



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G11B 7/12 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년02월05일 10-0678360 2007년01월29일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2000-0056939 2000년09월28일 2005년09월28일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2001-0030520 2001년04월16일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장      99-277544      1999년09월29일      일본(JP)

(73) 특허권자      소니 가부시끼 가이샤  
                         일본국 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6초메 7반 35고

(72) 발명자      니시노리아키  
                         일본도쿄도시나가와구기타시나가와6-7-35소니가부시끼가이샤내

(74) 대리인      이병호  
                         이범래

(56) 선행기술조사문헌  
    KR1019980070866 A      JP11110765 A  
    KR1019990067081 A  
    \* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 이백수

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 광학 헤드, 광검출기, 광학 정보 기록 및 재생장치, 및 초점 에러 검출방법

(57) 요약

본 발명은 복수 종류의 기록매체 및 랜드/홈 기록 시스템에 채택될 수 있는 광검출기, 광학 기록 및 재생장치 및 초점 에러 검출방법을 제공한다. 광학 헤드 내 광검출기에서 주 스폿용 수광부는 복수의 부분으로 분할된다. 작은 수광부로 구성된 중간 수광부는 4개의 주변 수광부에 의해 둘러싸인 중앙영역 내에 설치된다. 수렴된 광 스폿에서 강도 분포가 불안정한 곳의 영역에 위치하는 중간 수광부로부터의 출력신호를 사용하지 않고, 주변 수광부로부터의 출력신호들로부터만 초점 에러 신호가 얻어지고 초점 제어가 초점 에러 신호를 사용하여 수행된다. 종래의 비점수차 방법의 경우와 유사한 방식으로 광검출기를 제외한 광학 헤드의 다른 부분들을 구성함으로써 호환성을 유지하면서, 거의 트랙 횡단 잡음을 야기하지 않는 우수한 초점제어를 랜드/홈 기록매체에도 수행할 수 있다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

### 청구항 1.

광빔을 방사하는 광원과,

상기 광원으로부터 방사된 광빔을 소정의 트랙 안내구조를 갖는 기록매체의 기록면에 집중시키는 대물렌즈와,

상기 광원으로부터 방사된 광빔과 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔을 서로로부터 분리하는 광분리 수단과,

상기 기록매체에 의해 반사되고 상기 광분리 수단에 의해 분리된 광빔을 수용하는 광검출 수단과,

상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔에 비점수차를 야기하여 상기 광분리 수단을 통해 광검출 수단에 이르도록 하는 비점수차 발생수단을 포함하는 광학 헤드에 있어서,

상기 광검출 수단은 상기 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 대해 대칭적으로 배열된 4개의 주변 수광부와, 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 포함하는 광학 헤드.

### 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 중간 수광부는 상기 제 1 및 제 2 축에 의해 4개의 작은 수광부로 분할되는 광학 헤드.

### 청구항 3.

제 1 항에 있어서, 적어도 상기 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 상기 대물렌즈에 의해 상기 기록매체에 집중된 광빔의 초점상태를 검출하는 초점 검출수단을 추가로 포함하는 광학 헤드.

### 청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 초점 검출수단은 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 대각선 중 한 선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호들의 합과 다른 대각선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호들의 합 사이의 차이인 주변 차분신호의 계산을 수행하고, 그 계산 결과에 기초하여 초점상태를 검출하는 광학 헤드.

### 청구항 5.

제 2 항에 있어서, 적어도 상기 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호와 상기 중간 수광부의 4개의 작은 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 초점상태를 검출하는 초점 검출수단을 추가로 포함하는 광학 헤드.

### 청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 초점 검출수단은 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 대각선 중 한 선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호들의 합과 다른 대각선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호들의 합 사이의 차이인 주변 차분신호의 계산을 수행하고,

상기 중간 수광부의 4개의 작은 수광부의 배열에서 대각선 중 한 선을 따라 2개의 작은 수광부로부터 출력된 신호들의 합과 다른 대각선을 따라 2개의 작은 수광부로부터 출력된 신호들의 합 사이의 차이로서의 중간 차분신호, 또는 상기 중간 수광부의 4개의 작은 수광부로부터 출력된 신호들의 총합으로서의 중간 총합 신호 중 적어도 하나를 계산하며,

상기 중간 차분신호의 상수배 또는 상기 중간 총합신호의 상수배 중 적어도 하나를 상기 주변 차분신호에 가산함으로써 획득되는 가산 결과에 기초하여 초점상태를 검출하는 광학 헤드.

### 청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 획득되는 검출신호와 상기 중간 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 획득되는 검출신호의 상수배를 가산함으로써 초점 에러신호를 획득하는 연산수단과,

상기 연산수단에 의해 획득된 초점 에러신호에 기초하여 상기 대물렌즈의 광축 방향으로 상기 대물렌즈를 이동시키는 대물렌즈 구동기구를 추가로 포함하는 광학 헤드.

### 청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 연산수단은 상기 중간 수광부로부터 출력되는 검출신호에 곱해지는 상수를 임의로 설정하는 계수 설정수단을 포함하는 광학 헤드.

### 청구항 9.

제 8 항에 있어서, 상기 계수 설정수단에서 상기 중간 수광부로부터 출력된 검출신호에 곱해지는 상수는 적어도 기록매체의 종류 또는 광학 헤드의 종류 중 하나에 따라 복수의 소정 값들 중에서 선택될 수 있는 광학 헤드.

### 청구항 10.

제 8 항에 있어서, 상기 계수 설정수단에서 상기 중간 수광부로부터 출력된 검출신호에 곱해지는 상수는 상기 대물렌즈에 의해 집중된 광빔이 트랙 안내구조를 횡단할 때 발생하는 초점 에러신호 변동을 최소화하는 값인 광학 헤드.

### 청구항 11.

광원으로부터 방사된 광빔이 대물렌즈에 의해 소정의 트랙 안내 구조를 구비한 기록매체에 집중될 때 발생하는 초점 에러를 검출하는 광검출기에 있어서,

상기 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 대해 대칭적으로 배열되는 4개의 주변 수광부와,

상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치되는 중간 수광부와,

스위칭 신호를 입력하기 위한 입력단자와,

상기 입력단자로부터 공급된 스위칭 신호에 따라 상기 4개의 주변 수광부와 상기 중간 수광부로부터의 출력신호를 스위칭하는 스위칭 수단을 포함하는 광검출기.

### 청구항 12.

기록매체를 구동하는 기록매체 구동수단과,

상기 기록 매체 구동수단에 의해 구동된 기록매체로부터 신호를 판독하는 광학 헤드와,

상기 기록매체를 따라 광학 헤드를 이동시키는 광학 헤드 구동수단과,

상기 광학 헤드에 의해 판독된 신호에 기초하여 재생신호를 발생하는 신호 처리수단과,

상기 광학 헤드에 의해 판독된 신호에 기초하여 상기 기록매체 구동수단, 광학 헤드 구동수단 및 광학 헤드의 동작을 제어하는 서보 제어수단을 포함하는, 기록매체에 및 기록매체로부터 적어도 정보의 기록 또는 재생을 광학적으로 수행하는 광학 정보 기록 및 재생장치에 있어서,

상기 광학 헤드는,

광빔을 방사하는 광원과,

상기 광원으로부터 방사된 광빔을 소정의 트랙 안내구조를 갖는 기록매체의 기록면에 집중시키는 대물렌즈와,

상기 광원으로부터 방사된 광빔과 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔을 서로로부터 분리하는 광분리 수단과,

상기 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 대해 대칭적으로 배열된 4개의 주변 수광부, 및 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 포함하고, 상기 기록매체에 의해 반사되고 상기 광분리 수단에 의해 분리된 광빔을 수용하는 광검출 수단과,

상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔에 비점수차를 야기하여 상기 광분리 수단을 통해 광검출 수단에 이르도록 하는 비점수차 발생수단을 포함하는 광학 정보 기록 및 재생장치.

### 청구항 13.

광빔을 방사하는 광원과, 상기 광원으로부터 방사된 광빔을 소정의 트랙 안내구조를 갖는 기록매체의 기록면에 집중시키는 대물렌즈와, 상기 광원으로부터 방사된 광빔과 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔을 서로로부터 분리하는 광분리 수단과, 상기 기록매체에 의해 반사되고 상기 광분리 수단에 의해 분리된 광빔을 수용하는 광검출 수단과, 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔에 비점수차를 야기하여 상기 광분리 수단을 통해 광검출 수단에 이르도록 하는 비점수차 발생수단을 포함하는 광학 헤드에 사용되는 초점 에러 검출방법에 있어서,

상기 광검출 수단에는 상기 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 대해 대칭적으로 배열되는 4개의 주변 수광부와, 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치되는 중간 수광부가 장착되고,

초점 에러신호는 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호들에 기초하여 획득된 검출신호와 상기 중간 수광부로부터 출력된 신호들에 기초하여 획득된 검출신호의 상수배를 가산함으로써 획득되는 광학 헤드에 사용되는 초점 에러 검출방법.

### 청구항 14.

제 13 항에 있어서, 상기 중간 수광부는 상기 제 1 및 제 2 축에 의해 4개의 작은 수광부로 분할되고,

상기 상수로 곱해지는 상기 검출신호는 상기 중간 수광부의 4개의 작은 수광부로부터 출력된 신호들에 기초하여 획득되는 광학 헤드에 사용되는 초점 에러 검출방법.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 기록매체에 및 기록매체로부터 정보를 적어도 기록하거나 재생하는데 사용되는 광학 헤드, 이러한 광학 헤드로 구성된 광학 정보 기록 및 재생장치, 및 기록매체에 집중된 광의 초점에러를 검출하는 초점 에러검출방법에 관한 것이다.

최근에, 광학 디스크 등 광학 정보 기록매체를 사용하여 정보를 적어도 광으로 기록하거나 광으로 재생하는 다양한 광학 정보 기록 및 재생장치가 시판되었다. 이들 중에서, 기록매체로서 광학 디스크를 사용하는 광학 디스크 드라이브는 현저하게 확산되었으며 이의 기록밀도는 더욱 높아지고 있다. 재생전용 광학 디스크 드라이브로서는 예를 들면 기록용량이 CD-ROM(컴팩트 디스크-독출전용 메모리)보다 약 7배인 4.7GB로 증가된 DVD를 재생할 수 있는 DVD 드라이브는 이미 시판되고 있다. DVD는 약 650MB의 기록용량을 갖는 CD-ROM과 동일한 크기(120mm의 직경)를 갖는다.

일반적으로, 광학 디스크에서, 기록면은 투명기판 상에 형성되며 대물렌즈를 통해 광학 디스크로 방사된 기록 또는 재생용 광은 투명기판을 통과하여 기록면에 집중된다. 예를 들면, DVD 드라이브는 교차격자(cross lattice)에 의해 4부분으로 분할된 광검출기를 사용하는 차분(differential) 위상차 방법(DPD 방법)을 채택한다. 한편, 기록면에 빔 스폿을 최소화하기 위해서, 초점 에러 검출이 수행된다. 검출방법으로서, 트래킹 에러 검출에 사용되는 것과 동일한 광검출기를 사용할 수 있는 비점수차 방법이 종종 채용된다.

CD 드라이브에서, 대물렌즈의 NA(개구율)는 0.45로 설정된다. DVD 드라이브에서, 기록밀도를 더 높이기 위해서, 대물렌즈의 NA는 0.60으로 증가된다. NA가 증가될 때, 일반적으로 디스크가 기울어지는 경우에 수차(즉, 코마수차)가 증가하고 재생신호가 저하된다. 수차는 보통 NA의 제곱과 기판의 두께에 거의 비례하기 때문에, DVD에서 수차를 억제하기 위해서 디스크의 두께는 CD(=1.2mm)의 반인 0.6mm로 설정된다.

DVD는 CD를 계승하는 광학 디스크로서 기대된다. DVD 드라이브는 CD로부터 정보를 재생하는데 사용할 수 있는 것이 바람직하다. 고밀도의 DVD 재생에 최적화된 대물렌즈를 포함하는 광학 시스템으로 CD를 재생하는 경우에, 구면수차는 기판의 상이한 두께에 기인하여 발생한다. 그러므로 양호한 재생신호가 얻어질 수 없다.

현재의 상황하에서, DVD 드라이브는 1회 기록 CD로서 CD-R(CD 기록가능)을 재생하도록 또한 기대된다. 그러나, CD-R은 보통 비교적 긴 파장의 광에 반응하는 착색제를 포함하는 물질로 만들어진다. 결국, DVD 드라이브에서 사용되는 650nm의 광을 방사하는 광원을 사용함으로써 CD-R을 재생하기는 곤란하다. DVD-ROM 재생장치 및 CD-R도 재생할 수 있는 DVD-비디오 재생장치에서는 650nm의 광을 방사하는 광원과 780nm의 광을 방사하는 광원인 2종류의 광원이 사용되고 상이한 기판 두께에 의해 야기된 신호 저하를 억제하도록 한 광학 헤드(광학 픽업)가 채택된다. DVD-ROM 및 CD와 CD-R도 재생할 수 있는 DVD-ROM 장치에 사용하기 위한 광학 헤드를 이하 기술한다. 다음 설명에서, CD 및 CD-R은 간단히 CD로서 기술될 것이고 DVD-ROM 및 DVD-비디오는 간단히 DVD로서 기술될 것이다.

도 1은 DVD 및 CD 모두를 재생할 수 있는 DVD 장치의 광학 헤드에 사용되는 광검출기의 구조를 도시한 평면도이다.

먼저, 광검출기를 기술한다. 도 1에 도시한 바와 같이, 광검출기(19)는 기판(191), 기판(191)의 중앙영역에 배치된 주 스폿용 수광부(192); 및 주 스폿용 수광부(192)의 양측에 동일 간격으로 배치된 측 스폿용 수광부(193, 194)를 포함한다. 주 스폿용 수광부(192)는 전체가 사각형 형상이며 교차선을 분할함으로써 거의 동일한 형상의 수광영역(192A, 192B, 192C, 192D)으로 분할된다. 측 스폿용의 각각의 수광부(193, 194)는 분할되지 않은 단일의 영역이다.

CD를 재생할 때, CD용 광원(도시생략)으로부터 방사된 광빔은 회절 광학 시스템(도시생략)에 의해 3개의 빔으로 분할된다. 3개의 빔은 기록매체로서 CD의 기록면에 대물렌즈에 의해 집중된다. 도 1에 도시한 바와 같이, CD의 기록면에 의해 반사된 3개의 광빔은 광 검출기(19)에서 주 스폿용 수광부(192)의 중앙 영역과 측 스폿용의 수광부(193, 194)의 중앙영역으로 들어가 각각 빔 스폿(196, 197, 198)을 형성한다.

한편, DVD를 재생할 때, DVD용 광원(도시생략)으로부터 방사된 광빔은 기록매체로서 DVD의 기록면에 대물렌즈에 의해 집중된다. DVD의 기록면에 의해 반사된 광빔은 소정의 광학 시스템을 통과하여 광검출기(19) 내 주 스폿용 수광부(192)

의 중앙영역에 입사하여 빔 스폿(196)을 형성한다. 빔 스폿(196)의 중심은 주 스폿용 수광부(192)의 중심에 거의 일치하도록 조정된다(즉, 수광영역(192A, 192B, 192C, 192D)의 교점). 도 1은 주 스폿용 수광부(192)에 빔 스폿(196)이 거의 원형형상을 갖는, 즉 광학 헤드가 초점상태에 있는 경우를 도시한 것이다. 초점상태는 광빔이 기록매체의 기록면에 최소 스폿을 형성하도록 대물렌즈에 의해 집중된 상태를 나타낸다. 광학 헤드가 초점에서 벗어날 때, 주 스폿용 수광부(192)의 빔 스폿(196)은 도 2a에 도시한 바와 같이 수직선에서 45도만큼 좌측으로 상측부분이 기울어지고 수직선에서 우측으로 45도만큼 하측부분이 기울어진 주축을 갖는 타원형 또는 도 2b에 도시한 바와 같이 수직선으로부터 우측으로 상측부분이 45도만큼 기울어지고 수직선으로부터 좌측으로 하측부분이 45도만큼 기울어진 주축을 갖는 타원형으로 그 형상이 변화된다. 도 2a 및 도 2b 각각은 광검출기(19)에 주 스폿용 수광부(192)만을 크게 도시한 것이다.

주 스폿용 수광부(192)의 4개의 수광영역(192A, 192B, 192C, 192D)으로부터 벗어난 수광신호를 참조부호 a, b, c, d로 표시하고 측 스폿용 수광부(193, 194)로부터 벗어난 수광신호를 참조부호 e 및 f로 표시할 때, 초점 인입(pull-in) 신호(FPI), 재생 신호(RF), 초점 에러 신호(FE), 및 트래킹 에러 신호(TE)는 다음 식(1) 내지 (4)로 표현된다. 초점 인입 신호(FPI)는 초점 에러 신호(FE)에 기초하여 초점 제어가 수행되는 범위를 조정(regulate)하는데 사용되는 신호이며, 예를 들면 소정의 저역필터(도시생략)를 사용함으로써 재생신호의 고주파 성분을 제거함으로써 얻어진다.

$$\text{초점 인입 신호(FPI)} = \text{재생 신호(RF)}$$

$$= a + b + c + d \quad (1)$$

$$\text{초점 에러 신호(FE)} = (a + c) - (b + d) \quad (2)$$

트래킹 에러신호(TE) = (a + c)와 (b + d) 사이의 위상차

$$\text{또는, 트래킹 에러신호(TE)} = e - f \quad (3)$$

식(2)로 표현된 초점 에러신호(FE)는 비접수차 방법에 의해 초점 에러를 검출하는데 사용된다. 전술한 바와 같이, DVD로부터 정보를 재생할 때, 도 1에 도시한 광검출기(19)에서, 주 스폿용 수광부 상의 빔 스폿(196)의 형상은 초점도에 따라 주축이 다르게 방위를 취하는 원형 또는 다양한 타원형으로 된다. 식(2)에 의해 얻어진 초점 에러신호(FE)는 이에 따라 변한다. 구체적으로, 초점 상태에서, 주 스폿용 수광부(192)의 수광영역(192A, 192B, 192C, 192D)으로부터의 출력신호는 서로간에 거의 동일하다. 결국, 초점 에러 신호(FE)는 거의 제로이다. 시스템이 초점에서 벗어날 때, 빔 스폿(196)은 타원형을 갖는다. 그러므로 주 스폿용 수광부(192)에서 대각선 방향 중 하나에서 수광영역(192A, 192C)으로부터의 출력신호의 합(a + c)과 다른 대각방향으로 수광영역(192B, 192D)으로부터의 출력신호의 합(b + d)간에는 차이가 발생한다. 이 경우, 이들 간의 차이의 부호는 초점이 흐려지는 방향에 달려있으며 차이의 절대값은 초점이 흐려지는 양에 달려있다. 초점 에러신호(FE)가 제로가 되게 대물렌즈를 이동시킴으로써 최상의 초점상태가 유지된다.

DVD를 재생하는 경우에 트래킹 서보방법과 CD를 재생하는 경우의 방법은 서로간에 다르다. 구체적으로, DVD를 재생하는 경우에, 식(3)으로 표현된 (a + c) 및 (b + d)간의 위상차는 초점서보용 비접수차 방법에서 사용되는 주 스폿용의 중앙의 수광부(192)의 수광영역(192A, 192B, 192C, 192D)으로부터 벗어나는 신호들을 사용함으로써 얻어진다. 위상차는 트래킹 에러신호(TE)로서 사용된다. 한편, CD를 재생하는 경우, 트래킹 서보는 소위 3개의 스폿방법에 의해 수행된다. 3개의 스폿 방법에 따라, 디스크에 인가될 광은 회절격자 등에 의한 0차 광선, +주 광선, 및 -주 광선인 3개의 광빔으로 분할된다. 3개의 광빔은 주 스폿용 수신부(192)의 수신부와 측 스폿용 수신부(193, 194)에 의해 수신된다. 트래킹 에러신호(TE)로서는 식(4)로 표현된 (e - f)이 사용된다.

광학 헤드에 사용되는 대물렌즈는 예를 들면 도 6에 도시한 구조를 갖는다. 도 6은 설명의 편의성을 위해서 우측 반에 CD의 단면과 좌측 반에 DVD의 단면을 도시하였다. 도면에 도시한 바와 같이, 약 0.38 내지 0.44의 NA를 갖는 영역에서, 대물렌즈(27)는 주변영역으로부터 홈을 이룬 띠 모양의 기관 두께 보정부(27A)를 갖는다. 기관 두께 보정부(27A) 상의 중앙영역(27B)와 기관 두께 보정부(27A)의 바깥의 주변영역(27C)은 DVD-ROM의 기관의 두께에 최적의 표면 형태로 형성된다. 한편, 기관두께 보정부(27A)는 CD의 기관의 두께(1.2mm)에 최적의 표면형태로 있도록 설계되고, 그러므로써 CD를 재생할 때 일어나는 수차를 보정할 수 있게 한다. 이러한 구성의 대물렌즈(27)는 렌즈를 구동하는 코일을 갖는 작동기(도시생략)에 의해 디스크 면에 직교하는 방향으로 구동된다.

도 6의 대물렌즈(27)를 사용함으로써 CD를 재생하는 경우에 파면 수차는 예를 들면 도 7에 도시한 바와 같다. 도면에서, 횡축은 대물렌즈의 NA를 나타내며 종축은 구면수차(단위:mm)를 나타낸다. 도면에 도시한 바와 같이, 대물렌즈(27)로 CD를 재생하는 경우에 파면수차는 구면수차가 비교적 작고 띠 모양의 영역(기관 두께 보정부(27A))이 CD용으로 지정된 곳

인 근축(paraxial) 영역의 합성에 의해 실용상 문제가 없는 정도로 감소된다. 구면수차는 0.44 이상의 NA를 갖는 주변부에서는 크기 때문에, 광은 확산되고 비점수차 방법에 의해 초점 에러를 검출하는데 사용되는 작은 크기의 주 스폿(도 1)용 수광부(192)에 입사하지 않는다.

한편, DVD를 재생하는 경우에, 띠 모양의 영역(기판 두께 보정부(27A))을 통과하는 광은 확산되고 주 스폿용 수광부(192)로 수렴하지 않는다. 결국, 단일 대물렌즈 및 단일 검출장치를 사용함으로써 CD 및 DVD 양자를 재생할 수 있는 높은 호환성의 광학 시스템은 DVD 재생 성능을 거의 저하시키지 않고 실현될 수 있다. 결국, 소수의 부품을 구비한 DVD, CD, CD-R용의 단순구조의 저가 광학 헤드가 실현될 수 있다.

그러나, 최근에 전술한 기록매체 외에, 재기록 가능 DVD-RAM(랜덤 액세스 메모리)을 상업적으로 사용하게 되었다. DVD-RAM을 재생할 수 있는 재생헤드 및 DVD와 CD도 재생할 수 있는 DVD-RAM용 기록/재생 광학 헤드를 요구하게 되었다.

종래의 재생전용 DVD 또는 CD는 랜드나 홈에 정보를 기록하는 시스템을 채용한다. 정보를 기록 및 재생할 수 있는 DVD-RAM은 기록밀도를 증가시키기 위해서 랜드와 홈 모두에 정보를 기록하는 랜드/홈 기록 시스템을 채용한다. 랜드/홈 기록 시스템에서, 기록에 사용되는 랜드나 홈이 넓고 다른 것은 좁게 된 종래의 DVD 또는 CD와는 달리 랜드 및 홈 양자는 일정 정도로 넓게 설계된다.

그러나, 랜드/홈 기록 시스템에서, 비점수차 방법을 사용하여 초점 에러를 검출하는 경우에, 후술하는 "트래킹 간섭"이라고 하는 현상이 발생한다. "트랙 횡단(crossing) 잡음"이라고 하는 잡음은 이 현상에 의해 야기됨이 확인되었다. "트래킹 간섭"은 빔 스폿이 트랙을 가로지를 때 초점 에러 신호에서 큰 변화가 발생하게 되는 현상이다. "트랙 횡단 잡음"은 빔 스폿이 기록매체 내 랜드나 홈 상에 있는지 여부에 따라 일어나는 초점 에러 신호의 값의 변동에 의해 야기되는 잡음이다.

도 3은 "트래킹 간섭" 현상을 도시한 것이다. 도면에서, 횡축은 디스크에 직교하는 방향으로 대물렌즈 위치를 도시한 것이고 종축은 초점 에러 신호의 출력레벨을 나타낸다. 실선 곡선(FEL)은 빔 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 대물렌즈 위치와 초점 에러 신호(FE)간 관계를 도시한 초점 에러 곡선이다. 점선 곡선(FEG)은 빔 스폿이 홈 상에 있는 경우에 대물렌즈 위치와 초점 에러 신호(FE)간 관계를 도시한 초점 에러곡선이다.

도면에 도시한 바와 같이, 초점 에러 곡선(FEL(FEG))의 피크들 사이의 범위는 초점 인입 범위(SPP)로서 명시된다. 초점 인입 범위(SPP)가 제공되고 초점 서보가 범위 내에서만 수행되는 이유는 대물렌즈의 위치가 초점 위치에서 크게 벗어나서 이러한 초점이 흐려지는 상태를 초점상태로서 검출된 경우를 제거할 필요가 있는 경우에 초점 에러 신호(FE)가 제로로 될 수 있기 때문이다.

도 3에 도시한 바와 같이, 빔 스폿이 기록매체 내의 랜드 또는 홈 상에 있는지 여부에 따라, 초점 인입 범위(SPP)에서 초점 에러 신호(FE)의 값이 변한다. 결국, 초점 에러 신호(FE)가 제로가 되는 위치로서 빔 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 대물렌즈 위치  $X_L$ 와 빔 스폿이 홈 상에 있는 경우에 대물렌즈 위치  $X_G$ 인 2개의 위치가 있다. 한편, 광학 헤드의 동작을 제어하는 제어기(도시생략)는 초점 에러 신호(FE)가 제로가 되게 디스크에 직교되는 방향으로 대물렌즈를 구동하도록 렌즈를 구동하는 코일(도시생략)에 보내지는 전류를 제어한다. 빔 스폿이 랜드에서 홈으로 그리고 홈에서 랜드로 이동할 때마다, 대물렌즈는 위치  $X_L$ 과 위치  $X_G$  사이를 이동하며, 이것은 트랙 횡단 잡음으로서 나타난다. 잡음은 초점흐려짐, 초점 서보 및 트래킹 서보에서 전달(transmission) 특성의 저하, 및 렌즈구동용 코일이 타거나 파손되는 등의 불편을 야기한다. 도 3을 참조하여 설명된 트래킹 간섭현상을 야기하는 메카니즘은 완전하게 분석되지 않았다.

트랙 횡단 잡음에 의해 야기된 불편을 피하기 위해서, 소위 스폿 크기 방법을 사용하여 초점 에러 검출을 수행할 것을 고려할 수 있다. 전술한 비점수차 방법에 따라서, 주 스폿용의 분할된 수광부(192 ; 도 1)가 사용되고 분할된 영역으로부터 출력신호는 식(2)에 근거하여 대각으로 가산 및 감산됨으로써 수광 스폿의 형상에 대응하는 신호를 얻게 된다. 반대로, 스폿 크기 방법에 따라서, 스폿 크기는 수광부로부터 출력신호로부터 검출되고 초점 제어는 스폿 크기에 따라 수행된다.

그러나, 스폿 크기 방법에서, 비교적 큰 수광영역을 갖는 주 스폿용의 수광부가 필요하기 때문에, 다음의 불편이 동반된다. 구체적으로, 전술한 바와 같이, 대물렌즈와 수광부를 공유함으로써 저가의 광학 헤드를 실현하기 위해서 띠 방향의 기판두께 보정부(27A)를 갖는 대물렌즈(27 ; 도 6)를 사용함으로써 스폿 크기 방법에 따라 초점 에러 검출을 수행하는 경우, 주 스폿용 수광부가 너무 크기 때문에, CD를 재생할 때에 주변 영역(27C)을 통과한 확산광이 주 스폿용 수광부에 의해 수신된다. 한편, DVD를 재생할 때, 띠 모양의 기판두께 보정부(27A)를 통과한 확산광은 주 스폿용 수광부에 의해 수신된다. 결국, CD 또는 DVD를 재생할 때에, 재생신호(RF)는 저하되고 초점 에러신호 등의 서보신호 또한 저하된다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

본 발명은 상기 문제를 고려하여 달성되었으며 목적은 복수 종류의 기록매체 및 렌즈 및 홈이 정보 기록영역으로서 사용되는 렌즈/홈 기록 시스템에도 채택될 수 있는 광학 헤드, 광검출기, 광학 기록 및 재생장치 및 초점 에러 검출방법을 제공하는 것이다.

본 발명에 따라서, 광빔을 방사하는 광원; 소정의 트랙 안내구조를 갖는 기록매체의 기록면에 상기 광원으로부터 방사된 광을 집중시키는 대물렌즈; 상기 광원으로부터 방사된 광빔과 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔을 서로로부터 분리하는 광분리 수단; 상기 기록매체에 의해 반사되고 상기 광분리 수단에 의해 분리된 광빔을 수용하는 광검출 수단; 및 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔에 비점수차를 야기하여 상기 광분리 수단을 통해 광검출 수단에 이르게 하는 비점수차 발생수단을 포함하며, 상기 광검출 수단은, 상기 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 관하여 거의 대칭으로 배열된 4개의 주변 수광부; 및 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 포함하는 광학 헤드가 제공된다.

본 발명에 따라서, 소정의 안내 구조를 구비한 기록매체에 광원으로부터 방사된 광빔이 대물렌즈에 의해 집중될 때 일어나는 초점에러를 검출하는 광검출기에 있어서, 상기 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 관하여 거의 대칭으로 배열된 4개의 주변 수광부; 및 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부; 스위칭 입력을 입력하기 위한 입력단자; 및 상기 입력단자로부터 공급된 스위칭 신호에 응답하여 상기 4개의 주변 수광부와 상기 중간 수광부로부터 출력신호를 스위칭하는 스위칭 수단을 포함하는 광검출기가 제공된다.

본 발명에 따라서, 기록매체/로부터 적어도 정보의 기록 또는 재생을 광학적으로 수행하는 광학정보 기록 및 재생장치에 있어서, 상기 기록매체를 구동하는 기록매체 구동수단; 상기 기록 매체 구동수단에 의해 구동된 상기 기록매체로부터 신호를 읽기 위한 광학 헤드; 상기 기록매체를 따라 광학 헤드를 이동시키기 위한 광학 헤드 구동수단; 상기 광학 헤드에 의해 읽혀진 신호에 기초하여 재생신호를 발생하는 신호처리수단; 및 상기 광학 헤드에 의해 읽혀진 신호에 기초하여 상기 기록매체 구동수단, 상기 광학 헤드 구동수단 및 상기 광학 헤드의 동작을 제어하는 서보 제어수단을 포함하며, 상기 광학 헤드는, 광빔을 방사하는 광원; 소정의 트랙 안내구조를 갖는 기록매체의 기록면에 상기 광원으로부터 방사된 광을 집중시키는 대물렌즈; 상기 광원으로부터 방사된 광빔과 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔을 서로로부터 분리하는 광분리 수단; 상기 기록매체에 의해 반사되고 상기 광분리 수단에 의해 분리된 광빔을 수용하는 것으로서, 상기 기록매체의 트랙 안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 관하여 거의 대칭으로 배열된 4개의 주변 수광부, 및 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 포함하는 광검출 수단; 및 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔에 비점수차를 야기하여 상기 광분리 수단을 통해 광검출 수단에 이르게 하는 비점수차 발생수단을 포함하는 광학정보 기록 및 재생장치가 제공된다.

본 발명에 따라서, 광빔을 방사하는 광원; 소정의 트랙 안내구조를 갖는 기록매체의 기록면에 상기 광원으로부터 방사된 광을 집중시키는 대물렌즈; 상기 광원으로부터 방사된 광빔과 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔을 서로로부터 분리하는 광분리 수단; 상기 기록매체에 의해 반사되고 상기 광분리 수단에 의해 분리된 광빔을 수용하는 광검출 수단; 및 상기 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔에 비점수차를 야기하여 상기 광분리 수단을 통해 광검출 수단에 이르게 하는 비점수차 발생수단을 포함하며, 상기 광검출 수단은, 상기 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 상기 배열방향에 수직인 제 2 축에 관하여 거의 대칭으로 배열된 4개의 주변 수광부; 및 상기 4개의 주변 수광부의 배열에서 상기 제 2 축에 평행한 2개의 배열 라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 구비하고, 초점 에러신호는 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호들에 기초하여 얻어진 검출신호와 상기 중간 수광부로부터 출력된 신호들에 기초하여 얻어진 검출신호의 상수배를 더함으로써 얻어지는 것인 광학 헤드에 사용되는 초점 에러 검출 방법이 제공된다.

본 발명의 광학 헤드 또는 광학정보 기록 및 재생장치에서, 광원으로부터 방사된 광빔은 소정의 트랙 안내 구조를 갖는 기록매체의 기록표면에 대물렌즈에 의해 집중되고 기록표면에 의해 반사된다. 기록매체의 기록면에 의해 반사된 광빔은 광분리 수단에 의해 광원으로부터 방사된 광빔으로부터 분리되고 광검출 수단에 이른다. 이 때, 비점수차는 기록매체의 기록면으로부터 광빔에 비점수차 발생수단에 의해 주어진다. 광검출 수단은, 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축 및

배열방향에 수직한 제 2 축에 관하여 거의 대칭으로 배열된 4개의 주변 수광부; 및 4개의 주변 수광부의 배열에서 제 2 축에 평행한 2개의 배열라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 포함한다. 4개의 주변 수광부와 중간 수광부는 광빔 스폿으로 조사된다.

본 발명의 광검출기에서, 제 1 및 제 2 축에 관하여 거의 대칭으로 배치된 4개의 주변 수광부로부터의 출력신호 및 4개의 주변 수광부의 배열에서 제 2축에 평행한 2개의 배열라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부로부터의 출력신호는 입력단자로부터 공급된 스위칭 신호에 응답하여 스위칭된다. 출력신호에 기초하여, 광원으로부터 방사된 광빔이 소정의 트랙 안내구조를 갖는 기록매체에 대물렌즈에 의해 집중될 때 일어나는 초점에러가 검출된다.

본 발명의 초점 에러 검출방법에서, 먼저, 광검출수단은 기록매체의 트랙안내 구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축 및 배열방향에 수직한 제 2 축에 관하여 거의 대칭으로 배열된 4개의 주변 수광부; 및 4개의 주변 수광부의 배열에서 제 2 축에 평행한 2개의 배열라인들에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 구비한다. 이때, 초점에러신호는 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 얻어진 검출신호와 중간 수광부로부터 얻어진 신호에 기초하여 얻어진 검출신호의 상수배를 더함으로써 얻어진다.

### 발명의 구성

본 발명의 실시예를 도면을 참조하여 이하 상세히 기술한다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 광학 정보 기록 및 재생장치로서의 광학 디스크 드라이브의 개략적인 구성을 도시한 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 광학 헤드, 광검출기 및 초점 에러 검출방법은 실시예에 따른 광학 정보 기록 및 재생장치에 의해 실현되기 때문에, 이들 역시 이하 기술한다.

광학 디스크 드라이브(1)는, 광학 디스크(30)를 회전시키는 스피들 모터(11); 광학 헤드(12); 광학 헤드(12)를 소정의 기록 트랙위치로 옮기기 위해서 광학 디스크(30)의 방사상 방향으로 광학 헤드(12)를 이동시키는 헤드 위치설정 모터(13); 및 스피들 모터(11), 헤드 위치설정 모터(13) 및 2축 작동기(29; 도 4에선 도시생략)를 제어하는 서버 제어회로(14)를 포함한다. 헤드 위치설정 모터(13)는 본 발명에서 "광학 헤드 구동수단"의 예에 대응하며, 서버 제어회로(14)는 본 발명에서 "서버 제어수단"의 예에 대응하며, 2축 작동기(29)는 본 발명에서 "대물렌즈 구동수단"의 예에 대응한다.

광학 디스크 드라이브(1)는 광학 헤드(12)에 접속된 전치증폭기(15); 전치증폭기(15)의 출력단자에 접속된 신호 변조/복조 및 에러정정부(16); 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)에 접속된 작업 메모리로서의 RAM(17; 랜덤 액세스 메모리); 및 서버 제어회로(14) 및 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)를 제어하는 시스템 제어기(18)를 부가로 포함한다. 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)는 본 발명에서 "신호처리 수단"의 예에 대응한다.

광학 디스크 드라이브(1)를 예를 들어, 데이터 저장용으로 사용할 때, 광학 디스크 드라이브(1)는 신호 변조/복조 및 에러정정부(16) 및 외부 컴퓨터(41)를 접속하는 인터페이스(42)를 부가로 포함한다. 광학 디스크 드라이브(1)를 예를 들어, 오디오 비디오용으로 사용할 때, 이것은 오디오 비디오 신호를 입력 및 출력하는 오디오 비디오 입력/출력부(43) 및 D/A 및 A/D 변환기(44)를 부가로 포함한다. D/A 및 A/D 변환기(44)는 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)의 출력신호에 관한 디지털 아날로그(이하 D/A로 기술함) 변환을 수행하고 결과적인 아날로그 신호를 오디오 비디오 입력/출력부(43)에 출력하는 기능을 갖는다. D/A 및 A/D 변환기(44)는 오디오 비디오 입력/출력부(43)에 의해 수신된 오디오 비디오 신호에 대한 아날로그 디지털(이하, A/D로 기술함) 변환을 수행하고 결과적인 디지털 신호를 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)에 송신하는 기능을 또한 갖는다.

광학 디스크(30)로서, 복수 종류의 광학 디스크가 사용될 수 있다. 특히, 랜드나 홈 어느 하나에만 정보를 기록하는 기록 시스템의 CD, CD-R 및 DVD 외에, 랜드 및 홈 양자에 정보를 기록하는 랜드/홈 기록 시스템의 DVD-RAM 등이 또한 사용될 수 있다. 복수 종류의 광학 디스크 중 하나가 선택되고 정보는 광학 디스크에 및 광학 디스크로부터 적어도 기록되거나 재생될 수 있다. 랜드 및 홈은 본 발명에서 "트랙 안내 구조"의 예에 대응한다.

스피들 모터(11)는 시스템 제어기(18)로부터의 명령에 따라 서버 제어회로(14)에 의해 제어되며, 소정의 회전속도로 회전된다.

신호 변조/복조 및 에러정정부(16)는, 광학 디스크(30)에 기록되도록 외부로부터 공급된 신호를 변조하는 신호 변조부(도시생략); 광학 디스크(30)로부터 재생된 신호를 복조하는 신호 복조부(도시생략); 및 광학 디스크(30)에 기록될 신호에 에러정정코드를 부가하고 에러정정코드를 사용함으로써 광학 디스크(30)로부터 재생된 신호의 에러를 정정하는 에러정정부(도시생략)를 구비한다.

광학 헤드(12)는 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)의 명령에 따라 기록신호에 의해 변조된 광빔으로, 회전하는 광학 디스크(30)의 신호 기록면을 조사함으로써 정보를 기록한다. 광학 헤드(12)는 광학 디스크(30)에 광을 방사하고, 신호기록면에 의해 변조된 반사광빔을 검출하고 반사광빔에 대응하는 신호를 전치증폭기(15)에 공급한다.

전치증폭기(15)는 광학 헤드(12)로부터 신호에 기초하여 재생신호로서 RF신호 및 재생될 광학 디스크의 종류에 따른 서보신호를 발생한다. RF 신호는 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)에 공급되고 신호에 근거하여 복조 및 에러정정 처리 등 소정의 처리가 수행된다. 서보신호는 적어도 초점 인입 신호, 초점 에러신호 및 트래킹 에러신호를 포함하며 서보제어회로(14)에 공급된다. 서보제어회로(14)는 서보신호에 기초하여 광학 헤드(12)의 동작을 제어한다. 구체적으로, 초점 인입 신호 및 초점 에러신호에 기초하여, 광축 방향으로 광학 헤드(12)의 대물렌즈(27; 도 5)를 이동시키는 초점 서보 제어가 수행된다. 제어에 의해서, 대물렌즈(27)에 의해 집중된 광빔이 항상 광학 디스크(30)의 신호 기록면에 초점되는 상태가 유지된다. 트래킹 에러신호에 기초하여, 광학 헤드(12)의 대물렌즈(27)를 광학 디스크(30)의 반경방향으로 이동시키는 트래킹 서보제어가 수행된다. 제어에 의해서, 대물렌즈(27)에 의해 집중된 광빔이 광학 디스크(30) 내 항상 랜드 또는 홈 상에 위치하게 되는 상태가 유지된다.

신호 변조/복조 및 에러정정부(16)에 의해 복조된 재생신호는 컴퓨터내 데이터 저장용이면, 인터페이스(42)를 통해 외부 컴퓨터(41)로 송신된다.

도 5는 도 4에 도시한 광학 헤드(12)의 구성을 도시한 것이다. 도 5에 도시한 바와 같이, 광학 헤드(12)는, DVD(30a) 또는 CD(30b; 이하, 총괄하여 광학 디스크(30)라 함)에 면하도록 배치된 대물렌즈; 초점 방향(F; 광학 디스크(30)의 면에 수직한 방향, 즉 대물렌즈(27)의 광축(21)의 방향) 및 트래킹 방향(T; 트랙 횡단방향, 즉 광학 디스크(30)의 반경방향 또는 도면에 수직한 방향)으로 대물렌즈(27)를 구동할 수 있는 2축 작동기(29); 시준렌즈(26); 650nm용의 5/4 웨이브 판; 프리즘형상의 빔 스플리터(24); 멀티렌즈(28); 및 광검출기(9)를 포함한다. 시준렌즈(26), 5/4 웨이브 판(25), 빔 스플리터(24), 멀티렌즈(28) 및 광검출기(9)는 광학 헤드(12)의 광축(21)을 따라 광학 디스크(30)로부터 연속하여 배열된다.

광검출기(9)는 본 발명에서 "광검출 수단"의 예에 대응하며, 빔 스플리터(24)는 본 발명에서 "광분리 수단"의 예에 대응하며, 멀티렌즈(28)는 본 발명에서 비점수차 발생수단"의 예에 대응한다.

빔 스플리터(24)에서, 각각이 광축(21)에 대해 약 45도의 각도를 이루는 2개의 광분리 면이 형성된다. 650nm에 대한 편광분리 막(24a)은 광학 디스크(30)에 가깝게 배치된 광 분리면 상에 형성되며, 파장 선택막(24b)은 광학 디스크(30)로부터 멀리 배치된 광분리 면 상에 형성된다. 빔 스플리터(24)는 예를 들면 복수의 광학 프리즘 및 광학 프리즘들 사이에 증기증착 또는 스퍼터링에 의해 형성된 유전 복수층으로서 구성될 수 있다.

광학 헤드(12)는 광축(21)에 거의 직교하는 방향으로 광을 방사하는 2개의 반도체 레이저(22a, 22b)를 갖는다. 반도체 레이저(22a)는 편광분리 막(24a)이 형성되어 있는 광분리 면에 대응하는 위치에 배치되어 650nm의 파장을 갖는 레이저빔을 방사한다. 반도체 레이저(22b)는 파장선택 막(24b)이 형성되어 있는 광분리 면에 대응하는 위치에 배치되어 780nm의 파장을 갖는 레이저빔을 방사한다. 반도체 레이저(22a)와 빔 스플리터(24) 사이에는 반도체 레이저(22a)로부터 방사된 650nm의 레이저빔을 회절시키는 회절격자(23a)가 배치된다. 반도체 레이저(22b)와 빔 스플리터(24) 사이에는 반도체 레이저(22b)로부터 방사된 780nm의 레이저빔을 회절시키는 회절격자(23b)가 배치되어 있다.

반도체 레이저(22a, 22b)는 반도체의 재결합광을 사용하는 광 방사소자이다. 반도체 레이저(22a)는 편광분리 막(24a)이 빔 스플리터(24)로 형성된 광분리 면에 관하여 거의 S-편광된 광(편광방향이 입사면에 수직한 선형으로 편광된 광)이 되는 레이저 빔을 방사한다. 편광분리 막(24a)은 거의 모든 S-편광된 광 성분을 반사시키고 거의 모든 P-편광된 광 성분을 투과시킨다. 파장선택 막(24b)의 반사율에 대응하는 양의 반도체 레이저(22b)로부터 방사된 780nm 파장의 광은 파장선택 막(24b)에 의해 반사되고, 파장 선택막(24b)의 투과율에 대응하는 양의 광은 파장선택 막(24b)을 통과하게 된다. 반도체 레이저(22a)로부터 방사되고 광학 디스크(30)에 의해 반사된 650nm 파장의 거의 모든 광은 파장선택 막(24b)을 통과하게 된다.

광학 헤드(12)는 가이드(도시생략)를 따라 광학 디스크(30)의 반경방향으로 이동할 수 있게 지지된 기재부재(도시생략)를 갖는다. 대물렌즈(27)를 제외한 광학 헤드(12)의 성분은 기재부재에 고정된다.

대물렌즈(27)는 도 6에 도시한 바와 같은 띠 모양의 기관두께 보정부(27A)를 가지며 반도체 레이저(22b)로부터 방사된 650nm의 파장을 갖는 광에 관하여 도 7에 도시한 바와 같은 파면 수차를 갖는다. 대물렌즈(27)는 2축 작동기(29)에 의해 초점방향(F)과 트래킹 방향(T)으로 구동된다. 대물렌즈(27)의 구조 및 파면수차 특성은 종래기술의 설명에서 기술되었으므로 이들의 설명은 생략한다.

회절소자(23a)는 반도체 레이저(22a)로부터 광을 회절시켜, 0차 회절광선 및 ±주 회절광선의 3개의 회절광선을 발생한다. 회절소자(23b)는 반도체 레이저(22b)로부터의 광을 회절시켜 0차 회절광선 및 ±주 회절광선의 3개의 회절광선을 발생한다.

시준렌즈(26)는 빔 스플리터(24)로부터의 광을 평행한 광속으로 전환시킨다. 대물렌즈(27)는 시준렌즈(26)로부터의 광을 집중시키고 신호 기록면에 광을 수렴시킨다. 광학 디스크(30)로부터의 되돌아오는 광은 순차로 대물렌즈(27), 시준렌즈(26), 빔 스플리터(24) 및 멀티렌즈(28)를 통과하여 광검출기(9)에 입사한다.

멀티렌즈(28)는 원통면과 오목면을 갖는 복합렌즈이며 원통렌즈 기능과 오목렌즈기능을 모두 갖는다. 멀티렌즈(28)는 원통면의 형성라인(generation line)의 방향 및 트랙(랜드 또는 홈)에 의한 회절패턴의 배열방향이 45도를 이루도록 배치된다. 원통렌즈 기능에 의해서, 초점 에러신호를 얻기 위한 비점수차가 빔 스플리터(24)로부터 나가는 광에서 발생하게 된다. 오목렌즈 기능에 의해서, 광빔의 광로의 길이는 광검출기(9)로 확장될 수 있다.

650nm용 5/4 웨이브 판은 반도체 레이저(22a)로부터 650nm의 광에 5/4파장의 위상차를 주며 반도체 레이저(22b)로부터 780nm의 광에 거의 1 웨이브의 위상차를 준다.

도 8은 광검출기(9)의 구조를 도시한 평면도이다. 실시예의 광검출기(9)에서, 종래기술(도 1)에 도시한 광검출기(19)에서 주 스포트용 수광부(192)의 중심영역은 중간영역을 형성하도록 트래킹 방향으로 분할된다. 4개의 수광부는 중간영역에 세로로 배치된다. 측 스포트를 수용하는 각각의 수광부는 푸시-풀 트래킹 서보제어에 채택되도록 트랙의 접선에 대응하는 방향으로 분할된다. 광검출기(9)의 평면 구조를 이하 보다 상세히 기술한다.

도 8에서, 광검출기(9)의 중심을 지나는 측방향 축은 X축이며 광검출기(9)의 중심을 지나는 수직축은 Y축으로 한다. Y축 방향은 광학 디스크(30)에 트래킹 방향(T)에 직교하는 방향(즉, 트랙의 접선방향)에 대응하며, 광학 디스크(30)의 랜드와 홈에 의해 반사광 빔에서 발생된 복수의 회절패턴(0차 회절광선 및 ±주 회절광선 등)의 반사 직후의 배열방향이 직교한다.

도 8에 도시한 바와 같이, 광검출기(9)는, 기관(91); 기관(91)의 중심영역에 배치된 전체가 사각형상인 주 스포트용 수광부(92); 및 거의 등간격으로 주 스포트용 수광부(92)의 Y축 방향으로 양측 상에 배치된 거의 동일 형상과 크기를 갖는 측 스포트용의 2개의 수광부(93, 94)를 포함한다.

주 스포트용의 중앙의 수광부(92)는 Y축에 관하여 거의 대칭으로 배치된 4개의 주변 수광부(92A, 92B, 92C, 92D)를 포함하며 거의 동일한 형상 및 크기; 및 X축에 평행한 2개의 행(수광부(92A, 92D)로 구성된 행과 수광부(92B, 92C)로 구성된 행)에 의해 개재된 중간영역 내 배치된 중간 수광부(92M)을 갖는다. 중간 수광부(92M)는 Y축 및 X축에 의해 4개의 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로 더욱 분할된다.

측 스포트용 수광부(93)는 거의 동일한 형상 및 크기를 갖는 3개의 수광부(93E, 93F)로 X축으로 분할된다. 측 스포트용 수광부(94)는 거의 동일한 형상 및 크기를 갖는 2개의 수광부(94G, 94H)로 Y축으로 분할된다.

주 스포트용 수광부(92)에서 분할된 수광부 및 측 스포트용 수광부(93, 94)에서 분할된 수광부로부터의 검출신호들은 예를 들면 광검출기(9)의 기관(91) 상에 형성된 증폭기(도시생략)에 의해 전류-전압으로 변환되고 기관(91) 상에 설치된 연산회로(40; 도 9)에 의해 처리됨으로써 재생신호로서 RF신호만이 아니라, 초점 인입 신호(FPI), 초점 에러신호(FCS) 및 트래킹 에러신호(TFK) 등의 제어용 서보신호가 계산된다.

실시예에서, 초점 에러신호(FCS)는 다음 식(5)에 의해 계산된다.

$$\begin{aligned} \text{FCS} &= \{(a+c)-(b+d)\} \\ &-K1 \times \{(mw+my)-(mx+mz)\} \\ &-K2 \times \{(mw+my)+(mx+mz)\} \quad (5) \end{aligned}$$

여기서, a, b, c, d는 주변 수광부(92A 내지 92D)로부터의 출력신호, mw, my, mx, mz은 중간 수광부(92M)의 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로부터의 출력신호를 나타내며 K1 및 K2는 양 또는 음의 값 또는 제로일 수 있는 계수이다. 후술하는 바와 같이, 계수 K1은 광학 헤드(12)의 광학 시스템 자체의 비점수차에 의한 영향을 없애기 위한 보정계수이다. 계수 K2는 스폿이 랜드 상에 있는 경우와 스폿이 홈 상에 있는 경우에 초점 서보 제어의 이득이 서로간에 상이할 때 영향을 없애기 위한 보정계수이다.

K1=0 및 K2=0일 때 초점 에러신호(FCS1)은 다음 식(6)으로 주어진다.

$$\text{FCS1} = (a+c)-(b+d) \quad (6)$$

K1≠0 및 K2=0이라고 할 때 초점 에러 신호(FCS2)는 다음 식(7)으로 주어진다.

$$\begin{aligned} \text{FCS2} &= \{(a+c)-(b+d)\} \\ &-K1 \times \{(mw+my)-(mx+mz)\} \quad (7) \end{aligned}$$

K1=0 및 K2≠0이라고 할 때 초점 에러신호(FCS3)는 다음 식(8)으로 주어진다.

$$\begin{aligned} \text{FCS3} &= \{(a+c)-(b+d)\} \\ &-K2 \times \{(mw+my)+(mx+mz)\} \quad (8) \end{aligned}$$

K1≠0 및 K2≠0이라고 할 때 초점 에러신호(FCS4)는 식(5)와 동일한 다음 식(9)으로 주어진다.

$$\begin{aligned} \text{FCS4} &= \{(a+c)-(b+d)\} \\ &-K1 \times \{(mw+my)-(mx+mz)\} \\ &-K2 \times \{(mw+my)+(mx+mz)\} \quad (9) \end{aligned}$$

전술한 바와 같이, 계수 K1 및 K2의 조합에 의해서, 식(6) 내지 (9)로 나타내는 4종류의 초점 에러 신호(FCS1, FCS2, FCS3, FCS4) 중 하나는 도 9에 도시한 연산회로(40)에 의해 선택적으로 계산될 수 있다.

구체적으로, 광학 디스크(30)가 CD 또는 DVD일 때, 예를 들면 K1=-1 및 K2=0으로 설정함으로써 초점 에러신호(FCS2)를 사용할 수 있다. 이 경우에 초점 에러신호(FCS2)는 종래의 비점수차 방법에서의 초점 에러신호(FE)와 동일하다. 광학 디스크(30)가 DVD-RAM일 때, 예를 들면 K1=0 및 K2=0으로 설정함으로써, 초점 에러신호(FCS1)이 사용될 수 있다. 다른 조합도 가능하다.

한편, 연산회로(40)는 트래킹 에러검출을 위한 신호로서 4종류의 트래킹 에러신호(TRK1, TRK2, TRK3, TRK4) 중 하나를 선택적으로 계산할 수 있다. 트래킹 에러신호는 다음 식(10) 내지(14)에 의해 계산된다. K3는 양 또는 음의 값 또는 제로일 수 있는 계수이다.

$$\text{TRK1} = (a+c) \text{와 } (b+d) \text{ 사이의 위상차 신호} \quad (10)$$

$$\text{TRK2} = (a+mw+c+my) \text{와 } (b+mx+d+mz) \text{ 사이의 위상차 신호} \quad (11)$$

$$\text{TRK3} = \{(a+d)-(b+c)\}$$

$$-K3\{(e-f)+(g-h)\} \quad (12)$$

$$TRK4 = \{(a+d+mw+mz)-(b+c+mx+my)\}$$

$$-K3\{(e-f)+(g-h)\} \quad (13)$$

$$TRK5 = \{(e+f)-(g+h)\} \quad (14)$$

TRK2는 종래의 기술과 동일한 차분 위상차 방법에 의한 검출을 수행하는데 사용되는 트래킹 에러신호를 나타낸다. TRK4는 차분 푸시-풀 방법에 의한 검출을 수행하는 경우에 사용된 트래킹 에러신호이다. TRK1은 TRK2로부터 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)의 출력신호(mw, mx, my, mz)을 소거하여 얻어진다. TRK3은 TRK4로부터 출력신호(mw, mx, my, mz)을 소거함으로써 얻어진다. TRK5는 3빔 방법(3스폿 방법)에 의한 검출을 수행하는 경우에 사용되는 트래킹 에러신호이다.

구체적으로, 바람직하게는 TRK1 또는 TRK2는 DVD의 경우에 사용된다. TRK3 또는 TRK4는 DVD-ROM의 경우에 사용된다. TRK5는 CD에 사용된다.

RF 신호는 예를 들면 다음 식(15)에 의해 계산된다. 이것은 종래의 기술과 동일하다.

$$RF = a + b + c + d + mw + mx + my + mz \quad (15)$$

초점 인입 신호(FPI)는 저역필터에 의한 RF신호의 고주파 성분을 제거함으로써 얻어진다.

도 9는 광검출기(9)의 분할된 수광부 각각으로부터 출력된 검출신호에 대한 신호처리를 수행하는 연산회로의 예를 도시한 것이다. 도면에 도시한 바와 같이, 연산회로(40)는 주변 수광부(92A, 92C)의 출력신호들을 가산하기 위한 가산기(41); 주변 수광부(92B, 92D)의 출력신호들을 가산하기 위한 가산기(42); 및 가산기(41, 42)의 출력신호들간의 차이를 얻기 위한 차분장치(43)를 포함한다. 연산회로(40)는 본 발명에서 "초점 검출수단" 또는 "연산수단"의 예에 대응한다.

연산회로(40)는 중간 수광부(92M)에서 작은 수광부(92Mw, 92My)의 출력신호들을 가산하기 위한 가산기(44); 중간 수광부(92M)에서 작은 수광부(92Mx, 92Mz)의 출력신호들을 가산하기 위한 가산기(45); 및 가산기(44, 45)의 출력신호들간 차이를 얻기 위한 차분장치(46)를 부가로 포함한다.

연산회로(40)는 차분장치(46)의 출력신호를 계수 K1으로 곱하는 곱셈기(47); 가산기(44, 45)의 출력신호들을 가산하기 위한 가산기(49); 가산기(49)의 출력신호를 계수 K2로 곱하기 위한 곱셈기(50); 가산기(47)의 출력신호와 곱셈기(50)의 출력신호를 더하는 가산기(52); 및 식(5)으로 나타낸 초점 에러신호(FCS)를 계산하기 위해서 가산기(52)의 출력신호와 차분장치(43)의 출력신호간 차이를 얻기 위한 차분장치(51)를 부가로 포함한다. 차분장치(46)의 출력신호 [(mw+my)-(mx+mz)]는 본 발명에서 "중간 차분신호"의 예에 대응한다. 가산기(49)의 출력신호 [(mw+my)+(mx+mz)]는 본 발명에서 "중간 총합 신호"의 예에 대응한다.

연산회로(40)는 가산기(41, 42)의 출력신호들을 가산하는 가산기(53); 가산기(49, 53)의 출력신호들을 가산함으로써 RF 신호를 얻기 위한 가산기(56); 가산기(56)의 출력신호로부터 고주파 성분을 소거함으로써 초점 인입 신호(FPI)를 얻기 위한 저역필터(57; LPF); 및 가산기(41, 42)의 출력신호들간 위상차를 검출하여 이를 트래킹 에러신호(TRK1)으로서 출력하는 위상차 검출기(55)를 부가로 포함한다.

또한, 연산회로(40)는 시스템 제어기(18; 도 4)로부터 공급된 설정신호(SET)에 기초하여 계수 K1 및 K2를 소정의 값으로 설정하거나 또는 계수 K1 및 K2를 최적의 값으로 조정하여 결과로 나온 값을 출력할 수 있는 계수 조정/설정부(58)를 포함한다. 계수 K1 및 K2의 값을 조정함으로써, 식(6) 내지 (9)로 나타낸 초점 에러신호(FCS1 내지 FCS4) 중 하나 또는 식(2)로 나타낸 종래의 비점수차 방법에 근거한 초점 에러신호(FE)와 동일한 신호를 선택할 수 있다.

초점 에러신호(FCS)는 본 발명에서 "초점 에러신호"의 예에 대응한다. 계수 조정/설정부(58)는 본 발명에서 "스위칭수단"의 예에 대응한다.

초점 에러신호와 유사한 방식으로, 트래킹 에러신호(TRK1) 이외의 트래킹 에러신호(TRK2 내지 TRK4)는 도 9엔 생략된 가산기, 곱셈기, 차분장치 등을 사용하여 발생된다.

전술한 구성의 광학 헤드(12) 및 광학 헤드(12)를 포함하는 광학 디스크 드라이브(1)의 동작 및 작용을 설명한다.

먼저, 광학 디스크 드라이브(1)의 전체 동작을 기술한다. 스핀들 모터(11)는 시스템 제어기(18) 및 서보 제어회로(14)에 의해 제어되며 소정의 회전속도로 회전된다. 광학 헤드(12)는 재생용 레이저 빔으로 광학 디스크(30)의 신호 기록면을 조사하고(irradiating) 되돌아오는 광을 검출함으로써 정보를 재생한다. 광학 헤드(12)로부터 출력된 재생신호는 전치증폭기(15)에 의해 증폭되며, 에러정정부에 의해 에러정정 처리되고 신호 변조/복조 및 에러정정부(16) 내 신호 복조부에 의해 복조된다. 결과적인 신호는 외부 컴퓨터(41)에 인터페이스(42)를 통해 송신되거나, D/A 및 A/D 변환기(44)에 의해 D/A 변환되어 오디오 비디오 입력/출력부(43)로부터 출력된다. 한편, 서보제어 회로(14)는 시스템 제어기(18)로부터의 명령에 기초하여 스핀들 모터(11) 및 헤드 위치설정 모터(13)를 제어하며, 전치증폭기(15)를 통해 광학 헤드(12)로부터 공급된 서보신호에 기초하여 광학 헤드(12)의 대물렌즈(27)의 초점 동작 및 트래킹 동작을 제어한다.

도 5를 참조하여, 광학 헤드(12)의 동작 및 작용을 설명한다.

[DVD의 재생]

먼저, DVD(30a)에 기록된 정보를 재생하는 경우를 기술한다. 이 경우, DVD(30a)는 랜드나 홈 어느 하나만이 기록영역으로 사용되는 재생전용 DVD(예를 들면 DVD-ROM 또는 DVD-비디오) 또는 랜드와 홈 모두를 기록영역으로서 사용하는 DVD-RAM일 수 있다.

DVD(30a)의 재생에 있어서, 반도체 레이저(22a)로부터 방사된 650nm의 파장을 갖는 광빔이 사용된다. 반도체 레이저(22a)로부터 방사된 650nm의 파장을 갖는 광빔은 회절격자(23a)에 의해 0차 회절광선 및 ±주 회절광선의 3개의 광빔으로 분할된다. 그 후에, 3개의 광선은 빔 스플리터(24) 내 편광분리 막(24a)으로 들어간다. 입사광은 편광분리 막(24a)에 관하여 거의 S-편광된 광이기 때문에 거의 모든 광의 양의 광은 편광분리 막(24a)에 의해 반사되어 650nm용의 5/4 웨이브 판(25)에 입사된다. 650nm용의 5/4 웨이브 판은 입사광빔의 정규광선과 비정규 광선간 5/4 파장들의 위상차를 발생하며, 그럼으로써 650nm용 5/4웨이브 판에 입사하는 선형으로 편광된 광을 거의 원형으로 편광된 광으로 변환한다. 650nm용 5/4웨이브 판(25)으로부터 벗어나는 원형으로 편광된 광은 시준렌즈(26)로 또 들어가 대물렌즈(27)에 입사되는 평행한 광빔으로 변환된다.

대물렌즈(27)는 3개의 입사광선 각각을 DVD(30a)의 신호 기록면 상에 일점에 수렴시킨다. 대물렌즈(27)는 서보 제어회로(도 4)로부터 명령에 기초하여 2축 작동기(29)에 의해 도 5에서 초점방향(F) 및 트래킹 방향(T)으로 구동된다.

DVD(30a)의 신호 기록면으로부터의 3개의 반사광선은 대물렌즈(27) 및 시준렌즈(26)를 통해 650nm용 5/4웨이브 판에 다시 입사된다. 650nm용 5/4 웨이브 판(25)은 정규광선과 비정규 광선간 5/4파장의 위상차를 입사되는 반사광선(원형으로 편광된 광)에 부여한다. 광은 입사될 때 편광방향이 90도로 변경되고 선형으로 편광된 광이 빔 스플리터(24)에 입사되는 선형으로 편광된 광으로 변환된다. 광은 빔 스플리터(24)의 편광분리 막(24a)에 관하여 P편광된 광이기 때문에, 광은 편광분리 막(24a)을 거의 통과하게 되고, 입사광으로부터 분리되어 파장선택 막(24b)에 들어간다. 파장선택막(24b)은 780nm의 광만을 반사시키며 650nm의 파장을 갖는 거의 모든 광은 통과되게 한다. 결국, DVD(30a)로부터 반사광은 그대로 파장선택 막(24b)을 통과하고 멀티렌즈(28)에 들어간다.

실시예의 초점 에러 검출방법에 의해 초점 에러신호를 얻는 비점수차(비점수차의 차이)는 DVD(30a)로부터 멀티렌즈(28)에 들어간 3개의 반사광선에 주어진다. 결과로 나온 광은 광검출기(9)에 들어간다.

광검출기(9)에서, 비점수차가 멀티렌즈(28)에 의해 주어진 3개의 광선은 주 스폿용 수광부(92) 및 측 스폿용 수광부(93)에 입사되어 빔 스폿을 형성한다. 주 스폿용 수광부(92)에서 주변 수광부(92A 내지 92D), 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz) 및 측 스폿용 수광부(93, 94)의 수광부(93E, 93F, 94G, 94H)는 조사광량에 따라 각각 신호를 발생하고, 도 9에 도시한 연산회로(40)에 공급된다.

연산회로(40)는 광학 디스크(30)의 종류 등에 따라 식(5)에 나타난 연산처리에 의해 초점 에러 신호(FCS)를 계산하여 출력한다. 초점 에러신호(FCS)를 계산할 때에, 계수 조정/설정부(58)로부터 출력된 계수 K1 및 K2가 사용된다. 구체적으로, 광학 디스크(30)가 DVD인 경우, 예를 들면 K1=-1 및 K2=0으로 설정함으로써, 식(7)으로 나타난 FCS2는 초점 에러 신호(FCS)로서 출력된다.

광학 디스크(30)가 DVD-RAM인 경우, 예를 들면 K1=-1 및 K2=0으로 설정함으로써, 식(6)으로 나타난 FCS1는 초점 에러 신호(FCS)로서 출력된다. 계수 K1 및 K2는 다른 값들일 수 있다.

연산유닛(40)은 광학 디스크(30)의 종류 등에 따라 식(10) 내지 (14) 중 한 식에 대응시킴으로써 신호(TRK1 내지 TRK5) 중 어느 하나를 계산하고, 결과로 나온 신호를 트래킹 에러 신호(TRK)로서 출력한다. 구체적으로, 광학 디스크(30)가 DVD인 경우, 예를 들면 TRK1 또는 TRK2는 트래킹 에러신호로서 사용된다. 광학 디스크(30)가 DVD-RAM인 경우, 예를 들면 TRK3 또는 TRK4가 사용된다. 다른 선택패턴 또한 사용될 수 있다.

연산회로(40)는 식(15)에 나타난 연산처리에 의해 RF신호를 또한 발생한다. RF 신호는 저역필터(57)를 통과하여 초점 인입신호(FPI)가 된다.

빔스폿(96)의 중심은 주 스포트용 수광부(92)의 중심에 거의 일치하도록 조정된다(즉, 4개의 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My 및 92Mz)의 교점). 각 빔스폿(97, 98)의 중심은 측 스포트용 수광부(93, 94) 각각의 중심에 거의 일치하도록 조정된다.

도 8은 각각의 빔스폿(96, 97, 98)이 거의 원형 즉 광학 헤드가 초점된 상태를 도시한 것이다. 대물렌즈(27)가 초점에서 벗어날 때, 예를 들면 도 2a 및 도 2b를 참조하여 설명된 경우와 유사한 방식으로, 주 스포트용 수광부(92)의 빔스폿(96)은 수직선으로부터 좌측으로 45도 만큼 상측부분이 기울어지고 수직선으로 우측으로 45도 만큼 하측부분이 기울어진 주 축을 갖는 타원 또는 수직선으로부터 우측으로 45도 만큼 상측부분이 기울어지고 수직선으로 좌측으로 45도 만큼 하측부분이 기울어진 주축을 갖는 타원으로 그 모양을 변경한다. 대물렌즈(27)가 초점되었는지 여부에 따라, 주변 수광부(92A 내지 92D) 및 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로부터 출력된 각각의 신호의 크기가 변한다.

초점 에러신호(FCS)는 트래킹 에러신호(TRK1 내지 TRK5), 초점 인입 신호(FPI) 및 RF 신호 중 어느 하나와 함께 전치증폭기(15)에 공급되고 입력된 신호들은 증폭된다. 증폭된 초점 에러신호, 트래킹 에러신호 및 초점 인입 신호(FPI)는 서보 제어회로(14)에 공급되고 증폭된 RF신호는 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)에 공급된다. 연이은 신호 변조/복조 및 에러정정부(16)의 동작은 상기 기술된 바와 같으므로 설명은 생략한다.

초점 인입신호(FPI)가 초점 인입 범위(SPP ; 도 3)에 대응하는 범위 내에 위치한 상태에서, 서보제어회로(14)는 초점 에러 신호(FCS)가 제로로 되게 2축 작동기(29)에 의해 초점 방향(F)으로 대물렌즈(27)를 구동하도록 제어한다. 서보제어회로(14)는 또한 트래킹 에러신호(TRK)가 제로가 되도록 2축 작동기(29)에 의해 트래킹 방향(T)으로 대물렌즈(27)를 구동한다. 실시예에서, 예로서 도시한 도 3의 경우와는 달리, 초점에러 신호(FCS)의 값은 DVD(30a)의 신호 기록면에 인가된 광빔 스포트가 랜드 상에 있는지 아니면 홈 상에 있는지에 따라 변화되지 않는다. 이유를 다음에 상세히 기술한다.

#### [CD의 재생]

CD(30b)에 기록된 정보를 재생하는 경우를 설명한다. CD(30b)는 오디오 또는 CD-R용의 정규 CD 또는 CD-ROM일 수 있다.

CD(30b)의 재생에 있어서, 반도체 레이저(22b)로부터 방사된 780nm의 파장을 갖는 광빔이 사용된다. 반도체 레이저(22b)로부터 방사된 780nm 파장의 광빔은 0차 회절광선 및 ±1차 회절광선의 3개의 광빔으로 분할된다. 그후에, 3개의 광선은 파장 선택막(24b)에 들어간다. 3개의 빔은 3 스포트 방법에 의한 트래킹 에러신호를 얻기 위해서 사용된다.

파장 선택막(24b)의 반사율에 따른 양의 파장 선택막(24b)에 들어간 3개의 광빔 각각은 반사되고 그 반사된 것은 편광분리 막(24a)으로 들어간다. 편광분리 막(24a)은 780nm의 파장을 갖는 광빔의 대부분을 투과시킨다. 편광분리 막(24a)을 통과한 3개의 광빔은 650nm용 5/4웨이브 판(25)에 입사된다. 650nm용 5/4 웨이브 판(25)은 780nm의 파장을 갖는 광에 대해 1웨이브 판으로서 작용하기 때문에, 입사광의 편광상태는 변하지 않는다. 그러므로, 광은 그대로 5/4 웨이브 판(25)을 통과하여 시준렌즈(26)로 들어간다. 시준렌즈(26)는 3개의 입사광빔 각각을 대물렌즈(27)에 입사되는 평행 광으로 전환한다.

대물렌즈(27)는 3개의 입사광빔 각각을 CD(30b)의 신호 기록면 상에 점에 수렴시킨다. CD(30b)의 신호 기록면으로부터의 3개의 반사 광빔은 대물렌즈(27) 및 시준렌즈(26)를 통해 650nm용 5/4 웨이브 판(25)에 들어가고 편광상태 변화없이 그대로 5/4 웨이브 판(25)을 통과한다.

650nm용 5/4 웨이브 판(25)을 통과한 3개의 광빔은 빔 스플리터(24)에 들어가고 편광분리 막(24a)을 통과하고 파장선택막(24b)에 입사된다. 파장선택막(24b)은 이의 투과율에 따른 양만큼만 광을 투과시켜 반도체 레이저(22b)로부터 들어오는 광으로부터 광을 분리시킨다. 파장선택막(24b)을 통과한 3개의 광빔은 비점수차가 광빔에 부가되는 멀티렌즈에 들어가 결과적인 광빔은 광검출기(9)에 입사된다.

멀티렌즈(28)에 의해 비점수차가 부가된 3개의 광빔에서 중심 광선으로서의 0차 광선은 주 스폿용 수광부(92)에 입사되어 빔 스폿을 형성한다. 양측에 ±주 광선은 측 스폿용 수광부(93, 94)에 입사되어 각각 빔 스폿을 형성한다.

주변 수광부(92A 내지 92D) 및 주 스폿용 수광부(92)의 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)는 조사된 광의 양에 따라 각각 신호들을 출력하고 신호들은 도 9에 도시한 연산회로(40)에 공급된다. 연산회로(40)는 식(5)에 따라 초점 에러신호(FCS)를 계산하여 출력한다. 초점 에러신호(FCS)를 계산할 때, 계수 조정/설정부(58)로부터 출력된 계수 K1 및 K2가 사용된다. 구체적으로, 예를 들면,  $K1 = -1$  및  $K2 = 0$ 을 설정함으로써, 식(7)로 나타낸 FCS2가 초점 에러신호로서 출력된다. 이것은 종래의 비점수차 방법에 의해 얻어진 초점 에러신호(FE)와 동일하다. 계수 K1 및 K2는 다른 값들일 수도 있다.

연산회로(40)는 식(10) 내지 (14) 중 하나에 대응하는 산출처리에 의한 트래킹 에러신호(TRK1 내지 TRK5) 중 어느 하나를 계산하여 트래킹 에러신호(TRK)로서 결과신호를 출력한다. 구체적으로, 예를 들면 TRK5는 트래킹 에러신호로서 사용된다. 다른 신호로서 예를 들면 측 스폿용 수광부(93, 94)의 수광부(93E, 93F, 94G, 94H)로부터 출력신호를 사용한 식(12)의 신호 TRK3를 또한 사용할 수도 있다.

연산회로(40)는 식(15)으로 나타낸 연산처리에 의해 RF신호를 또한 발생한다. RF신호는 저역필터(57)를 통과하여 초점 인입신호(FPI)가 된다. 연이은 초점 에러검출 및 초점제어는 DVD(30a)의 경우의 것들과 유사하다.

#### <초점 에러검출의 원리>

실시예에서 사용된 초점 에러를 검출하는 원리를 종래기술의 비점수차 방법과 비교하여 기술한다.

전술한 바와 같이, 도 1에 도시한 구조를 갖는 광검출기(19)를 사용한 종래의 비점수차 방법에 의한 초점 에러 검출이 DVD-RAM 등의 랜드/홈 기록 시스템의 기록매체에 수행될 때, "트랙 횡단 잡음"이 초점 에러신호에 발생한다. 이것은 주로 다음의 2가지 원인을 갖는다.

제 1 원인은 홈/랜드 기록 시스템 특유의 디스크 구조에 관계된다. "트랙 횡단 잡음"은 랜드/홈 기록시스템의 정규 디스크와 종래의 비점수차 방법이 결합될 때 일어난다. 기여도는 트랙피치와 대물렌즈의 NA간 관계 및 초점 에러 인입범위에 따라 달라진다.

제 2 원인은 광학 헤드에 수렴되고 광학 디스크에 방사된 광빔이 이미 비점수차를 포함한다는 것이다. 기여도는 비점수차의 크기 및 방향에 따라 달라진다.

#### <트랙 횡단 잡음의 제 1 원인>

제 1 원인을 먼저 기술한다. 일반적으로, 대물렌즈에 의해 집중된 광빔은 광학 디스크 내 랜드 또는 홈에 이르고 반사에 의해 회절된다. 랜드/홈 기록시스템의 경우, 정보는 랜드 및 홈 모두에 기록되며, 대물렌즈에 의해 집중된 광빔 스폿의 직경에 대한 트랙피치(랜드간 거리 또는 홈간 거리)는 비교적 크게 된다. 결국, 도 10a 및 도 10b와 도 11a 및 도 11b에 도시한 바와 같이, 광학 디스크로부터 회절된 광이 대물렌즈의 퓨필(pupil)에 접치는 양태는 랜드 기록 시스템 또는 홈 기록 시스템과(이하, 설명을 간단하게 하기 위해서 홈 기록 시스템이라 함)는 다르다.

도 10a는 홈 기록 시스템에서 광학 디스크의 신호 기록면과 각각의 회절광간 관계를 도시한 것이다. 도 10b는 홈 기록 시스템에서 대물렌즈의 퓨필에 회절광선의 중첩상태를 도시한 것이다. 도 11a는 랜드/홈 기록 시스템에서 광학 디스크의 신호 기록면과 각각의 회절광간 관계를 도시한 것이다. 도 11b는 랜드/홈 기록 시스템에서 대물렌즈의 퓨필에 회절광선의 중첩상태를 도시한 것이다.

호 기록면과 각각의 회절광선간 관계를 도시한 것이다. 도 11b는 렌드/홈 기록 시스템에서 대물렌즈의 푸필에 회절광선의 중첩상태를 도시한 것이다. 명세서에서, 도 10a 및 도 11a에서, 광 조사측으로부터 보았을 때 신호 기록면 상의 돌출 부분은 홈 G라고 하고 홈형성 부분을 렌드 L이라 한다.

도 10a 및 도 10b에 도시한 바와 같이, MD(미니 디스크) 등의 홈 기록 시스템의 광학 디스크를 재생할 때, 보통 +주 광선 S(+1) 및 -주 광선 S(-1)은 서로간에 겹치지 않는다. 반대로, 도 10a 및 도 10b에 도시한 바와 같이, DVD-RAM 등의 렌드/홈 기록 시스템에서 광학 디스크를 재생할 때, 0차 광선 S(0), +주 광선 S(+1) 및 -주 광선 S(-1)의 모든 3개의 회절광선이 중첩되는 간섭영역(51)이 발생된다. 더욱이, 이 경우, 0차 광선 S(0) 및 +2차 광선 S(+2)이 서로 겹치는 간섭영역(52)과 0차 광선 S(0) 및 -2차 광선 S(-2)이 서로 겹치는 간섭영역(53)이 또한 발생된다.

도 12a 및 도 12b 내지 도 14a 및 도 14b는 DVD용 광학 헤드로 예를 들면 4.7GB의 기록용량을 갖는 DVD-RAM을 재생하는 경우에 대물렌즈의 푸필 상에 디스크 회절광의 강도 분포 및 위상분포의 계산결과를 도시한 것이다. 구체적으로, 도 12a 및 도 12b는 대물렌즈의 푸필 상의 위상분포를 3차원적으로 도시한 것이다. 도 13a 및 도 13b는 대물렌즈의 푸필 상의 강도 분포를 3차원으로 도시한 것이다. 도 14a 및 도 14b는 동일 위치에서 강도 분포를 3차 비점수차( 및 초점흐림 및 피스톤)로 맞추어 얻어진 위상 분포를 3차원으로 도시한 것이다. 도 12a, 도 13a, 및 도 14a는 수렴된 광 스폿이 렌드 상에 있는 경우를 도시한 것이고 도 12b, 도 13b, 및 도 14b는 수렴된 광 스폿이 홈 상에 있는 경우를 도시한 것이다.

계산 조건으로서, 다음의 값이 사용된다. 간단하게 하기 위해서, 계산은 렌드 및 홈이 동일 폭을 갖는 사각형상을 갖는 조건에서 실행된다. 다음 조건에서 "테두리(rim) 강도"는 대물렌즈의 푸필의 중심에서 광 강도에 대한 푸필의 테두리에서의 광 강도의 비를 나타낸다.

광학 헤드 :

광원의 파장 = 660nm

대물렌즈의 NA = 0.60

트랙의 접선방향에서 테두리 강도 = 0.55

디스크의 반경방향에서 테두리 강도 = 0.45

디스크:

트랙 피치 = 1.23 $\mu$ m(= 0.615 $\times$ 2)

왕복(round-trip) 위상 깊이 =  $\lambda/6$

도 12a 및 14a와 도 12b 및 14b로부터 명백하게 알 수 있듯이, 반대 부호의 비점수차는 렌드 및 홈에 의해 회절된 광속에서 간섭에 기인하여 발생한다.

도 13a 및 도 13b에서 알 수 있듯이, 광이 수렴된 스폿이 렌드 상에 있는 경우에 광 강도 분포와 광이 수렴된 스폿이 홈 상에 있는 경우에 광 강도 분포는 서로 동일하다. 3개의 회절광선이 중첩되는 간섭영역(51)은 특히 높은 강도 분포를 갖는다.

맞춤에 의한 비점수차량은 다음 식(16)으로 표현된다. NA를 고려하여 광학 디스크 상에 비점수차 차이로 변환될 때, 광이 렌드 상에 있는 경우와 광이 홈 상에 있는 경우 각각에서 비점수차량은 식(17)에 의해 추정된다.

$$W_{L,G} = \pm 0.046[\lambda rms] \quad (16)$$

$$\Delta L, G = W \times \lambda \times 4 \times 6^{1/2} / NA^2 = 0.83[\mu m] \quad (17)$$

한편, 비점수차 방법의 인입 범위가 SPP이고 리턴 시스템의 확대도가  $\beta$ 라고 할 때, 멀티렌즈에 의해 야기되는 비점수차 차이는 다음 식(18)으로 표현된다. 리턴시스템의 NA( $NA_{back}$ 이라 함)은 다음 식(19)로 표현된다.

$$\Delta_{back} = SPP \times 2 \times \beta^2 \quad (18)$$

$$NA_{back} = NA / \beta \quad (19)$$

리턴 시스템의 멀티렌즈에 의해 야기된 비점수차의 양은 다음 식(20)으로 표현된다.

$$\begin{aligned} W_{back} &= \Delta_{back} \times NA_{back}^2 / \lambda / 4 / 6^{1/2} \\ &= SPP \times NA^2 / \lambda / 2 / 6^{1/2} [\lambda rms] \quad (20) \end{aligned}$$

예를 들면, 인입 범위 SPP = 6[ $\mu m$ ]이라고 할 때,  $W_{back} = 0.67[\lambda rms]$ 이다.

일반적으로, 비점수차 방법에서, 도 15a에 도시한 바와 같이, 리턴 광학 경로에서 위치(P1)에서 멀티렌즈(28)의 원통면의 형성 라인의 방향(D1)은 광학 디스크의 트랙들(랜드 또는 홈)에 의해 형성된 회절패턴의 배열방향(D2)에 대해 45도를 이루도록 설정된다. 그러므로 비점수차는 멀티렌즈(28)에 의해 형성라인 방향(D1)에 직교하는 방향(D0)에 주어진다. 광검출기(9)의 주 스폿용 수광부(92; 이하 간단히 수광부라 함)는 비점수차가 주어지는 방향(D0)에서 초점 위치(F2) 및 비점수차가 주어지지 않으며 방향(D0)에 직교하는 방향(D1; 멀티렌즈(28)의 원형면의 형성라인에 평행)에서 초점위치(F1)의 거의 중간위치(P2)에 배치되는 것으로 가정한다. 이 경우, 수광부 상의 스폿은 초점될 때에 거의 원이 된다. 스폿은 초점 인입 범위(SPP; 도 3)에 대응하는 영역의 양단부에 선이 된다. 결국, 광검출기(9)로부터 얻어진 초점 에러신호는 대물렌즈 위치에 관하여 S형상 곡선을 그린다.

대물렌즈의 퓨필 상의 회절패턴과 초점될 때에 수광부 상의 회절패턴을 고려할 때, 멀티렌즈(28)의 원통면의 형성라인에 대해 평행한 방향과 직교하는 방향 중에서, 수광면 바로 앞의 초점방향에서만 패턴들이 반전된다. 결국, 스폿은 도 15b에 도시한 바와 같은 수광부 상에 형성된다.

도 14a 및 도 13b에 도시한 바와 같이, 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 수광부 면 상의 광 강도 분포와 스폿이 홈 상에 있는 경우에 분포는 서로 거의 동일하다. 수광부 면 상의 스폿이 도 15b에 도시한 바와 같을 때, 비점수차 방법의 계산이 수행될 때, 스폿이 랜드 상에 있는 경우 계산결과와 스폿이 홈 상에 있는 경우에 결과간에는 차이가 없다.

그러나, 전술한 바와 같이, 비점수차에 의해 근사화될 수 있는 위상분포는 랜드 및 홈에 의해 야기된 회절에 기인하여 리턴 광에서 일어난다. 멀티라인(28)에 의해 야기된 비점수차와 랜드/홈 회절에 의해 야기된 비점수차를 합성함으로써 얻어진 비점수차의 방향은 수광부의 분할 라인에 관하여 일치하지 않는다. 랜드인 경우의 방향과 홈인 경우의 방향은 몇 도만큼 서로에 대해 대향하는 방향으로 벗어난다. 결국, 도 16a 및 도 16b에 도시한 바와 같이, 3개의 회절광선이 중첩되는 간섭 영역(51)은 스폿(196)이 랜드 상에 있는 상태와 스폿(196)이 홈 상에 있는 상태에 따라 분할 라인(DL1, DL2)에 대해 몇 도만큼 스윙한다. 간섭영역(51)의 강도는 도 13a 및 도 13b에 도시한 바와 같이, 다른 영역들에 비해 극히 높다. 이러한 행동은 광검출기(9)의 출력에 근거하여 비점수차에 의한 계산결과를 크기 변동시킨다. 구체적으로, 스폿이 랜드 상에 있는 경우와 스폿이 홈 상에 있는 경우간에 초점 에러 신호(FE)에 큰 차이가 발생한다.

초점 인입 범위가 6 $\mu m$ 인 경우에 관하여, 멀티렌즈(28)에 의해 비점수차와 랜드/홈 회절에 의해 야기된 비점수차의 합성결과로서 일어나는  $\pm$ 주 광선의 회전각도는 다음과 같이 추정된다.

수차의 방향이 판정되고 제 1 초점방향이 도 17에 도시한 바와 같이 방향축(D3)이라고 할 때, 멀티렌즈에 의한 비점수차 MAS, 랜드에 의해 야기된 비점수차 LAS, 및 홈에 의해 야기된 비점수차 GAS는 각각 다음 식(21) 내지 (23)로 표현되고, 여기서 A 및 B는 정수이며  $\theta$ 는 광학 디스크의 반경방향을 기준으로서 사용할 때 광속 퓨필 단면에서 방향각도를 나타내며,  $\rho$ 는 센터로서 광축을 갖는 퓨필 좌표 시스템에서 원점부터의 거리를 나타낸다(여기서 퓨필의 반경은 1).

$$MAS = A \times \rho^2 \times \sin 2\theta \quad (21)$$

$$LAS = -B \times \rho^2 \times \cos 2\theta \quad (22)$$

$$GAS = + B \times \rho^2 \times \cos 2\theta \quad (23)$$

식(21) 내지 (23)로부터, 스폿이 렌드 상에 있는 경우에 합성 비점수차(TAS)는 다음 식(4)로 표현된다. 스폿이 홈 상에 있는 경우에 합성 비점수차(TAS)는 다음 식(25)로 표현된다.

$$TAS = (A^2 + B^2)^{1/2} \times \rho^2 \times \sin 2(\theta - \alpha/2) \quad (24)$$

$$TAS = (A^2 + B^2)^{1/2} \times \rho^2 \times \sin 2(\theta + \alpha/2) \quad (25)$$

각도  $\alpha$ 는 다음 식(26), (27)을 만족하는 값이다.

$$\cos \alpha = A / (A^2 + B^2)^{1/2} \quad (26)$$

$$\sin \alpha = B / (A^2 + B^2)^{1/2} \quad (27)$$

회절패턴은 수광부 상의 중심으로서 도 17에서 방향축(D3)에 가까운 영역에 관하여 반전되기 때문에, 회절패턴의 배열 방향은 90도만큼 원래의 방향으로부터 회전된다. 스폿이 렌드 상에 있는 경우에 반전축의 방향은  $+\alpha/2$ 만큼만 방향 축(D4)으로부터 벗어난다. 스폿이 홈 상에 있는 경우에 반전축의 방향은  $-\alpha/2$ 만큼만 방향 축(D4)으로부터 벗어난다. 결국, 도 18a 및 도 18b에 도시한 바와 같이, 스폿이 렌드에 있는 경우에 3개의 회절광선이 중첩되는 간섭영역(51) 및 스폿이 홈 상에 있는 경우에 그러한 영역은  $+\alpha$  및  $-\alpha$ 만큼 분할 라인(DX)으로부터 벗어난다.

실제 값들을 사용하여 계산하였다.  $A \propto 0.67[\lambda_{rms}]$  및  $B \propto 0.046[\lambda_{rms}]$ 로부터,  $\alpha = 3.9[\lambda_{rms}]$ 가 얻어진다. 상기 고찰은 광학 디스크에 광학 헤드에 의해 집중된 광빔의 수차(주로, 비점수차)가 매우 크지 않다는 전제조건에서 행해진 것이다.

#### <제 1 원인에 대한 대책>

고찰에 기초하여, 실시예에서는, 광학 헤드가 거의 비점수차를 포함하지 않는다는 전제조건에서, 광검출기(9)에서 주 스폿용 수광부(92)는 도 8과 도 18a 및 도 18b에 도시한 패턴으로 분할된다. 예를 들면, 3개의 회절광선이 중첩되거나 주변 수광부(92A 내지 92D)로부터 출력신호만을 사용하는 간섭영역(51)을 포함하는 중간 수광부(92M)로부터의 출력신호를 사용하지 않는 식(6)에 의해 계산된 초점 에러신호(FCS1)를 사용한다. 즉, 도 9에서, 설정신호(SET)에 의해  $K1=0$  및  $K2=0$ 로 설정함으로써, 초점 에러 신호(FCS1)가 얻어진다.

초점에러 신호(FCS1)는 스폿이 렌드 상에 있는 경우와 스폿이 홈 상에 있는 경우간에 3개의 회절광선이 중첩되는 간섭영역(51)의 강도 분포 변화에 의해 거의 영향받지 않는다. 결국, "트랙 횡단 잡음"이 없이 우수한 초점제어가 수행될 수 있다. 즉, 도 19에 도시한 바와 같이, 초점 에러신호의 레벨이 제로로 되는 위치에 가까운 영역(원(200) 이내)에서는 스폿이 렌드 상에 있는 경우에 초점 에러신호(FEL)과 스폿이 홈 상에 있는 경우에 초점 에러신호(FEG)간에 차이가 없다. 그러므로, 초점 인입범위(SPP) 내에서 신호레벨이 제로로 되는 대물렌즈의 위치는 무조건적으로 결정된다. 이에 따라, 렌드와 홈간을 광빔이 이동할 때마다 대물렌즈가 약간씩 이동하게 되는 현상이 억제될 수 있다.

#### <트랙 횡단 잡음의 제 2 원인>

"트랙 횡단 잡음"의 제 2 원인을 설명한다. 광학 헤드로부터 나가는 빔이 비점수차를 포함하는 경우를 고찰한다. 이 경우, 비점수차에 의해 야기된 위상분포의 비대칭에 기인하여, 회절광선의 합성 위상분포는 비대칭으로 되므로 비대칭인 강도 분포에서 발생한다.

도 20a 및 도 20b 내지 도 22a 및 도 22b는 광학 헤드 자신이 비점수차를 갖는 경우에 대물렌즈의 필드 상에 위상분포와 강도분포의 계산결과를 도시한 것이다. 구체적으로, 도 20a 및 도 20b는 위상분포를 3차원으로 도시한 것이다. 도 21a 및 도 21b는 강도분포를 3차원으로 도시한 것이다. 도 22a 및 도 22b는 도 21a 및 도 21b에 도시한 강도분포를 윤곽선으로 2차원으로 도시한 것이다. 도 20a, 도 21a, 및 도 22a는 수렴된 광 스폿이 렌드 상에 있는 경우를 도시한 것이다. 도 20b, 도

21b, 및 도 22b는 수렴된 광 스폿이 홈 상에 있는 경우를 도시한 것이다. 각각의 도면은 비점수차 형태(45)의 방향이 트랙 접선방향과 일치하지 않는 경우를 도시한 것이다. 이 경우에, 강도분포의 비대칭이 가장 두드러진다. 광학 헤드 자체의 비점수차 양이  $0.03[\lambda_{rms}]$ 라고 가정한다.

도 21a, 도 21b, 도 22a, 및 도 22b로부터 알 수 있듯이, 광학 헤드 자체가 비점수차를 갖고 있을 때, 수광부 상의 강도분포는 도 13a 및 도 13b의 경우와는 달리 비대칭이다. "트랙 횡단 잡음"은 광학 헤드로부터 나가는 빔의 비점수차의 크기 및 방향에 따라 이 변화에 의해 야기된다. 이 경우, 연산식(6)에 의해 얻어진 초점 에러신호(FCS1)가 사용될지라도, "트랙 횡단 잡음"은 종래의 비점수차 방법과 유사한 방식으로 일어난다.

<제 2 원인에 대한 대책>

고찰에 기초하여, 실시예에서는 수광부(92)에서 중간 수광부(92M)를 4부분으로 분할하여 얻어진 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로부터의 출력신호로부터, 트랙 횡단에 의해 야기된 간섭영역의 강도 변화 정보가 얻어진다는 사실에 주목한다. 초점 에러신호(FCS1)에 포함된 광학 헤드의 비점수차에 의해 야기된 "트랙 횡단 잡음"은 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로부터의 출력신호에 의해 상쇄된다. 구체적으로, 초점 제어는 식(7)에 의해 계산된 초점 에러신호(FCS2)를 사용함으로써 수행된다. 이 경우, 도 9에서 설정신호(SET)에 의해  $K2=0$ 으로 설정함으로써 초점 에러신호(FCS)로서 신호(FCS2)를 사용하는 것이 충분하다.

이 경우, 광학 헤드 자체가 비점수차를 포함할지라도, 초점에러 신호(FCS2)는 ±주 광선에 의해 거의 영향을 받지 않는다. 결국, 제 2 원인에 의한 "트랙 횡단 잡음"이 없는 우수한 초점제어가 실현될 수 있다. 식(7)에서, 계수 K1은 소정의 고정된 값(예를 들면 "-1")일 수 있다. 초점상태일 때에 "트랙 횡단 잡음"이 모든 종류의 광학 헤드, 모든 종류의 광학 디스크, 또는 각각의 광학 헤드에 최소로 되도록 설정될 수 있다. 계수 K1은 준비된 복수의 상이한 값들(이산값) 중 적합한 것을 선택함으로써 설정될 수 있거나, 아날로그 방식으로 임의의 값으로 조정될 수 있도록 설정될 수도 있다.

<초점서보에서 이득차에 의해 야기된 문제와 이 문제에 대한 대책>

예를 들면 도 23에 도시한 바와 같이, FCS2의 계산에서 초점될 때에 "트랙 횡단 잡음"이 최소로 되게 초점 에러신호(FCS1)를 사용하는 경우와 상수 K1을 조정하는 경우에, 광 스폿이 랜드 상에 있는 경우의 초점 에러신호의 이득과 광 스폿이 홈 상에 있는 경우의 이득이 서로 다를 때, 초점 제어가 방해되는 경우가 일어날 수 있다. 도 23에서, 초점 에러신호의 레벨이 제로가 되게 대물렌즈 위치가 거의 무조건적으로 결정될지라도, 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 초점에러 신호(FEL)와 스폿이 홈 상에 있는 경우에 초점 에러 신호(FEG)간에 큰 기울기 차이가 일어난다. 그러므로 이러한 상태에서, 대물렌즈를 이동시키는 제어에서 이득제어의 최적의 값이 변한다. 이득을 전환시키는 것이 필요하게 된다.

고찰에 기초하여, 실시예에서는, 중간 수광부(92M)에서 작은 수광부(92Mw, 92Mz, 92My, 92Mz)로부터의 출력신호의 합(중간 총합 신호)을 초점 에러신호(FCS1 또는 FCS2)에 및 에러신호로부터 가감함으로써, 식(8) 및 (9)로 나타낸 초점에러 신호(FCS3 또는 FCS4)가 얻어지며, 그럼으로써 광 스폿이 랜드 상에 있는 경우와 광스폿이 홈 상에 있는 경우간의 이득차를 해결할 수 있게 된다. 다음에서, 원리를 기술한다.

도 24a, 도 24b, 도 25a, 및 도 25b는 디포커스 양이 예를 들면  $\pm 0.5\mu m$ 일 때 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 대물렌즈의 필드 상의 강도분포와 스폿이 홈 상에 있는 경우에 강도분포의 계산결과를 도시한 것이다. 구체적으로, 도 24a 및 도 24b는 디포커스양이  $-0.5\mu m$ 인 경우를 도시한 것이다. 도 25a 및 도 25b는 디포커스 양이  $+0.5\mu m$ 인 경우를 도시한 것이다. 도 24a 및 도 25a는 스폿이 랜드 상에 있는 경우를 도시한 것이고 도 24b 및 도 25b는 스폿이 홈 상에 있는 경우를 도시한 것이다.

도 13a 및 도 13b에 도시한 바와 같이, 디포커스 양은 제로이며, 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 강도분포와 스폿이 홈 상에 있는 경우의 강도분포는 서로간에 차이가 없다. 반대로, 초점흐림이 주어질 때, 도 24a, 도 24b, 도 25a, 및 도 25b에 도시한 바와 같이, 강도분포는 초점흐림 방향에 따라 변하며, 특히 간섭영역(51)의 강도변화의 방향이 반대로 된다. 간섭영역(51)에 대응하는 중간 수광부(92M)로부터 출력신호들의 합에 계수 K2를 곱하고 곱셈결과를 FCS1 또는 FCS2에서 감하여 얻어진 FCS3 또는 FCS5를 사용함으로써, 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 초점 서보 이득과 스폿이 홈 상에 있는 경우에 이득간 차이가 상쇄될 수 있다. 이에 따라, 우수한 초점 서보 특성이 얻어질 수 있다. 식(8), (9)에서, 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 초점을 흐리게 할 때 초점에러신호(FCS3 또는 FCS4)가 스폿이 홈 상에 있는 경우의 것에 일치하도록 매번 광학 헤드에 계수 K2를 조정하여 설정하는 것이 바람직하다.

실시예에서 사용된 광검출기(9)에서 수광부 패턴은 초점에러 검출을 위한 비점수차를 사용하고, 차분 위상차 방법과 수광부 분할 수가 증가된 점만을 제외하고 트래킹 에러검출을 위한 3빔 방법을 사용하는 종래의 광학 헤드의 광검출기(19; 도 1)에서의 패턴과 유사하다. 결국, 간단하게 도 9에 나타난 연산회로(40)에서  $K1=0$  및  $K2=0$ 으로 설정함으로써, 종래의 초점 에러신호(FE)가 생성될 수 있으므로, 종래의 시스템과의 호환성을 확실하게 하기가 용이하다. 실시예에 따라 초점 에러신호(FE) 및 모든 초점 에러신호(FCS1 내지 FCS4)를 미리 계산하고 광학 디스크의 종류 등에 따라 소정의 모드의 스위칭 신호에 의해 신호들 중 하나를 출력하는 것도 가능하다.

실시예에 따라, 전술한 바와 같이, 종래의 광검출기(19) 대신에, 주 스폿용 수광부(92)의 분할패턴이 종래의 것과 상이한 광검출기(9)는 광학 헤드의 광검출 수단으로서 사용된다. 주 스폿용 수광부(92)에서 중간 수광부(92M)로부터의 출력신호를 사용함이 없이, 주변 수광부(92A 내지 92D)로부터 출력신호들만을 사용하여 소정의 산출처리가 수행된다. 연산처리에 의해 얻어진 초점 에러신호(FCS1)을 사용함으로써, 초점제어가 수행될 수 있다. 결국, 종래의 비점수차 방법의 경우와 유사한 방식으로 광검출기(9) 이외의 광학 헤드의 부품들을 구성함으로써 호환성을 유지하면서도, 거의 "트랙 횡단 잡음"을 야기하지 않는 우수한 초점제어가 랜드/홈 기록매체에 수행될 수 있다.

실시예에 따라, 광학 헤드 자체에 수차가 포함될 때, 초점 에러신호(FCS1)에 포함된 광학 헤드의 비점수차에 의해 야기된 "트랙 횡단 잡음"은 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로부터의 출력신호에 의해 상쇄되고, 그럼으로써 초점 에러신호(FCS2)가 얻어진다. 초점제어는 초점 에러신호(FCS2)를 사용하여 수행된다. 결국, 광학 헤드 자체의 수차에 의해 야기된 "트랙 횡단 잡음"의 발생이 억제될 수 있어 우수한 초점제어가 실현될 수 있다.

더욱이, 실시예에 따라, 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 초점 에러신호의 이득과 스폿이 홈 상에 있는 경우에 이득이 서로간에 다르기 때문에 초점제거가 차단될 때, 중간 수광부(92M)에서 작은 수광부(92Mw, 92Mz, 92My, 92Mz)로부터의 출력신호들의 합을 초점 에러신호(FCS1 또는 FCS2)에 및 에러신호로부터 가감함으로써, 초점 에러신호(FCS3 또는 FCS4)가 얻어진다. 초점제어는 초점 에러신호(FCS3 또는 FCS4)를 사용하여 수행된다. 결국, 스폿이 랜드 상에 있는 경우에 초점 에러신호에서 이득과 스폿이 홈 상에 있는 경우에 이득간 차이는 상쇄될 수 있어 우수한 초점제어가 실현될 수 있다.

실시예에 따라, 광검출기(9)에서 수광부 패턴은 분할 수가 증가되는 점에 관해서만 종래의 광학 헤드의 광검출기의 패턴과 다르다. 결국 연산회로(40)에 의해 종래의 초점에러 신호(FE)를 생성하는 것이 극히 쉽다. 이에 따라, 종래의 시스템과의 호환성이 보장될 수 있다.

전술한 바와 같이, 실시예에서는 복수의 초점 에러신호(FCS1 내지 FCS4) 중 어느 하나가 연산회로에 의해 발생될 수 있다. 광학 헤드의 광학성능(수차특성) 및 광학 헤드의 출력 이득 특성 등 여러 가지 조건에 따라, 최적의 초점 에러신호를 사용함으로써 초점제어가 수행될 수 있다.

실시예에 따라, 초점 에러 검출은 비점수차 방법의 경우에 것만큼 작은 수광부(주 스폿용 수광부(92))를 사용함으로써 실현될 수 있다. 결국, 예를 들면, DVD와 CD간 호환성을 보장하기 위해서 띠 모양의 기관뚜껍 보정부를 갖는 대물렌즈(27; 도 6)를 사용하여 구성될 때라도, 수광부가 불필요한 확산광을 수용하게 되는 불편이 효과적으로 방지될 수 있어 신호저하가 억제될 수 있다.

실시예를 상기 실시예들로 기술하였지만, 본 발명은 이들 실시예로 한정되지 않으며 본 발명의 요지에서 벗어나지 않고 여러 가지로 수정 및 적용될 수 있다. 예를 들면, 중간 수광부(92M)가 전술한 실시예에서 4개의 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로 분할될지라도, 본 발명은 이 구성으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 식(6) 및 식(8)로 나타낸 신호(FCS1 및 FCS3) 중 하나가 초점 에러신호로서 사용되고 식(10) 및 식(12)로 나타낸 신호(TRK1 및 TRK3) 중 하나가 초점 에러신호로서 사용될 때, 중간 수광부(92M)의 작은 수광부(92Mw, 92Mx, 92My, 92Mz)로부터의 출력신호들은 필요하지 않다. 그러므로, 이 경우, 주 스폿용 수광부(92)의 중간 수광부(92M)는 4부분으로 분할되지 않고 도 26에 도시한 바와 같이 단일의 중간 수광부(92M)로서 사용되며, 중간 수광부(92M)로부터의 출력신호를 사용함으로써 식(6), 식(8), 식(10), 또는 식(12)에 의해 충분히 계산이 실행된다.

비록 실시예에서 상수  $K1$  내지  $K3$ 이 소정의 값들로 설정될지라도, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 상수  $K1$  내지  $K3$ 는 재생될 광학 디스크의 종류, 광학 디스크 드라이브에 사용되는 광학 헤드의 명세 등에 따라 임의의 값으로 설정될 수 있다.

연산회로(40)가 전술한 실시예에서 광검출기(9)에 포함될지라도, 연산회로(40)는 광검출기(9)로부터 분리된 외부회로로서 구성될 수도 있다.

광학부품들이 개별적으로 배치된 광학 헤드를 실시예에서 기술하였지만, 본 발명은 광학 헤드로 한정되지 않는다. 본 발명은 광학 시스템을 일체로 구성함으로써 구성된 광학 헤드에도 적용될 수 있다.

본 발명이 적용되는 대상물은 DVD-RAM으로 한정되지 않는다. 본 발명은 일반적으로 정보가 랜드 및 홈 상에 기록되는 랜드/홈 기록 시스템의 기록매체에 적용될 수 있다. 더욱이, 본 발명은 매체가 0차 회절광선 및 ±1차 회절광선의 3개의 회절광선이 기록면에 서로간에 중첩되게 하는 시스템인 것인 한 랜드나 홈 어느 하나에 정보가 기록되는 기록매체에도 적용될 수 있다. 더욱이, 본 발명은 매체가 이러한 시스템의 광학 기록매체 한, 회전되는 디스크-형상 기록매체만이 아니라 일직선으로 이동되는 테이프 형상 기록 매체 등에도 적용될 수 있다.

### 발명의 효과

전술한 바와 같이, 실시예의 광학 헤드 또는 광학정보 기록 및 재생장치에 따라서, 광학 헤드는 기록매체로부터의 반사광을 수신하는 광검출 수단이, 기록매체의 트랙 안내구조에 의해 발생된 복수의 회절패턴의 배열방향에 평행한 제 1 축과 배열방향에 수직인 제 2축에 관하여 거의 대칭으로 배열된 4개의 주변 수광부; 및 4개의 주변 수광부의 배열에서 제 2 축에 평행한 2개의 배열라인에 의해 개재된 중간영역에 배치된 중간 수광부를 포함하도록 구성된다. 결국, 4개의 주변 수광부 및 중간 수광부로부터 별도의 출력신호를 얻을 수 있다. 별도로 또는 선택적으로 출력신호를 사용함으로써, 광학 헤드의 동작제어(예를 들면, 초점제어)를 수행할 수 있다. 특히, 랜드/홈 기록 시스템의 기록매체로부터 정보를 재생하는 경우에도, 광검출 수단에서 어떤 수광부 내 영역으로부터 바람직하지 않은 상태에서 수신된 신호를 제거함으로써, 소위 "트랙 횡단 잡음" 영향이 제거될 수 있고 우수한 초점 제어를 실현할 수 있다. 광학 헤드는 광검출수단의 수광부 패턴과 종래의 광학 헤드에서 수광부로부터 얻어진 신호의 처리패턴을 변경함으로써만 얻어질 수 있다. 그러므로, 새로운 특별한 부품을 준비하는 것이 불필요하고 약간 종래의 부품을 변경하는 것만으로 충분하다. 종래의 구조를 공연히 복잡하게 함이 없이, 저렴한 광학 헤드 및 광학 정보 기록 및 재생장치는 비교적 간단 구조로 제공될 수 있다.

특히, 실시예의 일면의 광학 헤드에 따라, 중간 수광부는 제 1 및 제 2 축에 의해 작은 수광부로 분할되기 때문에, 4개의 작은 수광부 각각으로부터의 출력신호가 사용될 수 있다.

실시예의 또 다른 면의 광학 헤드에 따라, 4개의 주변 수광부의 배열에서 대각선 중 한 선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호의 합과 다른 대각선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호의 합간의 차이로서 주변 차분신호가 계산된다. 계산결과에 기초하여, 대물렌즈에 의해 집중된 광의 기록매체 상의 초점상태가 검출된다. 결국, 중간 수광부로부터 출력신호에 영향을 받지 않고, 비점수차 방법에 의한 초점제어가 수행될 수 있다.

실시예의 또 다른 면의 광학 헤드에 따라서, 적어도, 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호와 중간 수광부의 4개의 작은 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 초점된 상태가 검출된다. 따라서, 대량의 수광정보가 많은 출력신호로부터 얻어질 수 있다. 예를 들면, 신호를 적합하게 조합함으로써, 좀더 미세한 정확한 초점제어를 수행할 수 있다.

실시예의 또 다른 면의 광학 헤드에 따라서, 4개의 주변 수광부의 배열에서 대각선 중 한 선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호의 합과 다른 대각선을 따라 2개의 주변 수광부로부터 출력된 신호의 합간의 차이로서 주변 차분신호가 계산된다. 적어도, 중간 수광부에서 4개의 작은 수광부의 배열에서 대각선 중 한 선을 따라 2개의 작은 수광부로부터 출력된 신호의 합과 다른 대각선을 따라 2개의 작은 수광부로부터 출력된 신호의 합간의 차이로서 중간 차분신호 또는 중간 수광부의 4개의 작은 수광부로부터 출력된 신호의 총합으로서 중간 총합 신호가 계산된다. 초점된 상태는 중간 차분신호의 일정 배수 또는 중간 총합 신호의 일정 배수 중 적어도 하나를 주변 차분신호에 더함으로써 얻어진 가산결과에 기초하여 검출된다. 결국, 주변 차분신호 이외의 요소로서 중간 차분신호 및 중간 총합 신호가 또한 고려되는 초점제어가 수행될 수 있다. 중간 차분신호 및 중간 총합 신호에 곱하는 상수를 적합하게 설정함으로써, 보다 정확한 초점제어가 수행될 수 있다.

실시예의 또 다른 면의 광학 헤드에 따라서, 중간 수광부로부터 출력된 검출신호가 연산수단에서 곱해지는 상수는 임의의 설정될 수 있기 때문에, 초점제어의 최적화가 용이하다.

실시예의 또 다른 면의 광학 헤드에 따라서, 중간 수광부로부터 출력된 검출신호가 연산수단에서 곱해지는 상수는 적어도 기록매체의 종류나 광학 헤드의 종류에 따라 복수의 소정의 값들로부터 선택되거나, 대물렌즈에 의해 집중된 광범이 트랙 안내 구조를 횡단할 때 일어나는 초점 에러 신호 변동을 거의 최소화하는 값으로 조정될 수 있다. 따라서, 적합한 초점제어는 기록매체의 종류, 광학 헤드의 종류 등에 따라 항상 수행될 수 있다.

실시예의 광검출기에 따라서, 4개의 주변 수광부 및 중간 수광부를 포함하며 4개의 주변 수광부 및 중간 수광부로부터 출력신호는 공급된 스위칭 신호에 따라 스위치된다. 따라서, 광원으로부터 방사된 광빔이 대물렌즈에 의해 소정의 트랙 안내 구조를 갖는 기록매체에 집중될 때 일어나는 초점 에러를 검출하는 방법은 적합하게 바뀔 수 있다.

실시예의 초점 에러 검출방법에 따라서, 광검출 수단에는 4개의 주변 수광부 및 중간 수광부가 제공되고, 초점 에러신호는 4개의 주변 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 얻어진 검출신호와 중간 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 얻어진 검출신호의 상수배를 가산함으로써 얻어진다. 결국 수광정보는 4개의 주변 수광부만이 아니라 중간 수광부로부터도 얻어질 수 있다. 그러므로 예를 들면, 신호들을 적합하게 조합하거나 상수를 적합하게 설정함으로써, 보다 정확한 초점제어가 실현될 수 있다.

특히, 실시예의 일면의 초점 에러 검출방법에 따라서, 중간 검출부는 제 1 및 제 2 축과, 중간 수광부의 4개의 작은 수광부로부터 출력된 신호에 기초하여 얻어진 상수로 곱할 검출신호에 의해 4개의 작은 수광부로 분할된다. 이에 따라, 중간 수광부의 수광상태는 보다 구체적으로 알 수 있다.

본 발명은 예시 목적으로 선택한 특정한 실시예에 관련하여 기술하였으나, 본 발명의 기본 개념 및 범위에서 벗어남이 없이 이 기술에 속된 자들에 의해 많은 수정이 행해질 수도 있을 것임이 명백할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 종래기술에 따라 광학 헤드에서 사용되는 광검출기에서 수광부의 구조를 도시한 평면도.

도 2a 및 도 2b는 도 1에 도시한 광검출기의 동작을 설명하기 위한 도면.

도 3은 종래의 광학 헤드에서 초점에러 곡선을 도시한 특성도.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 광학 정보 기록 및 재생장치의 개략적인 구조를 도시한 블록도.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광학 헤드의 전체 구조를 도시한 도면.

도 6은 도 5에서 대물렌즈의 구조를 도시한 단면도.

도 7은 도 6에 도시한 대물렌즈의 파면 수차 특성을 도시한 특성도.

도 8은 도 5에서 광검출기의 구조를 도시한 평면도.

도 9는 광검출기의 연산회로의 구조를 도시한 회로도.

도 10a 및 도 10b는 홈 기록 시스템을 설명하기 위한 도면.

도 11a 및 도 11b는 랜드/홈 기록 시스템을 설명하기 위한 도면.

도 12a 및 도 12b는 비접수차를 갖지 않는 DVD용 광학 헤드에 의해 DVD-RAM을 재생하는 경우에 디스크 회절광의 대물렌즈의 퓨필(pupil) 상에 위상분포의 계산의 예를 도시한 그래프.

도 13a 및 도 13b는 비접수차를 갖지 않는 DVD용 광학 헤드에 의해 DVD-RAM을 재생하는 경우에 디스크 회절광의 대물렌즈의 퓨필 상에 강도분포의 계산의 예를 도시한 그래프.

도 14a 및 도 14b는 비접수차를 갖지 않는 DVD용 광학 헤드에 의해 DVD-RAM을 재생하는 경우에 디스크 회절광의 대물렌즈의 퓨필 상에 위상분포의 계산의 또 다른 예를 도시한 그래프.

도 15a 및 도 15b는 비접수차 방법에서 스폿 변화상태를 설명하기 위한 도면.

도 16a 및 도 16b는 비점수차 방법을 사용하여 랜드/홈 기록매체를 재생하는 경우에 수광부 상에 회절패턴의 예를 도시한 도면.

도 17은 비점수차의 방향을 정의하는 도면.

도 18a 및 도 18b는 도 5에 도시한 광검출기의 수광부의 구조, 수렴된 스폿의 모양, 및 위치와 방향간 관계를 설명하기 위한 개략도.

도 19는 실시예에서 적합하게 얻어진 초점 에러 곡선을 도시한 특성도.

도 20a 및 도 20b는 비점수차를 갖는 DVD용 광학 헤드에 의해 DVD-RAM을 재생하는 경우에 디스크 회절광의 대물렌즈의 퓨필 상에 위상분포의 계산의 예를 도시한 그래프.

도 21a 및 도 21b는 비점수차를 갖는 DVD용 광학 헤드에 의해 DVD-RAM을 재생하는 경우에 디스크 회절광의 대물렌즈의 퓨필 상에 강도분포의 계산의 예를 도시한 그래프.

도 22a 및 도 22b는 윤곽선을 사용하여 도 21a 및 도 21b에서 강도분포를 도시한 그래프.

도 23은 스폿이 랜드 상에 있을 때 초점 에러신호의 이득과 스폿이 홈 상에 있을 때 이득이 서로간에 상이한 경우를 설명하는 도면.

도 24a 및 도 24b는 DVD-RAM을 재생하기 위한 DVD용 광학 헤드가 초점이 흐려진 상태에 있는 경우에 디스크 회절광의 대물렌즈의 퓨필 상의 강도분포의 계산의 예를 도시한 그래프.

도 25a 및 도 25b는 DVD-RAM을 재생하기 위한 DVD용 광학 헤드가 초점이 흐려진 상태에 있는 경우에 디스크 회절광의 대물렌즈의 퓨필 상의 강도분포의 계산의 또 다른 예를 도시한 그래프.

도 26a 및 도 26b는 광검출기의 수정예를 도시한 평면도.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

1 : 광학 디스크 드라이브 9 : 광검출기

11 : 스핀들 모터 12 : 광학 헤드

13 : 헤드 위치설정 모터 14 : 서버 제어회로

15 : 전치증폭기 16 : 에러정정부

17 : RAM 18 : 시스템 제어기

22a, 22b : 반도체 레이저 23a, 23b : 회절격자

24 : 빔 스플리터 24a : 평광분리 막

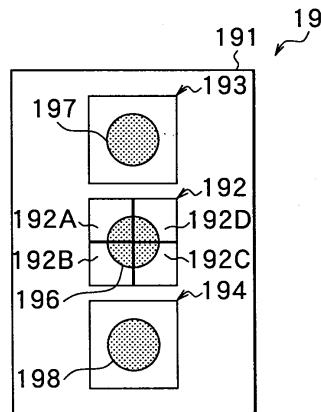
24b : 파장선택 막 25 : 5/4 웨이브 판

27 : 대물렌즈 27A : 기관두께 보정부

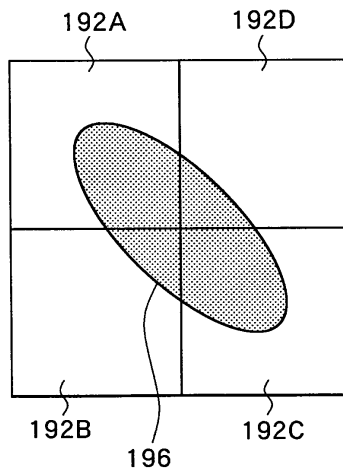
28 : 멀티렌즈 30 : 광학 디스크

도면

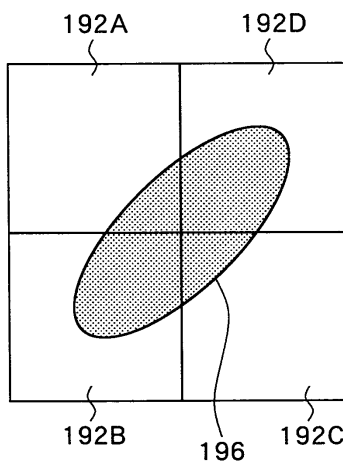
도면1



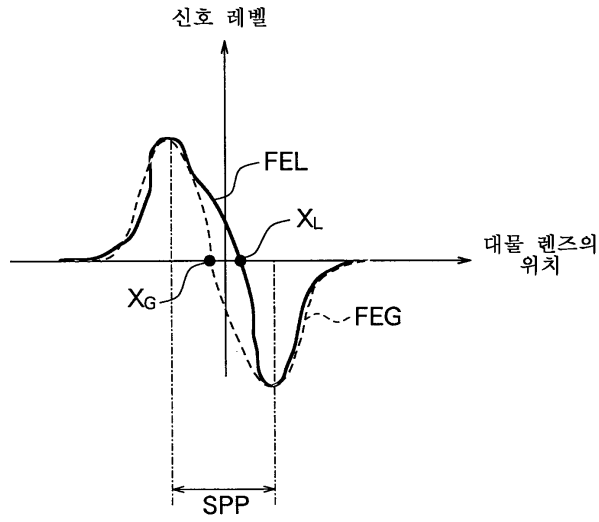
도면2a



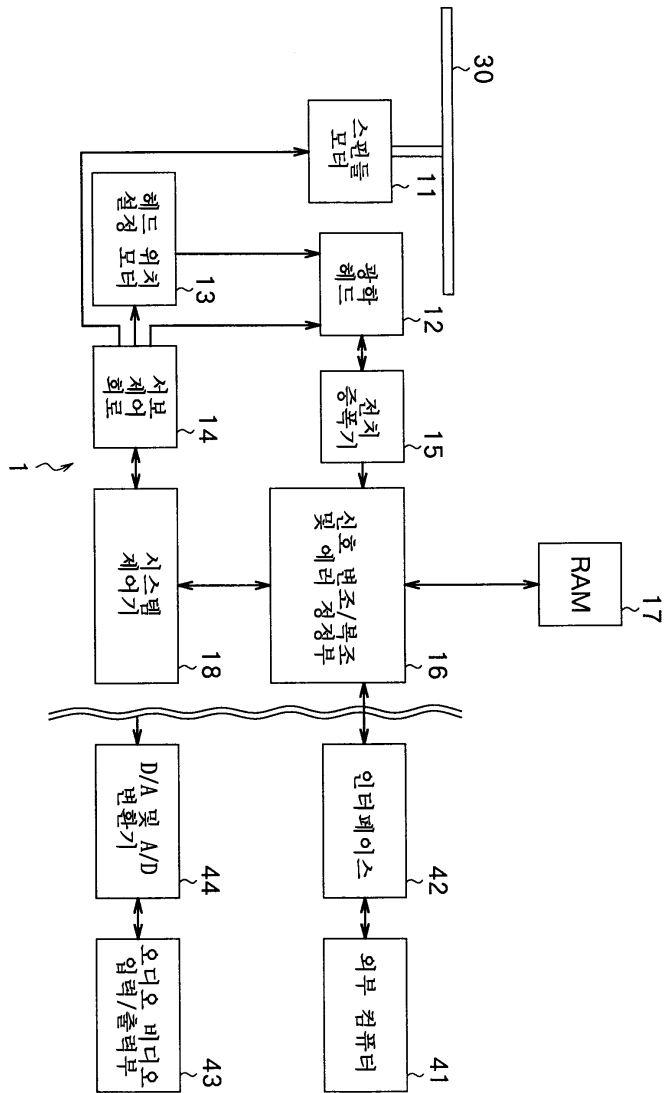
도면2b



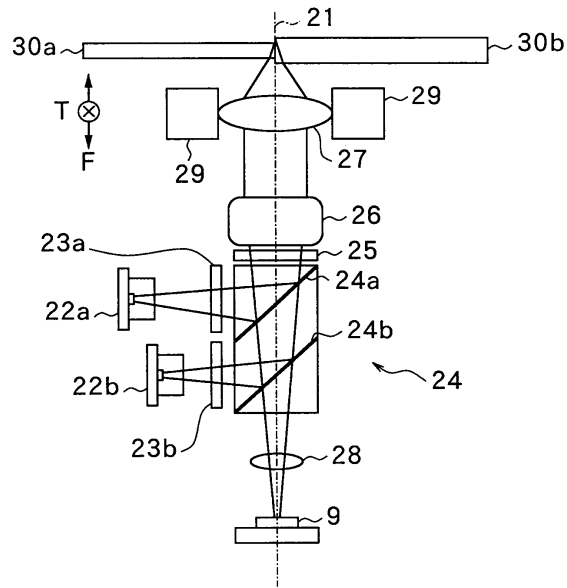
도면3



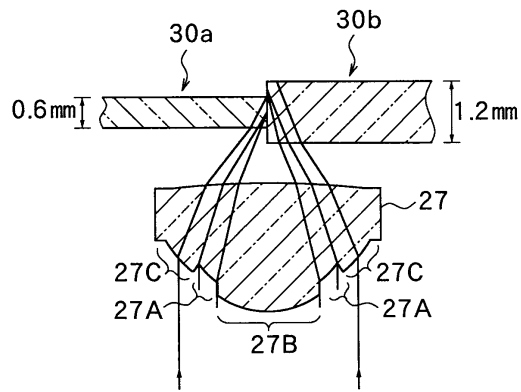
도면4



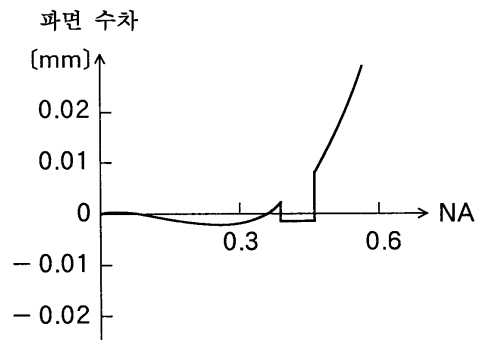
도면5



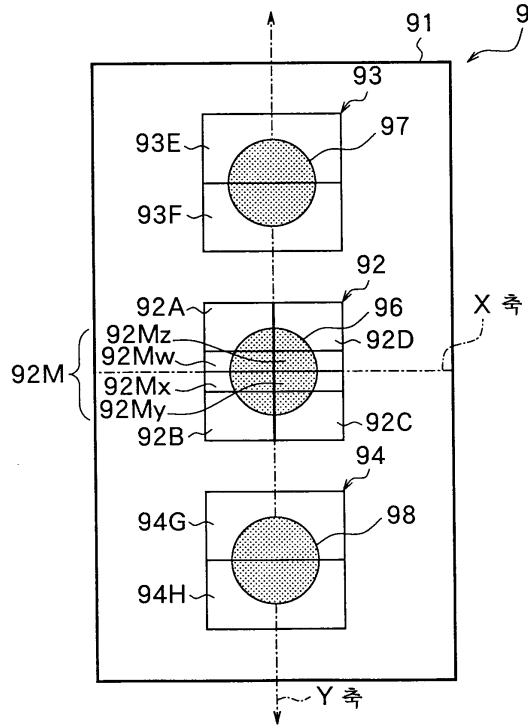
도면6



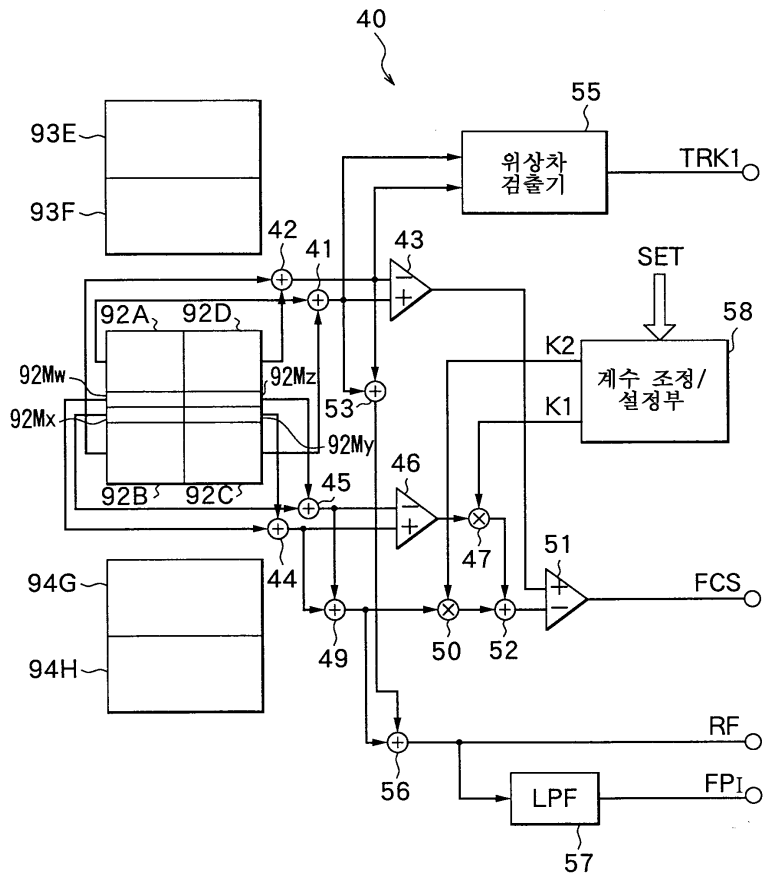
도면7



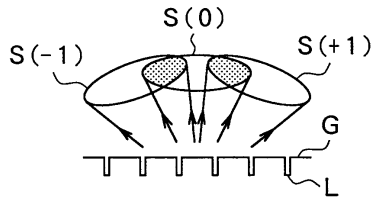
도면8



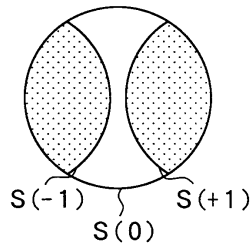
도면9



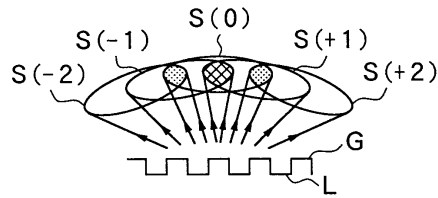
도면10a



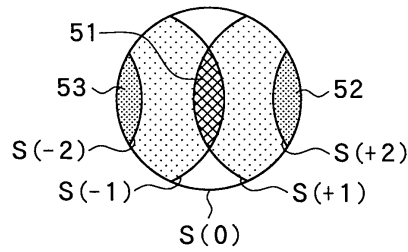
도면10b



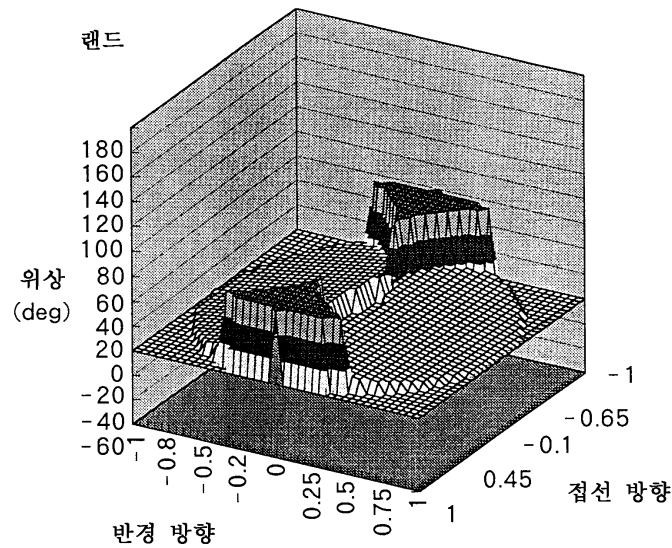
도면11a



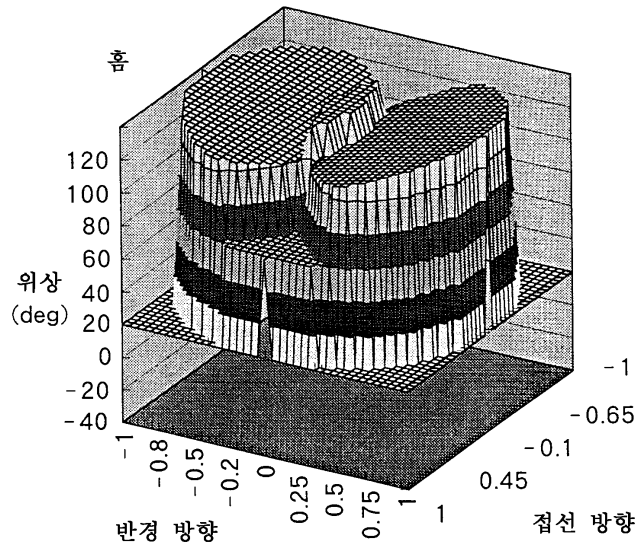
도면11b



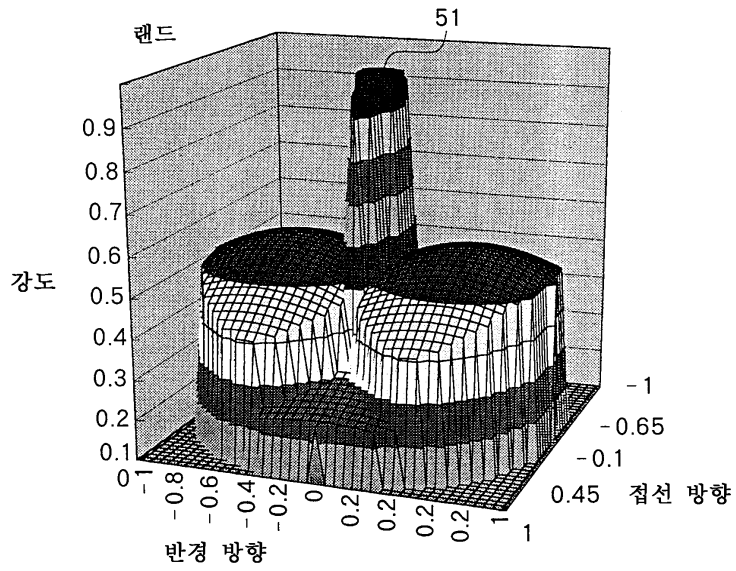
도면12a



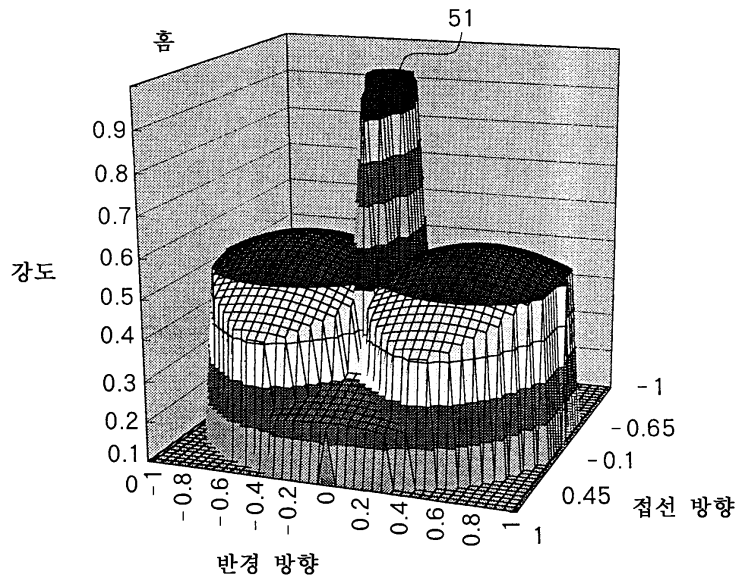
도면12b



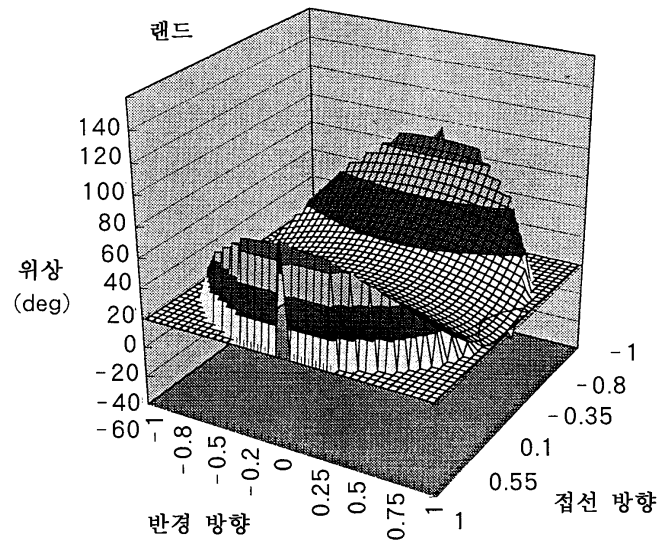
도면13a



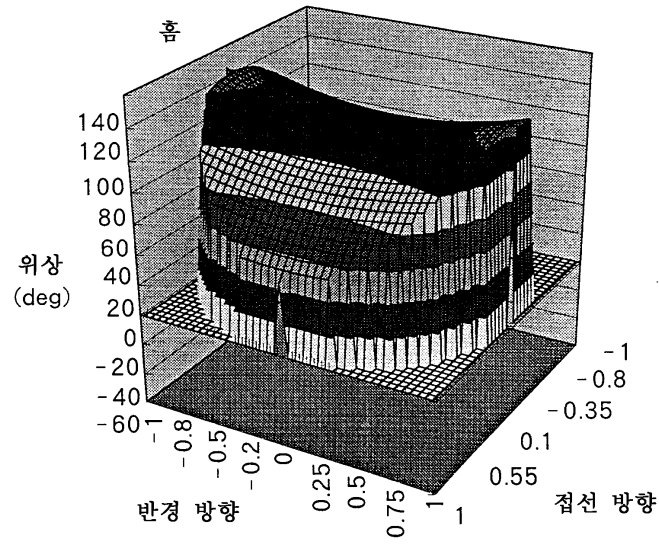
도면13b



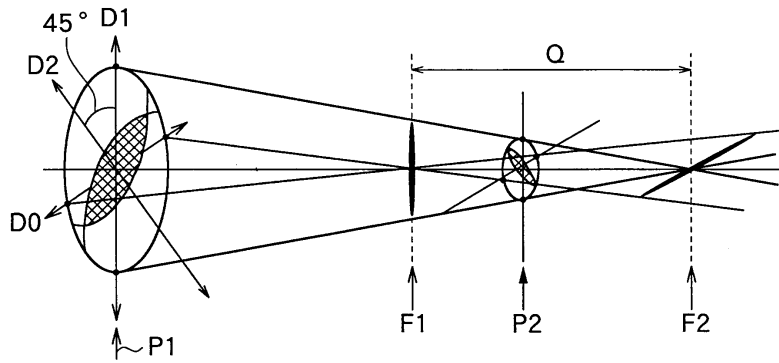
도면14a



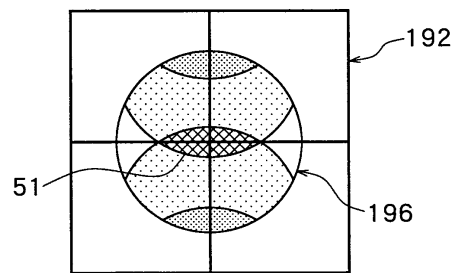
도면14b



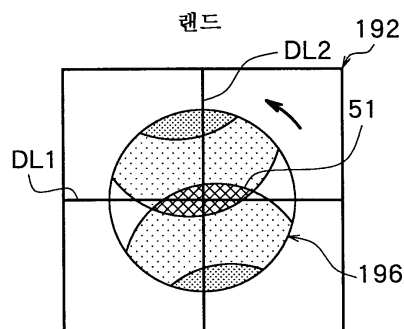
도면15a



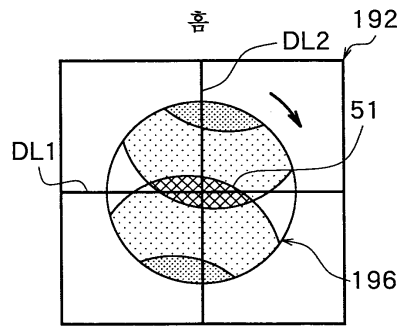
도면15b



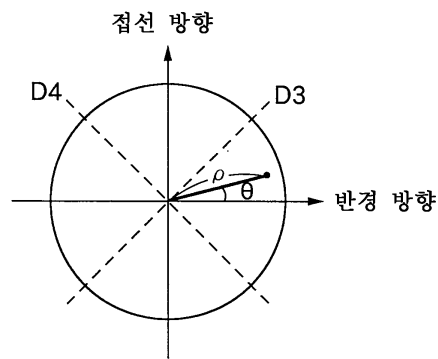
도면16a



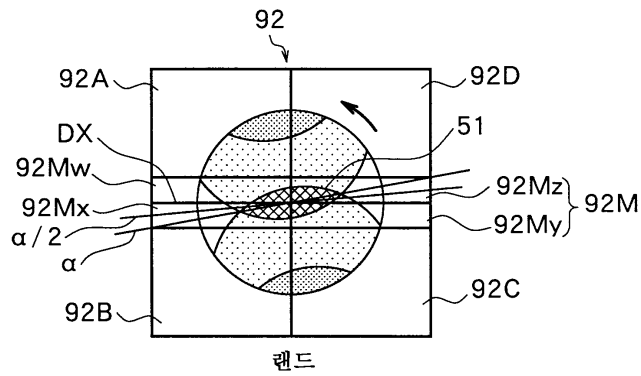
도면16b



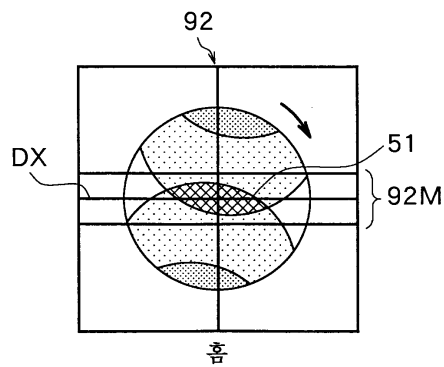
도면17



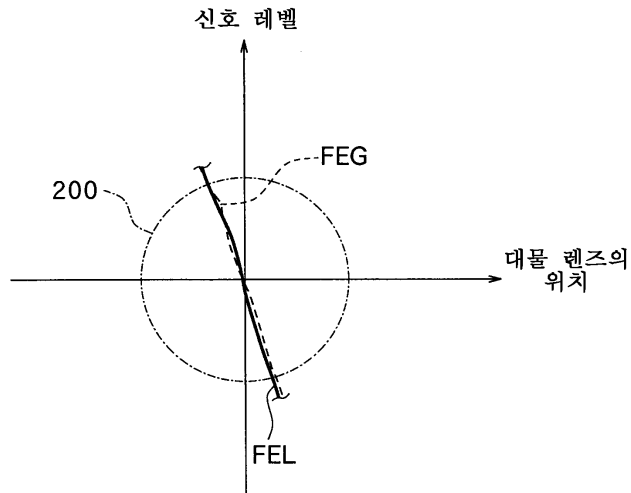
도면18a



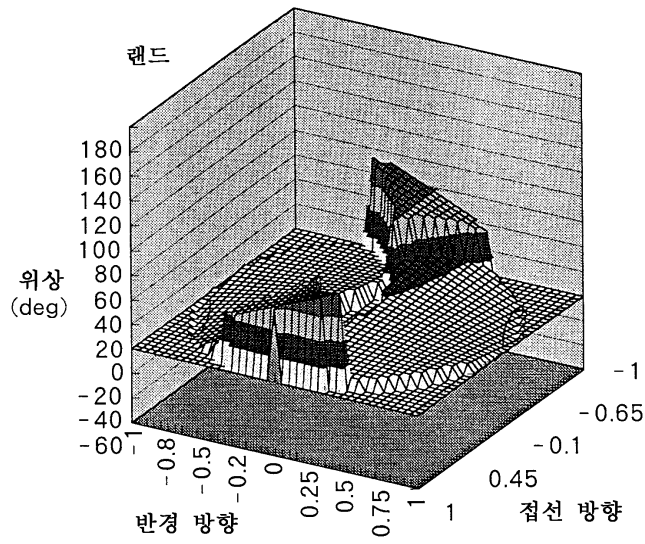
도면18b



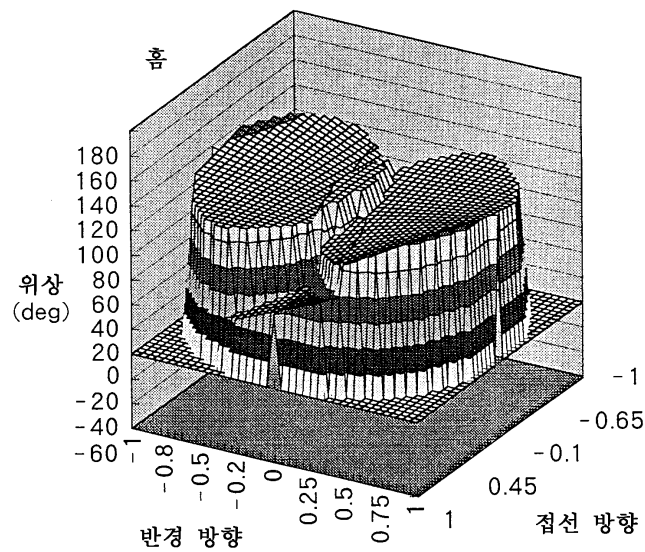
도면19



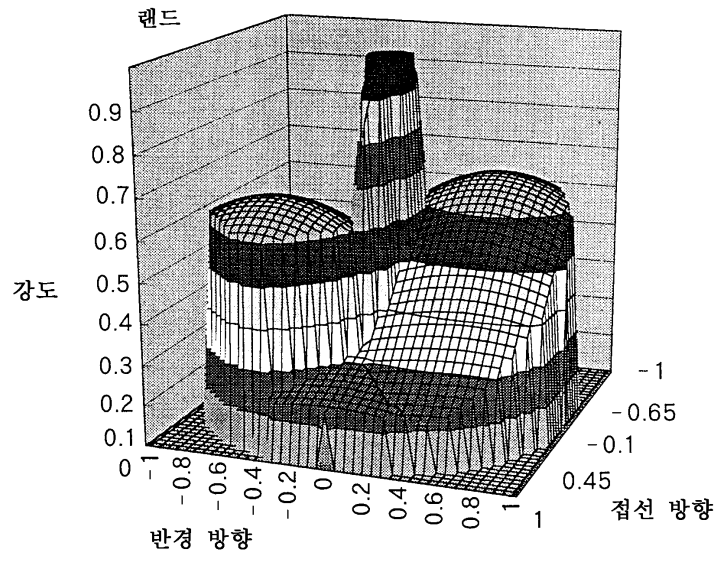
도면20a



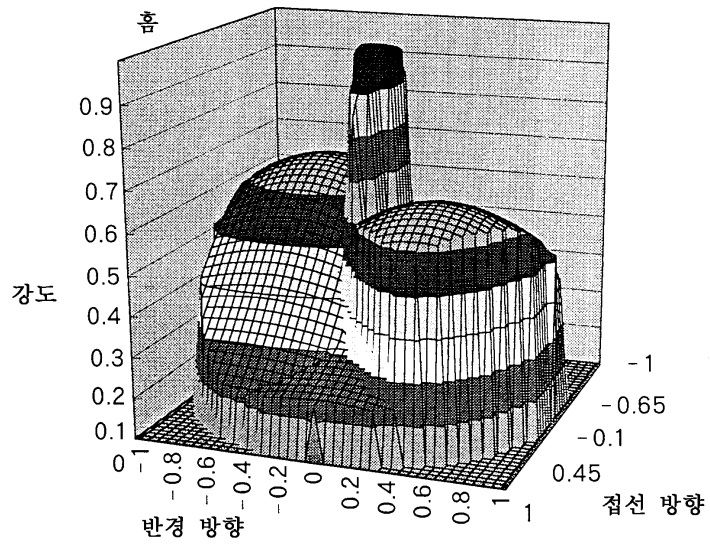
도면20b



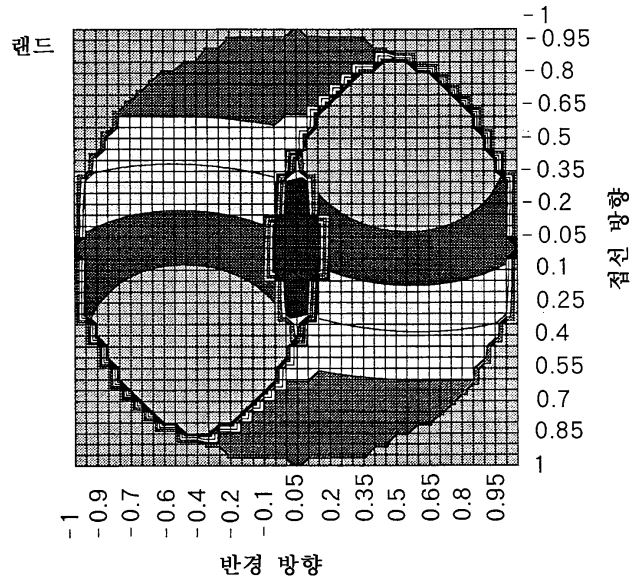
도면21a



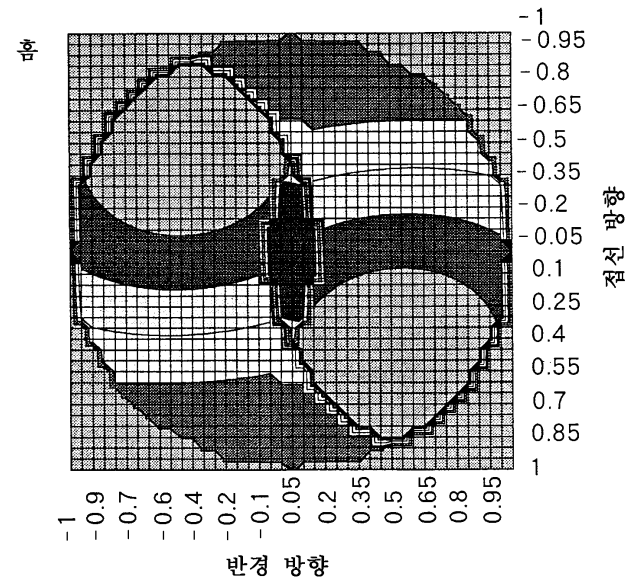
도면21b



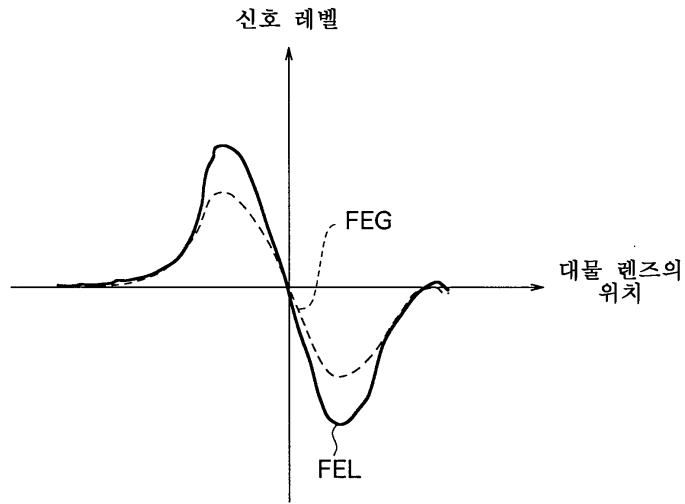
도면22a



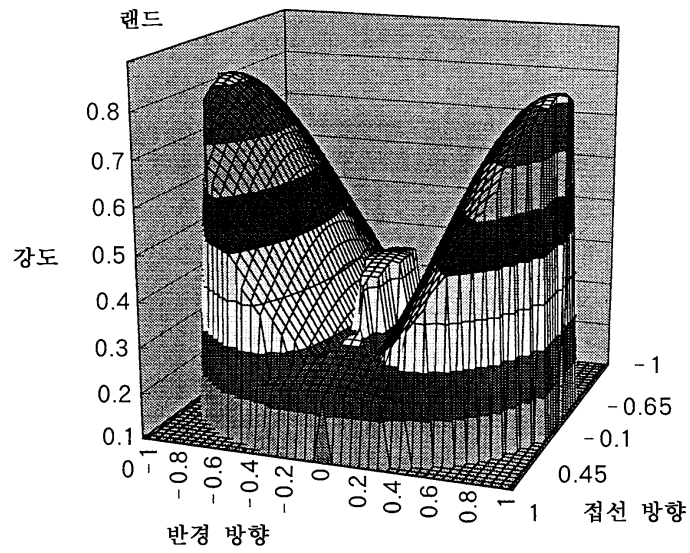
도면22b



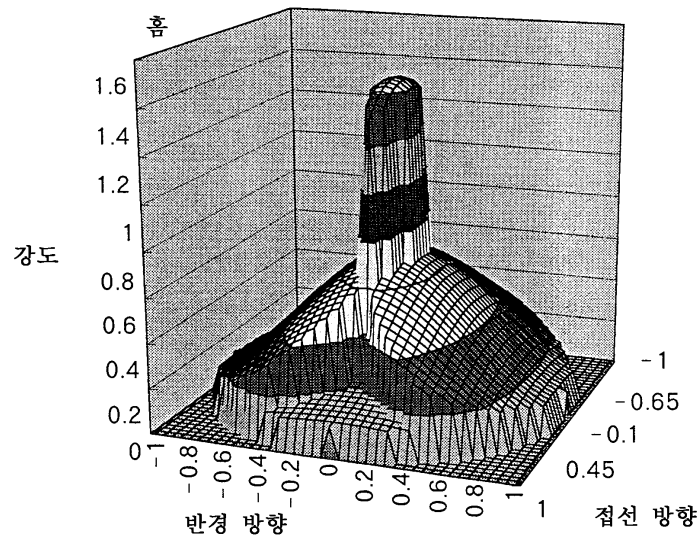
도면23



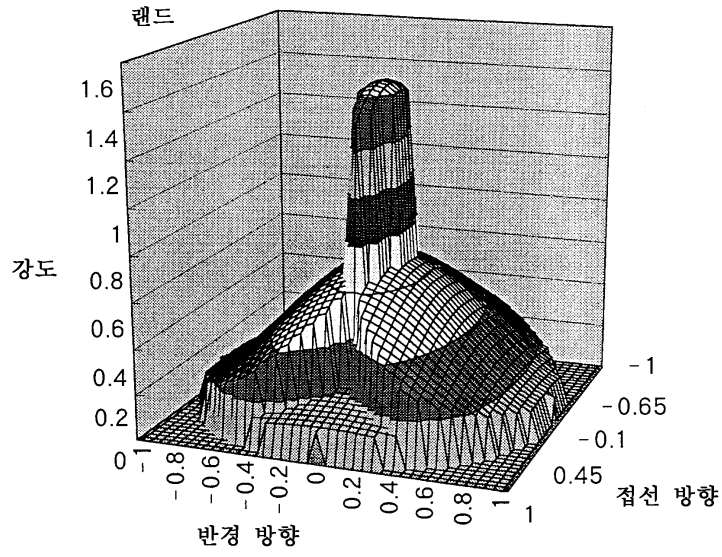
도면24a



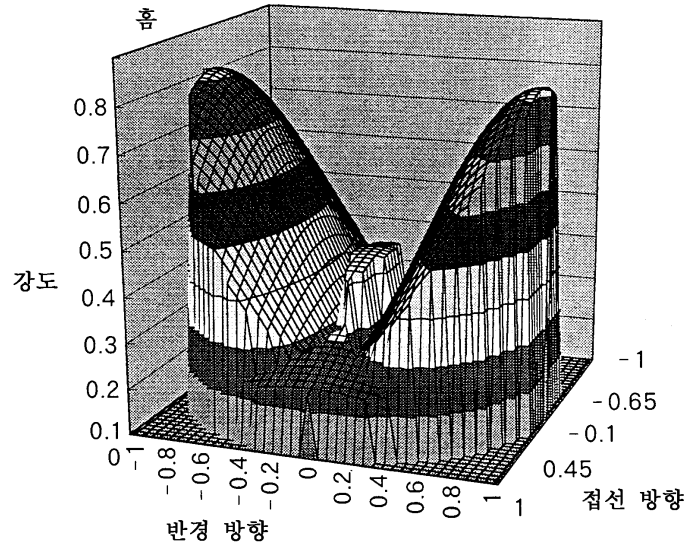
도면24b



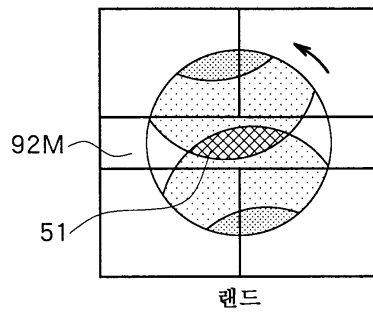
도면25a



도면25b



도면26a



도면26b

