



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월24일

(11) 등록번호 10-1505699

(24) 등록일자 2015년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 3/14 (2006.01) G02B 3/12 (2006.01)
G02B 15/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7009050

(22) 출원일자(국제) 2008년09월19일

심사청구일자 2013년07월18일

(85) 번역문제출일자 2010년04월26일

(65) 공개번호 10-2010-0084524

(43) 공개일자 2010년07월26일

(86) 국제출원번호 PCT/US2008/077086

(87) 국제공개번호 WO 2009/048725

국제공개일자 2009년04월16일

(30) 우선권주장

60/978,338 2007년10월08일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2006064947 A*

JP2001249261 A*

JP2007094170 A*

US20050200973 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

블랙아이 옵틱스, 엘엘씨

미국 워싱턴 98245 이스트사운드 스파이든 아일랜드 피.오. 박스 1389

(72) 발명자

제너드, 제임스, 에이치.

미국 네바다 89135 라스 베가스 와일드 리지 15
닐, 이안, 에이.

스위스 마사노 씨에이치-6900 비아 미라벨 25에이

(74) 대리인

특허법인 무한

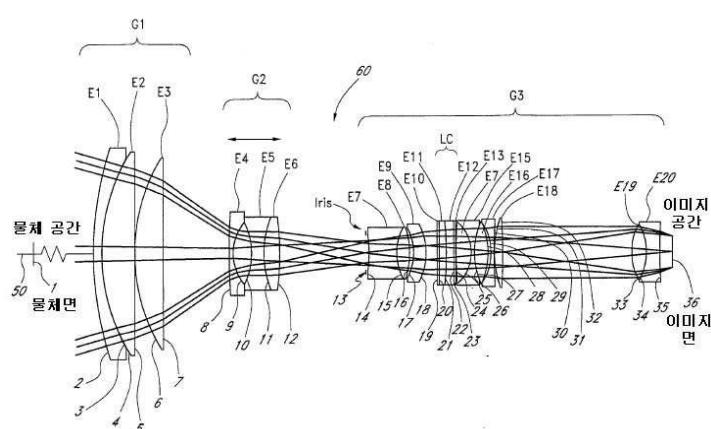
전체 청구항 수 : 총 25 항

심사관 : 오군규

(54) 발명의 명칭 액체 옵틱스 줌 렌즈 시스템 및 이미징 장치

(57) 요약

카메라의 사용에 적합한 고 성능 줌 렌즈가 개시된다. 줌 렌즈 시스템은 근접에서 무한까지 초점 거리에서 줌 초점 거리 전체에 걸쳐 광학 성능을 제공하도록 액체 옵틱스(LC)와 가동가능한 렌즈 그룹(G2)을 채용한다. 시슴템은 또한 줌 렌즈 그룹의 조정과 액체 렌즈 셀(LC)의 다양한 형태의 광 표면에 의해 바람직하지 않은 열적 유도 효과에 대한 보정을 제공한다.

대 표 도

특허청구의 범위

청구항 1

양의 광 배율(optical power)을 가지는 축방향으로 정적인 대물렌즈 그룹(G1);

음의 광 배율을 가지는 축방향으로 가동가능한 줌 렌즈 그룹(G2); 및

적어도 하나의 액체 렌즈 셀(LC)을 포함하고, 상기 적어도 하나의 액체 렌즈 셀(LC)은 제1 및 제2 콘택팅 액체를 포함하고, 상기 콘택팅 액체 사이의 콘택팅 광 표면(21)은 다양한 형태를 가지는 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3);

을 포함하고, 여기서 상기 축방향으로 정적인 대물렌즈 그룹(G1), 상기 축방향으로 가동가능한 줌 렌즈 그룹(G2) 및 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)은 동일 광축에 정렬되고, 줌 렌즈 시스템의 물체 쪽 공간으로부터 조사되는 광선을 집광하도록 배열되며, 중간 이미지를 형성하지 않고 상기 광선을 이미지 쪽 공간으로 전달하고, 상기 액체 렌즈 셀(LC)은 상기 축방향으로 가동가능한 줌 렌즈 그룹(G2)과 상기 동일 광축 상의 이미지 쪽 공간 사이에 위치하고,

상기 콘택팅 광 표면(21)의 형태의 변화는 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)의 광 배율을 제1 양의 광 배율로부터, 상기 제1 양의 광 배율보다 큰 값으로 된 제2 양의 광 배율로 변화시키는 줌 렌즈 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 그룹(G2)의 축방향 조정과 상기 콘택팅 액체 사이의 형태 변화는 줌밍을 제공하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 그룹(G2)의 축방향 조정과 상기 콘택팅 액체 사이의 형태 변화는 줌밍과 초점 맞추기를 제공하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 콘택팅 액체 사이의 형태 변화는 초점 맞추기를 제공하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 그룹(G2)의 위치의 축방향 조정은 초점 맞추기를 제공하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 콘택팅 액체 사이의 콘택팅 광 표면(21)의 형태는 전자적으로 제어되는 줌 렌즈 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

록업 테이블은 상기 콘택팅 광 표면(21)의 형태의 전자적인 제어에 대응하여 수치를 제공하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 륙업 테이블의 인덱스는 줌 설정에 대응하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 륙업 테이블의 인덱스는 초점 맞추기 설정에 대응하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 륙업 테이블의 인덱스는 줌 설정 및 초점 맞추기 설정에 대응하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 륙업 테이블의 제1인덱스는 줌 설정에 대응하고, 상기 륙업 테이블의 제2인덱스는 포커스 설정에 대응하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 륙업 테이블의 인덱스는 상기 줌 렌즈 그룹(G2)의 상기 콘택팅 광 표면(21) 상의 열 효과를 보상하도록 구성되는 수치에 대응하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 콘택팅 액체 사이의 콘택팅 광 표면(21)의 형태와 상기 줌 렌즈 그룹(G2)의 축방향 조정은 함께 전자적으로 제어되는 줌 렌즈 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 정적인 렌즈 그룹(G3) 전면의 상기 동일 광축 상에 위치되는 조정가능한 조리개를 더 포함하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 물체 쪽 공간은 실제 물체 또는 가상 물체를 포함하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 이미지 쪽 공간은 실제 이미지 또는 가상 이미지를 포함하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 이미지는 축방향으로 정적인 줌 렌즈 시스템.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)은 복수의 액체 렌즈 셀을 포함하는 줌 렌즈 시스템.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 시스템은 2x 보다 큰 줌 비율을 가지는 줌 렌즈 시스템.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 시스템은 3x 보다 큰 줌 비율을 가지는 줌 렌즈 시스템.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 그룹(G2)과 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)은 줌밍을 달성하기 위해 함께 제어되는 줌 렌즈 시스템.

청구항 25

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 그룹(G2)과 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)은 초점 맞추기를 달성하기 위해 함께 제어되는 줌 렌즈 시스템.

청구항 26

제1항에 있어서,

상기 줌 렌즈 그룹(G2)과 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)은 줌밍과 초점 맞추기를 달성하기 위해 함께 제어되는 줌 렌즈 시스템.

청구항 27

제1항에 있어서,

적어도 하나의 (i)상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3), (ii)상기 줌 렌즈 그룹(G2), 또는 (iii)상기 줌 렌즈 그룹(G2) 및 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)을 제어함으로써 줌밍이 달성되는 줌 렌즈 시스템.

청구항 28

제1항에 있어서,

적어도 하나의 (i)상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3), (ii)상기 줌 렌즈 그룹(G2), 또는 (iii)상기 줌 렌즈 그룹(G2) 및 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹(G3)을 제어함으로써 초점 맞추기가 달성되는 줌 렌즈 시스템.

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 액체 옵틱스를 채용하는 광학 줌 렌즈 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이미징 응용장치는 줌밍과 상이한 초점거리를 제공하는 둘 또는 그 이상의 가동가능한 줌 렌즈 그룹을 역사적으로 사용했다. 초점 및 추기를 위한 별도의 렌즈 그룹이 또한 필요할 수 있다.

[0003] 하지만, 가동가능한 렌즈 그룹을 가진 줌 및 포커스 렌즈 시스템의 사용과 연관된 내재적 단점이 있다. 특히 이동 줌 렌즈 그룹을 가지는 것은 복잡한 기계적 가동부의 필요를 암시한다. 각 가동가능한 렌즈 그룹은 지지구조 및 캠과 모터와 같은 구동 기계 및 어떤 경우에는 구동을 원활하게 하기 위한 제어 전자장치를 필요로 한다. 상기 시스템의 복잡성은 크기, 무게 및 경비를 추가할 수 있고 시스템의 조작을 상당한 기간에 걸쳐 신뢰할 수 없도록 만들 수 있다. 제한된 초점 거리의 영역(focal length range), 전체 초점 거리의 영역에 걸친 적절한 포커스를 할 수 없음, 근접 물체에 대한 포커스를 할 수 없음, 전체 초점 거리 영역 및 포커스 거리(focus distance)에 걸친 적절한 광학 성능의 부재와 같은 바람직하지 않은 제한 조건을 가진 상기 단점은 적어도 두 개의 이동 줌 렌즈 그룹을 가지는 몇몇 선행의 이용가능한 줌 렌즈에 존재한다. 기계적으로 덜 복잡하지만 고성능의 줌 렌즈 시스템이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 줌 렌즈는 이미지에서 보이는 물체의 배율을 조정하기 위한 이동 렌즈 그룹을 사용한다. 렌즈 바디는 상기 렌즈 그룹의 이동을 포괄할 수 있을 정도로 충분히 커야 한다. 하나 또는 그 이상의 이동 렌즈 그룹은 다양한 표면 형태를 가지는 액체 렌즈 셀에 의해 대체될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 하나의 실시예에서, 줌 렌즈 시스템은 축방향으로 가동가능한 줌 렌즈 그룹과 적어도 하나의 액체 렌즈 셀을 포함하는 축방향으로 정적인 리어 렌즈(rear lens)를 가진다. 다른 실시예에서, 줌 렌즈는 적어도 하나의 액체 렌즈 셀을 포함하는 축방향의 정적 렌즈 그룹과 축방향으로 가동가능한 리어 렌즈 그룹을 가진다. 액체 렌즈 셀은 제1 및 제2 콘택팅 액체를 가지고, 상기 콘택팅 액체 사이의 콘택팅 광 표면은 다양한 형태를 가진다. 상기 줌 렌즈 그룹과 상기 축방향으로 정적인 렌즈 그룹은 동일 광축 상에 정렬되고 물체 공간으로부터 방사되는 광선(radiation)을 수광하도록 배열되며, 광선을 실제 이미지로서 축방향으로 정적인 이미지 공간으로 전달한다. 상

기 줌 렌즈는 또한 축방향으로 정적인 대물렌즈(objective) 그룹을 가지고, 여기서 상기 대물렌즈 그룹, 상기 줌 렌즈 그룹 및, 축방향으로 정적인 액체 셀 렌즈 그룹은 동일 광축 상에 정렬된다. 상기 리어 렌즈 그룹은 조정가능한 조리개를 포함할 수 있다. 상기 줌 렌즈 그룹의 축방향의 조정과 상기 콘택팅 액체 사이의 형태의 변화는 줌밍과 초점 맞추기를 제공한다.

[0006] 상기 콘택팅 액체 사이의 콘택팅 광 표면의 형태는 전자적으로 제어될 수 있다. 툭업 테이블은 상기 콘택팅 광 표면의 형태를 전자적으로 제어하는데 사용될 수 있다. 상기 툭업 테이블의 한 인덱스는 초점 설정에 대응될 수 있다. 상기 툭업 테이블의 다른 인덱스는 줌 설정에 대응될 수 있다. 또한 상기 툭업 테이블의 다른 인덱스는 열 수치(thermal value)에 대응될 수 있다. 콘택팅 액체 사이의 콘택팅 광 표면의 형태와 줌 렌즈 그룹의 축방향 조정은 함께 제어될 수 있다.

[0007] 한 실시예에서, 상기 줌 렌즈 시스템은 가동가능한 렌즈 그룹과 액체 셀 렌즈 그룹을 포함한다. 상기 가동가능한 렌즈 그룹과 상기 액체 셀 렌즈 그룹은 동일 광축 상에 정렬될 수 있다. 상기 가동가능한 렌즈 그룹과 상기 액체 셀 렌즈 그룹은 줌밍과 초점 맞추기를 달성하기 위해 함께 제어된다. 줌밍은 적어도 하나의 (i)상기 액체 셀 렌즈 그룹, (ii)상기 가동가능한 렌즈 그룹, 또는 (iii)상기 액체 셀 렌즈 그룹 및 상기 가동가능한 렌즈 그룹을 제어함으로써 달성될 수 있다. 유사하게 초점 맞추기는 적어도 하나의 (i)상기 액체 셀 렌즈 그룹, (ii)상기 가동가능한 렌즈 그룹, 또는 (iii)상기 액체 셀 렌즈 그룹 및 상기 가동가능한 렌즈 그룹을 제어함으로써 달성될 수 있다.

[0008] 한 실시예에서 카메라 시스템은 가동가능한 렌즈 그룹과 액체 셀 렌즈 그룹을 가지는 줌 렌즈와 상기 줌 렌즈 시스템의 초점 위치에 위치한 이미지 캡쳐 소자를 포함한다. 상기 이미지 캡쳐 소자는 CCD와 같은 전자 캡쳐 장치가 될 수 있거나 필름이 될 수 있다.

[0009] 한 실시예에서, 렌즈를 줌밍하는 방법은 렌즈 그룹을 광축을 따라 이동하는 단계와 상기 광축을 따라 정렬된 액체 렌즈 셀 그룹의 콘택트 표면의 형태를 변화시키는 단계를 포함한다. 상기 콘택트 표면의 형태를 변화시키는 것은 초점 맞추기를 제공한다.

[0010] 한 실시예에서, 액체 옵틱스는 물체 거리가 근접에서 무한까지 일 때 약 7.5x의 줌 초점 거리를 허용한다. 상기 대물렌즈 줌 렌즈 시스템은 물체 공간으로부터의 광선을 수광하고 상기 렌즈의 바로 뒤에 위치한 이미지 평면에 상기 광선을 이미지화한다.

[0011] 한 실시예에서, 액체 옵틱스를 채용한 대물렌즈 줌 렌즈 시스템은 5.9mm 내지 45.0mm까지의 초점 거리 영역을 가진다. 상기 실시예는 적절하게 긴 초점 거리를 가지는 합리적인 광각 렌즈(wide angle lens)를 제공하지만, 적절한 거리에서 합리적인 직경의 렌즈를 보유하도록 선택된다. 또한, F/2.8 내지 F/4.0의 개구는 높은 더 낮은 광 요구조건을 가져 더 높은 감광성을 가지는 CCD(Charge-Coupled Device)와 CMOS(Complimentary Metal-Oxide-Semiconductor) 검출기를 사용하기에 적합하다.

발명의 효과

[0012] 장점으로는 기계적 복잡성, 크기 및 무게가 적은 줌밍을 제공하기 위해 오직 하나의 가동가능한 줌 렌즈 그룹과 하나 또는 그 이상의 액체 렌즈 셀을 포함한다는 것이다. 또한 연장된 기간 동안 사용될 때에도 신뢰성이 향상될 수 있다는 것이다.

[0013] 상기 줌 렌즈 그룹의 축방향의 위치 조정과 하나 또는 그 이상의 액체 렌즈 셀의 액체 사이의 표면 형태의 변화는 줌밍을 제공한다. 상기 줌 렌즈 그룹의 축방향의 조정 또는 상기 액체 렌즈 셀 내 형태 변화(또는 둘 다)는, 이미지 품질의 악화를 초래할 수 있는 보정되지 않은 이미지 디포커스와 수차(aberration)와 같은 온도 유도 효과의 보정 및 초점 맞추기를 제공한다.

[0014] 여기서 설명된 실시예는 본 발명을 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 한정되지 않는다는 것을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 카메라의 블록 다이어그램.

도 2는 액체를 채용한 줌 렌즈 시스템의 광학 다이어그램.

도 3a 및 3b는 액체 사이의 표면 형태를 보이는 도 2의 줌 렌즈 시스템의 액체 셀의 광학 다이어그램.

도 4a, 4b 및 4c는 상이한 초점 거리와 포커스 거리를 생성하기 위한 줌 렌즈 그룹의 상이한 위치와 액체 사이의 표면 변화를 도시하는 도 1의 줌 렌즈 시스템의 광학 다이어그램.

도 5a, 5b 및 5c는 도 4a, 4b 및 4c의 줌 렌즈 시스템의 모듈레이션 전송 기능 성능 다이어그램.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 바람직한 실시예의 다음 설명에서, 참조부호는 그 구성요소를 형성하는 도면에 대한 것이며, 본 발명이 실시되는 특정 실시예를 도시하기 위해 보여진다. 다른 실시예가 사용될 수 있으며 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 구조적 변화가 이루어질 수 있음을 이해해야 한다.

[0017] 도 1은 줌 렌즈(102)를 가지는 카메라(100)의 블록 다이어그램을 도시한다. 줌 렌즈는 초점 거리를 변화시키는 능력을 가지는 렌즈 소자의 어셈블리이다. 개별적인 렌즈 소자는 평면 상에 고정될 수 있거나 렌즈 몸체를 따라 축방향으로 슬라이딩한다. 렌즈 그룹은 하나 또는 그 이상의 렌즈 소자로 이루어질 수 있다. 개별적인 렌즈 소자는 유리, 플라스틱, 크리스탈린(crystalline) 또는 반도체 물질과 같은 고체상태 물질로 설계될 수 있거나 물 또는 오일과 같은 액체 또는 가스형(gaseous) 물질을 사용하여 설계될 수 있다. 적어도 하나의 가동 렌즈 그룹은 물체의 배율의 변화를 제공한다. 적어도 하나의 렌즈 그룹이 배율을 달성하도록 움직이므로, 초점 평면의 위치도 움직일 수 있다. 적어도 하나의 다른 가동가능한 렌즈 그룹은 일정한 초점 평면의 위치를 유지하기 위해 초점 평면의 가동을 보정하도록 움직일 수 있다. 초점 평면의 움직임에 대한 보정은 렌즈의 배율이 변화함에 따라 전체 렌즈 어셈블리를 움직임으로써 기계적으로 달성될 수 있다.

[0018] 줌 렌즈는 줌과 초점 맞추기 기능을 달성하기 위해 종종 세 개 또는 그 이상의 가동 렌즈 그룹을 가진다. 기계적 캠(cam)은 줌밍을 형성하기 위해 두 개의 가동가능한 렌즈 그룹을 링크할 수 있으며, 제3 가동가능한 렌즈 그룹이 포커스를 위해 사용될 수 있다.

[0019] 줌 영역은 가동가능한 렌즈 소자의 움직임 영역에 의해 부분적으로 결정된다. 더 큰 줌 영역은 렌즈 소자의 이동을 위한 부가적 공간을 필요로 한다. 하나 또는 그 이상의 가동가능한 렌즈 그룹은 액체 셀 기술을 실행하는 렌즈 그룹에 의해 대체될 수 있다. 액체 셀이 축방향의 움직임을 위한 공간을 필요로 하지 않으므로, 가동가능한 렌즈 그룹을 포함하는 렌즈 디자인의 길이가 감소될 수 있다. 대체적으로, 가동가능한 렌즈 그룹의 축방향의 이동을 위해 사용되던 공간은 부가 광 소자를 포함하는데 사용될 수 있다. 비록 액체 셀이 이동을 위한 공간을 필요로 하지 않더라도, 그것은 가동가능한 렌즈 그룹의 일부일 수 있다.

[0020] 액체 셀은 줌밍과 초점 맞추기를 위해 사용될 수 있다. 한 실시예에서, 가동가능한 렌즈 그룹은 액체 셀 기술을 실현하는 렌즈 그룹에 사용된다. 하나의 가동가능한 렌즈 그룹을 가지는 기계적 캠을 필요로 하지는 않는다. 캠을 가지지 않음으로써 부가 이동이 가능하다.

[0021] 하나 또는 그 이상의 가동가능한 렌즈 그룹은 줌밍과 초점 맞추기를 달성하도록 하나 또는 그 이상의 액체 셀과 함께 사용된다. 단일 가동가능한 렌즈 그룹과 단일 액체 셀은 줌밍과 초점 맞추기를 실행할 수 있다. 하나의 실시예에서, 줌 시스템은 적어도 제1 및 제2렌즈 그룹을 가진다. 상기 제1렌즈 그룹은 비교적 높은 배율을 갖고, 상기 제2렌즈 그룹은 비교적 낮은 배율을 가지며, 상기 렌즈 배율은 상기 렌즈의 초점거리의 역수와 같다. 상기 제1렌즈 그룹은 종래의 유리 또는 다른 고체 렌즈를 포함하고 상기 제2렌즈 그룹은 적어도 하나의 액체 렌즈를 포함한다.

[0022] 액체 셀은 렌즈를 형성하기 위해 둘 또는 그 이상의 액체를 사용한다. 상기 렌즈의 초점 거리는 액체 사이의 콘택트 각도와 액체의 굴절율의 차이에 의해 부분적으로 결정된다. 배율의 변화 범위는 채용된 액체의 굴절률 사이의 차이와 공간 제약으로 인한 액체 사이의 표면 인터페이스에서의 곡률반경의 미세 범위에 의해 한계지워진다. 참조를 위해 통합된, 미국특허출원의 공개공보 No.2006/0126190은 일렉트로웨팅(electrowetting)을 통해 액체 드립의 변형을 채용하는 렌즈를 개시한다.

[0023] 현재 고려되는 액체 렌즈 시스템은 적어도 약 0.2, 바람직하게는 적어도 약 0.3, 그리고 어떤 실시예에서는 적어도 약 0.4의 굴절율 차이를 가진다. 물은 약 1.3의 굴절율을 가지고 소금을 첨가하면 굴절율을 약 1.48까지 변화가 허용된다. 적합한 광학 오일은 적어도 약 1.5의 굴절율을 가질 수 있다. 심지어 더 높거나, 더 낮거나 또는 더 높고 낮은 굴절율을 이용하여서도, 예를 들어 더 높은 굴절율의 오일을 이용하여서도, 배율 변화의 범위는 제한된다. 상기 배율 변화의 제한 범위는 가동가능한 렌즈 그룹의 어느 하나보다 더 작은 배율 변화를 일 반적으로 제공한다. 따라서, 단순 줌 렌즈 시스템에서, 일정한 이미지 평면의 위치를 유지하면서 줌밍을 제공하기 위해, 배율 변화의 대부분이 하나의 가동가능한 렌즈 그룹에 의해 제공될 수 있고, 이미지면에서의 디포커

스 보정의 대부분은 하나의 액체 셀에 의해 제공될 수 있다. 하지만, 다른 가동가능한 렌즈 그룹 또는 다른 액체 셀 또는 둘 다가 이용될 수 있음을 주의해야 한다.

[0024] 상기 가동가능한 렌즈 그룹은 양 또는 음의 배율을 가질 수 있다. 상기 액체 셀은 배율이 항상 양, 항상 음 또는 양에서 음으로 가는 또는 그 역으로 가는 다양한 배율의 범위를 가질 수 있다. 상기 가동가능한 렌즈 그룹과 상기 액체 셀의 알맞은 배열은 상기 줌 범위 전체에서 양호한 이미지 품질을 제공하면서, 2x 보다 큰 그리고 바람직하게는 3x 보다 크게 확대된 줌 비율을 제공한다. 줌밍과 별도로, 배열은 상기 액체 셀, 상기 가동가능한 렌즈 또는 둘 다로부터 별도의 이용가능한 배율 변화를 이용함으로써 배율 포커스 영역을 걸쳐 상이한 물체 거리에서 초점 맞추기를 제공할 수 있다. 초점 맞추기를 위한 상기 액체 셀 또는 상기 가동가능한 렌즈 그룹 또는 둘 다에 의해 제공되는 상기 별도의 배율 변화는 쉽게 이용가능하다. 하나의 가동가능한 렌즈 그룹이 고정된 이동 중심을 가지는 캠을 반드시 요구하는 것은 아니므로, 상기 가동가능한 줌 렌즈 그룹의 위치는 줌밍과 초점 맞추기를 위해 조정될 수 있다. 고 성능 이미징은 줌밍과 초점 맞추기를 위한 상기 가동가능한 줌 렌즈 그룹과 상기 액체 셀을 모두 이용함으로써 달성된다.

[0025] 상기 가동가능한 줌 렌즈 그룹을 적어도 하나의 액체 셀로 대치하는 것도 가능하다. 이는 상기 광학 시스템의 복잡성을 증가시킬 것이고 감소된 광 전송과 같은 다른 단점을 상기 광학 시스템에 초래할 수 있다.

[0026] 도 1은 또한 렌즈(102) 내 렌즈 그룹의 이동과 조작을 제어하는 렌즈 제어 모듈(104)를 도시한다. 제어 모듈(104)은 액체 렌즈 셀 내 곡률 반경을 제어하는 전자 회로를 포함한다. 전자 회로는 가동가능한 렌즈 그룹의 위치를 제어할 수 있다. 다양한 초점 위치와 줌 위치를 위한 적합한 전자신호 레벨은 먼저 결정되고 룩업 테이블에서 위치할 수 있다. 대체적으로, 아날로그 회로 또는 회로의 조합 및 룩업 테이블은 적합한 신호 레벨을 생성할 수 있다. 일실시예에서, 다항식이 적합한 전자 신호 레벨을 결정하기 위해 사용된다. 다항식에 따른 포인트는 룩업 테이블에 저장될 수 있거나 다항식은 회로에서 실행될 수 있다.

[0027] 열 효과는 표면(21)의 곡률 반경 또는 가동가능한 렌즈 그룹(G2)의 위치 또는 둘 다의 제어에서 고려될 수 있다. 다항식 또는 룩업 테이블은 상기 열 효과와 관련된 부가 변수를 포함할 수 있다.

[0028] 제어 모듈(104)는 특정 줌 설정 또는 초점 렌즈에 대한 프리셋 제어를 포함할 수 있다. 상기 설정은 사용자 또는 카메라 제작자에 의해 저장될 수 있다.

[0029] 도 1은 외부 물체에 대응하는 광 이미지를 수신하는 이미지 캡쳐 모듈(106)을 더 도시한다. 상기 이미지는 렌즈(102)를 통해 이미지 캡쳐 모듈(106)으로 광축을 따라 전송된다. 이미지 캡쳐 모듈(106)은 필름(예를 들어 필름 스타크(stock), 또는 정지영상필름(still picture film))과 같은 다양한 포맷 또는 전자 이미지 검출 기술(예를 들어, CCD 어레이 또는 비디오 픽업 회로)을 사용할 수 있다. 상기 광축은 선형일 수 있거나 폴드(fold)를 포함할 수 있다.

[0030] 이미지 저장 모듈(108)은 예를 들어, 온보드(on-board) 메모리 또는 필름 또는 테이프에 캡쳐된 이미지를 보유한다. 일실시예에서, 저장 매체는 이동형(removable)이다(예를 들어, 플래시 메모리, 필름 캐니스터(canister) 또는 테이프 카트리지(cartridge)).

[0031] 이미지 전송 모듈(110)은 다른 장치로 캡쳐된 이미지의 전송을 제공한다. 예를 들어, 이미지 전송 모듈(110)은 USB 포트, IEEE 1394 멀티미디어 커넥션, 이더넷(Ethernet) 포트, 블루투스 무선 커넥션, IEEE 802.11 무선 커넥션, 비디오 성분 커넥션, 또는 S-비디오 커넥션과 같은 하나 또는 다양한 커넥션을 사용할 수 있다.

[0032] 카메라(100)은 비디오 카메라, 셀폰 카메라, 디지털 사진 카메라, 필름 카메라와 같은 다양한 방식으로 실행될 수 있다.

[0033] 줌 렌즈의 실시예는 디자인 예를 들어 설명된다. 먼저 도 2를 참조하면, 각 렌즈 소자는 숫자 1부터 20까지 기재된 문자 "E"에 의해 표시되고 각 렌즈 소자의 일반적인 배치가 도시되어 있으나, 각 렌즈 표면의 실제 반지를 은하기 표 1에 보인다. 렌즈, 물체, 조리개(stop or iris) 및 이미지 표면은 숫자 1 내지 36에 의해 식별된다. 세 개의 렌즈 그룹이 숫자 1부터 3까지 기재된 문자 "G"에 의해 도 2에서 식별되고, 액체 렌즈 셀은 문자 "LC"로 표시되고 광 표면(19 내지 23)을 포함한다. 광축은 도 2에서 숫자 50으로 식별된다.

[0034] 각 렌즈 소자는 분리되지만 연속적인 표면 숫자, 도 2에 도시된 바와 같이 예를 들어 렌즈 소자(E1)은 렌즈 표면(2 및 3)을 가지고, 렌즈 소자(E9)는 렌즈 표면(17 및 18)을 가지는 등의 표면 숫자로 각 반대 표면이 표시되었다. 특히 포커스 거리에 관한 것일때, 이미지화되는 물체의 위치는 광축(50) 상의 수직선 및 숫자 1에 의해 식별되고 실제 이미지 표면은 숫자 36으로 표시된다. 모든 렌즈 표면은 구면이거나 평면인데, 다만 렌즈 표면(4

및 8)은 비구면(non-spherical), 비평면(non-plano)인 비구면(aspheric) 표면이지만 광축에 대해 회전 대칭이다.

[0035] 렌즈 소자의 상세한 특징을 설명하기에 앞서, 렌즈 그룹과 그 축방향 위치 및 이동 및, 액체 렌즈 셀과 콘택팅 액체의 표면 형태에 있어서의 변화에 대한 광범위한 설명이 줌 렌즈 시스템(60)에 대해 주어질 것이다.

[0036] 각 렌즈 그룹의 양 또는 음의 배율은 초점 거리의 역으로 정의된다. 렌즈의 각 그룹의 결과적인 광 배율은 다음과 같이 정의된다: 대물렌즈 그룹(G1)은 양, 줌 렌즈 그룹(G2)는 음이고 리어 렌즈 그룹(G3)은 양이며, 더 낮은 양 수치로부터 더 높은 양 수치로 액체 셀의 표면 형태가 변화된다. 도 2의 윗 부분에 양단이 모두 화살표인 수평 화살선은 줌 렌즈 그룹(G2)가 축방향 양쪽으로 가능가능한 것을 나타낸다.

[0037] 오직 렌즈 소자만이 도 2에 물리적으로 보이는 반면, 렌즈 소자를 지지하고 렌즈 하우징 또는 배럴 내 가능가능한 줌 렌즈 그룹의 축방향 이동을 초래하도록 기계 장치 및 메카니즘이 제공되는 것이 이해될 수 있다. 또한, 전자 회로가 액체 렌즈 셀 내 다양한 형태의 광 표면의 프로파일을 변화시키는 것이 이해될 수 있다.

[0038] 상기 줌 렌즈 시스템(60)의 렌즈 설계와 제작 데이터가 하기 표 1에 보인다. 표 1의 데이터는 온도 25°C(77°F) 와 표준 대기압(760mmHg)에서 주어진다. 상기 명세 전체에서 측정은 나노미터(nm)인 파장의 예외 외에는 밀리미터(mm)이다. 표 1에서 첫번째 컬럼 "아이템(Item)"은 각 광 소자 및 각 위치, 즉 물체면, 이미지면 등을 도 2에 도시된 바와 같이 동일한 참조부호 및 레이블로 표시한다. 두번째 컬럼은 광 소자(렌즈)가 속하는 "그룹(Group)"을 도 2에 사용된 동일한 참조부호로 표시한다. 세번째 컬럼 "표면(Surface)"는 도 2에 표시된 바와 같이, 물체의 표면수(도 1의 선 "1"과 표 1의 "물체"), 조리개(Stop, Iris)(13) 및 렌즈의 각 실제 표면의 리스트이다. 네번째 컬럼 "초점 위치(Focus Position)"은 줌 렌즈 시스템(60)에 대한 세개의 전형적인 초점 위치(F1, F2, 및 F3)를 표시하고, 여기서 더 상세히 후술된, 세 번째 컬럼에 리스트된 몇 개의 표면 사이에 거리(분리)의 변화가 있고, 세 번째 컬럼에 리스트된 표면(21)의 곡률반경의 변화가 있다. 다섯번째 컬럼 "분리(Separation)"은 표면(세번째 컬럼)과 다음 표면 사이의 축방향 거리이다. 예를 들어, 표면(S2)와 표면(S3) 사이의 거리는 1.725mm이다.

[0039] 범례 "곡률반경(Radius of Curvature)"으로 이름지워진 여섯번째 컬럼은 각 표면의 광 표면 곡률 반경의 리스트이며, 도 2에 도시된 바와 같이 마이너스 표시(-)는 곡률 반경의 중심이 표면의 왼쪽임을 표시하고 "무한(infinity)"는 광학적으로 평면을 의미한다. 표면(4 및 8)에 대한 아스테리스크(*)은 "곡률 반경"이 베이스 반경인 비구면을 나타낸다. 비구면의 사용은 더 작은 전체 크기와 더 간단한 설계를 가능하게 하는 반면, 줌 렌즈의 수차 보정을 위해 제공된다. 비구면(4 및 8)의 표면 프로파일에 대한 식과 계수는 다음의 방정식으로 주어진다.

수학식 1

$$z = \frac{cy^2}{1 + [1 - (1+k)c^2 y^2]^{1/2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + Ey^{12} + Fy^{14}$$

[0041] $y=X$ 및 Y 축으로부터 측정된 표면의 방사상 개구 높이, 여기서

$$y = (X^2 + Y^2)^{1/2}$$

[0042] k =코닉 계수(conic coefficient)

[0044] $A, B, C, D, E, F = 4^{\text{th}}, 6^{\text{th}}, 8^{\text{th}}, 10^{\text{th}}, 12^{\text{th}}$ 및 14^{th} 각각 차수 변형 계수(order deformation coefficient)

[0045] z =주어진 y 값 또는 표면의 정점(축방향 끝점(vertex))으로부터 광축을 따라 측정된 표면 프로파일의 위치

[0046] 표면(4)의 계수는 다음과 같다:

$$k = -0.6372$$

$$A = 0.9038 \times 10^{-6}$$

- [0049] $B=0.2657 \times 10^{-8}$
- [0050] $C=-0.1105 \times 10^{-10}$
- [0051] $D=+0.4301 \times 10^{-13}$
- [0052] $E=-0.8236 \times 10^{-16}$
- [0053] $F=0.6368 \times 10^{-19}$
- [0054] 표면(8)의 계수는 다음과 같다:
- [0055] $k=0.0000$
- [0056] $A=0.5886 \times 10^{-4}$
- [0057] $B=-0.5899 \times 10^{-6}$
- [0058] $C=0.8635 \times 10^{-8}$
- [0059] $D=-0.5189 \times 10^{-10}$
- [0060] $E=-0.1186 \times 10^{-11}$
- [0061] $F=0.1631 \times 10^{-13}$
- [0062] 표 1의 컬럼 7부터 9까지는 도 2에서 표면(세번째 컬럼)과 오른쪽의 그 다음 표면 사이의 "물질(material)"에 관한 것이고, 컬럼 "타입(Type)"은 상기 두 표면 사이에 렌즈(유리) 또는 빈 공간(공기) 또는 액체(Liquid)가 있는지 여부를 표시한다. 유리와 액체 렌즈는 컬럼 "코드(Code)" 내 광 유리에 의해 표시된다. 편리를 위해, 모든 렌즈 유리는 오하라(Ohara) 회사로부터 이용가능한 유리로부터 선택되고, 컬럼 "네임(Name)"은 각 유리 타입에 대한 오하라 회사의 표지를 리스트하지만, 어떠한 균등하고(equivallent) 유사하거나 적합한 유리는 모두 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 또한, 렌즈 액체 오일이 카길레 연구 회사(Cargille Laboratories.Inc.)에서 이용가능한 액체로부터 선택되었고 물은 다양한 소스로부터 보통 이용가능하지만, 어떠한 균등하고 유사하거나 적합한 물이 모두 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 표면(20)의 물 액체는 각 파장 656.27, 589.29, 546.07 및 486.13 nm의 파장에서 다음의 굴절률 1.331152, 1.332987, 1.334468 및 1.337129을 가진다. 표면(21)에서 오일 액체는 각 파장 656.27, 589.29, 546.07 및 486.13 nm의 파장에서 1.511501, 1.515000, 1.518002 및 1.523796을 가진다.
- [0063] "개구지름(Aperture Diameter)"의 이름을 가지는 표 1의 마지막 컬럼은 광선이 통과하는 각 표면의 최대 지름을 제공한다. 조리개 표면(13)을 제외한 모든 최대 개구 지름이, 모든 줌 및 초점 위치를 위해, 이미지면에서 F 넘버가 F/2.8 내지 F/4.0이고 6mm의 최대 이미지 지름에 대해 546.1 nm의 파장에서 주어진다. 줌 위치(Z1)과 초점 위치(F1)을 위한 이미지 면에서 F넘버 F/2.8와 546.1nm 파장에서 표 1에 조리개 표면(13)의 최대 개구 지름이 주어진다. 이미지면(36)에서 최대 개구 지름은 개략적인 값으로 주어진다.

표 1

Optical Prescription								
Item	Group	Surface	Focus Position	Separation	Radius of Curvature (mm)	Material		
						Type	Name	Code
Object		1	F1	Infinity	Infinity	Air		
			F2	1016.2500				
			F3	378.7500				
E1	G1	2	A11	1.7250	59.1716	Glass	SLAM66	801350
		3	A11	0.0750	34.5954	Air		35.567
E2	G1	4	A11	6.7565	*33.0488	Glass	SFPL51	497816
		5	A11	0.0750	2758.9929	Air		35.182

E3	G1	6	A11	5.8657	32.7151	Glass	SFPL53	439950	33.680
		7	F1	TABLE 2	-2981.4301	Air			33.034
			F2	TABLE 2					
			F3	TABLE 2					
E4	G2	8	A11	0.7652	*461.6464	Glass	SLAH64	788474	14.273
		9	A11	3.8333	8.3339	Air			11.605
E5	G2	10	A11	2.6582	-12.6370	Glass	SFPL53	439950	11.587
E6	G2	11	A11	3.2165	18.1883	Glass	SLAM66	801350	12.383
		12	F1	TABLE 3	-55.4718	Air			12.337
			F2	TABLE 3					
			F3	TABLE 3					
Stop / Iris	G3	13	A11	0.6371	Infinity				6.708
E7	G3	14	A11	5.7168	-26.3844	Glass	SLAH65	804466	6.757
E8	G3	15	A11	2.6250	9.3177	Glass	STIH53	847238	8.304
		16	A11	0.8432	-16.3366	Air			8.533
E9	G3	17	A11	2.5647	-9.2859	Glass	SLAH58	883408	8.508
		18	A11	2.2767	-11.1961	Air			9.665
E10	G3	19	A11	0.4500	Infinity	Glass	SBSL7	516641	10.151
E11	G3	20	A11	1.5000	Infinity	Liquid	WATER		10.201
E12	G3	21	F1	1.5000	TABLE 4	Liquid	OIL	T300 04091-AB	10.367
			F2		TABLE 4				
			F3		TABLE 4				
E13	G3	22	A11	0.4500	Infinity	Glass	SBSL7	516641	10.584
		23	A11	0.0750	Infinity	Air			10.642
E14	G3	24	A11	3.1583	120.2680	Glass	SLAH65	804466	10.680
E15	G3	25	A11	0.6000	-7.2241	Glass	STIH10	728285	10.724
		26	A11	0.0750	13.8153	Air			10.634
E16	G3	27	A11	3.0844	13.7118	Glass	SBSM10	623570	10.696
		28	A11	0.3424	-11.1618	Air			10.713
E17	G3	29	A11	0.6000	-9.5071	Glass	STIH13	741278	10.652
		30	A11	0.0750	68.8748	Air			11.180
E18	G3	31	A11	1.7063	18.2078	Glass	SLAL13	694532	11.589
		32	A11	26.6908	-115.6915	Air			11.592
E19	G3	33	A11	3.1085	10.2784	Glass	SNPH1	808228	9.888
E20	G3	34	A11	2.7193	-9.9003	Glass	SLAH58	883408	9.581
		35	A11	2.6192	58.0014	Air			7.805
Image		36	A11	0.0000	Infinity	Air			6.008

[0065] 줌 렌즈 시스템(60)은 광선이 그 점에서 통과할 수 있는 개구의 지름을 제어하는 표면(13)의 광 조리개가 제공된다. 광 조리개는 물리적 조리개가 위치하는 곳에 있다. 조리개는 리어 렌즈 그룹(G3) 앞에 위치하고 렌즈 그룹에 있어 축방향으로 정적이다. 도 4a에서, 림(rim) 광선이 광 조리개 표면(13)의 틱(tic) 마크의 축 쪽을 통과하여 줌 렌즈 시스템은 어떤 필드 위치, 줌 위치 및 초점 위치에서도 광범위의 비네팅(vignetting)이 없다. 하지만, F 넘버는 줌 및 초점 위치를 거쳐 변화하고 조리개는 따라서 열리거나 닫힌다. 초점 위치(F1)에 대한 줌 위치(Z1-Z8)에서의 조리개의 지름은 6.71, 6.39, 5.96, 5.53, 5.18, 4.84, 4.63 및 4.61이다. 이는 13에 위치한 조리개가 초점 거리의 증가에 따라 닫여야 하는 것을 보인다. 초점 위치(F1)에 비교하여 초점 위치(F2 및 F3)에 대한 줌 위치(Z1-Z8)에서의 조리개 지름은 초점 위치(F1)에 대한 동일한 F 넘버를 유지하기 위해 0.3mm 보다 작게 작은 양으로 변화한다.

[0066] 표 1을 참조하면, 디자인의 범위와 다양성을 보이기 위해, 여덟 개의 상이한 줌 위치(Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7 및 Z8)가 있고, 세 개의 상이한 초점 위치(F1, F2 및 F3)가 데이터에 보이고, 여기서 실제적으로 가능 한 줌 렌즈 그룹(G2)과 다양한 형태의 광 표면(21)에 대한 스물네 개($3 \times 8 = 24$)의 상이한 위치 조합에 대한 상세한 데이터가 제공된다.

[0067] 초점 위치(F1)에서 줌 위치(Z1-Z8)에 대한 줌 렌즈 시스템(60)의 초점 거리는 파장 546.1 nm에서 다음과 같다;

각각 5.89, 7.50, 11.25, 15.00, 18.75, 30.00, 41.25 및 45.00 mm. 줌 위치(Z1-Z8)에 대한 초점 거리에 대응하는 F넘버는 파장 546.1 nm에서 다음과 같다; 각각 2.80, 2.90, 3.05, 3.25, 3.45, 3.70, 3.95 및 4.00.

[0068] 초점 위치(F1)에 대한 물체면(1)은 무한으로 가정되며, F2에 대해서 물체면(1)은 약 1016.25 mm의 중간 거리에 있고, F3에 대해서 물체면(1)은 약 378.75mm(즉 이미지면에서 378.75mm 떨어짐)의 근접 거리에 있다. 상기 세 초점 위치(F1, F2 및 F3)의 각각에서, 렌즈 그룹(G1 및 G3)은 줌 렌즈 그룹(G2)의 전체 이동 영역을 통해 동일 위치를 유지한다. 표 2 및 3은 표면(7 및 12)의 각 수치를 제공하고, 표 4는 줌 위치(Z1-Z8)과 F1-F3에 대한 표면(21)의 곡률 반경을 제공한다.

표 2

Surface	Focus	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
7	F1	0.0832	5.7132	13.7126	18.4633	21.6974	27.4007	30.5400	31.3096
7	F2	0.0902	5.7486	13.6468	18.3289	21.5154	27.0776	30.0174	30.7361
7	F3	0.0750	5.6942	13.4674	18.1217	21.3355	26.7467	29.5798	30.2701

표 3

Surface	Focus	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
12	F1	31.5294	25.8992	17.8996	13.1486	9.9140	4.2101	1.0701	0.3000
12	F2	31.5178	25.8581	17.9590	13.2762	10.0892	4.5268	1.5870	0.8729
12	F3	31.5324	25.9120	18.1380	13.4831	10.2689	4.8577	2.0248	1.3384

표 4

Surface	Focus	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
21	F1	-33.9902	-40.9700	-60.9667	-84.8892	-106.7630	-101.7297	-58.3998	-48.6792
21	F2	-34.3890	-42.0587	-65.5384	-101.1799	-154.9184	-370.2777	-263.5374	-212.3139
21	F3	-35.0134	-43.6001	-72.6330	-133.7178	-351.2333	214.4454	125.5481	115.8049

[0072] 물론, 연속적인 초점 맞추기가 최극단 초점 위치(F1 및 F3) 사이에서 가능하고, 연속적인 줌밍이 최극단 줌 위치(Z1 및 Z8) 사이에서 가능하며, 연속적인 초점 맞추기와 줌밍의 모든 조합이 렌즈 시스템(60)의 상술한 포커스 및 줌 범위에서 가능하다.

[0073] 도 2에 도시되고 표 1에 설명된 줌 렌즈 시스템(60)은 렌즈 그룹(G1 및 G2)에 대해 각각 54.30과 -12.25 nm의 초점 거리를 가진다. 또한 렌즈 그룹(G3)는 액체 사이의 광 표면(21)의 다양한 형태로 인해, 줌 위치(Z1)과 초점 위치(F1)에서 그리고 줌 위치(Z8)과 초점 위치(F3) 각각에서 최소 값 +30.18mm 그리고 최대 값 +38.97mm를 가지는 다양한 초점 거리를 가진다. 줌 렌즈 시스템(60)의 액체 셀(LC)는 도 3a와 3b에 보이고, 액체 사이의 다양한 형태의 광 표면(21)의 표 1로부터의 두 개의 최극단 곡률 반경을 설명한다. 도 3a 및 3b에서 표면(21)의 두 곡률 반경은 각각 -33.99와 +115.80mm이다. 도 3a 및 3b에서 액체 셀(LC)의 두 최극단 초점 거리는 각각 -185.20과 630.97mm이다. 상기 차이가 줌 위치(Z1)과 초점 위치(F1) 및, 줌 위치(Z8)과 초점 위치(F3)에서 일어난다. 상기 실시예에서 표면(20, 21)과 표면(21, 22) 사이의 두 액체의 부피는 다양한 표면의 형태가 변화함에 따라 변화한다. 하지만, 표면(20, 21)과 표면(21, 22) 사이의 축방향 분리에 대해 작고 동일한 하지만 반대의 변화를 가함으로써 각 액체에 대한 일정 부피를 유지하는 것이 가능하다.

[0074] 도 4a, 4b 및 4c를 참조하면, 줌 렌즈 시스템(60)은 다양한 위치에서의 줌 렌즈 그룹, 다양한 위치에서 액체 셀의 다양한 표면의 형태 및, 상기 위치에서의 광선 자취가 보여진다. 도 4a는 표 1에 보이는 데이터가 무한 초점 및 약 5.9mm의 작은 초점 거리를 가지는 초점 위치(F1)과 줌 위치(Z)를 나타낸다. 도 4b는 중간 초점과 약 11.3mm의 초점 거리를 가지는 표 1의 초점 위치(F2)와 줌 위치(Z3)를 표시한다. 도 4c는 클로즈 초점과 약 44.8mm의 초점 거리를 가지는 표 1의 초점 위치(F3)와 줌 위치(Z8)를 표시한다.

[0075] 도 4a, 4b 및 4c는 각 줌 및 초점 위치; Z1, F1 및 Z3, F2 및 Z8, F3에 있어서 다양한 광 표면(21)에 대한 대응하는 세 개의 표면 형태를 가지는 줌 렌즈 그룹(G2)의 세 개의 축방향 위치를 보인다.

[0076] 줌 렌즈 시스템(60)의 광 성능은 5a, 5b 및, 5c에서 주어지고, 여기서 다색(pychromatic) 모듈레이션 전송 함

수(MTF; Modulation Transfer Function) 데이터(모듈레이션 대 공간 주파수)에 기초한 회절(diffraction)은 표 1에 보인 줌 및 초점 위치의 세 개의 상이한 조합, 즉 각각의 예에 해당하는 (Z1, F1, Z3, F2 및 Z8, F3)에서의 다섯 개의 상이한 필드 위치를 백분율(%)로 보인다. 필드 위치는 두개의 수치, 규격화된 이미지 높이(mm)와 광축으로부터의 실제 물체 공간 각도(degree)로 보인다. MTF 퍼센티지가 도 5a, 5b 및 5c의 상부 오른쪽 코너에 도시된 파장(wavelength)과 웨이트(weight)에서 주어지고, 이미지면(36)에서 측정의 탄젠셜(T) 방향과 레디얼(R) 방향으로 그래프로 도시된다. 축방향 필드 위치(AXIS)에서 탄젠셜과 레디얼 값은 동일하고 오직 하나의 플롯으로 도시됨을 주의한다. 도시된 최대 공간 주파수는 약 6mm의 이미지 지름이 주어진 경우 90 cycles/mm이고, 검출 픽셀 크기의 선택은 적어도 고 선명 텔레비전(HDTV; high definition television) 해상도, 즉 수평 1920 픽셀 수직 1080 픽셀까지 고품질의 이미지를 제공할 수 있다. 공간 주파수에서 MTF는 광 성능의 비교적 표준 측정이고, 여기서 "90cycles/mm"의 값은 선명도가 결정되는 차트상의 밀리미터 당 90 쌍의 블랙 앤 화이트 라인을 의미한다. 최고 MTF 값은 줌 위치(Z1)과 초점 위치(F2)에서 전체 레디얼 필드(full radial field)에서 약 89%가 된다. 최저의 MTF 값은 줌 위치(Z2)와 초점 위치(F3)에 대해 전체 탄젠셜 필드(full tangential field)에서 약 58%가 된다. 최저 상대 조명(illumination)은 줌 위치(Z1)과 초점 위치(F1)에서 약 75%가 된다. 일반적으로 낮은 넘버는 광이 영상의 코너에서 떨어지는 것을 의미하므로, 더 높은 상대 조명 값이 더 양호하다. 고 전체 필드 상대 조명은 아트 검출기(art detector)의 상태에 대해 더 선호되고, 이는 모든 영역에서 광에 대한 계속적 반응을 가지고, 줌밍 동안 이미지에 대한 변화를 따라 이미지의 코너에서 신뢰성있게 쇼이딩(shading)을 재생한다. 50%이하의 조명은 전자 검출기에서 쇼이딩을 초래할 수 있지만, 필름에서는 수용가능할 것이다. 최고 은 줌 위치(Z3)과 초점 위치(F1)에서 +3.04%이고, 최저 은 줌 위치(Z1)과 초점 위치(F3)에서 -2.98%이다. 이미지가 긴 초점으로부터 짧은 초점까지 크기가 변할 때 일반적으로 렌즈(하지만 줌 렌즈에서 더 보편적임)의 소위 "브리딩(breathing)" 문제는 큰 필드 깊이로 인해 가장 인식이 쉬운 줌 영역의 짧은 초점 거리에서의 줌 렌즈 시스템(60)에서는 시각적으로 존재하지 않는다. 최저 브리딩은 줌 위치(Z1)과 초점 위치(F3)에서 -0.2%이고, 최고 브리딩은 줌 위치(Z8)과 초점 위치(F3)에서 -19.5%이다. 무한 초점(F1)에서 참조 시야 각이므로 브리딩은 제로가 된다.

[0077] 모든 성능 데이터는 25°C(77°F)의 온도, 표준 대기압(760mmHg) 및 줌 렌즈 시스템(60)에서 이용가능한 최대 개구각에서 주어진다. 하지만, 줌 렌즈 시스템(60)은 0°C 내지 40°C(32° 내지 104°F)의 온도 범위에 걸쳐 예를 들어 MTF 값과 같은 실질적으로 일정한 성능을 제공하고, 만약 성능(MTF)의 작은 열화가 수용가능하면, 조작 가능한 온도 범위는 -10° 내지 50°C(14° 내지 122°F) 또는 그 이상으로 확장될 수 있다. 온도에서의 변화에 있어 최적의 성능은 줌 렌즈 그룹(G2)의 축방향의 부가 조정 또는 콘택팅 광 표면(21)의 형태의 부가 변화 또는 둘의 조합에 의해 달성될 수 있다. 이는 모든 줌과 초점 위치에서 일어날 수 있다. 약 0°C(32°F) 또는 그 이하의 낮은 온도에서, 응결(고체 형성)을 피하기 위해, 낮은 온도에서의 조작을 위해 자동차의 물에 부동액을 첨가하는 방식과 유사하게 액체는 가열되거나 도핑된 액체(doped liquid)로 대체될 수 있다. 하지만, 상기 물질 온도 변화는 바람직하게는 액체의 광학 특징을 심각하게 변화시켜서는 안 된다.

[0078] 줌 렌즈 시스템(60)을 사용하는 상술한 실시예가 6mm 지름(소위 3인치 칩센서)을 사용하도록 적절한 크기(dimension)인 반면, 상기 줌 렌즈 시스템의 크기는 다양한 필름과 전자적 검출기 이미지 포맷의 사용에 대해 적절히 크기가 증가 또는 감소할 수 있다.

[0079] 줌 렌즈 시스템(60)의 많은 장점 중에서 오직 하나의 축방향으로 움직이는 줌 렌즈 그룹을 이용하여 초점 거리의 넓은 범위에 걸쳐 줌밍을 제공하는 것이 있다. 줌 렌즈 시스템(60)의 디자인은 적어도 두 개의 축방향으로 가동가능한 줌 렌즈 그룹과 대응하는 메커니즘을 요구하는 종래의 고성능 줌 렌즈 시스템에 비해 기계적으로 덜 복잡하고 고 성능의 렌즈 시스템을 생성한다. 줌 렌즈 시스템(60)의 독특한 렌즈 디자인은 부가적인 가동가능한 렌즈 그룹과 대응하는 메커니즘 없이 포커스 거리의 큰 영역에 걸쳐 초점 맞추기를 제공한다. 줌 렌즈 시스템(60)의 개시된 디자인은 예시이고, 다른 디자인은 본 발명의 범위에 들어간다. 줌 렌즈 시스템(60)의 다른 특징과 장점은 상기 설명과 부가된 도면으로부터 당업자에게 자명할 것이다.

[0080] 다양한 변화와 수정이 당업자에게 자명하다는 것에 유의해야 한다. 그런 변화와 수정은 첨부된 청구항에 의해 정의되는 본 발명의 범위 내에 포함된다는 것이 이해되어야 한다.

부호의 설명

[0081] 100 카메라

102 줌 렌즈

104 제어 모듈

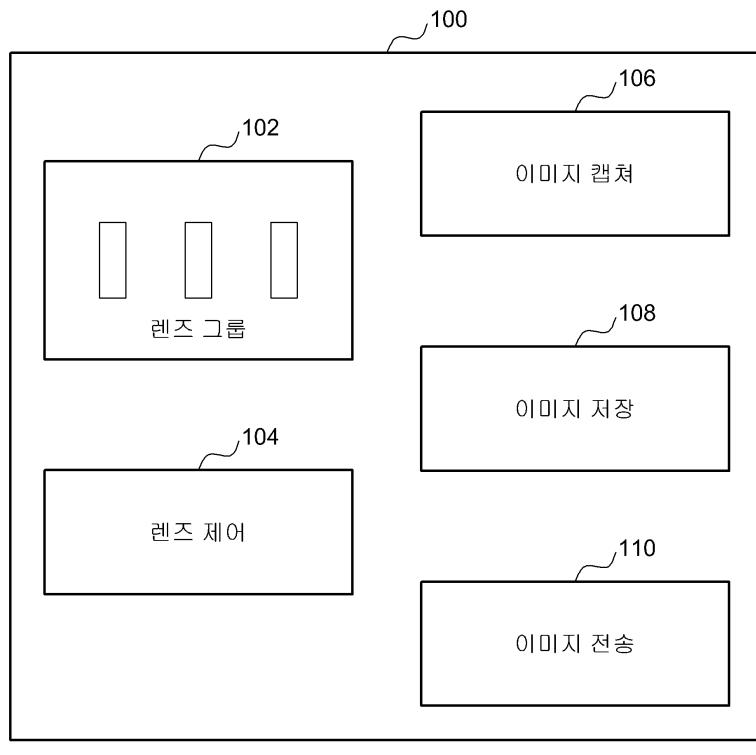
106 이미지 캡쳐 모듈

108 이미지 저장 모듈

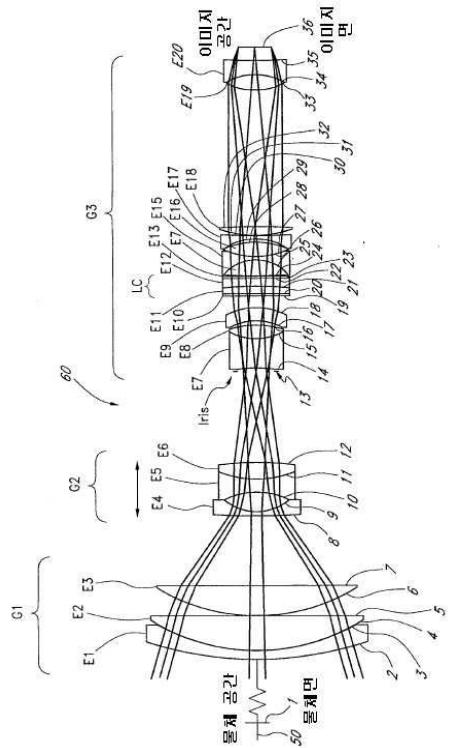
110 이미지 전송 모듈

도면

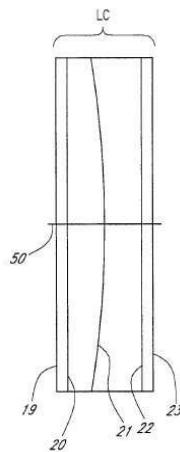
도면1



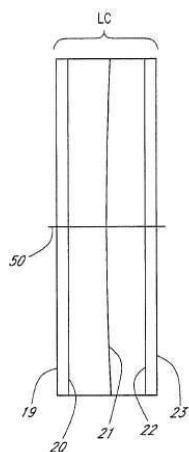
도면2



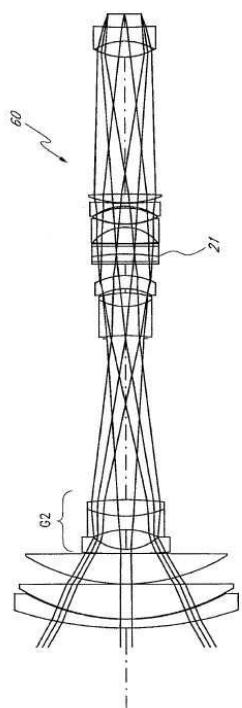
도면3a



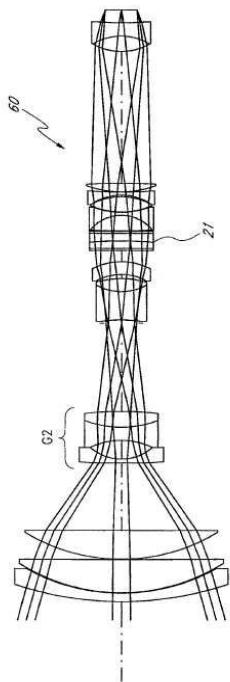
도면3b



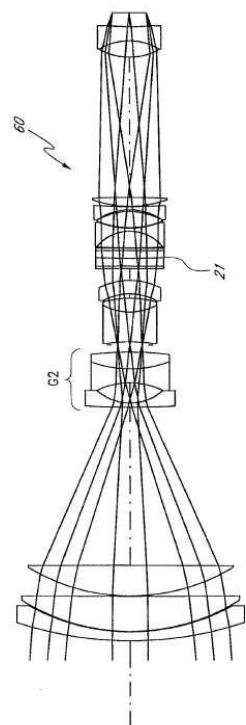
도면4a



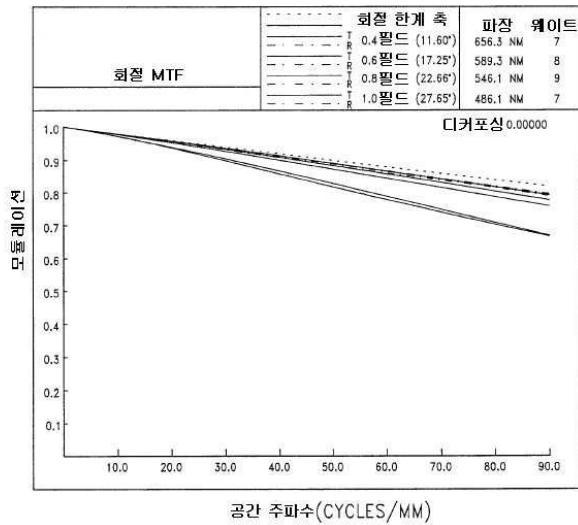
도면4b



도면4c



도면5a



도면5c

