



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2007-0054128
G11B 7/135 (2006.01) (43) 공개일자 2007년05월28일

(21) 출원번호 10-2006-0115779
(22) 출원일자 2006년11월22일
심사청구일자 없음

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00337137 2005년11월22일 일본(JP)

(71) 출원인 소니 가부시끼 가이샤
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1

(72) 발명자 아베 쓰구히로
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6초메 7반 35고 소니가부시끼
가이샤내

(74) 대리인 유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 광 픽업 장치 및 광 디스크 장치

(57) 요약

광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원; 및 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈를 포함하는 광 픽업 장치로서, 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 더 포함하는 광 픽업 장치를 제공한다. 상기 광 픽업 장치에서, 상기 커플링 렌즈의 면 형상은, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해지는 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 곳에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 형성되어 있다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원과, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈를 포함하는 광 픽업 장치로서,

상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 더 포함하고,

상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 곳에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 커플링 렌즈의 면 형상이 형성되어 있는, 광 픽업 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 커플링 렌즈를 통과하는 광에, 미리 설정된 4차 또는 6차 구면 수차량이 부가되는, 광 픽업 장치.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 커플링 렌즈는 구면 수차를 상기 커플링 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가지고,

상기 구면 수차는 식

$$|W_{as} - 12S_a\gamma^4\delta^2| < |W_{as}| \quad (21)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, W_{as} 는 상기 대물 렌즈에 발생된 축외 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수인, 광 픽업 장치.

청구항 4.

제2항에 있어서,

상기 커플링 렌즈는 구면 수차를 상기 커플링 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가지고,

상기 구면 수차는 식

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (22)$$

및

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (23)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, W_{as} 는 상기 대물 렌즈에 발생된 시야(fidld-of-view) 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수인, 광 픽업 장치.

청구항 5.

제3항에 있어서,

상기 대물 렌즈는 축외 코마 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 추가하는 면 형상을 가지고,

상기 축외 코마 수차는 식

$$|W_{\text{coma}} - [-8S_a \gamma^4 \delta]| < |-8S_a \gamma^4 \delta| \quad (24)$$

를 충족시키며,

위 식에서, W_{coma} 는 상기 대물 렌즈를 통과하는 광의 시야 코마 수차의 Zernike 코마 수차 계수이고, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이고, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 $2s/B$ 인, 광 픽업 장치.

청구항 6.

제4항에 있어서,

상기 대물 렌즈는 구면 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 추가하는 면 형상을 가지고,

상기 구면 수차는 식

$$|W_{sa} - s| < |s| \quad (25)$$

$$s = S_a \gamma^4 + S_k (-30\gamma^6 \delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

을 충족시키며,

위 식에서, W_{sa} 는 대물 렌즈의 구면 수차의 Zernike 구면 수차 계수이고, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이고, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 $2s/B$ 인, 광 픽업 장치.

청구항 7.

광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈, 및 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 포함하는 광 픽업 장치로서,

상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 광학 소자를 더 포함하고,

상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 곳에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 광학 소자의 면 형상이 형성되어 있는, 광 픽업 장치.

청구항 8.

제7항에 있어서,

상기 광학 소자를 통과하는 광에, 미리 설정된 4차 또는 6차 구면 수차량이 부가되는, 광 픽업 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 광학 소자는 광 디스크의 두께의 변동 또는 환경 온도 변동에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하기 위해, 미리 광 디스크 장치에 배치되어 있는 다른 광학 소자와 일체로 구성되는, 광 픽업 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서,

상기 광학 소자는 액정 소자로 이루어지는, 광 픽업 장치.

청구항 11.

제8항에 있어서,

상기 광학 소자는 구면 수차를 상기 광학 소자를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가지고,

상기 구면 수차는 식

$$|\bar{W}_{as} - 12S_a\gamma^4\delta^2| < |\bar{W}_{as}| \quad (21)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, \bar{W}_{as} 는 상기 대물 렌즈에 발생된 축외 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수인, 광 픽업 장치.

청구항 12.

제8항에 있어서,

상기 광학 소자는 구면 수차를 상기 광학 소자를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가지고,

상기 구면 수차는 식

$$|\bar{W}_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2)]| < |\bar{W}_{as}| \quad (22)$$

및

$$\left| -8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta) \right| < \left| -8S_a\gamma^4\delta \right| \quad (23)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, W_{as} 는 상기 대물 렌즈에 발생된 시야 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수인, 광 픽업 장치.

청구항 13.

제11항에 있어서,

상기 대물 렌즈는 축외 코마 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가지고,

상기 축외 코마 수차는 식

$$\left| W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta] \right| < \left| -8S_a\gamma^4\delta \right| \quad (24)$$

를 충족시키며,

위 식에서, W_{coma} 는 상기 대물 렌즈를 통과하는 광의 시야 코마 수차의 Zernike 코마 수차 계수이고, 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이고, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B인, 광 픽업 장치.

청구항 14.

제11항에 있어서,

상기 광학 소자는 구면 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가지고,

상기 구면 수차는 식

$$\left| W_{sa} - S \right| < \left| S \right| \quad (25)$$

$$S = S_a\gamma^4 + S_k(-30\gamma^6\delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

을 충족시키며,

위 식에서, W_{sa} 는 대물 렌즈의 구면 수차의 Zernike 구면 수차 계수이고, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이고, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B인, 광 픽업 장치.

청구항 15.

광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원과, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈를 포함하는 광 픽업 유닛을 가지는 광 디스크 장치로서,

상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 포함하고,

상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 곳에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 커플링 렌즈의 면 형상이 형성되어 있는, 광 디스크 장치.

청구항 16.

광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈, 및 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 포함하는 광 픽업 유닛을 가지는 광 디스크 장치로서,

상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 광학 소자를 포함하고,

상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 곳에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 광학 소자의 면 형상이 형성되어 있는, 광 디스크 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

관련출원의 상호 참조

본 명세서는 2005년 11월 22일자로 일본 특허청에 출원된 일본 특허출원 제2005-337137호와 관련된 내용을 포함하며, 상기 출원의 내용 전부는 참조에 의해 본 명세서에 통합된다.

본 발명은 광 픽업 장치 및 광 디스크 장치에 관한 것이며, 특히 소형의 장치로 안정된 수차의 보정을 수행할 수 있도록 하는 광 픽업 장치 및 광 디스크 장치에 관한 것이다.

최근, DVD(Digital Versatile Disc) 레코더/플레이어 등으로 대표되는 광 디스크 장치에서는, 랩탑 개인용 컴퓨터, 모바일 DVD 플레이어 등의 모바일 기기에서의 대응과, 공간절약의 요구 등에 의해, 더욱더 소형화와 박형화가 요구되어 왔다. 또, 모바일 게임기 등에 있어서도, UMD(Universal Media Disc) 등의 고밀도 디스크의 재생이 가능하고, 또한 소형이면서 박형으로 제조될 수 있는 광 디스크 장치가 요구되어 왔다. 또, Blu-ray 디스크(상표)로 대표되는 고밀도 차세대 광 기록 매체를 사용하는 장치에서도, 고기능화, 디자인성 향상 등을 실현하기 위해, 소형화, 박형화는 피할 수 없다.

이러한 더욱 소형, 박형의 광 디스크 장치를 실현하기 위해, 광 디스크 장치에 사용되는 광 픽업과 그 광학계의 소형화, 박형화가 요구된다.

종래, CD(Compact Disc), MD(Mini Disc) 등, NA가 그다지 높지 않은(즉, 고 기억 용량을 필요로 하지 않는) 기록 매체를 사용하는 광 디스크 장치에서는, 도 1에 나타낸 바와 같은 이른바 무한 광학계를 채용한 광 픽업을, 도 2에 나타낸 바와 같은 이른바 유한 광학계를 채용한 픽업으로 변경함으로써 장치의 소형화 및 박형화를 달성하였다(예를 들면, 일본 특허공개 공보(발명자: KOKAI) 제2004-247034호 참조).

무한 광학계에서, 광원(11)으로부터 조사된 광은 콜리메이터 렌즈(collimator lens)(12)를 통하여 평행 광으로 변화되고, 대물 렌즈(13)를 통과함으로써 기록 매체(14)의 기록면에 집광된다.

무한 광학계는 트래킹 서보나 포커싱 서보에 대응하는 대물 렌즈(13)의 시프트에 대해서 수차가 발생하지 않도록 구성되어 있다. 그러나, 무한 광학계에서는, 광원(11)으로부터 콜리메이터 렌즈(12)까지의 거리가 콜리메이터 렌즈(12)의 초점 거리와 거의 같은 정도일 것을 필요로 하고, 대물 렌즈(13)의 이동 범위를 충분히 충족시키는 굵은 평행광속을 얻을 수 있도록, 콜리메이터 렌즈(12)의 외경 치수와 광속 직경이 클 것을 필요로 하는데, 이것은 광학계 전체의 소형화 및 박형화를 제한한다.

이에 대해, 유한 광학계에서는, 대물 렌즈(13)으로부터 유한의 거리에 배치된 광원(11)으로부터 조사되는 광을 대물 렌즈(13)로 직접 수광하거나, 또는 커플링 렌즈(15)를 통해 대물 렌즈(13)로 수광하여, 기록 매체(14)의 기록면 상에 집광시킨다.

유한 광학계에서는, 대물 렌즈(13) 이외의 렌즈를 사용할 수 없거나, 렌즈 외경이 비교적 작은 커플링 렌즈(15)를 사용할 수 있고, 또 물체(object)와 상(image) 사이의 거리가 짧을 수 있으므로, 광학계 전체의 소형화 및 박형화가 가능해진다. 단, 트래킹 서보나 포커싱 서보를 위한 대물 렌즈(13)의 시프트에 대한 수차가 발생하지만, NA가 낮은 CD나 MD에서는, 대물 렌즈의 시프트에 의해 발생하는 수차량은 시스템 마진(system margin)이 붕괴될 정도로 크지 않기 때문에, 유한 광학계에 의한 소형화 및 박형화가 실현될 수 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, NA가 큰 DVD나 UMD를 기록매체로서 사용하는 광 디스크 장치에 있어서, 장치를 소형화, 박형화하기 위해 유한 광학계를 채용은, 대물 렌즈의 시프트에 의해 발생하는 수차량이 시스템 마진을 붕괴할 정도로 악화시킬 가능성이 있어, 실용화가 곤란하였다. 또, 만일 실용화하였다고 해도, 수율의 악화나 시장 불량(market defect)의 증가 등을 유발할 가능성이 있었다..

본 발명은 이와 같은 상황을 감안하여 이루어진 것이며, 소형의 장치로 안정된 수차의 보정을 실현하는 것이다.

발명의 구성

본 발명의 제1 실시예는, 광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원과, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈를 포함하는 광 픽업 장치이다. 상기 광 픽업 장치는 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 더 포함한다. 상기 광 픽업 장치에서, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 커플링 렌즈의 면 형상이 형성되어 있다.

상기 커플링 렌즈를 통과하는 광에, 미리 설정된 4차 또는 6차 구면 수차량이 부가될 수 있다.

상기 커플링 렌즈는 구면 수차를 상기 커플링 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 구면 수차는 식

$$|W_{as} - 12S_a \gamma^4 \delta^2| < |W_{as}| \quad (21)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, W_{as} 는 대물 렌즈에 발생된 축외(off-axis) 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수이다.

상기 커플링 렌즈는 구면 수차를 상기 커플링 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 구면 수차는 식

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (22)$$

및

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (23)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, W_{as} 는 대물 렌즈에 발생된 시야(field-of-view) 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수이다.

상기 대물 렌즈는 축외 코마 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 축외 코마 수차는 식

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (24)$$

를 충족시키며,

위 식에서, W_{coma} 는 상기 대물 렌즈를 통과하는 광의 시야 코마 수차의 Zernike 코마 수차 계수이고, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이고, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이다.

상기 대물 렌즈는 구면 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 구면 수차는 식

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (25)$$

$$S = S_a\gamma^4 + S_k(-30\gamma^6\delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

을 충족시키며,

위 식에서, W_{sa} 는 대물 렌즈의 구면 수차의 Zernike 구면 수차 계수이고, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이고, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이다.

본 발명의 제1 실시예에서는, 광원과 대물 렌즈 사이의 광로 상에 커플링 렌즈가 배치되고, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 커플링 렌즈의 면 형상이 형성되어 있다.

본 발명의 제2 실시예는, 광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈, 및 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 포함하는 광 픽업 장치이다. 상기 광 픽업 장치는 상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 광학 소자를 더 포함한다. 상기 광 픽업 장치에서, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 광학 소자의 면 형상이 형성되어 있다.

상기 광학 소자를 통과하는 광에, 미리 설정된 4차 또는 6차 구면 수차량이 부가될 수 있다.

상기 광학 소자는 광 디스크의 두께의 변동 또는 환경 온도 변동에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하기 위해, 미리 광 디스크 장치에 배치되어 있는 다른 광학 소자와 일체로 구성될 수 있다.

상기 광학 소자는 액정 소자로 이루어질 수 있다.

상기 광학 소자는 구면 수차를 상기 광학 소자를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 구면 수차는 식

$$|W_{as} - 12S_a\gamma^4\delta^2| < |W_{as}| \quad (21)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, W_{as} 는 상기 대물 렌즈에 발생된 축외 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수이다.

상기 광학 소자는 구면 수차를 상기 광학 소자를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 구면 수차는 식

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (22)$$

및

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (23)$$

을 충족시키며,

위 식에서, 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이며, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 2s/B이고, W_{as} 는 상기 대물 렌즈에 발생된 시야 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수이다.

상기 대물 렌즈는 축외 코마 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 축외 코마 수차는 식

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (24)$$

를 충족시키며,

위 식에서, W_{coma} 는 상기 대물 렌즈를 통과하는 광의 시야 코마 수차의 Zernike 코마 수차 계수이고, 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 광학 소자의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이다.

상기 광학 소자는 구면 수차를 상기 대물 렌즈를 통과하는 광에 부가하는 면 형상을 가질 수 있고, 상기 구면 수차는 식

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (25)$$

$$S = S_a\gamma^4 + S_k(-30\gamma^6\delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

을 충족시키며,

위 식에서, W_{sa} 는 대물 렌즈의 구면 수차의 Zernike 구면 수차 계수이고, 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 영역에서, S_a 는 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수이고, S_k 는 Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수이며, γ 는 상기 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A이고, δ 는 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 $2s/B$ 이다.

본 발명의 제2 실시예에서는, 상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 상기 광학 소자가 배치되어 있고, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 광학 소자의 면 형상이 형성되어 있다.

본 발명의 제3 실시예는, 광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원과, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈를 포함하는 광 픽업 유닛을 가지는 광 디스크 장치이다. 상기 광 디스크 장치는, 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 더 포함한다. 상기 광 디스크 장치에서, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 커플링 렌즈의 면 형상이 형성되어 있다.

본 발명의 제3 실시예에서는, 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 상기 커플링 렌즈가 배치되어 있고, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 커플링 렌즈의 면 형상이 형성되어 있다.

본 발명의 제4 실시예는, 광 기록 매체에 조사하는 광을 생성하는 광원, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈, 및 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈를 포함하는 광 픽업 유닛을 가지는 광 디스크 장치이다. 상기 광 디스크 장치는, 상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 광학 소자를 더 포함한다. 상기 광 디스크 장치에서, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 광학 소자의 면 형상이 형성되어 있다.

본 발명의 제4 실시예에서는, 상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 광학 소자가 배치되어 있고, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 광학 소자의 면 형상이 형성되어 있다.

이하, 본 발명의 실시예에 대해 설명한다. 본 발명의 구성요건과 명세서 또는 도면에 기재된 실시예 사이의 대응 관계를 예시하면 이하에 설명하는 바와 같다. 이 기재는 본 발명을 지지하는 실시예가 명세서 또는 도면에 기재되어 있음을 확인하기 위한 것이다. 따라서, 명세서 또는 도면에는 기재되어 있지만, 본 발명의 구성 요건에 대응하는 실시예로서, 여기에 기재되어 있지 않은 실시예가 있더라도, 그것은 그 실시예가 그 구성요건에 대응하는 것이 아님을 의미하는 것은 아니다. 반대로, 어떤 실시예가 구성요건에 대응하는 것으로서 기재되어 있더라도, 그것은 그 실시예가 그 구성요건 이외의 어떤 구성요건에 대응하지 않는 것임을 의미하는 것은 아니다.

본 발명의 제1 실시예의 광 픽업 장치는, 광 기록 매체[예를 들면, 도 4의 광 기록 매체(204)]에 조사하는 광을 생성하는 광원[예를 들면, 도 4의 광원(201)]과, 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈[예를 들면, 도 4의 대물 렌즈(203)]를 포함하는 광 픽업 장치이다. 상기 광 픽업 장치는, 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈[예를 들면, 도 4의 커플링 렌즈(205)]를 더 포함한다. 상기 커플링 렌즈의 면 형상은, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 형성되어 있다.

본 발명의 제2 실시예의 광 픽업 장치는, 광 기록 매체[예를 들면, 도 8의 광 기록 매체(204)]에 조사하는 광을 생성하는 광원[예를 들면, 도 8의 광원(201)], 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈[예를 들면, 도 8의 대물 렌즈(203)], 및 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈[예를 들면, 도 8의 커플링 렌즈(205)]를 포함한다. 상기 광 픽업 장치는, 상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 광학 소자[예를 들면, 도 8의 광학 소자(206)]를 더 포함한다. 상기 광학 소자의 면 형상은, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 형성되어 있다. 이 광 픽업 장치에서, 상기 광학 소자는 광 디스크의 두께의 변동 또는 환경 온도 변동에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하기 위해, 미리 광 디스크 장치에 배치되어 있는 다른 광학 소자와 일체로 구성될 수 있다.

본 발명의 제3 실시예의 광 디스크 장치는, 광 기록 매체[예를 들면, 도 4의 광 기록 매체(204)]에 조사하는 광을 생성하는 광원[예를 들면, 도 4의 광원(201)]과 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈[예를 들면, 도 4의 대물 렌즈(203)]를 구비하는 광 픽업 유닛[예를 들면, 도 3의 광 픽업 유닛(101)]을 가지는 광 디스크 장치이다. 상기 광 디스크 장치는 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈[예를 들면, 도 4의 커플링 렌즈(205)]를 더 포함한다. 상기 광 디스크 장치에서는, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 커플링 렌즈를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 커플링 렌즈의 면 형상이 형성되어 있다.

본 발명의 제4 실시예의 광 디스크 장치는, 광 기록 매체[예를 들면, 도 8의 광 기록 매체(204)]에 조사하는 광을 생성하는 광원[예를 들면, 도 8의 광원(201)], 상기 광원으로부터 조사된 광을 상기 기록 매체의 기록면에 집광하는 대물 렌즈[예를 들면, 도 8의 대물 렌즈(203)], 및 상기 광원과 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 커플링 렌즈[예를 들면, 도 8의 커플링 렌즈(205)]를 포함하는 광 픽업 유닛[예를 들면, 도 3의 광 픽업 유닛(101)]을 가지는 광 디스크 장치이다. 상기 광 디스크 장치는, 상기 커플링 렌즈와 상기 대물 렌즈 사이의 광로 상에 배치된 광학 소자[예를 들면, 도 8의 광학 소자(206)]를 더 포함한다. 상기 광 디스크 장치에서는, 상기 대물 렌즈가 시프트했을 때, 상기 대물 렌즈의 시프트량에 대응하여 정해진 위치이고, 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광학 소자를 통과하는 위치에서, 상기 광원으로부터 조사된 광에 미리 설정된 구면 수차량이 생기도록, 상기 광학 소자의 면 형상이 형성되어 있다.

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다.

도 3은 본 발명을 적용한 광 디스크 장치의 일 실시예에 따른 구성예를 나타낸 블록도이다.

도면에 나타낸 바와 같이, 본 실시예에 따르면, 광 픽업 유닛(101)은 내장된 광원, 예를 들면 레이저 다이오드로부터 광을 생성하고, 후술하는 소정의 광학계를 통하여 광 디스크(151) 상에 집광하며, 그 반사광을 복수의 수광 유닛을 가지는 광 검출 유닛으로 검출하고, 각 수광 유닛의 출력 신호를 PD 출력 신호로서 연산 회로(102)에 출력하도록 되어 있다.

연산 회로(102)는 광 디스크 재생용의 데이터 검출 신호(RF 신호), 광축 방향에서의 레이저광의 포커스의 변위(displacement)를 나타낸 포커스 에러 신호, 및 광 디스크의 반경 방향에서의 트래킹의 변위를 나타낸 트래킹 에러 신호를 계산하여, 데이터 검출 신호를 재생 회로(103)에 출력하고, 포커스 에러 신호 및 트래킹 에러 신호를 제어 회로(104)에 출력한다.

재생 회로(103)는 연산 회로(102)로부터 공급된 데이터 검출 신호를 등화(equalize)한 다음, 2치화하고, 또한 에러 정정하면서 복조한 신호를, 재생 신호로서 소정의 장치에 출력한다.

제어 회로(104)는 연산 회로(102)로부터 공급된 포커스 에러 신호에 따라, 포커스 서보 액추에이터(106)를 제어하여, 예를 들면 광 픽업 유닛(101)의 대물 렌즈를 광축 방향으로 이동시켜 포커스를 조정하고, 연산 회로(102)로부터 공급된 트래킹 에러 신호에 따라, 트래킹 서보 액추에이터(107)를 제어하여, 예를 들면 광 픽업 유닛(101)을 광 디스크(151)의 반경 방향으로 이동시켜 트래킹을 조정한다. 포커스 서보 액추에이터(106)와 트래킹 서보 액추에이터(107)는 실제로 하나의 액추에이터로서 구성되며, 후술하는 대물 렌즈는 이 액추에이터에 탑재되어 있다.

또한, 제어 회로(104)는 모터(109)를 제어하여, 광 디스크(151)을 소정의 속도 회전시킨다.

제어 회로(104)는, 입력 장치(105)로부터 사용자에게 의한 조작에 대응하는 신호를 받고, 그 신호에 따라 각 회로를 제어한다.

광 픽업 유닛(101)은, 이른바 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치로서 구성되며, 예를 들면 도 4에 나타난 바와 같이 구성되어 있다. 동 도면에서, 광 픽업 장치(200)는 광 픽업 유닛(101)의 일 실시예의 구성예이고, 이른바 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치로서, 광원(201)으로부터 조사된 광을 소정 각도의 광속(light flux)으로 변환하는 커플링 렌즈(205)와, 커플링 렌즈(205)를 통과한 광을 기록 매체(204)의 기록면 상에 집광시키는 대물 렌즈(203)를 가지는 것이다. 기록 매체(204)는 도 3의 광 디스크(151)를 간소화한 형태이고, 기록 매체(204)와 광 디스크(151)는 실질적으로 같은 것이다.

대물 렌즈(203)는 정현 조건(sine condition)을 충족시키도록 설계되어 있고, 대물 렌즈(203)를 통과한 광에서 축외 수차로서의 구면 수차와 코마 수차가 발생하지 않도록 구성되어 있지만, 비점수차는 발생된다.

커플링 렌즈(205)의 면 형상이, 커플링 렌즈(205)를 통과하는 광에서 수차가 발생하지 않도록 설계되어 있는 경우, 예를 들면, 트래킹 서보를 행하기 위한 대물 렌즈(203)의 이동 또는 시프트는, 이른바 대물렌즈 시프트를 유발시키고, 대물 렌즈(203)에 의한 비점 수차량은, 대물 렌즈의 시프트량의 2차 함수가 된다. 따라서, 대물 렌즈(203)의 시프트량이 커질수록 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치에서 비점 수차의 영향이 더 커진다.

도 5는, 도 4의 광 픽업 장치(200)에서 대물렌즈 시프트가 발생한 경우의 예를 나타낸 도면이다. 동 도면에서, 도 4의 경우와 비교하면, 대물 렌즈(203)가 광축에 수직하는 방향으로 이동한다.

전술한 대물 렌즈의 시프트에 의해 발생하는 수차량은, 예를 들면 NA가 낮은 CD(Compact Disc)와 MD(Mini Disc) 등의 광 기록 매체에 대한 정보의 기록 또는 재생 등을 수행하는 경우, 시스템 마진이 붕괴될 정도로 크지 않기 때문에, 그 정도의 수차는 허용할 수 있다. 하지만, NA가 큰 DVD(Digital Versatile Disc)와 UMD(Universal Media Disc) 등의 광 기록 매체에 대한 정보의 기록 또는 재생 등을 수행하는 경우, 그 수차는 무시할 수 없는 영향력을 가질 우려가 있다.

그러므로, 본 발명에 따르면, 전술한 대물 렌즈(203)의 시프트에 따라 발생하는 수차를 보정하기 위해, 커플링 렌즈(205)의 특성을, 예를 들면 렌즈의 면 형상을 소정의 형상으로 설계함으로써 변경한다.

대물 렌즈 시프트가 발생하고 있는 경우, 광원(201)으로부터 조사된 광빔의 커플링 렌즈(205) 내의 통과 위치가 상이하다.

예를 들면, 대물 렌즈 시프트가 발생하고 있지 않은 도 4에 나타난 바와 같은 상태에서, 광원(201)으로부터 조사된 광빔의 커플링 렌즈(205) 내의 통과 위치는 도 6에 나타난 바와 같다. 도 6은 커플링 렌즈(205)를, 광원(201)으로부터 조사되는 광빔의 광축 상의 한점에서 본 도면이다. 이 도면에서, 커플링 렌즈(205)의 직경과 거의 같은 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 영역 내에서, 광원(201)으로부터 조사되는 광빔의 광속이 통과하는 광속 직경 영역(221)은 중심 부분에 전체 유효 영역과 동심원형으로 배치되어 있다.

한편, 대물 렌즈 시프트가 발생하고 있는 도 5에 나타난 바와 같은 상태에서, 광원(201)으로부터 조사된 광빔의 커플링 렌즈(205) 내의 통과 위치는 도 7에 나타난 바와 같다. 도 7은 도 6과 마찬가지로, 커플링 렌즈(205)를 광원(201)으로부터 조사되는 광빔의 광축 상의 한점에서 본 도면이다. 이 도면에서, 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 영역 내에서, 광원(201)으로부터 조사되는 광빔의 광속이 통과하는 광속 직경 영역(221)은, 도 6의 경우와 비교하여, 도면 중 상 방향으로 변위된 위치에 배치되어 있다.

따라서, 대물 렌즈(203)의 렌즈 시프트량에 따라, 광원(201)으로부터 조사된 광빔의 커플링 렌즈(205) 내의 통과 위치가 달라지므로, 미리 커플링 렌즈(205) 내의 통과 위치에 따라 렌즈의 면 형상을 소정의 비율로 변화시키는 등에 의해 최적화하면, 대물 렌즈(203)의 시프트에 따라 발생하는 수차를 커플링 렌즈(205)의 특성에 의해 보정하는 것이 가능해진다.

커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경의 파면 수차의 Zernike 다항식 전개에 의한 해석으로부터, 다음과 같이 관계식을 도출할 수 있다. 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경 영역에 부가하는 구면 수차의 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수를 S_a , 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A 를 γ , 그리고 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 $2s/B$ 를 δ 라고 하면, 커플링 렌즈에서 유래한, 비점 수차의 수차 계수 A 및 코마 수차의 수차 계수 C는 식 (1)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} A &= 12S_a\gamma^4\delta^2 \\ C &= -8S_a\gamma^4\delta \end{aligned} \quad (1)$$

위 식에서, $\gamma = B/A$ 이고, $\delta = 2s/B$ 이다.

따라서, 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경의 수차량으로서 적당한 4차 구면 수차 S_a 를 부여함으로써, 대물 렌즈 시프트 시에, 대물 렌즈의 시프트량의 2차 함수로 변화하는 임의의 비점 수차를 커플링 렌즈(205)에 의해 발생시킬 수 있다.

다시 말해, 대물 렌즈(203)에 의해 발생된 비점 수차, 즉 축외 비점 수차의 Zernike 비점 수차 계수를 W_{as} 라고 하면, 식 (2)를 충족시키는 4차 구면 수차 S_a 를 부여하도록 커플링 렌즈(205)의 면 형상이 최적화되고, 이는 대물 렌즈 시프트가 발생하여도 비점 수차가 적은 시야 특성이 개선된 광 픽업 장치의 구성을 가능하게 한다.

$$|W_{as} - 12S_a\gamma^4\delta^2| < |W_{as}| \quad (2)$$

이렇게 함으로써, 유한 광학계를 채용한 광 픽업을 구성하여, 장치를 소형화, 박형화할 수 있다. 또, 대물 렌즈 시프트에 수반하는 수차의 발생이 억제될 수 있어, 예를 들면, NA가 큰 DVD와 UMD 같은 광 기록 매체에 대한 정보의 기록 또는 재생 시에도, 안정된 동작을 실현할 수 있다.

이상에서는, 적당한 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 를 구함으로써, 대물 렌즈(203)의 시프트에 의해 발생하는 비점 수차를 보정하는 경우에 대하여 기술하였다. 이 경우에, 전술한 식 (1)에서의 코마 수차 계수 C 도 또한 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 의 함수이므로, γ 와 δ 와 같은 광학 파라미터의 일정한 값이 대물 렌즈(203)의 시프트에 의해 발생하는 비점수차를 보정하더라도, 코마 수차량이 증가할 가능성이 있다.

따라서, 비점 수차의 보정에 따라 발생할 수 있는 코마 수차도 또한 보정되는 경우, 다음과 같은 방식으로 커플링 렌즈 (205)의 면 형상을 최적화할 수 있다.

커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경 영역에 부가하는 구면 수차의 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수를 S_a , Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수를 S_k , 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A 에 대한 광속 직경 B 의 비 B/A 를 γ , 그리고 광속 반경 $B/2$ 에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s 의 비 $2s/B$ 를 δ 라고 하면, 커플링 렌즈(205)에서 유래한, 비점 수차의 수차 계수 A 및 코마 수차의 수차 계수 C 는 식 (3)으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} A &= 12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2) \\ C &= -8S_a\gamma^4\delta + S_k(-210\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta) \end{aligned} \quad (3)$$

위 식에서, $\gamma = B/A$ 이고, $\delta = 2s/B$ 이다.

따라서, 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경의 수차량으로서 적당한 4차 구면 수차 S_a 와 6차 구면 수차 S_k 를 부여함으로써, 대물 렌즈 시프트 시에, 적당한 코마 수차와 대물 렌즈의 시프트량의 2차 함수로 변화하는 임의의 비점 수차를 커플링 렌즈(205)에 의해 발생시킬 수 있다.

대물 렌즈(203)에 발생된 시야 비점 수차(축외 비점 수차)의 Zernike 비점 수차 계수를 W_{as} 라고 하면, 식 (4)와 식 (5)를 동시에 충족시키는 4차 구면 수차 S_a 와 6차 구면 수차 S_k 를 부여하도록, 커플링 렌즈의 면 형상이 최적화되고, 이는 더욱 시야 특성이 개선된 광 픽업 장치의 구성을 가능하게 한다.

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (4)$$

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (5)$$

이렇게 함으로써, 유한 광학계를 채용한 광 픽업을 구성하여, 장치를 소형화, 박형화할 수 있다. 또, 비점 수차의 보정에 따라 발생할 가능성이 있는 코마 수차가 또한 보정되고, 대물 렌즈 시프트에 수반하는 수차의 발생이 또한 억제될 수 있어, 예를 들면, NA가 큰 DVD, UMD 등의 광 기록 매체에 대한 정보의 기록 또는 재생 시에도, 안정된 동작을 실현할 수 있다.

이상에서는, 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경에 대해, 적당한 4차 구면 수차 S_a 및 6차 구면 수차 S_k 를 부여하도록, 커플링 렌즈(205)의 면 형상을 최적화하는 예에 대하여 설명하였으나, 커플링 렌즈(205)의 면 형상을 최적화하는 대신에, 예를 들면, 도 8에 나타낸 바와 같이, 적당한 구면 수차를 부가하기 위한 렌즈나 액정 소자와 같은 광학 소자를, 광 픽업 장치의 광로 중에 배치할 수도 있다.

도 8은 광 픽업 유닛(101)의 다른 구성예를 나타낸 블록도이다. 이 도면에 서, 도 4의 경우와는 다르게, 적당한 구면 수차를 부가하기 위한 광학 소자(206)가, 커플링 렌즈(205)와 대물 렌즈(203) 사이에 배치되어 있다. 또, 이 예에서, 커플링 렌즈(205)의 면 형상은, 전술한 식 (2), 식 (4), 및 식 (5) 등에 의해 특히 최적화되어 있지 않지만, 전체 유효 직경에 전체에 걸쳐 균일한 특성을 가지도록 구성되어 있다[종래의 커플링 렌즈와 동일한 것을 커플링 렌즈(205)로서 사용한다]. 그 외는 도 4의 경우와 동일하다.

광학 소자(206)는, 예를 들면 도 9에 나타낸 바와 같이 구성된다. 도 9는 도 8의 광학 소자(206)를 광원(201)으로부터 조사되는 광의 광축 상의 한점에서 본 도이다. 이 도면에 나타낸 바와 같이, 광학 소자(206)는 통과하는 광의 광축의 중심, 즉 도면 중 세로 방향의 파선과 가로 방향의 파선이 교차하는 점으로부터의 거리 ρ 에 따라 상이한 수차량을 발생시키도록 구성되어 있다.

도 10은 광학 소자(206)에서 발생된 수차량의 특성의 예를 나타낸 도면이다. 이 도면에서, 세로축은 수차량을 나타내고, 가로축은 ρ 의 값을 나타낸다. 예를 들면, 전술한 식 (2), 식 (4), 및 식 (5) 등에 의해 구해진 최적인 특성이 선(301)에 의해 부여되는 경우, 광학 소자(206)는 선(302)로 나타낸 바와 같은 특성을 가지도록 구성되고, 이는 선(301)에 의해 표현되는 특성을 근사할 수 있게 한다. 그 결과, 커플링 렌즈(205)의 면 형상을 최적화한 경우와 마찬가지로, 대물 렌즈 시프트에 의해 발생하는 수차를 보정할 수 있다.

광학 소자(206)는 대물 렌즈(203)의 시프트에 따라 발생하는 비점 수차를 보정하기 위해서만 설치될 필요는 없고, 예를 들면 익스팬더 렌즈(expander lens)와 같은, 광 디스크의 두께의 변동, 환경 온도 변동 등에 의해 발생된 구면 수차를 보정하기 위해 미리 광 디스크 장치 등에 배치되어 있는 광학 소자로 구성될 수도 있다.

또한, 광학 소자(206)는, 렌즈 등에 의해 구성되는 것에 한정되지 않고, 예를 들면 액정 소자로 구성될 수 있다. 이와 같이 함으로써, 광학 소자(206)의 면 형상을 용이하게 조절할 수 있게 된다.

이상에서는, 대물 렌즈(203)의 시프트에 따라 발생하는 수차를 커플링 렌즈(205) 또는 광학 소자(206)에 의해 보정하는 예에 대하여 설명하였으나, 수차를 대물 렌즈(203)에 의해 보정할 수도 있다. 이 경우, 통상, 정현 조건을 충족시키도록 설계되어 있는 대물 렌즈(203)의 면 형상을 의도적으로 변경하여, 대물 렌즈(203)를 통과하는 광에 적당한 축의 코마 수차를 부가할 수 있다.

더욱 구체적으로는, 대물 렌즈(203)의 축의 코마 수차의 Zernike 코마 수차 계수를 W_{coma} , 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경 영역에 부가하는 구면 수차의 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수를 S_a , 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A 를 γ , 그리고 광속 반경 B/2에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s의 비 $2s/B$ 를 δ 라고 하면, 식 (6)을 충족시키는 코마 수차 계수를 부여하도록, 대물 렌즈의 면 형상을 최적화할 수 있다.

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < | - 8S_a\gamma^4\delta| \quad (6)$$

전술한 바와 같이 면 형상이 최적화된 대물 렌즈(203)와, 식 (2)를 충족시키는 4차 구면 수차 S_a 를 부여하도록 면 형상이 최적화된 커플링 렌즈(205)를 조합함으로써, 더욱 양호하게 시야 특성이 개선된 유한 광학계를 구성할 수 있다.

전술한 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경 영역 또는 광학 소자(206)의 면 형상을 최적화함으로써, 커플링 렌즈(205)의 전체 유효 직경 영역 또는 광학 소자(206)를 통과하는 광에 부가된 구면 수차는, 광속 직경 영역에서의 구면 수차가 발생할 수 있도록 한다. 이 구면 수차는, 구면 수차 계수를 S라고 하면, 식 (7)로 나타낼 수 있다.

$$S = S_a \gamma^4 + S_k (-30\gamma^6 \delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (7)$$

많은 경우에, 전술한 구면 수차는 광 픽업 장치의 특성에 크게 영향을 미치지 않는 정도 또는 무시할 수 있는 정도로 충분히 작지만, 대물 렌즈(203)에 미리 적당한 구면 수차를 부가하는 것은, 커플링 렌즈(205)에 의해 발생하는 구면 수차를 보정할 수 있도록 해준다. 즉, 전술한 바와 같이 대물 렌즈(203)는 통상, 정현 조건을 충족시키도록 설계되어 있지만, 면 형상을 변경하여, 대물 렌즈(203)를 통과하는 광에 적당한 구면 수차가 부가되도록 함으로써, 커플링 렌즈(205)에 의해 발생하는 구면 수차도 또한 보정할 수 있다.

대물 렌즈(203)에 적당한 구면 수차를 부가하는 경우, 식 (8)을 충족시키는 구면 수차 W_{sa} 를 부여하도록 대물 렌즈(203)의 면 형상을 최적화할 수 있다.

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (8)$$

W_{sa} : 대물 렌즈의 구면 수차의 Zernike 구면 수차 계수

이렇게 함으로써, 유한 광학계를 채용한 광 픽업을 구성하여, 장치를 소형화, 박형화할 수 있다. 또, 대물 렌즈(203)의 시프트에 수반하는 비점 수차의 보정에 더해, 커플링 렌즈(205)의 구면 수차도 보정되어, 대물 렌즈 시프트에 수반하는 수차의 발생이 또한 억제되고, 예를 들면 NA가 큰 DVD나 UMD와 같은 광 기록 매체에 대한 정보의 기록 또는 재생 시에도, 안정된 동작을 실현할 수 있다.

다음에, 전술한 바와 같이, 대물 렌즈(203)의 시프트에 따라 발생하는 비점수차를 보정한 경우의 효과에 대하여 설명한다.

도 11a 및 도 11b는, 관련 기술분야의 유한 광학계에서의 대물 렌즈의 시프트량과 수차량의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 11a 및 도 11b에서, 세로축은 수차량을 나타내고, 가로축은 대물 렌즈의 시프트량을 나타낸다.

도 11a에는 대물 렌즈의 대물 렌즈 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈고, 도 11b에는, 커플링 렌즈의 대물 렌즈 시프트량(대물 렌즈의 시프트에 의해 발생된 대물 렌즈의 시프트량)에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈다.

도 11b에 나타낸 바와 같이, 관련 기술분야의 커플링 렌즈는, 대물 렌즈의 시프트에 따라 발생하는 비점 수차를 보정하도록 면 형상이 최적화되어 있지 않기 때문에, 대물 렌즈 시프트량과 무관하게 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량이 0(영)이 되도록 구성되어 있다.

도 11a에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 대물 렌즈와, 도 11b에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 커플링 렌즈로 이루어지는 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치를 구성한 경우, 그 광 픽업 장치, 즉 전체 광학계의 특성은 도 12에 나타낸 바와 같다. 도 12에서, 또한 수차량을 나타내는 세로축과 대물 렌즈의 시프트량을 나타내는 가로축과 함께, 광 픽업 장치의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈다.

이 도면에 나타낸 바와 같이, 관련 기술분야의 유한 광학계, 즉 광 픽업 장치에서는, 대물 렌즈의 시프트에 따라 발생하는 비점 수차가 보정되지 않기 때문에, 전체 광학계에서 대물 렌즈의 특성과 마찬가지로의 특성을 보인다.

도 13a 및 도 13b는, 커플링 렌즈의 면 형상을 최적화한 경우의 유한 광학계에서의 대물 렌즈의 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 13a와 도 13b에서, 세로축은 수차량을 나타내고, 가로축은 대물 렌즈의 시프트량을 나타낸다. 도 13a에는 대물 렌즈의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈고, 도 13b에는 커플링 렌즈의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈다.

도 13b에 나타낸 특성을 가지는 커플링 렌즈의 면 형상은, 전술한 식 (1) 및 식 (2)에 의해 구한 적당한 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 를 부여하도록 최적화되어 있다. 이 예에서, Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 의 값이 0.08

(coeff.), 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A 인 γ 의 값이 0.70(coeff.), 그리고 광속 반경 $B/2$ 에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s 의 비 $2s/B$ 인 δ 의 값이 0.25(coeff.)가 되도록, 면 형상이 최적화된 커플링 렌즈가 사용되었다.

도 13a에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 대물 렌즈와, 도 13b에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 커플링 렌즈로 이루어지는 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치를 구성한 경우, 그 광 픽업 장치, 즉 전체 광학계의 특성은 도 14에 나타낸 바와 같다. 도 14에서, 또한 수차량을 나타내는 세로축과 대물 렌즈의 시프트량을 나타낸 가로축과 함께, 광 픽업 장치의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈다.

이 도면에 나타낸 바와 같이, 커플링 렌즈의 면 형상이 최적화되어 대물 렌즈의 시프트에 따라 발생하는 비점 수차가 보정되므로, 관련 기술분야의 유한 광학계(도 12)의 경우와 비교하여, 대물 렌즈의 시프트량에 수반하는 비점 수차량, 파면 수차량의 증대가 억제되어, 광 픽업 장치의 시야 특성이 개선된다.

도 15a 및 도 15b는, 커플링 렌즈의 면 형상을 더욱 최적화한 경우의 유한 광학계에서의 대물 렌즈의 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 15a 및 도 15b에서, 세로축은 수차량을 나타내고, 가로축은 대물 렌즈의 시프트량을 나타낸다. 도 15a에는, 대물 렌즈의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈고, 도 15b에는, 커플링 렌즈의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량이 각각 그래프로 나타냈다.

도 15b에 나타낸 특성을 가지는 커플링 렌즈의 형상은, 전술한 식 (3), 식 (4), 및 식 (5)에 의해 구한 적당한 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 및 6차 구면 수차 S_k 를 부여하도록 최적화되어 있다. 이 예에서는, Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 의 값이 0.10(coeff.), Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수 S_k 의 값이 0.03(coeff.), 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A 인 γ 의 값이 0.70(coeff.), 그리고 광속 반경 $B/2$ 에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s 의 비 $2s/B$ 인 δ 의 값이 0.25(coeff.)가 되도록 면 형상이 최적화된 커플링 렌즈가 사용되었다.

도 15a에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 대물 렌즈와 도 15b에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 커플링 렌즈로 이루어지는 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치를 구성한 경우, 그 광 픽업 장치, 즉 전체 광학계의 특성은, 도 16에 나타낸 바와 같다. 도 16에서는, 또한 수차량을 나타내는 세로축과 대물 렌즈의 시프트량을 나타내는 가로축과 함께, 광 픽업 장치의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈다.

이 도면에 나타낸 바와 같이, 커플링 렌즈의 면 형상이 더욱 최적화되어 대물 렌즈의 시프트에 따라 발생하는 비점 수차의 보정에 따라 발생하는 코마 수차도 보정되므로, 도 12의 경우와 비교하여, 또 도 14의 경우와 비교하여도, 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 파면 수차량의 증대가 억제되어, 광 픽업 장치의 시야 특성이 더욱 개선된다.

도 17a 및 도 17b는 커플링 렌즈의 면 형상은 물론 대물 렌즈의 면 형상도 최적화한 경우의 유한 광학계에서의 대물 렌즈의 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 17a 및 도 17b에서, 세로축은 수차량을 나타내고, 가로축은 대물 렌즈 시프트량을 나타낸다. 도 17a에는, 대물 렌즈의 대물 렌즈 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈고, 도 17b에는, 커플링 렌즈의 대물 렌즈 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량이 각각 그래프로 나타냈다.

이 경우에, 전술한 바와 같이, 대물 렌즈의 면 형상이 최적화되어 미리 구면 수차가 부가되므로, 도 17a에서는, 도 11a, 도 13a, 도 15a의 경우와 비교하여, 대물 렌즈 시프트량의 전반에 걸쳐 구면 수차량이 증대한다.

도 17b에 나타낸 특성을 가지는 커플링 렌즈의 면 형상은, 전술한 식 (1) 및 식 (2)에 의해 구한 적당한 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 를 부여하도록 최적화되어 있다. 이 예에서는, Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 의 값이 0.08(coeff.), 커플링 렌즈의 전체 유효 직경 A에 대한 광속 직경 B의 비 B/A 인 γ 의 값이 0.70(coeff.), 그리고 광속 반경 $B/2$ 에 대한 대물 렌즈 시프트 시의 광속 이동량 s 의 비 $2s/B$ 인 δ 의 값이 0.25(coeff.)가 되도록 면 형상이 최적화된 커플링 렌즈가 사용되었다.

도 17a에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 대물 렌즈와 도 17b에 나타낸 바와 같은 특성을 가지는 커플링 렌즈로 이루어지는 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치를 구성한 경우, 그 광 픽업 장치, 즉 전체 광학계의 특성은, 도 18에 나타낸 바와 같다. 도 18에서도, 수차량을 나타내는 세로축과 대물 렌즈의 시프트량을 나타내는 가로축과 함께, 광 픽업 장치의 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량을 각각 그래프로 나타냈다.

이 도면에 나타낸 바와 같이, 커플링 렌즈의 면 형상뿐만 아니라, 대물 렌즈의 면 형상도 최적화되어 커플링 렌즈에 의해 발생하는 구면 수차도 보정되므로, 도 14의 경우와 비교하여, 대물 렌즈의 시프트량에 따른 구면 수차량, 비점 수차량, 코마 수차량, 및 파면 수차량의 증대가 더욱 억제되어, 광 픽업 장치의 시야 특성이 더욱 개선된다.

다음에, 실제로 유한 광학계를 채용한 광 픽업 장치를 구성하고, 대물 렌즈의 시프트량과 수차량을 측정된 결과에 대하여 설명한다.

여기서는, 도 19에 나타낸 바와 같은 광 픽업 장치(400)을 사용하여 측정된 대물 렌즈의 시프트량과 수차량에 대하여 설명한다. 도 19의 광원(401) 내지 커플링 렌즈(405)는, 도 4의 광원(201) 내지 커플링 렌즈(205)에 대응하므로, 상세한 설명은 생략한다. 광원 렌즈(407)는 광원(401)에 의한 조사된 광을 소정의 광속으로 변화시키기 위해 설치된 것이다.

이 광 픽업 장치(400)의 광원(401)의 출사면은 S0이고, 광원 렌즈(407)의 광원(401)측의 면과 광 기록 매체(404)측의 면(도면 중의 좌측 면과 우측의 면)은 각각 S1와 S2이며, 커플링 렌즈(405)의 광원(401)측의 면과 광 기록 매체(404)측의 면은 각각 S3와 S4이다. 또, 대물 렌즈(403)의 광원(401)측의 면과 광 기록 매체(404)측의 면은 각각 S5와 S6이고, 광 기록 매체(404)의 광원(401)측의 면과 광 기록 매체(404)측의 면은 각각 S7와 S8이다. 이때, 광 픽업 장치(400)의 각 광학계의 각각의 면인 면 S0 내지 S8에서, 다음 면까지의 거리 t와, 관련된 면과 다음 면 사이에 존재하는 물질의 굴절률 n이, 도 20에 나타낸 바와 같이 설정되어 있다.

식 (3), 식 (4), 및 식 (5)에 의해 구한 적당한 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 및 6차 구면 수차의 수차 계수 S_k 를 부여하도록 커플링 렌즈(405)의 면 형상을 최적화함으로써, 대물 렌즈 시프트에 수반하는 비점 수차를 보정하도록 광 픽업 장치(400)를 구성하는 경우의 측정 결과에 대하여 설명한다. 이 경우에, 광원(401)으로부터 조사되는 광의 파장은 660nm이고, 대물 렌즈(403)의 NA는 0.6이며, 커플링 렌즈(405)의 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 의 값은 0.048(coeff.)이고, Zernike 6차 구면 수차의 수차 계수 S_k 의 값은 0.015(coeff.)이다. 또 도 21에 나타낸 바와 같이, 커플링 렌즈(405)의 면 S3과 S4, 그리고 대물 렌즈(403)의 면 S5와 S6의 면 형상을 구성하고, 대물 렌즈의 시프트량과 수차량을 측정한다.

도 21에 나타낸 파라미터 R, K, A, B, C, D는, 식 (9)로 나타낸 비구면 수차 함수에서의 파라미터 R, K, A, B, C, D의 값을 나타낸다. 다시 말해, 식 (9)의 파라미터 R, K, A, B, C, D의 값을 도 21에 나타낸 바와 같이 설정함으로써, 커플링 렌즈(405)의 면 S3과 S4, 그리고 대물 렌즈(403)의 면 S5와 S6의 면 형상이 특정된다.

$$Z(\rho) = \frac{(1/R)\rho^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(1/R)^2\rho^2}} + [A\rho^4 + B\rho^6 + C\rho^8 + D\rho^{10}]$$

ρ : 광축으로부터의 높이 (9)

도 22a는, 도 21에 나타낸 바와 같이 커플링 렌즈(405)와 대물 렌즈(403)의 면 형상이 구성되는 경우의 광 픽업 장치(400)에서의 대물 렌즈 시프트량과 수차량(파면 수차량, 구면 수차량, 비점 수차량, 및 코마 수차량)의 측정 결과를 나타낸 그래프이다. 도 22b는, 같은 광 픽업 장치(400)에서의 대물 렌즈(403)만의 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

도 22a에 나타낸 바와 같이, 광 픽업 장치(400)에서는, 대물 렌즈(403)만의 경우(도 22b)와 비교하여, 대물 렌즈의 시프트량이 증가함에 따른 수차량의 증가가 억제된다.

다음에, 식 (1) 및 식 (2)에 의해 구한 적당한 4차 구면 수차의 수차 계수 S_a 를 부여하도록 커플링 렌즈(405)의 면 형상을 최적화하고, 식 (8)을 충족시키는 구면 수차 W_{sa} 를 부여하도록 대물 렌즈(203)의 면 형상을 최적화하여, 대물 렌즈 시프트에 따른 비점 수차를 보정하고, 커플링 렌즈(405)에 의해 발생된 구면 수차를 보정하도록 광 픽업 장치(400)를 구성하는 경우의 측정 결과에 대하여 설명한다. 이 경우에, 광원(401)으로부터 조사되는 광의 파장은 660nm이고, 대물 렌즈(403)

의 NA는 0.6이며, 커플링 렌즈(405)의 Zernike 4차 구면 수차의 수차 계수 S_4 의 값은 0.045(coeff.)이다. 또 도 23에 나타낸 바와 같이, 커플링 렌즈(405)의 면 S3과 S4, 그리고 대물 렌즈(403)의 면 S5와 S6의 면 형상을 구성하고, 대물 렌즈의 시프트량과 수차량을 측정한다.

도 23은, 도 21와 마찬가지로, 식 (9)로 나타낸 비구면 수차 함수에서의 파라미터 R, K, A, B, C, D의 값을 특정하는 것이고, 식 (9)에 의해 렌즈의 면 형상이 특정된다.

도 24a는, 커플링 렌즈(405)와 대물 렌즈(403)의 면 형상이 도 23에 나타낸 바와 같이 구성되는 경우의 광 픽업 장치(400)에서의 대물 렌즈의 시프트량과 수차량(파면 수차량, 구면 수차량, 비점 수차량, 및 코마 수차량)의 측정 결과를 나타낸 그래프이다. 도 24b는, 동일한 광 픽업 장치(400)에서의 대물 렌즈(403)만의 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

도 24a에 나타낸 바와 같이, 광 픽업 장치(400)에서는, 대물 렌즈(403)만의 경우(도 24b)와 비교하여, 대물 렌즈의 시프트량이 증가함에 따른 수차량의 증가가 억제된다.

발명의 효과

본 발명의 실시예에 따르면, 소형의 장치로 안정된 수차의 보정을 행할 수 있다.

이 기술분야의 당업자는 설계요건 및 다른 요인에 따라 첨부된 특허청구범위 또는 그 등가물의 범위 내에서 다양하게 변경, 조합, 일부조합(sub-combination), 및 개조할 수 있음은 물론이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 무한 광학계를 설명하는 도면이다.

도 2은 종래의 유한 광학계를 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명을 적용한 광 디스크 장치의 일 실시예에 따른 구성예를 나타낸 블록도이다.

도 4는 도 3의 광 픽업 유닛의 구성예를 나타낸 도면이다.

도 5는 도 4의 광 픽업 유닛에서 대물 렌즈의 시프트가 발생한 경우의 예를 나타낸 도면이다.

도 6은 대물 렌즈의 시프트가 발생하지 않은 경우의 커플링 렌즈에서의 광의 통과 위치를 설명하는 도면이다.

도 7은 대물 렌즈의 시프트가 발생한 경우의 커플링 렌즈에서의 광의 통과 위치를 설명하는 도면이다.

도 8은 도 3의 광 픽업 유닛의 다른 구성예를 나타낸 도면이다.

도 9는 도 8의 광학 소자의 구성예를 나타낸 도면이다.

도 10은 도 9의 광학 소자에 있어 광축으로부터의 거리와 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 11a 및 도 11b는 종래의 유한 광학계의 대물 렌즈와 커플링 렌즈에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 12는 도 11에 대응하는 유한 광학계 전체에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 13a 및 도 13b는 본 발명을 적용한 유한 광학계의 대물 렌즈와 커플링 렌즈에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 14는 도 13에 대응하는 유한 광학계 전체에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 15a 및 도 15b는 본 발명을 적용한 유한 광학계의 대물 렌즈와 커플링 렌즈에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계의 다른 예를 나타낸 그래프이다.

도 16은 도 15에 대응하는 유한 광학계 전체에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 17a 및 도 17b는 본 발명을 적용한 유한 광학계의 대물 렌즈와 커플링 렌즈에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계의 또 다른 예를 나타낸 그래프이다.

도 18은 도 17에 대응하는 유한 광학계 전체에 있어 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 19는 도 3의 광 픽업 유닛의 또 다른 구성예를 나타낸 도면이다.

도 20은 도 19의 광학계의 각 면 사이의 거리와 굴절률을 나타낸 도면이다.

도 21은 도 19의 커플링 렌즈와 대물 렌즈의 면 형상을 특징하는 변수의 예를 나타낸 도면이다.

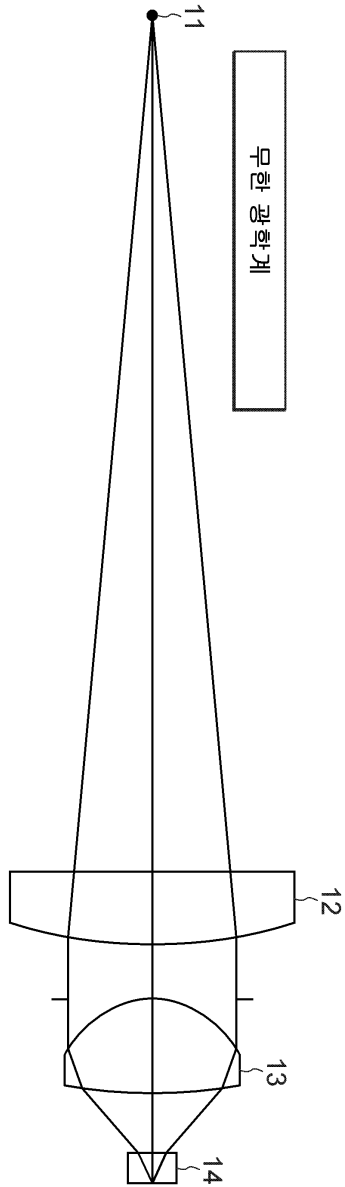
도 22a 및 도 22b는 도 21에 대응하는 커플링 렌즈와 대물 렌즈를 사용한 도 19의 광학계에서의 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

도 23은 도 19의 커플링 렌즈와 대물 렌즈의 면 형상을 특징하는 변수의 다른 예를 나타낸 도면이다.

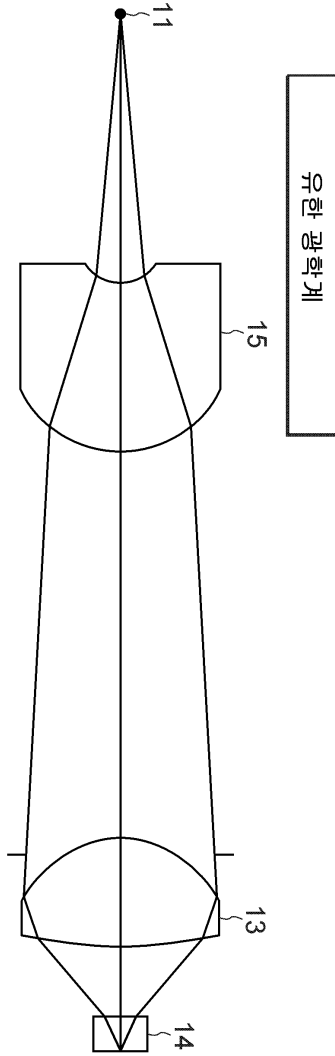
도 24a 및 도 24b는 도 23에 대응하는 커플링 렌즈와 대물 렌즈를 사용한 도 19의 광학계에서의 대물 렌즈 시프트량과 수차량의 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

도면

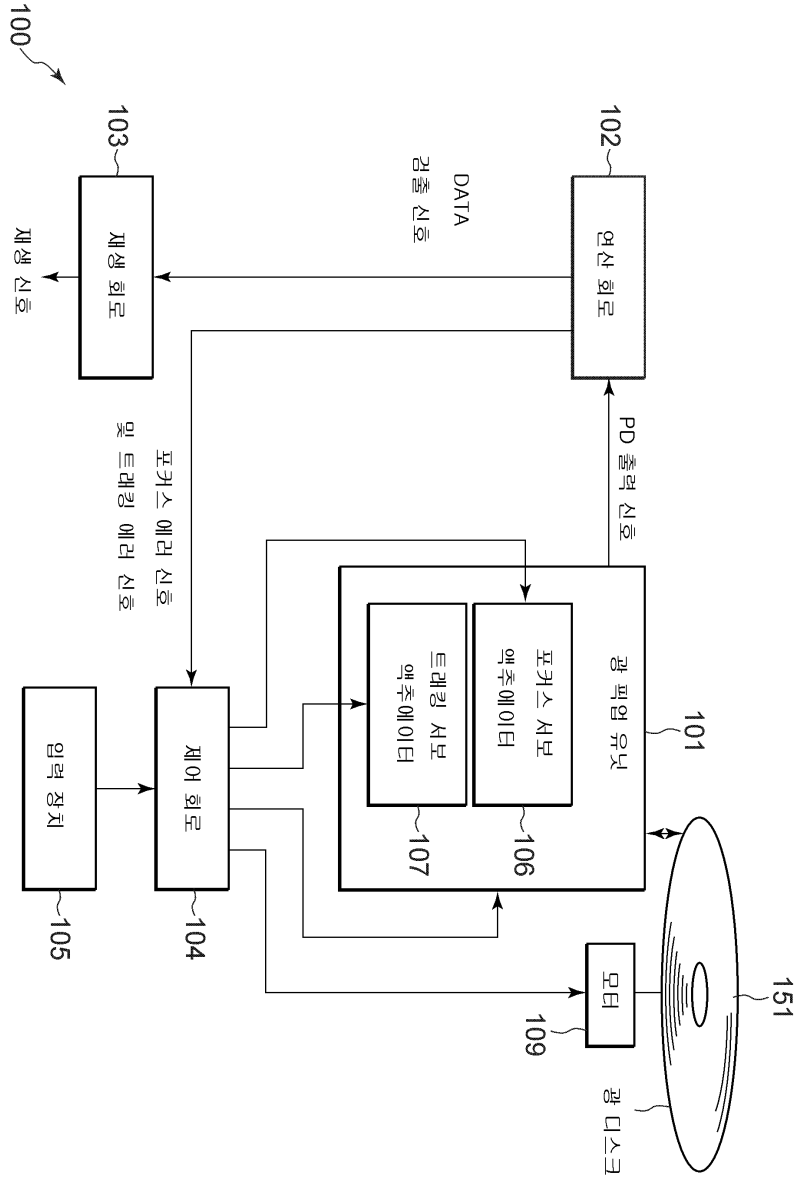
도면1



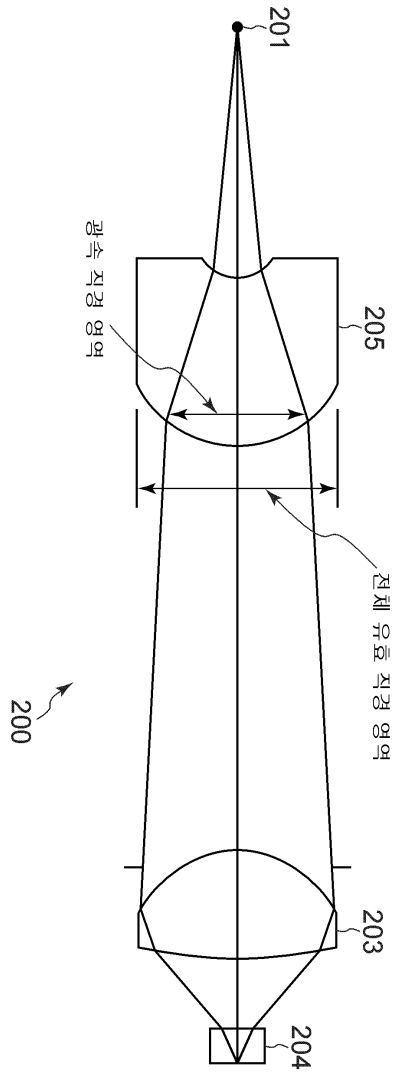
도면2



도면3

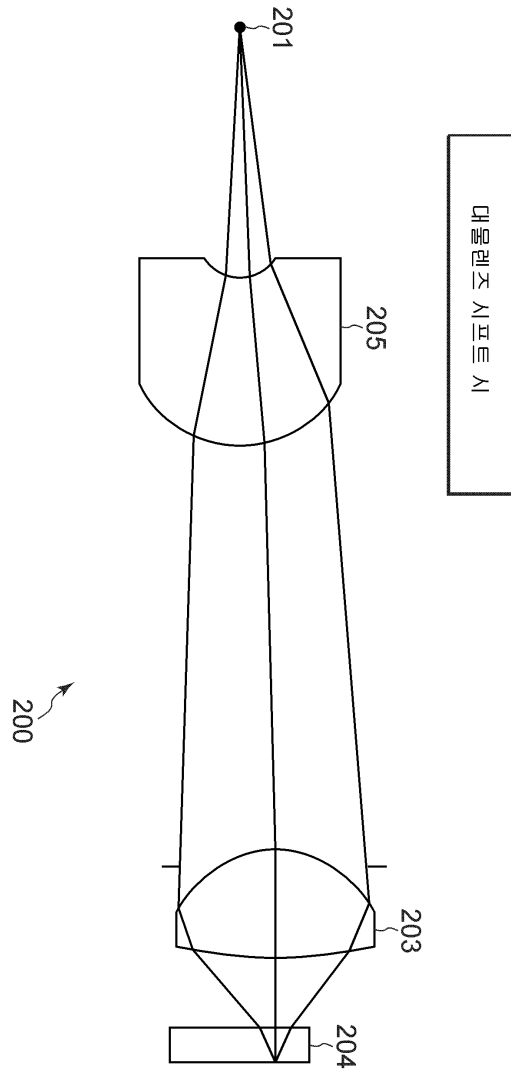


도면4

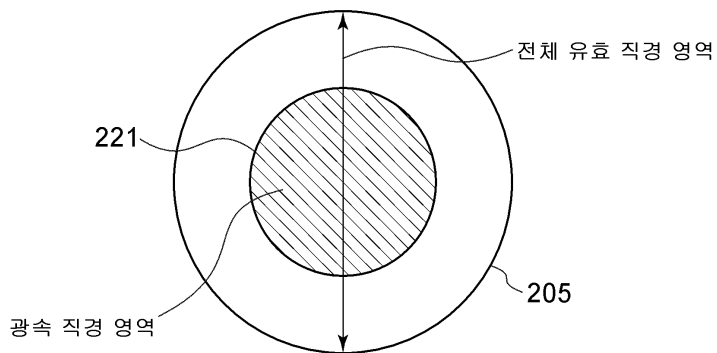


대물렌즈 시프트 0

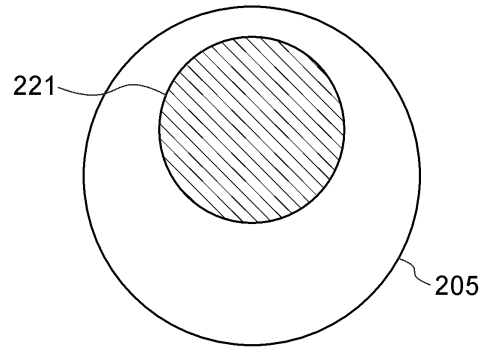
도면5



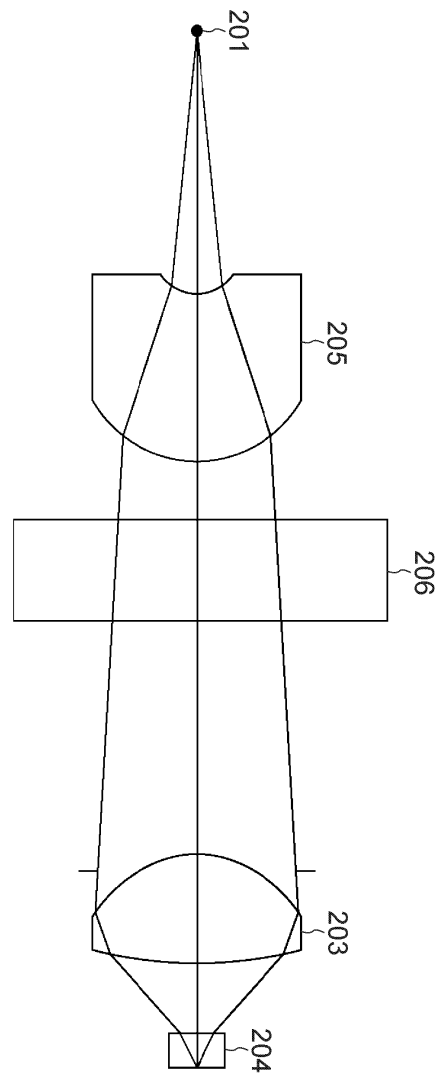
도면6



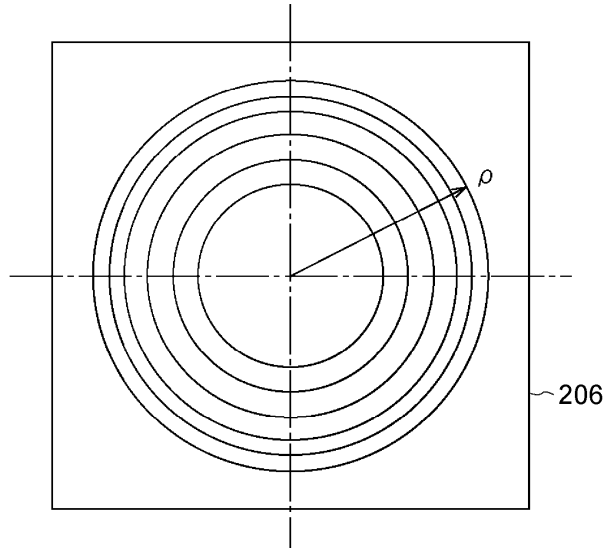
도면7



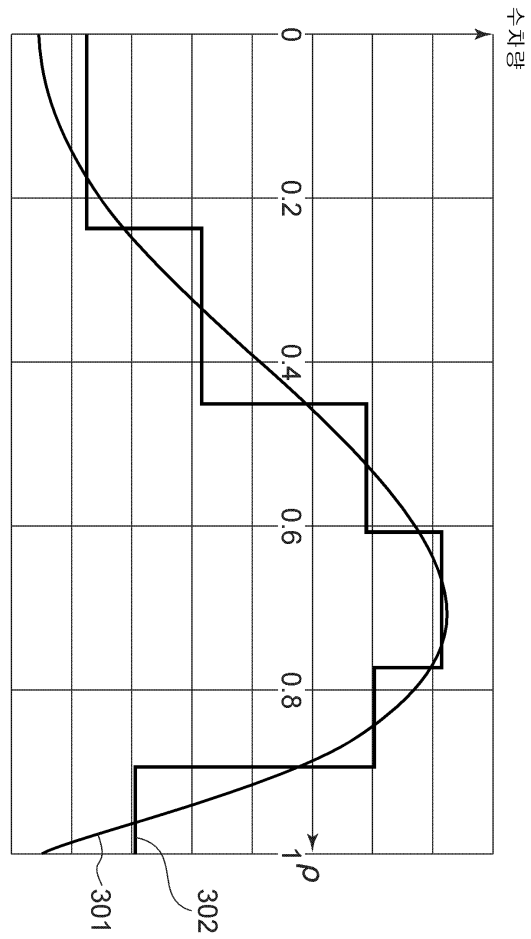
도면8



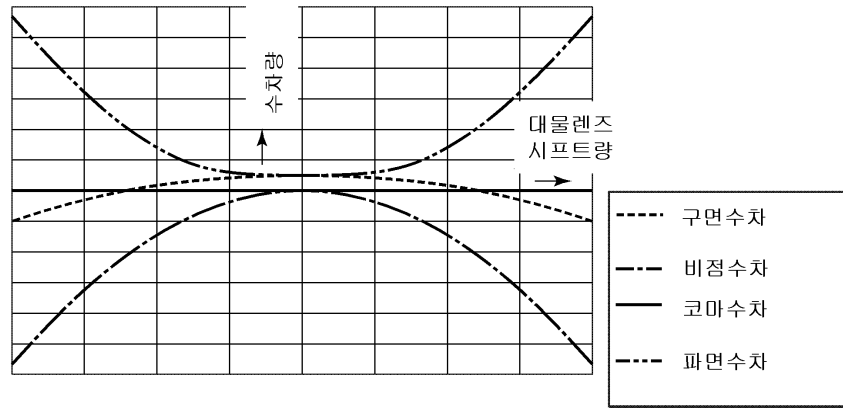
도면9



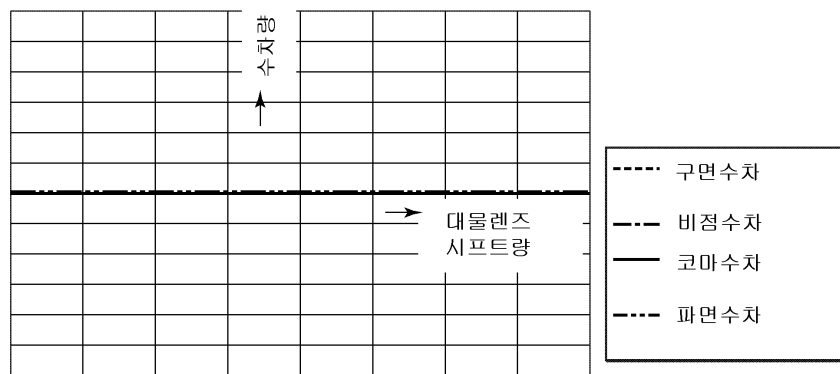
도면10



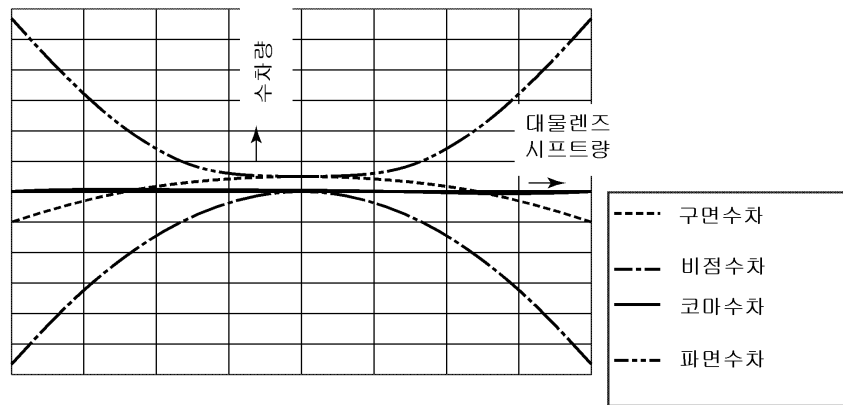
도면11a



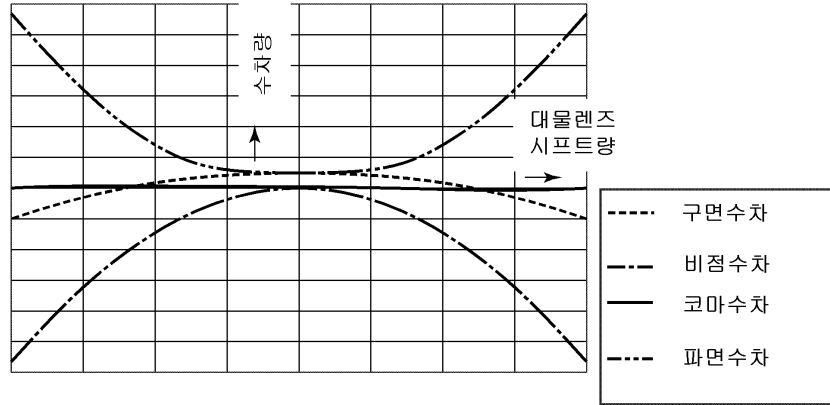
도면11b



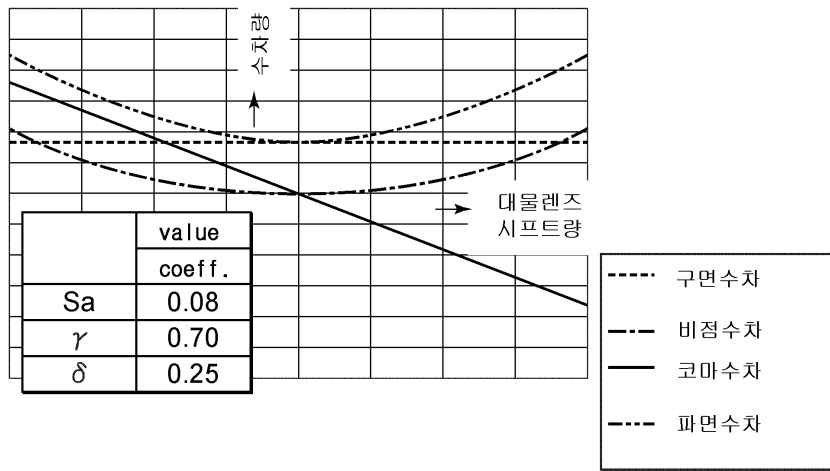
도면12



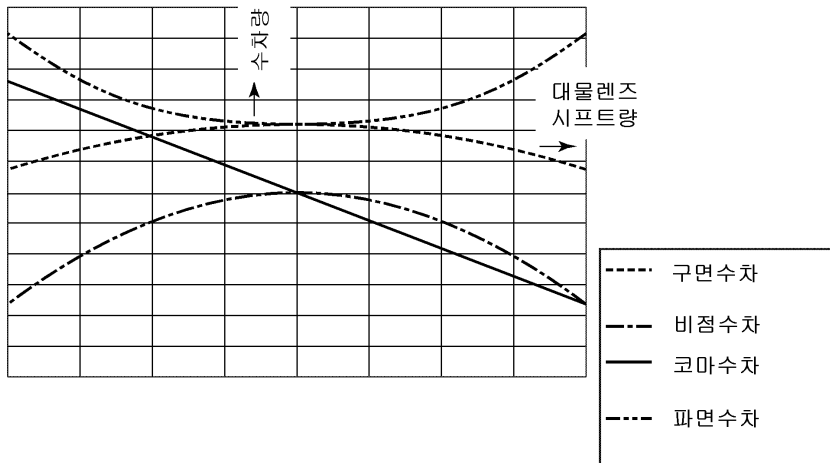
도면13a



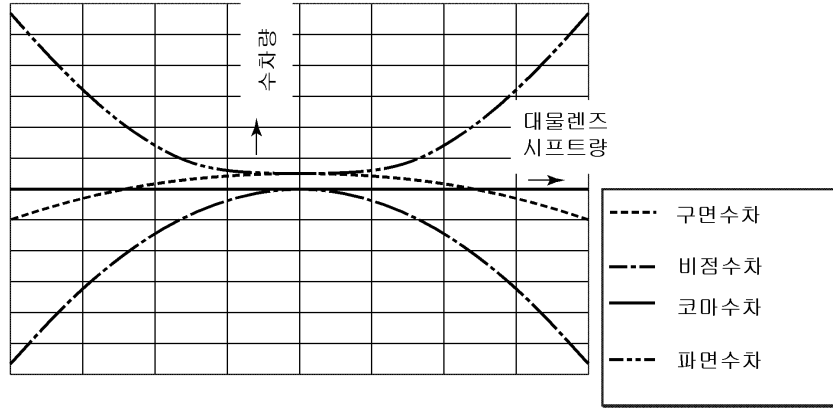
도면13b



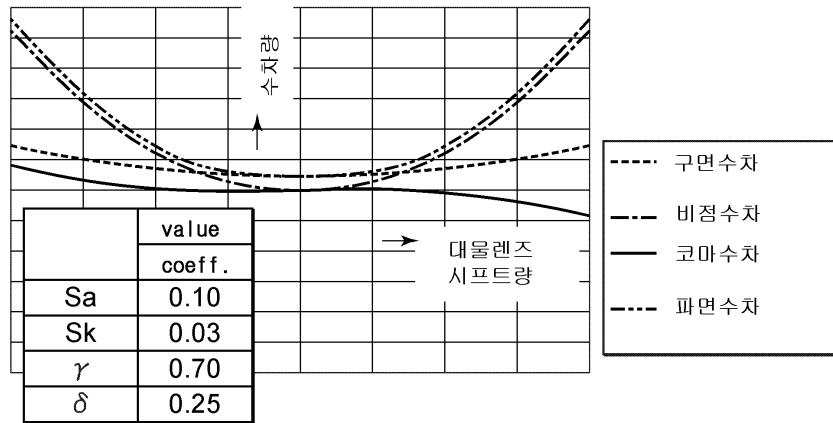
도면14



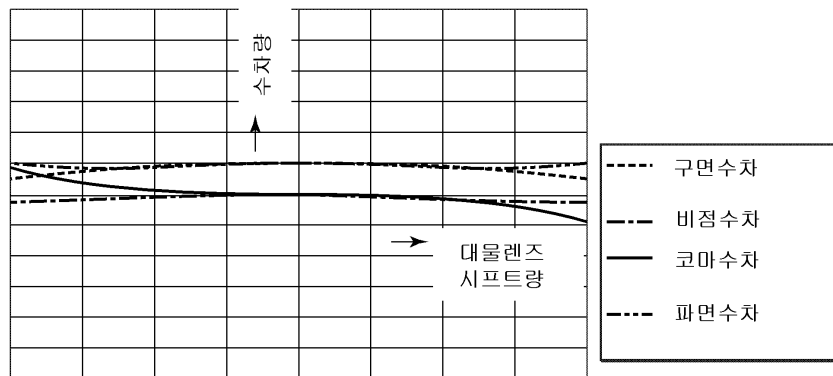
도면15a



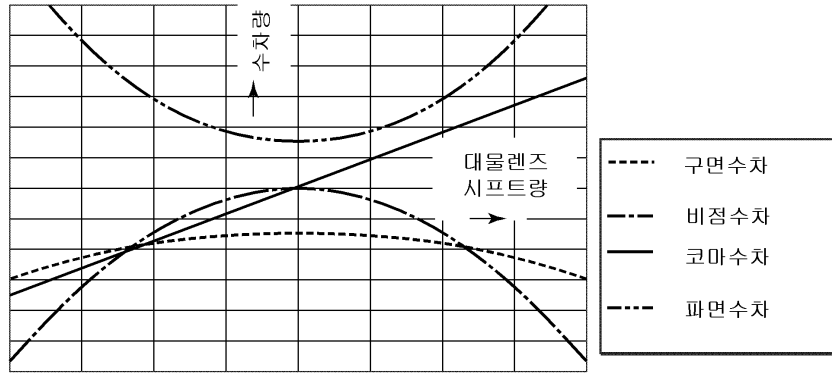
도면15b



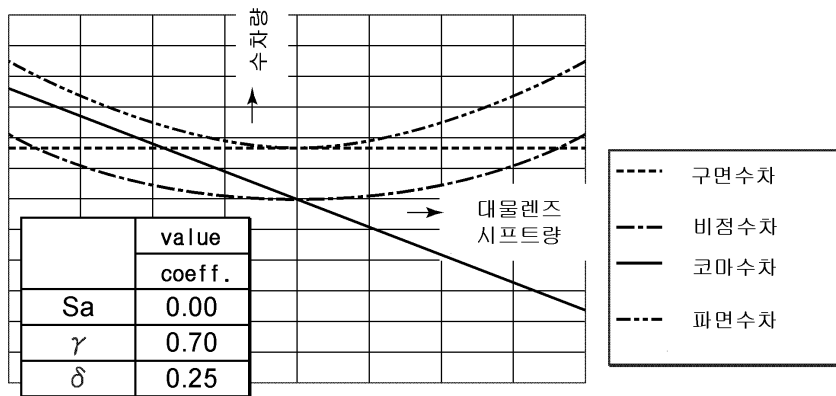
도면16



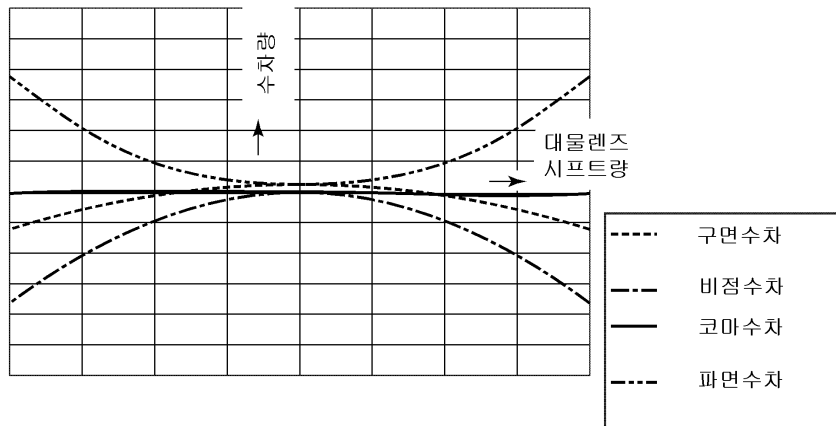
도면17a



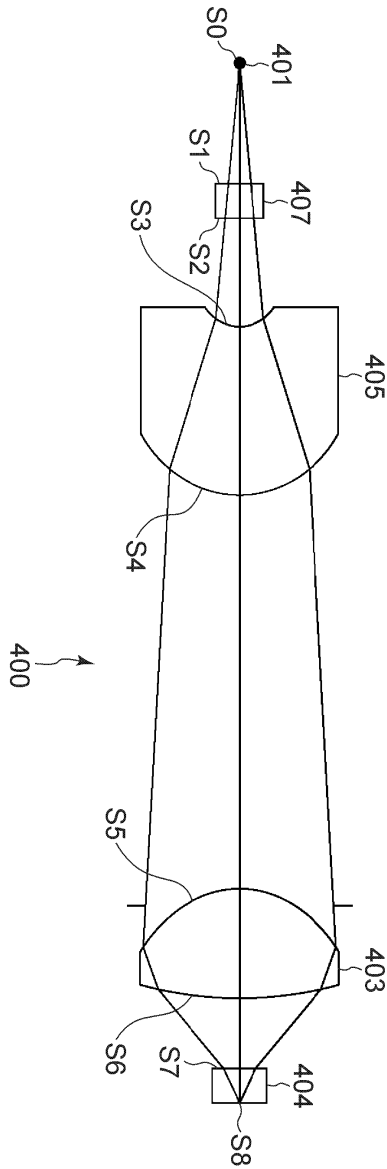
도면17b



도면18



도면19



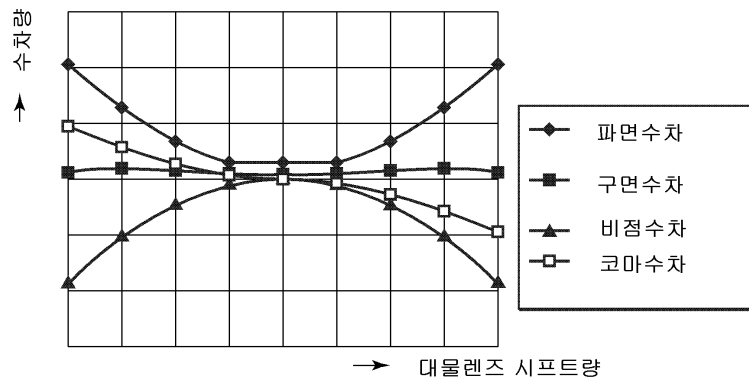
도면20

	t (mm)	n
s 0	2	—
s 1	0.57	1.52
s 2	1.91	—
s 3	2.86	1.54
s 4	6.68	—
s 5	1.86	1.54
s 6	1.186	—
s 7	0.6	1.55
s 8	—	—

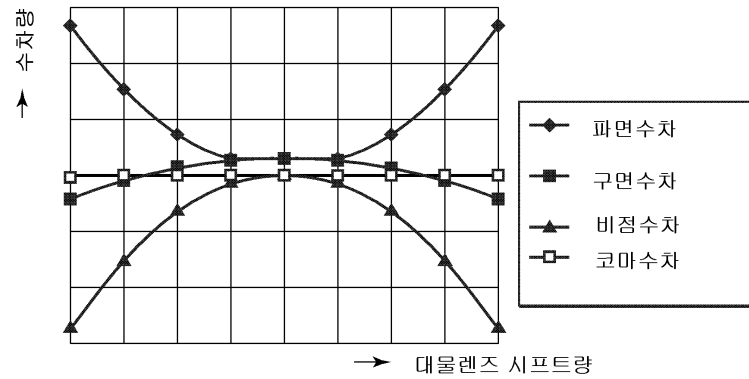
도면21

	커플링렌즈		대물렌즈	
	S3	S4	S5	S6
R	-0.635	-1.732	1.574	-3.585
K	-1.291	-0.288	-0.891	-6.915
A	-1.620E+00	3.607E-02	7.121E-02	3.192E-01
B	-1.553E+02	-2.092E-01	3.010E-02	-5.705E-01
C	2.355E+03	4.003E-01	5.244E-02	5.131E-01
D	-1.511E+04	-2.612E-01	-8.296E-02	-2.015E-01

도면22a



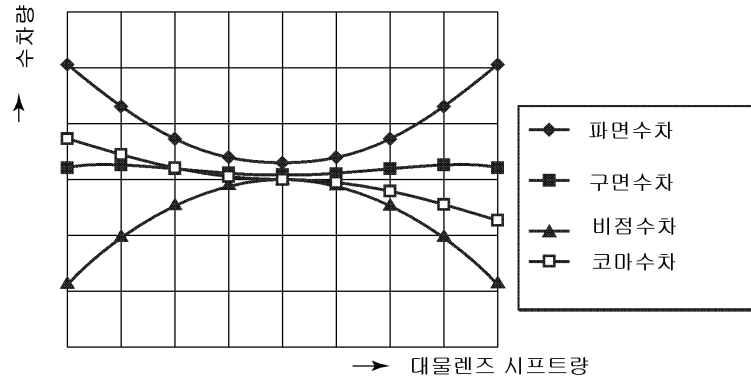
도면22b



도면23

	커플링렌즈		대물렌즈	
	S3	S4	S5	S6
R	-0.635	-1.731	1.574	-3.587
K	-1.454	-0.302	-0.856	-8.151
A	-1.373E+00	4.557E-02	6.252E-02	2.966E-01
B	-1.785E+02	-2.575E-01	2.543E-02	-5.881E-01
C	2.757E+03	4.936E-01	4.564E-02	5.602E-01
D	-1.750E+04	-6.398E-01	-9.638E-02	-2.316E-01

도면24a



도면24b

