



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0124922  
(43) 공개일자 2009년12월03일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.<br/>G11B 11/10 (2006.01) G11B 11/105 (2006.01)<br/>G11B 5/02 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2009-0027673</p> <p>(22) 출원일자 2009년03월31일<br/>심사청구일자 2009년03월31일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>JP-P-2008-140371 2008년05월29일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인<br/>도시바 스토리지 디바이스 가부시키키가이샤<br/>일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1초메 1반 1코</p> <p>(72) 발명자<br/>츠야마 이사오<br/>일본 가나가와켄 가와사키시 나카하라쿠 가미코다<br/>나카 4-1-1 후지쯔 가부시키키가이샤 나이</p> <p>(74) 대리인<br/>김태홍</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 5 항

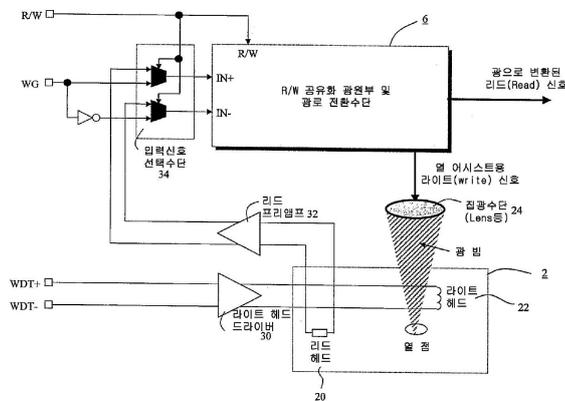
(54) 열 어시스트 자기 기록 장치 및 열 어시스트 자기 기억 장치

(57) 요약

본 발명은 열 어시스트 자기 기록을 행하는 열 어시스트 자기 기록 장치에 관한 것으로, 고기록밀도화와 고속전송화를 양립시키는 것을 과제로 한다.

리드 소자(20)에 의해 리드할 때에는 리드 신호를 선택하고, 라이트 소자(22)에 의해 라이트할 때에는 라이트 신호를 선택하여, 선택된 신호에 의해 광원(64-1)을 구동하는 신호 선택 회로(34)와, 광원(64-1)으로부터의 출력 광을, 리드할 때에는 광 신호로서 출력하고, 라이트할 때에는 열을 인가하기 위한 열 어시스트 광으로서 출력하는 출력 광 선택부(66)를 설치하여, 열 어시스트 자기 기록을 위한 광원(64-1)을 리드할 때의 리드 광 송신용 광원으로서 이용한다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

자기 기록 매체로부터 데이터를 독출하고 열을 인가하면서 데이터를 기록하는 열 어시스트 자기 기록 장치에 있어서,

상기 자기 기록 매체로부터 상기 데이터를 독출하는 리드(read) 소자와,

상기 자기 기록 매체에 데이터를 기록하는 라이트(write) 소자와,

광 송신부와,

상기 리드 소자에 의한 리드시에는 상기 리드 소자로부터의 리드 신호를 선택하고, 상기 라이트 소자에 의한 라이트시에는 상기 라이트 소자로의 라이트 신호를 선택하여, 상기 선택된 신호에 의해 상기 광 송신부를 구동하는 신호 선택 회로와,

상기 광 송신부로부터의 출력 광을, 상기 리드시에는 광 신호로서 출력하고, 상기 라이트시에는 상기 열을 인가하기 위한 열 어시스트 광으로서 출력하는 출력 광 선택부를 갖는 것을 특징으로 하는 열 어시스트 자기 기록 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 광 송신부의 광 출력 특성을, 상기 리드시와 상기 라이트시에 있어서 상이한 광 출력 특성으로 제어하는 광 신호 제어부를 더 설치하는 것을 특징으로 하는 열 어시스트 자기 기록 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 리드 소자와 상기 라이트 소자를 탑재하는 슬라이더와,

상기 광 송신부와 상기 신호 선택 회로와, 상기 출력 광 선택부를 탑재하는 고정부를 갖는 것을 특징으로 하는 열 어시스트 자기 기록 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 출력 광 선택부가, 리드 지시 및 라이트 지시에 따라서 출력처를 전환하는 광 스위치로 구성된 것을 특징으로 하는 열 어시스트 자기 기록 장치.

### 청구항 5

자기 기록 매체와,

상기 자기 기록 매체로부터 상기 데이터를 독출하는 리드 소자와,

상기 자기 기록 매체에 데이터를 기록하는 라이트 소자와,

광 송신부와,

상기 리드 소자에 의한 리드시에는 상기 리드 소자로부터의 리드 신호를 선택하고, 상기 라이트 소자에 의한 라이트시에는 상기 라이트 소자로의 라이트 신호를 선택하여, 상기 선택된 신호에 의해 상기 광 송신부를 구동하는 신호 선택 회로와,

상기 광 송신부로부터의 출력 광을, 상기 리드시에는 광 신호로서 출력하고, 상기 라이트시에는 상기 열을 인가하기 위한 열 어시스트 광으로서 출력하는 출력 광 선택부를 갖는 것을 특징으로 하는 자기 기억 장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

<1> 본 발명은, 자기 기록 매체에 열을 인가하면서 자계를 부여하여 자기 기록하는 열 어시스트 자기 기록 장치 및 자기 기억 장치에 관한 것으로, 특히, 자기 기록 장치의 고기록밀도화와 고속전송화를 양립하기 위한 열 어시스트 자기 기록 장치 및 자기 기억 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

<2> 자기 기록 매체, 특히, 자기 디스크의 기록 밀도는 매체의 자성 안정화나 재생 헤드의 감도 향상, 매체와 헤드 사이 거리의 단축(저부상화)에 의해 계속해서 증가하고 있다. 이러한 경향에 있어서, 예컨대, 면 기록 밀도가 10 [Tera bit/inch<sup>2</sup>]를 달성하는 경우, 종횡비(aspect)를 1:1로 하면, 그 마크 사이즈(비트 길이)는 8 nm 이하까지 축소할 필요가 있다.

<3> 일반적으로, 면 기록 밀도를 올리면, 자구의 미립자화에 의해 열 요동 내성이 저하되기 때문에, 자화가 불안정하게 되어, 기록 자화를 장기간 유지하기가 곤란해 진다. 열적 안정성을 개선하기 위해서는 보자력을 크게 할 필요가 있지만, 이를 위해서는 인가 자계를 강하게 할 필요가 있다. 그러나, 기록 밀도 증가를 위해서는 헤드의 라이트 소자의 코어 폭을 좁게 할 필요가 있고, 이에 따라, 인가 자계가 저하되기 때문에 기록이 곤란하게 된다. 즉, 면 기록 밀도 향상을 위해서 유지력을 크게 하는 것과 기록 자계를 강하게 하는 것은 상반되는 관계에 있다.

<4> 이 과제를 해결하는 방법으로서, 열 어시스트 기록 방법이 제안되어 있다(예컨대, 특허문헌 1, 특허문헌 2 참조). 이 방법은, 자기 기록시에, 레이저 등의 열원에 의해 자기 기록 매체를 가열하고, 보자력을 내려, 자기 기록을 하는 기술이다. 즉, 기록막의 온도가 가열에 의해 퀴리점으로 되면, 강자성(強磁性)에서 상자성(常磁性)으로 전이하여, 외부로부터의 자계 영향을 받기 쉽게 되어, 기록이 용이해 진다.

<5> 한편으로, 기록 밀도와 데이터 전송 속도의 관계를 보면, 예컨대, 직경 3.5 인치(=88.9 mm)의 디스크 매체를, 15000 [rpm](=250 회전/sec)으로 회전한 경우를 가정하면, 그 외주 부근에서의 선속도는 69.8 m/sec가 되고, 전술한 기록 밀도가 10 [Tera bit/inch<sup>2</sup>]에 있어서, 비트 길이가 8 nm인 경우에, 전송 속도는 8.7 [Gbit/sec]이 나 된다.

<6> 만일, 선속도를 일정하게 한 경우, 소요 전송 속도는 면 기록 밀도 증가의 평방근에 거의 비례하여 증가한다. 이와 같이, 기록 밀도의 증가와 액세스 시간의 단축화는 필연적으로 전송 속도의 고속화에 따라서 종래의 전기 전송 기술에서는 점차 곤란하게 될 것이 예상된다. 이 과제를 해결하는 수단으로서 광 통신 기술의 활용이 제안되어 있다.

<7> <특허문헌 1> 일본 특허 공개 평6-243527호 공보

<8> <특허문헌 2> 일본 특허 공개 2003-157502호 공보

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

<9> 종래 기술에서는, 열 어시스트 기록과, 전송 속도 향상을 위한 광 통신의 적용은 개별적으로 검토되고 있었다. 그러나, 열 어시스트 기록을 하여 면 기록 밀도를 향상시킨 경우, 데이터 전송 속도를 향상시키지 않으면, 높은 면 기록 밀도를 살린 리드(read)·라이트(write) 성능을 얻을 수 없다고 하는 문제가 있다.

<10> 따라서, 본 발명의 목적은, 열 어시스트 기록을 위한 광원을, 리드 데이터의 광 통신에 이용하여, 고기록밀도화와 고속전송화를 양립하기 위한 열 어시스트 자기 기록 장치 및 자기 기억 장치를 제공하는 데에 있다.

<11> 또한, 본 발명의 다른 목적은, 열 어시스트 기록을 위한 광원을 이용하여, 고속 전송을 하고, 낮은 가격으로 고 기록밀도화와 고속전송화를 양립하기 위한 열 어시스트 자기 기록 장치 및 자기 기억 장치를 제공하는 데에 있다.

<12> 또한, 본 발명의 다른 목적은, 열 어시스트 기록을 위한 광원을 광 송신용과 공용하더라도, 열 어시스트 성능과 리드시의 광 전송 성능에 적합한 제어를 행하기 위한 열 어시스트 자기 기록 장치 및 자기 기억 장치를 제공하는 데에 있다.

**과제 해결수단**

- <13> 이 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 자기 기록 매체로부터 데이터를 독출하고 또한 열을 인가하면서 데이터를 기록하는 열 어시스트 자기 기록 장치에 있어서, 상기 자기 기록 매체로부터 상기 데이터를 독출하는 리드 소자와, 상기 자기 기록 매체에 데이터를 기록하는 라이트 소자와, 광 송신부와, 상기 리드 소자에 의해 리드할 때에는 상기 리드 소자로부터의 리드 신호를 선택하고, 상기 라이트 소자에 의해 라이트할 때에는 상기 라이트 소자에의 라이트 신호를 선택하여, 상기 선택된 신호에 의해 상기 광 송신부를 구동하는 신호 선택 회로와, 상기 광 송신부로부터의 출력 광을, 상기 리드할 때에는 광 신호로서 출력하고, 상기 라이트할 때에는 상기 열을 인가하기 위한 열 어시스트 광으로서 출력하는 출력 광 선택부를 갖는다.
- <14> 또한, 본 발명은, 자기 기록 매체와, 상기 자기 기록 매체로부터 상기 데이터를 독출하는 리드 소자와, 상기 자기 기록 매체에 데이터를 기록하는 라이트 소자와, 광 송신부와, 상기 리드 소자에 의해 리드할 때에는 상기 리드 소자로부터의 리드 신호를 선택하고, 상기 라이트 소자에 의해 라이트할 때에는 상기 라이트 소자에의 라이트 신호를 선택하여, 상기 선택된 신호에 의해 상기 광 송신부를 구동하는 신호 선택 회로와, 상기 광 송신부로부터의 출력 광을, 상기 리드할 때에는 광 신호로서 출력하고, 상기 라이트할 때에는 상기 열을 인가하기 위한 열 어시스트 광으로서 출력하는 출력 광 선택부를 갖는다.
- <15> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 광 송신부의 광 출력 특성을, 상기 리드할 때와 상기 라이트할 때에 있어서 상이한 광 출력 특성으로 제어하는 광 신호 제어부를 더욱 설치한다.
- <16> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 리드 소자와 상기 라이트 소자를 탑재하는 슬라이더와, 상기 광 송신부와 상기 신호 선택 회로와, 상기 출력 광 선택부를 탑재하는 고정부를 갖는다.
- <17> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 적어도 상기 리드 소자와 상기 라이트 소자와 상기 광 송신부와 상기 출력 광 선택부를 탑재하는 슬라이더를 갖는다.
- <18> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 출력 광 선택부가, 리드 지시 및 라이트 지시에 따라서 출력처를 전환하는 광 스위치로 구성된다.
- <19> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 광 송신부는, 전기/광 변환 소자와 상기 전기/광 변환 소자를 구동하는 구동 회로를 갖는다.
- <20> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 광 신호 제어부는, 상기 광 송신부의 출력 광을 모니터링하는 모니터 소자와, 상기 모니터 소자의 출력과, 리드할 때의 제어 목표치 또는 라이트할 때의 제어 목표치를 비교하여, 상기 비교 결과에 따라서, 상기 광 송신부의 광 출력 파워를 제어하는 제어 회로를 갖는다.
- <21> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 광 송신부는, 전기(電氣)/광(光) 변환 소자와, 상기 전기/광 변환 소자를 전류 구동하는 구동 회로를 구비하고, 상기 제어 회로는 상기 구동 회로의 전류치를 제어한다.
- <22> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 제어 회로는, 상기 모니터 소자의 출력 평균치를 검출하는 평균치 검출 회로와, 상기 모니터 소자의 출력 피크치를 검출하는 피크치 검출 회로와, 상기 리드할 때에는 상기 평균치 검출 회로의 출력치와 상기 리드할 때의 제어 목표치를 비교하고, 상기 라이트할 때에는 상기 피크치 검출 회로의 출력치와 상기 라이트할 때의 제어 목표치를 비교하는 비교 회로와, 상기 비교 회로의 출력에 의해 상기 구동 회로의 전류치를 제어하는 전류 제어 회로를 갖는다.
- <23> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 구동 회로는, 상기 전기/광 변환 소자에 바이어스 전류를 공급하는 바이어스 전류원과, 상기 리드 신호 또는 상기 라이트 신호에 따라서, 상기 전기/광 변환 소자에 구동 전류를 흘리는 구동 전류 회로를 구비하고, 상기 제어 회로는, 상기 리드할 때 및 라이트할 때에 지시된 상기 바이어스 전류치와 상기 구동 전류치의 비에 따라서, 상기 바이어스 전류원의 전류치와 상기 구동 전류 회로의 전류치를 제어한다.
- <24> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 제어 회로는, 상기 리드할 때에 지시된 상기 바이어스 전류치와 상기 구동 전류치의 비에 따라서, 상기 바이어스 전류원의 전류치와 상기 구동 전류 회로의 전류치를 제어하는 리드 전류 설정 회로와, 상기 라이트할 때에 지시된 상기 바이어스 전류치와 상기 구동 전류치의 비에 따라서, 상기 바이어스 전류원의 전류치와 상기 구동 전류 회로의 전류치를 제어하는 라이트 전류 설정 회로를 갖는다.
- <25> 또한, 본 발명은, 바람직하게는, 상기 제어 회로는, 상기 구동 전류치가 세트(set)되는 레지스터와, 상기 레지스터의 구동 전류치를 디지털-아날로그 변환하여, 상기 구동 전류 회로의 제어 전류를 출력하는 제1 디지털/아날로그 변환 회로와, 상기 레지스터의 구동 전류치의 반전치를 디지털-아날로그 변환하여, 상기 바이어스 전류

원의 제어 전류를 출력하는 제2 디지털/아날로그 변환 회로를 갖는다.

**효 과**

<26> 열 어시스트 자기 기록을 위한 광원을 리드할 때의 리드 광 송신용 광원으로서 이용하기 때문에, 고기록밀도와 고속전송화를 낮은 가격으로 또한 소형으로 양립시킬 수 있다. 또한, 리드/라이트에서 개별적으로 구동하기 때문에, 열 어시스트 광과 광 통신용 광의 특성을 알맞게 설정할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

<27> 이하, 본 발명의 실시형태를, 자기 기억 장치의 구성, 리드/라이트 공용화 유닛의 구성, 리드/라이트 공용화 유닛의 실장, 리드/라이트 공용화 유닛의 상세 LD 제어 회로의 구성, 다른 실시형태의 순으로 설명하겠지만, 본 발명은 이 실시형태에 한정되지 않는다.

<28> (자기 기억 장치)

<29> 도 1은 본 발명의 자기 기억 장치의 일 실시형태의 외관도, 도 2는 도 1의 자기 기억 장치의 리드/라이트 기구의 설명도, 도 3은 도 2의 리드/라이트 공용화 유닛의 블럭도이다. 도 1 및 도 2는 자기 기억 장치로서 자기 디스크 장치를 예로서 도시한다.

<30> 도 1에 도시하는 바와 같이, 자기 디스크 장치는, 드라이브 기구(disk enclosure)(1)와, 도시하지 않은 프린트 회로 어셈블리(PCA)를 갖는다. 디스크 인클로저(DE라고 함, 1)에서는, 자기 기록 매체인 자기 디스크(3)가 스핀들 모터(4)의 회전축에 설치되어 있다. 스핀들 모터(4)는 자기 디스크(3)를 회전시킨다.

<31> 액츄에이터(VCM이라 함, 5)는 아암(52)을 회전시킨다. 아암(52)에는 서스펜션(53)이 부착되고, 서스펜션(53)의 선단에 자기 헤드를 포함하는 슬라이더(2)를 구비한다.

<32> 액츄에이터(5)는 회전축을 중심으로 회전하는 보이스 코일 모터(VCM)로 구성되며, 서스펜션(53) 선단의 슬라이더(2)를 자기 디스크(3) 반경 방향의 임의 위치(트랙)로 이동하여, 위치 결정한다. 도 1에서는, 자기 디스크 장치에 1장의 자기 디스크(3)가 탑재되고, 2개의 슬라이더(2)가 동일한 액츄에이터(5)로 동시에 구동된다.

<33> 자기 디스크(3)의 외측에는 슬라이더(자기 헤드, 2)를 자기 디스크(3)로부터 후퇴하여, 파킹하기 위한 램프 기구(54)가 설치된다.

<34> 도 2에 도시하는 바와 같이, 슬라이더(2)는 리드 소자(20)와 라이트 소자(22)가 탑재된다. 예컨대, 슬라이더에 자기 저항(MR) 소자를 포함하는 리드 소자를 적층하고, 그 위에 라이트 코일을 포함하는 라이트 소자를 적층하여 구성된다. 또한, 열 어시스트용 광을 자기 디스크면에 집광하는 집광 렌즈(24)는 슬라이더(2)에 일체로 또는 별개로 설치된다.

<35> 라이트 소자(22)를 구동하는 라이트 헤드 구동 회로(30)와, 리드 소자(20)의 출력을 증폭하는 리드·프리앰프(32)는 슬라이더(2) 밖에 설치된다. 입력 신호 선택 회로(34)는 리드 또는 라이트를 지시하는 R/W 신호에 의해, 라이트 게이트 신호 또는 프리앰프(32)로부터의 리드 신호를 선택하여, R/W 공용화 유닛(6)에 출력한다.

<36> 도 3에 도시하는 바와 같이, R/W 공용화 유닛(6)은 전기 신호를 광으로 변환하여 송신하는 광 송신부(64)와, 광 송신부의 출력 광 파워를 제어하는 송신 광 제어 회로(62)로 이루어지는 R/W 공용화 광원부(60)와, 광 송신부의 입력 신호를 선택하여 전환하기 위한 전술한 전환 회로(입력 신호 선택 회로, 34)와, 광 송신부(64)로부터의 출력 광 신호의 경로를 선택하여 전환하기 위한 광로 전환부(66)를 갖는다.

<37> 이 광 송신부(64)는 반도체 레이저 소자가 적합하다. 열 어시스트 기록을 위한 열원 수단으로서의 반도체 레이저 소자의 사용이 일반적으로 고려되고 있다. 또한, 광 통신 기술에 있어서, 반도체 레이저광이 갖는 높은 발진 주파수와 캐리어로서의 코히어런트(coherent)한 성질은 초고속의 광 강도 변조를 가능하게 하고 있다.

<38> 즉, 고기록밀도 실현을 위한 열 어시스트 기록 기술 및 고기록밀도화에 동반하는 리드 신호의 고속도화에 대응하기 위한 광 전송 기술 어디에 있어서도 반도체 레이저 소자가 공통된 키 디바이스가 된다. 그러나, 동일한 반도체 레이저 소자를 사용한다고 해도, 리드할 때의 열 어시스트에 요구되는 광 출력 특성과 리드할 때의 그것은 동일하지는 않다. 각각에 전용의 레이저 소자를 준비하는 것은 자원 및 비용면에서 효율이 나쁘다.

<39> 본 발명은, 고기록밀도화를 위한 열 어시스트 기술과, 고기록밀도화에 동반되는 고전송속도화에 의한 전기 전송 기술의 한계를 극복하기 위한 광 통신 기술을 기능적으로 조합하는 것으로서, 하나의 레이저 소자(광원)를, 라

이트할 때의 열 어시스트 기록용 가열원으로서 사용하는 것 외에, 리드할 때에 리드 광 송신용 신호원으로서 공유하는 것이다. 더욱이, 본 발명은, 라이트할 때의 열 어시스트시와 리드할 때의 광 전송시에 있어서, 상이한 레이저 구동 특성에 대하여, 각각에 최적의 제어를 실시하는 것이다.

- <40> 이 광 송신부(64)로의 입력 신호로서는, 자기 디스크(3)에의 기록 신호(라이트 게이트 WR)와 자기 디스크(3)로부터의 판독 신호(리드 데이터)가 있다. 또한, 각각의 입력 신호에 대응하는 출력 광 신호로서, 라이트할 때에는 열 어시스트 기록용 라이트 어시스트 광과, 리드할 때에는 판독 데이터를 변환한 리드 신호 광이 있다.
- <41> 라이트 어시스트 광은, 자기 디스크(3)에의 기록시에 매체(3)의 기록막 온도를 쿨리점까지 올려, 라이트 소자(22)에 의한 자기 기록을 쉽게 한다. 라이트 어시스트 광은 라이트 펄스에 동기하여, 자화 반전을 하는 부위에 광 펄스를 조사한다. 리드 신호 광은 판독 신호를 선형으로 광 신호로 변환한 것으로, 전기 신호보다도 고속의 데이터 전송을 가능하게 한다.
- <42> 이와 같이, 라이트 어시스트 광은 디지털 신호이며, 리드 신호 광은 아날로그 신호이기 때문에, 각각의 제어 목표치는 반드시 동일하게 되지는 않는다. 이 때문에, 송신 광 제어 회로(62)는 라이트 어시스트 광 및 리드 신호 광 각각에 대응할 수 있는 구성을 채용한다.
- <43> 리드/라이트의 전환 신호(R/W 신호)에 따라서, 광로 전환부(66)가 광로를 리드 신호 출력 및 라이트 어시스트 출력으로 전환한다. 또, 송신 광 제어 회로(62)는 제어 목표를 전환하여, 리드할 때와 라이트할 때 각각에 있어서, 최적의 광 출력 파워가 되도록 광 송신부(64)를 제어한다.
- <44> 도 3의 광 송신부(64)와 송신 광 제어 회로(62)를 합한 것이 자기 디스크 인터페이스에 있어서의 리드/라이트 공유화 광원부(60)이다. 도 2에서 "IN+/N-"은 리드 소자(판독용 자기 헤드, 20)로 판독되고, 리드·프리앰프(32)에서 증폭된 리드 신호나 WG(기록시의 라이트 게이트 신호) 중 어느 것으로부터 선택된 신호가 입력된다.
- <45> 또한, 도 2에서, "R/W"는 리드 동작 상태나 라이트 동작 상태를 선택하는 제어 신호 입력이다. 광 송신부(64)로부터, 리드 동작을 할 때에는 리드 신호는 광으로 변환되어 출력되고, 라이트 동작을 할 때에는 열 어시스트용 광이 출력된다.
- <46> 이하, 리드/라이트 공용화 유닛(R/W 공용화 광원부 및 광로 전환부)의 구성을 설명한다.
- <47> (리드/라이트 공용화 유닛의 구성)
- <48> 도 4는 본 발명의 리드/라이트 공용화 유닛의 제1 실시형태의 구성도이며, 도 4에 있어서, 도 2 및 도 3에서 도시한 것과 동일한 것은 동일한 기호로 나타내고 있다.
- <49> 도 4에서, 광 송신부(64)는, 반도체 레이저 다이오드(광원)(64-1)와, 입력 신호(IN+/IN-)에 따라서 반도체 레이저 다이오드(64-1)를 구동하는 레이저 구동 회로(드라이버, 64-2)를 갖는다. 반도체 레이저 다이오드(64-1)는 도면과 같이, 전방과 후방에 광을 출사한다. 도 4의 예에서는, 전방 출사 광을 신호 광으로서 이용하고, 후방 출사 광을 제어용 광 모니터 신호로서 이용한다.
- <50> 반도체 포토 다이오드(광 모니터 소자, 67)는, 반도체 레이저 다이오드(64)의 후방 광을 받아, 전기 신호로 변환하여, 송신 광 제어 회로(62)에 출력한다. 송신 광 제어 회로(62)는 리드/라이트 제어 신호(R/W)에 따라서, 레이저 구동 회로(64-2)에, 리드시의 구동 전류치, 라이트시의 구동 전류치를 지시하는 동시에, 광 모니터 소자(67)로부터의 모니터 신호를 받아, 구동 전류치를 제어한다.
- <51> 광 분기부(66-1)는 광 커플러나 입사 광을 투과 광과 반사 광으로 나누는 부분 투과 미러로 구성되며, 반도체 레이저 다이오드(64-1)의 전방 광(송신 광)을 한쌍의 광로 전환부(66-2, 66-3)로 분기한다. 한 쪽의 광로 전환부(66-2)는 열 어시스트용 라이트 광의 출력을 위해 설치되어, 광학계(광 파이버, 광 도파로)에 의해 자기 기록 매체에 열 어시스트 광을 출력한다. 또, 다른 쪽의 광로 전환부(66-3)는 리드 전송 광 신호의 출력을 위해 설치되어, 광 통신로(광 파이버, 광 도파로)에 의해 외부로 리드 광 신호를 출력한다.
- <52> 이 실시형태에서는, 광로 전환부(66-2, 66-3)로서, 1×1 광 스위치를 이용한 예이다. 1×1 광 스위치는 소위 광 게이트 소자이며, 단순히 온/오프 동작을 하는 것이다.
- <53> 이런 타입의 광 스위치는, (1) 광 증폭기의 이득으로 온/오프를 행하는 것(예컨대, SOA : Semiconductor Optical Amplifier), (2) 기계적으로 광을 차단하는 것(예컨대, MEMS : Micro-Electro Mechanical Systems), (3) 광의 위상 변조를 이용하는 것(예컨대, Mach-Zehnder 간섭계 구조) 등으로 구성된다.

- <54> 리드/라이트 지시나 입력 신호에 따라서, 반도체 레이저 다이오드(64-1)로부터 출사된 출력 광은 광 분기부(66-1)에서 2개의 광으로 분기되며, 각각의 광은 한쌍의 1×1 광 스위치(66-2, 66-3)에 입사한다. 한 쪽의 광 스위치(66-2)는 라이트시에 온, 리드시에 오프로 제어되고, 다른 쪽의 광 스위치(66-3)는 라이트시에 오프, 리드시에 온으로 제어된다. 따라서, 라이트시에는, 한 쪽의 광 스위치(66-2)로부터 열 어시스트용 라이트 광이 출력되고, 리드시에는, 다른 쪽의 광 스위치(66-3)로부터 리드 전송 광 신호가 출력된다.
- <55> 도 5는 본 발명의 리드/라이트 공용화 유닛의 제2 실시형태의 구성도이며, 도 5에 있어서, 도 4에서 도시한 것과 동일한 것은 동일한 기호로 나타내고 있다.
- <56> 도 5는, 반도체 레이저 다이오드(64-1)의 전방 광을, 광으로 변환된 리드 신호용으로, 후방 광을 열 어시스트용 라이트 광용으로 구별하여 사용하는 것이다. 즉, 광 분기부(66-1)를, 반도체 레이저 다이오드(64-1)의 후방 광을 포토 다이오드(67)와 한 쪽의 광 스위치(66-2)로 분기하는 위치에 설치한다.
- <57> 반도체 레이저 다이오드(64-1)로부터 출사된 후방 광은 광 분기부(66-1)에서 2개의 광으로 분기되어, 각각의 광은 포토 다이오드(67), 1×1 광 스위치(66-2)에 입사한다. 한 쪽의 광 스위치(66-2)는, 라이트시에 온, 리드시에 오프로 제어되고, 다른 쪽의 광 스위치(66-3)는, 라이트시에 오프, 리드시에 온으로 제어된다. 따라서, 라이트시에는 한 쪽의 광 스위치(66-2)로부터 열 어시스트용 라이트 광이 출력되고, 리드시에는 다른 쪽의 광 스위치(66-3)로부터 리드 전송 광 신호가 출력된다.
- <58> 도 6은 본 발명의 리드/라이트 공용화 유닛의 제3 실시형태의 구성도이며, 도 6에 있어서, 도 4 및 도 5에서 도시한 것과 동일한 것은 동일한 기호로 나타내고 있다.
- <59> 도 6의 실시형태는, 광로 전환부로서 1×2 광 스위치(66-4)를 이용한 예이다. 1×2 광 스위치(66-4)는 입력된 광 신호를 외부로부터의 제어 신호에 의해서, 출력을 각각의 다른 포트에 전환한다. 1×2 광 스위치(66-4)는 직접적인 광로 전환 수단으로서 가장 일반적이다. 1×N이나 N×N의 매트릭스형 스위치 등 여러 가지 형태가 존재한다.
- <60> 리드/라이트 지시나 입력 신호에 따라서, 반도체 레이저 다이오드(64-1)로부터 출사된 출력 광(전방광)은 리드/라이트 제어 신호로 제어되는 광 스위치(66-4)에 입사한다. 광 스위치(66-4)는, 라이트시에 열 어시스트 측으로 전환되어, 열 어시스트용 라이트 광이 출력되고, 리드시에는 리드 전송 측으로 전환되어, 리드 전송 광 신호를 출력한다.
- <61> 도 7은 본 발명의 리드/라이트 공용화 유닛의 제4 실시형태의 구성도이며, 도 7에 있어서, 도 4, 도 5 및 도 6에서 도시한 것과 동일한 것은 동일한 기호로 나타내고 있다.
- <62> 도 7의 실시형태는, 광로 전환부로서 1×2 광 분파기(66-5)를 이용한 실시형태이다. 광 분파기(66-5)의 대표적인 것으로서는, 어레이 도파로 회절 격자 필터를 들 수 있다. 이 광 분파기(66-5)는 광의 파장에 따라서 출력을 전환하는 기능을 한다. 반도체 레이저 다이오드(64-1)의 리드시와 라이트시에 있어서, 발진 파장을 바꿈으로써 광 분파기(66-5)의 각각의 파장에 대응한 출력 포트로부터 광이 출력된다.
- <63> 반도체 레이저 다이오드(64-1)의 발진 파장의 전환은 온도에 의한 발진 파장의 의존성을 이용한다. 반도체 레이저 다이오드(64-1)에 온도 제어 회로(68)를 설치한다. 온도 제어 회로(68)는 리드시와 라이트시에 있어서, 반도체 레이저 다이오드(64-1)의 온도를 전환하여 변경한다. 이로써, 파장 변환을 한다.
- <64> 예컨대, 히터를 설치하여 반도체 레이저 다이오드(64-1)의 온도를 리드시와 라이트시에 있어서 변경한다.
- <65> 또한, 리드 신호 광, 라이트용 열 어시스트 광의 경로 설정에 관해서는 광 파이버가 사용된다. 이 밖에, 광 도파로(66-7)에 의한 굽힘을 이용함으로써, 실장 형태에 따른 임의의 방향으로 광을 출사하는 것이 가능하다.
- <66> (리드/라이트 공용화 유닛의 실장)
- <67> 이어서, 리드/라이트 공용화 유닛의 실장을 설명한다. 도 8은 본 발명의 리드/라이트 공용화 유닛의 제1 실시형태의 실장도이다. 도 8에 있어서, 도 1 내지 도 7에서 설명한 것으로 동일한 것은 동일한 기호로 나타내고 있다.
- <68> 도 8에 있어서, 도 1에서도 설명한 바와 같이, 자기 디스크 장치의 헤드-디스크부의 인터페이스 기구는 고정부(VCM)(51), 액츄에이터·아암부(가동부)(52), 서스펜션부(53) 및 슬라이더(2)로 나뉘어져 있다. 종래의 장치에서는, 슬라이더(2)에 리드/라이트용 자기 헤드가 들어가 있고, 고정부(51)에 리드용의 프리앰프나 라이트 헤드의 구동 회로가 실장되어 있다. 그리고, 아암부(52) 및 서스펜션부(53)에 회로와 헤드 사이의 신호선이 설치

되어 있다.

- <69> 이 실시형태에서는, 반도체 레이저 다이오드(64-1)나 광 스위치(66-4) 등의 광학 소자 및 반도체 레이저 다이오드 구동 회로(64-2)나 구동 신호의 선택 회로(34)도 리드용의 프리앰프(32)나 라이트 헤드용의 구동 회로(30)를 탑재하는 고정부(51)에 탑재한다.
- <70> 이 실시형태에서는, 가동 부분(아암, 서스펜션, 슬라이더)에 회로 소자를 탑재하는 것은, 중량이나 발열의 관계에서 그다지 바람직하지 않다는 점과 슬라이더부를 포함하는 가동부도 소형화 경향에 있다는 점에서, 필요한 기능은 최대한 고정부에 탑재한다. 이에 따라, 가동 부분의 경량화 및 소형화를 실현할 수 있다.
- <71> 도 9는 본 발명의 리드/라이트 공용화 유닛의 제2 실시형태의 실장도이다. 도 9에 있어서, 도 1 내지 도 8에서 설명한 것과 동일한 것은 동일한 기호로 나타내고 있다.
- <72> 도 9에 도시하는 바와 같이, 이 실시형태에서는, 슬라이더(2)에, 공용화 광원(반도체 레이저 다이오드 LD)(64-1)과, 그 LD 구동 회로(64-2)와, 광 스위치(64-4) 등을 집적하고 있다. 한편, 고정부(51)에는, 구동 신호의 선택 회로(34)도, 리드용의 프리앰프(32)나 라이트 헤드용의 구동 회로(30)를 탑재한다.
- <73> 이 실시형태에서는, 광학 소자(64-1, 64-4)만을 되도록이면 헤드(20, 22)에 가까운 부위에 통합함으로써, 매체와의 거리가 단축되어, 광 손실이 적다고 하는 이점이 있다.
- <74> 도 10은 본 발명의 리드/라이트 공용화 유닛의 제3 실시형태의 실장도이다. 도 10에 있어서, 도 1 내지 도 9에서 설명한 것과 동일한 것은 동일한 기호로 나타내고 있다.
- <75> 도 10에 도시하는 바와 같이, 반도체 레이저 다이오드(64-1)나 광 스위치(66-4) 등의 광학 소자 및 반도체 레이저 다이오드 구동 회로(64-2), 구동 신호의 선택 회로(34), 리드용 프리앰프(32), 라이트 헤드용 구동 회로(30)를 슬라이더(2)에 탑재한다.
- <76> 즉, 모든 기능을 슬라이더부(2)에 집약하는 것이다. 이 실시형태에서는, 아암부(52)의 신호 배선수를 줄일 수 있기 때문에, 인터페이스로서는 조립 등의 수고로움을 경감하는 데에 유효하다.
- <77> 또한, 일부의 기능을 아암부(52)나 서스펜션부(53)에 탑재하는 방법 등, 여러 가지 실장 방법을 채용할 수 있다.
- <78> (리드/라이트 공용화 유닛의 상세)
- <79> 이어서, 라이트시의 열 어시스트 특성 및 리드 광 송신시의 광 변조 특성에 관해서 설명한다. 도 11은 도 2 내지 도 8에서 나타낸 리드/라이트 공용화 유닛의 구성도, 도 12는 도 11의 구성에 있어서, 라이트시의 열 어시스트 광을 위한 LD 변조 동작의 설명도, 도 13은 도 11의 구성에 있어서, 리드시의 리드 신호의 LD 변조 동작의 설명도이다.
- <80> 도 11에 도시하는 바와 같이, 광 출력 파워 제어 루프는, LD 구동 회로(64-2), 전기/광 변환 수단(레이저 다이오드)(64-1), 광 분기부(66-1), 광/전기 변환부(포토 다이오드)(67) 및 LD(발광) 제어 회로(62)로 이루어진다.
- <81> 도면에서, 신호(DT+/DT-)는 LD 구동 회로(64-2)로의 입력 전기 신호이며, 라이트시의 기록 데이터 혹은 리드시의 판독 데이터가 입력된다. DT+/DT- 신호의 +/- 방향과 크기에 따라서, LD 구동 회로의 IOUTP 단자의 출력 전류가 변조되어, 레이저 다이오드(LD)(64-1)를 구동한다.
- <82> LD 제어 회로(62)에 입력되는 신호 SDATA, SCLK, SDEN은 3선의 직렬 신호이며, 라이트시 및 리드시 각각의 광 파워 제어 목표치 및 LD 공급 전류에 있어서의 I\_PULSE(I\_SIG)와 I\_BIAS의 비를 설정하기 위한 정보를 LD 제어 회로(62)에 부여한다.
- <83> 또한, 모드 신호(MD\_R, MD\_W)는 각각 리드 모드, 라이트 모드의 동작 상태를 선택하는 신호이며, LD 제어 회로(62)에 입력한다.
- <84> 레이저 다이오드(64-1)에는 바이어스 전류원(644)이 접속되어, LD 제어 회로(62)로부터의 후술하는 바이어스 전류 지시치(I\_BIAS)에 대응한 바이어스 전류를 레이저 다이오드(64-1)에 흘린다.
- <85> 또, LD 구동 회로(64-2)에는 신호용 전류원(642)이 접속되어, LD 제어 회로(62)로부터의 후술하는 라이트 전류 지시치(I\_PULSE) 또는 리드 전류 지시치(I\_SIG)에 대응한 전류를 LD 구동 회로(64-2)에 흘린다.
- <86> LD 구동 회로(64-2)는 입력 신호(DT+/DT-)에 의해 구동되는 1쌍의 차동 트랜지스터(Tr1, Tr2)로 구성되며, 한

쪽 트랜지스터(Tr1)의 콜렉터는 기준 전원(VCC)(IOUTN)에, 다른 쪽의 트랜지스터(Tr2)의 콜렉터는 레이저 다이오드(64-1)(IOUTP)에 접속된다. 양 트랜지스터(Tr1, Tr2)의 에미터는 신호용 전류원(642)에 접속된다.

- <87> 도 12를 이용하여, 라이트 열 어시스트 광을 위한 LD 변조 동작을 설명한다.
- <88> 라이트시에, LD 구동 회로(64-2)에 입력되는 라이트 게이트 신호는 통상 「1」, 「0」의 디지털 신호이며, 예컨대, 라이트 게이트 신호가 「1」일 때에, 라이트 데이터의 기록이 이루어진다. 열 어시스트 기록에 있어서는, 이 「1」, 「0」의 차이를 광의 온/오프에 대응시키면 된다. 자기 디스크(3)의 자화 반전시키고 싶은 부위에만 광을 조사하여 쿼리 온도까지 올림으로써 기록을 쉽게 한다.
- <89> 이 때문에, 라이트시의 열 어시스트를 위한 광 변조 방법은 펄스 강도 변조 방식이다. 즉, 라이트 게이트 신호의 「1」, 「0」에 따라서 레이저 다이오드(64-1)의 구동 전류를 「온(ON)」, 「오프(OFF)」한다.
- <90> 또, 레이저 다이오드(64-1)의 전류(I)-광 출력(P) 특성은, 도 12에 도시하는 바와 같이, 어떤 전류 임계치(I<sub>th</sub>)를 가지고, 이 전류 임계치를 초과한 부근에서부터 구동 전류(I)에 거의 비례한 광 출력 파워를 얻을 수 있다. 따라서, 「오프」시의 구동 전류를 완전히 영으로 하면, 신호 속도가 빠른 경우에는 구동 전류(I)가 영에서부터 전류 임계치(I<sub>th</sub>)에 도달할 때까지의 시간이 발광 지연 시간으로 된다. 이 때문에, 전기 신호에 대한 광 출력 신호의 펄스 폭이 좁아져 버린다.
- <91> 이 문제를 해결하기 위해서, 「오프」시의 전류치를 임계치(I<sub>th</sub>)를 조금 넘은 부근으로 설정한다. 즉, 바이어스 전류원(644)으로부터 직류의 오프셋 전류(I<sub>BIAS</sub>)를 항상 공급해 둔다. 그리고, 신호 「1」, 「0」에 대응한 펄스 전류(I<sub>PULSE</sub>)를 LD 구동 회로(64-2)에 의해 공급한다. 단, 발광 지연이 문제가 되지 않는 동작 속도인 경우에는 오프셋 전류는 반드시 필요하지는 않다.
- <92> 이와 같이, 라이트시의 열 어시스트에서는, 자화 반전시에 조사하는 전력을 고려할 필요가 있다. 따라서, 라이트 어시스트 광의 제어 목표(I<sub>PULSE</sub>)는 펄스의 피크치가 바람직하다.
- <93> 이어서, 도 13에 의해, 리드 신호를 광 신호로 변환하는 경우의 LD 변조 동작을 설명한다. 리드 신호는, 수평 기록 방식의 경우, 자화의 변화점이 판독한 전기 신호의 피크 위치가 된다. 따라서, 피크 위치가 쪼부러지지 않도록, 리드계의 회로는 선형 동작을 할 필요가 있다. 이 때문에, 광 변조 방법도 선형(아날로그) 변조 방식이 된다. 단, 수직 기록 방식의 경우는, 자화의 변화점은 판독 신호의 엣지 위치가 되기 때문에, 디지털 신호에 가까운 동작으로 되므로, 이것에 한정하는 것은 아니다.
- <94> 이 때문에, 리드시에 있어서는, 레이저 다이오드(64-1)의 선형 영역을 이용하여, 입력 리드 데이터의 크기에 비례한 신호 전류를 LD 구동 회로(64-2)로부터 공급한다. 예컨대, 도 13에 도시하는 바와 같이, 리드 데이터의 마이너스의 피크치(-Peak)에 있어서도, 레이저 다이오드(64-1)의 선형 영역이 되도록, 직류의 오프셋 전류(I<sub>BIAS</sub>)를 바이어스 전류원(644)으로부터 항상 공급해 둔다.
- <95> 그것에, 입력(DT+/DT-)으로부터 입력된 리드 데이터에 따른 신호 전류(I<sub>SIG</sub>)를 LD 구동 회로(64-2)에 의해 중첩한다. LD 구동 회로(64-2)의 차동 전달 컨덕턴스(=전압-전류 변환 이득)를 G<sub>m</sub>, 차동 입력 신호를 Vin이라고 하면, (I<sub>BIAS</sub>+I<sub>SIG</sub>/2)±G<sub>m</sub>\*Vin/2가 LD 공급 전류가 된다.
- <96> 리드 신호 광의 파워 제어로서는, 광 출력의 평균치가 어떤 제어 목표(I<sub>SIG</sub>)가 되게 하는 방법이 가장 간단하다. 예컨대, 리드 데이터의 프리앰블 영역은 반복 신호이기 때문에, 이 프리앰블 영역의 평균 파워가 일정하게 되는 제어 방식으로, LD 제어 회로(62)가 신호 전류원(642)의 리드 전류 지시치(I<sub>SIG</sub>)를 설정하는 것이 바람직하다.
- <97> LD 구동 회로(64-2)는 바이폴라 트랜지스터에 의한 선형 차동 증폭 회로로 구성되는 것이 바람직하다. 즉, 전달 컨덕턴스(G<sub>m</sub>)를 에미터 사이즈의 비에 의해 용이하게 조정할 수 있다.
- <98> (LD 제어 회로)
- <99> 도 14는 도 11의 LD 제어 회로(62)의 블럭도, 도 15는 도 14의 레이저 전류 설정 회로의 회로도, 도 15는 도 14의 LD 동작 모드 선택 회로의 구성도, 도 16은 도 15 부분의 구성예이다.
- <100> 도 14에 도시하는 바와 같이, LD 제어 회로(62)는, 구동용 기능으로서 리드할 때의 LD 전류 설정 회로(622-R), 라이트시의 LD 전류 설정 회로(622-W), 리드시의 광 파워 제어 목표치용 레지스터(624)와, 그 D/A 변환 회로(625)와, 라이트시때의 광 파워 제어 목표치용 레지스터(626)와, 그 D/A 변환 회로(627)와, 양 제어 목표치 중 어느 것을 선택하는 변환 회로(628)를 구비한다.

- <101> 또한, LD 제어 회로(62)는, 광 출력 감시용 기능으로서 전류/전압 변환 회로(630)와, 평균치 검출 회로(632)와, 피크치 검출 회로(631)와, 양 검출치 중 어느 것을 선택하는 변환 회로(633)를 구비한다.
- <102> LD 전류 설정 회로(622-R, 622-W)는 신호 전류(I\_PULSE)와 직류 오프셋 전류(I\_BIAS)의 합계치 및 양 전류의 비율을 설정한다.
- <103> LD 모드 선택 회로(623)는 리드 동작 선택 신호(MD\_R)와 라이트 동작 선택 신호(MD\_W)와의 논리에 의해서, LD 전류 설정 회로(622-R, 622-W) 및 제어 목표 변환 회로(셀렉터)(628), 광 파워 검출치 선택 회로(셀렉터)(633)를 전환한다.
- <104> 또, 전류비 설정 정보나 제어 목표치는 도 11에서 설명한 것과 같이, 3선 직렬 인터페이스를 통해 설정된다. 여기서, 직렬/병렬 변환 회로(620)가 3선 직렬 인터페이스로부터의 전류비 설정 정보나 제어 목표치를 받아, 데이터와 어드레스로 분리한다. 그리고, 직렬/병렬 변환 회로(620)는 어드레스 정보를 어드레스 디코더(621)에 보내고, 어드레스 디코더(621)가 기록 대상이 되는 회로 블록(LD 전류 설정 회로(622-R, 622-W), 제어 목표 레지스터(624, 626))를 선택하여, 선택된 회로에 설정 데이터를 기록한다.
- <105> 또, 비교 회로(634)는 리드/라이트 각각의 동작 모드에 있어서, 제어 목표치와, 모니터 소자(67)에서 감시한 광 출력 파워 신호(PDMON)의 평균치 혹은 피크치 중 어느 것을 비교하여, 비교한 결과에 따른 제어 신호(IREF)를 LD 전류 설정 회로(622-R, 622-W)에 송신한다.
- <106> 여기서는 전술한 것과 같이, 비교 회로(634)는, 리드 광 신호를 출력할 때에는 평균치 검출 회로(632)의 감시 신호의 평균치와 리드 제어 목표 레지스터(624)의 리드 제어 목표치를 비교하고, 라이트 열 어시스트를 할 때에는 피크치 검출 회로(631)로부터의 감시 신호의 피크치와 라이트 제어 목표 레지스터(626)의 라이트 제어 목표치와 비교하여, 각각 광 출력 파워가 목표치가 되도록 LD 전류 설정 회로(622-R, 622-W)의 LD 전류(I\_PULSE, I\_BIAS)를 자동 조정한다.
- <107> LD 전류 설정 회로(622-R, 622-W)를 도 15에서 좀 더 설명한다. 도 15는 LD 제어 회로(62)에 있어서의 LD 전류 설정 회로의 트랜지스터 회로 구성의 예이다. 도 15의 회로는 P-Channel MOS에 의한 토출 전류형 D/A(디지털/아날로그) 변환 회로로 구성되며, 설명을 간단하게 하기 위해, 3-bit 구성으로 나타내고 있다.
- <108> 도 15에서, 신호(D2-D0)는 I\_PULSE/I\_BIAS 전류비 설정을 위한 병렬 디지털 데이터이며, EN(인에이블) 신호에 의해서 내부의 레지스터(600, 602, 604)에 기록된다. 레이저 다이오드(LD)는 환경 온도나 개개의 종류에 의해서 임계치 전류치가 변화되기 때문에, 동일한 광 출력 파워를 얻을 때의 구동 전류 I\_PULSE와, I\_BIAS의 비율은 상이한 것으로 된다. 따라서 전류비의 조정 기능이 필요하게 된다.
- <109> DA 변환 회로는 구동 전류(I\_PULSE)용 제1 DA 변환 회로(612)와, 바이어스 전류(I\_BIAS)용 제2 DA 변환 회로(610)로 이루어진다. 각각의 DA 변환 회로(612, 610)는 2진수로 가중된 전류원(4W/L, 2W/L, W/L)이 병렬 접속된 MOS 트랜지스터군으로 구성된다.
- <110> 그리고, 각 DA 변환 회로(612, 610)는 신호(D2-D0)의 비트치에 의해서 각 비트에 대응하여 가중된 전류원을 온/오프(ON/OFF) 함으로써 D/A 변환된다.
- <111> 전류 제어 회로(608)는 도 14의 비교 회로(634)로부터의 제어 신호(IREF)에 따라서 모니터 광에 따른 전류를 DA 변환 회로(612, 610)에 공급한다. 온/오프 제어 회로(606)는 도 14의 LD 동작 모드 선택 회로(623)로부터의 온/오프 신호에 의해서, D/A 변환 회로(612, 610) 동작의 온/오프를 제어한다.
- <112> 이 전류비의 부여 방법은, 본 실시형태에서는, 보수의 관계를 이용하고 있다. 즉, 구동 전류(I\_PULSE)와 바이어스 전류(I\_BIAS)는 서로 보수(補數) 관계에 있으며, 이하의 식(1)에 의해서 주어진다.

**수학식 1**

$$\frac{I_{BIAS}}{I_{PULSE}} = \frac{(2^N - 1) - \sum_{k=0}^{N-1} (b_k \cdot 2^k)}{\sum_{k=0}^{N-1} (b_k \cdot 2^k)} \dots\dots\dots(1)$$

<113>

- <114> 본 실시형태에서는, N=3 이기 때문에, 이 예를 가지고 전류비의 부여 방법을 설명한다. 예컨대, 구동 전류 I\_PULSE:I\_BIAS의 비를 5:2로 하고 싶은 경우, 구동 전류 I\_PULSE=5 이기 때문에, 3 비트의 설정치는 (b2, b1, b0)=(1,0,1)이다.
- <115> 이 보수는 (0,1,0)이기 때문에, 바이어스 전류(I\_BIAS)의 값은 10진수에서는 2(=7-5)가 된다. 마찬가지로, 전류비를 6:1이나 4:3과 같이 설정하는 것도 가능하다. 이 때문에, 바이어스 전류용 D/A 변환 회로(610)는 3 비트 레지스터(600, 602, 604)의 입력 비트를 반전하는 반전 회로(614)를 입력단에 삽입하고 있다.
- <116> 또, 분해능 N을 크게 하면, 보다 미세한 비를 설정할 수 있음은 말할 필요도 없다. 이 전류비는 레이저 다이오드가 갖는 전류-광 출력 특성의 여러 가지 형태에 대응시키는 것이다.
- <117> 도 16 내지 도 18은 레이저 다이오드의 전류-광 출력 특성에 관해서 대표적인 3가지 형태를 도시한 것이다. 도 16은 전류 임계치(IB)(I<sub>th</sub>)가 비교적 작고, 전류에 대한 광 출력의 경사가 비교적 완만한 경우이다. 도 17은 적절한 임계치 전류치(IB)와 적절한 경사 특성을 갖는 경우이다. 도 18은 전류 임계치(IB)가 비교적 크고, 전류에 대한 광 출력의 경사가 비교적 급경사인 경우이다.
- <118> 어느 소정의 광 출력(P<sub>0</sub>)을 얻고 싶은 경우, 전류비는, 도 16의 특성을 갖는 레이저 다이오드에서는, 바이어스 전류는 작고, 펄스(구동) 전류의 비율이 큰 것으로 된다. 도 18의 특성을 갖는 레이저 다이오드에서는, 반대로 전류비는, 바이어스 전류는 크게, 펄스(구동) 전류의 비율을 작게 할 필요가 있다.
- <119> 레이저 다이오드의 특성에는 개체차가 있으며, 또한 온도 등의 환경에 의해서도 변화되기 때문에, 이러한 특성 변화에 대하여 유연하게 대응할 수 있도록 출력비를 설정한다.
- <120> 또한, 도 15에 있어서, 제어 신호(IREF)는 광 출력 파워의 제어 목표치와, 감시치의 비교 결과에 의해 조정되며, 전류 제어 회로(606)는 상기한 전류비를 유지한 채로, 전류의 절대치를 스케일링한다. 본 회로 내부에서의 전류 증폭율을 K<sub>i</sub>라고 하면, 이하의 (2)식의 관계가 된다.

**수학식 2**

$$I_{PULSE} + I_{BIAS} = K_i \cdot I_{REF} \cdots \cdots \cdots (2)$$

- <121>
- <122> 또한, 도 15에 있어서, 온/오프 제어 회로(606)의 온 단자는, 전류 설정 회로를 선택하는 경우에, 「하이」가 되어 전류가 출력된다. 예컨대, 리드 모드인 경우는, 리드용의 전류 설정 회로(622-R)의 온 단자를 「하이」로 한다. 오프 단자는 마찬가지로 전류 설정 회로를 비선택으로 하는 경우에 「하이」를 입력한다. 한편, 양자가 「하이」 혹은 「로우」인 경우도 비선택이 된다.
- <123> 도 19는 도 14의 LD 동작 모드 선택 회로의 논리 회로도, 도 20은 입력 신호와 그 동작 모드의 설명도이다. 도 19에 있어서, 650~656은 신호 반전 회로, 657~660은 출력 반전형 OR 회로, 661은 출력 반전형 AND 회로이다.
- <124> 도 19의 논리 구성에 따르면, 리드 동작 선택 신호(MD\_R)와 라이트 동작 선택 신호(MD\_W)의 논리에 따라서, 도 20과 같이, LD\_WRITE(라이트 모드 : 열 어시스트 기록용 레이저 다이오드 출력 파워/전류 설정), LD\_READ(리드 모드 : 리드 데이터의 광 출력용 레이저 다이오드 출력 파워/전류 설정) 및 LD\_OFF(레이저 구동을 OFF)의 설정 인에이블 신호를 출력한다.
- <125> (다른 실시형태)
- <126> 전술한 실시형태에서는, 광원을 반도체 레이저 다이오드로 설명했지만, 다른 광원을 적용하더라도 좋다. 또, 2장 이상의 자기 디스크를 탑재한 장치에도 적용할 수 있다. 마찬가지로, 자기 기록 매체는 디스크 형상에 한하지 않고, 다른 형태의 것이라도 좋다.
- <127> 또한, 본 발명은 이하에 부기하는 발명을 포함한다.
- <128> (부기 1)
- <129> 자기 기록 매체로부터 데이터를 독출하고 또 열을 인가하면서 데이터를 기록하는 열 어시스트 자기 기록 장치에 있어서, 상기 자기 기록 매체로부터 상기 데이터를 독출하는 리드(read) 소자와, 상기 자기 기록 매체에 데이터를 기록하는 라이트(write) 소자와, 광 송신부와, 상기 리드 소자에 의한 리드시에는 상기 리드 소자로부터의 리드 신호를 선택하고, 상기 라이트 소자에 의한 라이트시에는 상기 라이트 소자로부터의 라이트 신호를 선택하여,

상기 선택된 신호에 의해 상기 광 송신부를 구동하는 신호 선택 회로와, 상기 광 송신부로부터의 출력 광을, 상기 리드시에는 광 신호로서 출력하고, 상기 라이트시에는 상기 열을 인가하기 위한 열 어시스트 광으로서 출력하는 출력 광 선택부를 갖는 것을 특징으로 하는 열 어시스트 자기 기록 장치.

<130> (부기 2)

<131> 상기 광 송신부의 광 출력 특성을, 상기 리드시와 상기 라이트시에 있어서 상이한 광 출력 특성으로 제어하는 광 신호 제어부를 더 설치하는 것을 특징으로 하는 부기 1의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<132> (부기 3)

<133> 상기 리드 소자와 상기 라이트 소자를 탑재하는 슬라이더와, 상기 광 송신부와 상기 신호 선택 회로와, 상기 출력 광 선택부를 탑재하는 고정부를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 1의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<134> (부기 4)

<135> 적어도, 상기 리드 소자와 상기 라이트 소자와 상기 광 송신부와 상기 출력 광 선택부를 탑재하는 슬라이더를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 1의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<136> (부기 5)

<137> 상기 출력 광 선택부가, 리드 지시 및 라이트 지시에 따라서 출력치를 전환하는 광 스위치로 구성된 것을 특징으로 하는 부기 1의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<138> (부기 6)

<139> 상기 광 송신부는, 전기(電氣)/광(光) 변환 소자와, 상기 전기/광 변환 소자를 구동하는 구동 회로를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 1의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<140> (부기 7)

<141> 상기 광 신호 제어부는, 상기 광 송신부의 출력 광을 모니터링하는 모니터 소자와, 상기 모니터 소자의 출력과, 리드시의 제어 목표치 또는 라이트시의 제어 목표치를 비교하여, 상기 비교 결과에 따라서, 상기 광 송신부의 광 출력 파워를 제어하는 제어 회로를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 2의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<142> (부기 8)

<143> 상기 광 송신부는 전기/광 변환 소자와 상기 전기/광 변환 소자를 전류 구동하는 구동 회로를 지니고, 상기 제어 회로는 상기 구동 회로의 전류치를 제어하는 것을 특징으로 하는 부기 7의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<144> (부기 9)

<145> 상기 제어 회로는, 상기 모니터 소자의 출력 평균치를 검출하는 평균치 검출 회로와, 상기 모니터 소자의 출력 피크치를 검출하는 피크치 검출 회로와, 상기 리드시에는 상기 평균치 검출 회로의 출력치와 상기 리드시의 제어 목표치를 비교하고, 상기 라이트시에는 상기 피크치 검출 회로의 출력치와 상기 라이트시의 제어 목표치를 비교하는 비교 회로와, 상기 비교 회로의 출력에 의해 상기 구동 회로의 전류치를 제어하는 전류 제어 회로를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 8의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<146> (부기 10)

<147> 상기 구동 회로는, 상기 전기/광 변환 소자에 바이어스 전류를 공급하는 바이어스 전류원과, 상기 리드 신호 또는 상기 라이트 신호에 따라서, 상기 전기/광 변환 소자에 구동 전류를 흘리는 구동 전류 회로를 지니고, 상기 제어 회로는, 상기 리드시 및 라이트시에 지시된 상기 바이어스 전류치와 상기 구동 전류치와의 비에 따라서, 상기 바이어스 전류원의 전류치와 상기 구동 전류 회로의 전류치를 제어하는 것을 특징으로 하는 부기 8의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<148> (부기 11)

<149> 상기 제어 회로는, 상기 리드시에 지시된 상기 바이어스 전류치와 상기 구동 전류치의 비에 따라서, 상기 바이어스 전류원의 전류치와 상기 구동 전류 회로의 전류치를 제어하는 리드 전류 설정 회로와, 상기 라이트시에 지시된 상기 바이어스 전류치와 상기 구동 전류치의 비에 따라서, 상기 바이어스 전류원의 전류치와 상기 구동 전류 회로의 전류치를 제어하는 라이트 전류 설정 회로를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 10의 열 어시스트 자기 기록 장치.

기록 장치.

<150> (부기 12)

<151> 상기 제어 회로는, 상기 구동 전류치가 세트(set)되는 레지스터와, 상기 레지스터의 구동 전류치를 디지털/아날로그 변환하여, 상기 구동 전류 회로의 제어 전류를 출력하는 제1 디지털/아날로그 변환 회로와, 상기 레지스터의 구동 전류치의 반전치를 디지털/아날로그 변환하여, 상기 바이어스 전류원의 제어 전류를 출력하는 제2 디지털/아날로그 변환 회로를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 10의 열 어시스트 자기 기록 장치.

<152> (부기 13)

<153> 자기 기록 매체와, 상기 자기 기록 매체로부터 상기 데이터를 독출하는 리드 소자와, 상기 자기 기록 매체에 데이터를 기록하는 라이트 소자와, 광 송신부와, 상기 리드 소자에 의한 리드시에는 상기 리드 소자로부터의 리드 신호를 선택하고, 상기 라이트 소자에 의해 라이트시에는 상기 라이트 소자의 라이트 신호를 선택하여, 상기 선택된 신호에 의해 상기 광 송신부를 구동하는 신호 선택 회로와, 상기 광 송신부로부터의 출력 광을, 상기 리드시에는 광 신호로서 출력하고, 상기 라이트시에는 상기 열을 인가하기 위한 열 어시스트 광으로서 출력하는 출력 광 선택부를 갖는 것을 특징으로 하는 자기 기억 장치.

<154> (부기 14)

<155> 상기 광 송신부의 광 출력 특성을, 상기 리드시와 상기 라이트시에 있어서 상이한 광 출력 특성으로 제어하는 광 신호 제어부를 더 설치하는 것을 특징으로 하는 부기 13의 자기 기억 장치.

<156> (부기 15)

<157> 상기 리드 소자와 상기 라이트 소자를 탑재하는 슬라이더와, 상기 광 송신부와 상기 신호 선택 회로와, 상기 출력 광 선택부를 탑재하는 고정부와, 상기 고정부와 상기 슬라이더를 전기적으로 접속하는 접속부를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 13의 자기 기억 장치.

<158> (부기 16)

<159> 적어도, 상기 리드 소자와 상기 라이트 소자와 상기 광 송신부와 상기 출력 광 선택부를 탑재하는 슬라이더와, 상기 슬라이더를 상기 자기 기록 매체의 원하는 위치에 위치 부여하는 액츄에이터를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 13의 자기 기억 장치.

<160> (부기 17)

<161> 상기 출력 광 선택부가, 리드 지시 및 라이트 지시에 따라서 출력처를 전환하는 광 스위치로 구성된 것을 특징으로 하는 부기 13의 자기 기억 장치.

<162> (부기 18)

<163> 상기 광 송신부는, 전기/광 변환 소자와, 상기 전기/광 변환 소자를 구동하는 구동 회로를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 13의 자기 기억 장치.

<164> (부기 19)

<165> 상기 광 신호 제어부는, 상기 광 송신부의 출력 광을 모니터링하는 모니터 소자와, 상기 모니터 소자의 출력과, 리드시의 제어 목표치 또는 라이트시의 제어 목표치를 비교하여, 상기 비교 결과에 따라서, 상기 광 송신부의 광 출력 파워를 제어하는 제어 회로를 갖는 것을 특징으로 하는 부기 14의 자기 기억 장치.

<166> (부기 20)

<167> 상기 광 송신부는, 전기/광 변환 소자와, 상기 전기/광 변환 소자를 전류 구동하는 구동 회로를 지니고, 상기 제어 회로는, 상기 구동 회로의 전류치를 제어하는 것을 특징으로 하는 부기 19의 자기 기억 장치.

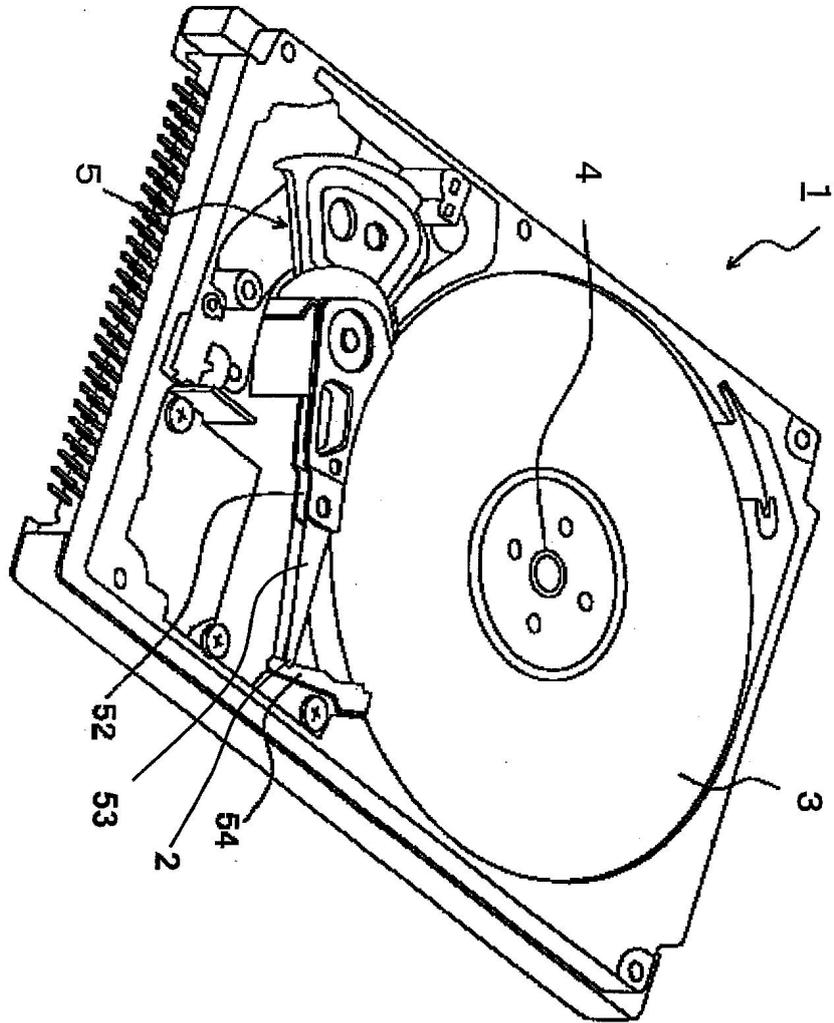
### 산업이용 가능성

<168> 열 어시스트 자기 기록을 위한 광원을 리드시의 리드 광 송신용 광원으로서 이용하기 때문에, 고기록밀도와 고속전송률을 낮은 가격으로 또한 소형으로 양립시킬 수 있다. 또한, 리드/라이트에서 개별적으로 구동하기 때문에, 열 어시스트 광과 광 통신용 광의 특성을 최적으로 설정할 수 있다.

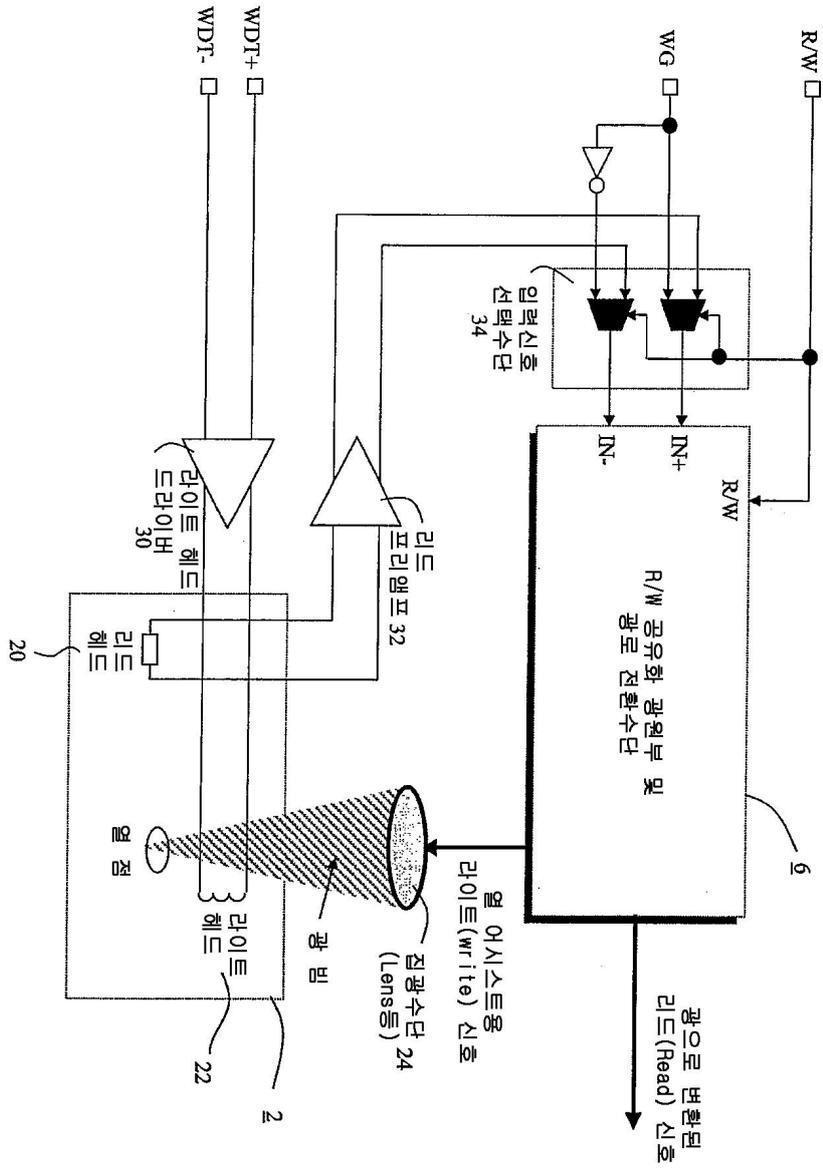


도면

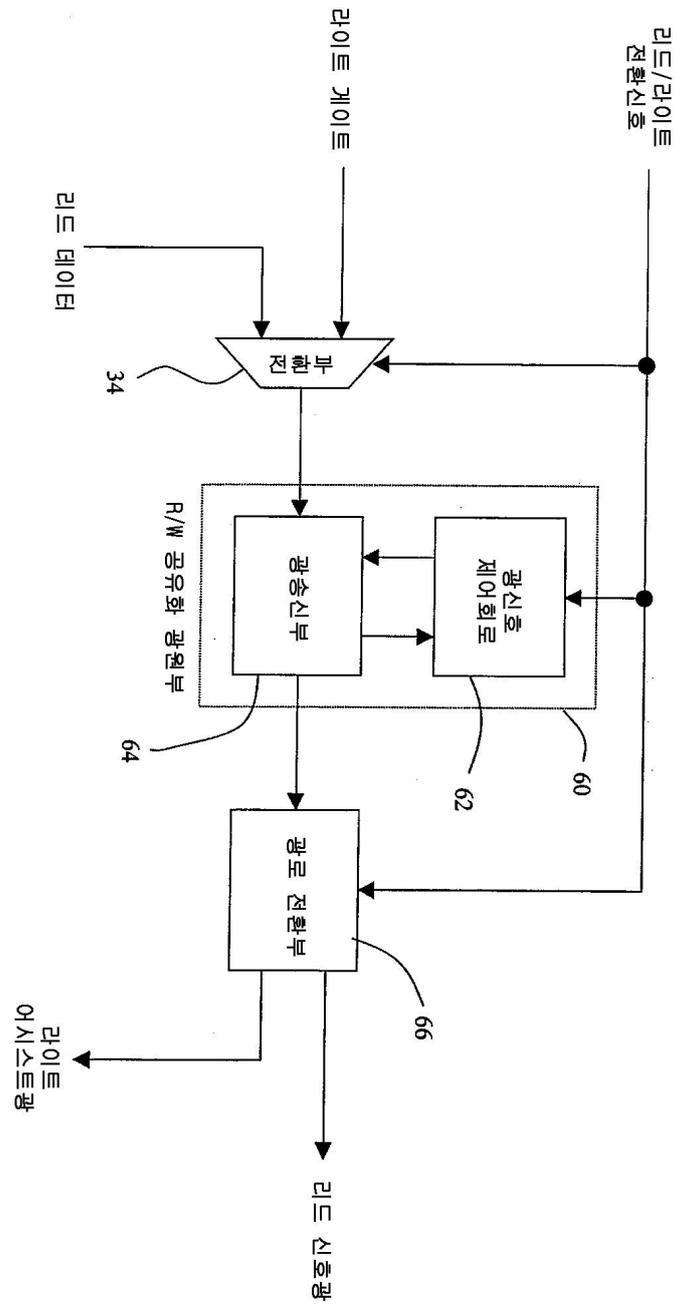
도면1



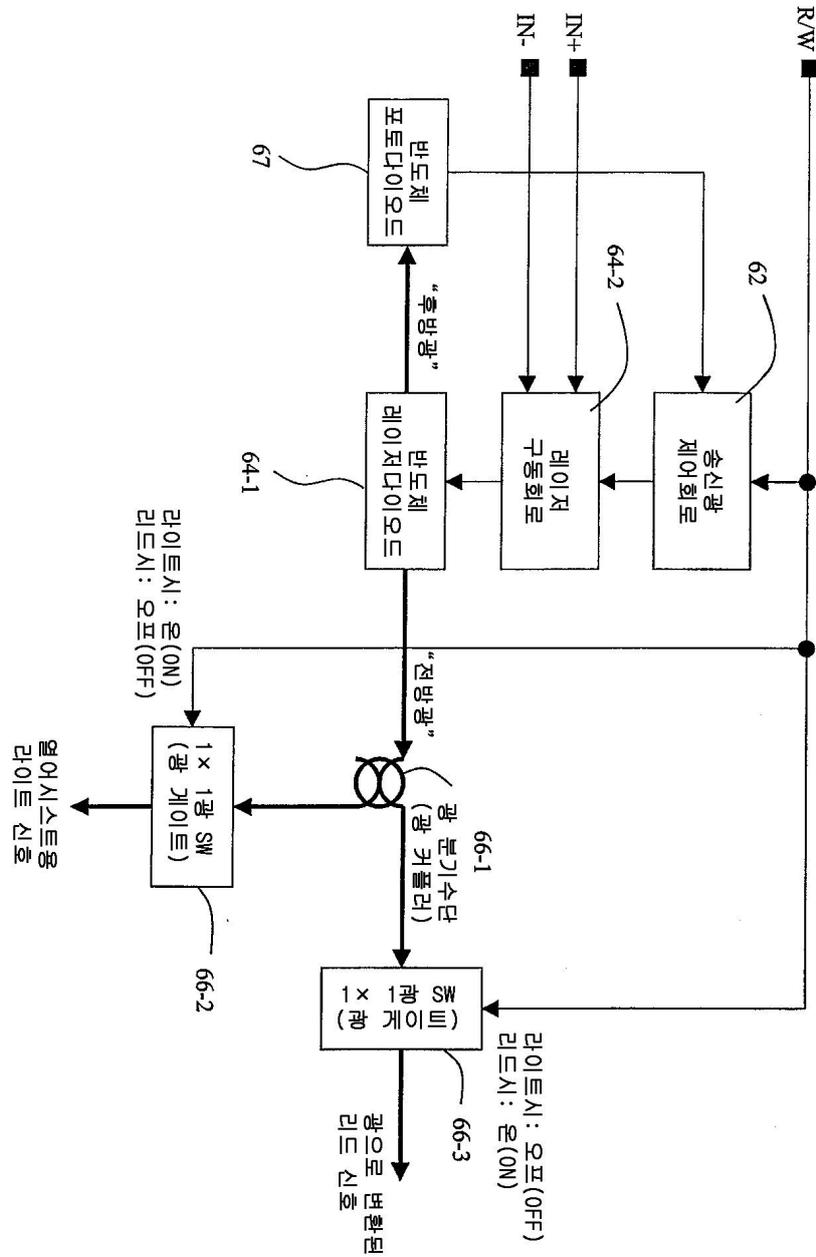
도면2



도면3

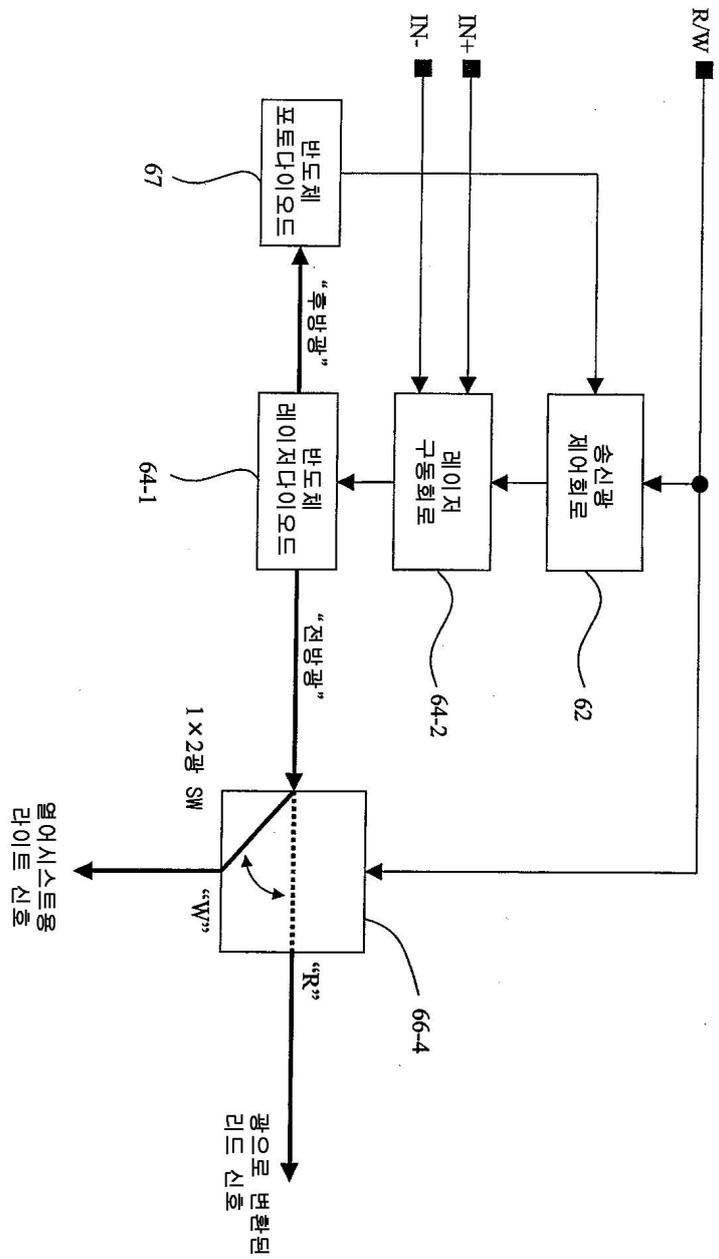


도면4

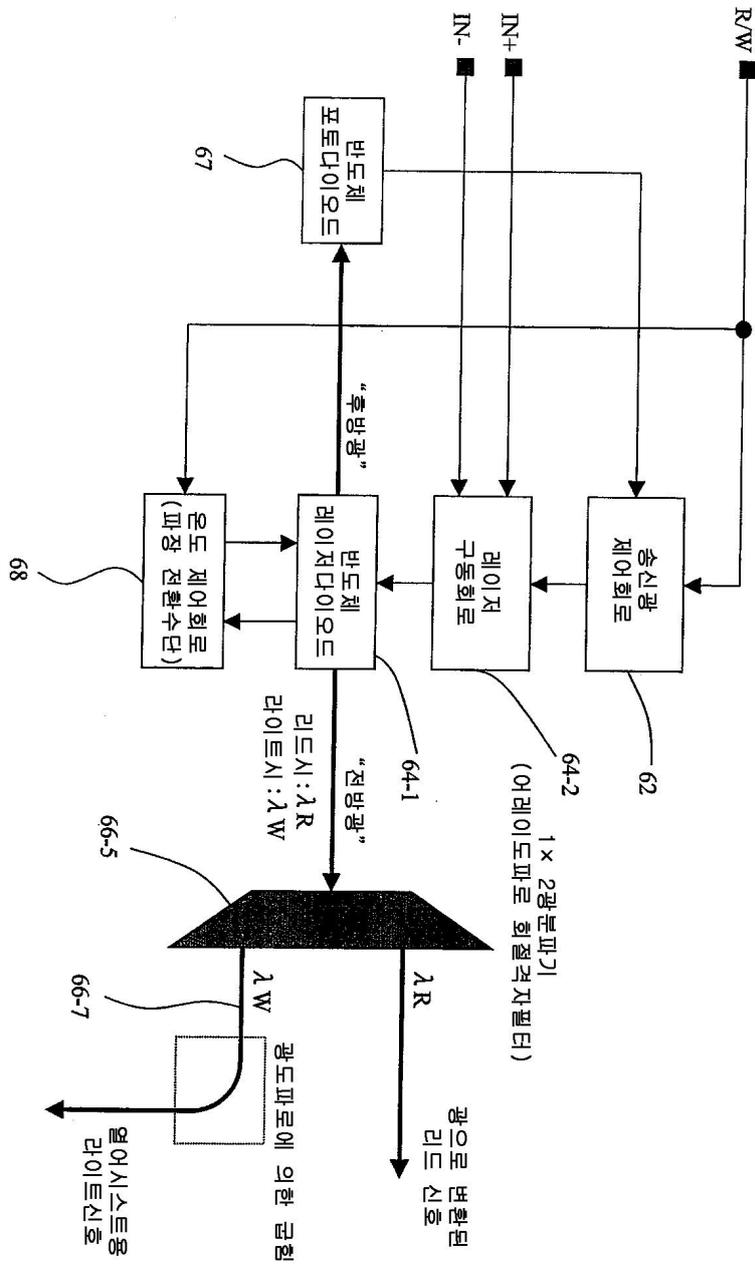




도면6

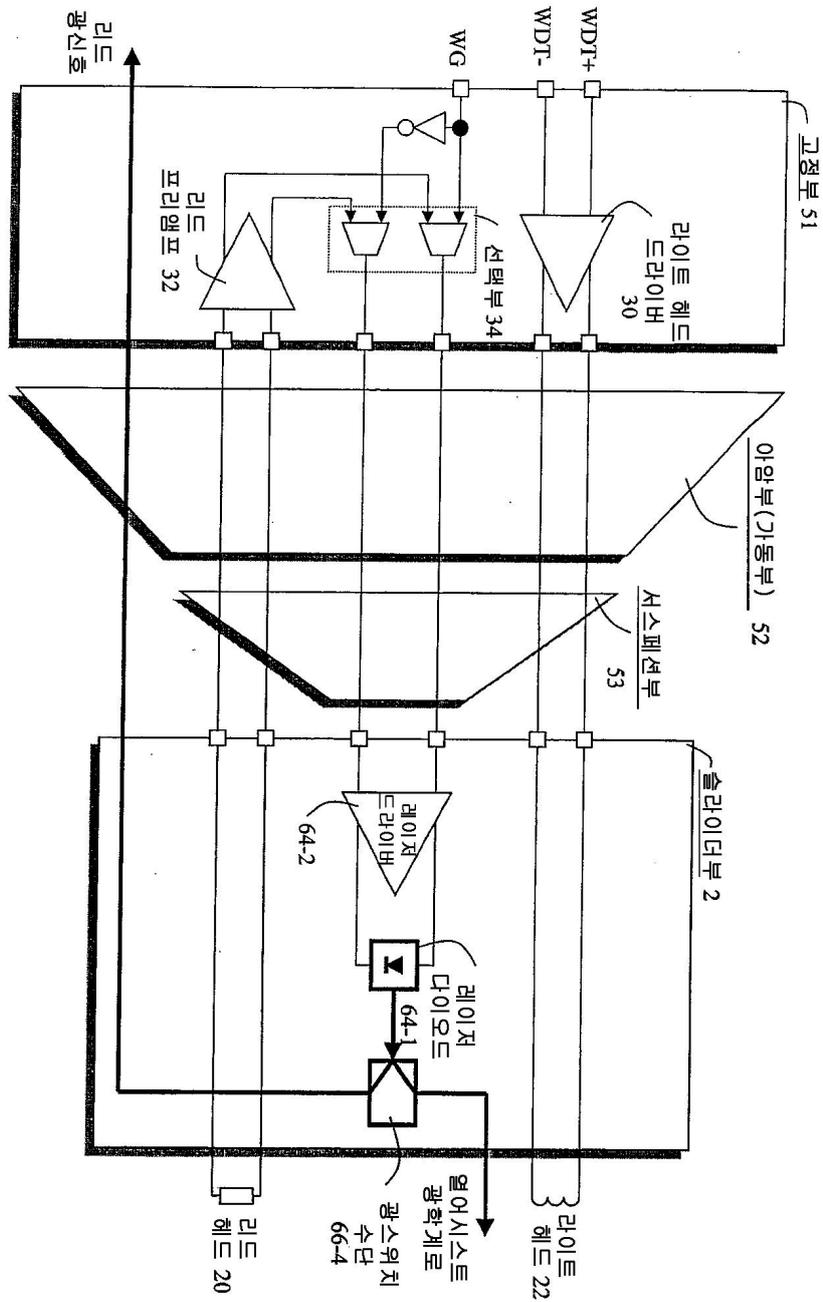


도면7



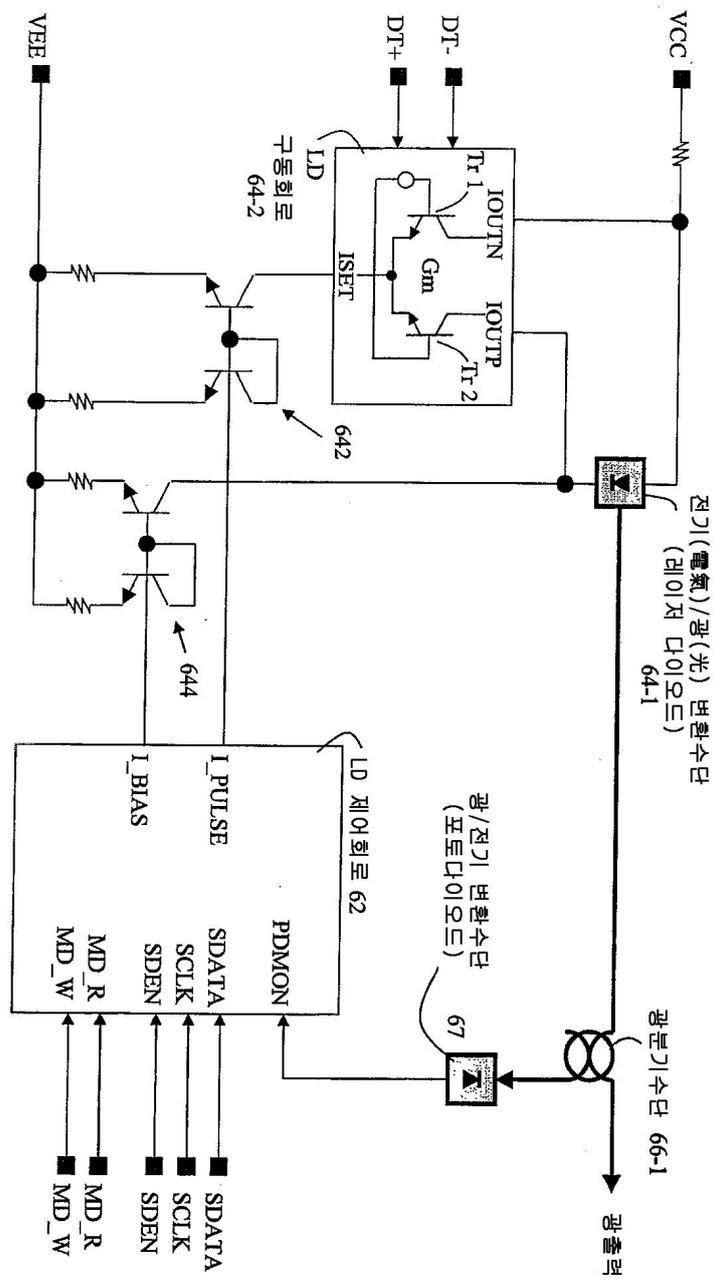


도면9

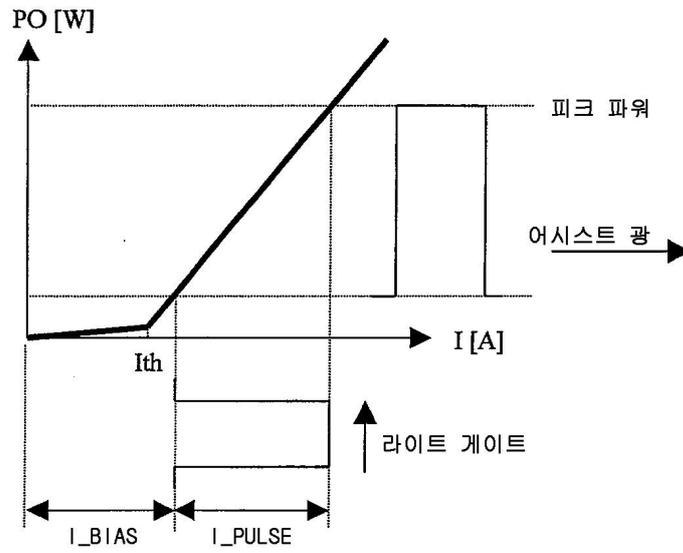




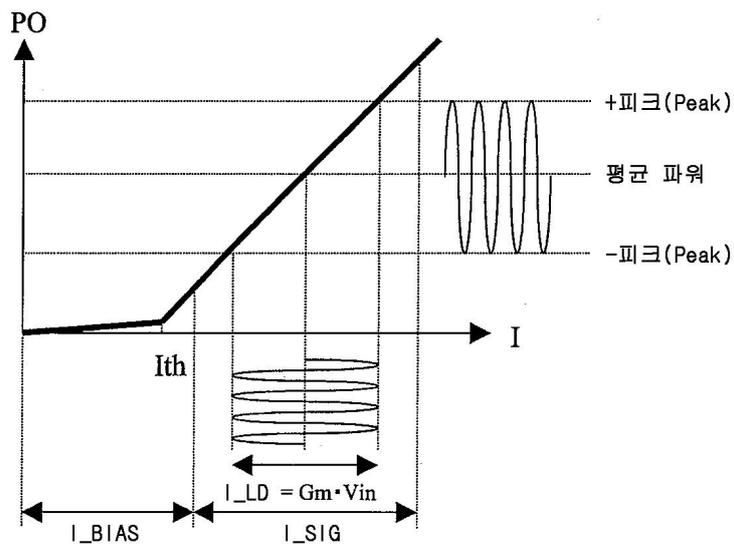
도면11



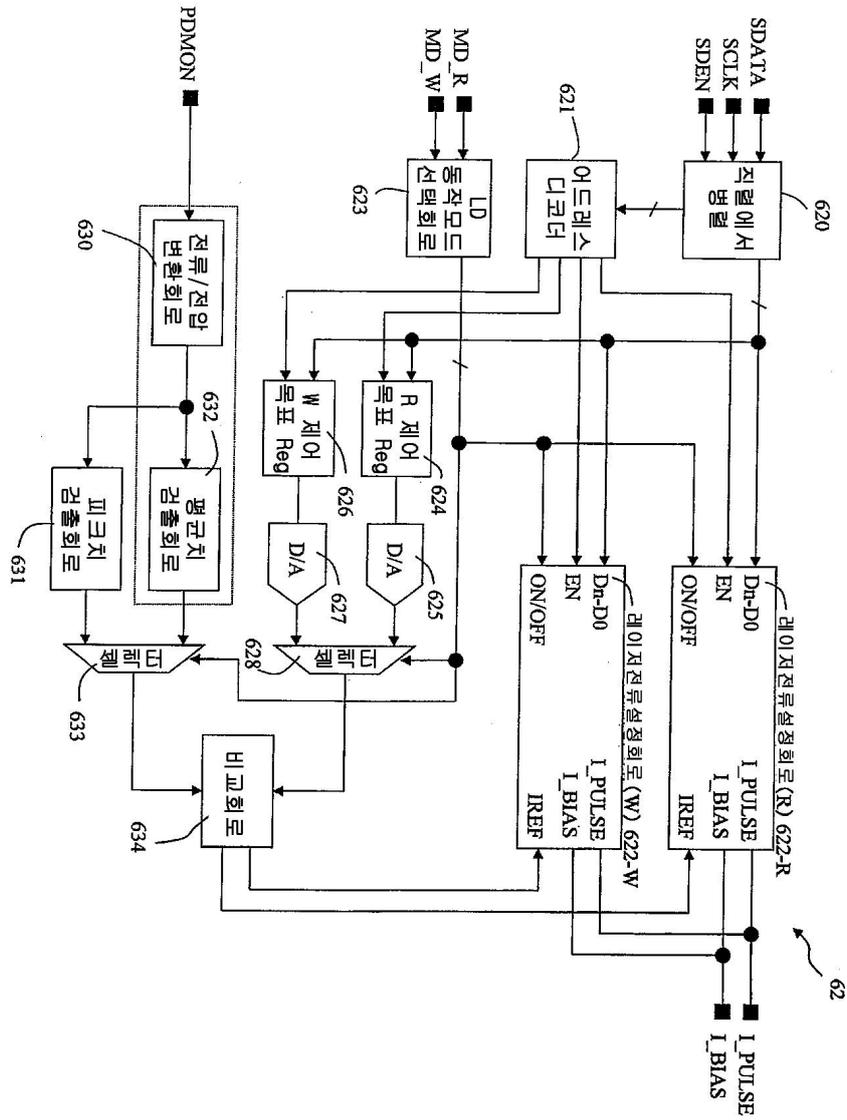
도면12



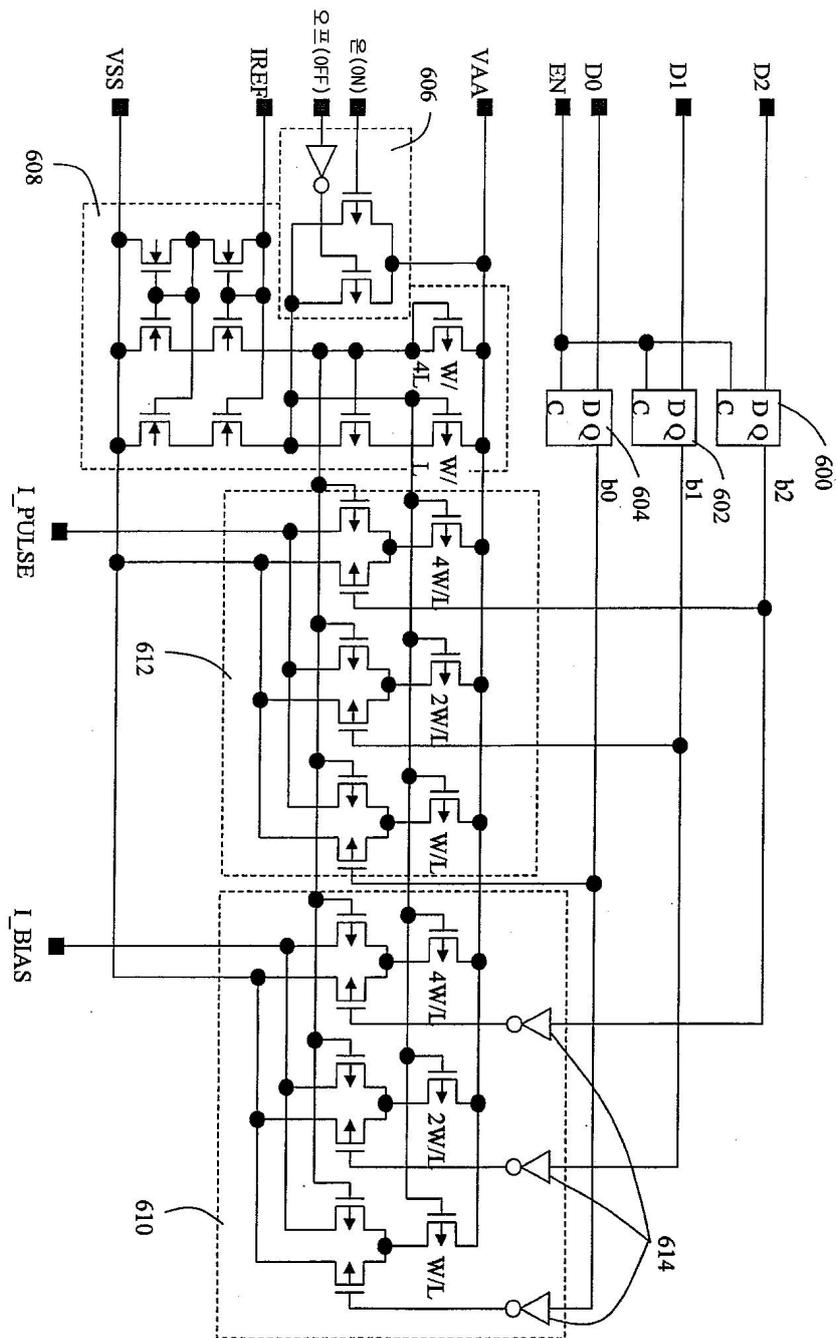
도면13



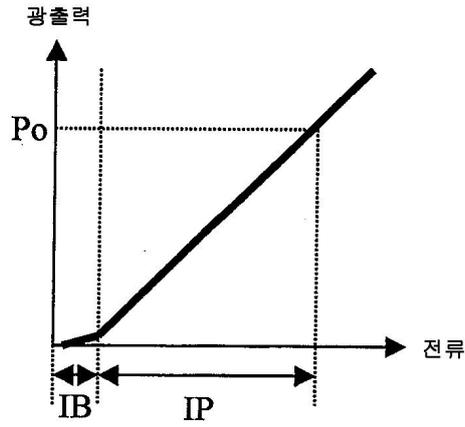
도면14



도면15

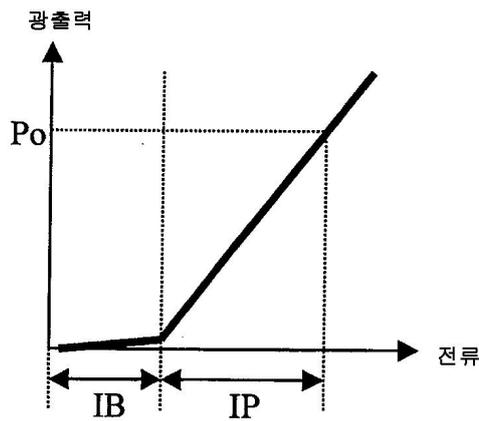


도면16



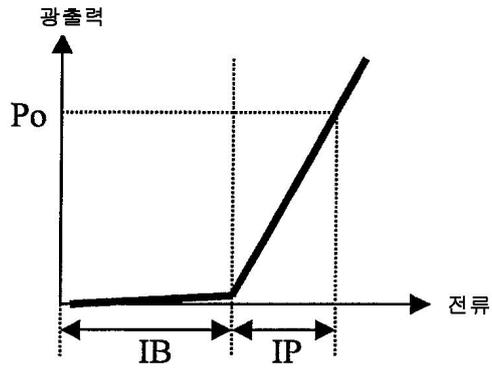
(a) IB가 작고 IP의 경사가 완만

도면17



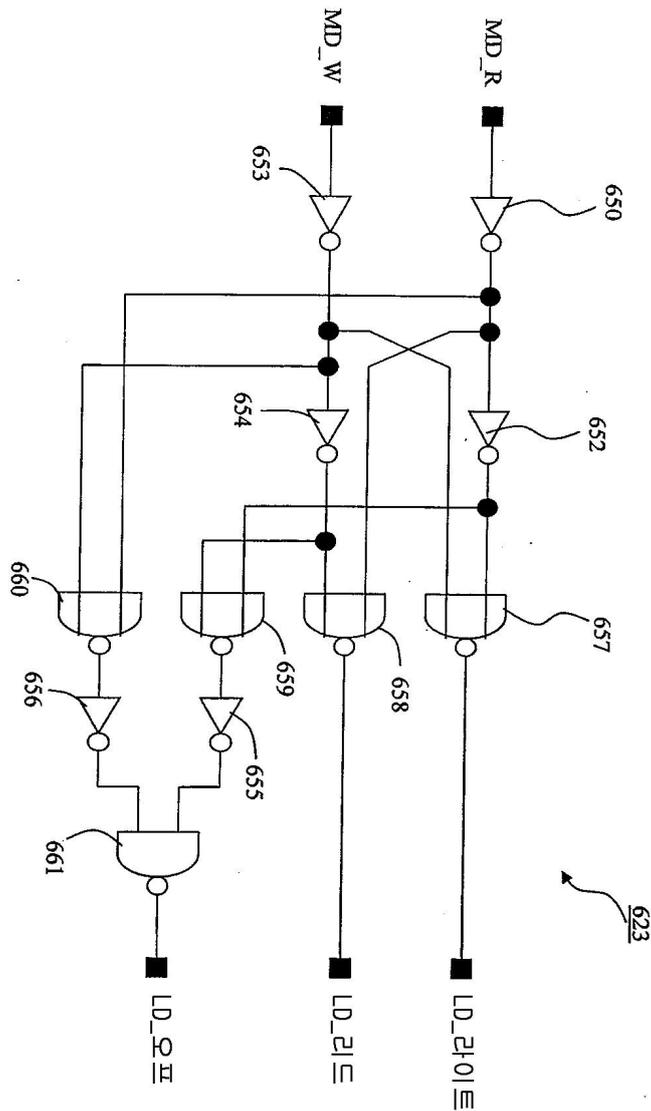
(b) 적절한 IB와 IP

도면18



(c) IB가 크고 IP의 경사가 급경사

도면19



도면20

| MD_R | MD_W | 동작모드   |
|------|------|--------|
| 0    | 0    | LD_오프  |
| 0    | 1    | LD_라이트 |
| 1    | 0    | LD_리드  |
| 1    | 1    | LD_오프  |