

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>  
G02B 15/15

(45) 공고일자 1991년09월06일  
(11) 공고번호 특 1991-0006841

---

(21) 출원번호	특 1988-0006933	(65) 공개번호	특 1989-0000913
(22) 출원일자	1988년06월09일	(43) 공개일자	1989년03월17일

---

(30) 우선권주장	특원소 62-153803 1987년06월19일 일본(JP)
(71) 출원인	다이닛뽕스쿠링세이소오 가부시키가이샤 이시다 도쿠지로오 일본국 교오또후 교오또시 가미교오쿠 호리카와도오리 데라노우찌아가루 4쵸오메 텐징기다마찌 1반찌노 1

(72) 발명자  
와키모도젠키  
일본국 교오또후 교오또시 가미교오쿠 호리카와도오리 데라노우찌아가루  
4쵸오메 텐징기다마찌 1반찌노 1 다이닛뽕스쿠링세이소오 가부시키가이샤내  
하야시다카히사  
일본국 교오또후 교오또시 가미교오쿠 호리카와도오리 데라노우찌아가루  
4쵸오메 텐징기다마찌 1반찌노 1 다이닛뽕스쿠링세이소오 가부시키가이샤내  
(74) 대리인  
임석재, 강용복

**심사관 : 연길웅 (책자공보 제2452호)**

**(54) 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계**

**요약**

내용 없음.

**대표도**

**도1**

**영세서**

[발명의 명칭]

변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 관련된 텔레센트릭 결상 광학계의 원리를 설명하기 위한 선도.

제2도는 본 발명에 관련된 텔레센트릭 결상 광학계에 있어서의 구명수차를 고려한 선도.

제3도는 본 발명에 관련된 텔레센트릭 결상 광학계의 제1의 실시예를 나타낸 렌즈 구성도.

제4a, b, c도는 제1의 실시예에 있어서 결상배율을 변화시킨 경우의 각 수차 곡선도.

제5도는 본 발명의 제2의 실시예를 나타낸 렌즈 구성도.

제6a, b, c도는 제2의 실시예에 있어서 결상배율을 변화시킨 경우의 각 수차 곡선도.

제7도는 본 발명의 제3의 실시예를 나타낸 렌즈 구성도.

제8a, b, c도는 제3의 실시예에 있어서 결상배율을 변화시킨 경우의 각 수차 곡선도.

제9도는 본 발명의 제4의 실시예를 나타낸 렌즈 구성도.

제10a, b, c도는 제4의 실시예에 있어서 결상배율을 변화시킨 경우의 각 수차 곡선도.

제11는 레이저 플롯터 시스템의 외관 사시도.

제12도 레이저 플롯터의 노광 헤드의 종래예를 나타낸 사시도.

제13a도는 제12도의 노광 헤드의 텔레센트릭 결상 광학계를 발췌하여 나타낸 개략 렌즈 구성도.

제13b, c, d도는 각각 본 발명의 적용예를 나타낸 렌즈 구성의 설명도.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

S : 서짓탈 상면

M : 메리디오널 상면

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 주광선이 광축과 평행으로 입출사하는 텔레센트릭(Telecentric) 결상 광학계에 관한 것으로, 특히 결상배율을 변경할 수 있는 텔레센트릭 결상 광학계에 관한 것이다.

본 발명은 투영 검사기나, 광학 측정기에 이용할 수 있으며, 또한 광의의 노광장치나, 협의의 노광장치 예컨대 칼라 스캐너(Colour Scanner) 또는 레이저 플로터(Laser Plotter) 등의 레이저 노광장치의 결상 광학계에 이용할 수 있는 것이다.

정의 초점거리를 갖는 대물 렌즈의 후측 초점과, 동일하게 정의 초점거리를 갖는 접안렌즈의 전측 초점을 일치시킨 렌즈계는 망원경계로서 종래부터 이미 공지되어 있는 것이었다.

이 망원경계의 대물렌즈의 전측 초점근방에 물체를 위치시킨 경우 접안렌즈의 후측 초점근방에 도립 실상이 형성되고, 주광선이 광축과 평행으로 입출사하는 텔레센트릭 결상 광학계로 된다.

이 경우, 형성되는 실상의 물체에 대한 배율은 접안렌즈의 초점거리와 대물렌즈의 초점거리와의 비로 되고, 물체거리를 변화시켜도 결상배율이 변화하지 않는 특성이 있다.

이 특성을 이용하여 텔레센트릭 결상 광학계는 예컨대 일본국 특허공개 소51-96336호 공보에 개시된 바와 같이 치수정도가 정밀한 측정기의 광학계에서 이용하는 경우가 많은 것이다.

또한, 주광선이 광축과 평행으로 입출사하는 특성을 이용하여 전치렌즈계에 의하여 한번 결상된 공중상을 후치 렌즈계의 물체로서 그 상을 재차 작성하는 릴레이 렌즈로서도 이용되고 있다.

예컨대, 미국 특허출원번호 제33,582호에는 레이저 노광장치, 특히 레이저 플로터의 결상 광학계에 2단의 텔레센트릭 광학계를 이용한 기술이 개시되어 있다.

이와 같은 텔레센트릭 결상 광학계의 결상배율은 물체거리 및 상거리를 변경하여도 항상 일정하게 유지되고, 사용하는 렌즈의 초점거리의 조합에 의해서만 결정되어 진다.

따라서, 설계된 렌즈 내지 렌즈군에 가공오차가 있다든지, 조립시의 배열이나 조정에 오차가 있다든지 하여 설계시에 결정된 결상배율과는 상이한 배율로 되는 경우, 종래에는 이것을 설계를 통하여 수정하는 것은 곤란한 것이었다.

또한, 종래의 텔레센트릭 결상 광학계에 있어서는 물상간 거리를 일정하게 유지함과 동시에 주광선이 광축과 평행으로 입출사하는 상태를 유지한 채로 결상의 성능을 양호한 일정수준 이상으로 유지시켜서 변배비를 2배이상으로 변경시키는 것은 매우 곤란한 것이었다.

그러나, 종래에 있어서도 변배비를 1.5나 1.8 또는 높게는 2배까지 가능하게 되지만(상기 미국특허출원에 개시), 예컨대 레이저 플로터에 있어서 완성품의 정도의 조밀에 의하여 인화정도를 2배이상으로 바꾸면 아트워크를 특단으로 효율좋게 진행시킬 수 있기 때문에, 이전부터 결상성능을 열화시킴이 없이 2배이상의 변배비를 갖는 텔레센트릭 결상 광학계가 요망되어 왔었다.

본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 첫째로 렌즈의 가공오차등을 보상할 수 있도록 결상 배율의 수정이 가능한 텔레센트릭 결상 광학계를 제공하는 것을 목적으로 하고, 또한 둘째로는 결상 배율의 수정을 포함하고 결상성능을 2배 이상의 변배가 가능한 텔레센트릭 결상 광학계를 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 기본적으로 이하와 같이 구성된 것이다.

즉, 물체측으로부터 순차적으로 정의 초점거리  $f_1$ 를 갖는 제1군의 렌즈와, 정의 초점거리  $f_2$ 를 갖는 제2군의 렌즈와, 정의 초점거리  $f_3$ 를 갖는 제3군의 렌즈를 배열한 렌즈계에 있어서, 상기 제1군의 렌즈의 후측 초점에 그 전측 초점을 거의 일치하도록 상기 제3군 렌즈를 배치하고, 상기 제2군 렌즈를 적어도  $f_1/2 < f_2$  또한  $f_3/2 < f_2$ 의 관계를 만족하는 초점거리로 설정함과 동시에 광축에 연하여 이동가능하게 하고, 상기 양 초점을 거의 일치시킨 위치의 근방에 배치하여 구성되며, 물상간 거리를 거의 일정하게 유지하면서 주로 상기 제2군 렌즈를 광축에 연하여 이동시키는 것에 의하여 결상배율을 변경할 수 있도록 된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계인 것이다.

제2군 렌즈를 이동하면, 제1군 및 제2군 렌즈의 합성 초점위치가 변동된다. 텔레센트릭 광학계의 특성을 유지하기 위하여서는 그 변동량에 따라서 제3군 렌즈를 이동시켜서 그 전측 초점위치를 상기 합성 초점 위치에 일치시킬 필요가 있다.

그러나, 3군의 렌즈의 각각의 초점거리를 적절하게 선택하는 것에 의하여 제2군 렌즈의 이동량이 적은 경우에는 제1군 및 제2군 렌즈의 합성 초점위치의 변동량을 극히 미량으로 유지할 수 있어서 제3군 렌즈를 이동시킴이 없이 고정함에 있어서도 거의 텔레센트릭 광학계를 유지할 수가 있게 되는 것이다.

또한, 변배비를 2배이상 크게 변화시키기 위하여서는 제2군 렌즈의 이동을 크게할 필요가 있게 된다. 따라서, 적어도 제3군 렌즈를 광축에 연하여 이동가능하게 함과 동시에 제2군 렌즈의 초점거리  $f_2$ 를  $f_2 < 2f_1$  또한  $f_2 < 2f_3$ 의 관계를 제2군 관계를 만족하도록 하고, 상기 제2군 렌즈의 이동에 수난하여 이동하는 제1군 및 제2군 렌즈의 합성 후측 초점위치에 그 전측 초점이 항상 일치하도록 상기 제3군 렌즈를 이동시킨다.

이렇게 하여서 완전한 텔레센트릭 결상 광학계로 되기 때문에 이 경우 물체거리를 변경시켜도 결상 배율은 변화하지 않는다.

그러나, 물체거리를 변경시키면, 그 상위치도 변화하게 되어서, 각 배율에 따라서 물체거리를 적당하게 선택하면 결상배율이 어떻게 되는지 구애받지 않고 물체와 상간격을 일정하게 유지할 수가 있다.

이 경우 물체위치를 기준으로 하고, 또한 제1군 렌즈를 이동 가능하게 하면, 상위치는 변화하지 않고 완전한 텔레센트릭 줌 결상 광학계로 된다. 또한, 상위치를 기준으로 하는 경우, 제1군 렌즈는 반드시 이동 가능하게 할 필요가 없고, 이 광학계 전체를 광축에 연하여 이동가능하도록 구성하면 되는 것이다.

본 발명에 연관된 렌즈계는 실물체, 상을 대상으로 하는 결상 광학계인 것이어서 물체 및 상은 광학계의 외측, 즉 물체가 제1군 렌즈의 전방으로 위치됨과 동시에 상이 제3군 렌즈의 후방으로 존재하기 않으면 안되는 것이다.

따라서, 각군 렌즈의 초점거리  $f_1, f_2, f_3$ 는 적어도  $f_1/2 < f_2$  또한  $f_3/2 < f_2$ 의 조건을 만족시킬 필요가 있게 된다. 또한,  $f_1, f_3$ 와 비교하여  $f_2$ 의 값을 적게하면, 상면만곡이 크게 되어 유효화면 치수를 크게 할 수 없게 된다.

상면의 평탄성을 양호하게 함과 동시에 유효화면 치수를 크게하기 위하여는  $f_2$ 를 크게하는 것이 바람직스러운 것이다.

그러나, 반대로  $f_2$ 가  $f_1$  및  $f_3$ 와 비교하여 너무 크게하면, 제2군 렌즈를 제1군 렌즈와 제3군 렌즈의 간격으로 최대로 이동시켜도 결상배율이 그다지 변화하지 않는다.

따라서, 수차와 화면치수를 고려하여 변배비를 2배이상으로 하기 위하여는  $f_2$ 를 크게 하여도  $f_2 < 2f_1$  또한  $f_2 < 2f_3$ 의 조건정도로 한정시킬 필요가 있는 것이다. 이것에 대하여, 2배이상의 변배비를 실현하기 위하여는  $f_1/2 < f_2 < 2f_1$  또한  $f_3/2 < f_2 < 2f_3$ 의 조건을 만족시킬 필요가 있다.

더욱이, 결상배율의 미조정만을 목적으로 하는 경우에는  $f_2 < 2f_1$  또한  $f_2 < 2f_3$ 의 조건은 필요하지 않게 된다.

본 발명은 결과로서 보면, 제1군 렌즈와 제3군 렌즈로 된 텔레센트릭 광학계에 제2군 렌즈를 삽입한 것으로 보이지만, 이러한 것이 아니고, 물체위치와 상위치가 고정되어 있고 이 사이에 각각 정의 초점거리를 갖는 3개의 렌즈군으로 된 렌즈계를 설계, 배치하여 상술한 문제점을 해결하도록 하는 것에 특징이 있는 것이다.

### [실시예]

제1도는 본 발명에 연관된 텔레센트릭 결상 광학계의 원리를 설명하기 위한 개략도이며, 여기서는 설명을 간단하게 하기 위하여 단렌즈를 사용하였다.

도시한 바과 같이, 제1,2,3렌즈의 초점거리를 각각 100, 각 렌즈간격을 각각 100으로 하고, 제1렌즈의 전방 50에 물체를 놓을 경우를 상정하면, 제3렌즈의 후방 50의 위치에 상이 결상되고 그 결상배율은 10이 된다. 지금, 제1도에서 점선으로 나타낸 바와 같이 제2렌즈를 광축상에서 후방(제3렌즈의 방향)으로 10이동시킨 경우, 제1 및 제2렌즈의 합성 후측 초점위치는 제1렌즈측으로 1.1만큼 이동한다.

따라서, 완전한 텔레센트릭 광학계를 유지하기 위하여는 제3렌즈를 전방으로 1.1이동시킬 필요가 있지만, 그 이동량은 제3렌즈의 초점거리와 비교하면 겨우 1% 정도에 지나지 않기 때문에 제3렌즈를 고정된 그대로의 상태에서도 실용상 텔레센트릭 광학계로 생각하여도 별지장이 생기지 않는 것이다. 또한, 이 경우 물체의 위치가 동일한 위치로 하면 상위치의 변화는 +0.226으로 되지만, 이 값은 렌즈의 수차량과 거의 같은 정도의 것이어서 렌즈의 밝기에는 약간 관계가 있지만, 무시할 수 있는 수치인 것이다. 또한, 이 경우 제1 및 제2렌즈의 합성 초점거리를 111.1로 되고 결상배율은 0.9로 된다.

역으로, 제2렌즈를 광축상으로 제1도에서 실선의 위치에서 전방(제1렌즈의 방향)으로 10이동시킨 경우, 제1 및 제2렌즈의 합성 초점거리는 90.909로 되고 결상배율은 1.1로 되며, 제2렌즈의 전후 10의 이동에서 1.22의 배율변화가 가능하게 된다.

상기한 원리설명에서는 도시, 설명을 간단하게 하기 위하여 제1,2,3의 각 렌즈를 얇은 단렌즈로 한 것이지만, 실제로는 각각 복수매의 렌즈로서 제1군렌즈, 제2군렌즈, 제3군렌즈로서 구성되기 때문에 주점을 고려할 필요가 있다.

또한, 제1군렌즈(각 주점:  $H_{11}, H_{12}$ ) 및 제3군렌즈(각 주점:  $H_{31}, H_{32}$ )가 각각 구면수차를 갖고 있는 경우에는 광축으로 평행하게 입사된 광선이 초점위치를 통과하지 않기 때문에 제2도에 나타낸 바와 같이, 초점위치에 구면수차량  $\Delta S$  ( $\Delta S_1, \Delta S_2$ )를 가산된 위치를 제2군렌즈의 각 주점  $H_{21}, H_{22}$ 와 일치시킬 필요가 있다.

또한, 구면수차량  $\Delta S$ 의 값은 제1군 및 제3군 렌즈의 구성에 의하여 정(正)으로 된 경우와 부(負)로 된 경우가 있다.

이하에 나타낸 실시예는 모두 제2군렌즈의 주점격차를 고려한 것으로, 상기 구면수차를 포함한 텔레센트릭 결상 광학계로 된 것이다.

## [실시예 1]

제1의 실시예는 상기한 결상배율의 수정을 가능하게 된 텔레센트릭 결상 광학계의 일예를 나타낸 것으로, 제3도에 나타낸 각군 렌즈로서의 이하의 것을 사용한다.

## 제1군

$r_1$  : 42.40

$d_1$  : 16.0       $n_1$  : 1.564       $u_1$  : 60.8

$r_2$  : -24.80

$d_2$  : 3.2       $n_2$  : 1.744       $u_2$  : 45.1

$r_3$  : -232.00

$d_3$  : 가변

## 제2군

$r_4$  : 92.80

$d_4$  : 1.6       $n_4$  : 1.670       $u_4$  : 47.1

$r_5$  : 24.80

$d_5$  : 8.0       $n_5$  : 1.623       $u_5$  : 58.2

$r_6$  : -24.8

$d_6$  : 1.6       $n_6$  : 1.670       $u_6$  : 47.1

$r_7$  : -92.80

$d_7$  : 가변

## 제3군

$r_8$  : 232.00

$d_8$  : 3.2       $n_8$  : 1.744       $u_8$  : 45.1

$r_9$  : 24.80

$d_9$  : 16.0       $n_9$  : 1.564       $u_9$  : 60.8

$r_{10}$  : -42.40

$f_1$  : 102.55     $f_2$  : 95.61     $f_3$  : 102.55

NA : 0.068

화면치수 : 9 $\theta$

기준배율(1.00)에 있어서의 물체와 상간의 거리 : 319.52

본 실시예에 있어서의 각 결상배율 1.11, 1.00, 0.90에 대응하는 각 렌즈배치는 이하와 같다.

$d_0$	$d_3$	$d_7$	$d_{10}$	배율
51.16	73.8	93.8	51.49	1.11
51.16	83.8	83.8	51.16	1.00
51.16	93.8	73.8	51.43	0.90

단,  $r_1, r_2, \dots$ 는 렌즈 각면의 곡률반경,  $d_1, d_2, d_4, d_5, d_6, d_8, d_9$ 는 각 렌즈의 중심두께,  $n_1, n_2, \dots$ 는 각 렌즈엘레멘트의 파장 587.6nm로의 광에 대한 굴절률,  $v_1, v_2, \dots$ 는 각 렌즈엘레멘트의 압배 수(Abbe Number),  $f_1, f_2, f_3$ 는 렌즈군의 합성초점 거리이며,  $d_0$ 는 물체와 곡률  $r_1$ 면과의 거리,  $d_3$ 는 곡률  $r_3$ 면과 곡률  $r_4$ 면과의 거리,  $d_7$ 은 곡률  $r_7$ 면과 곡률  $r_8$ 면과의 거리,  $d_{10}$ 은 곡률  $r_{10}$ 면과 상면과의 거리이다.

또한, 제4도 (a), (b), (c)는 제1의 실시예에 있어서의 제2군 렌즈를 기준배율 1.00의 경우와 전후로 10이동시켜서 결상배율이 각각 1.11, 0.90으로 된 경우에 있어서의 구면수차와 비점수차를 나타낸 수차곡선도이다. 원점은 어느 것이든 상기한 상거리  $d_{10}$ 의 지점에서 취한 것이다.

본 실시예에서 상거리  $d_{10}$ 은 51.56으로 고정시켜도 실용상 어떠한 지장이 없는 것이다.

또한, 제3군 렌즈를 미소량만큼 변위시키고, 상면을 극미소량만 이동시키는 것이 바람직스러운 것이다.

[실시예 2]

제5도에 나타낸 제2의 실시예는 렌즈제가 밝으며, 텔레센트릭 특성, 초점이동이 문제가 되는 경우를 고려한 것으로, 이 제2군 렌즈를 2군으로 분리가능하게 구성하여 제2군 렌즈의 이동에 수반하여 그 간격을 변화시키면 물체 및 제1군 렌즈, 제3군 렌즈를 고정시킨채로 텔레센트릭 특성이 유지되고, 또한 상위치의 변화를 없게 할 수 있는 일예를 나타낸 것이다.

제1군

$r_1$  : 1180.00

$d_1$  : 4.0       $n_1$  : 1.728       $u_1$  : 28.3

$r_2$  : 38.30

$d_2$  : 20.0       $n_2$  : 1.670       $u_2$  : 47.1

$r_3$  : -64.00

$d_3$  : 가변

제2군

$r_4$  : 115.00

$d_4$  : 2.0       $n_4$  : 1.670       $u_4$  : 40.4

$r_5$  : 37.80

$d_5$  : 3.0       $n_5$  : 1.569       $u_5$  : 56.0

$r_6$  :  $\infty$

$d_6$  : 가변

$r_7$  :  $\infty$

$d_7$  : 3.0       $n_7$  : 1.569       $u_7$  : 56.0

$r_8$  : -37.8

$d_8$  : 2.0       $n_8$  : 1.607       $u_8$  : 40.4

$r_9$  : -115.00

$d_9$  : 가변

제3군

$r_{10}$  : 64.00

$d_{10}$  : 20.0       $d_{10}$  : 1.607       $d_{10}$  : 47.1

$r_{11}$  : -38.00

$d_{11}$  : 4.0       $n_{11}$  : 1.728       $u_{11}$  : 28.3

$d_{11}$  : 4.0       $n_{11}$  : 1.728       $u_{11}$  : 28.3

$r_{12}$  : -1180.00

( $d_{12}$ )

$f_1$  : 103.56

$f_2$ (기준배율 1.00에 있어서) : 119.10

$f_3$  : 103.56

NA : 0.08

화면치수 : 12 $\phi$

물상간거리 : 346.20

본 실시예에 있어서의 각 결상배율 1.11, 1.00, 0.90에 대응하는 각 렌즈배치는 이하와 같다.

$d_0$	$d_2$	$d_6$	$d_9$	$d_{12}$	비율
43.50	89.1	0.1	112.0	43.50	1.11
43.50	100.0	1.2	100.0	43.50	1.00
43.56	112.0	0.1	89.1	43.50	0.91

단,  $d_0$ 는 물체와 곡률,  $r_1$ 면과의 거리,  $d_3$ 는 곡률  $r_3$ 면과 곡률  $r_4$ 면과의 거리,  $d_6$ 은 곡률  $r_6$ 면과 곡률  $r_7$ 면과의 거리,  $d_9$ 은 곡률  $r_9$ 면과 곡률  $r_{10}$ 면과의 거리,  $d_{12}$ 는 곡률  $r_{12}$ 면과 상면까지의 거리를 나타낸 것이다.

또한, 제6도 (a), (b), (c)는 제2군 렌즈의 이동에 수반되어 상기 제2군 렌즈의 곡률면  $r_6, r_7$  사이의 간격을 변화시킬 시에 얻어진 경상 배율이 각각 1.00, 1.11, 0.90으로 된 경우에 있어서의 구면수차와 비점수차를 나타낸 수차곡선도이다.

본 실시예에 의하면, 제2군 렌즈를 분리가능하게 된 것이어서 제3군 렌즈를 고정시킨 채로 상거리  $d_{12}$ 를 고정시킬 수 있다.

또한, 상기 제1 및 제2의 실시예에 있어서, 광이 우측에서 좌측으로 진행한다고 생각한다면, 상거리는 물체거리 그대로 적용할 수가 있다.

### [실시예 3]

제7도에 나타낸 제3의 실시예는 텔레센트릭 결상 광학계에 있어서의 결상배율을 크게 변화시키기 위하여 제2군 렌즈의 이동량을 크게한 경우에 관한 것으로, 이 경우에는 제1군 렌즈 및 제2군 렌즈의 합성 초점위치의 변화도 크게되기 때문에 이 합성 초점위치의 이동에 따라서 제3군 렌즈를 이동시켜 제3군 렌즈의 전측 초점위치를 상기 합성 초점위치로 일치시켜서 구성된 것이다.

이 경우, 완전한 텔레센트릭 결상 광학계로 되기 위하여 물체거리를 변화시켜도 일단 설정된 결상배율은 변화하지 않는 특징을 가진 것이다.

### 제1군

$$r_1 : 1180.00$$

$$d_1 : 4.0 \quad n_1 : 1.728 \quad u_1 : 28.3$$

$$r_2 : 38.30$$

$$d_2 : 20.0 \quad n_2 : 1.670 \quad u_2 : 47.1$$

$$r_3 : -64.00$$

$$d_3 : \text{가변}$$

### 제2군

$$r_4 : 115.00$$

$$d_4 : 2.0 \quad n_4 : 1.670 \quad u_4 : 40.4$$

$$r_5 : 37.80$$

$$d_5 : 10.0 \quad n_5 : 1.569 \quad u_5 : 56.0$$

$$r_6 : -37.80$$

$$d_6 : 2.0 \quad n_6 : 1.607 \quad u_6 : 40.4$$

$$r_7 : -115.00$$

$$d_7 : \text{가변}$$

### 제3군

$$r_8 : 64.00$$

$$d_8 : 20.0 \quad n_8 : 1.607 \quad u_8 : 47.1$$

$$r_9 : -38.00$$

$$d_9 : 4.0 \quad n_9 : 1.728 \quad u_9 : 28.3$$

$$r_{10} : -1180.00$$

$f_1 : 103.56$      $f_2 : 119.45$      $f_3 : 103.56$

NA : 0.08

화면치수 : 8Ø

물체 상간의 거리 : 345.74

본 실시예에 있어서의 각 결상배율 1.73, 1.00, 0.58에 대응하는 각 렌즈배치는 이하와 같다.

$d_0$	$d_3$	$d_7$	$d_{10}$	배율
37.50	13.0	148.0	85.25	1.73
43.87	98.0	98.0	43.87	1.00
85.25	148.0	13.0	37.50	0.58

단,  $d_0$ 는 물체와 곡율  $r_1$ 면과의 거리,  $d_3$ 는 곡율  $r_3$ 면과 곡율  $r_4$ 면과의 거리,  $d_7$ 은 곡율  $r_7$ 면과 곡율  $r_8$ 면과의 거리,  $d_{10}$ 은 곡율  $r_{10}$ 면과 상면과의 거리를 나타낸 것이다.

또한, 제8도 (a),(b),(c)는 결상 배율이 각각 1.11, 1.73, 0.58인 경우에 있어서의 구면수차와 비점수차를 나타낸 수차곡선도이다.

본 실시예에 있어서 결상의 배율비는 상기의 값에 의하면 1.73/0.58 즉, 2.98로 되어 결상의 성능을 열화시킴이 없이 2배 이상의 변배가 가능하게 되는 것이다.

[실시예 4]

제9도에 나타낸 제4의 실시예는 제3의 실시예와 동일하게 비교적 큰 결상배율의 변화를 가능하게 된 텔레센트릭 결상 광학계로서 제1군 및 제3군 렌즈를 각각 3장으로 구성된 것이다.

제1군

$r_1 : 103.60$

$d_1 : 10.0$      $n_1 : 1.734$      $u_1 : 51.1$

$r_2 : -154.00$

$d_2 : 04$

$r_3 : 51.00$

$d_3 : 18.0$      $n_3 : 1.620$      $u_3 : 49.8$

$r_4 : -60.00$

$d_4 : 4.0$      $n_4 : 1.750$      $u_4 : 35.2$

$r_5 : 40.60$

$d_5 : \text{가변}$

제2군

$r_6 : 109.00$

$d_6 : 2.0$      $n_6 : 1.624$      $u_6 : 47.1$

$r_7 : 38.00$

$d_7 : 10.0$      $n_7 : 1.589$      $u_7 : 61.2$

$r_8 : -38.00$

$d_8 : 2.0$      $n_8 : 1.624$      $u_8 : 47.1$

$r_9 : -109.00$

$d_9 : \text{가변}$

제3군

$r_{10} : -40.60$

$d_{10} : 4.0$      $d_{10} : 1.750$      $d_{10} : 35.2$

$r_{11} : 60.0$

$d_{11}$  : 18.0       $n_{11}$  : 1.620       $u_{11}$  : 49.8

$r_{12}$  : -15.00

$d_{12}$  : 0.4

$r_{13}$  : 154.00

$d_{13}$  :       $n_{13}$  : 1.734       $u_{13}$  : 51.1

$r_{14}$  : -103.60

$f_1$  : 101.83     $f_2$  : 106.13     $f_3$  : 101.83

NA : 0.1

화면치수 : 10 $\phi$

물상간거리 : 361.51

본 실시예에 있어서의 각 결상배율 1.50, 1.00, 0.67에 대응하는 각 렌즈배치는 이하와 같다.

$d_0$	$d_5$	$d_9$	$d_{14}$	비율
75.97	7.6	96.0	103.14	1.50
80.55	60.8	60.8	80.55	1.00
103.14	96.0	7.6	75.97	0.67

단,  $d_0$ 는 물체와 곡율,  $r_1$ 면과의 거리,  $d_5$ 는 곡율  $r_5$ 면과 곡율  $r_6$ 면과의 거리,  $d_9$ 은 곡율  $r_9$ 면과 곡율  $r_{10}$ 면과의 거리,  $d_{14}$ 은 곡율  $r_{14}$ 면과 상면과의 거리를 나타낸 것이다.

또한, 제10도 (a),(b),(c)는 결상 배율이 각각 1.00, 1.50, 0.67인 경우에 있어서의 구면수차와 비점수차를 나타낸 수차곡선도이다.

본 실시예에 있어서 상기의 값에 의하면, 변배비는 1.50/0.67 즉, 2.24로 되며, 이 범위에 있어서 결상의 성능을 양호하게 유지한채로 2배 이상의 변배가 가능한 것이다.

이상 설명한 제1-제4의 실시예에 있어서의 광학계에서는 변배광학의 상식에 따라서 각 렌즈군이 색수차가 없이 조합된 렌즈로 되어 있다.

또한, 레이저 광학계의 릴레이 렌즈로서 사용하는 경우에는 제2군 렌즈는 조합렌즈로 할 필요가 없이 실용상 단렌즈로서도 되며, 이 경우 필요에 따라서 제1군 및 제3군 렌즈와 조합하여 색수차가 없으면 충분한 것이다.

또한, 상기한 실시예에서는 어느 것이든 제1군 렌즈와 제3군 렌즈의 초점거리가 동등한 경우(기준배율이 1.00)에 대해서 기재한 것이지만, 필요에 따라서 변경하는 것이 가능하며, 이 경우에는 기준배율이 1.00이외의 수치로 되는 것을 자명한 것이다.

또한, 1.00에서 크게 이탈되면, 코마수차(비대칭 수차)의 보정이 곤란하게 되어서 이 보정이 가능한 범위내에서 선택한다.

또한, 상기한 실시예에서는 초점거리  $f_2$ 를  $f_1, r_3$ 에 근사한 값으로 되며, 그 이유는  $f_1, f_3$ 과 비교하여  $f_2$ 의 값이 작게되면 상면 만곡이 크게 되어 유효화된 치수를 크게할 수 없는 점이 있으며, 상면의 평탄성을 좋게하고 유효화면 치수를 크게하기 위하여서는 제2군 렌즈의 초점거리  $f_2$ 를 길게하는 것이 바람직한 것이다.

#### [적용예]

다음, 본 발명의 적용예를 노광장치 특히, 레이저 플롯터에 대하여 설명한다.

제11도는 레이저 플롯터 시스템의 외관구성을 나타내고 있다.

이와 같은 시스템은 현재 저밀도에서 고밀도의 프린트 배선판의 포토마스크를 고속과 동시에 고정도로 만드는 아트워크에 많이 이용하고 있는 것이다.

도면에 나타낸 원통 주사형 레이저 플롯터 시스템은 콘솔(21)과, 콘솔(21)이나 자기테이프에 의하여 입력되는 데이터를 처리하는 데이터 프로세서(23)와 처리된 데이터를 신호로 변환시키는 콘버터(22) 및 콘버터(22)에서의 신호에 따라서 실린더(25)상으로 장착된 감광필름상에 화상을 주사기록하는 레코더(24)로 구성된다.

화상의 주사기록은 제12도에 예시한 바와 같이 노광헤드가 실린더(25)의 회전축과 평행으로 이동하는 것에 의하여 행해진다.

제12도는 종래의 노광헤드를 나타낸 것이다.

레이저 광원(1)으로부터 사출된 레이저광  $B_1$ 은 렌즈(3a)(3b)로 된 비임 엑스팬터(3)에 의하여 비임경이 확장된 비임  $B_2$ 로 된다.

비임  $B_2$ 는 비임 스프리터(4)에 의하여 복수분의 비임  $B_3$ 으로 된다. 비임  $B_3$ 은 각각 광변조기(7)에 의하여 변조되어 비임정형판(8)를 통하여 제1미러(9a), 제2미러(9b)에서 반사되어서 결상 광학제(10)로 입사된다.

결상 광학제(10)는 렌즈  $L_1$ 과 렌즈  $L_2$ 로 된 텔레센트릭 광학제(11)과 렌즈  $L_3$ 과 렌즈  $L_4$ 로 된 제2의 텔레센트릭 광학제(12)로 구성되어 있다.

제2미러(9b)에서 반사된 비임  $B_4$ 는 제1의 텔레센트릭 광학계(11)에 의하여 비임 간격이 좁아져 비임  $B_5$ 로 된다.

이 비임  $B_5$ 는 제2의 텔레센트릭 광학계(12)에 의하여 릴레이되어서 비임  $B_6$ 으로 되어 실린더(25)상의 필름면상에 상(14)으로 결상된다.

제13a도에 이 결상광학계의 직립단면과 함께 광선의 진행형태를 설명적으로 나타내고 있다. 비임 정형판(8)에 대응하는 면( $F_1$ )의 물체는 텔레센트릭 광학계(11)에 의하여 사면( $F_{23}$ )상에 상(13)을 만든다.

상(13)은 지금 물체로서 제2의 텔레센트릭 광학계(12)에 의하여 릴레이되어서 그 상면( $F$ )상에 상(14)을 맺는다.

제13b, c, d도는 제13a도와 대조적으로 나타낸 본 발명의 적용예에 연관된 결상 광학계의 설명도이다.

제1의 텔레센트릭 광학계(11) 또는 제2의 텔레센트릭 광학계(12)의 적어도 어느 것의 일방을 3개의 렌즈군으로 된 본 발명에 따른 텔레센트릭 결상 광학계로 되어 있다.

이와 같이 하면, 렌즈에 가공오차가 있어서 조립상의 오차가 생겨도 그 오차는 제2군 렌즈  $L_6, L_7, L_8, L_9$ 에 의하여 보정되어 소망의 결상 배율을 얻을 수 있다.

또한, 제2군 렌즈 예컨대 렌즈  $L_7, L_9$ 를 크게 이동시켜서 변배비를 2배 이상으로 할 수 있는 구성으로 하면 비임  $B_6$ 의 비임 간격을 광협자재로 설정하여 조악한 패턴묘화(마무리 시간이 빠름), 조밀한 패턴 묘화(시간이 걸림)를 자유롭게 교체 적용할 수 있는 것이다.

또한, 본 발명에 연관된 텔레센트릭 결상 광학계를 제11도에 나타낸 비임 액트펜터(3)에 응용하는 것도 가능한 것이다.

따라서, 텔레센트릭 결상 광학계는 물체거리, 상거리를 변화시켜도 배율이 변경되지 않는 특징을 갖고 있어서 이 특징으로 렌즈의 가공오차, 그 외의 원인으로 인하여 생긴 배율 오차의 수정이 곤란하지만, 본 발명에 의하여 텔레센트릭의 특성을 유지한 채로 배율의 변경이 가능하게 되어 황시 고정도의 배율설정을 행할 수 있게 된다.

또한, 본 발명에 의하면 텔레센트릭이 특성을 유지한 채로 변배비를 2배이상으로 할 수 있고, 이것을 레이저 플로터등의 노광장치에 적용하면 완성품의 사양의 조악, 조밀에 따라서 이것을 유연함과 동시에 효율적으로 대처할 수 있는 이점이 있게 되는 것이다.

또한, 본 발명은 줌 변배가 가능하기 때문에 종래의 줌 변배 광학계와는 상이하게 되어 입사동과 출사동의 위치가 황시 무한원에 있게 되어 변화하지 않는 특성을 갖고 있기 때문에 릴레이 렌즈계로서 다음 단계의 광학계와 연결하는 경우, 그 설계가 극히 용이하게 되는 우수한 효과도 가진 것이다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

물체측으로부터 순차적으로 정의 초점거리  $f_1$ 을 갖는 제1군의 렌즈와, 정의 초점거리  $f_2$ 를 갖는 제2군 렌즈와, 정의 초점거리  $f_3$ 을 갖는 제3군 렌즈를 배열한 렌즈계에 있어서, 상기 제1군 렌즈의 후측초점에 그 전측초점을 거의 일치하도록 상기 제3군 렌즈를 배치하고, 상기 제2군 렌즈를 적어도  $f_1/2 < f_2$  또한  $f_3/2 < f_1$ 의 관계를 만족하는 초점거리로 선정함과 동시에 광축에 인하여 이동가능하게 하며, 상기 양 초점을 거의 일치시킨 위치의 근방에 배치하여 물체와 상간의 거리를 거의 일정하게 유지하면서, 주로 상기 제2군렌즈를 광축에 연하여 이동시키는 것에 의하여 결상배율을 변경할 수 있도록 구성된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 물체거리 또는 상거리를 일정하게 고정되게 구성된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제2군 렌즈는 분리가능한 2군으로 되고, 이 제2군 렌즈의 이동에 수반되어 상기 양 제1군 및 제3군 렌즈의 간격을 소정의 비율로 변경할 수 있도록 구성된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 적어도 상기 제3군 렌즈를 광축에 연하여 이동가능하게 함과 동시에 상기 이동가능

한 제2군 렌즈의 초점거리  $f_2$ 를  $f_2 < 2f_1$  또는  $f_2 < 2f_3$ 의 관계를 만족하도록 하고, 상기 제2군 렌즈의 이동에 수반하여 이동하는 상기 제1군 및 제2군 렌즈의 합성 후측 초점위치로 그 전측 초점이 항시 일치하도록 상기 제2군 렌즈를 이동시킴과 동시에 물체와 제1군 렌즈와의 거리를 적의 선택하여 이 것에 의하여 물체와 상면의 각각을 고정위치로 유지시킨 채로 변배비가 크게 되도록 구성된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 변배비가 2배 이상으로 구성된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항중 어느 한항에 있어서, 초점거리  $f_1$ 과 초점거리  $f_3$ 를 거의 동등하게, 또는 동등하게 구성된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 초점거리  $f_2$ 를 초점거리  $f_1, f_3$ 의 어느 것과도 거의 근사한 값으로 구성된 변배가능한 텔레센트릭 결상 광학계.

#### 청구항 8

화상신호에 의하여 변조된 레이저 비임을 결상 광학계를 통하여 감광재료상으로 주사하여 화상을 기록하는 레이저 노광장치에 있어서, 상기 결상 광학계는 텔레센트릭 광학계를 구비하고, 이 텔레센트릭 광학계는 물체측으로부터 순차적으로 정의 초점거리  $f_1$ 을 갖는 제1군 렌즈와, 정의 초점거리  $f_2$ 를 갖는 제2군 렌즈와, 정의 초점거리  $f_3$ 을 갖는 제3군 렌즈를 배열한 렌즈계에서 상기 제1군 렌즈의 후측 초점에 그 전측 초점을 거의 일치하도록 상기 제3군 렌즈를 배치하며, 상기 제2군 렌즈를 적어도  $f_1/2 < f_2$  또한  $f_3/2 < f_2$ 의 관계를 만족하는 초점거리로 선정함과 동시에 광축에 연하여 이동가능하게 하고, 상기 양 초점을 거의 일치시킨 위치의 근방에 배치하여 상기 제1군 렌즈의 전측의 물체와 상기 제3군 렌즈의 후측에 형성되는 상과의 사이의 거리를 일정하게 유지하면서 상기 제2군 렌즈를 광축에 연하여 미소량 이동시키는 것에 의하여 결상배율을 수정할 수 있도록 구성된 레이저 노광장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 레이저 노광장치는 프린트 배선관의 아트 워크용의 레이저 플롯터인 것으로 구성된 레이저 노광장치.

#### 청구항 10

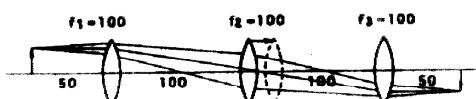
제10항에 있어서, 레이저 노광장치가 프린트 배선관의 아트 워크용의 레이저 플롯터인 것으로 구성된 레이저 노광장치.

#### 청구항 11

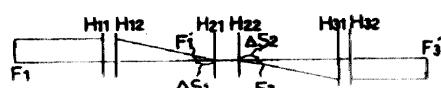
제9항 또는 제11항에 있어서, 레이저 플롯터는 멀티비임으로 구성된 레이저 노광장치.

#### 도면

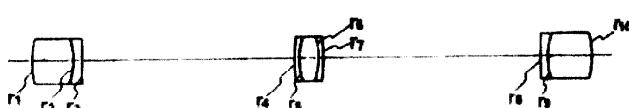
##### 도면1



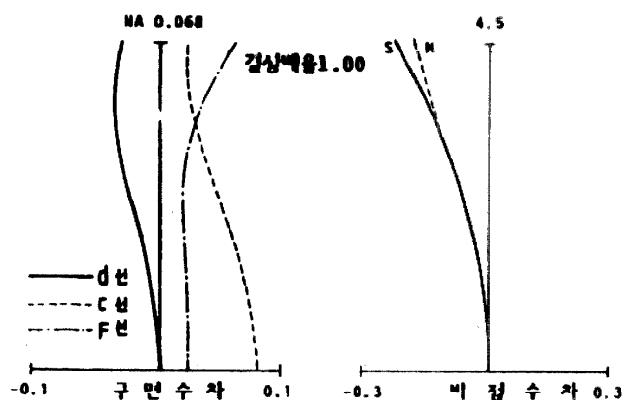
##### 도면2



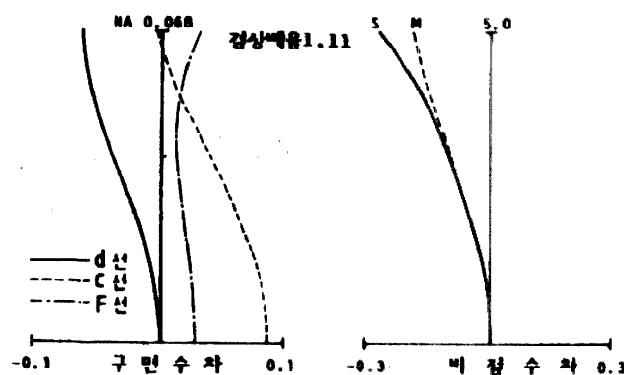
##### 도면3



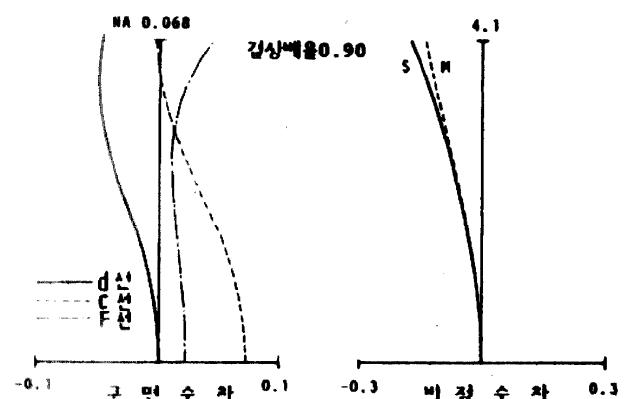
도면4-a



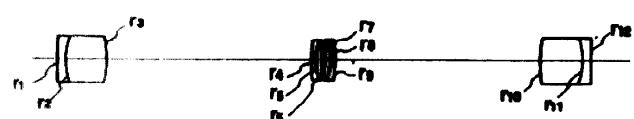
도면4-b



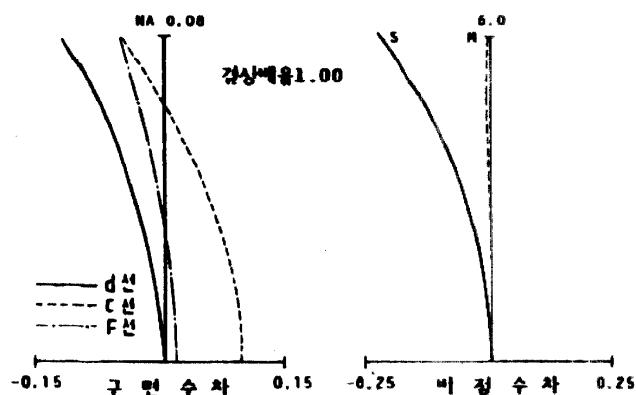
도면4-c



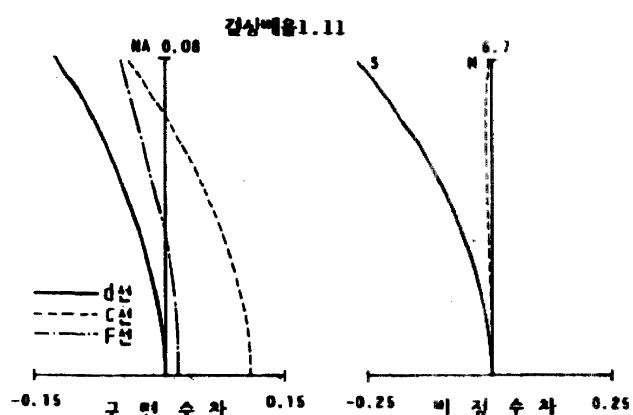
도면5



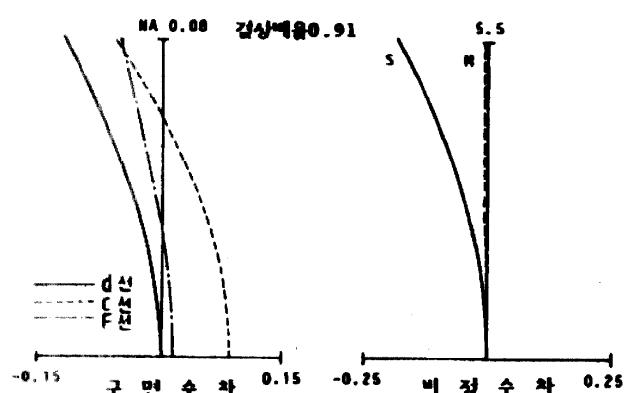
도면6-a



도면6-b



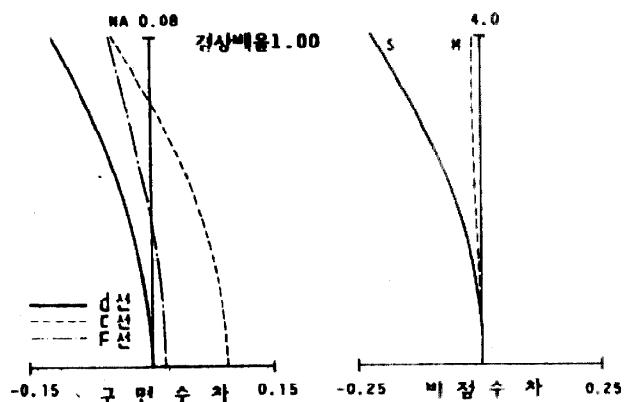
도면6-c



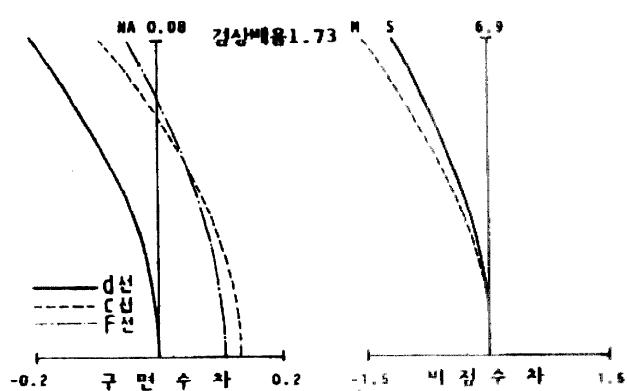
도면7



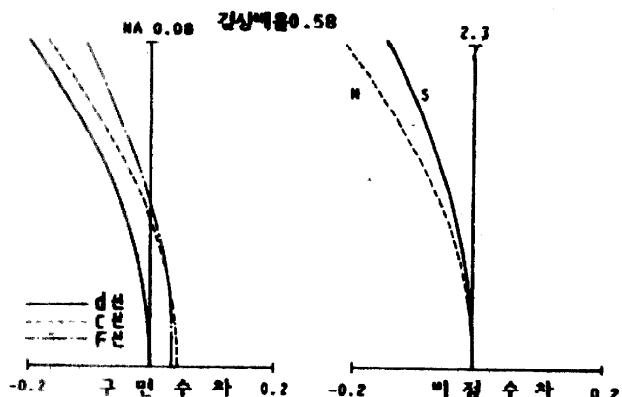
도면8-a



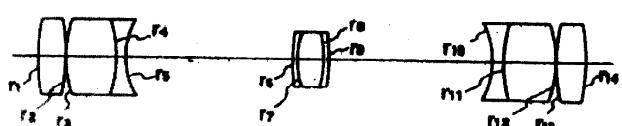
도면8-b



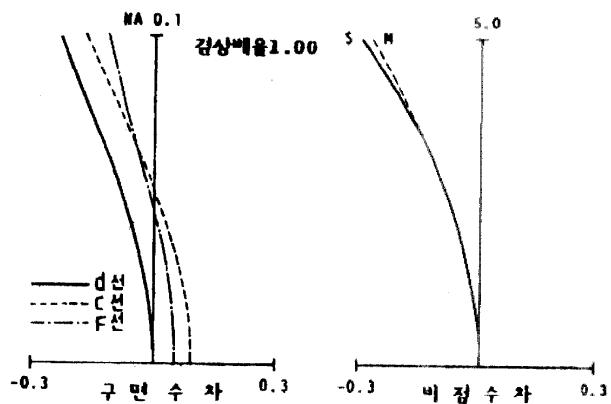
도면8-c



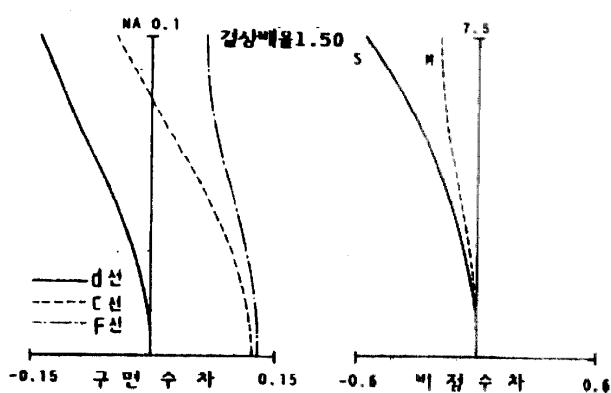
도면9



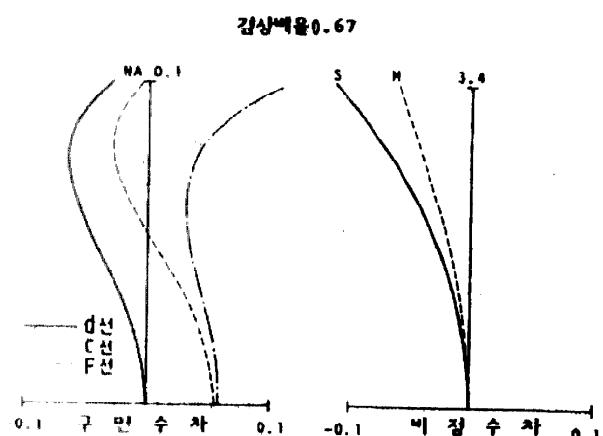
도면 10-a



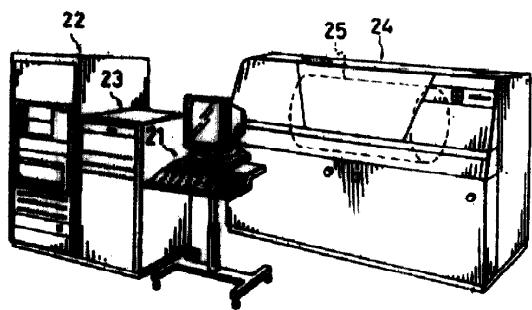
도면 10-b



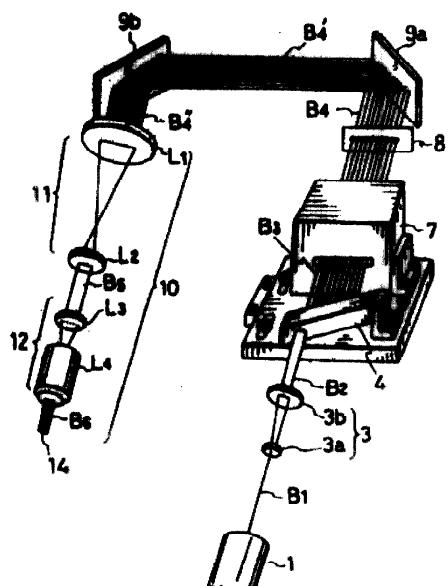
도면 10-c



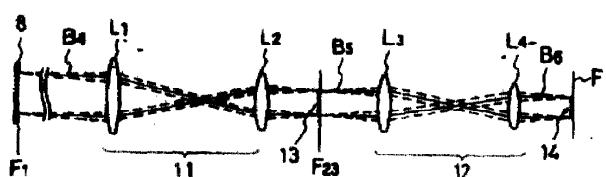
도면11



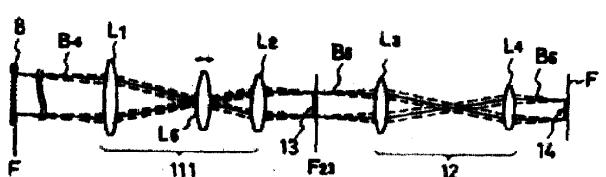
도면12



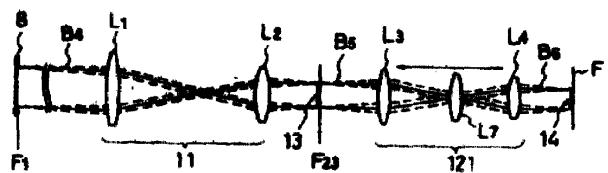
도면13-a



도면13-b



도면 13-c



도면 13-d

