(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월13일
(11) 등록번호 10-2289255
(24) 등록일자 2021년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 11/08 (2006.01) *C23C 14/00* (2018.01)
C23C 14/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03B 11/086 (2013.01)
C23C 14/0057 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0022429
(22) 출원일자 2020년02월24일
심사청구일자 2020년02월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140067788 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
박창하
경상남도 창원시 성산구 창원천로94번길 19, 103동 1403호 (대원동, 더시티세븐 자이)
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
김종국
경상남도 창원시 의창구 창원대로18번길 41
장영준
경상남도 창원시 성산구 원이대로863번길 7
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

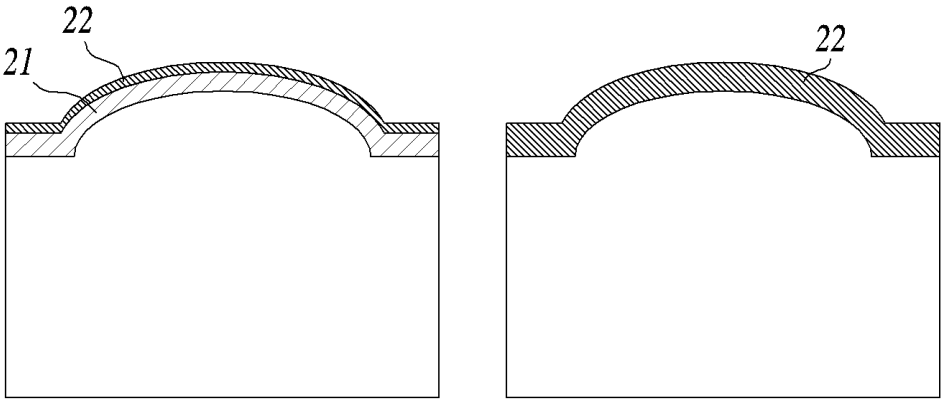
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 양정화

(54) 발명의 명칭 **유리렌즈 성형용 몰드 및 그 제조방법**

(57) 요 약

유리렌즈 성형용 몰드에 있어서, 성형되는 유리렌즈와 접촉하는 표면은 3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층으로 코팅된 유리렌즈 성형용 몰드가 개시된다. 본 발명의 일 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드는 고온 유리렌즈 성형 공정에서도 탄화 등의 문제없이 성공적으로 유리렌즈의 생산이 가능하며, 우수한 이형성 및 내구성으로 인해 몰드의 사용 수명 및 렌즈 생산 효율을 극대화 할 수 있다. 또한, 산소 에칭을 통한 빠른 코팅층의 제거가 가능하여 코팅층에 문제 발생 시 높은 비용과 긴 시간이 소요되는 몰드의 재가공 없이 산소 에칭을 통해 코팅층만 제거하고 재코팅을 수행함으로써 몰드 재가공에 소요되는 비용과 시간을 현저히 감소시킬 수 있다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
C23C 14/0605 (2013.01)
(72) 발명자
김지수
경상남도 창원시 성산구 중앙대로 89

박창하
경상남도 창원시 성산구 창원천로94번길 19, 103동 1403호 (대원동, 더시티세븐 자이)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	PNK7150
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	국가과학기술연구회
연구사업명	재료연구소 운영비지원사업
연구과제명	열화상 카메라 렌즈 소재상 광학 및 트라이볼로지 특성 향상을 위한 무수소 DLC 코팅기술 개발(B)(3/3)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	국가과학기술연구회
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

유리렌즈 성형용 몰드에 있어서,

성형되는 유리렌즈와 접촉하는 표면은

3 at% 내지 17 at%의 Si로 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층으로 코팅된 유리렌즈 성형용 몰드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 코팅층은

ta-C층; 및

3 at% 내지 17 at%의 Si로 도핑된 ta-C층;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 유리렌즈 성형용 몰드의 모재는 SiC, Si_3N_4, WC, TiC, TaC, BN, TiN, ZrO_2, 서멧, 스테인리스, STAVAX 및 이들의 합금으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 Si 도핑된 ta-C 층의 두께는 30 nm 내지 300 nm인 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드.

청구항 5

흑연소재의 타겟체에 스파크를 발생시켜 플라즈마화된 이온을 생성하는 단계;

상기 플라즈마화된 이온 중 비이온화된 입자를 자력에 의해 제거하는 단계; 및

Si를 포함하는 유기용제를 기체 형태로 공급하면서, 상기 플라즈마화된 이온으로 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 Si가 3 at% 내지 20 at% 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계;

를 포함하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 Si를 포함하는 유기용제는 테트라메틸실레인(Tetramethylsilane, TMS), 헥사메틸디실라잔(hexamethyldisilazane, HMDS) 및 헥사메틸디실록산(Hexamethyldisiloxane, HMDSO)으로 이루어지는 군으로부터

선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 유리렌즈 성형용 몰드의 모재는 SiC, Si_3N_4, WC, TiC, TaC, BN, TiN, ZrO_2, 서멧, 스테인리스 및 이들의 합금으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 코팅층을 형성하는 단계 전에 상기 유리렌즈 성형용 몰드를 에칭하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 코팅층은

ta-C층; 및

3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 코팅층을 형성하는 단계는

상기 플라즈마화된 이온으로 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 ta-C층을 형성하는 단계; 및

Si를 포함하는 유기용제를 기체 형태로 공급하면서, 상기 플라즈마화된 이온으로 상기 ta-C층 상에 Si가 3 at% 내지 20 at% 도핑된 ta-C층을 형성하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법.

청구항 11

제5항의 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법을 통하여, 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면에 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 코팅층이 형성된 유리렌즈 성형용 몰드를 이용하여 유리렌즈를 성형하는 단계;

를 포함하는 유리렌즈 성형방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유리렌즈 성형용 몰드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 기존의 렌즈 성형을 위한 금형 코팅 기술은 저온 렌즈 성형공정에 맞추어 귀금속(Ir, Re) 등의 코팅이나 일반적인 a-C:H 구조의 DLC 코팅이 적용되어 왔다. 또한 ta-C(tetrahedral amorphous carbon)의 적용도 근래에 이루어지고 있다. 그러나, 렌즈의 활용 범위가 넓어짐에 따라 가혹한 사용 환경에 노출되기 시작하면서 렌즈 자체의 높은 내구성이 요구되게 되었으며, 따라서 렌즈 소재가 고온 성형이 불가피한 소재로 변경되고 있다.

[0004] Lidar system과 같은 인지/감지 센서에 활용되는 고온 성형 유리렌즈의 수요가 증가하였으며, 기존 레이저 광원 장비가 높은 가격 및 큰 부피로 인하여 경량화 레이저 광원의 활용 수요가 증가함에 따라 이의 사용 파장 영역에서 고 이득을 가지는 유리렌즈가 소재로서 사용되고 있다. 또한 CCTV 등 외부 노출 환경이 잦은 제품에까지 이러한 유리렌즈가 사용됨에 따라, 렌즈의 내구성 확보를 위해 소재가 변경될 필요가 있다.

[0005] 이러한 관점에서 기존의 몰드의 코팅들은 고온(650℃ 이상)에서 성형이 수행되는 공정에 적용할 경우, 내열성 부족으로 인한 탈막 현상이나 내마모성의 감소가 두드러지고 있어 사용이 어렵다. 따라서 고온 성형에서 몰드의 내구성을 향상시킴과 동시에 이형성을 증대시켜 생산 효율을 극대화 시킬 수 있는 코팅에 대한 수요가 증가하는 추세이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2011-0115291호: DLC 코팅장치

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일측면에서의 목적은 유리렌즈 성형 시 고온 성형에서 사용될 수 있도록 Si 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층으로 코팅된 유리렌즈 성형용 몰드를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에서

[0011] 유리렌즈 성형용 몰드에 있어서,

[0012] 성형되는 유리렌즈와 접촉하는 표면은

[0013] 3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층으로 코팅된 유리렌즈 성형용 몰드가 제공된다.

[0015] 또한, 본 발명의 다른 측면에서

[0016] 흑연소재의 타겟체에 스파크를 발생시켜 플라즈마화된 이온을 생성하는 단계;

[0017] 상기 플라즈마화된 이온 중 비이온화된 입자를 자력에 의해 제거하는 단계; 및

[0018] Si를 포함하는 유기용제를 기체 형태로 공급하면서, 상기 플라즈마화된 이온으로 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 Si가 3 at% 내지 20 at% 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계;

[0019] 를 포함하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법이 제공된다.

[0021] 나아가, 본 발명의 또 다른 측면에서

[0022] 상기 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법을 통하여, 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면에 코팅층을 형성하는 단계; 및

[0023] 상기 코팅층이 형성된 유리렌즈 성형용 몰드를 이용하여 유리렌즈를 성형하는 단계;

[0024] 를 포함하는 유리렌즈 성형방법이 제공된다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드는 고온 유리렌즈 성형 공정에서도 탄화 등의 문제없이 성공적으로 유리렌즈의 생산이 가능하며, 우수한 이형성 및 내구성으로 인해 몰드의 사용 수명 및 렌즈 생산 효율을 극대화 할 수 있다. 또한, 산소 에칭을 통한 빠른 코팅층의 제거가 가능하여 코팅층에 문제 발생 시 높은 비용과 긴 시간이 소요되는 몰드의 재가공 없이 산소 에칭을 통해 코팅층만 제거하고 재코팅을 수행함으로써 몰드 재가공에 소요되는 비용과 시간을 현저히 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에서 ta-C 코팅층을 형성하기 위하여 사용되는 자장여과아크 방식의 코팅장치를 나타낸 것이고,

도 2는 본 발명의 일 실시예의 유리렌즈 성형용 몰드 코팅 공정을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조될 수 있는 다중층 및 단일층 형태의 코팅층을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 4는 본 발명의 일 실시예에서의 TMS 가스 유량에 다른 Si의 도핑량을 나타낸 그래프이고,

도 5는 본 발명의 일 실험예에 따라, 실시예 4 샘플의 실험 결과를 보여주는 이미지이고,

도 6은 본 발명의 일 실험예에 따라, 실시예 5 샘플의 실험 결과를 보여주는 이미지이고,

도 7은 본 발명의 일 실험예에 따라, 비교예 샘플의 실험 결과를 보여주는 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명은 여러 변경을 가할 수 있으며 이에 따라 다양한 실시예가 나올 수 있는 바, 특정 실시예를 하단에 제시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0030] 또한 특별히 정의가 되지 않은 본 명세서에서의 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자 모두에게 이해가 가능한 의미로 사용할 수 있을 것이다.

[0031] 그러나 이는 본 발명은 하단에 기술될 특정한 실시예에만 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0032] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 다른 균등물과 변형 예들이 있을 수 있으며, 본 명세서에서 제시하는 실시예는 가장 바람직한 실시예일 뿐이다.

[0034] 본 발명의 일 측면에서

[0035] 유리렌즈 성형용 몰드에 있어서,

[0036] 성형되는 유리렌즈와 접촉하는 표면은

[0037] 3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층으로 코팅된 유리렌즈 성형용 몰드가 제공된다.

[0039] 이하, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드를 각 구성별로 상세히 설명한다.

[0041] 먼저, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드는 몰드의 모재를 포함할 수 있다.

[0042] 몰드의 모재는 SiC, Si_3N_4, WC, TiC, TaC, BN, TiN, ZrO_2, 서멧, 스테인리스, STAVAX 및 이들의 합금으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있다.

[0044] 다음으로, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드는 코팅층을 포함할 수 있다.

[0045] 상기 몰드의 모재에서, 성형되는 유리렌즈와 접촉하는 표면은 상기 코팅층으로 코팅될 수 있다.

[0046] 상기 코팅층은 3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층을 포함할 수 있다. 바람직하게는 5 at% 내지 15 at%의

Si로 도핑될 수 있으며, 더욱 바람직하게는 7 at% 내지 17 at%의 Si로 도핑될 수 있다.

[0047] Si가 3 at% 미만으로 도핑되는 경우, 유리렌즈 성형 시 몰드의 이형성을 충분히 확보하기 어렵다는 문제가 있으며, 이형성 확보가 되지 않아 금형 사용 시 1회 성형 후 즉시 탈막이 발생하는 문제점이 있다. Si가 20 at% 초과하여 도핑되는 경우, 몰드의 내마모도가 떨어질 수 있으며, 코팅층에 문제가 생겼을 경우, 이를 제거하고 재코팅을 수행해야 하므로, 잦은 불량에 따른 생산성 저하의 문제가 발생할 수 있다.

[0048] 일 구체예에서, 상기 코팅층은 3 at% 내지 20 at%로 도핑된 ta-C층의 단일층으로 형성될 수 있다.

[0049] 다른 일 구체예에서, 상기 코팅층은 ta-C층 및 3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층으로 이루어진 이중층 형태로 형성될 수 있다.

[0050] 이와 같이 이중층 형태로 구성되는 경우, 경도가 높은 ta-C층을 통하여 충분한 내마모도를 확보하는 한편, 몰드 표면에서 성형되는 유리렌즈와 맞닿는 부분에 Si로 도핑된 ta-C층을 통하여 이형성을 충분히 확보할 수 있는 바, 이형성 및 내마모도를 동시에 확보할 수 있다는 점에서 바람직하다.

[0051] 상기 코팅층의 두께는 30 nm 내지 300 nm일 수 있으며, 바람직하게는 50 nm 내지 250 nm, 더욱 바람직하게는 100 nm 내지 200 nm일 수 있다.

[0052] 상기 코팅층의 두께가 30 nm 미만인 경우, 몰드의 내구도를 충분히 확보하기 어려울 수 있다는 문제점이 있으며, 코팅층의 두께가 300 nm 초과하는 경우, 코팅층의 제거가 비교적 어려울 수 있다는 문제점이 있다. 또한, 코팅층의 두께가 두꺼울수록 코팅층의 응력으로 인한 박리 발생의 가능성이 높아 코팅 공정에서 불량이 발생할 수 있어 몰드의 내구성 및 밀착력을 확보할 수 있는 한 300 nm 이하의 두께를 적용하는 것이 바람직하다.

[0054] 상기와 같은 코팅층은 유리렌즈 성형용 몰드가 우수한 이형성 및 내구성을 갖도록 할 수 있기에, 몰드의 사용 수명 및 유리렌즈 생산 효율을 극대화 할 수 있다.

[0056] 본 발명의 다른 측면에서

[0057] 흑연소재의 타겟체에 스파크를 발생시켜 플라즈마화된 이온을 생성하는 단계;

[0058] 상기 플라즈마화된 이온 중 비이온화된 입자를 자력에 의해 제거하는 단계; 및

[0059] Si를 포함하는 유기용제를 기체 형태로 공급하면서, 상기 플라즈마화된 이온으로 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 Si가 3 at% 내지 20 at% 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계;

[0060] 를 포함하는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법이 제공된다.

[0062] 이하, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법을 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0064] 먼저, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법은 유리 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 자장여과아크 방식의 진공아크증착법을 이용하여, 코팅층을 형성할 수 있다.

[0065] 구체적으로, 상기 자장여과아크 방식의 진공아크증착법은 흑연소재의 타겟체에 스파크를 발생시켜 플라즈마화된 이온을 생성하는 단계; 상기 플라즈마화된 이온 중 비이온화된 입자를 자력에 의해 제거하는 단계; 및 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 코팅층을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0066] 상기 단계들은 상기 자장여과아크 방식의 진공아크증착법은 흑연소재의 타겟체에 스파크를 발생시켜 플라즈마화된 이온을 생성하는 아크 플라즈마 발생부; 플라즈마화된 이온을 코팅대상인 광학렌즈까지 이송되는 이송경로를 제공하는 이송관; 상기 이송관을 통해 이송되는 물질 중 비이온화된 입자를 자력에 의해 내벽측에 집속되게 하는 자력 생성부; 및 상기 이송관 내에 상기 비이온화된 입자의 이송을 저지시킬 수 있도록 형성된 적어도 하나의 필터판;을 포함하는 자장여과아크 방식의 코팅장치를 이용하여 수행될 수 있다(도 1).

[0067] 상기 자장여과아크 방식의 코팅장치는 다양한 형태를 가질 수 있으며, 예를 들어, Double bend의 형태, 90도 꺾인 형태, 45도 꺾인 형태 등의 다양한 형태로 존재할 수 있다.

[0068] 이와 같은 자장여과아크 방식의 진공아크증착법을 이용하는 경우, 비이온화된 마이크론 크기의 거대입자가 보호막으로 들어가 막질을 저하시키는 문제를 해결할 수 있다는 점에서 바람직하다.

[0069] 또한, 자장여과아크방식을 이용하는 경우, sp^3 분율이 높으며, 수소가 없는 무수소 비정질 탄소 보호막을 형성할 수 있기 때문에, 자장여과아크방식을 사용하지 않는 경우에 비하여 높은 경도의 ta-C 보호막을 형성할 수 있다.

[0071] 상기 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 코팅층을 형성하는 단계는 구체적으로, Si를 포함하는 유기용제를 기체 형태로 공급하면서, 상기 플라즈마화된 이온으로 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 Si가 3 at% 내지 20 at% 도핑된 ta-C층을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0072] 상기 Si를 포함하는 유기용제는 테트라메틸실레인(Tetramethylsilane, TMS), 헥사메틸디실라잔(hexamethyldisilazane, HMDS) 및 헥사메틸디실록산(Hexamethyldisiloxane, HMDSO)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있다.

[0073] 상기 유기용제는 기체의 형태로 공급될 수 있다.

[0074] 일 실시예에서 상기 Si를 포함하는 유기용제는 테트라메틸실레인(Tetramethylsilane, TMS)일 수 있다. 상기 테트라메틸실레인은 Si-CH_4 구조가 완전히 분해되지 않은 상태로 -CH_X dangling bond의 형태로 도핑될 수 있으며, 이에 따라 표면 에너지를 낮추고 이를 통하여 화학적 반응을 줄여 표면의 저마찰 특성을 달성할 수 있다.

[0075] 또한, 스퍼터링과 같은 Si를 도핑하는 다른 방법의 경우, 추가적인 스퍼터 장치 등을 필요로 하는 바, 공정이 복잡해지고 장비 비용이 증가하는 단점이 있지만, Si를 포함하는 유기용제를 이용한 도핑의 경우, 기존의 자장여과아크공정 장비를 이용 시, 기체 형태의 유기용제만 주입하면 바로 공정을 수행할 수 있어, 공정 시간의 증가가 없으며, 장비 비용의 증가 또한 없다는 장점이 있다.

[0076] 또한 스퍼터링을 통하여 Si를 도핑하는 방법에 비하여, Si를 포함하는 유기용제를 이용한 도핑의 경우 Si 도핑량을 Si를 포함하는 기체 형태의 유기용제의 유량을 조절함에 따라 용이하게 조절할 수 있다는 점에서 바람직하다.

[0077] 또한, 스퍼터링과 같은 공정의 경우, Ar 기체의 주입량 증가에 따른 진공도 증가로 다공성의 막이 형성되어 코팅층의 성능을 떨어뜨릴 수 있는데, Si를 포함하는 기체 형태의 유기용제를 이용한 도핑의 경우 이를 방지할 수 있다는 점에서 바람직하다.

[0078] 스퍼터링을 이용한 ta-C의 증착은 순수한 Si 증착이 이루어짐에 따라 주로 Si-C 결합을 갖는 구조가 형성될 수 있다. 또한 스퍼터링 공정의 특성상 Ar 가스를 필수적으로 활용해야 하여 공정 압력이 높아지고 이에 따른 이온 증착 에너지가 감소하게 된다.

[0079] 반면 Si를 포함하는 기체 형태의 유기용제의 주입을 통한 아크 플라즈마 기반의 Si 도핑된 ta-C의 경우, 상기 기체 형태의 유기용제가 포함하고 있는 Si-CH_3 결합이 부분적으로 분해되면서 막의 표면에 소수성을 가지는 Si-C-H 결합이 포함됨으로써 표면의 미끌림 정도를 향상시킬 수 있기 때문에 이형성이 향상될 수 있다.

[0081] 상기 코팅층은 3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층을 포함할 수 있다. 바람직하게는 5 at% 내지 15 at%의 Si로 도핑될 수 있으며, 더욱 바람직하게는 7 at% 내지 17 at%의 Si로 도핑될 수 있다.

[0082] Si가 3 at% 미만으로 도핑되는 경우, 유리렌즈 성형 시 몰드의 이형성을 충분히 확보하기 어렵다는 문제가 있으며, 이형성 확보가 되지 않아 금형 사용 시 1회 성형 후 즉시 탈막이 발생하는 문제점이 있다. Si가 20 at% 초과하여 도핑되는 경우, 몰드의 내마모도가 떨어질 수 있으며, 코팅층에 문제가 생겼을 경우, 이를 제거하고 재코팅을 수행해야 하므로, 잦은 불량에 따른 생산성 저하의 문제가 발생할 수 있다.

[0083] 일 구체예에서, 상기 코팅층은 3 at% 내지 20 at%로 도핑된 ta-C층의 단일층으로 형성될 수 있다.

[0084] 다른 일 구체예에서, 상기 코팅층은 ta-C층 및 3 at% 내지 20 at%의 Si로 도핑된 ta-C층으로 이루어진 이중층 형태로 형성될 수 있다.

[0085] 이와 같이 이중층 형태로 구성되는 경우, 경도가 높은 ta-C층을 통하여 충분한 내마모도를 확보하는 한편, 몰드 표면에서 성형되는 유리렌즈와 맞닿는 부분에 Si로 도핑된 ta-C층을 통하여 이형성을 충분히 확보할 수 있는 바, 이형성 및 내마모도를 동시에 확보할 수 있다는 점에서 바람직하다.

[0086] 상기 이중층 형태로 구성되는 경우, 상기 코팅층을 형성하는 단계는 상기 플라즈마화된 이온으로 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 ta-C층을 형성하는 단계 및 Si를 포함하는 유기용제를 기체 형태로 공급하면서, 상기 플라즈마화된 이온으로 상기 ta-C층 상에 Si가 3 at% 내지 20 at% 도핑된 ta-C층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0087] 상기 코팅층의 두께는 30 nm 내지 300 nm일 수 있으며, 바람직하게는 50 nm 내지 250 nm, 더욱 바람직하게는

100 nm 내지 200 nm일 수 있다.

[0088] 상기 코팅층의 두께가 30 nm 미만인 경우, 몰드의 내구도를 충분히 확보하기 어려울 수 있다는 문제점이 있으며, 코팅층의 두께가 300 nm 초과하는 경우, 코팅층의 제거가 비교적 어려울 수 있다는 문제점이 있다. 또한, 코팅층의 두께가 두꺼울수록 코팅층의 응력으로 인한 박리 발생의 가능성이 높아 코팅 공정에서 불량이 발생할 수 있어 몰드의 내구성 및 밀착력을 확보할 수 있는 한 300 nm 이하의 두께를 적용하는 것이 바람직하다.

[0090] 또한, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법은 상기 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면 상에 코팅층을 형성하기 전에, 상기 유리렌즈 성형용 몰드를 에칭하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0091] 상기 단계를 통하여 몰드 상의 표면 세정 및 수분 제거를 할 수 있다.

[0093] 본 발명의 또 다른 측면에서

[0094] 상기 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법을 통하여, 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면에 코팅층을 형성하는 단계; 및

[0095] 상기 코팅층이 형성된 유리렌즈 성형용 몰드를 이용하여 유리렌즈를 성형하는 단계;

[0096] 를 포함하는 유리렌즈 성형방법이 제공된다.

[0098] 상기 유리렌즈 성형용 몰드 제조방법을 통하여, 유리렌즈 성형용 몰드의 유리렌즈와 접촉하는 표면에 코팅층을 형성하는 단계는 앞서 설명하였는 바, 중복하여 설명하지 않는다.

[0099] 상기 상기 코팅층이 형성된 유리렌즈 성형용 몰드를 이용하여 유리렌즈를 성형하는 단계는 600℃ 이상의 고온에서 수행될 수 있다. 보다 상세하게는 650℃ 이상, 더욱 상세하게는 680℃ 이상일 수 있다.

[0100] 상기 유리렌즈를 성형하는 단계에서 코팅층에 이상이 발생하는 경우, 상기 코팅층을 제거하는 단계 및 상기 유리렌즈 성형용 몰드를 재코팅하는 단계를 포함할 수 있다.

[0101] 상기 코팅층을 제거하는 단계는 에칭을 통하여 수행될 수 있으며, 일 구체예에서 산소 에칭을 통하여 수행될 수 있다.

[0103] 본 발명의 또 다른 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형방법은 적절한 양으로 Si 도핑된 ta-C 층을 포함하기에, 코팅층에 이상이 생겼을 경우, 코팅층을 손쉽게 제거할 수 있다. 기존의 유리렌즈 성형용 몰드의 경우, 코팅층에 문제가 생기면 몰드를 재가공함에 따라 비용이 발생 및 소요 시간 증가한다는 문제점이 있었는데, 본 발명의 또 다른 측면에서 제공되는 유리렌즈 성형방법은 단지 코팅층만을 손쉽게 제거함에 따라 이러한 문제를 방지할 수 있다.

[0105] 이하, 실시예 및 실험예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 본 발명의 범위는 특정 실시예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

[0107] **<실시예 1>**

[0108] WC로 이루어진 유리렌즈 성형용 몰드 모재에 대하여 표면 세정 및 수분 제거를 위하여 150분 동안 아르곤 가스를 활용하여 에칭하였다.

[0109] 도 1의 자장여과아크(filtered cathodic vacuum arc) 방식의 코팅장치를 이용하여, 상기 유리렌즈 성형용 몰드 모재 상에 내구성 확보의 목적으로 가스 주입이 없는 상태로 ta-C 코팅을 우선 수행하였다. ta-C 코팅 시 기판 bias 전압은 130 V로 설정하였으며 두께는 약 100 nm 수준으로 코팅층을 형성하였다.

[0110] 이후 코팅된 ta-C 상에 이형성 확보의 목적으로 테트라메틸실레인(Tetramethylsilane, TMS) 기체를 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 sccm의 유량으로 공급하며, ta-C 코팅을 실시하였다. bias 전압은 150 V로 설정하였다. 도 2를 참조하여 이해할 수 있다. 50 nm 수준의 코팅층이 형성되어 총 150 nm 수준의 코팅층이 형성되었다.

[0111] 흑연 타겟의 아크 플라즈마를 활용한 탄소 코팅을 실시하였으며, 자장여과아크 방식을 활용하여 무수소 공정이 될 수 있도록 진행하였다.

[0113] 각 TMS 가스 공급 유량에 따른 구체적인 코팅 조건은 아래의 표 1와 같다(도 4 참조).

표 1

[0115]

	가스유량 (sccm)	Si원자비 (at%)	증착속도 (nm/min)	코팅소요시간 (min)	작동압력 (Torr)
실시예 1	0	-	4.23	36	1.1×10^{-6}
실시예 2	2	3.33	5.22	28	5.1×10^{-6}
실시예 3	4	5.68	6.35	24	5.7×10^{-6}
실시예 4	6	8.43	7.66	20	6.2×10^{-6}
실시예 5	8	10.22	8.34	18	6.8×10^{-6}
실시예 6	10	16.55	10.21	15	7.1×10^{-6}
실시예 7	12	21.34	15.64	10	7.5×10^{-6}

[0117] 모든 TMS 가스유량 조건에 대하여, 형성된 코팅층은 모두 양호하였다.

[0119] **<비교예>**

[0120] WC로 이루어진 유리렌즈 성형용 몰드 모재에 대하여 표면 세정 및 수분 제거를 위하여 50분 동안 아르곤 가스를 활용하여 에칭하였다.

[0121] 도 1의 자장여과아크(filtered cathodic vacuum arc) 방식의 코팅장치를 이용하여, 일반적인 무수소 ta-C 코팅을 적용하였다. 실시예와는 달리 별도로 가스를 공급하지는 않았다.

[0122] 흑연 타겟의 아크 플라즈마를 활용한 탄소 코팅을 실시하였으며, 자장여과아크 방식을 활용하여 무수소 공정이 될 수 있도록 진행하였다.

[0124] 코팅층 코팅 시, 300 V의 바이어스를 가하면서 20 nm 두께의 밀착층을 형성하였으며, 그 위에, 150 V의 바이어스를 가하면서 20 nm 수준의 내마모층을 형성하였고, 그 위에 70 V를 가하면서 110 nm 수준의 이형층 확보층을 형성하였다.

[0126] **<실험예 1>**

[0127] 실시예 1, 실시예4, 실시예 7 샘플에 대하여, 질소 환경(실제 성형 환경) 하에서 스크래치 분석을 통해 밀착력 및 이형성을 평가하였다.

[0128] 도 5의 스크래치 테스트 결과에 나타난 바와 같이 실시예 4의 경우 평균 마찰력이 0.1 수준으로, 0.2 수준의 실시예 1에 비하여 마찰력이 50% 가량 감소함을 알 수 있다.

[0129] 또한, 도 6의 스크래치 트랙에서 볼 수 있듯이, 밀착력이 L_{c3} 기준으로, 실시예 1의 경우 15 N에서, 실시예 4의 경우 21 N으로 약 40% 가량 향상됨을 확인할 수 있다.

[0131] **<실험예 2>**

[0132] 실시예 1 내지 실시예 7 샘플에 대하여, 650℃ 성형 공정에 적용하여, 성형 내구성, 이형성, 코팅층 제거 소요시간 등을 측정하여 아래의 표 2에 나타내었다.

표 2

[0134]

	Si원자비 (at%)	성형 내구성 (shot)	이형 소요시간 (min)	코팅층 제거 소요시간 (min)
실시예 1	-	1	30분 이내	30분 이내
실시예 2	3.33	111	15분 이내	30분 이내
실시예 3	5.68	142	10분 이내	30분 이내
실시예 4	8.43	223	10분 이내	30분 이내
실시예 5	10.22	498	10분 이내	30분 이내
실시예 6	16.55	262	10분 이내	30분 이내

실시예 7	21.34	50 이하	10분 이내	30분 이내

[0136] 실시예 2 내지 실시예 6의 경우, 100 shot 이상을 수행하여도 내구성에 문제가 없음을 확인할 수 있으며, 이형성 확보를 위한 소요시간도 15분 이내이며, 코팅층 제거 또한 30분 이내에 가능함을 확인할 수 있다.

[0137] 또한, 이러한 최적화 조건을 적용하였을 때, 일반적으로 4회의 산소 에칭과정 및 재코팅 과정을 거칠 수 있는 바, 실시예 5의 경우, 최대 2000 shot 수준의 성형 내구성을 확보할 수 있다.

[0139] 또한, 실시예 4에 대한 실험 결과 사진을 도 5에, 실시예 5에 대한 실험 결과 사진을 도 6에 나타내었다.

[0140] 특히 실시예 4 및 5의 경우, 1000 shot 이상까지도 성형에 문제 없는 내구성을 가짐을 확인할 수 있다.

[0142] **<실험예 3>**

[0143] 600℃ 내지 688℃의 온도의 질소 분위기 하에서, 최대 0.7 MPa의 압력으로 성형하는 유리렌즈 성형 공정 하에서, 비교예의 샘플에서, 이형층 형성 시의 바이어스에 따른 성형 내구성, 이형성, 코팅층 제거 소요시간 등을 평가하였다.

[0144] 그 결과를 아래 표 3에 나타내었다.

표 3

[0146]

Bias	성형 내구성 (shot)	이형 소요시간	코팅층 제거 소요시간 (min)
0	1	1시간 이상	30분 이내
1	1	1시간 이상	30분 이내
100	>100	1시간 이상	30분 이내
200	>200	1시간 이상	30분 이내

[0148] 높은 bias를 적용할 경우, 초기 이형성은 확보되어 성형 후 바로 이형이 가능할 수는 있으나, 시간이 지남에 따라 이형성이 악화되어 막 중심부의 코팅층이 이탈될 수 있다.

[0149] 또한, 낮은 bias를 적용할 경우, 이형성 부족으로 인하여 1 shot 후 코팅층이 바로 이탈될 수 있다(도 7).

부호의 설명

[0151] 10 모재

20 코팅층

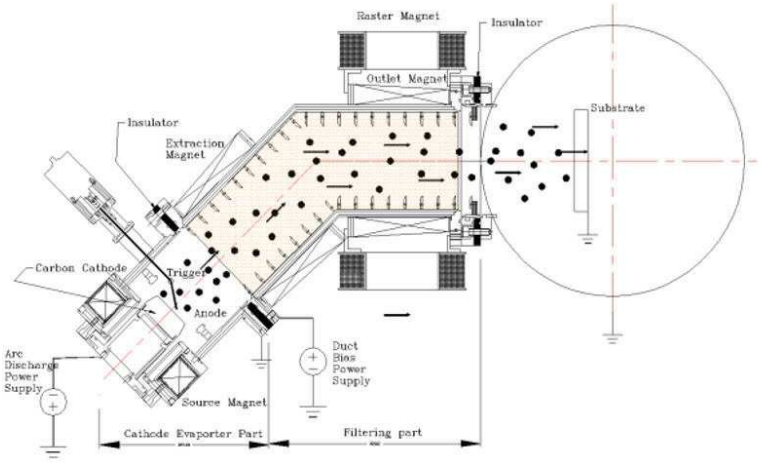
21 ta-C층

22 Si 도핑된 ta-C층

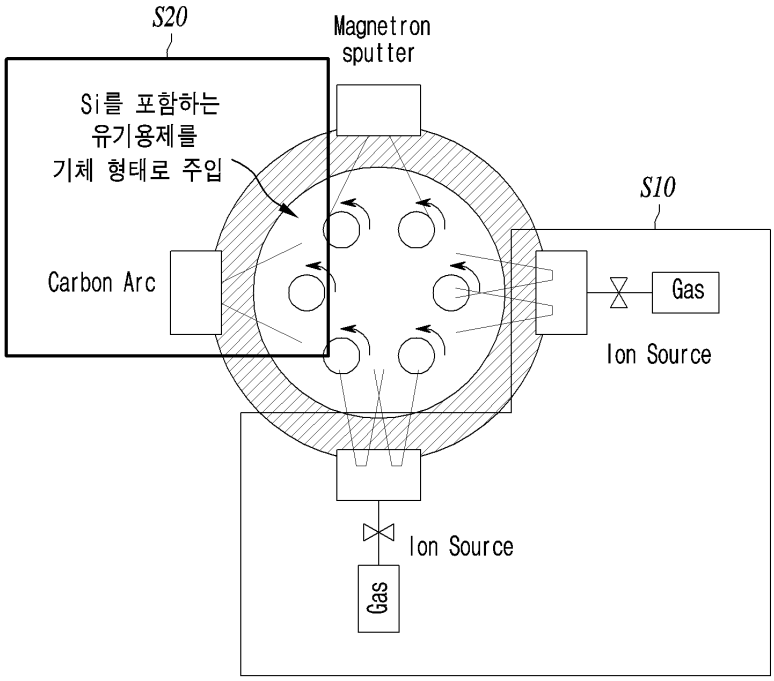
100 유리렌즈 성형용 몰드

도면

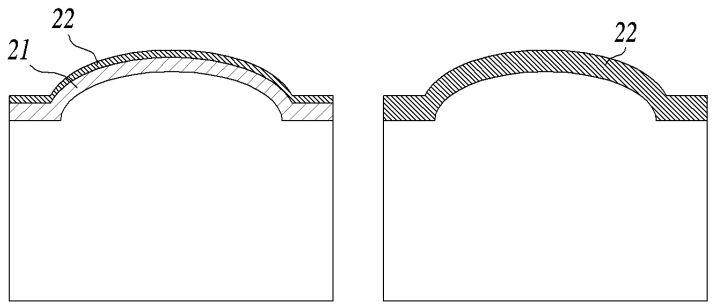
도면1


Raster Magnet
Insulator
Outlet Magnet
Substrate
Insulator
Extraction Magnet
Carbon Cathode
Trigger
Anode
Arc Discharge Power Supply
Duct Bias Power Supply
Source Magnet
Cathode Evaporter Part
Filtering part

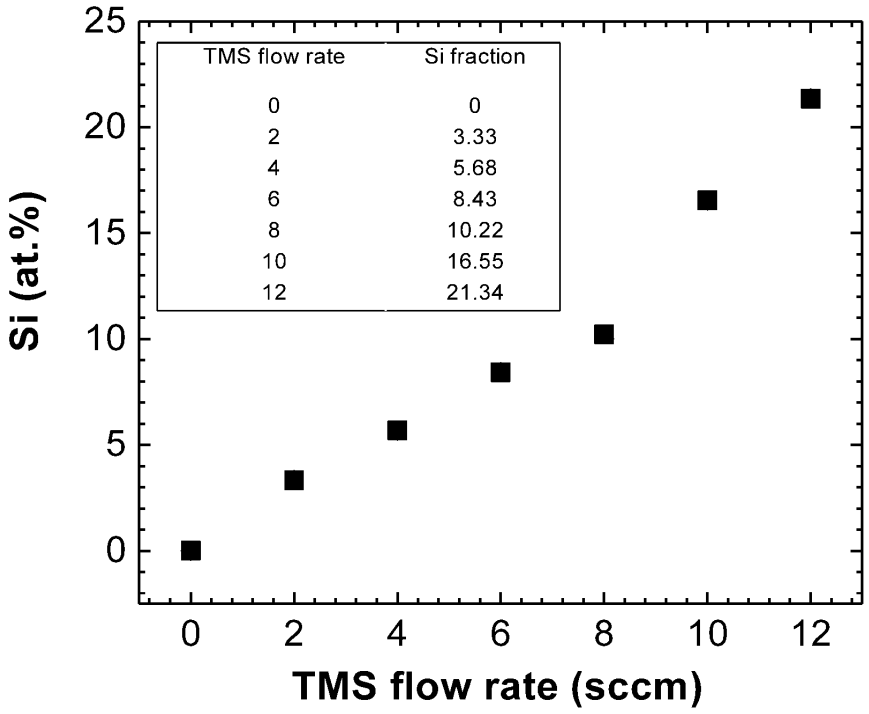
도면2


S20
Magnetron sputter
Si를 포함하는 유기용제를 기체 형태로 주입
S10
Carbon Arc
Gas
Ion Source
Ion Source
Gas

도면3


22
21
22

도면4


TMS flow rate | Si fraction
0 | 0
2 | 3.33
4 | 5.68
6 | 8.43
8 | 10.22
10 | 16.55
12 | 21.34
Si (at.%)
TMS flow rate (sccm)
0
5
10
15
20
25
0
2
4
6
8
10
12

도면5


0 shots
500 shots
1,000 shots

도면6



도면7

