

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
G11B 19/20

(11) 공개번호 특2000-0039575
(43) 공개일자 2000년07월05일

(21) 출원번호	10-1998-0054952
(22) 출원일자	1998년12월11일
(71) 출원인	엘지전자 주식회사 구자홍
(72) 발명자	서울특별시 영등포구 여의도동 20번지 김진선
(74) 대리인	경기도 양주군 백석면 방성리 360번지 박래봉

심사청구 : 없음

(54) 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치 및 방법

요약

본 발명은, 광디스크의 서보제어장치 및 방법에 있어서, 광디스크의 편심(偏心)량 특히, 상하(上下)편심량을 검출하여, 정상재생이 가능한 최고배속을 임의로 가변 설정하는 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치 및 방법에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치는, 광디스크를 일정속도로 회전시키는 구동수단; 상기 회전하는 광디스크의 상하 편심량을 검출하는 검출수단; 및 상기 검출되는 상하 편심량에 근거하여 상기 광디스크의 회전속도를 제어하는 제어수단을 포함하여 구성되며, 제조공정상의 오류로 인한 광디스크의 상하 편심량, 또는 광디스크 안착시, 클램핑(Clamping)동작 오류로 의한 광디스크의 상하 편심량 등을 사전에 검출하여, 정상재생이 가능한 최고배속을 임의로 설정 및 제한함으로써, 상기 광디스크의 상하 편심량에 의한 재생에러를 원천적으로 방지할 수 있는 매우 유용한 발명인 것이다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 광디스크 재생기의 구성을 도시한 것이고,
도 2는 본 발명에 따른 광디스크 재생기의 구성을 도시한 것이고,
도 3은 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량 검출 상태를 도시한 것이고,
도 4는 본 발명에 따른 광디스크의 중심에러(CE) 검출신호 및 레벨비교 출력(DS)을 도시한 것이고,
도 5a 및 도 5b는 본 발명에 따른 광디스크의 서보제어 방법에 대한 동작 흐름도를 도시한 것이다.

※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

21 : 광디스크	22 : 광픽업(P/U)
23 : 여파정형부(R/F)	24 : 디지털신호 처리부(DSP)
25 : 인터페이스부(I/F)	26 : 서보(Servo)부
27 : 동기(Sync)검출부	28 : 드라이버(Driver)
29 : 마이컴(Micom)	30 : 메모리(Memory)
31 : 슬레드(Sled)모터	32 : 스피들(Spindle)모터
33 : 중심에러(CE)검출부	34 : 레벨 비교부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 광디스크의 서보제어장치 및 방법에 관한 것으로서 더욱 상세하게는, 광디스크의 편심(偏心)

량 특히 광디스크의 상하(上下)편심량을 검출하여 정상재생이 가능한 최고배속을 임의로 설정 및 제한함으로써, 상기 광디스크의 상하 편심량에 의한 재생에러를 원천적으로 방지하도록 하는 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치 및 방법에 관한 것이다.

일반적인 광디스크 재생기는, 도 1에서 도시한 바와 같이, 광디스크(1)에 기록된 신호를 독출하는 광픽업(P/U)(2)과, 상기 광픽업(2)에 의해 독출되는 신호를 여파정형하여 RF(Radio Frequency)신호로 출력하는 여파정형부(3)와, 상기 RF신호로부터 동기신호를 검출하는 동기(Sync)검출부(7)와, 상기 동기신호에 동기되어 상기 RF신호를 디지털신호로 재생신호 처리하는 디지털신호 처리부(DSP)(4)와, 상기 디지털신호를 PC와 같은 연결기기로 출력하는 인터페이스부(I/F)(5)와, 상기 광픽업(2)을 이동시키는 슬레드(Sled)모터(11)와, 상기 광디스크(1)를 회전시키는 스피들(Spindle)모터(12)와, 상기 슬레드모터(11)와 스피들모터(12)의 회전을 구동시키는 드라이버(Driver)(8)와, 상기 광픽업(2)과 드라이버(8)를 제어하는 서보(Servo)부(6)와, 상기 서보부(6) 및 디지털신호 처리부(4)의 동작을 제어하는 마이컴(Micom)(9)과, 상기 마이컴(9)의 제어 동작에 필요한 데이터(Data)를 저장하는 메모리(10)를 포함하여 구성되어 있다.

상기와 같이 구성되는 일반적인 광디스크 재생기의 서보제어 동작은 다음과 같다.

우선, 광디스크(1)가 광디스크 재생기에 구비된 트레이(tray)(미도시)에 안착, 삽입되면, 클램퍼(Clamper)(미도시)에 의해 클램핑(Clamping)되고, 이후 상기 드라이버(8)로부터 공급되는 구동전압에 따라 스피들모터(11)가 일정속도, 약 2,500 rpm으로 정속 회전되어, 상기 광디스크(1)를 일정속도로 회전시킨다.

이후, 광픽업(2)은, 상기 광디스크(1)의 기록면에 기록된 신호를 독출하기 위하여 광픽업(2)에 구비된 레이저(Laser)다이오드를 발광시켜 상기 기록면에 광스팟(Spot)을 형성시키고, 상기 형성된 광스팟의 반사광을 광픽업(2)에 구비된 포토(Photo)다이오드를 이용하여 전기신호로 변환 출력한다. 상기 변환 출력되는 전기신호는 여파정형부(3)에 의해 RF신호로 변환되고, 상기 디지털신호 처리부(4)에 의해 다시 디지털신호로 처리되는데, 이때, 필요한 동기신호는, 상기 여파정형부(3)의 출력신호인 RF신호를 입력받아, RF신호에 포함된 동기신호를 검출하여 출력하는 동기검출부(7)에 의해 제공받게 된다.

또한, 상기 동기검출부(7)에 의해 출력되는 동기신호는, 상기 광픽업(2)의 트랙킹 및 포커싱 동작을 제어하는 서보부(6)에 인가되어 상기 서보부(6)의 서보 동작과 상기 디지털신호 처리부(4)의 신호처리 동작이 동기되도록 한다.

한편, 상기 스피들모터(12)와 슬레드모터(11)를 구동시키는 드라이버(8)는, 상기 서보부(6)에 의해 제어되는데, 상기 슬레드모터(11)는, 광픽업(2)을 광디스크 트랙의 횡단방향으로 크게 이동시키기 위한 트랙 점프(Track Jump) 동작 즉, 광디스크(1)의 트랙을 크게 횡단, 이동하는 트랙서치(Search) 동작 수행시, 상기 서보부(6)에 의해 제어되며, 또한, 상기 서보부(6)에 의해 제어되는 스피들모터(11)는, 광디스크(1)에 저장된 기록신호를 신속히 검색 및 독출하기 위하여 상기 광디스크(1)를 고속으로 회전시킨다.

이하, 상기 스피들모터(11)에 의한 고배속 재생 동작에 대하여 설명하면, 먼저, 전술한 바와 같이 광디스크(1)가 광디스크 재생기에 구비된 트레이(미도시)에 안착된 후, 클램퍼(미도시)에 의해 클램핑되면, 상기 마이컴(9)은, 서보부(6)를 제어하여 드라이버(8)로부터 출력되는 스피들모터의 구동전압을 가변시킴으로써, 상기 스피들모터(11)를 고속으로 회전시킨다. 이에 따라 상기 광디스크(1)가 고속으로 회전되어 상기 광디스크(1)에 저장된 기록신호를 고배속으로 독출 재생하게 되는 것이다.

그러나, 상기와 같이 광디스크를 고속으로 회전시키는 상태에서, 상기 광디스크상의 기록신호를 독출 및 재생하는 고배속 재생 동작을 수행하기 위해서는 정배속 재생 즉, 1배속 재생시 보다 정밀한 포커싱 동작 및 트랙킹 동작 수행이 요구되는 데, 만일, 광디스크 제조상의 에러 또는, 클램핑 동작상의 에러 등에 의해 광디스크의 상하 편심이 발생하는 경우, 정확한 포커싱 동작 및 트랙킹 동작이 곤란하기 때문에, 고배속 재생 동작시 정상적인 재생 동작 수행이 불가능하게 되는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 광디스크의 편심(偏心)량 특히 광디스크의 상하(上下)편심량을 검출하여 정상재생이 가능한 최고배속을 임의로 설정 및 제한함으로써, 고배속 재생 동작시, 상기 광디스크의 상하 편심량에 의해 발생하는 재생에러를 사전에 방지하는 서보제어장치 및 방법을 제공하는 데 그 목적이 있는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치는, 광디스크를 일정속도로 회전시키는 구동수단; 상기 회전하는 광디스크의 상하 편심량을 검출하는 검출수단; 및 상기 검출되는 상하 편심량에 근거하여 상기 광디스크의 회전속도를 제어하는 제어수단을 포함하여 이루어짐을 특징으로 하며, 또한, 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어방법은, 스피들 모터를 일정속도로 구동하여 광디스크를 회전시키는 1단계; 상기 회전하는 광디스크의 상하 편심량을 검출하는 2단계; 및 상기 검출되는 상하 편심량에 따라, 상기 스피들 모터의 구동속도를 제한하는 3단계를 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 것이다.

상기와 같이 구성 및 이루어지는, 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치 및 방법은, 광디스크가 삽입/안착되면, 광픽업(P/U)내에 구비된 대물렌즈(OL)의 위치를 가변시키는 포커싱(Focusing)서보 동작과, 트랙킹(Tracking)서보 동작 중, 상기 트랙킹 서보 동작을 일시 중단시키고, 상기 광디스크를 저속도로 회전시켜 검출되는 포토다이오드(PD)의 중심에러(CE: Center Error)값에 근거하여, 상기 광디스크의 상하 편심량을 검출하고, 검출된 상기 상하 편심량에 따라 정상재생이 가능한 광디스크 최고배속을 임의로 설정 및 제한함으로써, 제조공정상의 오류로 인한 광디스크의 편심량 또는 광디스크 삽입/안착시, 클램핑 동작 오류로 인한 광디스크의 편심량에 의한 재생에러를 사전에 방지하여 정상적인 재생 동작인 이루어지게 되는 것이다.

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예에 대해 첨부된 도면에 의거하여 설명하면 다음과 같다.

도 2는 본 발명에 따른 광디스크 재생기의 구성을 도시한 것으로서, 광디스크(21)에 기록된 신호를 독출하는 광픽업(P/U)(22)과, 상기 광픽업(22)에 의해 독출되는 신호를 여파정형하여 RF(Radio Frequency)신호로 출력하는 여파정형부(23)와, 상기 RF신호로부터 동기신호를 검출하는 동기(Sync)검출부(27)와, 상기 동기신호에 동기되어 상기 RF신호를 디지털신호로 재생신호 처리하는 디지털신호 처리부(DSP)(24)와, 상기 디지털신호를 PC와 같은 연결기기로 출력하는 인터페이스부(I/F)(25)와, 상기 광픽업(22)을 이동시키는 슬레드(Sled)모터(31)와, 상기 광디스크(21)를 회전시키는 스피들(Spindle)모터(22)와, 상기 슬레드모터(31)와 스피들모터(32)의 회전을 구동시키는 드라이버(Driver)(28)와, 상기 광픽업(22)과 드라이버(28)를 제어하는 서보(Servo)부(26)와, 상기 서보부(26) 및 디지털신호 처리부(24)의 동작을 제어하는 마이컴(Micom)(29)과, 상기 마이컴(29)의 제어 동작에 필요한 데이터(Data)를 저장하는 메모리(30)와, 상기 광픽업(22)에 포함된 포토다이오드(PD)의 출력신호로부터 대물렌즈(OL)의 편심량에 해당하는 중심에러(CE)값을 검출하는 중심에러 검출부(33)와, 상기 중심에러(CE)값을 기준 레벨과 비교하는 레벨 비교부(34)를 포함하여 구성됨을 도시하고 있다.

한편, 도 3은 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량 검출 상태를 도시한 것으로서, 광픽업(22)에 포함된 대물렌즈(51)와, 상기 대물렌즈를 보지(保持)하는 액츄에이터(Actuator)(50)와, 상기 대물렌즈(51)를 투과하는 광디스크(21)의 반사 광스팟(BS: Beam Spot)을 수광하여 상기 대물렌즈의 편심량에 해당하는 중심에러(CE)값을 검출하는 포토다이오드(PD)(52)를 도시하고 있으며, 또한, 도 4는 본 발명에 따른 광디스크의 중심에러(CE)검출신호 및 레벨 비교 출력(DS)을 도시한 것으로서, 전술한 바 있는 중심에러 검출부(33)는, 상기 포토다이오드(PD)의 전기신호(A,C)를 차동 증폭하는 차동증폭기(G1)와 다수의 회로소자(R1~R4, C1 및 C2)로 구성되고, 레벨 비교부(34)는, 서로 다른 기준 레벨(Vth1, Vth2)을 갖는 비교기(Comp1, Comp2)로 구성되어, 상기 중심에러(CE) 검출부(33)에 의해 검출된 중심에러(CE)값을 상기 비교기(Comp1, Comp2)의 기준레벨(Vth1, Vth2)과 각각 비교하여, 그 비교 출력(DS)을 상기 마이컴(29)으로 출력하고 있음을 도시하고 있다.

상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 광디스크 재생기의 서보제어 동작을 설명하면, 광디스크 재생기에 구비된 트레이(Tray)(미도시)에 삽입, 안착된 광디스크(21)가 제조공정상의 오류 또는 클램핑 동작 오류로 인해, 도 3과 같이 광디스크의 기록면이 수평 축(軸)으로부터 상하 편심(偏心)되어 있는 경우, 광픽업(22)내 구비된 대물렌즈(51)의 위치를 가변 제어하는 포커싱(Focusing)서보동작과, 트랙킹(Tracking)서보동작 중, 상기 트랙킹 서보동작을 일시 중단시키고, 상기 광디스크를 일정속도로 회전시켜 광디스크의 상하 편심량에 따른 대물렌즈(51)의 편심량 즉, 포토다이오드(PD)의 중심에러(CE: Center Error, CE=A-C)값을 검출하는 데, 상기 액츄에이터(50)에 의해 보지(保持)되는 대물렌즈(51)는, 상기 대물렌즈를 수평방향으로 이동시키는 트랙킹 서보동작은 물론, 상기 중심에러(CE) 값이 영(Zero)이 되도록 하는 포커싱 동작에 의해 상기 대물렌즈(51)가 광디스크(21)의 기록면을 정확히 추적, 재생할 수 있도록 상기 액츄에이터(50)의 중심위치로부터 일정범위내에 유동 가능하도록 설계되어 있다.

상기와 같이 유동범위를 갖는 대물렌즈(51)는, 광디스크(21)의 기록면이 도 3의 (a)와 같이 중심 즉, 정상위치에서 하측으로 편심되어 있는 경우, 상기 대물렌즈(51)의 위치는 좌측으로 편심되어 포지티브(Positive, A C)한 중심에러(CE)값을 갖게 되고, 광디스크(21)의 기록면이 도 3의 (b)와 같이, 정상 위치에서 존재하는 경우, 상기 대물렌즈(51)의 위치는 중심에 위치되어 영(Zero, A = C)에 해당하는 중심에러(CE)값을 갖게 되고, 광디스크(21)의 기록면이 도 3의 (c)와 같이 정상 위치에서 상측으로 편심되어 있는 경우, 상기 대물렌즈(51)의 위치는 우측으로 편심되어 네거티브(Negative, A C)한 중심에러(CE)값을 갖게 된다.

한편, 도 4의 (a),(b) 및 (c)에 도시한 바와 같이, 상기 중심에러(CE) 검출부(33)에 의해 검출되는 중심에러(CE) 검출신호는, 광디스크(21)의 상하 편심량에 따라 서로 다른 진폭을 갖는 저주파 성분의 사인파(Sine Wave)로 검출되며, 상기 사인파의 중심에러(CE)검출신호는, 다시 레벨 비교부(34)를 구성하는 비교기(Comp1, Comp2)의 기준 레벨(Vth1, Vth2)과 각각 비교되어, 상기 중심에러 검출신호의 진폭에 따라 서로 다른 비교 출력((DS1, DS2=0,0), (DS1, DS2=1,0), (DS1, DS2=1,1))이 상기 마이컴(29)으로 출력된다. 상기 마이컴(29)은 이에 따라 광디스크의 상하 편심량을 판별하고, 상기 광디스크(21)의 회전속도 즉, 스피들모터(32)의 회전속도를 설정 및 제한함으로써, 광디스크의 편심량에 의해 재생에러가 발생하지 않는 재생속도 즉, 정상적인 재생동작이 수행되는 최고배속을 임의로 설정 및 제한하게 되는 것이다.

이하, 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어 방법에 대하여 첨부된 도 5a 및 도 5b를 참조하여 상세히 설명한다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명에 따른 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어 방법에 대한 동작 흐름도를 도시한 것으로서, 우선, 광디스크 재생기에 구비된 트레이(미도시)에 광디스크(21)가 삽입/안착(S10)되면, 마이컴(9)은 상기 안착된 광디스크의 편심여부를 판별하기 위하여 광디스크 재생기의 동작모드를 테스트(Test)모드로 설정(S11)한 후, 상기 트레이에 안착된 광디스크(21)의 회전속도를 테스트 모드에 적당한 속도로 가변하기 위하여 서보부(26)를 제어하고, 상기 서보부(26)는 마이컴(9) 제어에 따라 스피들모터(32)에 구동전압을 인가하는 드라이버(28)를 제어하여 상기 스피들모터의 회전속도를 테스트모드에 적합하도록 설정된 저속(S12)으로 가변시킨다.

이후, 마이컴(29)은, 광픽업(22)의 대물렌즈(51)를 좌우로 이동시키면서 상기 광디스크(21)의 트랙중심을 추적하는 트랙킹서보 동작을 일시 중지(S13)시키고, 상기 대물렌즈(51)를 포커스 초기 위치로 이동시키기 위하여 포커스 오프셋(Offset)을 조정(S14)하는 한편, 상기 포커스 오프셋 조정 이후, 상기 대물렌즈(51)를 상하로 이동시키는 포커싱서보 동작을 수행(S15)시킨다.

상기와 같은 서보 동작상태에서 중심에러 검출부(33)는, 포토다이오드(52)에 의해 광전변환된 전기신호(A,C)를 차동 증폭하여 저주파 성분의 사인파 즉, 중심에러(CE=A-C)값을 검출(S16)하고, 검출된 중심에러(CE)검출신호를 레벨 비교부(34)의 비교기(Comp1, Comp2)로 각각 출력한다. 상기 레벨 비교(34)부의 비교기(Comp1, Comp2)는, 상기 중심에러(CE)검출신호를 기설정된 각각의 기준 레벨(Vth1, Vth2)과 비교(S17)하고, 그 비교출력을 상기 마이컴(29)으로 출력하는 데, 상기 중심에러(CE)검출신호의 레벨이 낮은 경

우(CE Vth1), 도 4의 (a)와 같은 비교 출력(DS1,DS2= 0.0)이 마이컴으로 출력되고, 상기 중심에러(CE) 검출신호의 레벨이 중간인 경우(Vth1 CE Vth2), 도 4의 (b)와 같은, 비교출력 (DS1,DS2=1.0)이 마이컴으로 출력되고, 상기 중심에러(CE) 검출신호의 레벨이 높은 경우(Vth2 CE), 도 4의 (c)와 같은, 비교 출력(DS1,DS2=1.1)이 마이컴으로 출력된다.

이후, 상기 마이컴(29)은 상기 비교기(Comp1,Comp2)의 비교 출력(DS1,DS2)으로부터 광디스크의 상하 편심량을 판별하는 데, 상기 비교기(Comp1,Comp2)로부터 출력되는 비교 출력이 (DS1,DS2=0.0)(S18)이면, 광디스크의 상하 편심량이 없다고 판별하여, 정상재생이 가능한 최고배속을 고배속으로 설정, 스피들모터(32)를 고속으로 회전(S20)시키고, 상기 비교기(Comp1,Comp2)로부터 출력되는 비교 출력이 (DS1,DS2=1.0)(S19)이면, 광디스크의 상하 편심량이 보통이라고 판별하여, 정상재생이 가능한 최고배속을 중배속으로 설정, 스피들모터(32)를 중속으로 회전(S21)시킨다. 한편, 상기 비교기(Comp1,Comp2)로부터 출력되는 비교 출력이 (DS1,DS2=1.1)이면, 광디스크의 상하 편심량이 크다고 판별하여, 정상재생이 가능한 최고배속을 저배속으로 설정, 스피들모터(32)를 저속으로 회전(S22)시킨다.

이와 같이, 광디스크의 상하 편심량을 검출하고, 상기 검출된 상하 편심량에 따라 정상재생이 가능한 최고배속을 임의로 설정 및 제한하게 되는 것이다.

발명의 효과

상기와 같이 이루어지는 본 발명에 따른 광디스크의 편심량을 보상하는 서보제어장치 및 방법은, 제조공정상의 오류로 인한 광디스크의 상하 편심량, 또는 광디스크 안착시, 클램핑(Clamping)동작 오류로 인한 광디스크의 상하 편심량 등을 사전에 검출하여, 정상재생이 가능한 최고 재생배속을 임의로 설정 및 제한함으로써, 상기 광디스크의 상하 편심량에 의한 재생에러를 원천적으로 방지할 수 있는 매우 유용한 발명인 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

광디스크를 일정속도로 회전시키는 구동수단;

상기 회전하는 광디스크의 상하 편심량을 검출하는 검출수단; 및

상기 검출되는 상하 편심량에 근거하여 상기 광디스크의 회전속도를 제어하는 제어수단을 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 검출수단은,

트래킹 서보동작을 차단한 상태에서, 대물렌즈의 중심에러(Error)값을 검출하는 중심에러 검출부; 및

상기 검출되는 중심에러 값을 소정범위별로 구분하는 레벨 비교부를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제어수단은, 상기 검출되는 상하 편심량을 다단계의 레벨과 비교하여 그에 대응되는 레벨구간에 따라 상기 광디스크의 회전속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어장치.

청구항 4

스피들 모터를 일정속도로 구동하여 광디스크를 회전시키는 1단계;

상기 회전하는 광디스크의 상하 편심량을 검출하는 2단계; 및

상기 검출되는 상하 편심량에 따라, 상기 스피들 모터의 구동속도를 제한하는 3단계를 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어방법.

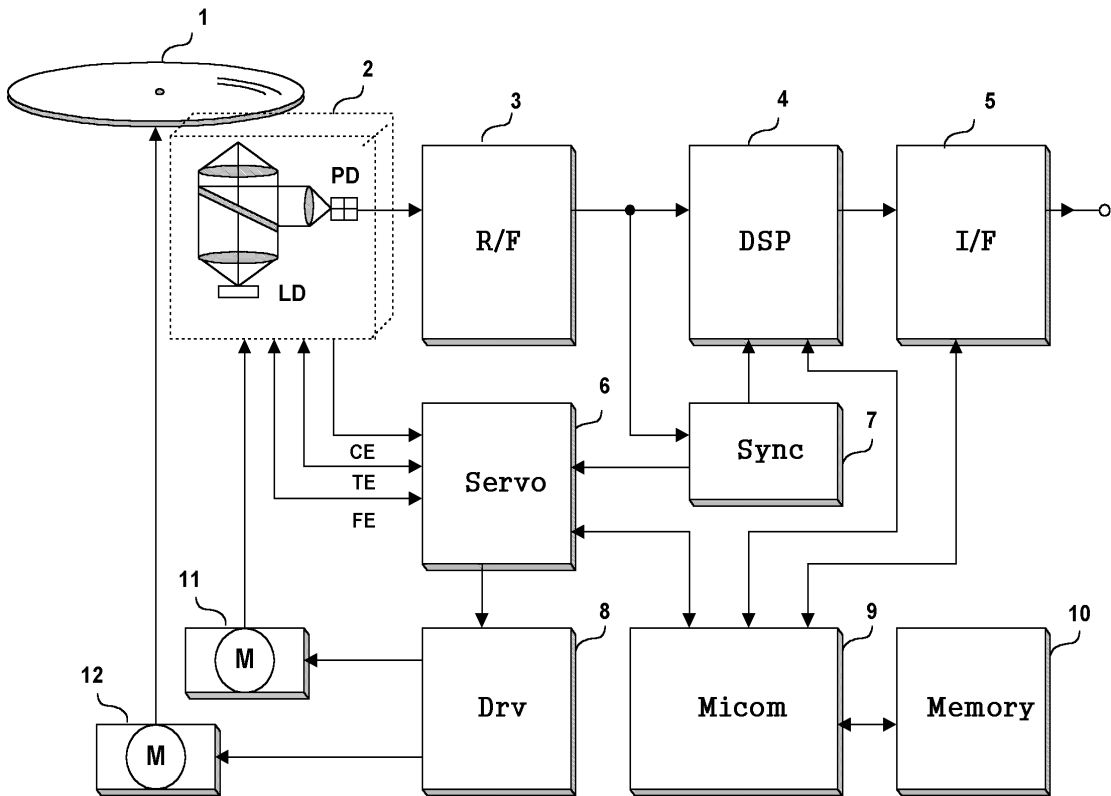
청구항 5

제 4항에 있어서,

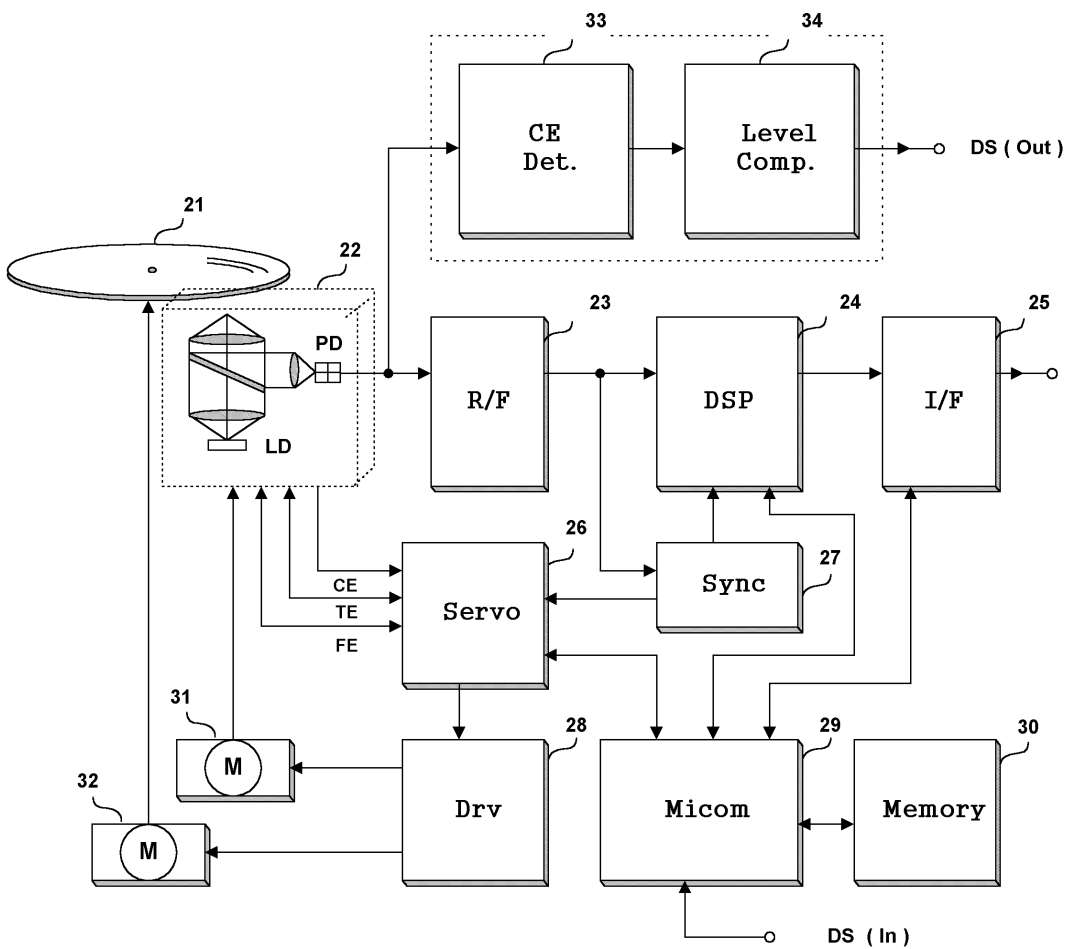
상기 2단계는, 트랙킹 서보동작을 차단한 상태에서, 검출되는 대물렌즈의 중심에러(Error)값의 진폭에 근거하여 상하 편심량을 검출하는 것을 특징으로 하는 광디스크의 상하 편심량을 보상하는 서보제어방법.

도면

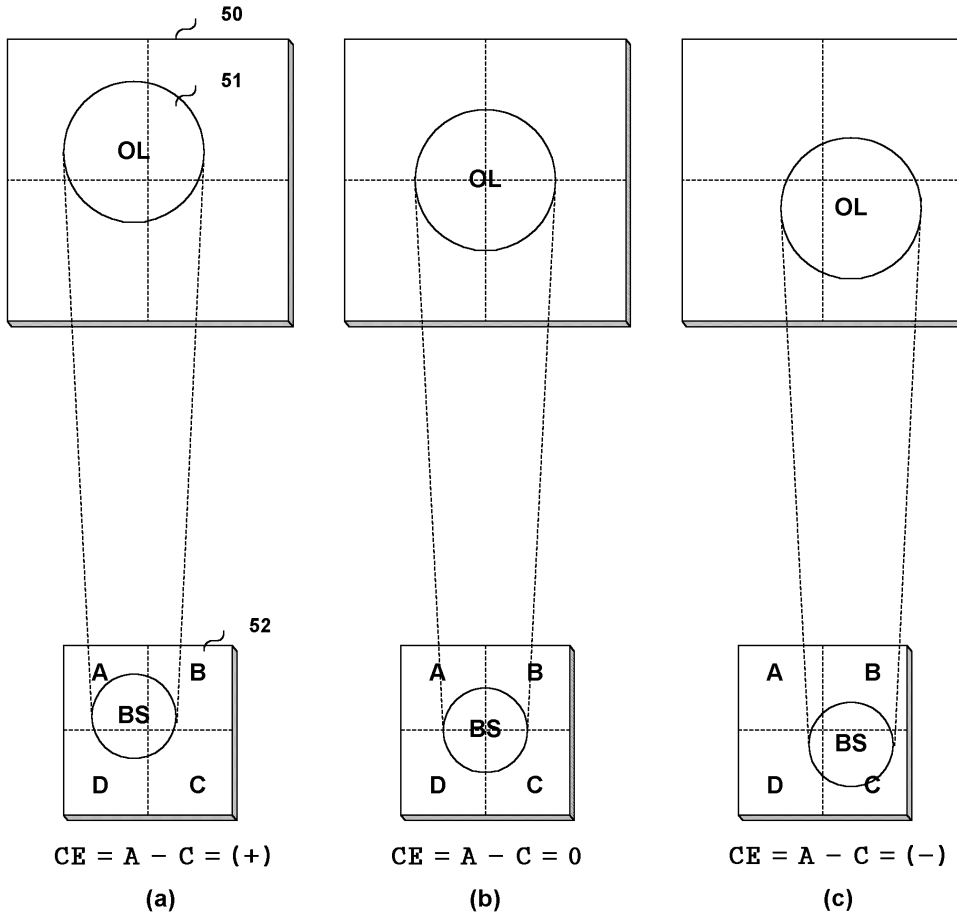
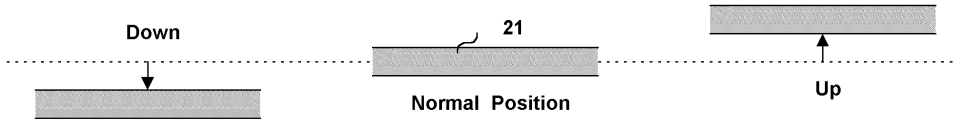
도면1



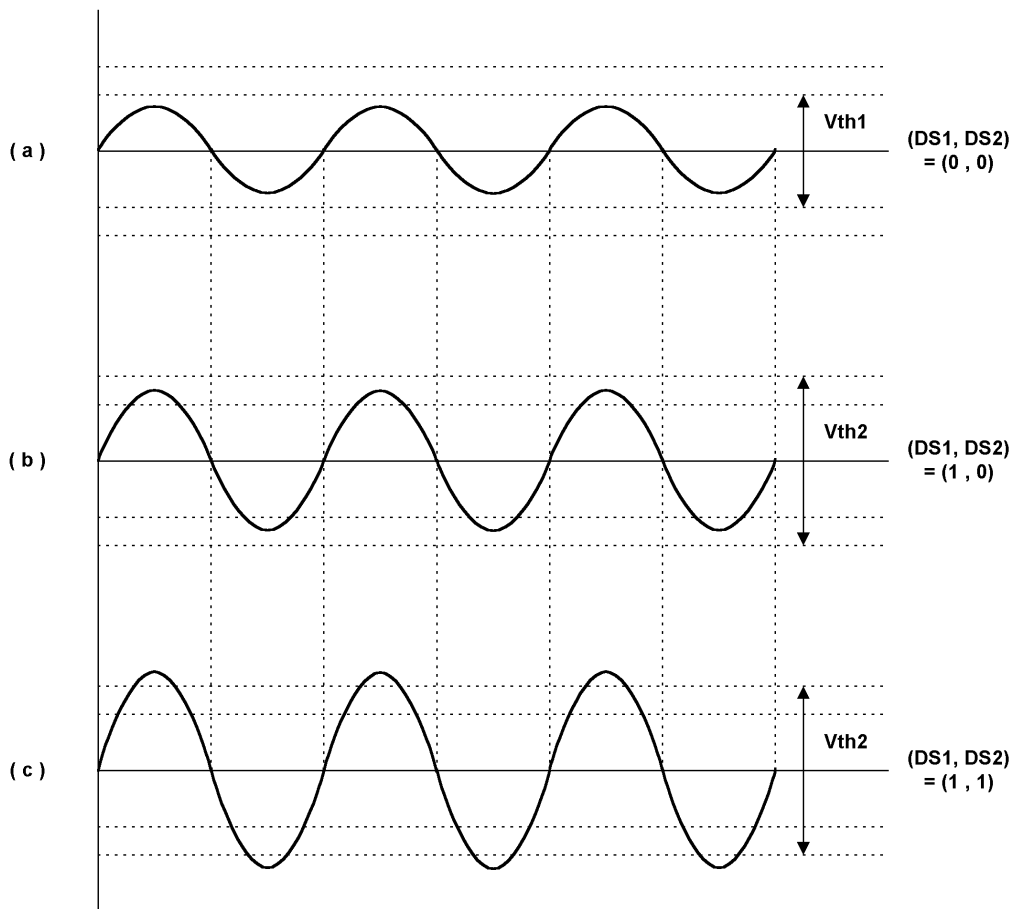
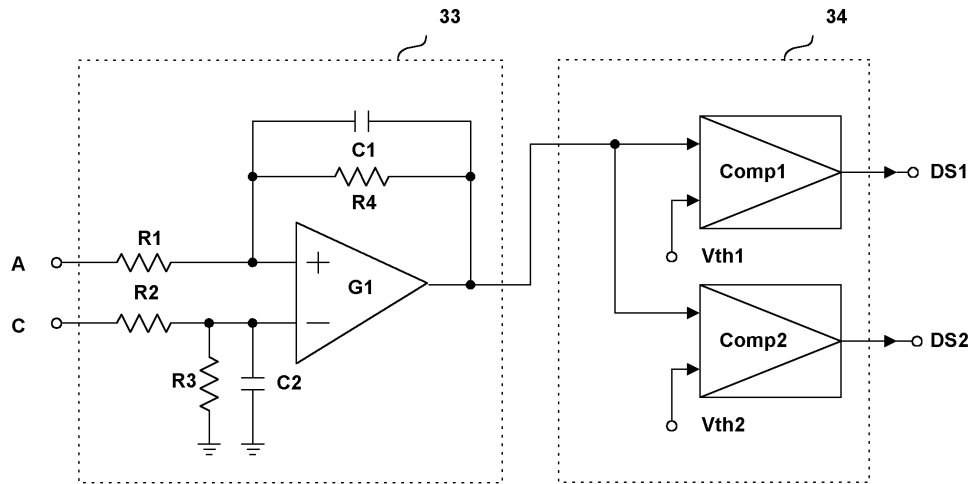
도면2



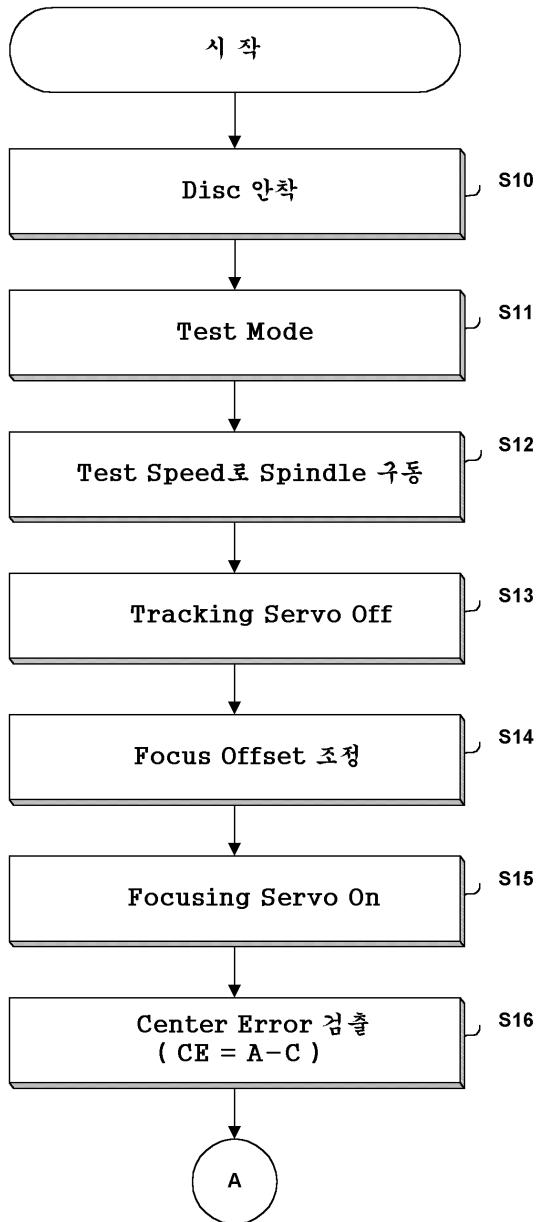
도면3



도면4



도면5a



도면5b

