기도금 증착법을 이용하여 금속, 예컨대 Ni가 적층된다. 물리브덴층 대신 또는 그에 추가로, 상기 다중층 시스템 위에 증착된 금속층, 예컨대 Au 층 또는 Ni 층도 캐소드로서 기능할 수 있다. 단계 14d 내지 14f는 단계 12d 내지 12f 또는 단계 13d 내지 13f에 상응한다.

[0164] 상기 다중층 시스템 상에 전기도금 니켈로 된 베이스(2030)가 성장되고, 상기 금속층 내로 냉각관(2050) 및 경우에 따라 연결 어댑터(2040)가 매립된 후에, 전술한 열분리를 이용하여 다중층 시스템(2110) 및 Ru 커버층을 포함하는 수직 입사 광학 요소 전체가 모듈드(2000)로부터 분리된다. 이어서 다음 단계에서 수직 입사 요소, 예컨대 각면 처리된 광학 요소의 각면이 예컨대 레이저를 이용하여 여러 개별 요소들로 분할될 수 있다.

[0165] 본 발명에 따른 성형 기법을 이용하여, 금속으로 된 베이스가 형성되는 수직 입사 광학 요소, 예컨대 미러가 제공된다. 이 경우, 상기 금속 베이스를 통해 전자들이 방출될 수 있기 때문에, 예컨대 마이크로리소그래피 시스템의 진공 챔버 내에서의 정전기 대전이 방지될 수 있는 장점이 있다.

[0166] 그 밖에도, 본 발명에 따른 광학 요소의 한 바람직한 실시예에는 미러 시스템의 반사층들을 위한 캐리어로 사용되는 베이스 내에 냉각관이 간단하게 삽입될 수 있는 것을 특징으로 한다. 특히 상기 냉각관은 베이스 내에 집적되고, 예컨대 WO 02/065482에 공지된 것과 같은 스킴 입사 요소의 경우에서처럼 부가적으로 적층되지 않는다. WO 02/065482에 따른 시스템에서는 냉각관이 관통할 수 있는 별도의 냉각관이 집광기의 미러 셀과 연결된다.

[0167] 이에 반해, 본 발명에 따른 광학 요소, 특히 수직 입사 광학 요소에서는 냉각관이 베이스 내로 직접 삽입됨에 따라 상기 베이스의 통합 구성 부품을 형성한다.

[0168] 따라서 본 발명에 의하면, 성형 기술을 이용하여 광학 요소를 마이크로리소그래피 애플리케이션용으로도 제조할 수 있도록 하는 방법이 제공된다. 또한, 금속 베이스를 포함하는 마이크로리소그래피용 광학 요소, 더 구체적으로는 수직 입사 요소 및 스킴 입사 요소가 제공된다.

[0169] 본 발명에 따른 방법으로 제조된 수직 입사 요소, 예컨대 수직 입사 각면은 마이크로리소그래피 투영 노광 설비용 조명 시스템의 각면 광학 요소 내에 사용될 수 있다. 이에 관해서는 예컨대 US 6,198,793 B1, US 6,658,084 또는 W02005/015314 A2를 참조하도록 하며, 이들 문서의 공개 내용은 모두 본 출원서에 포함된다.

[0170] 즉, US 6,658,084의 도 6a에는 각면 처리된 광학 요소, 이른바 복수의 개별 필드 각면(field facet) 또는 필드 래스터(field raster) 요소를 포함하는 필드 각면 미러(field facet mirror) 또는 필드 래스터 요소 판이 도시되어 있다. US 6,658,084에 도시된 필드 각면 미러의 개별 필드 각면 또는 필드 래스터 요소는 본 출원서에 기술된 방법으로 수직 입사 광학 요소로서 제조될 수 있다. 특히 본 발명에 따른 방법을 이용하면, 필드 래스터 요소 판의 모든 개별 필드 각면 또는 모든 개별 필드 래스터 요소에 냉각관 또는 연결 어댑터(예: 액츄에이터)와 같은 기계 요소들이 구비될 수 있다. 물론 US 6,658,084의 도 6b1 내지 도 6b2에 도시된 동공형 래스터 판의 개별 동공형 각면(pupil facet) 또는 동공형 래스터 요소들도 본 발명에 따른 방법으로 수직 입사 광학 요소로서 제조될 수 있고, 그럼으로써 냉각관 또는 기계 요소를 구비할 수 있다.

[0171] 그 밖에도, 예컨대 US 6,658,084의 도 10 또는 W02005/015314의 도 12에 도시된 것과 같은 마이크로리소그래피 투영 노광 장치의 경로 내에 존재하는 모든 광학 요소가 본 발명에 따른 방법으로 제조될 수 있다. 특히, 복수의 집광기 셀로 구성된, US 6,658,084의 도 10에 도시된 수직 입사 집광 미러 또는 W02005/015314의 도 12에 도시된 중첩형 스킴 입사 집광기도 본 발명에 따른 성형 기법으로 제조될 수 있다.

[0172] <도면 부호 리스트>

- [0173] 1 집광기 셀
- [0174] 2 제1 단부 영역
- [0175] 3 제2 단부 영역
- [0176] 4 베이스

[0177]	5	내주연
[0178]	6	광학 면
[0179]	7	층 시스템
[0180]	8	반사층
[0181]	9	제1 환형
[0182]	10	제1 광학 면
[0183]	11	제2 환형 세그먼트
[0184]	12	제2 광학 면
[0185]	13	내측 주변광
[0186]	14	외측 주변광
[0187]	15	분리층 시스템
[0188]	16	제1 루테튬층
[0189]	17	제2 루테튬층
[0190]	18	접착층
[0191]	19	접착층
[0192]	20	중간층
[0193]	21	모울드, 심축
[0194]	22	외주연
[0195]	23	성형층 시스템
[0196]	25	셀
[0197]	26	증착 장치
[0198]	27	전자빔 증착기
[0199]	28	이온원
[0200]	29	스퍼터링 장치
[0201]	30	소스
[0202]	32	조명 시스템
[0203]	33	광원
[0204]	34	집광기
[0205]	900	산출된 반사도
[0206]	910	표면에 접하는 입사각이 10° 일 때, 거칠기의 함수로서 산출된 반사도
[0207]	920	표면에 접하는 입사각이 15° 일 때, 거칠기의 함수로서 산출된 반사도
[0208]	1000, 2000	모울드
[0209]	1010, 2010	분리층, 특히 Au 층 또는 Ru 층
[0210]	1020	금속층, 특히 Ni 층
[0211]	1020.1	제1 금속층
[0212]	1020.2	제2 금속층

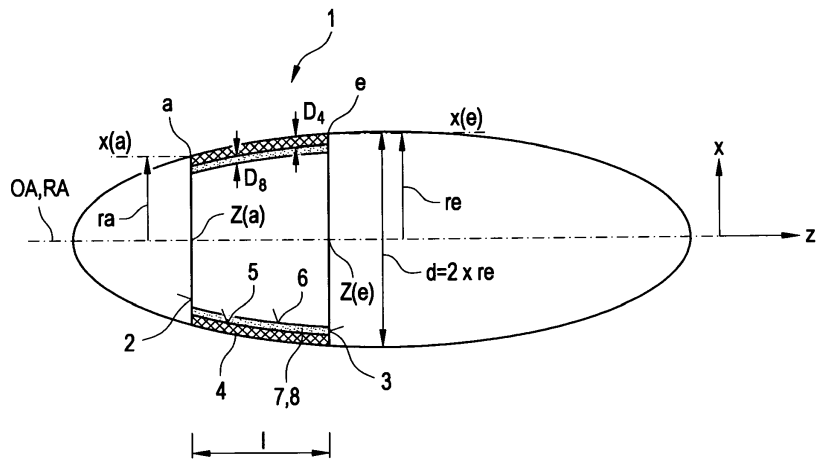
[0213]	1030, 2030	베이스
[0214]	1030.1	개별 베이스
[0215]	1030.2	개별 베이스
[0216]	1040, 2040	연결 요소
[0217]	1050, 2050	냉각 장치
[0218]	1100	레이저
[0219]	1110, 2110	Mo/Si 다중층 시스템
[0220]	1120	커버층, 특히 Ru 커버층
[0221]		
[0222]	K	회전 셀의 평면 곡선
[0223]	re	회전축으로부터 회전 셀의 끝점의 반경방향 거리, 즉 셀 단부에서의 셀의 반지름

도면의 간단한 설명

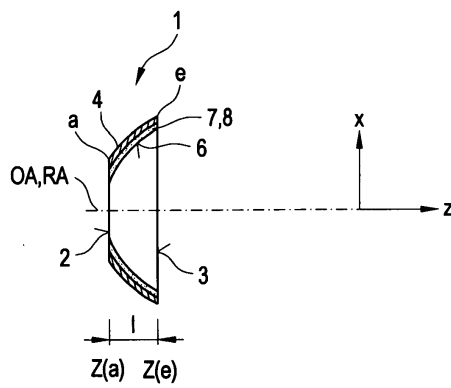
- [0085] 도 1은 본 발명에 따라 구현된 스킴 입사 요소, 여기서는 집광기 셀의 제1 실시예의 매우 개략화된 도면이다.
- [0086] 도 2a 및 도 2b는 집광기 셀의 또 다른 2개의 기하학적 구현예를 도시한 도면이다.
- [0087] 도 3은 집광기 셀의 제2 실시예를 도시한 도면이다.
- [0088] 도 4a 및 도 4b는 제1 실시예에 따른 집광기 셀의 제조를 위한 증착 장치 및 성형층 시스템의 개략도이다.
- [0089] 도 4c 및 도 4d는 신호 흐름도를 토대로 성형 과정을 기술한 도이다.
- [0090] 도 5는 Au 층의 분리 지속시간이 거칠기에 미치는 영향을 나타낸 그래프이다.
- [0091] 도 6a 및 도 6b는 모듈드와 셀로 분리되기 전후의, 제2 실시예에 따른 집광기 셀의 성형층 시스템의 도이다.
- [0092] 도 7은 제2 실시예에 따른 집광기 셀의 성형을 위한 증착 장치의 도이다.
- [0093] 도 8a 및 도 8b는 제1 및 제2 실시예에 따른 코팅층의 제조를 위한 마그네트론 스퍼터링 장치의 도이다.
- [0094] 도 9는 이미 성형된 집광기 셀의 내부면에 반사층을 스퍼터링하기 위한 장치의 도이다.
- [0095] 도 10은 조명 시스템의 단면을 토대로 본 발명에 따라 구현된 집광기 셀을 구비한 집광기를 설명하기 위한 도이다.
- [0096] 도 11a 내지 도 11c는 가능 특성값의 예로서 거칠기 및 반사도를 나타낸 그래프들이다.
- [0097] 도 12의 a) 내지 g)는 성형 기법을 이용하여 수직 입사 요소를 제조하기 위한 제1 방법을 설명하는 도이다.
- [0098] 도 13의 a) 내지 h)는 성형 기법을 이용하여 수직 입사 요소를 제조하기 위한 제2 방법을 설명하는 도이다.
- [0099] 도 14의 a) 내지 h)는 성형 기법을 이용하여 수직 입사 요소를 제조하기 위한 제3 방법을 설명하는 도이다.

도면

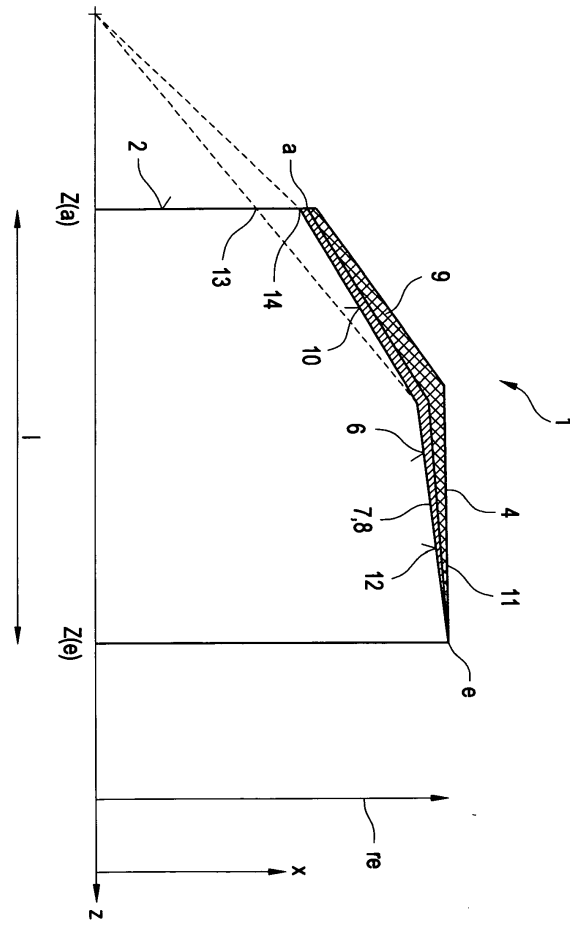
도면1



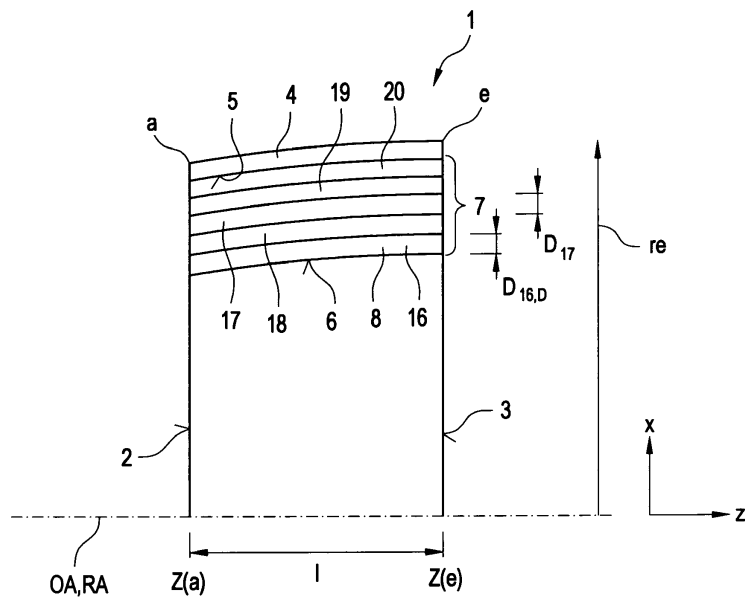
도면2a



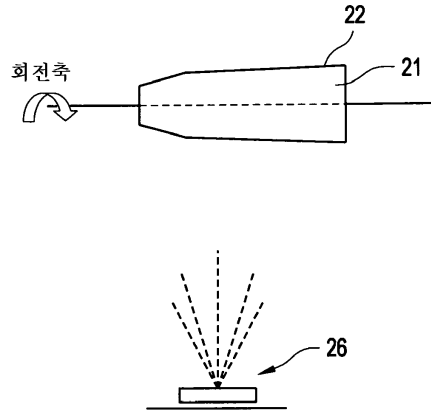
도면2b



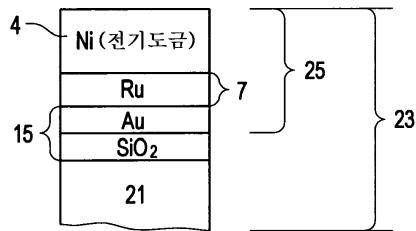
도면3



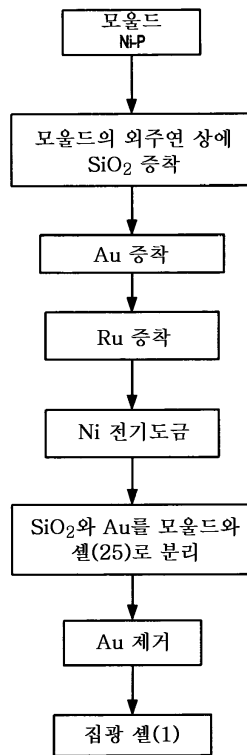
도면4a



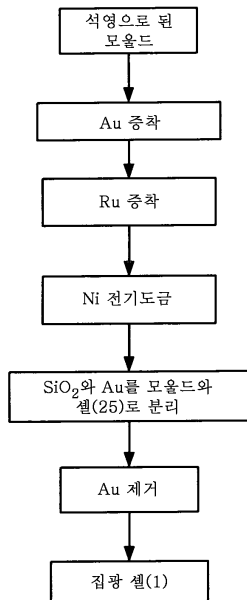
도면4b



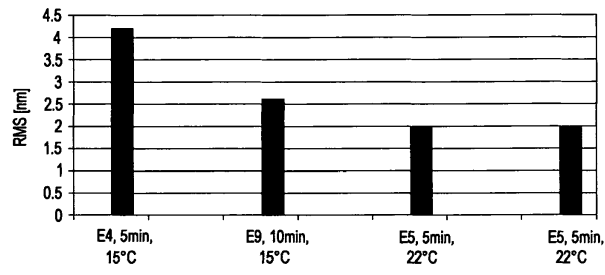
도면4c



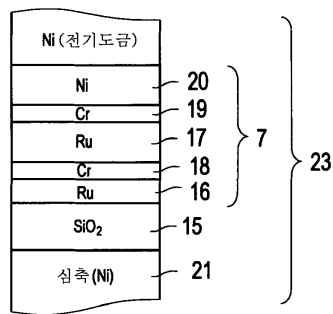
도면4d



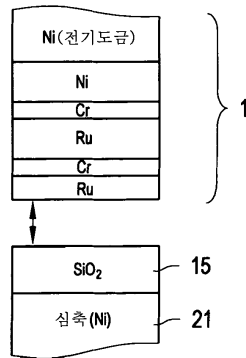
도면5



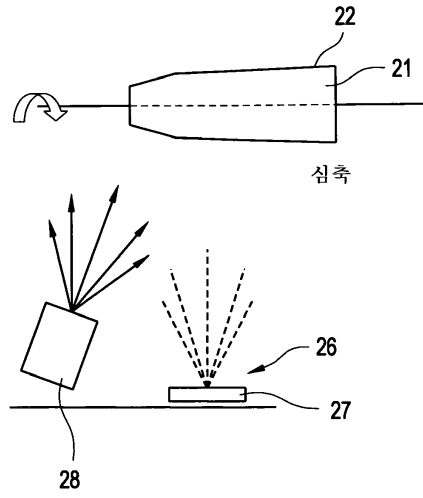
도면6a



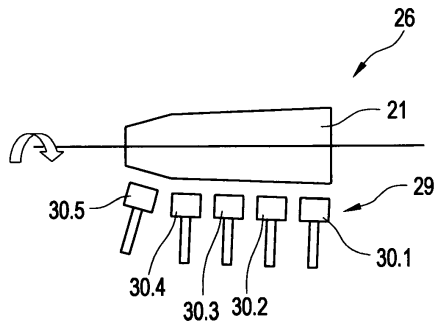
도면6b



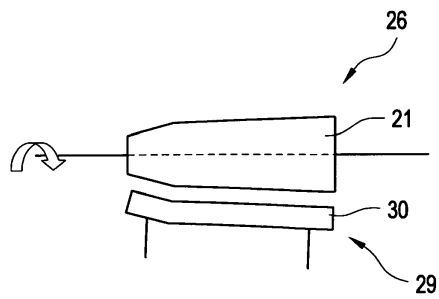
도면7



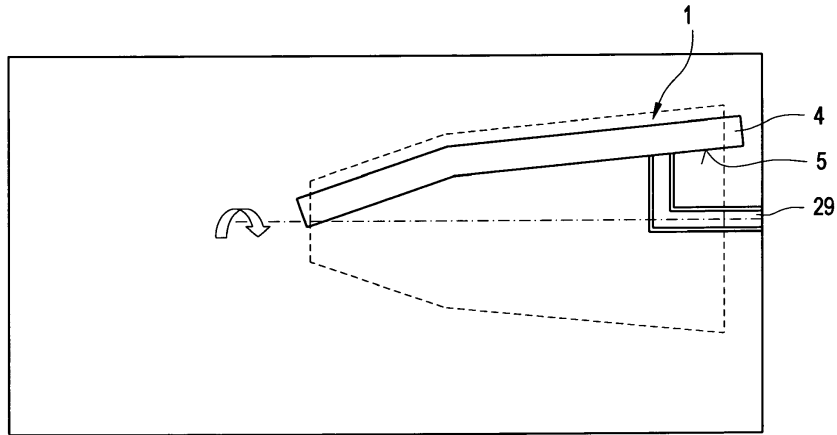
도면8a



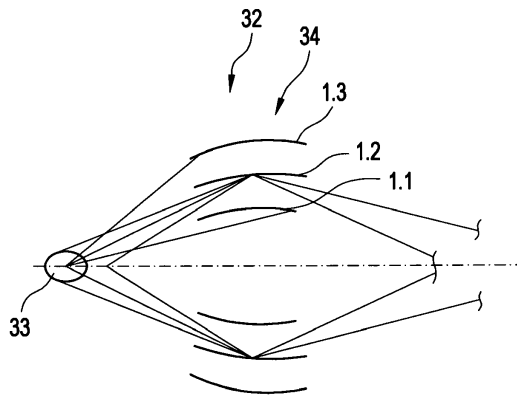
도면8b



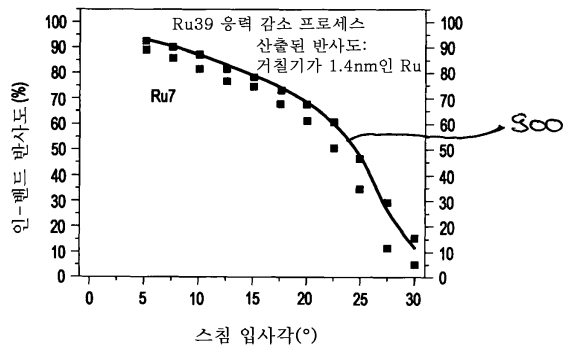
도면9



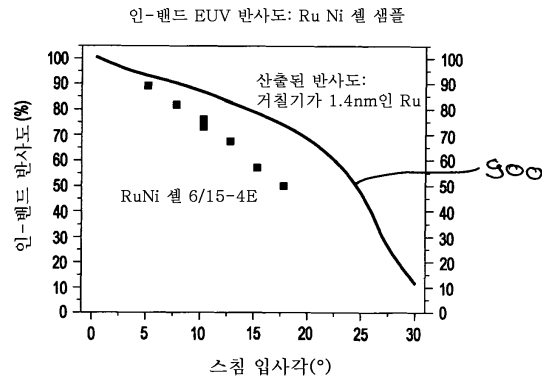
도면10



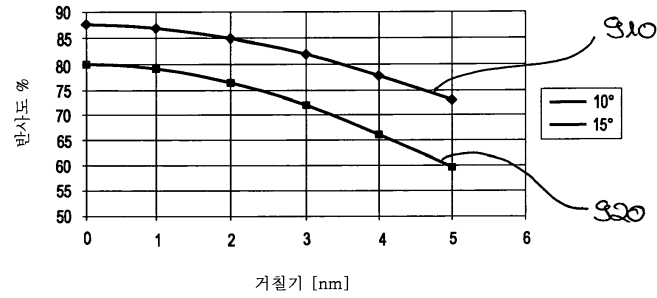
도면11a



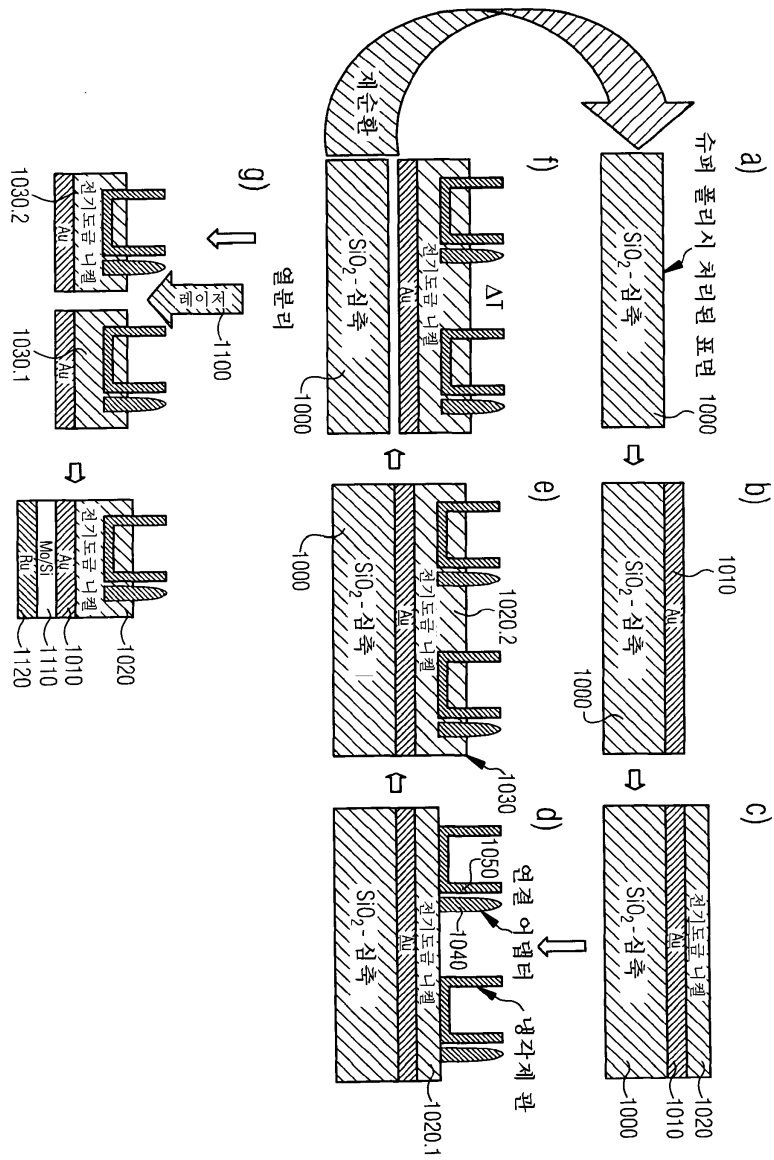
도면11b



도면11c



도면12



도면14

