



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0142714
(43) 공개일자 2017년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G11C 16/26 (2006.01) G06F 12/02 (2006.01)
G11C 16/04 (2006.01) G11C 16/30 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G11C 16/26 (2013.01)
G06F 12/0238 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0076658
(22) 출원일자 2016년06월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
에스케이하이닉스 주식회사
경기도 이천시 부발읍 경충대로 2091

(72) 발명자
전명운
경기도 용인시 수지구 달맞이로 13 죽전역 월드메
르디앙 101동 1503호

(74) 대리인
김성남

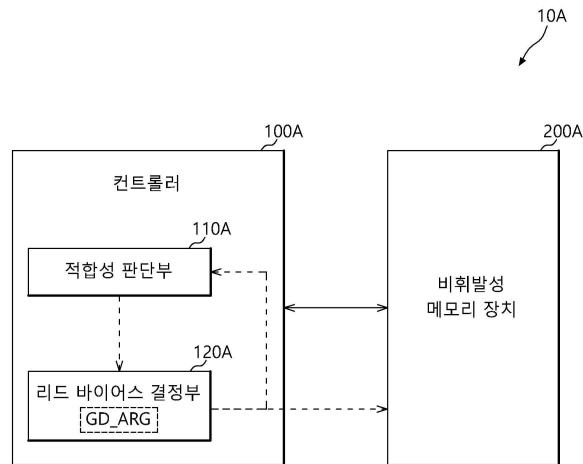
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 데이터 저장 장치 및 그것의 동작 방법

(57) 요약

데이터 저장 장치의 동작 방법은 복수의 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중 인접한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 제1 리드 바이어스의 적합성을 판단하는 단계 및 판단 결과에 따라 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G11C 16/0483 (2013.01)

G11C 16/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중 인접한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 제1 리드 바이어스의 적합성을 판단하는 단계; 및

판단 결과에 따라 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 리드 바이어스의 상기 적합성을 판단하는 단계는,

상기 복수의 메모리 셀들 중 상기 제1 리드 바이어스보다 작은 문턱 전압을 가진 메모리 셀들의 개수를 판단하는 단계; 및

상기 개수 및 상기 타겟 문턱 전압 분포들에 대응하는 기준 개수에 근거하여 상기 제1 리드 바이어스의 상기 적합성을 판단하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 개수를 판단하는 단계는,

상기 제1 리드 바이어스에 근거하여 상기 메모리 셀들로부터 리드되는 데이터를 획득하는 단계; 및

상기 데이터에서 소정 값의 비트들의 개수를 판단하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계는, 기울기 최적 알고리즘에 근거하여 상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계는,

가우시안 분포 함수에 근거하여, 상기 타겟 문턱 전압 분포들 중 제1 타겟 문턱 전압 분포의 평균 문턱 전압을 결정하는 단계; 및

상기 평균 문턱 전압 및 상기 제1 타겟 문턱 전압 분포의 추정 폭에 근거하여 상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 평균 문턱 전압을 결정하는 단계는,

상기 제1 타겟 문턱 전압 분포에서 상기 제1 리드 바이어스에 의해 형성된 부분 분포의 면적률을 결정하고 상기 가우시안 분포 함수에 관한 적분 방정식에 상기 면적률을 적용함으로써, 상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계는,

상기 제1 타겟 문턱 전압 분포에서 상기 제1 리드 바이어스에 의해 형성된 부분 분포의 면적률을 결정하고 Q 함수의 역함수에 상기 면적률을 적용함으로써, 상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 8

복수의 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중 인접한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 제1 리드 바이어스의 오차율을 산출함으로써 상기 제1 리드 바이어스의 적합성을 판단하는 단계;

판단 결과에 따라 가우시안 모델링 알고리즘 및 상기 오차율에 근거하여 상기 타겟 문턱 전압 분포들에 대응하는 시작 바이어스를 결정하는 단계; 및

상기 시작 바이어스에 근거하여 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 리드 바이어스의 상기 적합성을 판단하는 단계는,

상기 복수의 메모리 셀들 중 상기 제1 리드 바이어스보다 작은 문턱 전압을 가진 메모리 셀들의 개수를 판단하는 단계; 및

상기 개수 및 상기 타겟 문턱 전압 분포들에 대응하는 기준 개수에 근거하여 상기 제1 리드 바이어스의 상기 적합성을 판단하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 개수를 판단하는 단계는,

상기 제1 리드 바이어스에 근거하여 상기 메모리 셀들로부터 리드되는 데이터를 획득하는 단계; 및

상기 데이터에서 소정 값의 비트들의 개수를 판단하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 시작 바이어스를 결정하는 단계는,

가우시안 분포 함수 및 상기 오차율에 근거하여, 상기 타겟 문턱 전압 분포들 중 제1 타겟 문턱 전압 분포의 평균 문턱 전압을 결정하는 단계; 및

상기 평균 문턱 전압 및 상기 제1 타겟 문턱 전압 분포의 추정 폭에 근거하여 상기 시작 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 평균 문턱 전압을 결정하는 단계는,

상기 가우시안 분포 함수에 관한 적분 방정식에 상기 오차율을 적용함으로써, 상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계는,

Q 함수의 역함수에 상기 오차율을 적용함으로써, 상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계는, 기울기 최적 알고리즘에 근거하여 상기 시작 바이어스가 위치한 타겟 문턱 전압 분포의 기울기를 추정함으로써 상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 15

제8항에 있어서,

상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계는, 상기 시작 바이어스를 상기 제2 리드 바이어스로 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 16

가우시안 모델링 알고리즘 및 제1 리드 바이어스에 근거하여 복수의 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중 인접한 타겟 문턱 전압 분포들에 대응하는 시작 바이어스를 결정하는 단계; 및

상기 시작 바이어스에 근거하여 상기 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 시작 바이어스를 결정하는 단계는,

가우시안 분포 함수에 근거하여, 상기 타겟 문턱 전압 분포들 중 제1 타겟 문턱 전압 분포의 평균 문턱 전압을 결정하는 단계; 및

상기 평균 문턱 전압 및 상기 제1 타겟 문턱 전압 분포의 추정 폭에 근거하여 상기 시작 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 평균 문턱 전압을 결정하는 단계는,

상기 평균 문턱 전압 분포들에 대한 상기 제1 리드 바이어스의 오차율을 산출하고 상기 가우시안 분포 함수에 관한 적분 방정식에 상기 오차율을 적용함으로써, 상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계는,

상기 평균 문턱 전압 분포들에 대한 상기 제1 리드 바이어스의 오차율을 산출하고 Q 함수의 역함수에 상기 오차율을 적용함으로써, 상기 평균 문턱 전압을 산출하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계는, 기울기 최적 알고리즘에 근거하여 상기 시작 바이어스가 위치한 타겟 문턱 전압 분포의 기울기를 추정함으로써 상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계는, 상기 시작 바이어스를 상기 제2 리드 바이어스로 결정하는 단계를 포함하는 데이터 저장 장치의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 데이터 저장 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 비휘발성 메모리 장치를 포함하는 데이터 저장 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 데이터 저장 장치는 외부 장치의 라이트 요청에 응답하여, 외부 장치로부터 제공된 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 또한, 데이터 저장 장치는 외부 장치의 리드 요청에 응답하여, 저장된 데이터를 외부 장치로 제공하도록 구성될 수 있다. 외부 장치는 데이터를 처리할 수 있는 전자 장치로서, 컴퓨터, 디지털 카메라 또는 휴대폰 등을 포함할 수 있다. 데이터 저장 장치는 외부 장치에 내장되어 동작하거나, 분리 가능한 형태로 제작되어 외부 장치에 연결됨으로써 동작할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 실시 예는 리드 동작의 성능이 향상된 데이터 저장 장치 및 그것의 동작 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치의 동작 방법은 복수의 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중 인접한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 제1 리드 바이어스의 적합성을 판단하는 단계 및 판단 결과에 따라 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0005] 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치의 동작 방법은 복수의 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중 인접한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 제1 리드 바이어스의 오차율을 산출함으로써 상기 제1 리드 바이어스의 적합성을 판단하는 단계; 판단 결과에 따라 가우시안 모델링 알고리즘 및 상기 오차율에 근거하여 상기 타겟 문턱 전압 분포들에 대응하는 시작 바이어스를 결정하는 단계; 및 상기 시작 바이어스에 근거하여 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치의 동작 방법은 가우시안 모델링 알고리즘 및 제1 리드 바이어스에 근거하여 복수의 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중 인접한 타겟 문턱 전압 분포들에 대응하는 시작 바이어스를 결정하는 단계; 및 상기 시작 바이어스에 근거하여 상기 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 제2 리드 바이어스를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치 및 그것의 동작 방법은 성능이 향상된 리드 동작을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도1은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치를 도시한 블록도,

도2는 도1의 비휘발성 메모리 장치의 세부적인 구성을 예시적으로 도시한 블록도,
 도3a는 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들을 예시적으로 도시하는 도면,
 도3b는 문턱 전압 분포들의 이동을 예시적으로 도시하는 도면,
 도3c는 문턱 전압 분포들에 대한 최적 리드 바이어스들을 도시하는 도면,
 도3d는 문턱 전압 분포들에 대해 오작동한 리드 바이어스 결정 동작을 예시적으로 도시하는 도면,
 도4a 내지 도4c는 도1의 적합성 판단부가 타겟 리드 바이어스 및 타겟 문턱 전압 분포들을 결정하는 방법을 예시적으로 설명하기 위한 도면들,
 도5는 도1의 적합성 판단부의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 도면,
 도6a는 기울기 최적 알고리즘에 근거한 리드 바이어스 결정 동작을 예시적으로 도시하는 도면,
 도6b는 오작동한 기울기 최적 알고리즘에 근거한 리드 바이어스 결정 동작을 예시적으로 도시하는 도면,
 도7은 도1의 데이터 저장 장치의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도,
 도8은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치를 도시한 블록도,
 도9a 및 도9b는 도8의 시작 바이어스 결정부가 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 리드 바이어스 결정 동작을 위한 시작 바이어스를 결정하는 방법을 예시적으로 도시하는 도면들,
 도10은 소정의 면적률들에 대한 Q 함수의 역함수 값들이 예시적으로 정리된 테이블,
 도11은 도8의 데이터 저장 장치의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도,
 도12는 도8의 데이터 저장 장치의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도,
 도13은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치를 도시한 블록도,
 도14는 도13의 데이터 저장 장치의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도,
 도15는 본 발명의 실시 예에 따른 SSD를 도시하는 블록도,
 도16는 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치가 적용된 데이터 처리 시스템을 도시하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0010] 도1은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치(10A)를 도시한 블록도이다.
- [0011] 데이터 저장 장치(10A)는 외부 장치의 라이트 요청에 응답하여, 외부 장치로부터 제공된 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 또한, 데이터 저장 장치(10A)는 외부 장치의 리드 요청에 응답하여, 저장된 데이터를 외부 장치로 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0012] 데이터 저장 장치(10A)는 PCMCIA(Personal Computer Memory Card International Association) 카드, CF(Compact Flash) 카드, 스마트 미디어 카드, 메모리 스틱, 다양한 멀티 미디어 카드(MMC, eMMC, RS-MMC, MMC-micro), SD(Secure Digital) 카드(SD, Mini-SD, Micro-SD), UFS(Universal Flash Storage) 또는 SSD(Solid State Drive) 등으로 구성될 수 있다.
- [0013] 데이터 저장 장치(10A)는 컨트롤러(100A) 및 비휘발성 메모리 장치(200A)를 포함할 수 있다.
- [0014] 컨트롤러(100A)는 데이터 저장 장치(10A)의 제반 동작을 제어할 수 있다. 컨트롤러(100A)는 외부 장치로부터 전송된 라이트 요청에 응답하여 비휘발성 메모리 장치(200A)에 데이터를 저장하고, 외부 장치로부터 전송된 리드 요청에 응답하여 비휘발성 메모리 장치(200A)에 저장된 데이터를 리드하여 외부 장치로 출력할 수 있다.
- [0015] 컨트롤러(100A)는 적합성 판단부(110A) 및 리드 바이어스 결정부(120A)를 포함할 수 있다.
- [0016] 적합성 판단부(110A)는 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 타겟 리드 바이어스의 적합성을 판단할 수 있다. 타겟 리드 바이어스는, 비휘발성 메모리 장치(200A)가 리드 동작을 위해 사용 중인 리드 바이어스일 수 있다. 즉, 적합성 판단부(110A)는 현재 사용 중인 리드 바이어스의 적합성을 판단할 수 있다. 또한, 실시 예에 따라, 타겟 리

드 바이어스는 비휘발성 메모리 장치(200A)가 리드 동작을 위해 앞으로 사용할 리드 바이어스, 예를 들어, 리드 바이어스 결정부(120A)에 의해 결정된 새로운 리드 바이어스일 수 있다. 적합성 판단부(110A)는 잘못 결정된 리드 바이어스가 리드 동작에서 사용되기 전에, 새로운 리드 바이어스의 적합성을 미리 판단할 수 있다.

- [0017] 한편, 비휘발성 메모리 장치(200A)는 하나의 메모리 셀에 저장된 비트 수에 따라 리드 동작에서 복수의 리드 바이어스들을 사용할 수 있고, 타겟 리드 바이어스는 복수의 리드 바이어스들 중 하나 이상일 수 있다. 다시 말해서, 적합성 판단 동작은 복수의 리드 바이어스들 중 타겟 리드 바이어스로 선택된 리드 바이어스들에 대해 각각 수행될 수 있다. 그리고, 적합성이 판단될 타겟 리드 바이어스가 선택되면, 타겟 문턱 전압 분포들이 타겟 리드 바이어스에 대응하여 결정될 수 있다. 타겟 문턱 전압 분포들은 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들 중에서 서로 인접한 문턱 전압 분포들일 수 있다. 타겟 문턱 전압 분포들은 타겟 리드 바이어스로 구분되어야 할 인접한 문턱 전압 분포들일 수 있다. 즉, 본 발명에서 적합성 판단 동작은, 타겟 리드 바이어스가 서로 인접한 타겟 문턱 전압 분포들을 구분할 수 있도록 타겟 문턱 전압 분포들의 사이에 적절히 위치하는지 여부를 판단하기 위한 것일 수 있다.
- [0018] 구체적으로, 적합성 판단부(110A)는, 타겟 문턱 전압 분포들의 최적 리드 바이어스에 대한 타겟 리드 바이어스의 오차율을 산출하고 오차율에 근거하여 타겟 리드 바이어스가 최적 리드 바이어스에 대한 허용 오차 범위 내에 존재하는지 여부를 판단함으로써, 적합성 판단 동작을 수행할 수 있다. 최적 리드 바이어스는 타겟 문턱 전압 분포들의 골짜기에 대응하는 전압 레벨일 수 있다. 타겟 리드 바이어스는 최적 리드 바이어스에 대한 허용 오차 범위 내에 존재할 때 적합하다고 판단될 수 있다. 그러나, 타겟 리드 바이어스는 최적 리드 바이어스에 대한 허용 오차 범위 내에 존재하지 않을 때 부적합하다고 판단될 수 있다. 적합성이 인정된 타겟 리드 바이어스는 이후 비휘발성 메모리 장치(200A)의 리드 동작에서 사용될 수 있지만 적합성이 부정된 타겟 리드 바이어스는 리드 동작에서 사용될 수 없고, 따라서, 리드 바이어스 결정부(120A)는 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0019] 리드 바이어스 결정부(120A)는 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 새로운 리드 바이어스를 결정하기 위해서, 기울기 최적 알고리즘(Gradient Decent Algorithm, GD_ARG)에 근거하여 리드 바이어스 결정 동작을 수행할 수 있다. 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에 대한 자세한 설명은 후술될 것이다. 앞서 설명한 바와 같이, 리드 바이어스 결정부(120A)에 의해 결정된 새로운 리드 바이어스는 적합성 판단부(110A)에 의해 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 적합성을 판단받을 수 있다.
- [0020] 컨트롤러(100A)는 적합성 판단부(110A)에 의해 적합한 것으로 판단된 리드 바이어스들에 근거하여 리드 동작을 수행하도록 비휘발성 메모리 장치(200A)를 제어할 수 있다.
- [0021] 비휘발성 메모리 장치(200A)는 컨트롤러(100A)의 제어에 따라, 컨트롤러(100A)로부터 전송된 데이터를 저장하고, 저장된 데이터를 리드하여 컨트롤러(100A)로 전송할 수 있다. 비휘발성 메모리 장치(200A)는 컨트롤러(100A)에 의해 결정된 리드 바이어스들에 근거하여 리드 동작을 수행할 수 있다.
- [0022] 비휘발성 메모리 장치(200A)는 낸드 플래시(NAND Flash) 또는 노어 플래시(NOR Flash)와 같은 플래시 메모리 장치, FeRAM(Ferroelectrics Random Access Memory), PCRAM(Phase-Change Random Access Memory), MRAM(Magnetic Random Access Memory) 또는 ReRAM(Resistive Random Access Memory) 등을 포함할 수 있다.
- [0023] 한편, 도1은 데이터 저장 장치(10A)가 하나의 비휘발성 메모리 장치(200A)를 포함하는 것으로 도시하나, 본 발명의 실시 예는 이에 제한되지 않는다.
- [0024] 도2는 도1의 비휘발성 메모리 장치(200A)의 세부적인 구성을 예시적으로 도시한 블록도이다.
- [0025] 비휘발성 메모리 장치(200A)는 제어 로직(210), 전압 공급부(220), 인터페이스부(230), 어드레스 디코더(240), 데이터 입출력부(250) 및 메모리 영역(260)을 포함할 수 있다.
- [0026] 제어 로직(210)은 컨트롤러(100A)의 제어에 따라 비휘발성 메모리 장치(200A)의 제반 동작들을 제어할 수 있다. 제어 로직(210)은 컨트롤러(100A)로부터 전송된 커맨드를 인터페이스부(230)로부터 전송받고, 커맨드에 응답하여 제어 신호들을 비휘발성 메모리 장치(200A)의 내부 유닛들로 전송할 수 있다.
- [0027] 전압 공급부(220)는 제어 로직(210)의 제어에 따라, 비휘발성 메모리 장치(200A)의 제반 동작에 필요한 다양한 동작 전압들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 전압 공급부(220)는 리드 동작에서 사용될 리드 바이어스를 어드레스 디코더(240)로 공급할 수 있다.
- [0028] 인터페이스부(230)는 컨트롤러(100A)와 커맨드 및 어드레스를 포함한 각종 제어 신호들 및 데이터를 주고 받을

수 있다. 인터페이스부(230)는 입력된 각종 제어 신호들 및 데이터를 비휘발성 메모리 장치(200A)의 내부 유닛들로 전송할 수 있다.

- [0029] 어드레스 디코더(240)는 메모리 영역(260)에서 액세스될 부분을 선택하기 위해 어드레스를 디코딩할 수 있다. 어드레스 디코더(240)는 디코딩 결과에 따라 워드라인들(WL) 중 선택된 워드라인으로 리드 바이어스를 인가할 수 있다. 또한, 어드레스 디코더(240)는 비트라인들(BL)을 선택적으로 구동하도록 데이터 입출력부(250)를 제어할 수 있다.
- [0030] 데이터 입출력부(250)는 인터페이스부(230)로부터 전송된 데이터를 비트라인들(BL)을 통해 메모리 영역(260)으로 전송할 수 있다. 데이터 입출력부(250)는 메모리 영역(260)으로부터 비트라인들(BL)을 통해 리드된 데이터를 인터페이스부(230)로 전송할 수 있다. 데이터 입출력부(250)는 메모리 영역(260)에 포함된 메모리 셀이 리드 바이어스에 응답하여 온/오프됨에 따라 형성된 커런트를 센싱하고, 센싱 결과에 따라 메모리 셀로부터 리드된 데이터를 획득할 수 있다.
- [0031] 메모리 영역(260)은 워드라인들(WL)을 통해 어드레스 디코더(240)와 연결될 수 있고, 비트라인들(BL)을 통해 데이터 입출력부(250)와 연결될 수 있다. 메모리 영역(260)은 워드라인들(WL)과 비트라인들(BL)이 교차하는 영역에 각각 배치되고 데이터가 저장되는 복수의 메모리 셀들을 포함할 수 있다. 메모리 영역(260)은 2차원 또는 3차원 구조의 메모리 셀 어레이를 포함할 수 있다.
- [0032] 도3a는 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들(D1~D4)을 예시적으로 도시하는 도면이다. 가로축(VTH)은 메모리 셀의 문턱 전압을 의미하고, 세로축(Cell #)은 문턱 전압에 대한 메모리 셀들의 개수를 의미할 수 있다. 문턱 전압 분포들(D1~D4)을 형성하는 메모리 셀들은 단일의 워드라인에 연결된 메모리 셀들일 수 있다.
- [0033] 도3a를 참조하면, 메모리 셀들은 저장된 데이터에 따라 일정한 문턱 전압 분포들(D1~D4)을 형성할 수 있다. 메모리 셀은 라이트 동작이 수행될 때, 저장될 2비트의 데이터에 따라 4개의 문턱 전압 분포들(D1~D4) 중 어느 하나에 대응하는 문턱 전압을 가지도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 데이터 "11"이 저장된 메모리 셀은 문턱 전압 분포(D1)에 대응하는 문턱 전압을 가질 수 있다. 한편, 도3a는 메모리 셀에 2비트의 데이터가 저장되는 경우를 도시하지만, 본 발명의 실시 예는 이에 제한되지 않는다.
- [0034] 메모리 셀은 대응하는 워드라인을 통해 소정의 리드 바이어스를 인가받을 때, 자신의 문턱 전압에 따라 턴온되거나 턴오프 상태를 유지할 수 있다. 구체적으로, 메모리 셀은 자신의 문턱 전압보다 높은 리드 바이어스가 인가되면, 턴온될 수 있고, 자신의 문턱 전압보다 낮은 리드 바이어스가 인가되면 턴오프 상태를 유지할 수 있다. 메모리 셀은 턴온/턴오프됨으로써, 대응하는 비트라인에 커런트를 형성할 수 있다. 그리고, 해당 커런트를 센싱함으로써 메모리 셀의 문턱 전압이 인가된 리드 바이어스보다 높은지 또는 낮은지가 판단될 수 있다. 이러한 원리로, 리드 동작이 수행될 때, 리드 바이어스들(R1~R3)이 메모리 셀들의 문턱 전압 분포들(D1~D4)을 구분하기 위해서 메모리 셀들로 인가될 수 있다. 그리고, 메모리 셀이 위치하는 문턱 전압 분포를 판별함으로써 메모리 셀에 저장된 데이터가 획득될 수 있다.
- [0035] 도3b는 문턱 전압 분포들(D1~D4)의 이동을 예시적으로 도시하는 도면이다.
- [0036] 도3b를 참조하면, 메모리 셀들의 문턱 전압들이 변경됨으로써 문턱 전압 분포들(D1~D4)은 문턱 전압 분포들(D1'~D4')로 이동할 수 있다. 메모리 셀의 문턱 전압의 변화는 인접하는 메모리 셀들 간의 간섭이나 시간의 경과에 따른 방전 등에 기인하여 발생할 수 있다.
- [0037] 이때, 리드 바이어스들(R1~R3)은 문턱 전압 분포들(D1'~D4')을 구별하기에 부적절할 수 있다. 메모리 셀들이 문턱 전압 분포들(D1'~D4')을 형성할 때, 리드 바이어스들(R1~R3)에 근거하여 메모리 셀들로부터 리드된 데이터는 컨트롤러(100A)의 에러 정정 능력을 초과하는 에러 비트들을 포함할 수 있다. 즉, 리드 바이어스들(R1~R3)을 사용한 리드 동작은 실패할 수 있다.
- [0038] 도3c는 문턱 전압 분포들(D1'~D4')에 대한 최적 리드 바이어스들(R10P~R30P)을 도시하는 도면이다.
- [0039] 도3c를 참조하면, 최적 리드 바이어스들(R10P~R30P)은 이동된 문턱 전압 분포들(D1'~D4')의 골짜기에 위치할 수 있다. 최적 리드 바이어스들(R10P~R30P)은, 문턱 전압 분포들(D1'~D4')을 형성하는 메모리 셀들로부터 리드된 데이터가 최소한의 에러 비트들을 포함하도록 하는 리드 바이어스들일 수 있다. 메모리 셀들이 문턱 전압 분포들(D1'~D4')을 형성할 때, 최적 리드 바이어스들(R10P~R30P)에 근거하여 메모리 셀들로부터 리드된 데이터는 컨트롤러(100A)의 에러 정정 능력 내의 에러 비트들을 포함할 수 있다. 즉, 최적 리드 바이어스들(R10P~R30P)을 사용한 리드 동작은 성공할 수 있다.

- [0040] 다시 도1을 참조하면, 리드 바이어스 결정부(120A)는, 문턱 전압 분포들(D1~D4)이 문턱 전압 분포들(D1'~D4')로 이동할 경우, 최적 리드 바이어스들(R10P~R30P)을 새로운 리드 바이어스들로 결정하기 위해서 리드 바이어스 결정 동작을 수행할 수 있다.
- [0041] 도3d는 문턱 전압 분포들(D1'~D4')에 대해 오작동한 리드 바이어스 결정 동작을 예시적으로 도시하는 도면이다.
- [0042] 도3d를 참조하면, 리드 바이어스 결정 동작의 오작동에 의해, 문턱 전압 분포들(D1'~D4')에 대해 새로운 리드 바이어스들(R1F~R3F)이 결정될 수 있다. 이러한 리드 바이어스 결정 동작의 오작동은 후술될 바와 같이 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)이 오작동함으로써 발생할 수 있다. 새로운 리드 바이어스들(R1F~R3F)은 모든 문턱 전압 분포들(D1'~D4')을 구별하지 못하므로 리드 동작을 수행하는 데 부적합할 것이다. 따라서, 새로운 리드 바이어스들(R1F~R3F)에 근거한 리드 동작은 실패할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 실시 예에 따르면, 적합성 판단부(110A)는 현재 사용 중인 리드 바이어스 또는 리드 바이어스 결정부(120A)에 의해 결정된 리드 바이어스의 적합성을 간이한 방법을 통해 효율적으로 판단할 수 있다.
- [0044] 도4a 내지 도4c는 도1의 적합성 판단부(110A)가 타겟 리드 바이어스 및 타겟 문턱 전압 분포들을 결정하는 방법을 예시적으로 설명하기 위한 도면들이다. 도4a 내지 도4c는, 오작동한 리드 바이어스 결정 동작에 의해 문턱 전압 분포들(D1'~D4')에 대해 리드 바이어스들(R1F~R3F)이 잘못 결정된 상황에서, 타겟 리드 바이어스 및 타겟 문턱 전압 분포들을 결정하는 방법을 도시한다.
- [0045] 도4a를 참조하면, 적합성 판단부(110A)는 리드 바이어스(R1F)를 타겟 리드 바이어스로 선택할 수 있다. 리드 동작에서 타겟 리드 바이어스(R1F)는 문턱 전압 분포들(D1', D2')을 구분하기 위해 사용될 것이므로, 문턱 전압 분포들(D1', D2')이 타겟 문턱 전압 분포들로 결정될 수 있다.
- [0046] 도4b를 참조하면, 적합성 판단부(110A)는 리드 바이어스(R2F)를 타겟 리드 바이어스로 선택할 수 있다. 리드 동작에서 타겟 리드 바이어스(R2F)는 문턱 전압 분포들(D2', D3')을 구분하기 위해 사용될 것이므로, 문턱 전압 분포들(D2', D3')이 타겟 문턱 전압 분포들로 결정될 수 있다.
- [0047] 도4c를 참조하면, 적합성 판단부(110A)는 리드 바이어스(R3F)를 타겟 리드 바이어스로 선택할 수 있다. 리드 동작에서 타겟 리드 바이어스(R3F)는 문턱 전압 분포들(D3', D4')을 구분하기 위해 사용될 것이므로, 문턱 전압 분포들(D3', D4')이 타겟 문턱 전압 분포들로 결정될 수 있다.
- [0048] 정리하면, 적합성 판단부(110A)는 리드 바이어스들(R1F~R3F) 및 문턱 전압 분포들(D1'~D4')의 순서에 근거하여, 타겟 리드 바이어스에 대응하는 타겟 문턱 전압 분포들을 결정할 수 있다.
- [0049] 도5는 도1의 적합성 판단부(110A)의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 도면이다. 도5에서 적합성 판단부(110A)는, 예를 들어, 도4b의 타겟 리드 바이어스(R2F)가 타겟 문턱 전압 분포들(D2', D3')에 대해 적합한지 여부를 판단할 것이다.
- [0050] 도5를 참조하면, 우선, 적합성 판단부(110A)는 타겟 리드 바이어스(R2F)보다 작은 문턱 전압을 가진 것으로 판단되는 타겟 메모리 셀들의 개수, 즉, 판단 셀 개수를 판단할 수 있다. 적합성 판단부(110A)는, 타겟 리드 바이어스(R2F)가 타겟 메모리 셀들로 인가될 때 턴온되는 타겟 메모리 셀들의 개수를 판단 셀 개수로서 판단할 수 있다. 적합성 판단부(110A)는, 타겟 리드 바이어스(R2F)가 타겟 메모리 셀들로 인가될 때 타겟 메모리 셀들로부터 리드되는 데이터를 획득하고 획득된 데이터에서 소정 값, 예를 들어, "1"들을 카운트함으로써, 판단 셀 개수를 판단할 수 있다. 도5를 참조하면, 예를 들어, 전체 "400"개의 타겟 메모리 셀들에 대해 판단 셀 개수는 "290"일 수 있다.
- [0051] 그리고, 적합성 판단부(110A)는 판단 셀 개수와 비교할 기준 셀 개수를 결정할 수 있다. 기준 셀 개수는, 문턱 전압 분포들(D1'~D4')에 대응하는 메모리 셀들의 개수가 균등할 때, 최적 리드 바이어스(R20P)보다 작은 문턱 전압을 가진 것으로 추정되는 타겟 메모리 셀들의 개수일 수 있다. 다시 말하면, 기준 셀 개수는, 문턱 전압 분포들(D1'~D4')에 대응하는 메모리 셀들의 개수가 균등할 때, 최적 리드 바이어스(R20P)가 타겟 메모리 셀들로 인가된다면 턴온될 것으로 추정되는 타겟 메모리 셀들의 개수일 수 있다. 따라서, 기준 셀 개수는 타겟 리드 바이어스 또는 타겟 문턱 전압 분포들이 무엇인지에 따라 결정될 수 있다. 도5를 참조하면, 타겟 문턱 전압 분포들(D2', D3')에 대한 기준 셀 개수는 "200"일 수 있다.
- [0052] 그리고, 적합성 판단부(110A)는 판단 셀 개수와 기준 셀 개수에 근거하여 타겟 리드 바이어스(R2F)의 적합성을 판단할 수 있다. 예를 들어, 적합성 판단부(110A)는 아래의 식(1)에 근거한 판단 셀 개수와 기준 셀 개수의 오차율(Pr_DF)이 소정의 허용 오차 범위에 포함될 때 타겟 리드 바이어스(R2F)가 적합하다고 판단할 수 있다. 오

차율(Pr_DF)이 작을수록, 타겟 리드 바이어스($R2F$)는 최적 리드 바이어스($R20P$)에 근접할 수 있다.

- [0053] 식(1) $Pr_DF = (\text{판단 셀 개수} - \text{기준 셀 개수}) / \text{문턱 전압 분포 당 타겟 메모리 셀들의 개수}$.
- [0054] 도5에서 적합성 판단부(110A)는 타겟 리드 바이어스($R2F$)의 오차율(Pr_DF)을 "0.9"로 판단할 수 있다. 이때, 적합성 판단부(110A)는 타겟 리드 바이어스($R2F$)가 최적 리드 바이어스($R20P$)에 대한 소정의 허용 오차 범위에 포함되지 않는다고 판단하고, 타겟 리드 바이어스($R2F$)는 타겟 문턱 전압 분포들($D2'$, $D3'$)에 대해 부적합한 것으로 판단할 수 있다. 따라서, 리드 바이어스 결정부(120A)는 잘못 결정된 타겟 리드 바이어스($R2F$) 대신 새로운 리드 바이어스를 결정하기 위해서 리드 바이어스 결정 동작을 다시 수행할 수 있다.
- [0055] 한편, 적합성 판단부(110A)는 기준 셀 개수를 결정하여야 하고, 기준 셀 개수는 문턱 전압 분포들($D1' \sim D4'$)에 각각 대응하는 타겟 메모리 셀들의 개수에 근거하여 결정될 수 있다. 따라서, 만일, 데이터가 랜더마이징된 후에 비휘발성 메모리 장치에 저장되는 경우라면, 문턱 전압 분포들($D1' \sim D4'$)이 동일한 개수의 타겟 메모리 셀들에 각각 대응되는 것으로 가정하고 상술한 바와 같이 기준 셀 개수를 결정할 수 있을 것이다.
- [0056] 도6a는 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에 근거한 리드 바이어스 결정 동작을 예시적으로 도시하는 도면이다. 도6a는 임의의 타겟 문턱 전압 분포들($TD1$, $TD2$)에 대해 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에 근거한 리드 바이어스 결정 동작이 어떻게 수행되는지를 보여준다.
- [0057] 도6a를 참조하면, 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에 근거한 리드 바이어스 결정 동작은 인접한 임의의 타겟 문턱 전압 분포들($TD1$, $TD2$)에서 기울기가 "0"인 위치에 대응하는 전압 레벨을 찾도록 진행될 수 있다.
- [0058] 구체적으로, 리드 바이어스 결정 동작이 수행될 때, 소정의 시작 바이어스(ST)인 테스트 바이어스($T2$)를 포함하는 적어도 3개의 테스트 바이어스들($T1 \sim T3$)에 근거하여 데이터가 리드될 수 있다. 그리고, 리드된 데이터를 통해 테스트 바이어스들($T1 \sim T3$) 사이의 구간들에 대응하는 메모리 셀들의 개수가 산출될 수 있다. 그리고, 산출 결과에 근거하여 테스트 바이어스들($T1 \sim T3$) 사이의 구간들에 대응하는 타겟 문턱 전압 분포($TD2$)의 기울기가 추정될 수 있다.
- [0059] 이어서, 시작 바이어스(ST)에 대해 기울기의 크기가 감소하는 방향(A)에서 테스트 바이어스들($T4$, $T5$)이 추가적으로 선택되고, 테스트 바이어스들($T3 \sim T5$) 사이의 구간들에 대응하는 타겟 문턱 전압 분포($TD2$)의 기울기가 동일한 방식으로 추정될 수 있다. 이때, 테스트 바이어스들의 선택 및 기울기의 추정은 타겟 문턱 전압 분포($TD2$)에서 기울기가 "0"인 위치가 발견될 때까지 선택 방향을 변경하면서 계속될 수 있다. 그리고, 기울기가 "0"인 위치가 발견될 때, 마지막으로 선택된 3개의 테스트 바이어스들 중에서 중간 테스트 바이어스가 새로운 리드 바이어스로 선택될 수 있다. 예를 들어, 도6a에서는 테스트 바이어스($T4$)가 새로운 리드 바이어스로 선택될 수 있다.
- [0060] 이러한 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에서는 시작 바이어스(ST)의 위치가 결과에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 도6b에 도시된 바와 같이, 시작 바이어스(ST)의 위치에 따라 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)은 오작동할 수 있다.
- [0061] 도6b는 오작동한 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에 근거한 리드 바이어스 결정 동작을 예시적으로 도시하는 도면이다.
- [0062] 도6b를 참조하면, 우선, 도6a의 타겟 문턱 전압 분포들($TD1$, $TD2$)은 타겟 문턱 전압 분포들($TD1'$, $TD2'$)로 이동하였지만, 시작 바이어스(ST)는 도6a와 동일하게 테스트 바이어스($T2$)인 것으로 가정할 것이다. 이러한 상황은, 기설정된 시작 바이어스(ST)의 위치가 타겟 문턱 전압 분포들($TD1$, $TD2$)의 큰 이동에 의해 부적절하게 된 경우일 것이다.
- [0063] 리드 바이어스 결정 동작이 수행될 때, 도6a를 참조하여 설명된 방식대로, 소정의 시작 바이어스(ST)인 테스트 바이어스($T2$)를 포함하는 적어도 3개의 테스트 바이어스들($T1'$, $T2$, $T3'$)에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포($TD2'$)의 기울기가 추정되기 시작할 것이다. 그리고, 테스트 바이어스들의 선택 및 기울기의 추정은 시작 바이어스(ST)에 대해 기울기의 크기가 감소하는 방향(B)으로 진행될 수 있다. 따라서, 테스트 바이어스들($T4'$, $T5'$)이 선택되고, 결국, 테스트 바이어스($T4'$)가 타겟 문턱 전압 분포들($TD1'$, $TD2'$)의 새로운 리드 바이어스로 잘못 결정될 수 있다.
- [0064] 이처럼, 최적 리드 바이어스(ROP)가 위치한 방향(A)과 반대 방향(B)으로 진행된 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)의 오작동은, 시작 바이어스(ST)가 최적 리드 바이어스(ROP)에서 너무 멀어지게 될 때 발생할 수 있다. 물론, 시작 바이어스(ST)의 위치는 애초부터 잘못 설정될 수도 있지만, 타겟 문턱 전압 분포들($TD1$, $TD2$)의 예상 이동

량을 고려하여 적절하게 기설정되더라도 타겟 문턱 전압 분포들(TD1, TD2)이 너무 크게 이동함으로써 부적절하게 될 수도 있다.

- [0065] 그러나, 본 발명의 적합성 판단부(110A)는, 리드 바이어스 결정 동작이 오작동하더라도 리드 바이어스의 적합성을 간이한 방법으로 판단하여 리드 바이어스 결정 동작이 재수행되도록 할 수 있다.
- [0066] 한편, 컨트롤러(100A)는 적합성 판단 동작에서 산출된 오차율(Pr_DF)에 근거하여, 시작 바이어스(ST)가 최적 리드 바이어스(R20P)에 대해 위치한 방향을 추정할 수 있을 것이다. 예를 들어, 오차율(Pr_DF)이 양수일 때, 시작 바이어스(ST)는 도6b에 도시된 바와 같이 최적 리드 바이어스(R20P)에서 우측으로 멀리 위치한 것으로 추정할 수 있다. 따라서, 컨트롤러(100A)는 시작 바이어스(ST)를 적절한 방향(A)으로 이동시킬 수 있다. 결국, 리드 바이어스 결정부(120A)는 새로운 시작 바이어스에 근거하여 리드 바이어스 결정 동작을 다시 수행할 수 있다.
- [0067] 도7은 도1의 데이터 저장 장치(10A)의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도이다.
- [0068] 단계(S110)에서, 적합성 판단부(110A)는 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 타겟 리드 바이어스의 적합성을 판단할 수 있다. 적합성 판단부(110A)는 타겟 문턱 전압 분포들의 최적 리드 바이어스에 대한 타겟 리드 바이어스의 오차율을 산출하고 오차율에 근거하여 타겟 리드 바이어스가 최적 리드 바이어스에 대한 허용 오차 범위 내에 존재하는지 여부를 판단함으로써, 타겟 리드 바이어스의 적합성을 판단할 수 있다. 그리고, 타겟 리드 바이어스가 적합한 것으로 판단될 때, 절차는 종료할 수 있다. 그러나, 타겟 리드 바이어스가 부적합한 것으로 판단될 때, 절차는 단계(S120)로 이동할 수 있다.
- [0069] 단계(S120)에서, 리드 바이어스 결정부(120A)는 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다. 리드 바이어스 결정부(120A)는 소정의 시작 바이어스로부터 타겟 문턱 전압 분포들에서 기울기가 "0"인 위치에 대응하는 전압 레벨을 찾도록 진행됨으로써 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0070] 도8은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치(10B)를 도시한 블록도이다.
- [0071] 데이터 저장 장치(10B)는 컨트롤러(100B) 및 비휘발성 메모리 장치(200B)를 포함할 수 있다. 컨트롤러(100B)는 적합성 판단부(110B), 리드 바이어스 결정부(120B) 및 시작 바이어스 결정부(130B)를 포함할 수 있다. 적합성 판단부(110B) 및 리드 바이어스 결정부(120B)는 도1의 적합성 판단부(110A) 및 리드 바이어스 결정부(120A)와 실질적으로 동일하게 구성되고 동작할 수 있고, 따라서, 상세한 설명은 생략될 것이다.
- [0072] 시작 바이어스 결정부(130B)는, 적합성 판단부(110B)가 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 타겟 리드 바이어스를 부적합한 것으로 판단할 때, 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 수행될 리드 바이어스 결정 동작의 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 시작 바이어스 결정부(130B)는 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 특히, 시작 바이어스 결정부(130B)는 타겟 문턱 전압 분포들의 최적 리드 바이어스에 근접하도록 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 즉, 도6d를 참조하여 설명한 바와 같이, 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)은 시작 바이어스가 타겟 문턱 전압 분포들의 최적 리드 바이어스에서 크게 멀어질 때 오작동할 수 있으므로, 시작 바이어스 결정부(130B)는 최적 리드 바이어스에 근접하도록 시작 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0073] 구체적으로, 시작 바이어스 결정부(130B)는 가우시안 분포 함수에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들 중 선택된 제1 타겟 문턱 전압 분포의 평균 문턱 전압을 결정하고, 평균 문턱 전압 및 제1 타겟 문턱 전압 분포의 추정 폭에 근거하여 시작 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0074] 정리하면, 시작 바이어스 결정부(130B)는, 리드 바이어스 결정 동작에서 사용될, 보다 적절한 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 리드 바이어스 결정부(120B)는 결정된 시작 바이어스를 사용하여 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)에 근거한 리드 바이어스 결정 동작을 수행할 수 있다.
- [0075] 한편, 시작 바이어스 결정부(130B)는 시간이 경과하는 동안 동일한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거한 시작 바이어스 결정 동작을 복수회 수행할 수 있다. 이때, 시작 바이어스 결정부(130B)는 동일한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 복수의 시작 바이어스들을 산출할 것이다. 따라서, 실시 예에 따라, 시작 바이어스 결정부(130B)는 시간이 경과하는 동안 동일한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 산출된 시작 바이어스들의 평균을 새로운 시작 바이어스로 결정할 수 있다.
- [0076] 도9a는 도8의 시작 바이어스 결정부(130B)가 타겟 문턱 전압 분포들(TD1, TD2)에 대한 리드 바이어스 결정 동작을 위한 시작 바이어스(SV2)를 결정하는 방법을 예시적으로 도시하는 도면이다.

[0077] 시작 바이어스 결정부(130B)는 타겟 문턱 전압 분포들(TD1, TD2) 중 선택된 어느 하나(TD2)의 평균 문턱 전압 (m_2)을 산출할 수 있다. 평균 문턱 전압(m_2)이 산출되는 타겟 문턱 전압 분포(TD2)는 타겟 문턱 전압 분포들 (TD1, TD2) 중에서 기준 리드 바이어스(TR2)가 위치하는 타겟 문턱 전압 분포일 수 있다. 시작 바이어스 결정부 (130B)는 선택된 타겟 문턱 전압 분포(TD2) 상에서 기준 리드 바이어스(TR2)에 의해 형성된 부분 분포(PVR2)의 면적률에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포(TD2)의 평균 문턱 전압(m_2)을 결정할 수 있다. 부분 분포(PVR2)의 면적 률은 타겟 문턱 전압 분포(TD2)에 대한 부분 분포(PVR2)의 비율일 수 있다. 다른 말로 하면, 부분 분포(PVR2)의 면적 률은 타겟 메모리 셀이 타겟 문턱 전압 분포(TD2) 중 부분 분포(PVR2)에 존재할 확률일 수 있다.

[0078] 한편, 면적률 산출의 오버헤드를 줄이기 위해서 시작 바이어스 결정부(130B)는, 적합성 판단부(110B)가 적합성 을 판단한 타겟 리드 바이어스를 기준 리드 바이어스(TR2)로 간주하고 타겟 리드 바이어스의 오차율(Pr_DF)로부 터 면적률을 용이하게 산출할 수 있다. 예를 들어, 오차율(Pr_DF)이 양수로 산출된 타겟 리드 바이어스는 최적 리드 바이어스(ROP)의 우측, 즉, 타겟 문턱 전압 분포(TD2)에 위치하므로 기준 리드 바이어스(TR2)로 둘 수 있 다. 이때, 부분 분포(PVR2)의 면적률(Pr_PVR2)과 오차율(Pr_DF)의 관계는 아래의 식(2)와 같을 수 있다.

[0079] 식(2) $Pr_PVR2 = 1 - Pr_DF$, 단, $Pr_DF > 0$

[0080] 계속해서, 시작 바이어스 결정부(130B)는 부분 분포(PVR2)의 면적률(Pr_PVR2)에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포 (TD2)의 평균 문턱 전압(m_2)을 결정할 수 있다. 구체적으로, 타겟 문턱 전압 분포(TD2)는 가우시안 모델링됨으 로써 아래의 식(3)으로 표현될 수 있다. 아래 식(3)에서, " v_{th} "는 문턱 전압 축(VTH)의 값이고, " σ "는 타겟 문 턱 전압 분포(TD2)의 분산일 수 있다.

[0081] 식(3) $TD2 = \frac{1}{2\sqrt{\pi}\sigma} e^{-\frac{(v_{th}-m_2)^2}{2\sigma^2}}$

[0082] 따라서, 부분 분포(PVR2)의 면적률(Pr_PVR2) 또는 타겟 리드 바이어스(TR2)의 오차율(Pr_DF)에 대해 아래의 적 분 방정식(4)가 성립될 수 있다.

[0083] 식(4) $Pr_PVR2 = 1 - Pr_DF = \int_{R2F}^{\infty} \frac{1}{2\sqrt{\pi}\sigma} e^{-\frac{(v_{th}-m_2)^2}{2\sigma^2}} dv_{th}$

[0084] 따라서, 타겟 문턱 전압 분포(TD2)의 분산(σ)이 적절한 상수로 설정되면 식(4)로부터 평균 문턱 전압(m_2)이 결 정될 수 있다.

[0085] 실시 예에 따라, 상기 식(4)의 연산을 수행하지 않고, Q 함수 특성을 이용하여 부분 분포(PVR2)의 면적률 (Pr_PVR2)로부터 평균 문턱 전압(m_2)이 간이하게 결정될 수 있다.

[0086] 구체적으로, 가우시안 분포인 타겟 문턱 전압 분포(TD2)는 표준 가우시안 분포로서 표준화될 수 있고, 표준화된 타겟 문턱 전압 분포(STD2)는 아래 식(5)로 변환될 수 있다.

[0087] 식(5) $STD2 = \frac{1}{2\sqrt{\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}}$

[0088] 그리고, 아래 식(6)으로 표현되는 Q 함수는 표준 가우시안 분포의 확률 변수가 " z "보다 큰 값일 확률을 의미할 수 있다.

[0089] 식(6) $Q(z) = \int_z^{\infty} \frac{1}{2\sqrt{\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy$

[0090] 따라서, 아래 식(7)이면, 식(4)와 식(6)에 근거하여 식(8)이 성립할 수 있다.

[0091] 식(7) $z = \frac{TR2-m_2}{\sigma}$

[0092] 식(8) $Q(z) = Pr_PVR2$

[0093] 한편, z 값에 대한 $Q(z)$ 값은 알려져 있으므로, $Q(z)$ 값을 알면 역으로 z 값을 알 수 있다. 따라서, 최종적으로 식(7)과 식(8)을 통해 아래 식(9)가 도출될 수 있다. 아래에서, Q^{-1} 은 $Q(z)$ 의 역함수일 수 있다.

[0094] 식(9) $m2 = TR2 - Q^{-1}(Pr_PVR2)\sigma$

[0095] 또한, 식(2) 및 식(9)를 통해 타겟 리드 바이어스(TR2)의 오차율(Pr_DF)에 관한 아래 식(10)이 도출될 수 있다.

[0096] 식(10) $m2 = TR2 - Q^{-1}(1 - Pr_DF)\sigma$
 $= TR2 + Q^{-1}(Pr_DF)\sigma, \text{ 단, } Pr_DF > 0$

[0098] 도10은 소정의 면적률들(Pr_PVR)에 대한 Q 함수의 역함수 값들(Q⁻¹)이 예시적으로 정리된 테이블이다.

[0099] 시작 바이어스 결정부(130B)는 도10의 테이블을 참조하여, 부분 분포(PVR2)의 면적률(Pr_PVR2)에 대응하는 Q 함수의 역함수 값(Q⁻¹)을 추출할 수 있다. 그리고, 시작 바이어스 결정부(130B)는 기준 리드 바이어스(TR2), Q 함수의 역함수 값(Q⁻¹) 및 소정의 분산(σ)에 근거하여 상기 식(9)를 계산함으로써 평균 문턱 전압(m2)을 효율적으로 산출할 수 있다.

[0100] 한편, 표준 가우시안 분포의 꼬리 근처에서는 면적률(Pr_PVR)에 대한 Q 함수의 역함수 값(Q⁻¹)의 변화가 크기 때문에 테이블은 오차를 줄이기 위하여, 0부터 소정 값, 예를 들어, "0.05"까지 보다 세밀하게 설정된 면적률들(Pr_PVR) 및 대응하는 Q 함수의 역함수 값들(Q⁻¹)을 포함할 수 있다.

[0101] 한편, 테이블이 0.5 미만의 면적률(Pr_PVR)에 대해서만 구성되더라도 컨트롤러(100A)는 Q 함수의 대칭성에 근거하여 0.5 초과와 면적률(Pr_PVR)에 대한 Q 함수의 역함수 값(Q⁻¹)도 용이하게 산출할 수 있다. 실시 예에 따라, 테이블은 0.5 초과와 면적률(Pr_PVR)에 대응하는 값도 포함하도록 구성될 수 있다.

[0102] 다시 도9a를 참조하면, 시작 바이어스 결정부(130B)는 평균 문턱 전압(m2) 및 타겟 문턱 전압 분포(TD2)의 추정 폭(w2)에 근거하여 시작 바이어스(SV2)를 설정할 수 있다. 시작 바이어스(SV2)는 평균 문턱 전압(m2)이 타겟 문턱 전압 분포(TD2)의 좌측 꼬리 근처로 추정 폭(w2)만큼 이동됨으로써 설정될 수 있다. 시작 바이어스(SV2)는 타겟 문턱 전압 분포(TD2)의 좌측 꼬리 근처로 이동됨으로써 최적 리드 바이어스(ROP)에 근접하게 위치할 수 있다. 시작 바이어스(SV2)는 최종적으로 아래 식(11)로 표현될 수 있다.

[0103] 식(11) $SV2 = TR2 - Q^{-1}(Pr_PVR2)\sigma + Q^{-1}(0.999)\sigma$

[0104] 즉, 상기 식(11)에서 마지막 항은 평균 문턱 전압(m2)을 타겟 문턱 전압 분포(TD2)의 좌측 꼬리 근처로 이동시키기 위한 것이고, 추정 폭(w)에 대응할 수 있다. 실시 예에 따라, 식(11)의 마지막 항에서 Q⁻¹ 함수의 입력값은 "0.999" 대신에 타겟 문턱 전압 분포(TD2)의 형상에 따라 적절한 값이 선택될 수 있을 것이다.

[0105] 그리고, 상기 식(11)은 식(2)에 근거하여 타겟 리드 바이어스(TR2)의 오차율(Pr_DF)을 사용한 아래 식(12)으로 표현될 수 있다.

[0106] 식(12) $SV2 = TR2 + Q^{-1}(Pr_DF)\sigma + Q^{-1}(0.999)\sigma, \text{ 단, } Pr_DF > 0$

[0107] 정리하면, 시작 바이어스(SV2)는 타겟 문턱 전압 분포들(TD1, TD2)의 최적 리드 바이어스(ROP)에 근접하도록 설정될 수 있다. 따라서, 시작 바이어스(SV2)에 근거한 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG)은 잘못된 방향으로 진행하지 않고 최적 리드 바이어스(ROP)의 근처에서 새로운 리드 바이어스를 적절하게 결정할 수 있다.

[0108] 도9b는 도8의 시작 바이어스 결정부(130B)가 타겟 문턱 전압 분포들(TD1, TD2)에 대한 리드 바이어스 결정 동작을 위한 시작 바이어스(SV1)를 결정하는 방법을 예시적으로 도시하는 도면이다. 도9b에서 기준 리드 바이어스(TR1)는, 도6a의 기준 리드 바이어스(TR2)처럼 최적 리드 바이어스(ROP)의 우측에 위치하지 않고, 좌측에 위치할 수 있다. 즉, 도9b는 적합성 판단부(110B)에 의해 적합성이 판단된 타겟 리드 바이어스가 최적 리드 바이어스(ROP)의 좌측에 위치하는 경우, 즉, 타겟 리드 바이어스의 오차율(Pr_DF)이 음수로 산출되었을 때 적용될 수 있다. 이러한 경우, 부분 분포(PVR1)의 면적률(Pr_PVR1)과 오차율(Pr_DF)의 관계는 아래의 식(13)과 같을 수 있다.

[0109] 식(13) $Pr_PVR1 = -Pr_DF, \text{ 단, } Pr_DF < 0$

- [0110] 이어서, 아래 식(14)에 따라 시작 바이어스(SV1)가 결정될 수 있다.
- [0111] 식(14) $SV1 = TR1 - Q^{-1}(Pr_PVR1)\sigma - Q^{-1}(0.999)\sigma$
- [0112] 그리고, 상기 식(14)는 식(13)에 근거하여 타겟 리드 바이어스(TR1)의 오차율(Pr_DF)을 사용한 아래 식(15)으로 표현될 수 있다.
- [0113] 식(15) $SV1 = TR1 + Q^{-1}(1 + Pr_DF)\sigma - Q^{-1}(0.999)\sigma, \text{ 단, } Pr_DF < 0$
- [0114] 상기 식(15)에서, 첫번째 및 두번째 항들은 최적 리드 바이어스(ROP)의 좌측의 타겟 문턱 전압 분포(TD1)의 평균 문턱 전압(m1)을 결정하기 위한 것일 수 있다. 그리고, 상기 식(15)에서, 마지막 항은 타겟 문턱 전압 분포(TD1)의 평균 문턱 전압(m1)을 우측의 꼬리 근처로 추정 폭(w1)만큼 이동시키기 위한 것일 수 있다.
- [0115] 다시 도8을 참조하면, 실시 예에 따라, 컨트롤러(100B)는 타겟 리드 바이어스에 대한 적합성 판단 결과에 무관하게 리드 바이어스 결정 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러(100B)는 소정 조건이 만족될 때, 타겟 리드 바이어스에 대한 적합성 판단 동작을 생략하거나 또는 적합성 판단 동작에서 타겟 리드 바이어스가 적합하다고 판단되더라도 리드 바이어스 결정 동작을 수행할 수 있다. 소정 조건은, 예를 들어, 소정 시간의 경과, 데이터 에러율의 증가 및 리드 실패의 발생을 포함할 수 있다. 이러한 경우, 만일 컨트롤러(100B)가 적합성 판단 동작을 수행하지 않았다면 시작 바이어스 결정 동작에서 사용할 타겟 리드 바이어스의 오차율이 없을 테지만, 컨트롤러(100B)는 적합성 판단 동작에서 산출하듯이 타겟 리드 바이어스의 오차율을 산출하고, 상술한 방법에 따라 오차율을 이용하여 시작 바이어스 결정 동작을 수행하고, 리드 바이어스 결정 동작을 완료할 수 있다.
- [0116] 도11은 도8의 데이터 저장 장치(10B)의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도이다.
- [0117] 단계(S210)에서, 적합성 판단부(110B)는 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 타겟 리드 바이어스의 적합성을 판단할 수 있다. 타겟 리드 바이어스가 적합한 것으로 판단될 때, 절차는 종료할 수 있다. 그러나, 타겟 리드 바이어스가 부적합한 것으로 판단될 때, 절차는 단계(S220)로 이동할 수 있다.
- [0118] 단계(S220)에서, 시작 바이어스 결정부(130B)는 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 리드 바이어스 결정 동작에서 사용될 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 시작 바이어스 결정부(130B)는 타겟 문턱 전압 분포들의 최적 리드 바이어스에 근접하도록 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 시작 바이어스 결정부(130B)는 가우시안 분포 함수에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들 중 선택된 제1 타겟 문턱 전압 분포의 평균 문턱 전압을 결정하고, 평균 문턱 전압 및 제1 타겟 문턱 전압 분포의 추정 폭에 근거하여 시작 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0119] 단계(S230)에서, 리드 바이어스 결정부(120B)는 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG) 및 시작 바이어스에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0120] 도12는 도8의 데이터 저장 장치(10B)의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도이다.
- [0121] 단계(S310)에서, 컨트롤러(100B)는 소정 조건이 만족되었는지 여부를 판단할 수 있다. 소정 조건은, 예를 들어, 소정 시간의 경과, 데이터 에러율의 증가 및 리드 실패의 발생을 포함할 수 있다. 소정 조건이 만족되지 않았을 때, 절차는 종료할 수 있다. 그러나, 소정 조건이 만족될 때, 절차는 단계(S320)로 이동할 수 있다.
- [0122] 단계(S320)에서, 시작 바이어스 결정부(130B)는 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 리드 바이어스 결정 동작을 위한 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 시작 바이어스 결정부(130B)는 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 타겟 리드 바이어스의 오차율을 산출하고, 오차율에 근거 및 가우시안 분포 함수에 근거하여 시작 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0123] 단계(S330)에서, 리드 바이어스 결정부(120B)는 기울기 최적 알고리즘(GD_ARG) 및 시작 바이어스에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0124] 도13은 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치(10C)를 도시한 블록도이다.
- [0125] 데이터 저장 장치(10C)는 컨트롤러(100C) 및 비휘발성 메모리 장치(200C)를 포함할 수 있다. 컨트롤러(100C)는 적합성 판단부(110C) 및 리드 바이어스 결정부(120C)를 포함할 수 있다. 적합성 판단부(110C)는 도1의 적합성 판단부(110A)와 실질적으로 동일하게 구성되고 동작할 수 있고, 따라서, 상세한 설명은 생략될 것이다.
- [0126] 리드 바이어스 결정부(120C)는 타겟 문턱 전압 분포들에 리드 바이어스 결정 동작을 수행할 수 있다. 리드 바이

어스 결정부(120C)는 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 리드 바이어스 결정 동작을 수행할 수 있다. 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 리드 바이어스를 결정하는 것은 앞서 설명한 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 시작 바이어스를 결정하는 것과 실질적으로 유사하게 수행될 수 있다. 구체적으로, 도8의 데이터 저장 장치(10B)에서 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 시작 바이어스로서 결정되는 전압 레벨은 데이터 저장 장치(10C)에서 리드 바이어스로서 결정될 수 있다. 이러한 이유는, 도8의 데이터 저장 장치(10B)에서 시작 바이어스는 타겟 문턱 전압 분포들의 최적 리드 바이어스에 근접하도록 결정되므로, 시작 바이어스도 그 자체로 리드 바이어스로서 사용될 수 있기 때문이다.

- [0127] 한편, 리드 바이어스 결정부(120C)는 시간이 경과하는 동안 동일한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거한 리드 바이어스 결정 동작을 복수회 수행할 수 있다. 이때, 리드 바이어스 결정부(120C)는 동일한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 복수의 리드 바이어스들을 산출할 것이다. 따라서, 실시 예에 따라, 리드 바이어스 결정부(120C)는 시간이 경과하는 동안 동일한 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 산출된 리드 바이어스들의 평균을 새로운 리드 바이어스로 결정할 수 있다.
- [0128] 도14는 도13의 데이터 저장 장치(10C)의 동작 방법을 예시적으로 도시하는 순서도이다.
- [0129] 단계(S410)에서, 적합성 판단부(110C)는 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 타겟 리드 바이어스의 적합성을 판단할 수 있다.
- [0130] 단계(S420)에서, 리드 바이어스 결정부(120C)는 가우시안 모델링 알고리즘(GM_ARG)에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다. 리드 바이어스 결정부(120C)는 가우시안 분포 함수에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들 중 선택된 제1 타겟 문턱 전압 분포의 평균 문턱 전압을 결정하고, 평균 문턱 전압 및 제1 타겟 문턱 전압 분포의 추정 폭에 근거하여 리드 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0131] 도15는 본 발명의 실시 예에 따른 SSD(1000)를 도시하는 블록도이다.
- [0132] SSD(1000)는 컨트롤러(1100)와 저장 매체(1200)를 포함할 수 있다.
- [0133] 컨트롤러(1100)는 호스트 장치(1500)와 저장 매체(1200) 사이의 데이터 교환을 제어할 수 있다. 컨트롤러(1100)는 프로세서(1110), 램(1120), 롬(1130), ECC부(1140), 호스트 인터페이스(1150) 및 저장 매체 인터페이스(1160)를 포함할 수 있다.
- [0134] 컨트롤러(1100)는 도1, 도8 및 도13에 도시된 컨트롤러들(100A~100C) 중 어느 하나와 실질적으로 유사하게 동작할 수 있다. 컨트롤러(1100)는 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 타겟 리드 바이어스의 적합성을 판단할 수 있다. 컨트롤러(1100)는 가우시안 모델링 알고리즘에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대한 리드 바이어스 결정 동작에서 사용될 시작 바이어스를 결정할 수 있다. 컨트롤러(1100)는 기울기 최적 알고리즘 및 시작 바이어스에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다. 컨트롤러(1100)는 가우시안 모델링 알고리즘에 근거하여 타겟 문턱 전압 분포들에 대해 새로운 리드 바이어스를 결정할 수 있다.
- [0135] 프로세서(1110)는 컨트롤러(1100)의 제반 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(1110)는 호스트 장치(1500)의 데이터 처리 요청에 따라 저장 매체(1200)에 데이터를 저장하고, 저장 매체(1200)로부터 저장된 데이터를 리드할 수 있다. 프로세서(1110)는 저장 매체(1200)를 효율적으로 관리하기 위해서, 머지 동작 및 웨어 레벨링 동작 등과 같은 SSD(1000)의 내부 동작을 제어할 수 있다.
- [0136] 램(1120)은 프로세서(1110)에 의해 사용되는 프로그램 및 프로그램 데이터를 저장할 수 있다. 램(1120)은 호스트 인터페이스(1150)로부터 전송된 데이터를 저장 매체(1200)에 전달하기 전에 임시 저장할 수 있고, 저장 매체(1200)로부터 전송된 데이터를 호스트 장치(1500)로 전달하기 전에 임시 저장할 수 있다.
- [0137] 롬(1130)은 프로세서(1110)에 의해 리드되는 프로그램 코드를 저장할 수 있다. 프로그램 코드는 프로세서(1110)가 컨트롤러(1100)의 내부 유닛들을 제어하기 위해서 프로세서(1110)에 의해 처리되는 명령들을 포함할 수 있다.
- [0138] ECC부(1140)는 저장 매체(1200)에 저장될 데이터를 인코딩하고, 저장 매체(1200)로부터 리드된 데이터를 디코딩할 수 있다. ECC부(1140)는 ECC 알고리즘에 따라 데이터에 발생한 에러를 검출하고 정정할 수 있다.
- [0139] 호스트 인터페이스(1150)는 호스트 장치(1500)와 데이터 처리 요청 및 데이터 등을 교환할 수 있다.
- [0140] 저장 매체 인터페이스(1160)는 저장 매체(1200)로 제어 신호 및 데이터를 전송할 수 있다. 저장 매체 인터페이스(1160)는 저장 매체(1200)로부터 데이터를 전송받을 수 있다. 저장 매체 인터페이스(1160)는 저장 매체(1200)로 제어 신호 및 데이터를 전송할 수 있다. 저장 매체 인터페이스(1160)는 저장 매체(1200)로부터 데이터를 전송받을 수 있다. 저장 매체 인터페이스(1160)는 저장 매체(1200)로 제어 신호 및 데이터를 전송할 수 있다. 저장 매체 인터페이스(1160)는 저장 매체(1200)로부터 데이터를 전송받을 수 있다.

0)와 복수의 채널들(CHO~CHn)을 통해 연결될 수 있다.

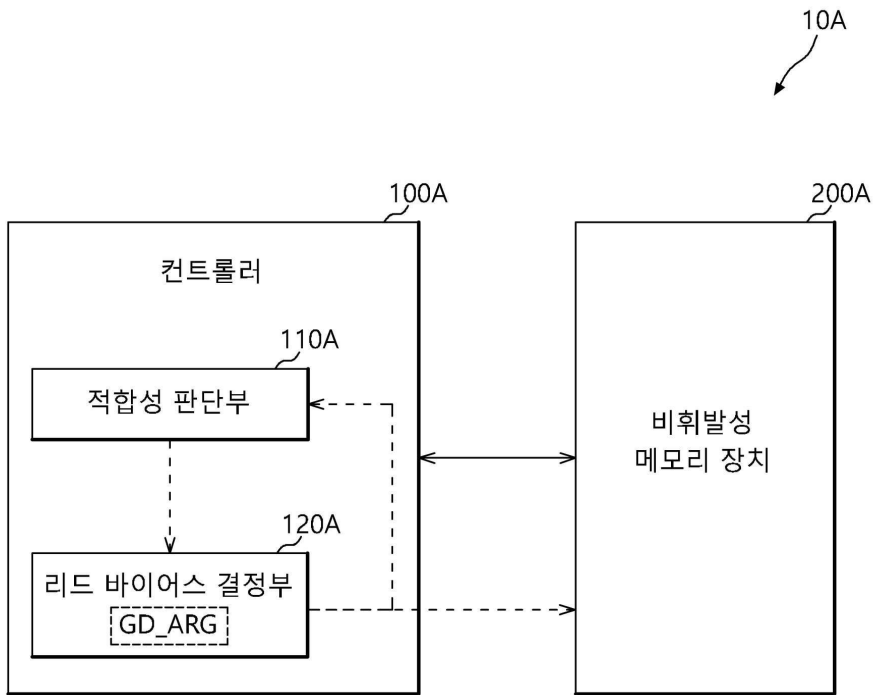
- [0141] 저장 매체(1200)는 복수의 비휘발성 메모리 장치들(NVM0~NVMn)을 포함할 수 있다. 복수의 비휘발성 메모리 장치들(NVM0~NVMn) 각각은 컨트롤러(1100)의 제어에 따라 라이트 동작 및 리드 동작을 수행할 수 있다.
- [0142] 도16는 본 발명의 실시 예에 따른 데이터 저장 장치(10A~10C)가 적용된 데이터 처리 시스템(2000)을 도시하는 블록도이다.
- [0143] 데이터 처리 시스템(2000)은 컴퓨터, 랩탑, 넷북, 스마트폰, 디지털 TV, 디지털 카메라, 네비게이션 등을 포함할 수 있다. 데이터 처리 시스템(2000)은 메인 프로세서(2100), 메인 메모리 장치(2200), 데이터 저장 장치(2300) 및 입출력 장치(2400)를 포함할 수 있다. 데이터 처리 시스템(2000)의 내부 유닛들은 시스템 버스(2500)를 통해서 데이터 및 제어 신호 등을 주고받을 수 있다.
- [0144] 메인 프로세서(2100)는 데이터 처리 시스템(2000)의 제반 동작을 제어할 수 있다. 메인 프로세서(2100)는, 예를 들어, 마이크로프로세서와 같은 중앙 처리 장치일 수 있다. 메인 프로세서(2100)는 운영 체제, 애플리케이션 및 장치 드라이버 등의 소프트웨어들을 메인 메모리 장치(2200) 상에서 수행할 수 있다.
- [0145] 메인 메모리 장치(2200)는 메인 프로세서(2100)에 의해 사용되는 프로그램 및 프로그램 데이터를 저장할 수 있다. 메인 메모리 장치(2200)는 데이터 저장 장치(2300) 및 입출력 장치(2400)로 전송될 데이터를 임시 저장할 수 있다.
- [0146] 데이터 저장 장치(2300)는 컨트롤러(2310) 및 저장 매체(2320)를 포함할 수 있다. 데이터 저장 장치(2300)는 도 1, 도8 및 도13의 데이터 저장 장치들(10A~10C) 중 어느 하나와 실질적으로 유사하게 구성되고 동작할 수 있다.
- [0147] 입출력 장치(2400)는 사용자로부터 데이터 처리 시스템(2000)을 제어하기 위한 명령을 입력받거나 처리된 결과를 사용자에게 제공하는 등 사용자와 정보를 교환할 수 있는 키보드, 스캐너, 터치스크린, 스크린 모니터, 프린터 및 마우스 등을 포함할 수 있다.
- [0148] 실시 예에 따라, 데이터 처리 시스템(2000)은 LAN(Local Area Network), WAN(Wide Area Network) 및 무선 네트워크 등의 네트워크(2600)를 통해 적어도 하나의 서버(2700)와 통신할 수 있다. 데이터 처리 시스템(2000)은 네트워크(2600)에 접속하기 위해서 네트워크 인터페이스(미도시)를 포함할 수 있다.
- [0149] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있으므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

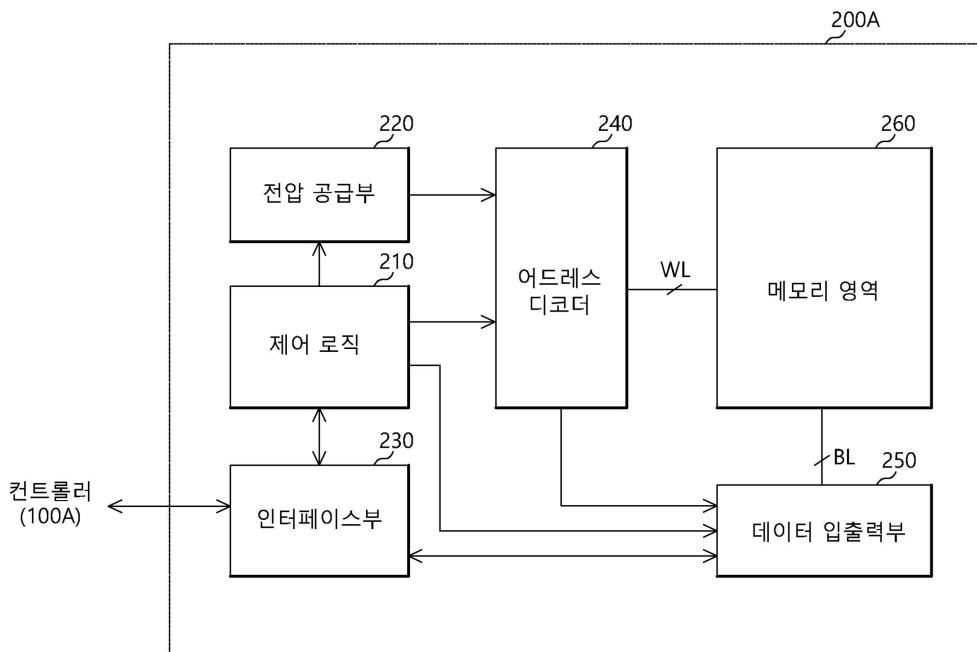
- [0150] 10A: 데이터 저장 장치
- 100A: 컨트롤러
- 110A: 적합성 판단부
- 120A: 리드 바이어스 결정부
- 200A: 비휘발성 메모리 장치

도면

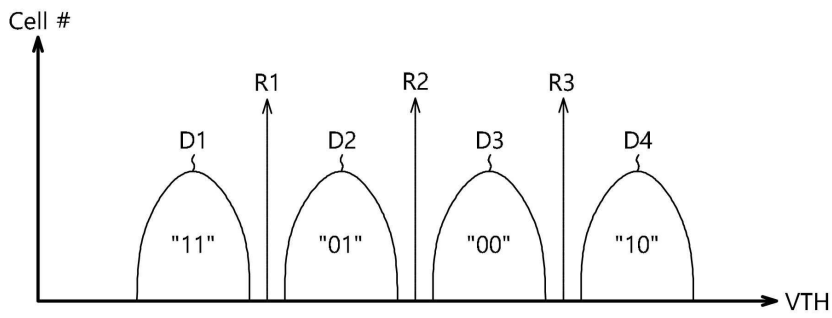
도면1



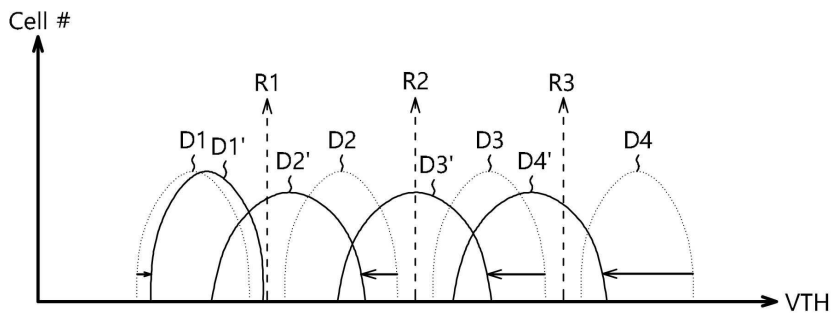
도면2



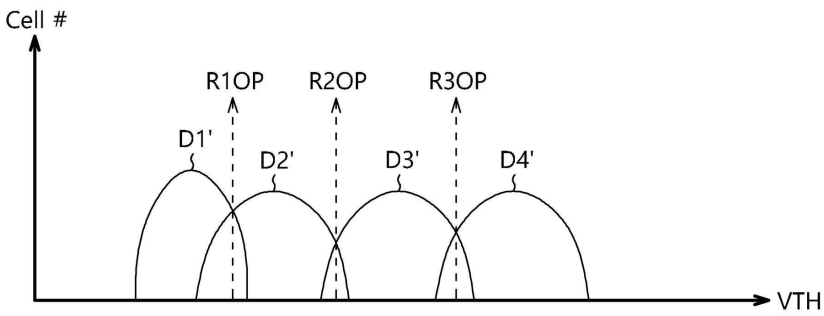
도면3a



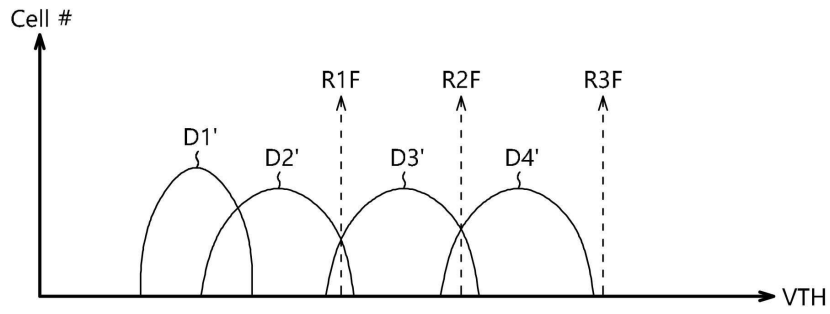
도면3b



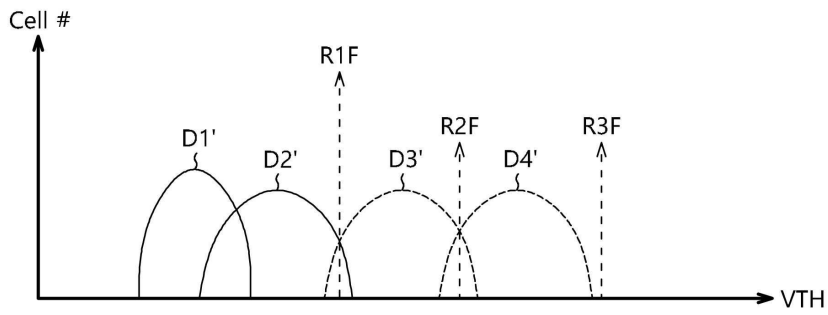
도면3c



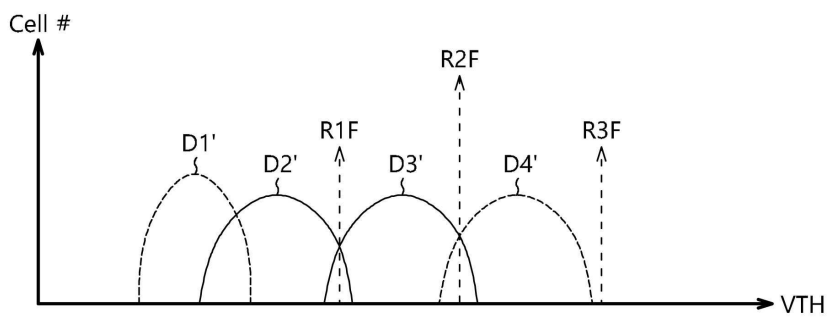
도면3d



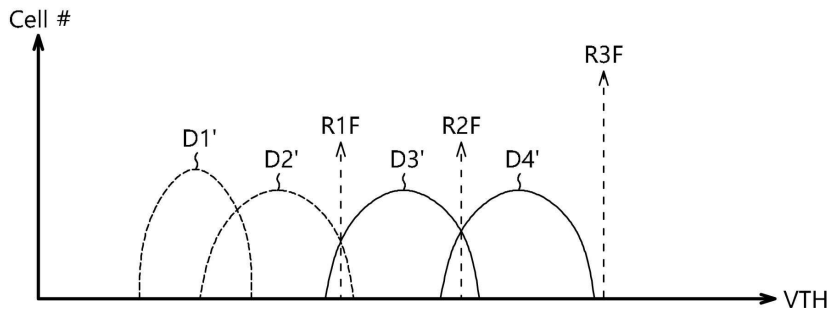
도면4a



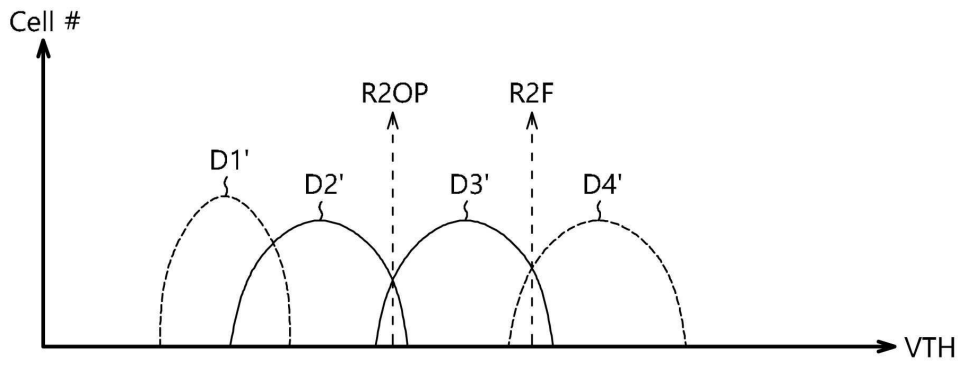
도면4b



도면4c

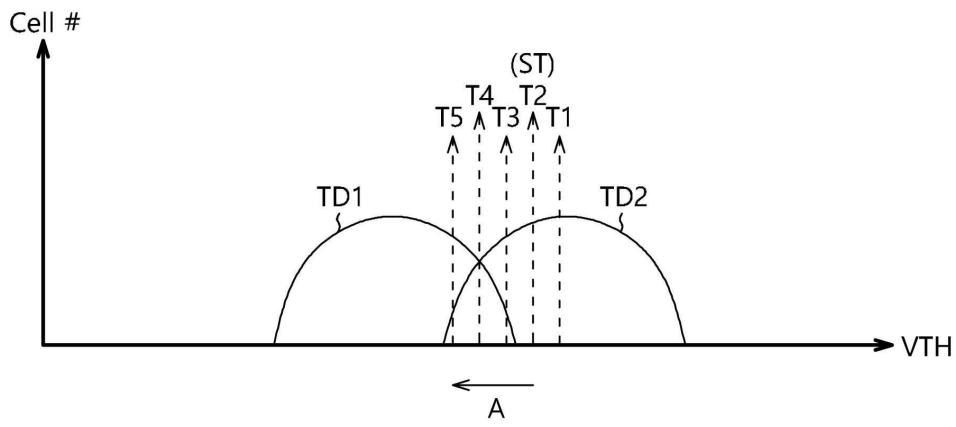


도면5

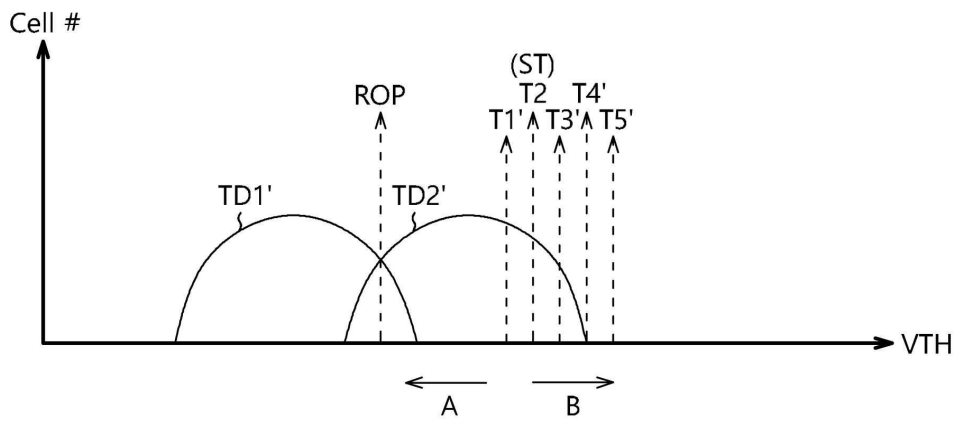


전체 셀 #	400	
판단 셀 #	290	
기준 셀 #	200	

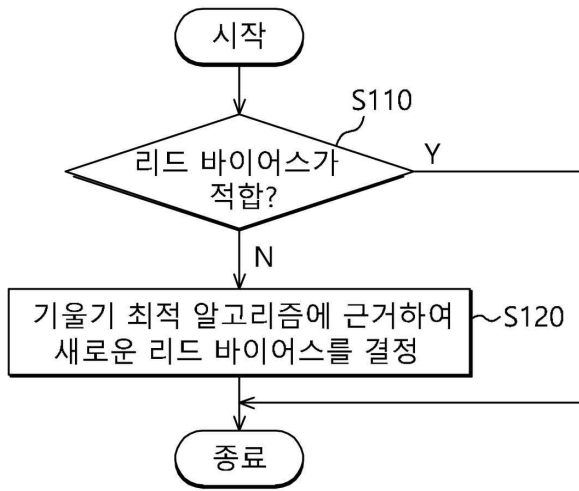
도면6a



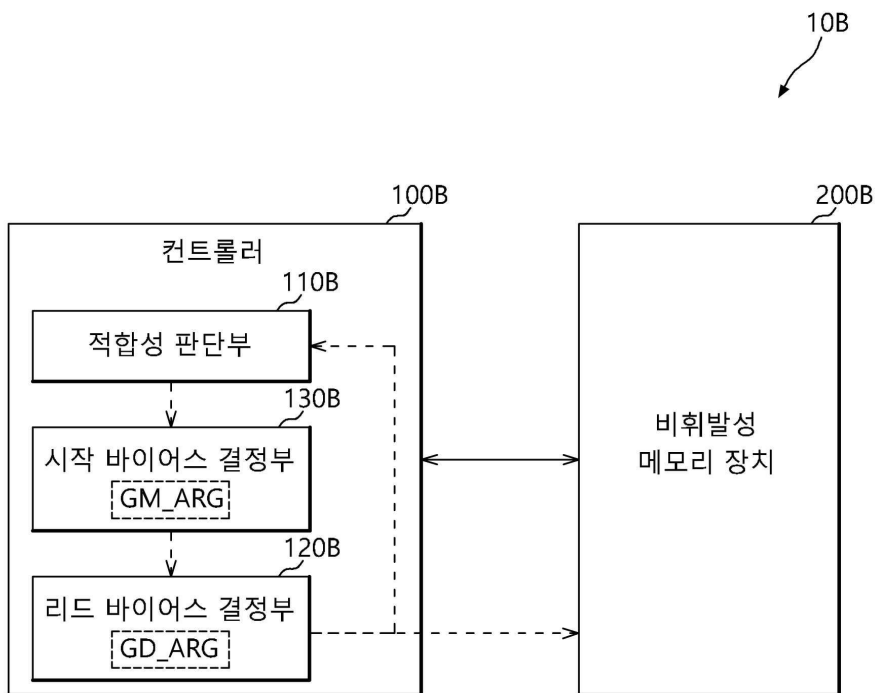
도면6b



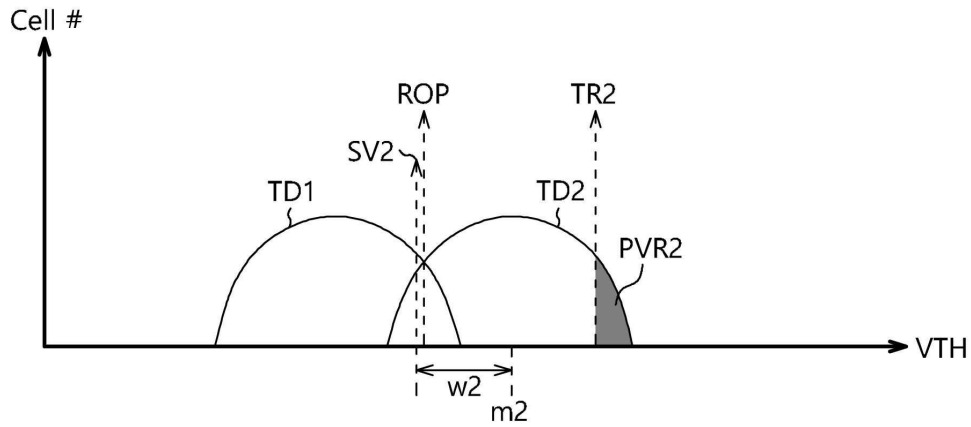
도면7



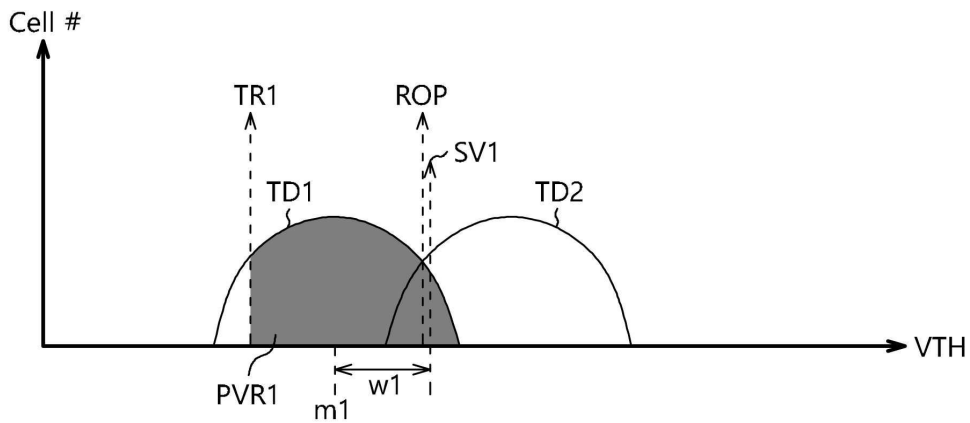
도면8



도면9a



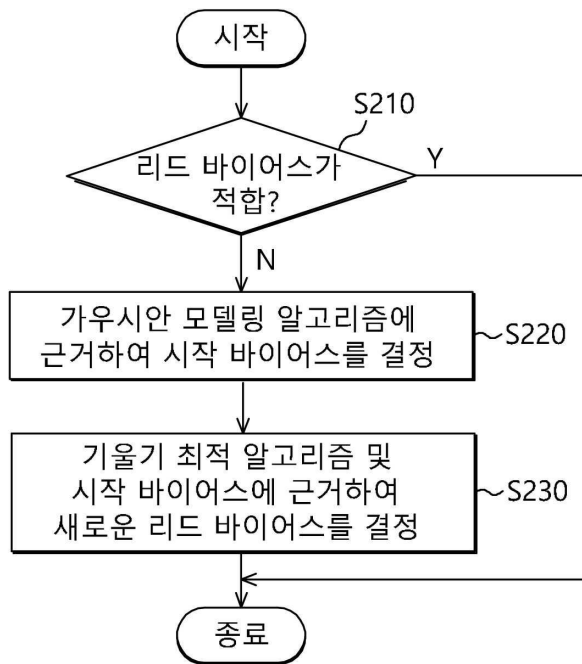
도면9b



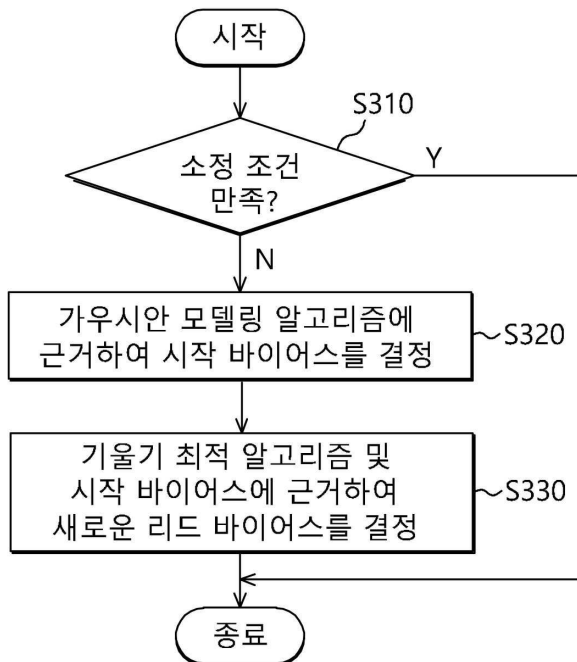
도면10

Pr_PVR	0.005	0.01	0.015	0.02	0.025	0.03	0.035	0.04
Q^{-1}	2.5758	2.3263	2.1701	2.0537	1.9600	1.8808	1.8119	1.7507
Pr_PVR	0.045	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17
Q^{-1}	1.6954	1.6449	1.4758	1.3408	1.2265	1.1264	1.0364	0.9542
Pr_PVR	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33
Q^{-1}	0.8779	0.8064	0.7388	0.6745	0.6128	0.5534	0.4959	0.4399
Pr_PVR	0.35	0.37	0.39	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49
Q^{-1}	0.3853	0.3319	0.2793	0.2275	0.1764	0.1257	0.0753	0.0251

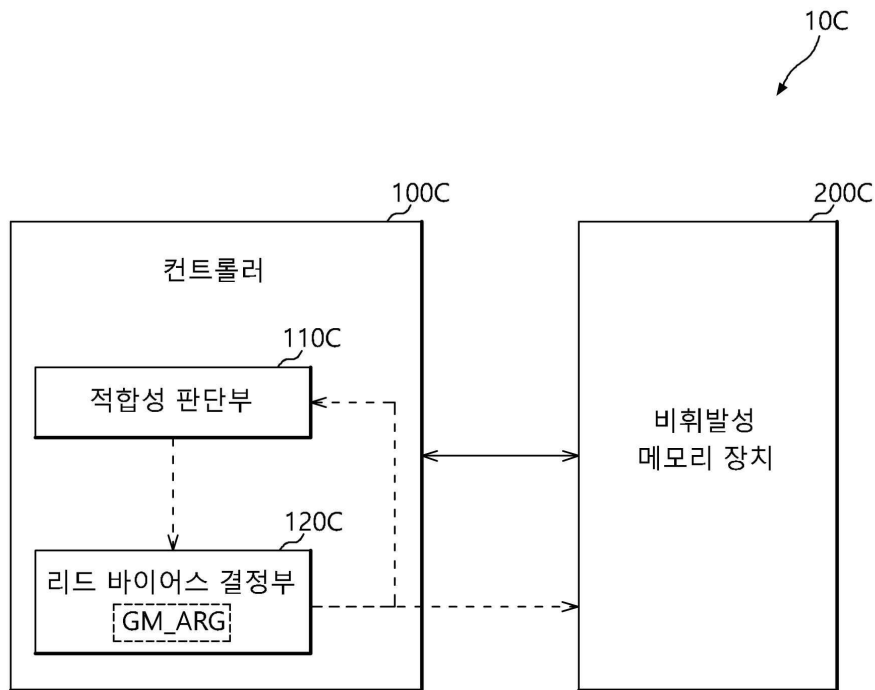
도면11



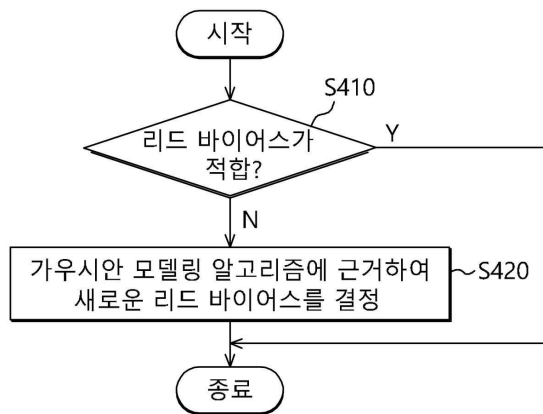
도면12



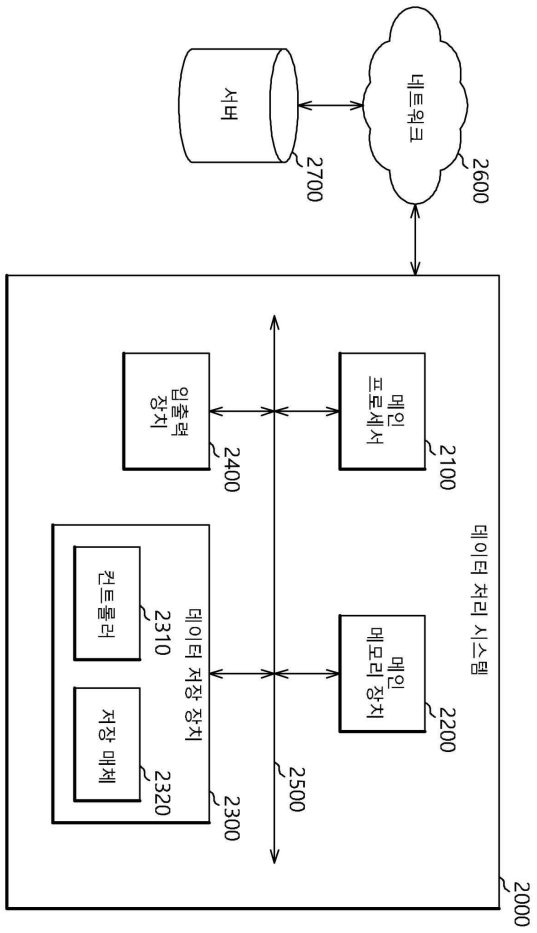
도면13



도면14



도면15



도면16

