(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [7]
H01L 21/027

(45) 공고일자 2001년11월30일
(11) 등록번호 10-0306619
(24) 등록일자 2001년08월11일

(21) 출원번호 10-1994-0001285
(22) 출원일자 1994년01월25일

(65) 공개번호 특1994-0018910
(43) 공개일자 1994년08월19일

(30) 우선권주장 93-08/009,284 1993년01월26일 미국(US)
93-08/134,505 1993년10월08일 미국(US)

(73) 특허권자 에스브이지 리도그래피 시스템즈, 아이엔씨.
미국, 코네티컷 06897, 윌톤, 77 댄버리 로드

(72) 발명자 데이비드 엠. 윌리암슨
영국우스터셔,웨스트맬버른,하코트로드,버논코티지

(74) 대리인 목돈상
목영동

심사관 : 이두한

(54) 높은개구수를갖는반사굴절식광학축소시스템

요약

반도체의 사진석판인쇄 제조에 사용하기 위한 반사굴절식 광학축소 시스템은 유닛 확대상 근처에서, 또는 집중상태에 인접하게 작동하는 요면경을 지닌다. 요면경전의 렌즈그룹은, 그 요면경에서 또는 그 근처에서 입사 동공을 개구조리개에 대해 무한대로 영상화시키기에 충분한 배율만을 제공한다. 요면경 후의 렌즈그룹은 피사체로부터 영상크기로의 근비율의 축소제공할뿐 아니라 개구조리개가 무한방출 동공으로 돌출하게 한다. 구형 요면경은 높은 등급의 수치를 감소시키는데 사용된다. 반사굴절식 광학축소 시스템은, 26 x 5㎜ 영역상에서 0.35 미크론보다 작은 특징들을 형상화시킬 수 있는 0.7의 비교적 높은 개구수를 제공한다. 따라서, 광학축소 시스템은 반도체 제조에 사용될때 스텝 및 스캔 사진석판인쇄 노출공구에 적용될 것이다. 다양한 다른 실시예들은, 달성될 수 있는 분광밴드폭을 광범위하게 하도록 다른 굴절력의 렌즈를 결합한다.

대표도

도 1

명세서

[발명의 명칭]

높은 개구수를 갖는 반사굴절식 광학 축소 시스템

[도면의 간단한 설명]

제1도는 단일 굴절재료를 사용하는 본 발명의 한 실시예의 개략도.

제2도는 2가지의 상이한 굴절재료를 사용하는 본 발명의 다른 실시예의 개략도.

제3도는 2가지 이상의 상이한 굴절재료를 사용하는 본 발명의 또다른 실시예의 개략도.

제4도는 본 발명의 광학 축소 시스템의 실시예 4를 도시한다.

제5도는 본 발명의 광학 축소 시스템의 실시예 5를 도시한다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 피사체 또는 레티클평면 12 : 셸 (shell)

20 : 접안경 (folding mirror) 30 : 비임 분할기 입방체

34 : 요면경 50 : 웨이퍼 평면

LG1 : 제1 렌즈 그룹 LG2 : 제2 렌즈 그룹

LG3 : 제3 렌즈 그룹

[발명의 상세한 설명]

[발경의 배경]

[발명의 분야]

본 발명은 일반적으로 반도체 제조에 사용되는 광학 시스템 (optical system)에 관한 것이며, 보다 구체적으로는 비교적 높은 개구수 (開口數 : numerical aperture)를 갖는 비차단 반사굴절시 광학 축소 시스템에 관한 것이다.

[관련 기술]

대개는 사진석판인쇄 (photolithographic) 기술을 사용하여 반도체를 제조한다. 반도체에 사용된 회로는 레티클(reticle)로 부터 반도체 칩상에 복제된다. 이러한 복제는 종종 광학 시스템을 사용하여 달성된다. 이러한 광학 시스템은 종종 복잡하며, 반도체 칩상에 배치되는 항상 감소하는 사이즈의 구성부품을 복제하기에 필요한 해상도를 얻기가 어렵다. 그러므로, 0.35 마이크론 보다 적은, 매우 미세한 구성 부품의 특징부분을 복제할 수 있는 광학 축소 시스템을 개발하는데 많은 노력을 쏟았다. 매우 미세한 구성부품의 특징부분을 복제할 수 있는 광학 시스템 개발의 필요에 부가하여, 개구수를 증가시킴으로써 시스템 성능을 증대시킬 필요 또한 있다. 개구수의 증가는 더 높은 해상도의 광학 시스템을 제공한다.

본 발명과 유사한 광학 시스템이 윌리암슨에게 허여된 1990년 9월 4일자 공고된, "광학 축소 시스템 (Optical Reduction System)"이란 명칭의 미합중국특허 제 4,953,960호에 개시되어 있는바, 이는 본원에 참고사항으로 제공된 것이다. 0.45의 개구수를 지니고, 248 나노미터의 영역에서 작동하는 광학 축소 시스템이 상기 특허에 개시되어 있다. 또 하나의 유사한 광학 시스템이 Singh 등에게 허여된 1992년 2월 18일자 공고된, "고해상도 축소 반사 굴절 중계렌즈"라는 발명의 명칭의 미합중국 특허 제 5,089,913호에 개시되어 있는바, 이는 본원에 참고사항으로 제공되었다. 0.6의 개구수를 지니고, 248 나노미터로 제한된 스펙트럼 주파대를 지니는 광학 시스템이 상기 특허에 개시되어 있다. 이러한 종래의 광학 시스템들이 소기의 목적을 위해 적절히 사용되는중, 개구수를 증가시킴으로써 시스템 성능의 개선에 대한 필요가 끊임없이 증가되어 왔다. 따라서, 비교적 큰 스펙트럼 주파대에 걸쳐 받아들일 수 있는 시스템 성능의 비교적 많은 개구수를 지니는 광학 시스템이 필요하다.

[발명의 개요]

본 발명은, 피사체 또는 긴 공역단부 (long conjugate end)로 부터 축소된 상 또는 짧은 공역단부까지, 제1의 렌즈 그룹, 제2의 렌즈 그룹, 비임 분할기 입방체 (beamsplitter cube), 집중 요면경, 및 제3의 렌즈 그룹을 갖는 반사굴절식 축소 시스템을 포함한다. 그 요면경은 실질적으로 실물에 가까운 단위 배율로 작동한다. 이 요면경은 요면경에 의해 도입된 수차 (aberration ; 收差) 및 비임분할기 입방체에 진입하는 방사선의 직경을 감소시킨다. 요면경 전방의 제1 및 제2 렌즈 그룹은 요면경 또는 그 근처의 개구조리개에, 무한대에 위치한 입사동공 (entrance pupil)의 상이 맺히게 하기에 충분한 배율을 제공한다. 요면경 뒤의 제3 렌즈 그룹은, 무한대의 출사동공 (exit pupil)으로 개구조리개를 투영시킬뿐 아니라, 피사체로 부터 광학 시스템의 상까지 실질적인 축소 부분을 제공한다. 비구면 요면경을 사용함으로써 고차원 (high-order)의 수차가 축소된다.

따라서, 본 발명의 목적은 비교적 높은 개구수를 지니는 광학 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 그러한 높은 개구수에서 이미 얻어진 것보다 실질적으로 더 넓은 스펙트럼 주파수대를 지니는 광학 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 장점은 요면경이 실질적으로 단위배율에 더 근접하게 작동한다는 것이다.

본 발명의 특징은, 요면경 전방의 렌즈 그룹들이, 충분한 비율을 제공하여 요면경 또는 그 근처의 개구조리개에, 무한대에 위치한 입사동공의 상이 맺히게 한다는 것이다.

본 발명의 또다른 특징은, 요면경 뒤의 렌즈 그룹이 피사체로부터 광학 시스템의 상까지 최대한의 축소를 제공한다는 것이다.

이러한 목적, 장점, 및 특징이 아래의 상세한 설명에서 명백히 될 것이다.

[본 발명의 바람직한 실시예에 대한 상세한 설명]

제1도는 본 발명의 광학 축소 시스템의 실시예 1를 도시한다. 상기 시스템의 긴 공역단부로 부터, 상기 시스템은, 피사체 또는 레티클평면(10), 제1렌즈 그룹(LG1), 접안경(folding mirror ; 20), 제2 렌즈 그룹(LG2), 비임 분할기 입방체(30), 제1의 1/4 파장판(32), 요면경(34), 제2의 1/4 파장판(38) 및 제3 렌즈 그룹(LG3)을 포함한다. 상은 상 또는 웨이퍼 평면(50)에 형성된다. 제1 렌즈 그룹(LG1)은 셸 (shell ; 12), 정(+) 렌즈(14) 및 부(-) 렌즈(16)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 및 정렌즈(18)를 포함한다. 셸(12)은 대체로 영배율렌즈이다. 제2 렌즈 그룹(LG2)은 정렌즈(22), 부렌즈(24) 및 정렌즈(26)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 및 부렌즈(28)를 포함한다. 제3 렌즈 그룹(LG3)은 많이 볼록한 2개의 정렌즈(40 및 42), 셸(44), 및 약간 볼록한 2개의 정렌즈 (46 및 48)을 포함한다. 접안경(20)이 본 발명의 작동에 필수적인 것은 아니다. 그러나, 접안경은 피사체 및 상 평면이 평행이 되도록하여 본 발명의 광학 시

스템의 소기의 적용을 편리하게 하는바, 그 소기의 적용은 한단계 및 주사시스템 (scan system)을 지닌 사진석판인쇄술을 사용하여 반도체 장치를 제조하는 것이다.

레티클 또는 긴 공역단부에서 입사되어, 제1 렌즈 그룹(LG1)을 통과한 방사선은 접안경(20)에 의해 반사되어, 제2 렌즈 그룹(LG2)를 통과한다.

그 방사선은 비임 분할기 입방체(30)로 입사하여, 1/4 파장판(32)을 통과하고, 요면경(34)에 의해 반사된 표면(36)으로부터 반사된다. 그후 그 방사선은 1/4 파장판(32), 비임 분할기 입방체 (30), 1/4 파장판(38), 렌즈 그룹(LG3)을 거슬러 통과하여, 상 또는 웨이퍼 평면(50)에 집중된다.

요면경 앞의 렌즈 그룹 (LG1 및 LG2)은 충분한 배율을 제공하여, 요면경 또는 그 근처의 개구조리개에, 무한대에 위치한 입사동공의 상이 맺히게 한다. 조합된 렌즈 그룹 (LG1 및 LG2)의 배율은 약간 부(-)이다. 셸(12) 및 공기이격된 이중렌즈(14 및 16)는 비점수차, 시야굴곡, 및 뒤틀림을 포함하는 수차 교정을 돕는다. 요면경(34) 뒤의 렌즈그룹(LG3)은, 무한대의 출사동공으로 개구조리개를 투영할 뿐만 아니라, 피사체로부터 상까지 매우 축소된 크기를 제공한다. 2개의 많이 볼록한 정렌즈(40 및 42)는 상 및 무한대 출사동공에 높은 개구수를 제공한다. 셸(44)은 거의 무배율이다. 2개의 약간 볼록한 정렌즈(46 및 48)는 고차의 수차교정을 돕는다.

제2 렌즈그룹(LG2)의 부렌즈(24)는 비임 분할기 입방체(30) 및 요면경(34)으로 향하는 강한 발산성 비임을 제공한다. 그 강한 정렌즈(22)는 측면 색채 교정을 제공한다. 렌즈(24 및 26)를 포함하는 공기 이격된 이중렌즈는 구면 수차 및 코마(coma)의 교정을 돕는다. 요면경(34)는 비구면이어서, 고차의 수차를 부가로 축소시키는 것을 돕는 것이 바람직하다.

비임분할기 입방체(30)에 의해 도입된 전송손실(transmission losses)은, 피사체 또는 레티클을 평면편광 (plane polarized light)으로 조명함으로써, 및 비임분할기 입방체(30)와 요면경(34) 사이에 정확한 ¼ 파장판(32)을 포함시킴으로써 최소화 시킬수 있다. 정확한 ¼ 파장판은 복굴절성재료 (birefringent meterial)의 두께를 의미하는바, 상기 복굴절성재료는 S와 P편광상태 사이에 ¼의 파장 위상 지연 (wave phase retardance)을 도입한다. 이것은 ½ 더하기 ¼ 파장의 적분 수 (integral number) 또는 위상지연이 ¼ 파장씩 변하는 재료의 2배의 두께와는 현저히 다르다. 높은 개구수에서 그러한 정확한 영차 파장판의 사용에 의해, 그리고, 입사각 평면에서 면의크기 (field size)를 제한함으로써 큰각도의 입사각편차의 악효과를 최소화 시킬수 있다. 더욱이, 요면경(34) 및 비임 분할기 입방체 (30)뒤의 렌즈그룹(LG3)의 개구수를 증가시킴으로써, 이러한 요소들에서 최대의 각 범위 (augular range)는 보이지 않는다.

그러나, 약 0.5보다큰 개구수의 평면편광은 영상 (imaging)에 있어서 작지만 현저한 비대칭을 도입한다. 본 발명에서, 상기 비대칭은 비임분할기 입방체(30)를 통과하는 최종 통로뒤에 제2의 ¼ 파장판을 도입하여, 평면편광을 원형편광으로 전환시킴으로써 효과적으로 제거될 수 있다. 이러한 원형편광은 영상작용에서 비편광으로 부터 구별할 수 없다.

제1도에 도시된 광학시스템은 4 : 1의 축소비로 작동하도록 설계된다. 따라서, 상 공간(image space)에서 개구수는 계수 4의 0.7에서 피사체 또는 레티클의 0.175로 감소된다. 제1 렌즈 그룹(LG1)을 떠나자마자 개구수는 0.12로 감소되는바, 그것은 요면경 (34) 근처의 시스템 개구 조리개에, 무한대에 위치한 입자동공의 상이 맺히게 하기 위하여 렌즈그룹 (LG1) 내에서 요구되는 정배율의 결과이다. 제2 렌즈 그룹 (LG2)를 출발한후 비임 분할기로 진입하는 개구수는 0.19이다. 이것은 제2 렌즈 그룹 (LG2)의 전체적인 부배율에 기인하는, 0.175인, 피사체 공간 개구수와 매우 유사하다. 이러한 점이 종래 기술의 시스템에 반하는 점인바, 종래 시스템에서는 비임분할기 입방체로 진입하는 개구수가 전형적으로 영에 근접하거나 또는 거의 평행하게 된다. 요면경 (34)이 거의 동심(同心)이기 때문에, 그것으로부터 반사된 방사선의 개구수는 0.19부터 0.35까지 단지 약간 증가된다. 제3 렌즈 그룹 (LG3)은 웨이퍼 또는 상 평면(50)에서 개구수를 0.7의 최종값으로 효과적으로 2배로 늘인다.

본 발명은 비임분할기 입방체의 에지에 의해 방해받지 않고, 부(-) 제2 그룹(LG2) 및 강한 정(+)의 제3 렌즈 그룹(LG3)에 의해 비교적 높은 개구수를 얻는다. 약 0.45보다 큰 개구수에서 비임분할기 입방체는 더나은 성능을 제공하기 때문에, 본 발명에서 판상 비임분할기 보다는 비임분할기 입방체의 사용이 중요하다. 본 발명은, 비임분할기로 지입하는 비평행 (non-collimated) 비임에서 편향된 판의 비임 분할기에 의해 도입된 수차의 부재뿐아니라, 렌즈의 굴절율에 의해 입방체내의 개구수의 감소를 제공한다.

본 발명에 따른 제1도에 도시된 렌즈 시스템에 대한 구성자료가 아래의 표 1에 제시된다.

표 1

요소 번호	곡률반경 (㎜) 앞	곡률반경 (㎜) 뒤	두께 (㎜)	개구직경 (㎜) 앞	개구직경 (㎜) 뒤	렌즈
10	무한대		63.3853			
12	-158.7745	-177.8880	15.0000	124.0478	131.7725	실리카
공간			36.1130			
14	-556.6911	-202.0072	22.2126	148.3881	152.5669	실리카
공간			38.7188			
16	-183.7199	-558.8803	15.0000	156.5546	166.5750	실리카
공간			10.0674			
18	427.2527	-612.2450	28.8010	177.4010	179.0292	실리카
공간			132.3320			
20	무한대		-74.0000	184.6402		반사
22	-240.4810	2050.9592	-33.3135	188.4055	185.3395	실리카
공간			-29.3434			
24	421.7829	-145.6176	-12.0000	175.5823	169.0234	실리카
공간			- 4.2326			
26	-150.4759	472.0653	-46.5091	171.4244	169.9587	실리카
공간			- 2.0000			
28	-1472.2790	-138.2223	-15.0000	165.3586	154.8084	실리카
공간			-27.2060			
30	무한대	무한대	-91.8186	155.6662	253.0917	실리카
36	무한대			253.0917		반사

30	무한대	무한대	91.8186	253.0917	253.0917	실리카
공간			2.0000			
32	무한대	무한대	6.0000	185.8693	186.8401	실리카
공간			17.9918			
조리개				188.0655		
34	비구면		-17.9918	188.0655		반사
32	무한대	무한대	- 6.0000	183.5471	180.1419	실리카
공간			- 2.0000			
30	무한대	무한대	-91.8186	178.3346	149.2832	실리카
30	무한대	무한대	-70.0000	149.2832	128.8604	실리카
공간			- 2.0000			
38	무한대	무한대	- 4.5000	127.9681	126.6552	실리카
공간			- 0.7500			
40	-175.1330	1737.4442	-17.7754	121.4715	118.2689	실리카
공간			- 0.7500			
42	-108.8178	-580.1370	- 18.2407	104.5228	97.7967	실리카
공간			- 0.7500			
44	-202.2637	-86.6025	-31.1216	91.7061	57.4968	실리카
공간			- 2.3507			
46	-122.1235	-488.7122	-17.9476	56.4818	41.1675	실리카
공간			- 0.2000			
48	-160.8506	-360.1907	- 6.1500	39.4528	33.5764	실리카
공간			- 4.000			
50	무한대			26.5019		

요면경(34)은 아래의 방정식에 따르는 비구면 반사표면을 지닌다.

$$Z = \frac{(CURV)Y^2}{1 + (1-(1+K)(CURV)^2Y^2)^{1/2}} + (A)Y^4 + (B)Y^6 + (D)Y^{10} + (E)Y^{12} + (F)Y^{14}$$

여기서, 상수는 다음과 같다.

CURV = -0.00289051

K = 0.000000

A = 6.08975×10^{-11}

B = 2.64378×10^{-14}

C = 9.82237×10^{-19}

D = 7.98056×10^{-23}

E = -5.96805×10^{-27}

F = 4.85179×10^{-31}

표 1의 구성에 따른 렌즈는 248.4 나노미터로 중심일치된 방사선에 대하여 효과적으로 이용된다. 융합된 실리카의 단일 굴절 재료 및 풍부한 굴절력은 제1도에 도시된 실시예의 스펙트럼 대폭을 약 10 피코미터 또는 0.01 나노미터로 제한시킨다. 이러한 스펙트럼 대폭은 좁아진 크립톤 프르오르화물 엑시머레이저 광원의 선에 매우 적합하다. 제1도에 도시된 실시예는 융합된 실리카가 적절히 전도하는 어떠한 파장에도 효과적으로 이용될 수 있다.

더 넓은 스펙트럼 대폭이 상이한 분광을 지닌 2개의 광학재료를 사용함으로써 얻어질 수 있다. 본 발명의 실시예 2가 제2도에 도시되어 있다. 긴 공역 단부로부터, 실시예 2는, 피사체 또는 레티클 평면(10), 렌즈그룹 (LG4), 접안경(122), 렌즈그룹(LG5), 표면(138)을 지니는 비임분할기 입방체(138), 제1의 1/4 파장판(134), 요면경(136), 제2의 1/4 파장판(140) 및 렌즈그룹(LG6)을 포함한다. 상은 상 또는 웨이퍼 평면(50)에 형성된다. 렌즈그룹(LG4)은 부 렌즈(112) 및 정렌즈(114)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 약한 정렌즈(116), 정렌즈(118) 및 셸(120)을 포함한다. 렌즈그룹(LG5)은 정렌즈(124), 부렌즈(126), 정렌즈(128) 및 부렌즈(130)을 포함한다. 렌즈그룹(LG6)은 2개의 정렌즈(142), 정렌즈(144) 및 부렌즈(148)를 포함하는 “초경”(cemented) 이중렌즈, 정렌즈(148), 및 셸(150) 및 정렌즈(152)를 포함하는 “초경”이중렌즈를 포함한다.

이러한 실시예 2는 렌즈 그룹(LG4)의 하나의 독립 정렌즈, 렌즈그룹(LG5)의 부렌즈, 및, 렌즈그룹(LG6)의 2개의 정렌즈에 있어서 플루오르화 칼슘을 사용한다.

본 발명에 따른 제2도에 도시된 실시예 2의 구성자료가 아래의 표 2에 제시된다.

표 2

요 소	곡률반경 (mm)		두 께	개구직경 (mm)		렌 즈
번 호	앞	뒤	(mm)	앞	뒤	
10	무 한 대		60.4852			
112	205.5158	539.1791	15.2158	124.0926	137.3346	실리카
공간			8.8054			
114	2080.9700	-210.6539	32.4984	142.6149	151.7878	실리카
공간			1.2676			
116	310.4463	700.3748	40.7304	162.4908	165.2126	CaF1
공간			0.5000			
118	634.1820	-798.8523	27.5892	165.4595	166.4747	실리카
공간			0.5000			
120	1460.0597	1312.1247	25.4322	168.7516	164.7651	실리카
공간			136.2343			
122	무 한 대		-74.0000	161.9590		반 사
124	-761.9176	1088.9351	-19.2150	160.3165	159.2384	실리카
공간			-19.9465			
126	648.8361	-202.5872	-12.0000	155.1711	153.0635	CaF1
공간			- 7.6304			
128	-400.4276	458.5060	-25.8769	153.0635	153.8055	실리카
공간			-2.0000			
130	-815.0922	-168.5034	-27.5927	152.6663	147.5200	CaF1
공간			-20.5014			
132	무 한 대	무 한 대	-91.7553	148.6158	252.7349	실리카
138	무 한 대			252.7349		반 사
132	무 한 대	무 한 대	91.7553	252.7349	252.7349	실리카
공간			2.0000			
134	무 한 대	무 한 대	6.0000	185.8070	187.0026	실리카
공간			18.1636			
조리개				188.5681		
136	비 구 면		-18.1636	188.5681		반 사
134	무 한 대	무 한 대	- 6.0000	184.2566	181.1084	실리카
공간			- 2.0000			
132	무 한 대	무 한 대	-91.7553	179.3838	151.7747	실리카
132	무 한 대	무 한 대	-70.0000	151.7747	133.3985	실리카
공간			- 2.0000			
140	무 한 대	무 한 대	- 4.5000	132.5690	131.3876	실리카
공간			- 0.5000			
142	-112.0665	-597.6805	-21.4866	123.4895	119.2442	실리카
공간			- 0.5000			
144	-116.3137	282.3140	-24.0940	107.8451	101.2412	CaF1
146	282.3140	- 66.5293	-13.7306	101.2412	72.6862	실리카
공간			- 2.6346			
148	- 77.2627	-374.4800	-17.9594	72.0749	62.7659	실리카
공간			- 0.5452			
150	-130.1381	- 57.1295	-20.8147	58.9696	37.4889	실리카
152	- 57.1295	-7305.8777	- 6.1425	37.4889	34.3156	CaF1
공간			- 4.0000			
상	무 한 대			26.4992		

여기서, 표 1 아래의 방정식에서 사용된 비구면경(134)에 대한 상수는 다음과 같다.

CURV = -0.00286744

K = 0.000000

$A = -1.92013 \times 10^{-09}$

$B = -3.50840 \times 10^{-14}$

$C = 2.95934 \times 10^{-19}$

$D = -1.10495 \times 10^{-22}$

$E = 9.03439 \times 10^{-27}$

$F = -1.39494 \times 10^{-31}$

이러한 실시예 2는 193.3 나노미터로 중심일치된 방사선에 대하여 효과적으로 이용되며, 약 200 피코미터 또는 0.2 나노미터의 스펙트럼 대폭을 지닌다. 좁아진 플루오로화 아르곤 엑시머레이저의 약한 선이 적합한 광원이다. 부가적으로, 본제품은 양 굴절성 재료가 적절히 투과하는 어떤 파장에 재료에 대하여도 효과적으로 이용된다. 재료의 분광이 증가함에 따라 그 대폭은 더큰 파장의 대하여 일반적으로 증가한다. 예를들면 248.4 나노미터 둘레의 2가지 재료의 제품은 최소한 400 피코미터, 0.4 나노미터 대폭에 대하여 작동한다.

360 나노미터 보다 긴 파장에서, 광학렌즈의 더 넓은 범위가 적절한 투과를 시작한다. 제3도에 도시된 실시예 3는 렌즈의 이러한 폭넓은 선택 및 부가의 축소된 분광의 장점을 지닌다. 긴 공역 단부로부터, 실시예 3는 피사체 또는 레티클 평면(10), 렌즈 그룹(LG7), 접안경(222), 렌즈그룹(LG8), 표면(238)을 지니는 비임분할기 입방체(232) 제1의 1/4 파장판(234), 요면경(236), 제2의 1/4 파장판(240), 및 렌즈그룹(LG9)을 포함한다. 상은 상 또는 웨이퍼 평면(50)에 형성된다. 렌즈그룹(LG7)은 부렌즈(212) 및 정렌즈(214)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 정렌즈(216) 및 부렌즈(218)를 포함하는 이격된 이중렌즈 및 정렌즈(220)를 포함한다. 렌즈그룹(LG8)은 정렌즈(224), 부렌즈(226), 정렌즈(228) 및 부렌즈(230)를 포함한다. 렌즈그룹(LG9)은 정렌즈(242), 정렌즈(244) 및 부렌즈(246)를 포함하는 초경 이중렌즈, 정렌즈(248) 및, 셸(250) 및 정렌즈(252)를 포함하는 초경 이중렌즈를 포함한다.

제3도에 도시된 실시예 3의 구성자료가 아래의 표 3에 제시된다.

표 3

요소 번호	곡률반경 (mm) 앞	곡률반경 (mm) 뒤	두께 (mm)	개구직경 (mm) 앞	개구직경 (mm) 뒤	렌즈
10	무 한 대		59.2960			
212	-620.7809	361.8305	20.2974	125.9406	134.7227	PBM2Y
공간			2.6174			
214	515.7935	-455.1015	39.8858	135.3384	145.6015	PBM2Y
공간			14.7197			
216	431.3189	-239.4002	36.9329	155.6269	157.3014	BSL7Y
공간			0.5000			
218	-259.6013	685.3286	26.3534	156.9363	162.2451	PBM2Y
공간			1.4303			
220	361.5709	-1853.2955	23.3934	168.7516	165.1801	BAL15Y
공간			131.8538			
222	무 한 대		-77.8469	169.9390		반 사
224	-429.2950	455.4247	-32.3086	173.0235	171.1102	PBL6Y
공간			-27.6206			
226	401.0363	-180.0031	-12.0000	159.3555	154.7155	BSL7Y
공간			- 5.6227			
228	-258.4722	1301.3764	-26.1321	154.7155	154.1517	PBM8Y
공간			-2.0000			
230	-1282.8931	-180.2226	-12.0000	153.1461	149.4794	BSL7Y
공간			-19.7282			
232	무 한 대	무 한 대	-91.7349	150.4585	252.6772	실리카
238	무 한 대			252.6772		반 사
232	무 한 대	무 한 대	91.7349	252.6722	252.6772	실리카
공간			2.0000			
234	무 한 대	무 한 대	6.0000	185.6435	186.7758	실리카
공간			18.2715			
조리개				188.1745		
236	비 구 면		-18.2715	188.1745		반 사
234	무 한 대	무 한 대	- 6.0000	183.6393	180.1377	실리카
공간			- 2.0000			

232	무 한 대	무 한 대	-91.7349	178.3236	147.9888	실리카
232	무 한 대	무 한 대	-70.0000	147.9888	126.9282	실리카
공간			- 2.0000			
240	무 한 대	무 한 대	- 4.5000	126.0289	124.6750	실리카
공간			- 0.5000			
242	-119.8912	-610.6840	-18.6508	117.5305	113.4233	BSM51Y
공간			- 0.5000			
244	-114.1327	384.9135	-21.1139	102.6172	96.4137	BSL7Y
246	384.9135	- 70.2077	-13.0576	96.4137	71.1691	PBL26Y
공간			- 2.8552			
148	- 85.7858	-400.3240	-16.9147	70.5182	61.2633	BSM51Y
공간			- 0.8180			
250	-151.5235	- 54.0114	-19.5810	57.6234	37.3909	BSM51Y
252	- 54.0114	-2011.1057	- 6.3947	37.3909	34.2119	PBL6Y
공간			- 4.0000			
상	무 한 대			26.5002		

여기서, 표 1 아래의 방정식에서 사용된 비구면 경(234)에 대한 상수는 다음과 같다.

CURV = - 0.00291648

K = 0.000000

$A = -1.27285 \times 10^{-9}$

B = -1.92865 x 10^{-14}

C = 6.21813 x 10^{-19}

D = -6.80975 x 10^{-22}

E = 6.04233 x 10^{-27}

F = 3.64479 x 10^{-32}

이러한 실시예 3은, 365.5 나노미터로 중심일치된 8 나노미터의 스펙트럼 대폭에 대하여 작동한다. 이러한 스펙트럼 대폭의 방사선은 I-라인 파장대 (I-line waveband)에서 여과된(filtered) 수은 아크램프에 의해 제공될 수 있다. 실시예 3에서 사용된 융합된 실리카 이외의 광학렌즈는 일반적으로 I-라인 렌즈로 공지되어 있다. 이러한 광학렌즈는 가장적은 흡수효과 또는 수은 I-라인 파장에서 반전현상 (solarization) 효과를 갖는다. 이러한 렌즈는, 미합중국, 뉴저지 08876-3519, 서머빌, 브랜치버그 타운십, 50 콜럼비아 로드에 소재하는 0′Hara 주식회사에 의해 제공된 일반 이용가능한 유리제품 일람표에서 발견할 수 있다.

제4도는 본 발명의 광학 축소시스템의 실시예 4를 도시한다. 본 실시예는 0.63의 개구수를 지니며 300 피코미터의 스펙트럼 대폭에서, 바람직하게는 248.4 나노미터에 중심일치된 100 피코미터의 스펙트럼 대폭에서 작동할 수 있다. 긴 공역단부로 부터 실시예 4는, 피사체 또는 레티클평면(410), 제1 렌즈그룹(LG1), 접안경(420), 제2 렌즈그룹(LG2), 비임 분할기 입방체(430), 제1의 1/4 파장판(432), 요면경(434), 제2의 1/4 파장판(438), 및 제3 렌즈그룹(LG3)을 포함한다. 상은 상 또는 웨이퍼 평면(450)에 형성된다.

제1 렌즈그룹(LG1)은 셸(412), 정렌즈(414) 및 부렌즈(416)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 및 정렌즈(418)를 포함한다. 제2 렌즈그룹(LG2)은 정렌즈(422), 부렌즈(424) 및 정렌즈(426)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 및 부렌즈(428)를 포함한다. 제3 렌즈그룹(LG3)은 2개의 정렌즈(440 및 442), 셸(444), 및 2개의 정렌즈(446 및 448)를 포함한다. 더욱이, 제1도에 도시된 실시예에서와 같이, 제4도의 접안경(420)은 본 발명의 작동에 반드시 필요한 것은 아니지만, 피사체(410) 및 상 평면(450)이 상호간에 평행하게하여, 사진석판인쇄술을 사용하는 반도체조장치에 대하여 편리함을 제공한다.

제4도에 도시된 실시예 4의 구성자료가 아래의 표 4에 제시된다.

표 4

요소 번호	곡률반경 (mm) 앞	곡률반경 (mm) 뒤	두께 (mm)	개구직경 (mm) 앞	개구직경 (mm) 뒤	렌즈
410	무 한 대		63.3853			
412	-183.5661 CC	-215.7867 CX	17.0000	122.8436	130.6579	실리카
공간			46.6205			
414	-601.1535 CC	-230.9702 CX	21.4839	149.1476	153.3103	실리카
공간			68.8075			
416	-195.1255 CC	-345.4510 CX	15.0000	161.6789	170.1025	실리카
공간			3.0000			
418	435.8058 CX	-1045.1785 CX	24.9351	177.4520	178.2672	실리카
공간			130.0000			
		편심 (1)				
420	무 한 대		-64.5000	180.3457		반 사
422	-210.7910 CX	380.1625 CX	-43.1418	181.6672	178.0170	실리카
공간			-15.8065			
424	300.1724 CC	-123.4555 CC	-12.0000	166.7278	153.3103	실리카
공간			- 3.8871			
426	-126.8951 CX	972.6391 CX	-41.3263	154.8530	151.8327	실리카
공간			- 1.5000			
428	-626.4905 CX	-116.6456 CC	-12.0000	147.6711	136.1163	실리카
공간			-31.8384			
430	무 한 대	무 한 대	-74.0000	137.2448	200.1127	실리카
		편심 (2)				
436	무 한 대			200.1127		반 사
430	무 한 대	무 한 대	74.0000	200.1127	200.1127	실리카
공간			2.0000			
432	무 한 대	무 한 대	6.0000	148.6188	149.0707	실리카
공간			14.4638			
조리개				149.6392		
434	비 구 면		-14.4638	149.6392		반 사
432	무 한 대	무 한 대	- 6.0000	144.8563	141.2737	실리카
공간			- 2.0000			
430	무 한 대	무 한 대	-74.0000	139.3606	117.3979	실리카
		편심 (3)				
430	무 한 대	무 한 대	-61.0000	117.3979	100.5074	실리카
공간			- 2.0000			
438	무 한 대	무 한 대	- 4.5000	99.6617	98.4157	실리카
공간			- 1.2000			
440	-157.8776 CX	2282.2178 CX	-13.7501	94.8267	91.8775	실리카
공간			- 1.2000			
442	-94.0059 CX	-466.6659 CC	-13.4850	82.8663	78.1418	실리카
공간			- 1.2000			
444	-147.2485 CX	-77.8924 CC	-22.2075	72.7262	50.6555	실리카
공간			- 3.2091			
446	-159.2880 CX	-519.4850 CC	-13.8321	49.5648	39.0473	실리카
공간			- 0.2000			
448	-129.3683 CX	-426.7350 CC	- 6.1500	37.3816	32.4880	실리카
공간	상 거리 =		- 4.0000			
450	상	무 한 대			26.5003	

표 1 아래의 방정식 (1)에서 사용된 비구면경(434)에 대한 상수는 다음과 같다.

CURV = -0.00332614

K = 0.000000

A = -4.32261E - 10

B = 3.50228E - 14

C = 7.13264E - 19

D = 2.73587E - 22

상기 실시예 4는 248.4 나노미터로 중심일치된 방사선에 대하여 효과적으로 이용된다. 융합된 실리카의 단일 굴절재료 및 큰 굴절력은 제4도에서 도시된 실시예의 스펙트럼 대폭을 제한한다. 그러나, 실시예 4는 앞의 3개의 실시예에서와 같은 0.7이 아닌 0.63의 최대 개구수를 지니기 때문에, 실시예 4는 300 피코미터, 바람직하게는 100 피코미터의 스펙트럼 전 - 폭 - 절반 - 최대대폭 (full - width - half - maximum bandwidth)에 대하여 수용가능한 상을 제공한다. 따라서, 전자에서는 비한정된 엑시머레이저가, 또는 후자에서는 한정된 엑시머레이저가 조명원 (illumination source)으로 사용될 수 있다.

실시예 4의 제1 렌즈그룹 및 제2 렌즈그룹의 순배율 (net power)이 선행하는 3가지 실시예에서와 같이 약간 부라기보다는 약간 정이라는 점에서 실시예 4는 선행 3가지 실시예와 다르다. 더욱이, 실시예 4는 제1 렌즈그룹과 제2 렌즈그룹의 전체적인 초점 배율이 정 또는 부가 될 수 있으며 무한대 떨어진 입사동공이 요면경 (434)에 또는 그 주변에 상이 맺히도록 한다.

제5도는 본 발명의 광학축소시스템의 실시예 5를 도시한다. 이 실시예는 0.60의 개구수를 지니며, 248.4 나노미터로 중심일치된 300 피코미터의 스펙트럼 대폭에서 작동하는 것이 바람직하다. 긴 공역단부로부터, 실시예 5는 피사체 또는 레티클평면 (510), 제1 렌즈그룹(LG1), 접안경(520), 제2 렌즈그룹(LG2), 비임분할기 입방체(530), 제1의 1/4 파장판(532), 요면경(534), 제2의 1/4 파장판(538) 및 제3 렌즈그룹(LG3)을 포함한다. 상은 상 또는 웨이퍼 평면에 형성된다.

제1 렌즈그룹(LG1)은 셸(512), 정렌즈(514) 및 부렌즈(516)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 및 정렌즈(518)를 포함한다. 제2 렌즈그룹은 정렌즈(522), 부렌즈(524) 및 정렌즈(526)를 포함하는 이격된 이중렌즈, 및 부렌즈(528)를 포함한다. 제3 렌즈그룹(LG3) 및 2개의 정렌즈(540 및 542), 셸(544), 및 2개의 정렌즈(546 및 548)를 포함한다. 더욱이, 제1도에 도시된 실시예에서와 같이, 제5도의 점안경(520)은 본 발명의 작동에 반드시 필요한 것은 아니지만, 피사체 및 상평면이 상호간에 평행하게하여, 사진석판인쇄술을 사용하는 반도체 제조장치에 대하여 편리함을 제공한다.

제5도에 도시된 실시예 5의 구성자료가 아래의 표 5에 제시된다.

표 5

요 소 번 호	곡률반경 (mm) 앞	곡률반경 (mm) 뒤	두 께 (mm)	개구직경 (mm) 앞	개구직경 (mm) 뒤	렌 즈
510	무 한 대		62.7514			
512	-136.1154 CC	-152.5295 CX	16.8300	120.7552	129.4354	실리카
공간			4.5206			
514	-270.1396 CC	-191.8742 CX	20.5341	132.9152	139.0377	실리카
공간			90.8476			
516	-188.9000 CC	-284.7476 CX	17.5000	156.1938	165.6567	실리카
공간			2.9700			
518	433.8174 CX	-841.5599 CX	25.8293	173.8279	174.8334	실리카
공간			149.4549			
		편심 (1)				
520	무 한 대		-61.0000	177.2183		반 사
522	-190.3251 CX	-8413.4836 CX	-34.4584	178.5071	174.2260	실리카
공간			-51.5487			
524	690.5706 CC	-146.4997 CC	-11.8800	150.4109	141.8021	실리카
공간			-10.6267			
526	-265.9886 CX	1773.5314 CX	-24.1851	142.1592	141.2400	실리카
공간			- 1.5000			
528	-244.9899 CX	-142.8558 CC	-11.8800	139.3290	133.8967	실리카
공간			-21.6411			
530	무 한 대	무 한 대	-71.2800	134.3115	189.7826	실리카
		편심 (2)				
536	무 한 대			189.7826		반 사
530	무 한 대	무 한 대	71.2800	189.7826	189.7826	실리카
공간			1.9800			
532	무 한 대	무 한 대	5.9400	142.3429	142.6707	실리카
공간			18.5263			
정지				143.5034		

534	비 구 면		-18.5263	143.5034		반 사
532	무 한 대	무 한 대	- 5.9400	134.2788	130.9398	실리카
공간			- 1.9800			
530	무 한 대	무 한 대	-71.2800	130.1221	111.7247	실리카
		편심 (3)				
530	무 한 대	무 한 대	-60.4000	111.7247	98.1353	실리카
공간			- 1.9800			
538	무 한 대	무 한 대	- 4.4550	95.3562	94.2064	실리카
공간			- 1.1880			
540	-127.4561 CX	-1398.8019 CC	-13.0104	90.4737	87.7002	실리카
공간			- 1.1880			
542	-98.8795 CX	-424.1302 CC	-12.2874	80.7016	76.3270	실리카
공간			- 1.1880			
544	-132.0104 CX	-70.9574 CC	-17.8706	71.0789	53.4306	실리카
공간			- 3.1246			
546	-123.1071 CX	-585.4471 CC	-19.9496	52.6417	38.2256	실리카
공간			- 0.1980			
548	-137.8349 CX	-292.6179 CC	- 6.0885	36.7251	31.8484	실리카
공간	상 거리 =		- 4.0000			
550	상	무 한 대			26.5000	

표 1 아래의 방정식 (1)에서 사용된 비구면경(534)에 대한 상수는 다음과 같다.

CURV = -0.00325995

K = 0.000000

A = -6.91799E - 10

B = 5.26952E - 15

C = 6.10046E - 19

D = 1.59429 - 22

상기 실시예 5는 248.4 나노미터로 중심 일치된 방사선에 대하여 효과적으로 이용된다. 융합된 실리카의 단일 굴절재료 및 큰 굴절력은 제5도에 도시된 실시예의 스펙트럼 대폭을 제한한다. 그러나, 실시예 5는 앞의 3개의 실시예에서와 같은 0.7이 아닌 0.6의 최대 개구수를 지니기 때문에, 실시예 5는 300 피코미터의 스펙트럼 전 - 폭 - 절반 - 최대 대폭 (full - width - half - maximum bandwidth)에 대하여 수용가능한 상을 제공한다. 따라서, 비한정된 엑시머 레이저가 조명원으로 사용될 수 있다.

실시예 5의 제1 렌즈그룹 및 제2 렌즈그룹의 순배율이 선행하는 3가지 실시예에서와 같이 약간 부 라기보다는 약간 정이라는 점에서, 실시예 5는 선행 3까지 실시예와 다르다. 더욱이, 실시예 5는 제1 렌즈그룹과 제2 렌즈그룹의 전체적인 초점 배율이 정 또는 부가 될 수 있으며, 무한대 떨어진 입사동공이 요면경(534)에 또는 그 주변에 상이 맺히도록 한다.

적절한 실시예가 도시되고 설명되었지만, 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어나지 않고 다양한 수정이 가능하다는 점을 당업자들은 명백히 이해할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

비교적 높은 개구수 (high numerical aperture)를 지니는 반사굴절식 광학축소 시스템 (catadioptric optical reduction system)에 있어서, 긴 공역단부 (long conjugate end)로부터 짧은 공역단부까지, 부배율 (negative power)을 제공하기 위한 제1 렌즈수단 ; 비임분할기 (beamsplitter) ; 요면경 (concave mirror) ; 및 정배율 (positive power)을 제공하기 위한 제2 렌즈수단을 포함하며, 상기 제1 렌즈수단의 부배율은, 상기 요면경 또는 그 근처에 위치한 개구조리개에, 무한대에 위치한 입사동공 (entrance pupil)의 상이 맺히게 하며, 상기 제2 렌즈수단의 정배율이 시스템의 실질적으로 모든 배율을 제공하고 출사동공 (exit pupil)의 상이 무한대에 맺히게 하는 것을 특징으로 하는 반사굴절식 광학축소 시스템.

청구항 2.

긴 공역단부로부터 짧은 공역단부까지, 정배율의 제1 렌즈그룹 ; 부배율의 제2 렌즈그룹 ; 비임분할기 ; 1/4 파장판 ; 요면경 ; 및 정배율의 제3 렌즈그룹을 포함하며, 상기 제1 렌즈 그룹의 정배율은 상기 요면경 또는 그 근처에 위치한 개구조리개에, 상기 제2 렌즈그룹을 통해, 무한대에 위치한 입사동공의 상이 맺히게 하며, 상기 제2 렌즈그룹의 부배율이 상기 요면경을 위한 필요공역을 제공하며, 상기 제3 렌즈그룹의 정배율은 전체시스템 배율의 나머지를 제공하고 출사동공의 상이 무한대에서 맺히게 하는 것을 특징으로 하는 반사굴절식 광학축소 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 비임분할기와 상기 요면경 사이에 배치된 제1의 1/4 파장판을 더 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 비임분할기와 상기 제3 렌즈그룹 사이에 배치된 제2의 1/4 파장판을 더 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 5.

제2항에 있어서, 상기 제1 렌즈그룹은 적어도 2개의 다른 재료로 형성된 반사요소들을 포함하며 ; 상기 제2 렌즈그룹은 적어도 2개의 다른 재료로 형성된 반사요소들을 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 6.

제2항에 있어서, 상기 제1 렌즈그룹은 적어도 하나의 정배율렌즈 ; 실질적으로 영 배율의 제1 렌즈 ; 및 제1의 2중렌즈를 포함하므로써, 상기 적어도 하나의 정배율렌즈는 상기 요면경 근처의 개구조리개에, 무한대에 위치한 입사동공의 상이 맺히게 하며, 상기 실질적으로 영배율의 제1 렌즈 및 상기 제1의 2중렌즈는 비점수차, 시야 굴곡 (field curvature), 및 뒤틀림과 같은 수차를 교정하는데 도움을 주는 광학축소 시스템.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 제1 렌즈는 공기 이격된 2중렌즈인 광학축소 시스템.

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 제2 렌즈그룹은 적어도 하나의 부배율 렌즈 ; 정렌즈 ; 및 제2의 2중렌즈를 포함하므로써, 상기 적어도 하나의 부배율렌즈는 상기 비임분할기 및 상기 요면경에 대하여 발산하는 비임을 제공하며, 상기 정렌즈는 측면색채 교정을 제공하며, 상기 제2의 2중렌즈는 구면수차 및 코마(coma)를 교정하는데 도움을 주는 광학축소 시스템.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 제3 렌즈그룹은 적어도 하나의 제1 정배율렌즈 ; 실질적으로 영배율의 제2 렌즈 ; 및 상기 적어도 하나의 제1 정배율렌즈보다 배율이 약한, 적어도 2개의 제2 정배율렌즈를 포함하므로써, 상기 적어도 하나의 제1 정배율렌즈는 상 및 출사동공 및 무한대에 놓은 개구수를 제공하며, 상기 실질적으로 영배율의 제2 렌즈 및 상기 적어도 2개의 제2 정배율렌즈는 고차의 수차교정을 제공하는 광학축소 시스템.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 제2 렌즈는 초경 2중렌즈인 광학축소 시스템.

청구항 11.

제2항에 있어서, 상기 제1 렌즈그룹과 상기 제2 렌즈그룹 사이에 배치된 접안경 (folding mirror)을 더 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 요면경은 비구면인 광학축소 시스템.

청구항 13.

제1항에 있어서, 상기 제1 렌즈수단 및 상기 제2 렌즈수단은 적어도 2개의 다른 재료로 형성된 반사요소들을 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 14.

하기 표 1의 구성 데이타에 따른 구조를 포함하는 광학축소 시스템.

표 1

요 소 번 호	곡률반경 (mm) 앞	곡률반경 (mm) 뒤	두 께 (mm)	개구직경 (mm) 앞	개구직경 (mm) 뒤	렌 즈
10	무 한 대		63.3853			
12	-158.7745	-177.8880	15.0000	124.0478	131.7725	실리카
공간			36.1130			
14	-556.6911	-202.0072	22.2126	148.3881	152.5669	실리카
공간			38.7188			
16	-183.7199	-558.8803	15.0000	156.5546	166.5750	실리카
공간			10.0674			
18	427.2527	-612.2450	28.8010	177.4010	179.0292	실리카
공간			132.3320			
20	무 한 대		-74.0000	184.6402		반 사
22	-240.4810	2050.9592	-33.3135	168.4055	185.3395	실리카
공간			-29.3434			
24	421.7829	-145.6176	-12.0000	175.5823	169.0234	실리카
공간			- 4.2326			
26	-150.4759	472.0653	-46.5091	171.4244	169.9587	실리카
공간			- 2.0000			
28	-1472.2790	-138.2223	-15.0000	165.3586	154.8084	실리카
공간			-27.2060			
30	무 한 대	무 한 대	-91.8186	155.6662	253.0917	실리카
36	무 한 대			253.0917		반 사
30	무 한 대	무 한 대	91.8186	253.0917	253.0917	실리카
공간			2.0000			
32	무 한 대	무 한 대	6.0000	185.8693	186.8401	실리카
공간			17.9918			
조리개				188.0655		
34	비 구 면		-17.9918	188.0655		반 사
32	무 한 대	무 한 대	- 6.0000	183.5471	180.1419	실리카
공간			- 2.0000			
30	무 한 대	무 한 대	-91.8186	178.3346	149.2832	실리카
30	무 한 대	무 한 대	-70.0000	149.2832	128.8604	실리카
공간			- 2.0000			
38	무 한 대	무 한 대	- 4.5000	127.9681	126.6552	실리카
공간			- 0.7500			
40	-175.1330	1737.4442	-17.7754	121.4715	118.2689	실리카
공간			- 0.7500			
42	-108.8178	-580.1370	- 18.2407	104.5228	97.7967	실리카
공간			- 0.7500			
44	-202.2637	-66.6025	-31.1216	91.7061	57.4968	실리카
공간			- 2.3507			
46	-122.1235	-488.7122	-17.9476	56.4818	41.1675	실리카
공간			- 0.2000			
48	-160.8506	-360.1907	- 6.1500	39.4528	33.5764	실리카
공간			- 4.000			
50	무 한 대			26.5019		

청구항 15.

비교적 높은 개구수를 지니는 반사굴절식 광학축소 시스템에 있어서, 긴 공역단부로부터 짧은 공역단부까지, 제1의 2중 렌즈 ; 제1 정렌즈 ; 제2 정렌즈 ; 셀 ; 제3 정렌즈 ; 제1 부렌즈 ; 제4 정렌즈 ; 제2 부렌즈 ; 비임분할기 입방체 ; 제1의 1/4 파장판 ; 요면경 ; 제2의 1/4 파장판 ; 제5의 정렌즈 ; 제2의 2중 렌즈 ; 제6 정렌즈 ; 및 제3의 2중 렌즈를 포함하며, 상기 구성요소들은 시스템으로 입사하는 방사선이 상기 제1의 2중렌즈, 상기 제1 정렌즈, 상기 제2 정렌즈, 상기 셀, 상기 제3 정렌즈, 상기 제1 부렌즈, 상기 제2 부렌즈, 상기 비임분할기 입방체, 상기 제1의 1/4 파장판을 통과하고, 상기 요면경에 의해 반사되고, 다시 상기 제1의 1/4 파장판 및 상기 비임분할기 입방체를 통과하고, 상기 제2의 1/4 파장판, 상기 제5 정렌즈, 상기 제2의 2중 렌즈, 상기 제6 정렌즈 및 상기 제3의 2중 렌즈를 통과하도록 배치되는 반사굴절식 광학축소 시스템.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 셀과 상기 제3 정렌즈 사이에 배치된 접안경을 더 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 17.

제16항에 있어서, 하기 표 2의 구성 데이타에 따른 구조를 지니는 광학축소 시스템.

표 2

요 소 번 호	곡률반경 (㎜) 앞	곡률반경 (㎜) 뒤	두 께 (㎜)	개구직경 (㎜) 앞	개구직경 (㎜) 뒤	렌 즈
10	무 한 대		60.4852			
112	-205.5158	539.1791	15.2158	124.0926	137.3346	실리카
공간			8.8054			
114	2080.9700	-210.6539	32.4984	142.6149	151.7878	실리카
공간			1.2676			
116	310.4463	700.3748	40.7304	162.4908	165.2126	CaF1
공간			0.5000			
118	634.1820	-798.8523	27.5892	165.4595	166.4747	실리카
공간			0.5000			
120	1480.0597	1312.1247	25.4322	168.7516	164.7651	실리카
공간			136.2343			
122	무 한 대		-74.0000	161.9590		반 사
124	-761.9176	1088.9351	-19.2150	160.3165	159.2384	실리카
공간			-19.9465			
126	648.8361	-202.5872	-12.0000	155.1711	153.0635	CaF1
공간			-7.6304			

128	-400.4276	458.5060	-25.8769	153.0635	153.8055	실리카
공간			-2.0000			
130	-818.0922	-168.5034	-27.5927	152.6663	147.5200	CaF1
공간			-20.5014			
132	무 한 대	무 한 대	-91.7553	148.6158	252.7349	실리카
138	무 한 대			252.7349		반 사
132	무 한 대	무 한 대	91.7553	252.7349	252.7349	실리카
공간			2.0000			
134	무 한 대	무 한 대	6.0000	185.8070	187.0026	실리카
공간			18.1636			
조리개				188.5681		
136	비 구 면		-18.1636	188.5681		반 사
134	무 한 대	무 한 대	- 6.0000	184.2566	181.1084	실리카
공간			- 2.0000			
132	무 한 대	무 한 대	-91.7553	179.3838	151.7747	실리카
132	무 한 대	무 한 대	-70.0000	151.7747	133.3985	실리카
공간			- 2.0000			
140	무 한 대	무 한 대	- 4.5000	132.5690	131.3876	실리카
공간			- 0.5000			
142	-112.0665	-597.6805	-21.4866	123.4895	119.2442	실리카
공간			- 0.5000			
144	-116.3137	282.3140	-24.0940	107.8451	101.2412	CaF1
146	282.3140	- 66.5293	-13.7306	101.2412	72.6862	실리카
공간			- 2.6346			
148	- 77.2627	-374.4800	-17.9594	72.0749	62.7659	실리카
공간			- 0.5452			
150	-130.1381	- 57.1295	-20.8147	58.9696	37.4889	실리카
152	- 57.1295	-7305.8777	- 6.1425	37.4889	34.3156	CaF1
공간			- 4.0000			
상	무 한 대			26.4992		

청구항 18.

비교적 높은 개구수를 지니는 반사굴절식 광학축소 시스템에 있어서, 긴 공역단부로부터 짧은 공역단부까지, 제1의 2중 렌즈 ; 제2의 2중 렌즈 ; 제1 정렌즈 ; 제2 정렌즈 ; 제1 부렌즈 ; 제3 정렌즈 ; 제2 부렌즈 ; 비임분할기 입방체 ; 제1의 1/4 파장판 ; 요면경 ; 제2의 1/4 파장판 ; 제4 정렌즈 ; 제3의 2중 렌즈 ; 제5 정렌즈 ; 셸 ; 및 제6 정렌즈를 포함하며, 상기 구성요소들은, 시스템내로 입사하는 방사선이 상기 제1의 2중렌즈, 상기 제2의 2중렌즈, 상기 제1 정렌즈, 상기 제2 정렌즈, 상기 제1 부렌즈, 상기 제3 정렌즈, 상기 제2 부렌즈, 상기 비임분할기 입방체, 상기 제1의 1/4 파장판을 통과하고, 상기 요면경에 의해 반사되고, 다시 상기 제1의 1/4 파장판 및 상기 비임분할기 입방체를 통과하고, 상기 제2의 1/4 파장판, 상기 제4 정렌즈, 상기 제3의 2중 렌즈, 상기 제5 정렌즈, 상기 셸 및 상기 제6 정렌즈를 통과하도록 배치되는 반사굴절식 광학축소 시스템.

청구항 19.

제18항에 있어서, 상기 제1 정렌즈와 상기 제2 정렌즈 사이에 배치된 접안경을 더 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 20.

제19항에 있어서, 하기 표 3의 구성 데이타에 따른 구조를 지니는 광학축소 시스템.

표 3

요소 번호	곡률반경 (㎜) 앞	곡률반경 (㎜) 뒤	두께 (㎜)	개구직경 (㎜) 앞	개구직경 (㎜) 뒤	렌즈
10	무한대		59.2960			
212	-620.7809	361.8305	20.2974	125.9406	134.7227	PBM2Y
공간			2.6174			
214	515.7935	-455.1015	39.8858	135.3384	145.6015	PBM2Y
공간			14.7197			
216	431.3189	-239.4002	36.9329	155.6269	157.3014	BSL7Y
공간			0.5000			
218	-259.6013	685.3286	26.3534	156.9363	162.2451	PBM2Y
공간			1.4303			
220	361.5709	-1853.2955	23.3934	168.7516	165.1801	BAL15Y
공간			131.8538			
222	무한대		-77.8469	169.9390		반사
224	-429.2950	455.4247	-32.3086	173.0235	171.1102	PBL6Y
공간			-27.6206			
226	401.0363	-180.0031	-12.0000	159.3555	154.7155	BSL7Y
공간			- 5.6227			
228	-258.4722	1301.3764	-26.1321	154.7155	154.1517	PBM8Y
공간			-2.0000			
230	-1282.8931	-180.2226	-12.0000	153.1461	149.4794	BSL7Y
공간			-19.7282			
232	무한대	무한대	-91.7349	150.4585	252.6772	실리카
238	무한대			252.6772		반사
232	무한대	무한대	91.7349	252.6722	252.6772	실리카
공간			2.0000			
234	무한대	무한대	6.0000	185.6435	186.7758	실리카
공간			18.2715			
조리개				188.1745		
236	비구면		-18.2715	188.1745		반사
234	무한대	무한대	- 6.0000	183.6393	180.1377	실리카
공간			- 2.0000			
232	무한대	무한대	-91.7349	178.3236	147.9888	실리카
232	무한대	무한대	-70.0000	147.9888	126.9282	실리카
공간			- 2.0000			
240	무한대	무한대	- 4.5000	126.0289	124.6750	실리카
공간			- 0.5000			
242	-119.8912	-610.6840	-18.6508	117.5305	113.4233	BSM51Y
공간			- 0.5000			
244	-114.1327	384.9135	-21.1139	102.6172	96.4137	BSL7Y
246	384.9135	- 70.2077	-13.0576	96.4137	71.1691	PBL26Y
공간			- 2.8552			
148	- 85.7858	-400.3240	-16.9147	70.5182	61.2633	BSM51Y
공간			- 0.8180			
250	-151.5235	- 54.0114	-19.5810	57.6234	37.3909	BSM51Y
252	- 54.0114	-2011.1057	- 6.3947	37.3909	34.2119	PBL6Y
공간			- 4.0000			
상	무한대			26.5002		

청구항 21.

제1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 또는 14항중 어느 한 항에 있어서, 상기 비임분할기는 입방체인 광학축소 시스템.

청구항 22.

제1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 또는 14항중 어느 한 항에 있어서, 상기 개구조리개는 상기 비임분할기와 상기 요면경 사이에 있는 광학축소 시스템.

청구항 23.

제22항에 있어서, 가변성 개구가 상기 비임분할기와 상기 요면경 사이에 배치되는 광학축소 시스템.

청구항 24.

제1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 또는 14항중 어느 한 항에 있어서, 상기 요면경은 전체 시스템 축소비의 1.6 내지 2.7배의 축소비를 포함하는 광학축소 시스템.

청구항 25.

비교적 높은 개구수를 지니는 반사 굴절식 광학축소 시스템에 있어서, 긴 공역단부로부터 짧은 공역단부까지, 정배율의 제1 렌즈그룹 ; 부배율의 제2 렌즈그룹 ; 비임분할기 ; 요면경 ; 정배율의 제3 렌즈그룹 ; 상기 비임분할기 입방체와 상기 요면경 사이에 배치된 제1의 1/4 파장판 ; 및 상기 비임분할기 입방체와 상기 제3 렌즈그룹 사이에 배치된 제2의 1/4 파장판을 포함하며, 상기 제1 및 제2 렌즈그룹의 정배율은 조합하여 상기 요면경 또는 그 근처에 위치한 개구조리개에, 무한대에 위치한 입사동공의 상이 맺히게 하며, 상기 제2 렌즈그룹의 부배율은 상기 요면경에 대한 정확한 공역을 제공하며, 상기 제3 렌즈그룹의 정배율은 전체 시스템 배율의 잔여부를 제공하고 출사동공의 상이 무한대에 맺히게 하는 것을 특징으로 하는 반사 굴절식 광학축소 시스템.

청구항 26.

제25항에 있어서, 상기 제1의 1/4 파장판 및/또는 제2의 1/4 파장판은 정 영 (true zero) 등급 1/4 파장판들인 광학축소 시스템.

청구항 27.

비교적 높은 개구수를 지니는 반사 굴절식 광학축소 시스템에 있어서, 긴 공역단부로부터 짧은 공역단부까지, 정배율의 제1 렌즈그룹 ; 부배율의 제2 렌즈그룹 ; 비임분할기 ; 요면경 ; 정배율의 제3 렌즈그룹을 포함하며, 상기 구성요소들은 시스템에 입사하는 방사선이 상기 제1 렌즈그룹, 상기 제2 렌즈그룹, 상기 비임분할기 입방체를 통과하며, 상기 요면경에 의해 반사되고, 상기 비임분할기를 통과하고, 상기 제3 렌즈그룹을 통과하도록 배치되는 반사굴절식 광학축소 시스템.

청구항 28.

제2항에 있어서, 하기 표 4의 데이타에 따른 구조를 지니는 광학축소 시스템.

표 4

요소 번호	곡률반경 (㎜) 앞	곡률반경 (㎜) 뒤	두께 (㎜)	개구직경 (㎜) 앞	개구직경 (㎜) 뒤	렌즈
410	무한대		63.3853			
412	-183.5661 CC	-215.7867 CX	17.0000	122.8436	130.6579	실리카
공간			46.6205			
414	-601.1535 CC	-230.9702 CX	21.4839	149.1476	153.3103	실리카
공간			68.8075			
416	-195.1255 CC	-345.4510 CX	15.0000	161.6789	170.1025	실리카
공간			3.0000			
418	435.8058 CX	-1045.1785 CX	24.9351	177.4520	178.2672	실리카
공간			130.0000			
		편심 (1)				
420	무한대		-64.5000	180.3457		반사
422	-210.7910 CX	380.1625 CX	-43.1418	181.6672	178.0170	실리카
공간			-15.8065			
424	300.1724 CC	-123.4555 CC	-12.0000	166.7278	153.3103	실리카
공간			- 3.8871			
426	-126.8951 CX	972.6391 CX	-41.3263	154.8530	151.8327	실리카
공간			- 1.5000			
428	-626.4905 CX	-116.6456 CC	-12.0000	147.6711	136.1163	실리카
공간			-31.8384			
430	무한대	무한대	-74.0000	137.2448	200.1127	실리카
		편심 (2)				
436	무한대			200.1127		반사
430	무한대	무한대	74.0000	200.1127	200.1127	실리카
공간			2.0000			
432	무한대	무한대	6.0000	148.6188	149.0707	실리카
공간			14.4638			
조리개				149.6392		
434	비구면		-14.4638	149.6392		반사
432	무한대	무한대	- 6.0000	144.8563	141.2737	실리카
공간			- 2.0000			
430	무한대	무한대	-74.0000	139.3606	117.3979	실리카
		편심 (3)				
430	무한대	무한대	-61.0000	117.3979	100.5074	실리카
공간			- 2.0000			
438	무한대	무한대	- 4.5000	99.6617	98.4157	실리카
공간			- 1.2000			
440	-157.8776 CX	2282.2178 CX	-13.7501	94.8267	91.8775	실리카
공간			- 1.2000			
442	-94.0059 CX	-466.6659 CC	-13.4850	82.8663	78.1418	실리카
공간			- 1.2000			
444	-147.2485 CX	-77.8924 CC	-22.2075	72.7262	50.6555	실리카
공간			- 3.2091			
446	-159.2880 CX	-519.4650 CC	-13.8321	49.5648	39.0473	실리카
공간			- 0.2000			
448	-129.3683 CX	-426.7350 CC	- 6.1500	37.3816	32.4880	실리카
공간	상 거리 =		- 4.0000			
450	상	무한대			26.5003	

청구항 29.

제2항에 있어서, 하기 표 5의 데이타에 따른 구조를 지니는 광학축소 시스템.

표 5

요소 번호	곡률반경 (mm) 앞	뒤	두께 (mm)	개구직경 (mm) 앞	뒤	렌즈
510	무한대		62.7514			
512	-136.1154 CC	-152.5295 CX	16.8300	120.7552	129.4354	실리카
공간			4.5206			
514	-270.1396 CC	-191.8742 CX	20.5341	132.9152	139.0377	실리카
공간			90.8476			
516	-188.9000 CC	-284.7476 CX	17.5000	156.1938	165.6567	실리카
공간			2.9700			
518	433.8174 CX	-841.5599 CX	25.8293	173.8279	174.8334	실리카
공간			149.4549			
		편심 (1)				
520	무한대		-61.0000	177.2183		반사
522	-190.3251 CX	-8413.4836 CX	-34.4584	178.5071	174.2280	실리카
공간			-51.5487			
524	690.5706 CC	-146.4997 CC	-11.8800	150.4109	141.8021	실리카
공간			-10.6267			
526	-265.9886 CX	1773.5314 CX	-24.1851	142.1592	141.2400	실리카
공간			- 1.5000			
528	-244.9899 CX	-142.8558 CC	-11.8800	139.3290	133.8967	실리카
공간			-21.6411			
530	무한대	무한대	-71.2800	134.3115	189.7826	실리카
		편심 (2)				
536	무한대			189.7826		반사
530	무한대	무한대	71.2800	189.7826	189.7826	실리카
공간			1.9800			
532	무한대	무한대	5.9400	142.3429	142.6707	실리카
공간			18.5263			
정지				143.5034		
534	비구면		-18.5263	143.5034		반사
532	무한대	무한대	5.9400	134.2788	130.9398	실리카
공간			- 1.9800			

530	무한대	무한대	-71.2800	130.1221	111.7247	실리카
		편심 (3)				
530	무한대	무한대	-60.4000	111.7247	96.1353	실리카
공간			- 1.9800			
538	무한대	무한대	- 4.4550	95.3562	94.2064	실리카
공간			- 1.1880			
540	-127.4561 CX	-1398.8019 CC	-13.0104	90.4737	87.7002	실리카
공간			- 1.1880			
542	-98.8795 CX	-424.1302 CC	-12.2874	80.7016	76.3270	실리카
공간			- 1.1880			
544	-132.0104 CX	-70.9574 CC	-17.8706	71.0789	53.4396	실리카
공간			- 3.1246			
546	-123.1071 CX	-585.4471 CC	-19.9496	52.6417	38.2256	실리카
공간			- 0.1980			
548	-137.8349 CX	-292.6179 CC	- 6.0885	36.7251	31.8484	실리카
공간	상 거리 =		- 4.0000			
550	상	무한대			26.5000	

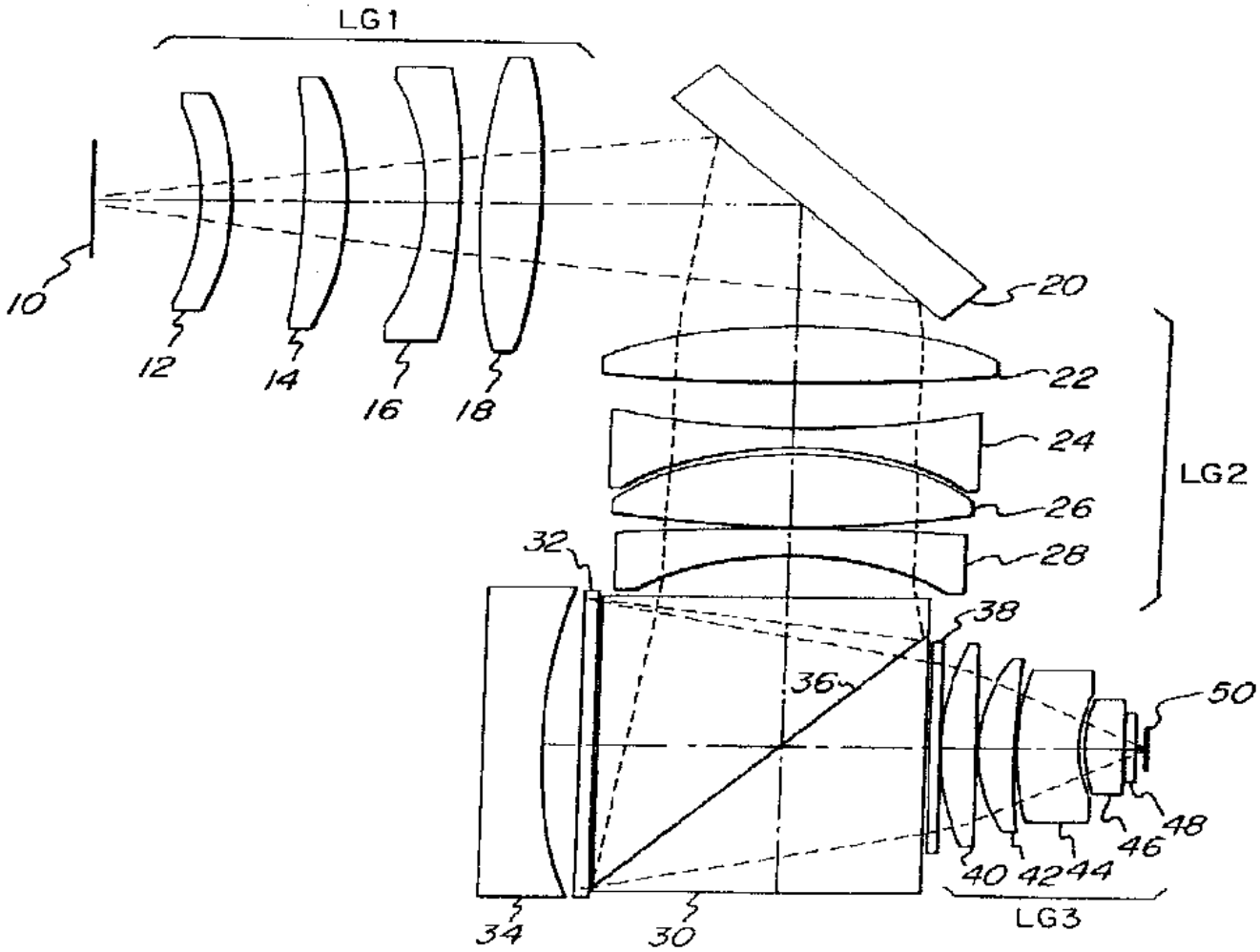
청구항 30.

물체 공간 (object space) 개구수를 지니는 반사굴절식 광학축소 시스템에 있어서, 긴 공역단부로부터 짧은 공역단부까지, 노출 (emerging) 개구수를 가지는 부배율을 제공하기 위한 제1 렌즈수단으로서, 상기 노출 개구수는 물체 공간 개구수보다 큰 제1 렌즈수단; 비임분할기; 요면경; 및 정배율을 제공하기 위한 제2 렌즈수단으로서, 상기 제2 렌즈수단의 정배율이 실질적으로 시스템의 모든 배율을 제공하고, 시스템의 출사동공의 상이 무한대에서 맺히게 하는 제2 렌즈

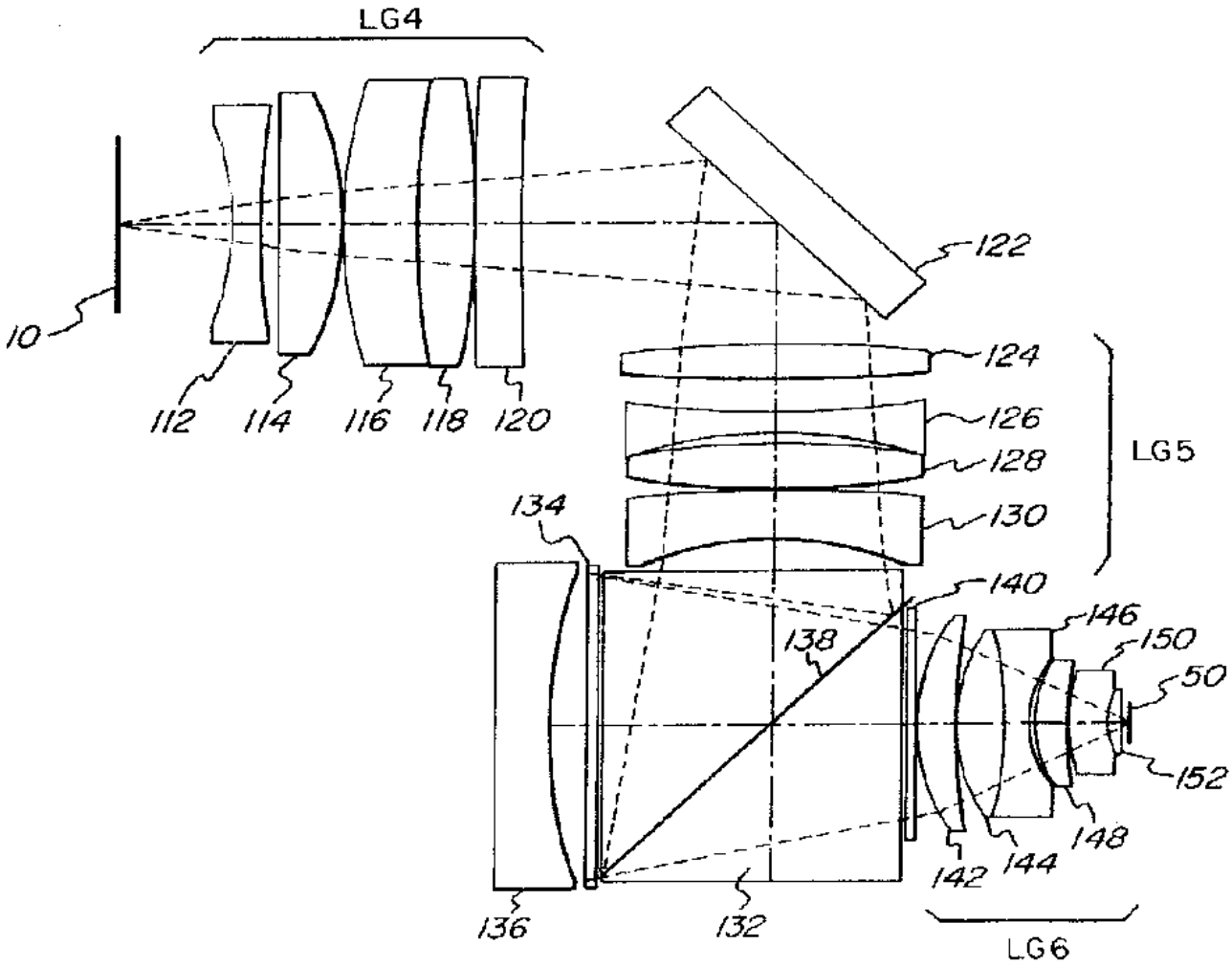
수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 반사굴절식 광학축소 시스템.

도면

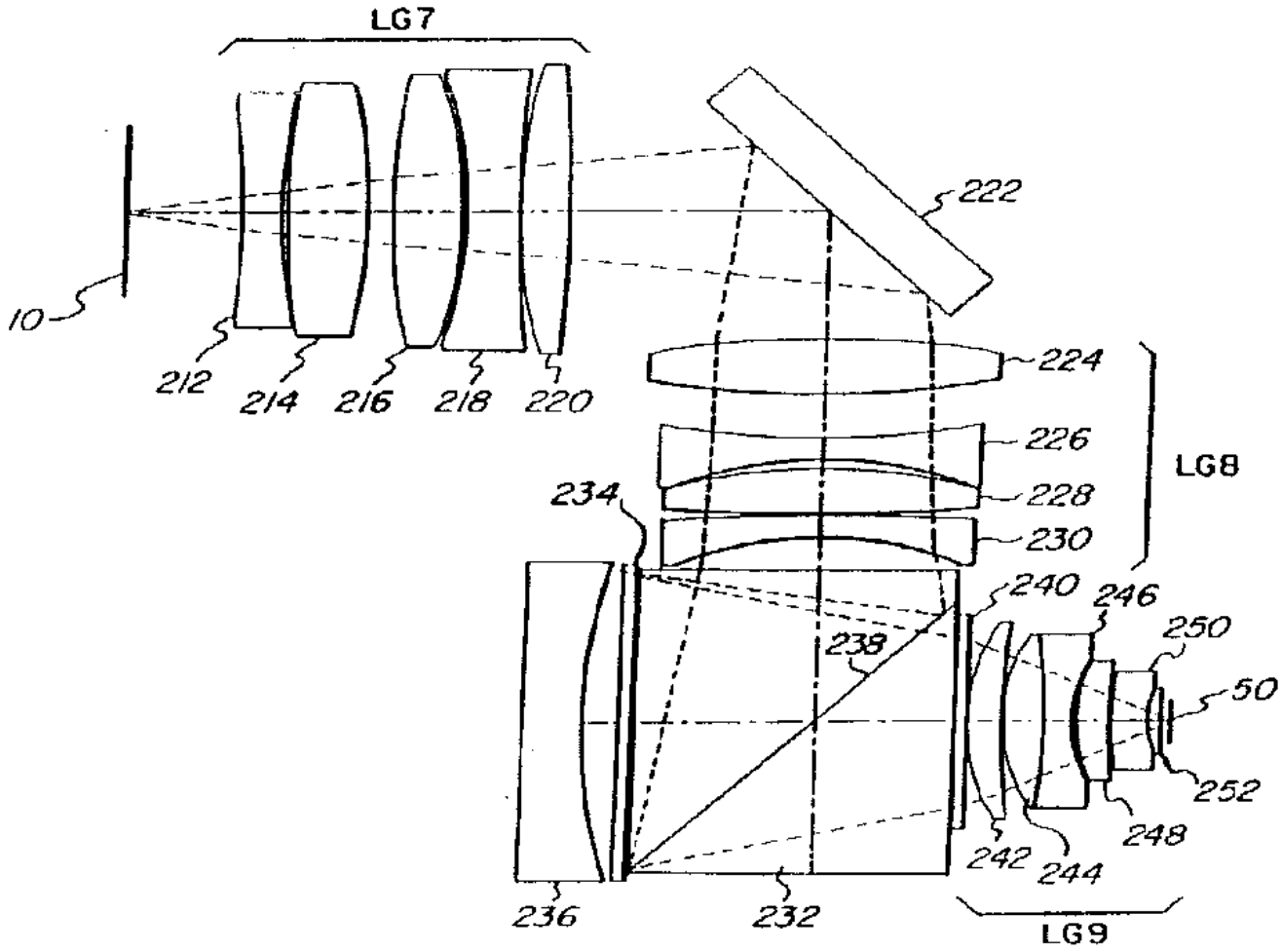
도면 1



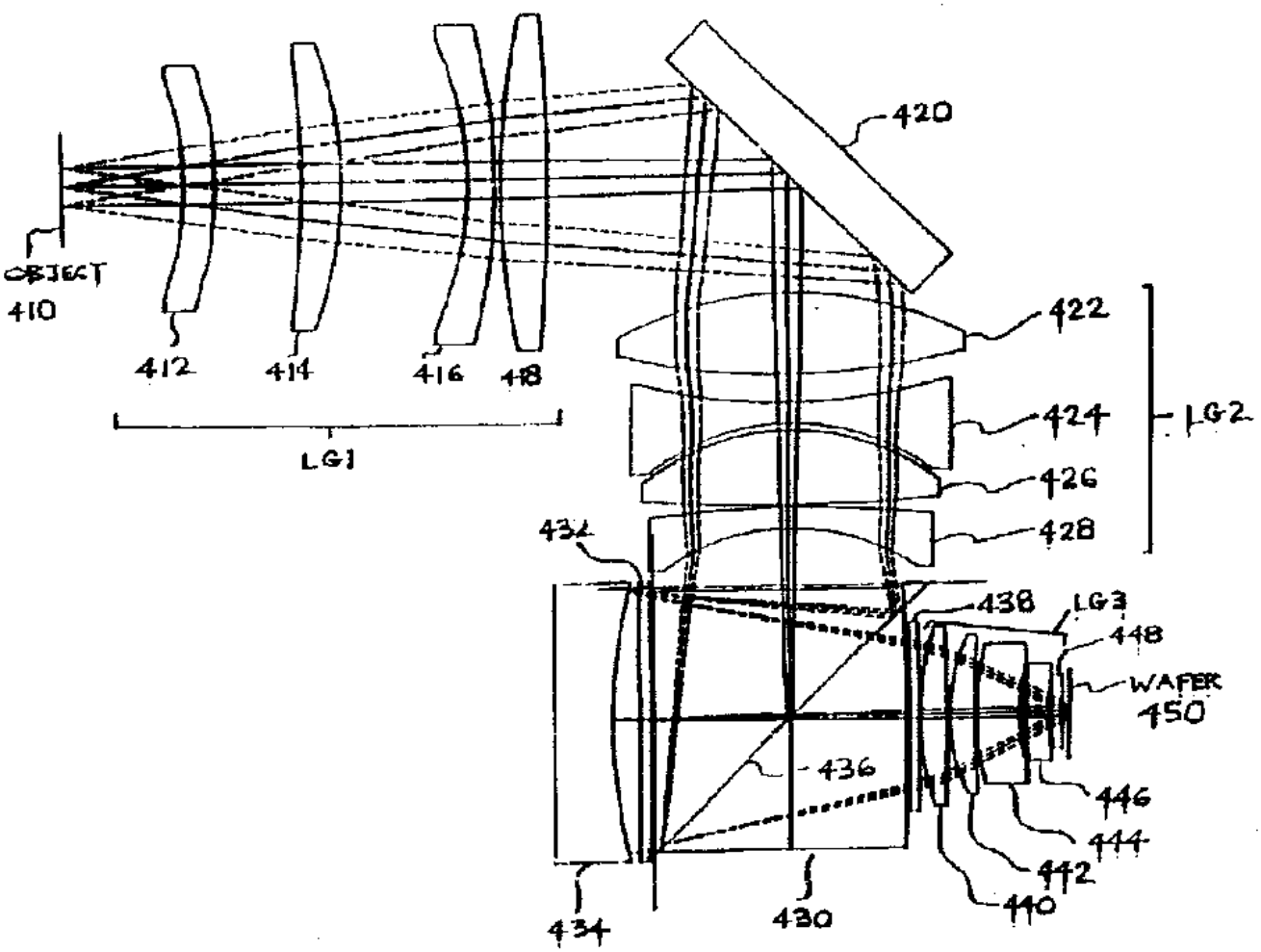
도면 2


LG4
10
112
114
116
118
120
122
124
126
128
130
LG5
134
140
146
150
50
152
138
148
142
144
136
132
LG6

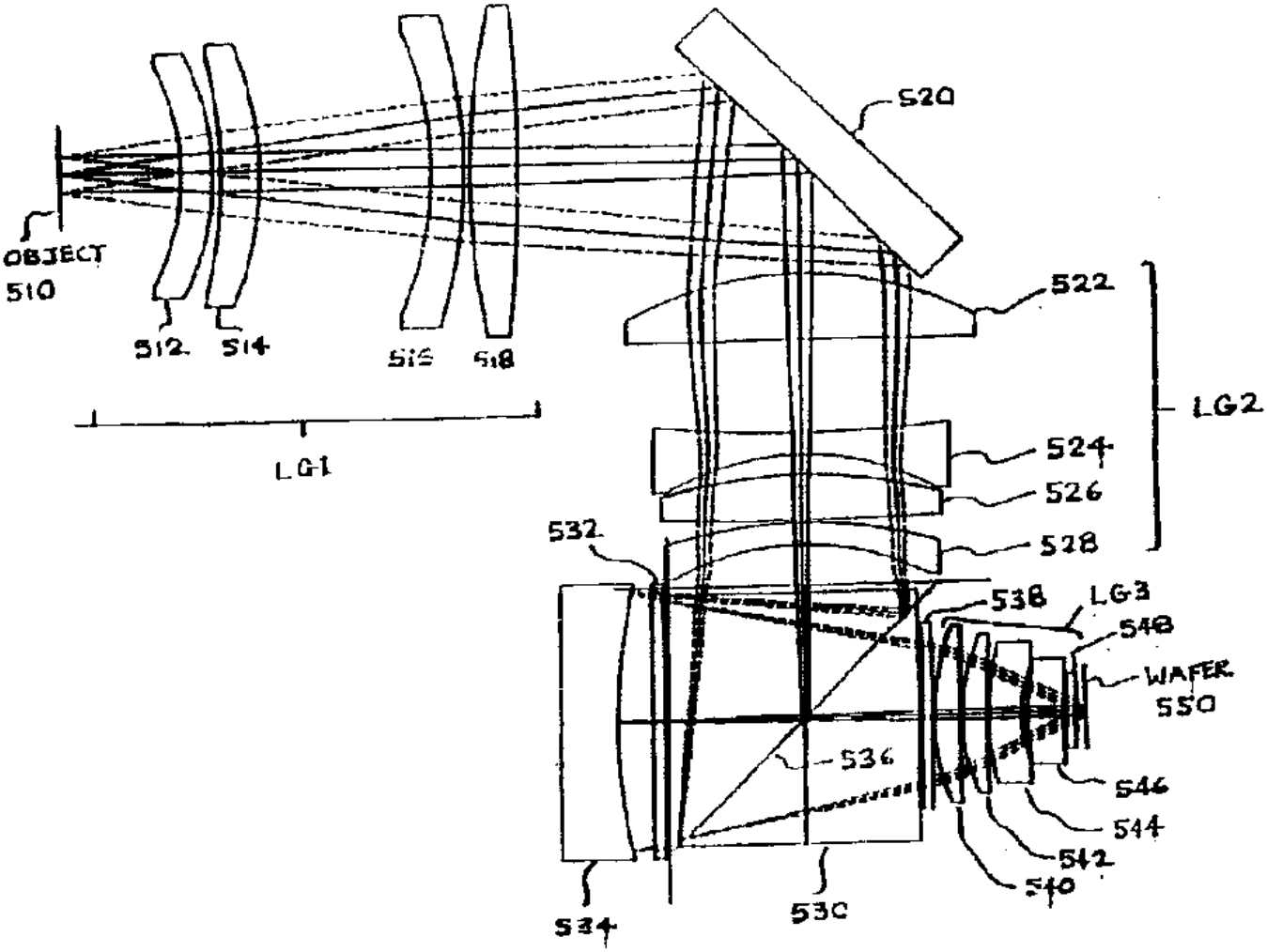
도면 3


LG7
10
212
214
216
218
220
222
224
226
228
230
LG8
234
240
246
250
50
238
252
248
242
244
236
232
LG9

도면 4


OBJECT
410
412
414
416
418
LG1
420
422
424
426
428
LG2
432
438
LG3
448
WAFER
450
436
446
444
442
440
434
430

도면 5


OBJECT
510
512
514
516
518
LG1
520
522
LG2
524
526
528
532
538
LG3
548
WAFER
550
536
546
544
542
540
534
530