



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월30일
(11) 등록번호 10-2246479
(24) 등록일자 2021년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 45/00 (2006.01) B29D 11/00 (2006.01)
G02B 5/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B29C 45/0055 (2013.01)
B29D 11/0073 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7016779
(22) 출원일자(국제) 2014년11월26일
심사청구일자 2019년10월29일
(85) 번역문제출일자 2016년06월23일
(65) 공개번호 10-2016-0093032
(43) 공개일자 2016년08월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/067668
(87) 국제공개번호 WO 2015/084674
국제공개일자 2015년06월11일
(30) 우선권주장
61/911,145 2013년12월03일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004341047 A*
KR1020120048018 A*
KR101161951 B1
JP2005121928 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
아우더킬크 앤드류 제이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
웁 티모시 엘
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
맥도웰 에린 에이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

전체 청구항 수 : 총 9 항

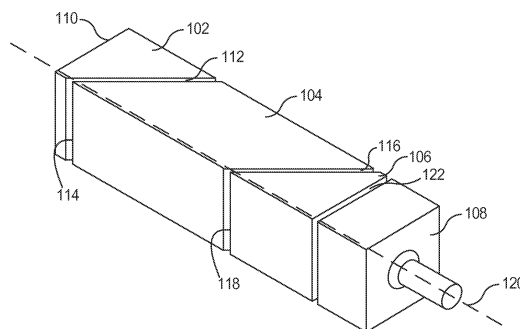
심사관 : 조준배

(54) 발명의 명칭 저 복굴절, 성형된 광학 구성요소

(57) 요약

일부 예에서, 방법은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 주형 내로 사출 성형하여 성형된 구성요소를 형성하는 단계, 및 성형된 구성요소를 기계가공하여 기계가공된 광학 표면을 포함하는 기계가공된 광학 구성요소를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 방법은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 축 대칭 주형 공동 내로 사출 성형하여 성형된 구성요소를 형성하는 단계, 및 성형된 구성요소를 기계가공하여 축 대칭을 갖지 않는 광학 구성요소를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 이들 방법에 의해 형성되는 광학 구성요소 및 이들 방법에 이용하기 위한 주형이 또한 설명된다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

G02B 5/04 (2013.01)

B29C 2045/0079 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 주형(mold) 내로 사출 성형(injection molding)하여 성형된 구성요소를 형성하는 단계로서, 성형된 구성요소는 성형된 구성요소의 장축을 중심으로 축 대칭인, 단계 ; 및 성형된 구성요소를 기계가공(machining)하여 기계가공된 광학 표면을 포함하는 기계가공된 광학 구성요소를 형성하는 단계를 포함하고,

광학 재료를 사출 성형하는 단계는 광학 재료를 장축을 따라 주형 내로 사출하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 광학 활성 필름(optically active film)을 광학 접착제를 사용하여 기계가공된 광학 표면에 부착하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 성형된 구성요소를 기계가공하여 기계가공된 광학 구성요소를 형성하는 단계는 기계가공된 광학 구성요소 내에 적어도 하나의 예각의 내각(acute interior angle)을 생성하는, 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 기계가공된 광학 구성요소는 장축을 중심으로 축 대칭이 아닌, 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 성형된 구성요소를 기계가공하여 기계가공된 광학 표면을 포함하는 기계가공된 광학 구성요소를 형성하는 단계는 성형된 구성요소를 기계가공하여 복수의 기계가공된 광학 구성요소를 형성하는 것을 포함하고, 복수의 기계가공된 광학 구성요소 중 적어도 하나의 기계가공된 광학 구성요소는 기계가공된 광학 표면을 포함하며, 복수의 기계가공된 광학 구성요소 중 적어도 하나는 게이트 영역(gate region)을 포함하지 않는, 방법.

청구항 6

광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 축 대칭 주형 공동(mold cavity) 내로 사출 성형하여 성형된 구성요소를 형성하는 단계로서, 축 대칭 주형 공동은 대칭 축을 중심으로 축 대칭인, 단계 ; 및

성형된 구성요소를 기계가공하여 축 대칭을 갖지 않는 프리즘을 포함하는 광학 구성요소를 형성하는 단계를 포함하고,

광학 재료를 사출 성형하는 단계는 광학 재료를 대칭 축을 따라 축 대칭 주형 공동 내로 사출하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 축 대칭 주형 공동은 장축을 한정하고, 주형 공동은 장축을 중심으로 축 대칭인, 방법.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서, 성형된 구성요소를 기계가공하여 축 대칭을 갖지 않는 광학 구성요소를 형성하는 단계는 기계가공된 광학 표면을 형성하고, 광학 활성 필름을 광학 접착제를 사용하여 기계가공된 광학 표면에 부착하는 단계를 추가로 포함하는, 방법.

청구항 9

제6항 또는 제7항에 있어서, 성형된 구성요소를 기계가공하여 광학 구성요소를 형성하는 단계는 광학 구성요소 내에 적어도 하나의 예각의 내각을 생성하는, 방법.

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시 내용은 광학 구성요소(optical component) 및 광학 구성요소를 형성하기 위한 기술을 설명한다.

배경 기술

[0002] 렌즈(lens) 및 프리즘(prism)과 같은 성형된 광학 구성요소가 휴대 전화 카메라, 소형 디지털 카메라, 디지털 비디오 프로젝터 등과 같은 장치에서의 사용에 대해 점점 더 인기를 얻고 있다. 성형은 유리 광학계(glass optics)를 제조하기 위한 전통적인 방법을 사용하여 달성하기 어려운 기하학적 구조 및 대량 생산을 가능하게 한다.

발명의 내용

[0003] 일반적으로, 본 개시 내용은 광학 구성요소, 광학 구성요소를 형성하기 위한 주형(mold), 및 광학 구성요소를 형성하기 위한 기술을 설명한다. 일부 예에서, 광학 구성요소는 사출 성형(injection molding)을 사용하여 형성될 수 있고, 주형은 성형 공정 동안 성형된 재료 상에 부여되는 성형 응력을 감소시키도록 선택되는 형상을 가진 주형 공동(mold cavity)을 한정할 수 있다. 예를 들어, 예각, 형상 또는 단면적의 급격한 변화, 또는 비대칭 단면 형상을 포함하는 공동을 한정하는 주형보다는, 주형은 직육면체(rectangular cuboid) 또는 원통과 같은, 비교적 단순한 형상을 가진 공동을 한정할 수 있다. 성형된 구성요소 내의 다수의 예각, 형상 및/또는 단면적의 급격한 변화, 및/또는 비대칭 단면 형상을 감소시킴으로써, 성형된 재료 상에 부여되는 성형 응력이 감소될 수 있다. 성형된 재료 상에 부여되는 성형 응력을 감소시키는 것은 성형 공정이 완료된 후에 성형된 구성요소 내에 존재하는 잔류 응력에 의해 유발되는 복굴절을 감소시킬 수 있다. 성형 동안 성형된 재료 상의 응력을 감소시키도록 설계되는 주형을 이용함으로써, 성형된 구성요소 내의 복굴절이 감소되거나 실질적으로 제거될 수 있다.

[0004] 일부 예에서, 주형 공동은 형성될 광학 구성요소의 형상과 다른 형상을 한정할 수 있다. 성형된 구성요소는 이어서 최종 형상을 갖는 광학 구성요소를 형성하도록 기계가공될(machined) 수 있다. 성형된 구성요소를 기계가공함으로써, 하나 이상의 예각, 비대칭 단면 형상, 및/또는 형상 및/또는 단면적의 변화가 광학 구성요소 내에 형성될 수 있음과 동시에, 직접 최종 형상으로 성형되는 광학 구성요소에 비해 광학 구성요소 내의 잔류 응력을 감소시킬 수 있다.

[0005] 일례에서, 본 개시 내용은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 주형 내로 사출 성형하여 성형된 구성요소를 형성하는 단계, 및 성형된 구성요소를 기계가공하여 기계가공된 광학 표면을 포함하는 기계가공된 광학 구성요소를 형성하는 단계를 포함하는 방법을 설명한다.

[0006] 다른 예에서, 본 개시 내용은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 축 대칭 주형 공동 내로 사출 성형하여 성형된 구성요소를 형성하는 단계, 및 성형된 구성요소를 기계가공하여 축 대칭을 갖지 않는 광학 구성요소를 형성하는 단계를 포함할 수 있는 방법을 설명한다.

[0007] 다른 예에서, 본 개시 내용은 본 명세서에 설명된 방법들 중 임의의 것에 의해 형성되는 광학 구성요소를 설명한다.

[0008] 하나 이상의 예의 상세 사항이 아래의 설명과 첨부 도면에 기재된다. 다른 특징, 목적, 및 이점은 설명 및 도면으로부터 그리고 청구범위로부터 명백하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 성형된 구성요소를 형성하기 위한 예시적인 주형을 예시한 개념도.

도 2는 도 1에 예시된 예시적인 주형을 사용하여 형성된 예시적인 성형된 구성요소를 예시한 개념도.

도 3은 사출 성형 및 기계가공을 사용하여 광학 구성요소를 형성하기 위한 예시적인 기술을 예시한 흐름도.

도 4는 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면을 포함하는 예시적인 광학 구성요소를 예시한 개념도.

도 5는 사출 성형 및 기계가공을 사용하여 광학 구성요소를 형성하기 위한 다른 예시적인 기술을 예시한 흐름도.

도 6은 기계가공된 광학 표면에 부착된 광학 활성 필름(optically active film)을 포함하는 예시적인 광학 구성요소를 예시한 개념도.

도 7은 사출 성형 및 기계가공을 사용하여 복수의 광학 구성요소를 형성하기 위한 예시적인 기술을 예시한 흐름도.

도 8은 성형된 구성요소를 기계가공함으로써 형성된 복수의 광학 구성요소의 일례를 예시한 개념도.

도 9는 사출 성형, 기계가공, 및 광학 접착제를 사용한 조립을 사용하여 광학 시스템을 형성하기 위한 예시적인 기술을 예시한 흐름도.

도 10은 사출 성형, 기계가공, 및 광학 접착제를 사용한 조립을 사용하여 형성된 광학 시스템의 일례를 예시한 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본 개시 내용은 광학 구성요소, 광학 구성요소를 형성하기 위한 주형, 및 광학 구성요소를 형성하기 위한 기술을 설명한다. 일부 예에서, 광학 구성요소는 저 복굴절 중합체와 같은 저 복굴절 재료로 형성될 수 있고, 주형은 성형 공정 동안 저 복굴절 재료 상에 부여되는 성형 응력을 감소시키도록 선택되는 주형 공동을 한정할 수 있다. 예를 들어, 예각, 형상 또는 단면적의 급격한 변화, 또는 비대칭 단면 형상을 가진 공동을 한정하는 주형보다는, 주형은 직육면체 또는 원통과 같은, 비교적 단순한 형상을 가진 공동을 한정할 수 있다. 다수의 예각, 형상 및/또는 단면적의 급격한 변화, 및/또는 비대칭 단면 형상을 감소시킴으로써, 저 복굴절 재료 상에 부여되는 성형 응력이 감소될 수 있다. 저 복굴절 재료 상에 부여되는 성형 응력을 감소시키는 것은 성형 공정이 완료된 후에 성형된 구성요소 내에 존재하는 잔류 응력에 의해 유발되는 복굴절을 감소시킬 수 있다. 저 복굴절 재료 및 성형 동안 저 복굴절 재료 상의 응력을 감소시키도록 설계되는 주형을 이용함으로써, 성형된 구성요소 내의 복굴절이 감소되거나 실질적으로 제거될 수 있다.

[0011] 일부 예에서, 주형 공동은 형성될 광학 구성요소의 형상과 다른 형상을 한정할 수 있다. 주형 공동 형상은 성형 동안 저 복굴절 재료 상의 응력을 감소시키도록 선택될 수 있다. 성형된 구성요소는 이어서 소잉되거나(sawed), 밀링되거나(milled), 달리 기계가공되어 기계가공된 광학 구성요소를 형성할 수 있다. 성형된 구성요소를 소잉, 밀링, 또는 달리 기계가공함으로써, 하나 이상의 예각, 비대칭 단면 형상, 및/또는 형상 및/또는 단면적의 변화가 기계가공된 광학 구성요소 내에 형성될 수 있다.

[0012] 일부 예에서, 기계가공된 광학 구성요소는 주형의 벽에 의해 한정되는 적어도 하나의 성형된 광학 표면, 및 성형된 구성요소의 기계가공에 의해 한정되는 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면은 사용 중에 비교적 유사한 굴절률(예컨대, 기계가공된 광학 구성요소의 굴절률의 약 20% 내의, 예컨대 약 5% 내의 또는 약 2% 내의 굴절률)을 갖는 재료에 인접하게 배치되는 광학 표면일 수 있는데, 왜냐하면 기계가공된 광학 표면이 비교적 상이한 굴절률을 갖는 재료에 인접하게 배치될 때 원하지 않는 산란을 초래할 수 있는 표면 조도를 가질 수 있기 때문이다.

[0013] 일부 예에서, 본 명세서에 설명된 주형 및 기술은 비교적 낮은 복굴절을 갖는 광학 구성요소의 형성을 용이하게 할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 본 명세서에 설명된 주형 및 기술은 예각, 형상 및/또는 단면적의 급격한 변화, 및/또는 비대칭 단면 형상을 갖는 주형 내에 성형될 때 바람직하지 않은 복굴절을 나타낼 수 있는 중합체로부터 광학 구성요소를 형성하는 것을 용이하게 할 수 있다. 일부 예에서, 본 명세서에 설명된 주형 및 기술은, 예컨대 성형될 광학 구성요소의 최종 형상을 한정하는 주형을 사용할 때보다 많은 생산량을 갖는 광학 구성요소의 경제적인 형성을 용이하게 할 수 있다.

[0014] 도 1은 성형된 구성요소를 형성하기 위한 예시적인 주형을 예시한 개념도이다. 주형(10)은 제1 주형 부분(12)과 제2 주형 부분(14)을 포함한다. 함께, 제1 및 제2 주형 부분(12, 14)은 성형될 구성요소의 형상을 한정하는

주형 공동(16)을 한정한다. 제1 및 제2 주형 부분(12, 14)은 또한 게이트 영역(gate region)(18)을 한정하며, 그것을 통해 성형 공정 동안 재료가 주형 공동(16) 내로 들어간다.

- [0015] 예시된 예의 주형(10)이 단일 주형 공동(16)을 한정하지만, 다른 예에서, 주형(10)은 복수의 주형 공동(16)을 한정할 수 있다. 일부 예에서, 복수의 주형 공동들 각각은 실질적으로 동일한(예컨대, 제조 공차를 제외하고는 동일하거나 거의 동일한) 형상 및/또는 크기를 한정할 수 있다. 다른 예에서, 적어도 하나의 공동이 다른 공동과 상이한 형상을 가질 수 있다.
- [0016] 일부 예에서, 주형 공동(16)은 장축(20)에 실질적으로 수직인 평면 내에서 단면적 및/또는 형상의 비교적 작은 변화를 갖는 형상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 주형 공동(16)의 단면적은 유동 길이(예컨대, 장축(20))의 약 50% 이상을 따라 약 50% 미만만큼 변화할 수 있다. 다른 예로서, 주형 공동(16)의 단면적은 유동 길이(예컨대, 장축(20))의 약 50% 이상을 따라 약 25% 미만만큼 변화할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도 1에 도시된 바와 같이, 주형 공동(16)은 장축(20)에 평행한 방향으로 측정되는 주형 공동(16)의 길이 대 장축(20)에 수직인 방향으로 측정되는 주형 공동(16)의 폭의 비로서 결정되는 큰 종횡비를 가질 수 있다. 예를 들어, 종횡비는 약 2.5:1(길이:폭) 초과일 수 있다. 일부 예에서, 도 1에 도시된 바와 같이, 주형(10)은 예각을 포함하지 않는 주형 공동(16)을 한정한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 예각은 약 10° 내지 약 80°의 각도를 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 예가 장축(20)에 실질적으로 수직인 평면 내에서 큰 종횡비 및 단면적 및/또는 형상의 비교적 작은 변화 둘 모두를 포함하지만, 다른 예에서, 주형 공동(16)은 장축(20)에 실질적으로 수직인 평면 내에서 큰 종횡비 또는 단면적 및/또는 형상의 비교적 작은 변화를 포함할 수 있다.
- [0017] 도 1에 예시된 예에서, 주형(10)은 대체로 직육면체 형상을 가진 주형 공동(16)을 한정한다. 다른 예에서, 주형(10)은 상이한 형상, 예컨대 원통, 구, 또는 다른 더욱 복잡한 형상, 예컨대 하나 이상의 만곡된 표면(예컨대, 구형, 타원형, 또는 다른 만곡부)을 가진 대체로 직육면체 형상을 가진 주형 공동(16)을 한정할 수 있다.
- [0018] 주형 공동(16)을 한정하는 주형(10)의 벽은 주형 공동(16) 내에서 성형되는 구성요소(예컨대, 도 2에 예시된 성형된 구성요소(30))의 표면을 한정한다. 일부 예에서, 구성요소의 표면들 중 적어도 하나가 광학 표면일 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 광학 표면은 광이 그것을 통해 투과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 구성요소의 표면을 지칭한다. 이로 인해, 일부 예에서, 주형 공동(16)을 한정하는 주형(10)의 벽은 낮은 표면 조도를 가진 표면을 한정하기 위해, 예를 들어 단일 지점 다이아몬드 기계가공(single point diamond machining) 및/또는 폴리싱(polishing)을 사용하여 형성될 수 있다.
- [0019] 도 2는 도 1에 예시된 주형(10)을 사용하여 형성된 예시적인 성형된 구성요소를 예시한 개념도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 성형된 구성요소(30)는 주형 공동(16)의 역상(negative)인 형상을 한정한다. 성형된 구성요소(30)는 대체로 주형 공동(16)의 역상에 대응하는 형상을 한정한다. 도 1 및 도 2의 예에서, 주형 공동(16)은 게이트 영역(18)이 일 단부에 부가된 대체로 직육면체 형상을 한정하며, 따라서 성형된 구성요소(30)는 원통(32)이 게이트 영역(18)에 대응하는 위치에서 일 단부에 부가된 대체로 직육면체 형상을 한정한다.
- [0020] 성형된 구성요소(30)는 주형(10)에 의해 한정되는 복수의 표면을 포함하며, 이들 중 제1 표면(34a)과 제2 표면(34b)(집합적으로, "표면(34)")이 도 2에 라벨링된다. 일부 예에서, 표면들(34) 중 하나 이상은, 성형된 구성요소(30) 또는 성형된 구성요소(30)의 일부분을 광학 장치 또는 시스템에 사용하는 동안, 광이 그것을 통해 투과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 광학 표면일 수 있다. 이로 인해, 낮은 표면 조도가 요구될 수 있고, 전술된 바와 같이, 주형 공동(16)을 한정하는 주형(10)의 벽(또는 적어도 성형된 구성요소(30)의 광학 표면을 한정하는 그러한 벽)이 예를 들어 단일 지점 다이아몬드 기계가공 및/또는 폴리싱을 사용하여 형성될 수 있다.
- [0021] 성형된 구성요소(30)를 형성하는 것은 성형된 구성요소(30) 상에 응력을 부여한다. 일부 예에서, 응력은 예컨대 압력 하에서 주형 공동(16) 내로의 재료의 유동으로 인해, 주형 공동(16) 내로의 성형된 구성요소(30)가 형성되는 재료의 사출 동안 생성될 수 있다. 일부 예에서, 응력은 예컨대 성형된 구성요소(30)의 상이한 부분들이 상이한 속도로 고형화 및/또는 냉각됨으로 인해, 재료의 고형화 및 냉각 동안 생성될 수 있다. 일부 예에서, 응력은 또한 주형(10)으로부터 성형된 구성요소(30)의 배출 동안 생성될 수 있다.
- [0022] 주형 공동(16) 및 그에 따른 성형된 구성요소(30)의 형상 및 종횡비는 성형된 구성요소(30)에 부여되는 응력에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 큰 종횡비를 갖는 주형 공동(16)은 예컨대 사출 및/또는 냉각 동안, 성형된 구성요소(30)가 형성되는 재료에, 작은 종횡비를 갖는 주형 공동보다 낮은 응력을 부여할 수 있다. 유사하게,

비교적 일정한 단면적 및/또는 형상을 한정하는 주형 공동(16)은 예컨대 사출 및/또는 냉각 동안, 성형된 구성요소(30)가 형성되는 재료에, 일정하지 않은 단면적 및/또는 형상을 갖는 주형 공동보다 낮은 응력을 부여할 수 있다. 일부 예에서, 성형된 구성요소(30)에 부여되는 보다 낮은 응력은 더욱 대칭적인 재료 유동 및/또는 냉각에 기인할 수 있다.

[0023] 성형 동안 성형된 구성요소(30)에 부여되는 응력을 감소시킴으로써, 성형된 구성요소(30) 내의 잔류 응력이 감소될 수 있다. 성형된 구성요소(30) 내의 잔류 응력이 복굴절을 생성할 수 있기 때문에, 잔류 응력을 감소시키는 것이 보다 높은 수준의 잔류 응력을 가진 성형된 구성요소에 비해 복굴절을 감소시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 본 명세서에 설명된 주형 공동(16)을 한정하는 주형(10) 및 기술은 동일한 재료 및 다른 주형 기하학적 구조를 사용하여 제조된 광학 구성요소보다 낮은 복굴절을 생성하는 광학 구성요소를 제조할 수 있다.

[0024] 일부 예에서, 성형된 구성요소(30) 내의 잔류 응력을 감소시키기 위해 선택되는 주형 공동(16)의 형상은 광학 구성요소의 원하는 형상과 동일하지 않을 수 있다. 일부 예에서, 성형된 구성요소(30)는 성형된 구성요소(30)의 형상과 상이한 형상을 가진 광학 구성요소를 형성하도록 기계가공될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 하나 초과(예컨대, 복수의 광학 구성요소)가 성형된 구성요소(30)로부터 형성될 수 있다. 도 3 내지 도 9는 적어도 하나의 광학 구성요소를 형성하기 위한, 사출 성형, 기계가공, 및 선택적으로 다른 공정을 포함하는 기술, 및 사출 성형, 기계가공, 및 선택적으로 다른 공정을 사용하여 형성된 광학 구성요소의 예를 예시한 흐름도 및 개념도이다.

[0025] 도 3은 사출 성형 및 기계가공을 사용하여 광학 구성요소를 형성하기 위한 예시적인 기술을 예시한 흐름도이다. 도 3의 기술은 도 1, 도 2 및 도 4의 개념도를 참조하여 설명될 것이지만, 다른 예에서, 도 3의 기술은 다른 성형된 구성요소를 제조하기 위해 다른 주형 기하학적 구조와 함께 사용될 수 있고/있거나, 도 4에 예시된 것과 상이한 형상을 가진 광학 구성요소를 제조하기 위해 사용될 수 있다.

[0026] 도 3의 기술은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 주형(10) 내로 사출 성형하는 단계(42)를 포함한다. 사출 성형은 성형될 재료를 주형(10)의 게이트 영역(18)을 통해 압력 하에서 용융된 형태로 도입함으로써 수행될 수 있다. 일부 예에서, 광학 재료는 예를 들어 아크릴, 예컨대 폴리(메틸 메타크릴레이트), 사이클로-올레핀 열가소성 수지 등을 포함하는 비교적 저 복굴절 중합체성 재료를 포함한다. 예시적인 중합체성 재료는 일본 도쿄 소재의 제온 코포레이션(ZEON CORPORATION)으로부터 상표명 제오넥스(ZEONEX)(등록상표) K26R로 입수가 가능한 것; 제온 코포레이션으로부터 상표명 제오넥스(등록상표) E48R로 입수가 가능한 사이클로-올레핀 열가소성 수지; 또는 미국 뉴욕주 라이 브룩 소재의 미쯔이 케미칼즈 아메리카, 인크.(Mitsui Chemicals America, Inc.)로부터 상표명 아펠(APEL)TM APL5014DP로 입수가 가능한 사이클로-올레핀 공중합체를 포함한다.

[0027] 용융된 재료가 게이트 영역(18)을 통해 주형 공동(16) 내로 유동함에 따라, 용융된 재료는 유동으로 인해 응력을 받는다. 보다 높은 수준의 응력이 주형이 형상을 변화시키는 영역, 예컨대 게이트 영역(18)에 인접한 주형 공동(16)의 영역 근처에서, 또는 주형 공동(16)의 모서리에서 발생할 수 있다. 또한, 응력은 형상의 변화가 더욱 급격할 때 또는 모서리가 더욱 날카로운(예컨대, 예리한) 경우에 보다 클 수 있다. 장축(20)에 실질적으로 수직인 평면 내에서 실질적으로 유사한 단면 형상 및/또는 면적을 유지시키고 예각(예컨대, 약 10° 내지 약 80°의 각도)을 거의 또는 전혀 포함하지 않음으로써, 유동 응력이 감소될 수 있다.

[0028] 주형 공동(16)이 원하는 압력에서 재료로 실질적으로 충전되면, 주형(10) 및 성형된 구성요소(30)(주형 공동(16) 내에 배치됨)가 냉각되어 용융된 재료를 고형화시키고 성형된 구성요소(30)를 형성할 수 있다. 냉각은 또한 예컨대 성형된 구성요소(30)의 상이한 부분들의 상이한 냉각 속도로 인해, 성형된 구성요소(30) 내에 응력을 도입할 수 있다. 일부 예에서, 주형 공동(16)과 성형된 구성요소(30)의 보다 큰 대칭성이 예컨대 성형된 구성요소(30)의 더욱 균일한 냉각 속도로 인해, 냉각 응력을 감소시킬 수 있다. 성형된 구성요소(30)의 냉각 및 고형화 후에, 성형된 구성요소(30)는 주형(10)으로부터 배출될 수 있다. 전술된 바와 같이, 표면들(34) 중 적어도 하나는, 성형된 구성요소(30)의 적어도 일부분으로부터 형성된 광학 구성요소의 사용 동안, 광이 그것을 통해 투과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 광학 표면일 수 있다.

[0029] 도 3의 기술은 또한 성형된 구성요소(30)를 기계가공하여 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면을 형성하는 단계(44)를 포함한다. 성형된 구성요소(30)를 기계가공하는 것은 예를 들어 커팅, 밀링, 폴리싱 등을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 성형된 구성요소(30)를 기계가공하는 것은 단일 지점 다이아몬드 플라이 커팅(single point diamond fly cutting), 다중 지점 다이아몬드 플라이 커팅(multi point diamond fly cutting), 러프 커팅(rough cutting)에 파인 커팅(fine cutting), 커팅에 이은 폴리싱 등을 포함한다. 일부 예에서, 성형된 구성요소(30)를 기계가공하는 것은 원통(32)을 제거하는 것을 포함할 수 있다.

- [0030] 도 4는 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면을 포함하는 예시적인 광학 구성요소(50)를 예시한 개념도이다. 도 4에 예시된 예에서, 광학 구성요소(50)는 제1 기계가공된 표면(54a)과 제2 기계가공된 표면(54b)(집합적으로, "기계가공된 광학 표면(54)")을 포함한다. 광학 구성요소(50)는 또한 제1 성형된 표면(52a), 제2 성형된 표면(52b), 제3 성형된 표면(52c), 및 제4 성형된 표면(52d)(집합적으로, "성형된 표면(52)")을 포함한다. 성형된 표면(52)은 주형 공동(16)의 벽에 의해 한정된다. 일부 예에서, 성형된 표면들(52) 중 적어도 하나는 성형된 광학 표면, 예컨대 광학 구성요소(50)의 사용 동안, 광이 그것을 통해 투과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 표면일 수 있다.
- [0031] 기계가공된 표면들(54) 중 적어도 하나는 기계가공된 광학 표면, 예컨대 광학 구성요소(50)의 사용 동안, 광이 그것을 통해 투과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 표면일 수 있다. 이러한 방식으로, 광학 구성요소(50)가 성형된 구성요소(30)와 상이한 형상을 가질 수 있고, 광학 표면들 중 적어도 하나가 기계가공된 표면에 의해 한정될 수 있다. 이는 광학 구성요소(50) 내의 복굴절을 감소시키거나 실질적으로 제거하면서(예컨대, 제거하거나 거의 제거하면서) 원하는 형상을 가진 광학 구성요소(50)를 형성하는 데에 있어서 유연성을 제공할 수 있다.
- [0032] 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면은 비교적 낮은 표면 조도를 포함할 수 있다. 그러나, 일부 예에서, 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면의 표면 조도는 적어도 하나의 성형된 광학 표면의 표면 조도보다 클 수 있다. 이로 인해, 일부 예에서, 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면은 광학 구성요소(50)의 굴절률과 실질적으로 유사한 굴절률을 갖는 재료에 인접하게 배치되는 표면으로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면에 인접한 재료의 굴절률은 광학 구성요소(50)의 굴절률의 약 20% 내에, 예컨대 광학 구성요소(50)의 굴절률의 약 5% 내에 또는 광학 구성요소(50)의 굴절률의 약 2% 내에 있을 수 있다. 일부 예에서, 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면에 인접한 재료와 광학 구성요소가 실질적으로 유사한 굴절률을 갖게 하는 것은 적어도 하나의 성형된 광학 표면의 표면 조도에 의해 유발되는 광의 산란으로 인한 왜곡을 감소시킬 수 있다.
- [0033] 도 5는 사출 성형 및 기계가공을 사용하여 광학 구성요소를 형성하기 위한 다른 예시적인 기술을 예시한 흐름도이다. 도 5의 기술은 도 1, 도 2 및 도 6의 개념도를 참조하여 설명될 것이지만, 다른 예에서, 도 5의 기술은 다른 성형된 구성요소를 제조하기 위해 다른 주형 기하학적 구조와 함께 사용될 수 있고/있거나, 도 6에 예시된 것과 상이한 형상을 가진 광학 구성요소를 제조하기 위해 사용될 수 있다. 도 6은 기계가공된 광학 표면에 부착된 광학 활성 필름을 포함하는 예시적인 광학 구성요소를 예시한 개념도이다.
- [0034] 도 3에 예시된 기술과 유사하게, 도 5의 기술은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 주형(10) 내로 사출 성형하는 단계(42) 및 성형된 구성요소(30)를 기계가공하여 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면을 형성하는 단계(44)를 포함한다. 도 4에 예시된 바와 같이 3차원 평행사변형(parallelogram)을 형성하기보다는, 광학 구성요소(70)는 변형 프리즘(modified prism)이다. 광학 구성요소(70)는 예컨대 도 6에 예시된 축(80)에 대해 정의될 때 축 대칭을 갖지 않는다. 축(80)은 광학 구성요소(70)의 제1 표면(72)의 중점을 통과한다. 일부 예에서, 축(80)은 성형된 구성요소(예컨대, 도 2의 성형된 구성요소(30))의 장축에 실질적으로 평행할 수 있고, 광학 구성요소(70)는 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 형성될 수 있다. 이러한 방식으로, 축(80)에 대해 축 대칭을 갖지 않는 광학 구성요소(70)가 축 대칭을 갖는 성형된 구성요소(30)로부터 형성될 수 있다. 진술된 바와 같이, 성형된 구성요소(30)의 축 대칭은 성형된 구성요소(30) 내의 잔류 응력을 감소시키거나 실질적으로 제거할 수 있으며, 이는 성형된 구성요소(30)로부터 형성되는 광학 구성요소, 예컨대 광학 구성요소(70) 내의 복굴절을 감소시키거나 실질적으로 제거할 수 있다.
- [0035] 일부 예에서, 제1 표면(72)은 기계가공된 표면일 수 있다. 다른 예에서, 제1 표면(72)은 성형된 표면일 수 있다. 일부 예에서, 제1 표면(72)은 광학 표면, 예컨대 광학 구성요소(70)의 사용 동안, 광이 그것을 통해 투과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 표면이다. 다른 예에서, 제1 표면(72)은 광학 표면이 아니다. 제1 표면(72)은 일부 예에서 실질적으로 평탄할(예컨대, 평탄하거나 거의 평탄할) 수 있거나, 적어도 하나의 차원에서 만곡부(예컨대, 타원형, 구형, 또는 더욱 복잡한 만곡부)를 포함할 수 있다.
- [0036] 광학 구성요소(70)는 또한 제2 표면(74)을 포함한다. 일부 예에서, 제2 표면(74)은 기계가공된 표면일 수 있다. 다른 예에서, 제2 표면(74)은 성형된 표면일 수 있다. 도 6에 예시된 예에서, 제2 표면(74)은 제1 표면(72)에 실질적으로 수직하게 배향된다. 일부 예에서, 제2 표면(74)은 광학 표면, 예컨대 광학 구성요소(70)의 사용 동안, 광이 그것을 통해 투과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 표면이다. 다른 예에서, 제2 표면(74)은 광학 표면이 아니다. 제2 표면(74)은 일부 예에서 실질적으로 평탄할(예컨대, 평탄하거나 거의 평탄할) 수 있거나, 적어도 하나의 차원에서 만곡부(예컨대, 타원형, 구형, 또는 더욱 복

잡한 만족부)를 포함할 수 있다.

- [0037] 광학 구성요소(70)는 또한 제3 표면(76)을 포함한다. 제3 표면(76)은 기계가공된 표면일 수 있다. 도 6에 예시된 예에서, 제3 표면(76)은 제2 표면(74)과 예각의 내각(acute interior angle)(예컨대, 약 10° 내지 약 80°의 내각)을 한정한다. 제3 표면(76)은 광학 표면, 예컨대 광학 구성요소(70)의 사용 동안, 광이 그것을 통해 통과되거나 광이 그것에서 내부 전반사에 의해 또는 코팅에 의해 반사되는 표면일 수 있다.
- [0038] 도 3에 예시된 기술과 달리, 도 5의 기술은 또한 광학 활성 필름(78)을 제3 표면(76)에 부착하는 단계(66)를 포함한다. 일부 예에서, 광학 활성 필름(78)은 접착제 또는 광학 시멘트(cement)를 사용하여 제3 표면(76)에 부착될 수 있다. 예시적인 광학 접착제 또는 시멘트는 UV 경화성 광학 접착제 또는 시멘트, 열 경화성 광학 접착제 또는 시멘트, 감압 광학 접착제 등을 포함한다. 일부 예는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠™ 코.(3M™ Co.)로부터 입수가능한 광학 투명 접착제를 포함한다.
- [0039] 광학 접착제는 광학 구성요소(70)의 본체가 형성되는 재료의 굴절률과 광학 접착제의 굴절률이 비교적 근사하게 정합되도록 선택될 수 있다. 일부 예에서, 비교적 근사하게 정합되는 것은 동일하거나 실질적으로 유사한 것을 의미할 수 있다. 예를 들어, 광학 구성요소(70)의 본체가 형성되는 재료의 굴절률과 광학 접착제의 굴절률 사이의 차이가 약 20% 미만, 또는 약 5% 미만, 또는 약 2% 미만일 수 있다. 광학 구성요소(70)의 본체가 형성되는 재료의 굴절률과 광학 접착제의 굴절률 사이의 비교적 근사한 정합은 제3 표면(76)의 표면 조도로 인한 광학 구성요소의 본체와 접착제의 계면에서의 산란을 감소시킬 수 있다.
- [0040] 광학 활성 필름(78)은 광학 활성 재료의 하나 이상의 층, 예컨대 광학 지연 층, 원형 편광기 층, 반사 층, 광학 흡수 층 등을 포함할 수 있다. 광학 활성 필름(78)은 제3 표면(76)에 원하는 광학 효과를 제공하도록 선택될 수 있다.
- [0041] 광학 구성요소(70)가 단일 표면(제3 표면(76))에 부착되는 단일 광학 활성 필름(78)을 포함하지만, 다른 예에서, 광학 구성요소는 광학 구성요소(70)의 단일 표면 또는 다수의 표면에 부착될 수 있는 하나 초과 광학 활성 필름(78)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 단일 유형의 광학 활성 필름(78)이 광학 구성요소(70)의 다수의 표면에 부착될 수 있거나, 광학 구성요소(70)의 제2 표면(예컨대, 제2 표면(74))에 부착되는 광학 활성 필름(78)의 유형과 상이한 유형의 광학 활성 필름(78)이 광학 구성요소(70)의 제1 표면(예컨대, 제1 표면(72))에 부착될 수 있다. 유사하게, 동일한 광학 접착제 또는 상이한 광학 접착제가 각각의 광학 활성 필름(78)을 광학 구성요소(70)의 상이한 표면에 부착하기 위해 사용될 수 있다.
- [0042] 도 5에 예시된 기술은 광학 구성요소(70) 내의 복굴절을 감소시키거나 실질적으로 제거하면서(예컨대, 제거하거나 거의 제거하면서) 원하는 형상을 가진 광학 구성요소(70)를 형성하는 데 있어서 유연성을 제공할 수 있다. 예를 들어, 제2 표면(74)과 제3 표면(76)은 예각의 내각(예컨대, 약 10° 내지 약 80°의 내각)을 한정한다. 광학 구성요소(70)가 광학 구성요소(70)의 형상을 한정하는 주형 내에 성형되는 예에서, 잔류 응력이 제2 표면(74)과 제3 표면(76) 사이의 정점 부근에 존재할 수 있으며, 이는 이러한 위치에서 복굴절을 생성할 수 있다. 그러나, 예각의 내각을 포함하지 않는 성형된 구성요소(30)를 형성한 다음에 광학 구성요소(30)를 기계가공하여 광학 구성요소(70)를 형성함으로써, 제2 표면(74)과 제3 표면(76) 사이의 정점 부근의 잔류 응력이 감소될 수 있으며, 이는 광학 구성요소의 이러한 위치에서 복굴절을 감소시킬 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 광학 접착제 또는 시멘트를 사용하여 광학 활성 필름(78)을 제3 표면(76)에 부착하는 것은 제3 표면(76)을 기계가공함으로써 유발되는 표면 조도로 인한 표면 산란을 완화시킬 수 있다.
- [0043] 일부 예에서, 본 명세서에 설명된 기술은 성형된 구성요소, 예컨대 성형된 구성요소(30)(도 2)로부터 복수의 광학 구성요소를 형성하는 것을 포함할 수 있다. 성형된 구성요소(30)는 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 복수의 광학 구성요소가 형성되는 것을 가능하게 하는 형상을 한정할 수 있다. 일부 예에서, 이는 적어도 하나의 축을 중심으로 축 대칭인 성형된 구성요소로부터 축 대칭이 아닌 형상을 가진 다수의 광학 부품의 형성을 가능하게 할 수 있다. 전술된 바와 같이, 그것들은 이러한 형상으로 직접 성형되었던 유사한 형상을 가진 구성요소보다 낮은 잔류 응력을 가진 광학 구성요소를 제조할 수 있다. 이는 광학 구성요소의 복굴절을 감소시킬 수 있다.
- [0044] 도 7은 사출 성형 및 기계가공을 사용하여 복수의 광학 구성요소를 형성하기 위한 예시적인 기술을 예시한 흐름도이다. 도 7의 기술은 도 1, 도 2 및 도 8의 개념도를 참조하여 설명될 것이지만, 다른 예에서, 도 7의 기술은 다른 성형된 구성요소를 제조하기 위해 다른 주형 기하학적 구조와 함께 사용될 수 있고/있거나, 도 8에 예시된 것과 상이한 형상을 가진 광학 구성요소를 제조하기 위해 사용될 수 있다. 도 8은 성형된 구성요소를 기

계가공함으로써 형성된 복수의 광학 구성요소의 일례를 예시한 개념도이다.

- [0045] 도 3 및 도 5에 예시된 기술과 유사하게, 도 7에 예시된 기술은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 주형(10) 내로 사출 성형하여 성형된 구성요소(30)를 형성하는 단계(42)를 포함한다. 도 7의 기술은 성형된 구성요소(30)를 기계가공하여 복수의 광학 구성요소를 형성하는 단계(92)를 추가로 포함한다.
- [0046] 도 8은 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 형성될 수 있는 복수의 광학 구성요소의 일례를 예시한다. 도 8에 예시된 복수의 광학 구성요소는 제1 광학 구성요소(102), 제2 광학 구성요소(104), 및 제3 광학 구성요소(106)를 포함한다. 도 8의 예에서 게이트 구성요소(108)가 또한 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 형성된다. 도 8의 예에서, 게이트 구성요소(108)는 광학 구성요소가 아닐 수 있고, 대신에 폐기 구성요소일 수 있다.
- [0047] 일부 예에서, 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 광학 구성요소(102)와 제3 광학 구성요소(106)는 프리즘이고, 제2 광학 구성요소(104)는 3차원 평행사변형이다. 성형된 구성요소(30)가 장축(36)(도 2)을 중심으로 축 대칭이지만, 제1 광학 구성요소(102), 제2 광학 구성요소(104), 및 제3 광학 구성요소(106)는 장축(120)(도 8)을 중심으로 축 대칭이 아니다.
- [0048] 제1 광학 구성요소(102)는 제1 광학 구성요소(102)의 기계가공된 표면(112)과 제2 광학 구성요소(104)의 기계가공된 표면(114)을 형성하도록 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 형성될 수 있다. 본 명세서에 설명된 기계가공 기술들 중 임의의 것이 제1 광학 구성요소(102)의 기계가공된 표면(112)과 제2 광학 구성요소(104)의 기계가공된 표면(114)을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 일부 예에서, 제1 광학 구성요소(102)의 표면(110)은 기계가공될 수 있고, 한편 다른 예에서, 표면(110)은 성형될 수 있다.
- [0049] 제2 광학 구성요소(104)는 제1 광학 구성요소(102)의 기계가공된 표면(112)과 제2 광학 구성요소(104)의 기계가공된 표면(114)을 형성하도록 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써, 그리고 제2 광학 구성요소(104)의 기계가공된 표면(116)과 제3 광학 구성요소(106)의 기계가공된 표면(118)을 형성하도록 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 형성될 수 있다. 일부 예에서, 제2 광학 구성요소(104)의 다른 표면들 중 적어도 하나는 기계가공될 수 있고, 한편 다른 예에서, 제2 광학 구성요소(104)의 다른 표면들 중 적어도 하나는 성형될 수 있다.
- [0050] 제3 광학 구성요소는 제2 광학 구성요소(104)의 기계가공된 표면(116)과 제3 광학 구성요소(106)의 기계가공된 표면(118)을 형성하도록 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써, 그리고 제3 광학 구성요소(106)의 기계가공된 표면(122)을 형성하도록 성형된 구성요소(30)를 기계가공함으로써 형성될 수 있다. 일부 예에서, 제3 광학 구성요소(106)의 다른 표면들 중 적어도 하나는 기계가공될 수 있고, 한편 다른 예에서, 제3 광학 구성요소(106)의 다른 표면들 중 적어도 하나는 성형될 수 있다.
- [0051] 일부 예에서, 제1 광학 구성요소(102), 제2 광학 구성요소(104), 및 제3 광학 구성요소(106) 중 하나 이상이 후속하여 광학 시스템의 일부로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 광학 구성요소(102, 104, 106)는 도 7 및 도 8에 예시된 바와 같이 형성되고, 하나 이상의 방식으로(예컨대, 광학 활성 필름을 광학 구성요소(102, 104, 106) 중 적어도 하나의 하나 이상의 표면에 부착함으로써) 처리되고, 유사하게 형상화된 광학 구성요소와 제조될 수 있다. 도 9는 사출 성형, 기계가공, 및 광학 접착제를 사용한 조립을 사용하여 광학 시스템을 형성하기 위한 예시적인 기술을 예시한 흐름도이다. 도 10은 사출 성형, 기계가공, 및 광학 접착제를 사용한 조립을 사용하여 형성된 광학 시스템(140)의 일례를 예시한 개념도이다.
- [0052] 도 7에 예시된 기술과 유사하게, 도 9에 예시된 기술은 광학 재료를 적어도 하나의 광학 표면을 한정하는 주형(10) 내로 사출 성형하여 성형된 구성요소(30)를 형성하는 단계(42), 및 성형된 구성요소(30)를 기계가공하여 복수의 광학 구성요소를 형성하는 단계(92)를 포함한다. 또한, 도 9의 기술은 광학 활성 필름을 적어도 하나의 기계가공된 광학 표면에 부착하는 단계(132)를 포함한다. 예를 들어, 제1 광학 활성 필름(148)이 제1 광학 구성요소(142)의 기계가공된 광학 표면(152) 또는 제2 광학 구성요소(144)의 기계가공된 광학 표면(154) 중 적어도 하나에 부착될 수 있다. 다른 예로서, 제2 광학 활성 필름(150)이 제2 광학 구성요소(144)의 기계가공된 광학 표면(156) 또는 제3 광학 구성요소(146)의 기계가공된 광학 표면(158) 중 적어도 하나에 부착될 수 있다. 광학 활성 필름(148, 150)은 도 5 및 도 6에 관하여 전술된 바와 같이, 광학 접착제 또는 시멘트를 사용하여 사출 성형된 표면에 부착될 수 있다. 예시적인 광학 접착제 또는 시멘트는 UV 경화성 광학 접착제 또는 시멘트, 열 경화성 광학 접착제 또는 시멘트, 감압 광학 접착제 등을 포함한다.
- [0053] 광학 활성 필름들(148, 150) 각각은 광학 활성 재료의 하나 이상의 층, 예컨대 광학 지연 층, 원형 편광기 층, 반사 층, 광학 흡수 층 등을 포함할 수 있다. 광학 활성 필름들(148, 150) 각각의 필름은 각각 기계가공된 광

학 표면(152, 154) 및 기계가공된 광학 표면(156, 158)의 계면에 원하는 광학 효과를 제공하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 광학 시스템(140)은 편광 빔 분할기(polarizing beam splitter)일 수 있고, 광학 활성 필름들(148, 150) 각각은 반사 편광 필름을 포함할 수 있다.

[0054] 도 9의 기술은 또한 광학 구성요소(142, 144, 146)를 광학 시스템(140)으로 조립하는 단계(134)를 포함한다. 일부 예에서, 광학 구성요소(142, 144, 146)는 단계(132) 동안 광학 활성 필름(148, 150)이 부착되지 않았던 다른 표면에 광학 활성 필름(148, 150)을 부착함으로써 광학 시스템(140)으로 조립될 수 있다(134). 예를 들어, 단계(132) 동안 제1 광학 활성 필름(148)이 제1 광학 구성요소(142)의 기계가공된 광학 표면(152)에 부착되었으면, 단계(134) 동안 제1 광학 활성 필름(148)이 제2 광학 구성요소(144)의 기계가공된 광학 표면(154)에 부착될 수 있다. 역으로, 단계(132) 동안 제1 광학 활성 필름(148)이 제2 광학 구성요소(144)의 기계가공된 광학 표면(154)에 부착되었으면, 단계(134) 동안 제1 광학 활성 필름(148)이 제1 광학 구성요소(142)의 기계가공된 광학 표면(152)에 부착될 수 있다.

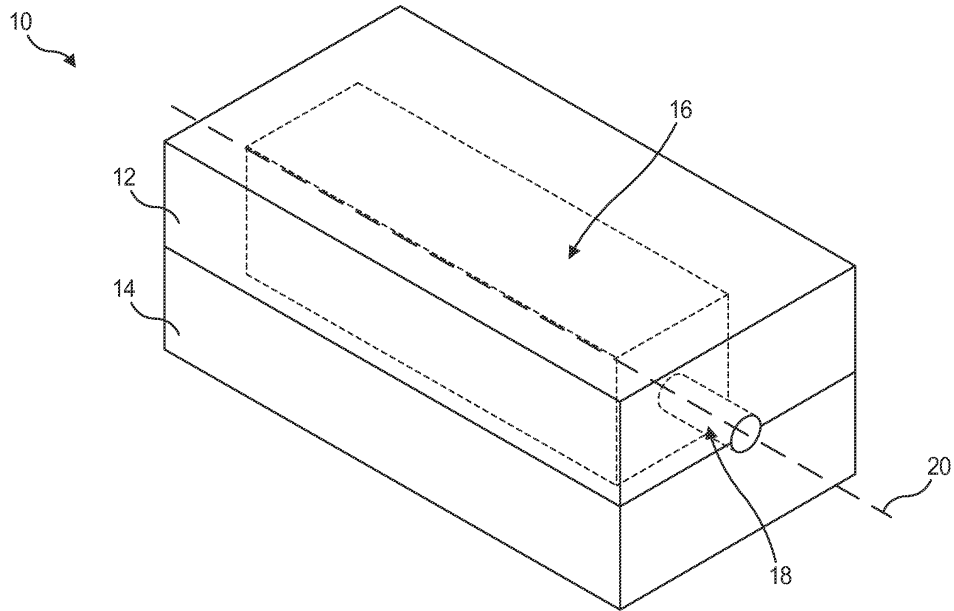
[0055] 유사하게, 단계(132) 동안 제2 광학 활성 필름(150)이 제2 광학 구성요소(144)의 기계가공된 광학 표면(156)에 부착되었으면, 단계(134) 동안 제2 광학 활성 필름(150)이 제3 광학 구성요소(146)의 기계가공된 광학 표면(158)에 부착될 수 있다. 역으로, 단계(132) 동안 제2 광학 활성 필름(150)이 제3 광학 구성요소(146)의 기계가공된 광학 표면(158)에 부착되었으면, 단계(134) 동안 제2 광학 활성 필름(150)이 제2 광학 구성요소(144)의 기계가공된 광학 표면(156)에 부착될 수 있다. 제1 및 제2 광학 활성 필름(148, 150)이 광학 구성요소(142, 144, 146)의 사전결정된 표면에 부착되는 순서에 상관없이, 광학 접착제 또는 시멘트가 제1 및 제2 광학 활성 필름(148, 150)을 광학 구성요소(142, 144, 146)의 사전결정된 표면에 부착하기 위해 사용될 수 있다.

[0056] 일부 예에서, 광학 구성요소(142, 144, 146)는 상이한 성형된 구성요소로부터 얻어질 수 있다. 예를 들어, 제1 광학 구성요소(142)는 제1 성형된 구성요소로부터 기계가공될 수 있고, 제2 광학 구성요소(144)는 제2 성형된 구성요소로부터 기계가공될 수 있으며, 제3 광학 구성요소(146)는 제3 성형된 구성요소로부터 기계가공될 수 있다. 일부 예에서, 제1, 제2, 및 제3 성형된 구성요소는 동일한 주형을 사용하여 형성되며, 따라서 제1, 제2, 및 제3 성형된 구성요소는 형상 및 크기가 실질적으로 동일할 수 있다. 따라서, 일부 예에서, 제1 성형된 구성요소로부터 형성되는 제1 광학 구성요소(142)가 제2 성형된 구성요소로부터 형성되는 제1 광학 구성요소(142)와 형상 및 크기가 실질적으로 동일할 수 있다. 이러한 방식으로, 광학 시스템(140)이 상이한 성형된 구성요소로부터 얻어지는 제1, 제2, 및 제3 광학 구성요소(142, 144, 146)로부터 형성될 수 있다. 이러한 방식으로, 다수의 더욱 복잡한 구성요소를 포함하는 광학 시스템(140)이 단일의 성형된 구성요소(30)로부터 또는 복수의 상호 교환가능한(예컨대, 동등한) 성형된 구성요소로부터 형성될 수 있다.

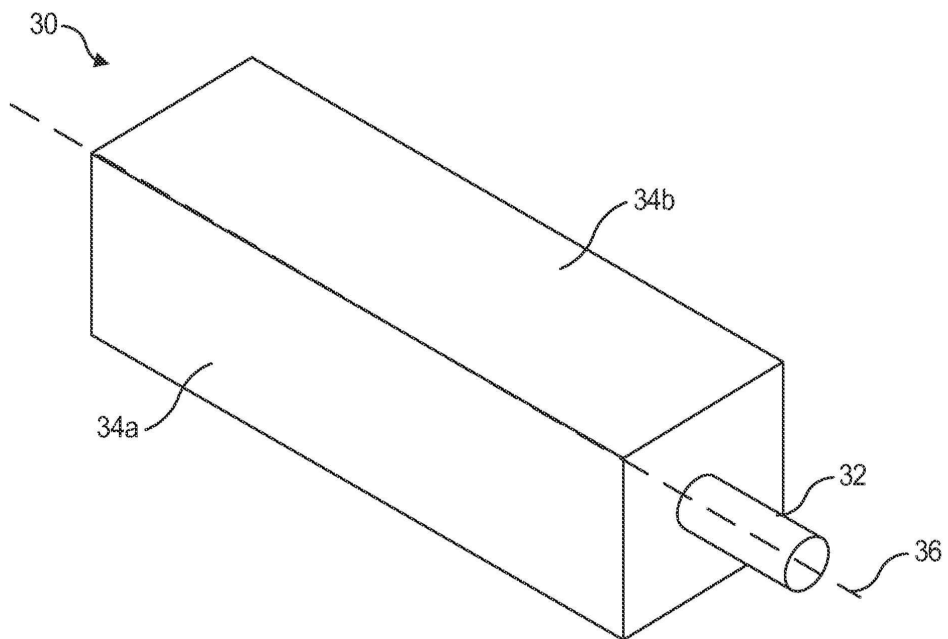
[0057] 다양한 예가 설명되었다. 이들 및 다른 예는 하기 청구범위의 범주 내에 속한다.

도면

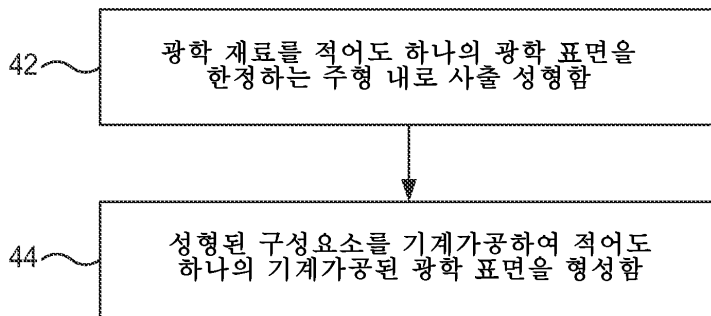
도면1



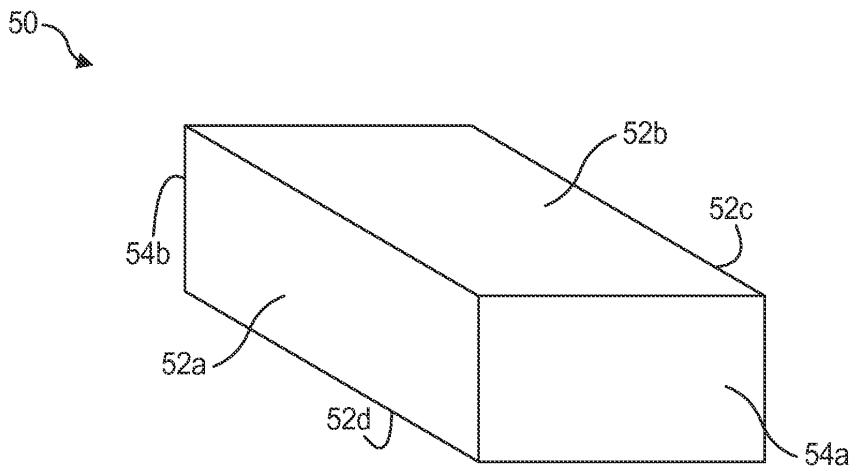
도면2



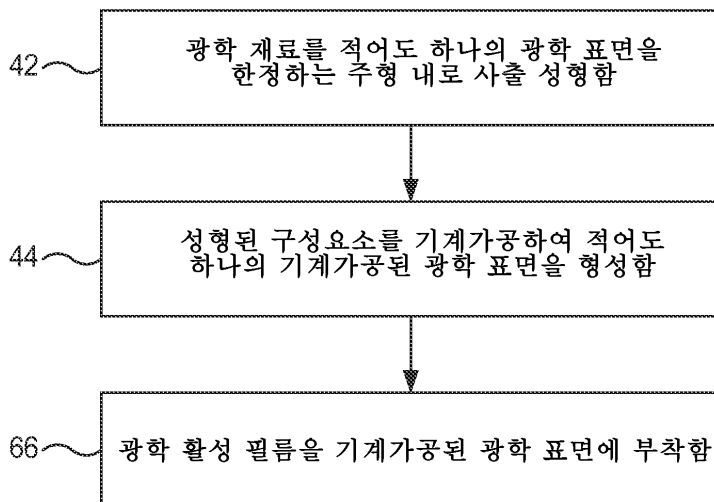
도면3



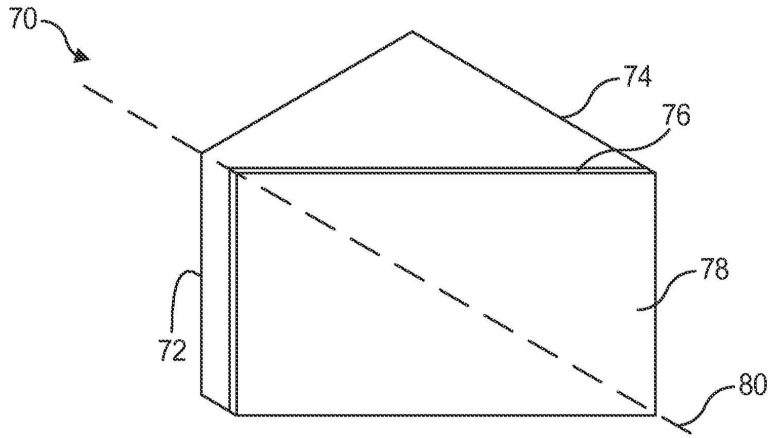
도면4



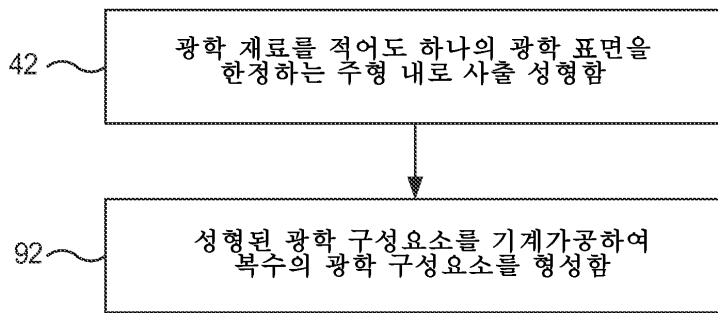
도면5



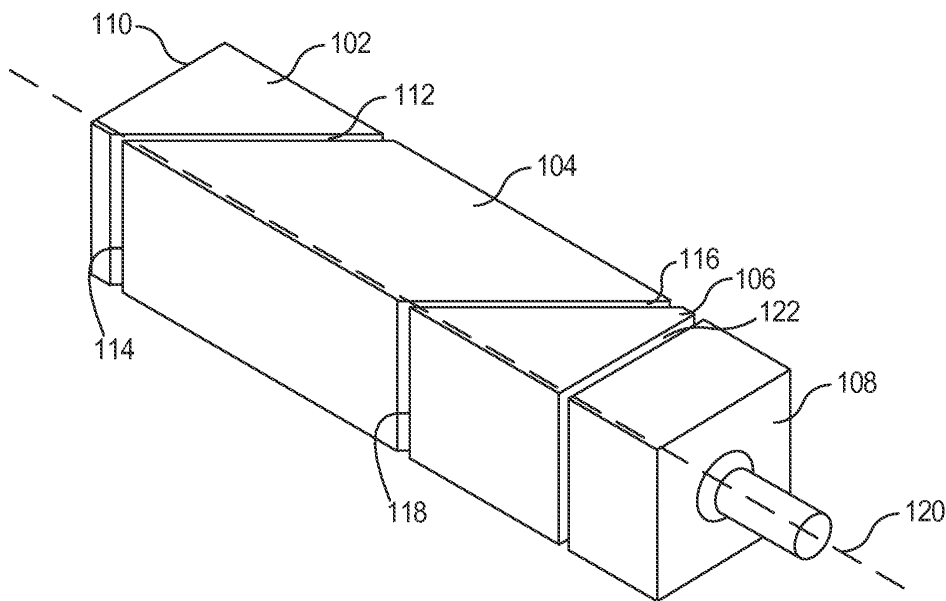
도면6



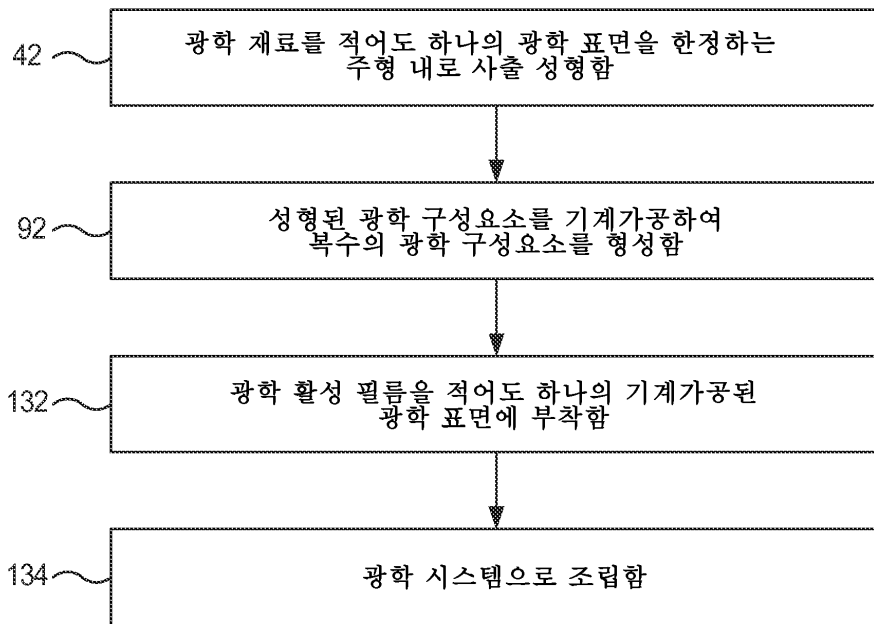
도면7



도면8



도면9



도면10

