



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0079703  
(43) 공개일자 2009년07월22일

(51) Int. Cl.

G11B 7/09 (2006.01) G11B 9/12 (2006.01)

G11B 7/095 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0005866

(22) 출원일자 2008년01월18일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

박영재

경기 용인시 수지구 풍덕천동 664번지 풍림아파트  
107-1307

김중곤

경기 고양시 덕양구 성사2동 신원당마을 602-901

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

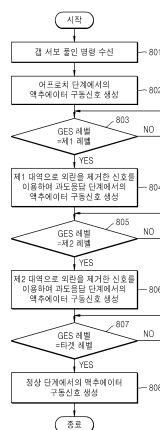
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 근접장 광디스크 구동기에서 겹 서보 제어 방법 및 장치

### (57) 요약

본 발명은 근접장 광디스크 구동기에 있어서 외란(disturbance) 제거 성능을 향상시키면서 오버 슈트(overshoot) 발생을 감소시킬 수 있는 겹 서보 제어 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일 유형에 따른 방법은, 겹 에러 신호의 레벨이 제 1 레벨에 도달하면, 제 1 대역으로 상기 겹 에러 신호에 포함된 외란을 제거한 신호를 이용하여 과도 응답 단계에서의 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계; 상기 겹 에러 신호의 레벨이 제 2 레벨에 도달하면, 제 2 대역으로 상기 겹 에러 신호에 포함된 외란을 제거한 신호를 이용하여 상기 과도 응답 단계에서의 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도8



(72) 발명자

**박노철**

서울 강남구 대치3동 974 대치 현대아파트  
105-1302

**양현석**

서울 성동구 옥수동 한남하이츠 아파트 2-1407

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

근접장 광 디스크 구동기의 갭 서보 제어 방법에 있어서,

갭 에러 신호의 레벨이 제 1 레벨에 도달하면, 제 1 대역으로 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거한 신호를 이용하여 과도 응답 단계에서의 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계;

상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 2 레벨에 도달하면, 제 2 대역으로 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거한 신호를 이용하여 상기 과도 응답 단계에서의 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계를 포함하는 갭 서보 제어 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 대역은 상기 제 1 대역보다 큰 값을 갖는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 대역은 상기 제 1 대역의  $n$ 배인 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 방법.

### 청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 제 1 대역은 회전 대역이 설정되고, 상기 2 대역은 상기 회전 대역의  $n$ 배의 대역이 설정되는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 방법.

### 청구항 5

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 제 1 대역을 이용하여 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계는 상기 갭 에러 신호가 상기 제 2 레벨에 추종하도록 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하고,

상기 제 2 대역을 이용하여 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계는 상기 갭 에러 신호가 타겟 레벨에 추종하도록 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하고,

상기 갭 에러 신호가 타겟 레벨에 도달하면, 상기 갭 서보 제어는 상기 과도 응답 단계에서 정상 단계로 전환되는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 방법.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 액추에이터 구동 신호는 선형적인 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 방법.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 액추에이터 구동 신호는 스텝 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 방법.

### 청구항 8

근접장 광 디스크 구동기의 갭 서보 제어 장치에 있어서,

갭 에러 신호의 레벨이 제 1 레벨에 도달할 때까지 갭 폴인시 어프로치 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 어프로치 제어기;

상기 갭 에러 신호의 레벨이 상기 제 1 레벨에 도달하면, 상기 갭 폴인시 과도 응답 단계와 정상 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 피드백 제어기;

상기 갭 에러 신호의 레벨이 상기 제 1 레벨에 도달하면, 제 1 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거하는 제 1 외란 옵저버;

상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 2 레벨에 도달하면 제 2 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하는 제 2 외란 옵저버;

상기 제 1 외란 옵저버와 상기 제 2 외란 옵저버의 출력 신호중 하나와 상기 피드백 제어기의 출력 신호를 가산

하는 제 1 가산기;

상기 제 1 가산기의 출력신호와 상기 어프로치 제어기의 출력 신호를 가산하고, 상기 가산 결과를 액추에이터 구동 신호로서 출력하는 제 2 가산기; 및

상기 갭 에러 신호의 레벨에 따라 상기 어프로치 제어기, 상기 피드백 제어기, 상기 제 1 외란 옵저버, 및 상기 제 2 외란 옵저버의 동작을 제어하는 제어기를 포함하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 제 2 대역은 상기 제 1 대역보다 큰 값을 갖는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 제 2 대역은 상기 제 1 대역의  $n$ 배인 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서, 상기 제 1 대역은 회전 대역이 설정되고, 상기 제 2 대역은 상기 회전 대역의  $n$ 배의 대역이 설정되고, 상기  $n$ 은 3이상의 자연수 인 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 12

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서, 상기 제 2 레벨은 상기 제 1 레벨과 타겟 레벨 사이에 존재하는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 13

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서, 상기 제 1 외란 옵저버는 상기 갭 에러 신호와 상기 액추에이터 구동 신호를 각각 상기 제 1 대역으로 필터링하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하고,

상기 제 2 외란 옵저버는 상기 갭 에러 신호와 상기 액추에이터 구동신호를 각각 상기 제 2 대역으로 필터링하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 14

근접장 광 디스크 구동기의 갭 서보 제어 장치에 있어서,

갭 폴인시 어프로치 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 어프로치 제어기;

상기 갭 폴인시 과도 응답 단계와 정상 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 피드백 제어기;

갭 에러 신호를 상기 어프로치 제어기와 상기 피드백 제어기중 하나로 전송하는 제 1 스위치;

제 1 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거하는 제 1 외란 옵저버;

제 2 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하는 제 2 외란 옵저버;

상기 제 1 외란 옵저버의 출력 신호와 상기 제 2 외란 옵저버의 출력 신호중 하나를 전송하는 제 2 스위치;

상기 갭 에러 신호의 레벨에 따라 상기 제 1 스위치와 상기 제 2 스위치의 동작을 제어하는 제어기;

상기 제 2 스위치의 출력 신호와 상기 피드백 제어기의 출력 신호를 가산하는 제 1 가산기; 및

상기 제 1 가산기의 출력신호와 상기 어프로치 제어기의 출력 신호를 가산하여 액추에이터 구동 신호로서 출력하는 제 2 가산기를 포함하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 1 레벨이 되면,

상기 제어기는 상기 갭 에러 신호가 상기 피드백 제어기로 전송되도록 상기 제 1 스위치를 제어하고, 상기 제 1 외란 옵저버의 출력 신호가 선택되어 전송되도록 상기 제 2 스위치를 제어하고,

상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 2 레벨이 되면,

상기 제어기는 상기 갭 에러 신호가 상기 피드백 제어기로 전송되도록 상기 제 1 스위치를 제어하고, 상기 제 2 외란 옵저버의 출력 신호가 선택되어 전송되도록 상기 제 2 스위치를 제어하는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 제 1 대역은 회전 대역이 설정되고, 상기 제 2 대역은 상기 회전 대역의 n배의 대역이 설정되고, 상기 n은 3 이상의 자연수인 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 제 1 외란 옵저버는 상기 갭 에러 신호와 상기 액추에이터 구동 신호를 상기 제 1 대역으로 각각 필터링하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하고,

상기 제 2 외란 옵저버는 상기 갭 에러 신호와 상기 액추에이터 구동 신호를 상기 제 2 대역으로 각각 필터링하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하는 것을 특징으로 하는 갭 서보 제어 장치.

### 명세서

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술 분야

<1> 본 발명은 광디스크 구동기에서 서보 제어에 관한 것으로, 특히 근접장(Near Field) 광 디스크 구동기에서 갭(Gap) 서보 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

##### 배경 기술

<2> 최근 대용량, 고 DTR(Data Transfer Rate)을 달성하기 위한 근접장 광디스크 구동기가 제안되고 있다. 이 근접장 광디스크 구동기는 근접장 기록 및 재생 장치(near-field recording and reproducing system)라 불리기도 한다. 근접장 광디스크 구동기는 빛의 회절이 일어나지 않는 근접장에서 광을 이용하여 디스크에 데이터를 기록 및 재생할 수 있는 장치이다.

<3> 이러한 근접장 광디스크 구동기는 근접장 광학(Near Field Optical) 기술과 극초 미세 마이크로 전자 기계 시스템(Micro Electro Mechanical System :MEMS) 기술을 이용하여 수백 옹스트롬(Å) 단위의 정보 셀을 기록 및 재생함으로써 대용량의 정보를 기록 및 재생할 수 있게 된다. 즉, 근접장 광디스크 구동기를 이용하면, 예를 들어 3cm 직경의 디스크의 한 면에 HDTV급의 영상 데이터를 MPEG 2의 화질로 2시간 이상 기록할 수 있는 20Gbyte 이상의 데이터를 기록 및 재생할 수 있으므로, 디스크를 대용량 및 초소형화 할 수 있게 된다.

<4> 이러한 근접장 광디스크 구동기는 나노 스케일(Nano scale)의 픽업부와 이 픽업부를 제어하는 갭 서보 제어 장치를 포함한다.

<5> 픽업부는 광학 헤드부라고 불리기도 한다. 이러한 픽업부는 대물렌즈와 솔리드 이머션 렌즈(SIL: Solid Immersion Lens, 이하 SIL이라 약함)를 포함한다. 픽업부는 디스크로부터 수십 nm내의 초점 거리를 유지하면서 광을 디스크에 집광함으로써, 디스크에 집광되는 광 스팟(spot)이 미소 크기로 집광되도록 한다. 따라서, 기록시, 근접장 광디스크 구동기는 디스크에 대용량의 정보를 기록할 수 있게 된다. 재생시, 근접장 광디스크 구동기는 기록시와 마찬가지로 픽업부가 디스크로부터 수십 nm내의 초점거리를 유지하면서 반사광을 수광하고, 수광된 반사광을 광전 변환함으로써 정보를 재생하게 된다.

<6> 갭 서보 제어 장치는 픽업부와 디스크 면이 상기 수십 nm의 갭을 일정하게 유지할 수 있도록 픽업부를 제어한다. 상기 갭을 일정하게 유지하기 위해서 갭 서보 제어 장치는 근접장에서 디스크의 외란에 추종하도록 픽업부를 제어하여야 한다. 디스크의 외란에 추종하도록 픽업부를 제어하기 위하여 갭 서보 제어 장치는 피드백 제어기의 루프 이득을 높일 수 있다.

<7> 그러나, 피드백 제어기의 루프 이득을 높이면, 서보 대역폭이 증가하여 디스크의 스크래치, 오염을 비롯한 전기적인 노이즈에 민감해져 갭 풀인(gap pull-in)시 오버 슈트(overshoot) 발생이 증가할 수 있다. 픽업부와 디스크 크면 사이에 유지되어야 하는 갭이 수십 nm로 매우 작기 때문에 갭 풀인(pull-in)시 개루프(open-loop)상태에서 폐루프(closed-loop)상태로 변환할 때 오버 슈트(overshoot)가 발생되면, SIL과 디스크가 충돌할 가능성이 매우

높아진다. 따라서, 기존의 갭 서보 제어 장치는 피드백 루프 이득을 높이는데 한계가 있으므로, 충분한 외란 제거 능력을 확보하기 어렵다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- <8> 본 발명은 근접장 광디스크 구동기에 있어서 외란(disturbance) 제거 성능을 향상시키면서 오버 슈트(overshoot) 발생을 감소시킬 수 있는 갭 서보 제어 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

### 과제 해결수단

- <9> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 방법은, 근접장 광 디스크 구동기의 갭 서보 제어 방법에 있어서, 갭 에러 신호의 레벨이 제 1 레벨에 도달하면, 제 1 대역으로 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거한 신호를 이용하여 과도 응답 단계에서의 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계; 상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 2 레벨에 도달하면, 제 2 대역으로 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거한 신호를 이용하여 상기 과도 응답 단계에서의 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계를 포함하는 갭 서보 제어 방법을 제공한다.
- <10> 상기 제 1 대역은 회전 대역이 설정되고, 상기 2 대역은 상기 회전 대역의 n배의 대역이 설정되는 것이 바람직하다.
- <11> 상기 제 1 대역을 이용하여 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계는 상기 갭 에러 신호가 상기 제 2 레벨에 추종하도록 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하고, 상기 제 2 대역을 이용하여 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계는 상기 갭 에러 신호가 타겟 레벨에 추종하도록 상기 액추에이터 구동 신호를 생성하고, 상기 갭 에러 신호가 타겟 레벨에 도달하면, 상기 갭 서보 제어는 상기 과도 응답 단계에서 정상 단계로 전환되는 것이 바람직하다.
- <12> 상기 제 1 레벨에서 제 2 레벨까지의 액추에이터 구동 신호와 상기 제 2 레벨에서 타겟 레벨까지의 액추에이터 구동 신호는 피드백 제어시 갭 에러 신호의 추종 목표 레벨을 선형적으로 증가시키거나 스텝 형태로 증가시킴으로써, 선형적인 형태를 갖거나 스텝 형태를 갖는 것이 바람직하다.
- <13> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 장치는, 근접장 광 디스크 구동기의 갭 서보 제어 장치에 있어서, 갭 에러 신호의 레벨이 제 1 레벨에 도달할 때까지 갭 풀인시 어프로치 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 어프로치 제어기; 상기 갭 에러 신호의 레벨이 상기 제 1 레벨에 도달하면, 상기 갭 풀인시 과도 응답 단계와 정상 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 피드백 제어기;상기 갭 에러 신호의 레벨이 상기 제 1 레벨에 도달하면, 제 1 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거하는 제 1 외란 읍저버; 상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 2 레벨에 도달하면 제 2 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하는 제 2 외란 읍저버; 상기 제 1 외란 읍저버와 상기 제 2 외란 읍저버의 출력 신호중 하나와 상기 피드백 제어기의 출력 신호를 가산하는 제 1 가산기; 상기 제 1 가산기의 출력신호와 상기 어프로치 제어기의 출력 신호를 가산하고, 상기 가산 결과를 액추에이터 구동 신호로서 출력하는 제 2 가산기; 및 상기 갭 에러 신호의 레벨에 따라 상기 어프로치 제어기, 상기 피드백 제어기, 상기 제 1 외란 읍저버, 및 상기 제 2 외란 읍저버의 동작을 제어하는 제어기를 포함하는 갭 서보 제어 장치를 제공한다.
- <14> 상기 제 2 대역은 상기 제 1 대역보다 큰 값을 갖는 것이 바람직하다.
- <15> 상기 제 2 레벨은 상기 제 1 레벨과 타겟 레벨 사이에 존재하는 것이 바람직하다.
- <16> 상기 제 1 외란 읍저버는 상기 갭 에러 신호와 상기 액추에이터 구동 신호를 각각 상기 제 1 대역으로 필터링하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하고, 상기 제 2 외란 읍저버는 상기 갭 에러 신호와 상기 액추에이터 구동 신호를 각각 상기 제 2 대역으로 필터링하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하는 것이 바람직하다.
- <17> 상술한 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 장치는, 근접장 광 디스크 구동기의 갭 서보 제어 장치에 있어서, 갭 풀인시 어프로치 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 어프로치 제어기; 상기 갭 풀인시 과도 응답 단계와 정상 단계를 수행하기 위한 신호를 출력하는 피드백 제어기; 갭 에러 신호를 상기 어프로치 제어기와 상기 피드백 제어기중 하나로 전송하는 제 1 스위치; 제 1 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호에 포함된 외란을 제거하는 제 1 외란 읍저버; 제 2 대역을 이용하여 상기 갭 에러 신호의 외란을 제거하는 제 2 외란 읍저버; 상기 제 1 외란 읍저버의 출력 신호와 상기 제 2 외란 읍저버의 출력 신호중 하나를 전송하는 제 2 스위치; 상기

갭 에러 신호의 레벨에 따라 상기 제 1 스위치와 상기 제 2 스위치의 동작을 제어하는 제어기; 상기 제 2 스위치의 출력 신호와 상기 피드백 제어기의 출력 신호를 가산하는 제 1 가산기; 및 상기 제 1 가산기의 출력신호와 상기 어프로치 제어기의 출력 신호를 가산하여 액추에이터 구동 신호로서 출력하는 제 2 가산기를 포함하는 갭 서보 제어 장치를 제공한다.

- <18> 상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 1 레벨이 되면, 상기 제어기는 상기 갭 에러 신호가 상기 피드백 제어기로 전송되도록 상기 제 1 스위치를 제어하고, 상기 제 1 외란 옵저버의 출력 신호가 선택되어 전송되도록 상기 제 2 스위치를 제어하고, 상기 갭 에러 신호의 레벨이 제 2 레벨이 되면, 상기 제어기는 상기 갭 에러 신호가 상기 피드백 제어기로 전송되도록 상기 제 1 스위치를 제어하고, 상기 제 2 외란 옵저버의 출력 신호가 선택되어 전송되도록 상기 제 2 스위치를 제어하는 것이 바람직하다.

## 효 과

- <19> 본 발명은 근접장 광디스크 구동기에서 이중 외란 옵저버(double disturbance observer)를 이용하여 갭 서보 제어 장치를 운영함으로써, 갭 풀인(gap pull-in)시 개루프(open-loop)상태(또는 어프로치(approach) 단계)에서 폐루프(closed-loop)상태(또는 과도 응답 단계)로 전환될 때, 오버 슈트(overshoot) 발생을 줄여 SIL과 디스크의 충돌 가능성을 줄이고, 갭 풀인시 과도 응답 단계에서 외란 옵저버의 필터링 대역을 변경시킴으로써, 갭 에러 신호의 레벨이 타겟 레벨(또는 타겟 갭 거리(target gap distance))에 도달하기 전에 디스크의 외란 추종 성능을 향상시킴으로써, 갭 풀인시 정상단계에서 SIL과 디스크의 충돌 가능성을 줄여 시스템 안전성을 향상시킬 수 있다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <20> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- <21> 본 발명은 이중 외란 옵저버(disturbance observer)를 이용하여 근접장 광디스크 구동기의 갭 풀인시 과도 응답(transient response) 단계에서 디스크의 외란 추종 성능을 향상시키면서 오버슈트 발생을 감소시킬 수 있는 갭 서보 제어 방법 및 장치를 제공한다. 특히, 갭 풀인시 어프로치 단계에서 과도 응답 단계로 전환될 때에는 디스크의 회전 대역에 대응되는 대역으로 운영되는 외란 옵저버에 의해 얻어진 신호를 이용하여 액추에이터를 구동하고, 갭 풀인시 과도 응답 단계에서 타겟 단계로 전환되기 전에 상기 회전 대역의 n배 대역으로 운영되는 외란 옵저버에 의해 얻어진 신호를 이용하여 액추에이터를 구동하는 갭 서보 제어 장치 및 방법을 제공한다.
- <22> 또한, 이하 본 발명의 실시 예에서 갭 풀인시 갭 서보 제어 단계를 어프로치 단계, 과도 응답 단계, 및 정상 단계로 구분하여 설명한다. 어프로치 단계는 갭 서보 제어가 개루프(open loop)상태로 운영되는 단계로서, 근접장 광디스크 구동기에 구비되어 있는 액추에이터로 선형적인 전압(예를 들어 ramp 전압)을 인가하여 대물렌즈를 근접장 영역까지 접근시키는 단계이다. 과도 응답 단계는 핸드오버 단계라고 부르기도 한다. 이 과도 응답 단계는 갭 서보 제어가 개루프 상태(또는 개루프 제어 상태)에서 폐루프 상태(또는 폐 루프 제어 상태)로 변할 때 오버슈트로 인해 대물렌즈가 안정화되지 않아 SIL과 디스크가 충돌할 위험성을 방지하기 위해서 근접장 갭 범위내에서 갭 에러 신호의 레벨을 변경시키면서 타겟 위치까지 대물렌즈를 이동시키는 단계이다. 갭 에러 신호의 타겟 위치는 타겟 갭 거리라고 할 수 있다. 타겟 갭 거리는 대물렌즈와 디스크간의 거리가 근접장 조건을 만족하는 거리이다. 정상 단계는 타겟 위치에서 대물렌즈가 디스크의 외란을 추종할 수 있도록 액추에이터로 전압을 제공하는 단계로서, 기존에 알려진 포커싱 서보 단계와 같다. 상기 과도 응답 단계와 정상 단계에서 갭 서보 제어는 폐루프(close loop)상태로 운영된다.
- <23> 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 갭 서보 제어 장치(100)의 기능 블록도이다. 도 1을 참조하면, 갭 서보 제어 장치(100)는 어프로치(approach) 제어기(101), 피드백 제어기(102), 제 1 외란 옵저버(103), 제 2 외란 옵저버(103), 제어기(105), 제 1 가산기(106), 및 제 2 가산기(107)를 포함한다.
- <24> 어프로치 제어기(101)는 갭 에러 신호(Gap Error Signal, 이하 GES라고 약함)가 입력되면, 갭 풀인(gap pull-in)시 어프로치 단계를 수행하기 위한 신호(U2)를 출력한다. 즉, 갭 풀인시 도 2에 도시된 바와 같이 디스크 기록층에 대해 근접장 광디스크 구동기내에 구비된 대물렌즈(미 도시됨)가 구동됨에 따라 GES가 검출되면, GES가 제 1 레벨(GES level 1)에 도달할 때까지 어프로치 제어기(101)는 선형적인 신호(U2)를 출력한다. 이 때 출력되는 선형적인 신호(U2)는 어프로치 단계에서 도 2에 도시된 U3 신호와 같은 기울기를 갖는 것으로, 램프(ramp) 신호라고 할 수 있다. 도 2는 갭 풀인시 도 1에 도시된 일부 기능 블록들의 출력 신호의 타이밍도이다. 어프로치 제어기(101)가 동작할 때, 갭 서보 제어 장치(100)는 개루프 상태로 설정된다.



- <25> 피드백 제어기(102)는 갭 풀인시 과도 응답 단계와 정상 단계를 수행하기 위한 신호(Ufb)를 출력한다.
- <26> 즉, 과도 응답 단계에서 피드백 제어기(102)는 입력되는 GES 신호를 피드백시켜 페루프를 형성하면서 입력되는 GES를 기준 레벨(reference level)에 추종하도록 한다. 피드백 제어기(102)로부터 출력되는 신호(Ufb)가 선형적인 형태를 나타내면, 피드백 제어기(102)가 추종해야 할 기준 레벨은 GES가 타겟 레벨에 도달할 때까지 계속해서 선형적으로 변경(또는 증가)됨을 의미한다. 또는 상기 피드백 제어기(102)로부터 출력되는 신호(Ufb)가 스텝(step, 또는 계단) 형태를 나타내면, 피드백 제어기(102)가 추종해야 할 기준 레벨은 GES의 제 1 레벨에서 제 2 레벨로, 제 2 레벨에서 타겟 레벨로의 변경이 스텝형태를 갖는 것(또는 스텝 형태로 증가하는 것)을 의미한다. 도 2에 도시된 피드백 제어기(102)의 출력신호 Ufb는 기준 레벨을 계속적으로 변경시키면서 GES를 기준 레벨에 추종시키는 경우이다. 정상 단계에서 피드백 제어기(102)는 기준 레벨을 변경하지 않는다. 이 때, 기준 레벨은 타겟 레벨이다. 따라서 피드백 제어기(102)는 도 2에 도시된 바와 같이 GES가 제 1 레벨(GES level 1)에 도달한 후 계속 동작한다.
- <27> 피드백 제어기(102)는 서보 필터 연산부라고 불릴 수 있다. 이는 고역 필터(high-pass filter) 역할을 수행하는 진상 보상기(lead compensator)와 저역 필터(Low-pass filter) 역할을 수행하는 지상 보상기(lag compensator)를 토대로 한 지진상 보상기(lead-lag compensator)로 피드백 제어기(102)를 구현할 수 있기 때문이다.
- <28> 제 1 외란 읍저버(103)는 도 2에 도시된 바와 같이 어프로치 단계에서 과도 응답 단계로 변경될 때(또는 GES 레벨이 제 1 레벨(GES level 1)일 때) 제 1 대역을 이용하여 GES에 포함된 외란을 제거한 신호(Uff1)를 출력한다. 제 1 대역은 예를 들어 디스크의 회전 대역이 설정될 수 있다. 상기 디스크의 회전 대역은 예를 들어 60Hz가 될 수 있다. 따라서 제 1 외란 읍저버(103)는 GES에 있는 외란의 고조파 성분(harmonic frequency)을 제거하고 GES가 노이즈에 과도하게 반응하는 것을 억제하여, 어프로치 단계에서 과도 응답 단계로 전환될 때 오버 슈트 발생을 줄일 수 있다.
- <29> 제 1 외란 읍저버(103)는 GES와 갭 서보 제어 장치(100)의 출력신호(U3)를 각각 제 1 대역으로 필터링하여 GES에 포함된 외란을 제거할 수 있다. 즉, 제 1 외란 읍저버(103)는 도 3에 도시된 바와 같이 제 1 필터(301), 제 2 필터(302), 및 가산기(303)를 포함할 수 있다. 도 3은 제 1 외란 읍저버(103) 또는 제 2 외란 읍저버(104)의 상세한 기능 블록도이다. 제 1 필터(301)는 GES를 제 1 대역으로 필터링하여 GES에 포함되어 있는 고조파 성분과 노이즈를 제거한다. 제 2 필터(302)는 갭 서보 제어 장치(100)의 출력신호(U3)에 포함되어 있는 고조파 성분과 노이즈를 제거한다. 제 1 필터(301)와 제 2 필터(302)는 저역통과필터로 구성될 수 있다. 가산기(303)는 제 1 필터(301)와 제 2 필터(302)간의 차를 검출하고, 이를 제 1 외란 읍저버(103)의 출력신호(Uff1)로서 출력한다. 과도 응답 단계에서, 입력되는 GES가 도 4에 도시된 바와 같을 때, 제 1 외란 읍저버(103)의 출력 신호(Uff1)는 도 4에 도시된 바와 같이 출력될 수 있다. 도 4는 갭 풀인시 과도 응답 단계에서 GES, 제 1 외란 읍저버(103)의 출력 신호 Uff1 및 제 2 외란 읍저버(104)의 출력 신호 Uff2간의 관계 예시도이다.
- <30> 제 2 외란 읍저버(104)는 과도 응답 단계에서 GES 레벨이 제 2 레벨(GES level 2)에 도달하면, 제 2 대역을 이용하여 GES에 포함된 외란을 제거한다. 이에 따라 제 2 외란 읍저버(104)에서 출력되는 신호(Uff2)는 도 2에 도시된 바와 같이 출력될 수 있다. 제 2 대역은 제 1 대역의 n배이다. 예를 들어 n은 3-5중 하나로 설정될 수 있다. 따라서 제 2 외란 읍저버(104)는 제 1 외란 읍저버(103)보다 고차의 외란 고조파를 제거하게 된다. 제 2 외란 읍저버(104)는 제 1 외란 읍저버(103)와 동일하게 구성될 수 있다. 이러한 제 2 외란 읍저버(104)는 과도 응답 단계에서 GES 레벨이 제 2 레벨에 도달한 후 계속 동작하여 정상 단계에서 잔류 에러를 저감시키기 위해 이용된다. 과도 응답 단계에서 GES가 도 4와 같을 때, 제 2 외란 읍저버(104)에서 출력되는 신호 Uff2는 도 4에 도시된 바와 같을 수 있다.
- <31> 제어기(105)는 갭 서보 풀인 명령이 입력되면, 입력되는 GES의 레벨을 모니터링하고, 그 결과를 토대로 어프로치 제어기(101), 피드백 제어기(102), 제 1 외란 읍저버(104), 제 2 외란 읍저버(104)의 동작을 제어한다. 즉, 제어기(105)는 GES가 제 1 레벨(GES level 1)에 도달할 때까지 어프로치 제어기(101)가 동작하도록 제어한다. 제어기(105)는 GES 레벨이 제 1 레벨(GES level 1)에 도달하면, 피드백 제어기(102)와 제 1 외란 읍저버(103)가 동작하도록 제어한다. 제어기(105)는 GES 레벨이 제 2 레벨(GES level 2)에 도달하면, 피드백 제어기(102)와 제 2 외란 읍저버(104)가 동작하도록 제어한다.
- <32> 제 1 가산기(106)는 제 1 외란 읍저버(103)와 제 2 외란 읍저버(104)의 출력 신호(Uff1, Uff2)중 하나와 피드백 제어기(102)의 출력 신호(Ufb)를 가산한 신호(U1)를 출력한다.
- <33> 제 2 가산기(107)는 제 1 가산기(106)의 출력 신호(U1)와 어프로치 제어기(101)의 출력 신호(U2)를 가산한 신호



(U3)를 출력한다. 출력신호(U3)는 도 2에 도시된 바와 같다. 이 출력신호(U3)는 액추에이터 구동 신호로서 제공된다.

- <34> 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 겹 서보 제어 장치(500)의 기능 블록도이다. 도 5를 참조하면, 겹 서보 제어 장치(500)는 제어기(501), 제 1 스위치(502), 어프로치 제어기(503), 피드백 제어기(504), 제 2 스위치(505), 제 1 외란 읍저버(506), 제 2 외란 읍저버(507), 제 1 가산기(508), 및 제 2 가산기(509)를 포함한다.
- <35> 도 5에 도시된 어프로치 제어기(503), 피드백 제어기(504), 제 1 외란 읍저버(506), 제 2 외란 읍저버(507), 제 1 가산기(508), 및 제 2 가산기(509)는 도 1에 도시된 어프로치 제어기(101), 피드백 제어기(102), 제 1 외란 읍저버(103), 제 2 외란 읍저버(104), 제 1 가산기(106), 및 제 2 가산기(107)와 유사하게 구성되어 동작한다. 단, 이들은 도 1에서와 달리 제어기(501)에 의해 직접적으로 동작이 제어되지 않는다.
- <36> 제어기(501)는 겹 서보 풀인 명령이 입력되면, 도 1에서와 같이 GES의 레벨을 모니터링하고, 그 결과를 토대로 제 1 스위치(502)와 제 2 스위치(505)의 스위칭 동작을 제어한다.
- <37> 즉, 도 6에 도시된 바와 같이 GES 레벨이 레벨 1(GES level 1)에 도달할 때까지 GES가 어프로치 제어기(503)로 전송되도록 제 1 스위치(502)의 동작을 제어한다. 이에 따라 제 2 가산기(509)의 출력신호 U3는 어프로치 제어기(503)의 출력신호 U2가 된다. 따라서 도 6의 타이밍도에서 어프로치 단계에서의 U3는 U2에 대응되므로, 도 6은 도 2와 같이 어프로치 제어기(503)의 출력신호가 선형적인 형태로 출력되는 것을 의미한다. 도 6은 도 5에 도시된 기능 블록도들의 출력 신호에 대한 동작 타이밍도이다.
- <38> 도 6에 도시된 바와 같이 GES 레벨이 레벨 1(GES level 1)에 도달하면, GES가 피드백 제어기(504)로 전송되도록 제어기(501)는 제 1 스위치(502)의 동작을 제어하면서 제 1 외란 읍저버(506)의 출력 신호(Uff1)가 제 1 가산기(508)로 전송되도록 제 2 스위치(505)를 제어한다. 이에 따라 제 1 가산기(508)의 출력 신호(U1)는 Ufb+Uff1이 되고, 제 2 가산기(509)의 출력 신호 U3 역시 Ufb+Uff1이 된다.
- <39> 도 6에 도시된 바와 같이 GES 레벨이 레벨 2(GES level 2)에 도달하면, GES가 피드백 제어기(504)로 전송되도록 제어기(501)는 제 1 스위치(502)의 동작을 제어하면서 제 2 외란 읍저버(507)의 출력 신호(Uff2)가 제 1 가산기(508)로 전송되도록 제 2 스위치(505)를 제어한다. 이에 따라 제 1 가산기(508)의 출력 신호(U1)는 Ufb+Uff2가 되고, 제 2 가산기(509)의 출력 신호 U3 역시 Ufb+Uff2가 된다.
- <40> GES 레벨이 타겟 레벨에 도달하면, 제어기(504)는 제 1 스위치(502)와 제 2 스위치(505)의 동작 상태를 GES 레벨이 레벨 2(GES level 2)에 도달할 때와 같은 동작 상태로 유지한다. 이에 따라 제 1 가산기(508)의 출력 신호(U1)는 Ufb+Uff2가 되고, 제 2 가산기(509)의 출력 신호 U3 역시 Ufb+Uff2가 된다.
- <41> 이 때, 피드백 제어기(504)의 출력신호(Ufb)가 스텝(step, 또는 계단) 형태를 가지면, 피드백 제어기(504)의 기준 레벨은 도 1에서 설명한 바와 같이 GES의 제 1 레벨에서 제 2 레벨로, 제 2 레벨에서 타겟 레벨로 변경된다. 도 6에서 Ufb'는 피드백 제어기(504)의 출력신호(Ufb)가 스텝 형태를 갖는 경우의 예시도이다. 피드백 제어기(504)의 출력신호(Ufb)가 도 6의 Ufb'와 같이 출력될 때, 제 2 가산기(509)의 출력 신호(U3)는 도 6의 U3'와 같이 변경된다.
- <42> 도 7은 본 발명에 따른 겹 서보 제어 장치가 적용된 근접장 광디스크 구동기(700)의 개략적인 기능 블록도이다. 도 7을 참조하면, 근접장 광디스크 구동기(700)는 로딩된 디스크(701), 픽업부(710), 겹 에러 신호 검출부(720), 본 발명에 따른 겹 서보 제어 장치(730), 및 액추에이터 구동부(740)를 포함한다.
- <43> 픽업부(710)는 근접장에서 디스크(701)의 기록층에 광을 집광하는 SIL(711) 기반의 대물렌즈(712), 대물렌즈(712)를 통해 디스크(701)로부터 반사되는 빛을 검출하는 포토 디텍터(713), 대물렌즈(712)를 포커싱 방향으로 이동시키는 액추에이터(714)를 포함한다.
- <44> 겹 에러 신호 검출부(720)는 포토 디텍터(713)로부터 출력되는 신호를 토대로 겹 에러 신호를 검출한다. 겹 서보 제어 장치(730)는 도 1 또는 도 5와 같이 구성되어 액추에이터 구동 신호를 출력한다. 액추에이터 구동부(740)는 겹 서보 제어 장치(730)로부터 출력되는 액추에이터 구동 신호를 토대로 액추에이터(714)를 구동시킨다.
- <45> 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 겹 서보 제어 방법의 동작 흐름도이다. 도 8을 참조하면, 상기 방법은 겹 서보 풀인 명령이 수신되면(801), 어프로치 단계에서의 액추에이터 구동 신호를 생성한다(802). 즉, 도 1의 어프로치 제어기(101) 또는 도 5의 어프로치 제어기(503)에서와 같이 검출되는 GES를 이용하여 어프로치 단계에서

의 액추에이터 구동 신호를 생성한다.

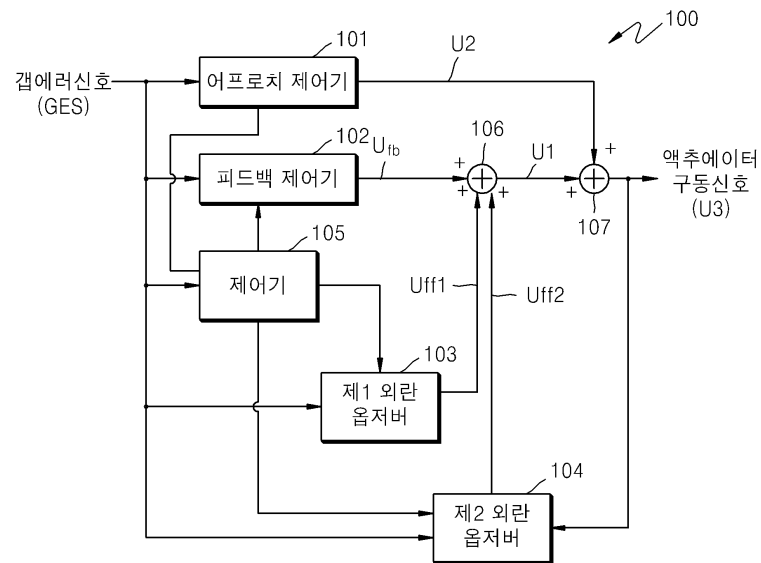
- <46> GES 레벨이 제 1 레벨이면(803), 제 1 대역으로 GES의 외란을 제거한 신호를 이용하여 과도응답 단계에서의 액추에이터 구동 신호를 생성한다(804). 제 1 대역을 이용하여 액추에이터 구동 신호를 생성하는 것은 GES가 제 2 레벨에 추종하도록 액추에이터 구동 신호를 생성하는 것이다. 제 1 레벨은 도 2 또는 도 6에서의 GES의 제 1 레벨과 같다. 제 1 대역으로 GES의 외란을 제거한 신호는 도 1 또는 도 5에서의 제 1 외란 옵저버(103, 506)의 출력 신호(Uff1)과 같다.
- <47> GES 레벨이 제 2 레벨이면(805), 제 2 대역으로 GES의 외란을 제거한 신호를 이용하여 과도응답 단계에서의 액추에이터 구동 신호를 생성한다(806). 제 2 레벨은 도 2 또는 도 6에서의 GES의 제 2 레벨과 같다. 제 2 대역으로 GES의 외란을 제거한 신호는 도 1 또는 도 5에서의 제 2 외란 옵저버(104, 507)의 출력 신호(Uff2)와 같다. 제 1 대역 및 제 2 대역간의 관계는 도 1에서 설명한 바와 같다. 제 2 대역을 이용하여 액추에이터 구동 신호를 생성하는 단계는 GES가 타겟 레벨에 추종하도록 액추에이터 구동 신호를 생성하는 것이다.
- <48> GES 레벨이 타겟 레벨이면(807), 갭 서보 제어 방법은 과도 응답 단계에서 정상 단계로 전환하면서 정상 단계에서의 액추에이터 구동신호를 생성한다. 정상 단계에서 생성되는 액추에이터 구동 신호는 제 2 대역으로 GES의 외란을 제거한 신호를 이용한 것이다. 이에 따라 정상상태에서 잔류 에러를 저감시킬 수 있다.
- <49> 도 8에서 생성되는 액추에이터 구동 신호는 도 2 및 도 6에서 설명한 바와 같이 선형적인 형태를 갖거나 스텝 형태를 가질 수 있다.
- <50> 본 발명에 따른 갭 서보 제어 방법을 수행하기 위한 프로그램은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 저장 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 저장되고 실행될 수 있다.
- <51> 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

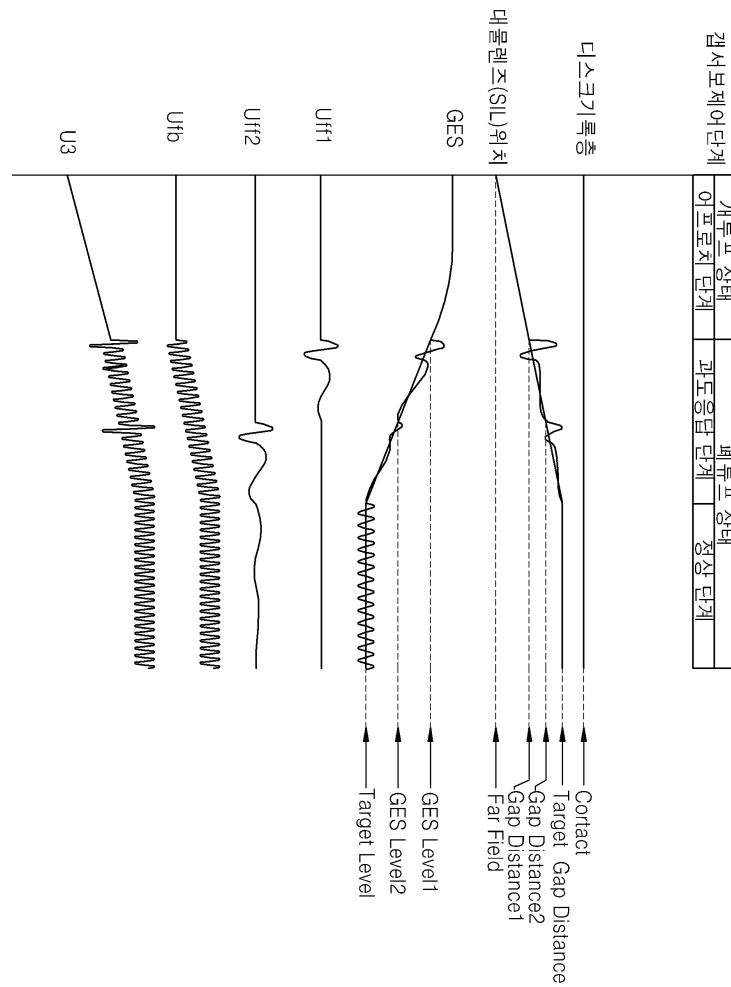
- <52> 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 갭 서보 제어 장치(100)의 기능 블록도이다.
- <53> 도 2는 갭 풀인시 도 1에 도시된 일부 기능 블록들의 출력 신호의 타이밍도이다.
- <54> 도 3은 제 1 외란 옵저버 또는 제 2 외란 옵저버의 상세한 기능 블록도이다.
- <55> 도 4는 갭 풀인시 과도 응답 단계에서 GES, 제 1 외란 옵저버의 출력 신호 Uff1 및 제 2 외란 옵저버의 출력 신호 Uff2간의 관계 예시도이다.
- <56> 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 갭 서보 제어 장치(500)의 기능 블록도이다.
- <57> 도 6는 갭 풀인시 도 5에 도시된 기능 블록들의 출력 신호의 타이밍도이다.
- <58> 도 7은 본 발명에 따른 갭 서보 제어 장치가 적용된 근접장 광디스크 구동기의 개략적인 기능 블록도이다.
- <59> 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 갭 서보 제어 방법의 동작 흐름도이다.

도면

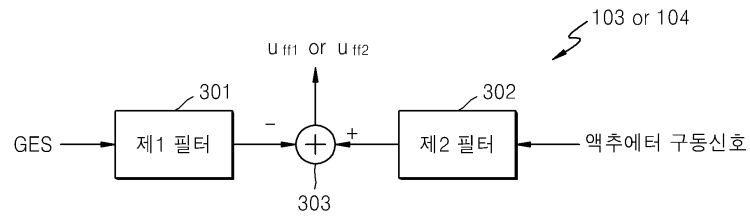
도면1



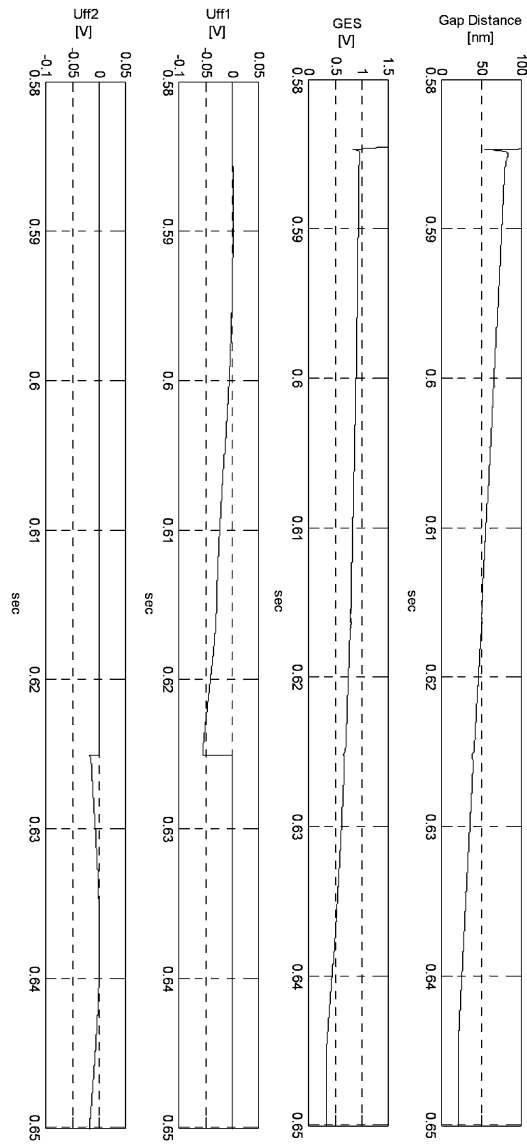
도면2



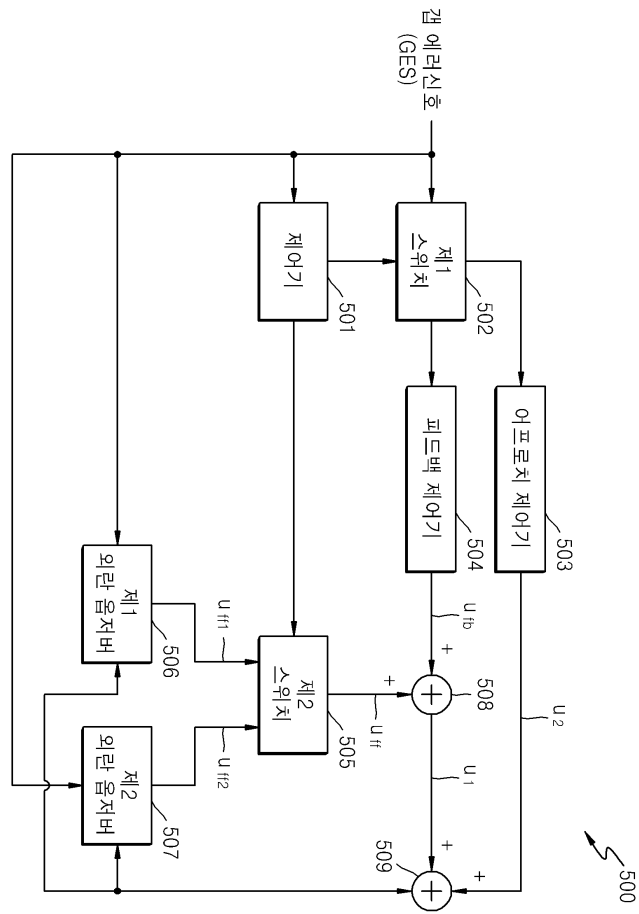
도면3



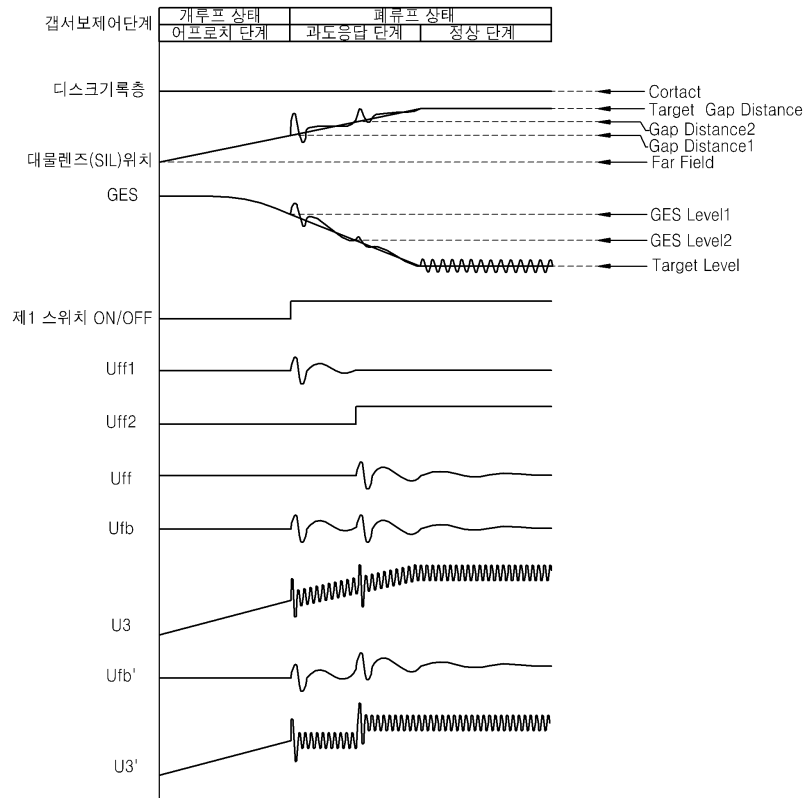
도면4



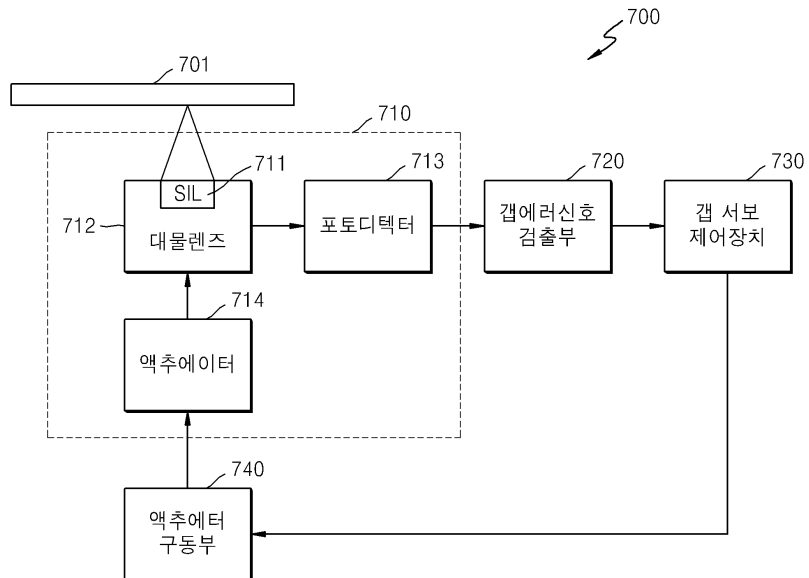
도면5



도면6



도면7



도면8

