



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월08일
(11) 등록번호 10-0871694
(24) 등록일자 2008년11월26일

(51) Int. Cl.
G11C 16/34 (2006.01) G11C 16/10 (2006.01)
G11C 16/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0001627
(22) 출원일자 2007년01월05일
심사청구일자 2007년01월05일
(65) 공개번호 10-2008-0031607
(43) 공개일자 2008년04월10일
(30) 우선권주장
1020060097602 2006년10월04일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060112413 A
KR1020060056236 A
전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
(72) 발명자
김두곤
경기 안양시 동안구 호계동 998-18
박기태
경기 성남시 분당구 분당동 셋별마을삼부아파트
410-304
이영택
서울 송파구 가락본동 대림아파트 5-510
(74) 대리인
리엔특허법인

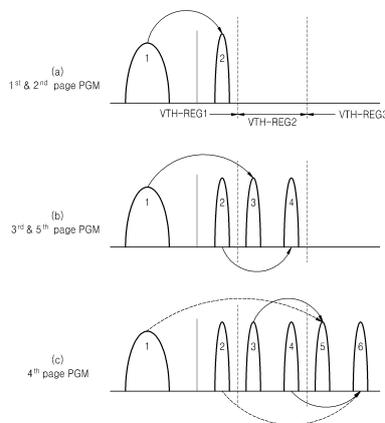
심사관 : 홍승무

(54) 6 개의 문턱전압레벨을 이용하는 불휘발성 메모리 장치의 프로그램 방법과 데이터 독출 방법, 및 상기 프로그램방법과 데이터 독출 방법을 이용하는 불휘발성 메모리 장치

(57) 요약

6개의 문턱전압레벨을 이용하는 불휘발성 메모리 장치의 프로그램 방법과 데이터 독출 방법, 및 상기 프로그램 방법과 데이터 독출 방법을 이용하는 불휘발성 메모리 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 프로그램 방법은 순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 불휘발성 메모리 장치를 프로그램하는 방법이다. 본 발명에 따른 프로그램 방법은 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계, 제4 페이지 데이터 프로그램 단계 및 제5 페이지 데이터 프로그램 단계를 구비한다. 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계는 제1 및 제2 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 및 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램한다. 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는 상기 제1 및 제2 페이지 데이터에 따라, 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다. 제4 페이지 데이터 프로그램 단계는 상기 제3 페이지 데이터에 따라, 제4페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램한다. 제5 페이지 데이터 프로그램 단계는 상기 제4 페이지 데이터에 따라, 제5페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 불휘발성 메모리 장치를 프로그램하는 방법에 있어서,

제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀에 제1 및 제2페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하는, 제1프로그램 단계; 및

이전 페이지 데이터가 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제3 내지 제5페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 내지 제6문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램하거나, 또는 상기 제1프로그램 단계에서 프로그램된 문턱전압레벨을 유지하는, 제2프로그램 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 2

순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 불휘발성 메모리 장치를 프로그램하는 방법에 있어서,

제1 및 제2 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 및 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하는, 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계;

상기 제1 및 제2 페이지 데이터에 따라, 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 상기 제1 및 제2페이지 데이터 프로그램 단계에서 프로그램된 문턱전압레벨을 유지하는, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계;

상기 제3 페이지 데이터에 따라, 제4페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 상기 제1 내지 제3페이지 데이터 프로그램 단계에서 프로그램된 문턱전압레벨을 유지하는, 제4 페이지 데이터 프로그램 단계; 및

상기 제4 페이지 데이터에 따라, 제5페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 상기 제1 내지 제4페이지 데이터 프로그램 단계에서 프로그램된 문턱전압레벨을 유지하는, 제5 페이지 데이터 프로그램 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

제3 페이지 데이터 프로그램 단계는, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

제4 페이지 데이터 프로그램 단계는, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제4페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하고,

제5 페이지 데이터 프로그램 단계는, 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제5페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

제3 페이지 데이터 프로그램 단계는, 상기 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

제4 페이지 데이터 프로그램 단계는, 상기 제4 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에, 제3문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램하거나, 또는 상기 제4 페이지 데이

터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램하고,

제5 페이지 데이터 프로그램 단계는, 상기 제5 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램하거나, 또는 상기 제5 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 상기 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2문턱전압레벨인 경우, 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 6

청구항 6은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제5항에 있어서, 상기 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제3 페이지 데이터가 "0"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제3 페이지 데이터가 "1"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 7

청구항 7은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제3항에 있어서, 상기 제4 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제3문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨로 프로그램하고, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제4문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제4문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램하며,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨로 프로그램하고, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 8

청구항 8은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제7항에 있어서, 상기 제4 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨이고, 상기 제4 페이지 데이터가 "0"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨이고, 상기 제4 페이지 데이터가 "1"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨이고, 상기 제

4 페이지 데이터가 "0"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨이고, 상기 제 4 페이지 데이터가 "1"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 9

청구항 9은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제3항에 있어서, 상기 제5 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제5문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램하고, 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제6문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램하며,

상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램하고, 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 10

청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제9항에 있어서, 상기 제5 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제5 페이지 데이터가 "0"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제5 페이지 데이터가 "1"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 11

순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램되는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 불휘발성 메모리 장치의 데이터 독출 방법에 있어서,

제1문턱전압레벨과 제2문턱전압레벨 사이의 제1독출문턱전압, 제3문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨 사이의 제3독출문턱전압 및 제5문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨 사이의 제5독출문턱전압을 이용하여, 제1 및 제2 페이지 데이터를 독출하는, 제1 및 제2 페이지 데이터 독출 단계;

제2문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 사이의 제2독출문턱전압을 이용하여, 제3 페이지 데이터를 독출하는, 제3 페이지 데이터 독출 단계;

제4문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨 사이의 제4독출문턱전압을 이용하여, 제4 페이지 데이터를 독출하는, 제4 페이지 데이터 독출 단계; 및

상기 제2독출문턱전압 및 상기 제4독출문턱전압을 이용하여, 제5 페이지 데이터를 독출하는, 제5 페이지 데이터 독출 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 데이터 독출 방법.

청구항 12

순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀; 및

상기 제1 내지 제6문턱전압레벨로 프로그램될 수 있는 제2불휘발성 메모리 셀을 구비하고,

제1 내지 제5페이지 데이터를 상기 제1 및 제2불휘발성 메모리 셀에 저장하는 프로그램 모드에서,

상기 제1 및 제2 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 및 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레

벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1 및 제2 페이지 데이터에 따라, 상기 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제3 페이지 데이터에 따라, 상기 제4페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제4 페이지 데이터에 따라, 상기 제5페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 불휘발성 메모리 장치.

청구항 13

청구항 13은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제12항에 있어서, 제1불휘발성 메모리 셀과 제2불휘발성 메모리 셀은,
동일한 워드라인에 연결되는 것을 특징으로 하는 불휘발성 메모리 장치.

청구항 14

청구항 14은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제12항에 있어서, 제1불휘발성 메모리 셀과 제2불휘발성 메모리 셀은,
동일한 비트라인에 연결되는 것을 특징으로 하는 불휘발성 메모리 장치.

청구항 15

청구항 15은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

상기 제1 내지 제5페이지 데이터를 상기 제1 및 제2불휘발성 메모리 셀로부터 독출하는 독출 모드에서,
상기 제1문턱전압레벨과 상기 제2문턱전압레벨 사이의 제1독출문턱전압, 상기 제3문턱전압레벨과 상기 제4문턱전압레벨 사이의 제3독출문턱전압 및 상기 제5문턱전압레벨과 상기 제6문턱전압레벨 사이의 제5독출문턱전압을 이용하여, 상기 제1 및 제2 페이지 데이터를 독출하고,
상기 제2문턱전압레벨과 상기 제3문턱전압레벨 사이의 제2독출문턱전압을 이용하여, 상기 제3 페이지 데이터를 독출하고,
상기 제4문턱전압레벨과 상기 제5문턱전압레벨 사이의 제4독출문턱전압을 이용하여, 상기 제4 페이지 데이터를 독출하고,
상기 제2독출문턱전압 및 상기 제4독출문턱전압을 이용하여, 상기 제5 페이지 데이터를 독출하는 것을 특징으로 하는 불휘발성 메모리 장치.

청구항 16

순차적으로 높아지는 복수개의 문턱전압레벨들로 각각 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 적어도 하나의 불휘발성 메모리 셀 쌍을 구비하고,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨과 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨의 조합에 따라, 상기 불휘발성 메모리 셀 쌍의 데이터의 논리 상태가 결정되는 것을 특징으로 하는 반도체 메모리 장치.

청구항 17

청구항 17은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제16항에 있어서, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀은,
순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램되는 것을 특징으로 하는 반도체 메모리 장치.

청구항 18

청구항 18은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제17항에 있어서, 상기 각각의 불휘발성 메모리 셀 쌍은,
5비트의 데이터를 저장하는 것을 특징으로 하는 반도체 메모리 장치.

청구항 19

청구항 19은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제16항에 있어서, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀은,
순차적으로 높아지는 제1 내지 제3문턱전압레벨로 각각 프로그램되는 것을 특징으로 하는 반도체 메모리 장치.

청구항 20

청구항 20은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제16항에 있어서, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀은,
순차적으로 높아지는 제1 내지 제12문턱전압레벨로 각각 프로그램되는 것을 특징으로 하는 반도체 메모리 장치.

청구항 21

순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 불휘발성 메모리 장치를 프로그램하는 방법에 있어서,

제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀에 제1 내지 제3페이지 데이터를, 제1문턱전압레벨, 또는 상기 제1 내지 제6문턱전압레벨들 중 적어도 하나보다 높은 제1중간 문턱전압레벨, 또는 상기 제1중간 문턱전압레벨보다 높은 제2중간 문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램하는 제1프로그램 단계; 및

이전 페이지 데이터가 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제4 및 제5페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1 내지 제6문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램하는 제2프로그램 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 22

청구항 22은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제21항에 있어서,
상기 제2중간 문턱전압레벨은, 상기 제1 내지 제6문턱전압레벨들 중 적어도 하나보다 낮고,
상기 제1중간 문턱전압레벨은, 상기 제2중간 문턱전압레벨보다 낮은 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 23

청구항 23은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제21항에 있어서,
제1중간 문턱전압레벨은, 상기 제2문턱전압레벨보다 높고 상기 제3문턱전압레벨보다 낮으며,
제2중간 문턱전압레벨은, 상기 제4문턱전압레벨보다 높고 상기 제5문턱전압레벨보다 낮은 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 24

청구항 24은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터 또는 제5페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제1중간 문턱전압

레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터 또는 제5페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터 또는 제5페이지 데이터를 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 25

청구항 25은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제24항에 있어서, 상기 제2프로그램 단계는,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀이 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1 불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀이 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1 불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 26

청구항 26은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제25항에 있어서, 상기 제2프로그램 단계는,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제2 불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1 불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 27

청구항 27은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제21항에 있어서, 상기 제1프로그램 단계는,

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제2페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제1중간 문턱전압레벨 또는 상기 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨 또는 상기 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램하는, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계; 및

상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제3페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨 또는 상기 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨 또는 상기 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램하는, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 28

청구항 28은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제27항에 있어서, 상기 제2 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제1 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제1 문턱전압레벨인 경우, 상기 제2 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨과 상기 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제1 중간 문턱전압레벨인 경우, 상기 제2 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제1중간 문턱전압레벨과 상기 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 29

청구항 29은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제28항에 있어서, 상기 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제1 문턱전압레벨인 경우, 상기 제3 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨과 상기 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제2 중간 문턱전압레벨인 경우, 상기 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨과 상기 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 30

청구항 30은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제21항에 있어서, 상기 제1 및 제2중간 문턱전압레벨의 폭은

상기 제2 내지 제6문턱전압레벨 중 적어도 하나의 폭보다 넓은 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 31

청구항 31은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제30항에 있어서, 상기 제1 및 제2중간 문턱전압레벨의 폭은

상기 제2 내지 제6문턱전압레벨의 폭보다 넓은 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 32

순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 불휘발성 메모리 장치를 프로그램하는 방법에 있어서,

제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀에 제1 내지 제3페이지 데이터를, 제1문턱전압레벨 내지 제3문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램하는 제1프로그램 단계; 및

이전 페이지 데이터가 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제4 및 제5페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제4 내지 제6문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램하는 제2프로그램 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 33

청구항 33은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제32항에 있어서, 상기 제2프로그램 단계는,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터 또는 제5 페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제2문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터 또는 제5

페이지 데이터를 제2문턱전압레벨 또는 제5문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제3문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터 또는 제5페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 34

청구항 34은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제33항에 있어서, 상기 제2프로그램 단계는,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제2문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제2문턱전압레벨 또는 제5문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀이 제3문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 35

청구항 35은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제34항에 있어서, 상기 제2프로그램 단계는,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀이 제2문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제2문턱전압레벨 또는 제5문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀이 제3문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 36

청구항 36은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제32항에 있어서, 상기 제1프로그램 단계는,

제1페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨 또는 상기 제2문턱전압레벨로 프로그램하는, 제1 페이지 데이터 프로그램 단계;

상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제2페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제2문턱전압레벨 또는 상기 제3문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨 또는 상기 제3문턱전압레벨로 프로그램하는, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계; 및

상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제3페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨 또는 상기 제2문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨 또는 상기 제2문턱전압레벨로 프로그램하는, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 37

청구항 37은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제36항에 있어서, 상기 제2 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제1 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제1

문턱전압레벨인 경우, 상기 제2 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨과 상기 제3문턱전압레벨로 프로그램하고,

상기 제1 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제2 문턱전압레벨인 경우, 상기 제2 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제2문턱전압레벨과 상기 제3문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

청구항 38

청구항 38은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제37항에 있어서, 상기 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는,

상기 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제1 문턱전압레벨인 경우, 상기 제3 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨과 상기 제2문턱전압레벨로 프로그램하고, 상기 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 상기 제3문턱전압레벨인 경우, 상기 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 상기 제1문턱전압레벨과 상기 제2문턱전압레벨로 프로그램하는 것을 특징으로 하는 프로그램 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <17> 본 발명은 불휘발성 메모리 장치의 프로그램 방법과 데이터 독출 방법에 관한 것으로서, 특히 6개의 문턱전압레벨을 이용하는 불휘발성 메모리 장치의 프로그램 방법과 데이터 독출 방법에 관한 것이다.
- <18> 일반적인 불휘발성 메모리 장치는 2비트 이상의 데이터를 저장하기 위하여, 4개의 문턱전압레벨을 가지는 4-레벨 불휘발성 메모리 셀 또는 8개의 문턱전압레벨을 가지는 8-레벨 불휘발성 메모리 셀을 포함한다. 4-레벨 불휘발성 메모리 셀은 4개의 문턱전압레벨을 이용하여 프로그램하기 때문에, 하나의 4-레벨 불휘발성 메모리 셀은 2비트의 데이터를 저장할 수 있다. 또한, 8-레벨 불휘발성 메모리 셀은 8개의 문턱전압레벨을 이용하여 프로그램하기 때문에, 하나의 8-레벨 불휘발성 메모리 셀은 3비트의 데이터를 저장할 수 있다.
- <19> 경우에 따라서, 2의 지수배 비트이외의 데이터를 저장할 필요가 있다. 그러나, 4-레벨 불휘발성 메모리 셀을 이용하여 2의 지수배 이외의 비트의 데이터를 저장하면, 불휘발성 메모리 장치의 집적도가 낮아지는 문제가 생긴다. 또한, 8-레벨 불휘발성 메모리 셀은 많은 개수의 문턱전압레벨을 이용하기 때문에, 문턱전압레벨 사이의 마진이 줄어든다. 그러므로, 8-레벨 불휘발성 메모리 셀을 이용하여 2의 지수배 이외의 비트의 데이터를 저장하면, 불휘발성 메모리 장치의 신뢰도가 낮아지는 문제가 생긴다.
- <20> 따라서, 2의 지수배 이외의 비트의 데이터를 저장할 수 있는 불휘발성 메모리 장치의 필요성이 대두된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <21> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 6개의 문턱전압레벨을 이용하는 불휘발성 메모리 장치의 프로그램 방법을 제공하는 데 있다.
- <22> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 6개의 문턱전압레벨을 이용하는 불휘발성 메모리 장치의 데이터 독출 방법을 제공하는 데 있다.
- <23> 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 6개의 문턱전압레벨을 각각 가지는 복수개의 불휘발성 메모리 셀들을 구비하는 불휘발성 메모리 장치를 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <24> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 프로그램 방법은 순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램될 수 있는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 불휘발성 메모리

장치를 프로그램하는 방법이다. 본 발명에 따른 프로그램 방법은 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계, 제4 페이지 데이터 프로그램 단계 및 제5 페이지 데이터 프로그램 단계를 구비한다.

- <25> 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계는 제1 및 제2 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 및 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램한다. 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는 상기 제1 및 제2 페이지 데이터에 따라, 제3 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다. 제4 페이지 데이터 프로그램 단계는 상기 제3 페이지 데이터에 따라, 제4페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램한다. 제5 페이지 데이터 프로그램 단계는 상기 제4 페이지 데이터에 따라, 제5 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀 또는 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다.
- <26> 본 발명의 다른 면에 따른 프로그램 방법은 제1프로그램 단계 및 제2프로그램 단계를 구비한다. 제1프로그램 단계는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀에 제1 및 제2페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램한다. 제2프로그램 단계는, 이전 페이지 데이터가 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제3 내지 제5페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 내지 제6문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램한다.
- <27> 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 데이터 독출 방법은 제1 및 제2 페이지 데이터 독출 단계, 제3 페이지 데이터 독출 단계, 제4 페이지 데이터 독출 단계 및 제5 페이지 데이터 독출 단계를 구비한다. 제1 및 제2 페이지 데이터 독출 단계는 제1문턱전압레벨과 제2문턱전압레벨 사이의 제1독출문턱전압, 제3문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨 사이의 제3독출문턱전압 및 제5문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨 사이의 제5독출문턱전압을 이용하여, 제1 및 제2 페이지 데이터를 독출한다. 제3 페이지 데이터 독출 단계는 제2문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 사이의 제2독출문턱전압을 이용하여, 제3 페이지 데이터를 독출한다. 제4 페이지 데이터 독출 단계는 제4문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨 사이의 제4독출문턱전압을 이용하여, 제4 페이지 데이터를 독출한다. 제5 페이지 데이터 독출 단계는 상기 제2독출문턱전압 및 상기 제4독출문턱전압을 이용하여, 제3 페이지 데이터를 독출한다.
- <28> 상기 다른 기술적 과제를 달성하고자 하는 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 장치는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 구비한다. 제1불휘발성 메모리 셀은 순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 프로그램될 수 있다. 제2불휘발성 메모리 셀은 상기 제1 내지 제6문턱전압레벨로 프로그램될 수 있다.
- <29> 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 도면에 기재된 내용을 참조하여야 한다.
- <30> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- <31> 이하에서는 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 셀이 6개의 문턱전압레벨을 가지는 것으로 가정하고 설명하였다. 그러나, 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 셀이 가지는 문턱전압레벨의 개수는 그에 한정되지 않는다. 예를 들어, 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 셀은 12개의 문턱전압레벨을 가질 수 있다.
- <32> 도 1(a) 및 도 1(b)는 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 장치를 나타내는 도면이다.
- <33> 도 1(c)는 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 셀이 6개의 문턱전압레벨을 가지는 모습을 나타내는 도면이다.
- <34> 도 1(c)를 참조하면, 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 장치(100A, 100B)에 포함되는 제1 및 제2불휘발성 메모리 셀들(CELL1, CELL2)은, 순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램될 수 있다. 구체적으로, 제6문턱전압레벨이 가장 높은 전압레벨을 가지고, 제1문턱전압레벨이 가장 낮은 전압레벨을 가진다. 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 장치(100A, 100B)는, 6개의 문턱전압레벨을 각각 가지는 2개의 불휘발성 메모리 셀들(CELL1, CELL2)을 이용하여, 5페이지 데이터(5비트 데이터)를 프로그램할 수 있다.
- <35> 제1 및 제2불휘발성 메모리 셀들(CELL1, CELL2)은 동일한 워드라인에 연결될 수 있고, 동일한 비트라인에 연결될 수도 있다. 도 1(a)에는 제1 및 제2불휘발성 메모리 셀들(CELL1, CELL2)이 동일한 워드라인에 연결되는 모습이 도시되어 있다. 도 1(b)에는 제1 및 제2불휘발성 메모리 셀들(CELL1, CELL2)이 동일한 비트라인에 연결되는 모습이 도시되어 있다.

- <36> 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 프로그램 방법을 나타내는 순서도이다.
- <37> 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 프로그램 방법(200)은 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계(S210), 제3 페이지 데이터 프로그램 단계(S230), 제4 페이지 데이터 프로그램 단계(S240) 및 제5 페이지 데이터 프로그램 단계(S250)를 구비한다.
- <38> 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계(S210)는 제1 및 제2 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램한다. 제3 페이지 데이터 프로그램 단계(S230)는 제1 및 제2 페이지 데이터에 따라, 제3 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다. 제4 페이지 데이터 프로그램 단계(S240)는 제3 페이지 데이터에 따라, 제4 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램한다. 제5 페이지 데이터 프로그램 단계(S250)는 제4 페이지 데이터에 따라, 제5페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다.
- <39> 제3 페이지 데이터 프로그램 단계(S230)는, 제1불휘발성 메모리 셀이 가지는 문턱전압레벨에 따라, 제3 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 제4 페이지 데이터 프로그램 단계(S240)는, 제1불휘발성 메모리 셀이 가지는 문턱전압레벨에 따라, 제4페이지 데이터를 제1 불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 제5 페이지 데이터 프로그램 단계(S250)는, 제2불휘발성 메모리 셀이 가지는 문턱전압레벨에 따라, 제5페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.
- <40> 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 프로그램 방법을 설명하는 도면이다. 도 3은 하나의 불휘발성 메모리 셀(도 2의 CELL1 또는 CELL2)에 프로그램하는 모습을 나타낸다.
- <41> 도 3(a)를 참조하면, 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계(S210)는, 제1 및 제2 페이지 데이터를 제1문턱전압레벨과 제2문턱전압레벨로 프로그램한다. 여기에서, 하나의 불휘발성 메모리 셀이 2개의 문턱전압레벨을 가지므로, 2개의 불휘발성 메모리 셀은 4개의 문턱전압레벨 조합을 가진다. 그에 따라, 제1불휘발성 메모리 셀과 제2불휘발성 메모리 셀을 함께 프로그래밍에 이용하면, 2개의 불휘발성 메모리 셀에 제1 및 제2 페이지 데이터를 기입할 수 있다.
- <42> 도 3(b)를 참조하면, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계(S230)는, 제3 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 예를 들어, 제3 페이지 데이터의 논리 레벨이 0인 경우, 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제3 페이지 데이터의 논리 레벨이 1인 경우, 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.
- <43> 좀 더 설명하면, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계(S230)는 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제3 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2문턱전압레벨인 경우, 제3 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 그리고, 제3 페이지 데이터가 "0"인 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제3 페이지 데이터가 "1"인 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 예를 들어, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨이고 제3 페이지 데이터가 "0"인 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨로 프로그램한다.
- <44> 도 3(c)를 참조하면, 제4 페이지 데이터 프로그램 단계(S240)는, 제4 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에, 제3문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또는 제4 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 예를 들어, 제4 페이지 데이터의 논리 레벨이 0인 경우, 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.
- <45> 좀 더 설명하면, 제4 페이지 데이터 프로그램 단계(S240)는, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제3문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨로 프로그램하고, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제4문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제4문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제1불

휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨로 프로그램하고, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2문턱전압레벨인 경우, 제4 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.

<46> 제4 페이지 데이터 프로그램 단계(S240)는, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨이고, 제4 페이지 데이터가 "0"인 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨이고, 제4 페이지 데이터가 "1"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨이고, 제4 페이지 데이터가 "0"인 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨이고, 제4 페이지 데이터가 "1"인 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.

<47> 도 2와 도 3(b)를 참조하면, 제5 페이지 데이터 프로그램 단계(S250)는, 제5 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또는 제5 페이지 데이터를 상기 제2불휘발성 메모리 셀에, 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 예를 들어, 제5 페이지 데이터의 논리 레벨이 0인 경우, 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.

<48> 제5 페이지 데이터 프로그램 단계(S250)는, 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제5문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램하고, 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제6문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램하고, 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2문턱전압레벨인 경우, 제5 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.

<49> 제5 페이지 데이터 프로그램 단계(S250)는, 제5 페이지 데이터가 "0"인 경우, 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다. 또한, 제5 페이지 데이터가 "1"인 경우, 상기 제1불휘발성 메모리 셀에 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램할 수 있다.

<50> 도 4는 제1 및 제2 페이지 데이터가 "11"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.

<51> 도 4를 참조하면, 제1 및 제2 페이지 데이터 프로그램 단계(S210)는, "11"인 제1 및 제2페이지 데이터를, 제1불휘발성 메모리 셀과 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨로 프로그램한다. 제3 페이지 데이터 프로그램 단계(S230)는, 제3페이지 데이터가 "0"이면 제1불휘발성 메모리 셀을 제3문턱전압레벨로 프로그램하고, 제3페이지 데이터가 "1"이면 제1불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨로 프로그램한다. 제4 페이지 데이터 프로그램 단계(S240)는, 제3페이지 데이터가 "1"이고 제4페이지 데이터가 "0"이면, 제2불휘발성 메모리 셀을 제5문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제3페이지 데이터가 "0"이고 제4페이지 데이터가 "0"이면, 제1불휘발성 메모리 셀을 제5문턱전압레벨로 프로그램한다.

<52> 제5 페이지 데이터 프로그램 단계(S250)는, 제3페이지 데이터가 "1"이고 제4페이지 데이터가 "1"이고 제5페이지 데이터가 "0"이면, 제2불휘발성 메모리 셀을 제3문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제3페이지 데이터가 "1"이고 제4페이지 데이터가 "0"이고 제5페이지 데이터가 "0"이면, 제1불휘발성 메모리 셀을 제3문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제3페이지 데이터가 "0"이고 제4페이지 데이터가 "1"이고 제5페이지 데이터가 "0"이면, 제2불휘발성 메모리 셀을 제3문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제3페이지 데이터가 "0"이고 제4페이지 데이터가 "0"이고 제5페이지 데이터가 "0"이면, 제1불휘발성 메모리 셀을 제3문턱전압레벨로 프로그램한다.

<53> 도 5는 제1 및 제2 페이지 데이터가 "10"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.

<54> 도 6은 제1 및 제2 페이지 데이터가 "01"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.

- <55> 도 7은 제1 및 제2 페이지 데이터가 "00"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.
- <56> 도 5 내지 도 7의 프로그램 과정은 도 4의 프로그램 과정에 대응되므로, 그에 대한 자세한 설명은 생략된다.
- <57> 도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 프로그램 방법이 수행된 이후에, 불휘발성 메모리 셀들의 프로그램 상태를 나타내는 도면이다.
- <58> 도 8에는, 6개의 문턱전압레벨을 각각 가지는 2개의 불휘발성 메모리 셀에, 5비트의 데이터("00000"부터 "11111"까지)가 프로그램된 모습이 도시되어 있다.
- <59> 도 9는 본 발명의 제1실시예에 따른 데이터 독출 방법을 설명하는 도면이다.
- <60> 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 데이터 독출 방법은 제1 및 제2 페이지 데이터 독출 단계, 제3 페이지 데이터 독출 단계, 제4 페이지 데이터 독출 단계 및 제5 페이지 데이터 독출 단계를 구비한다.
- <61> 제1 및 제2 페이지 데이터 독출 단계는 제1문턱전압레벨과 제2문턱전압레벨 사이의 제1독출문턱전압, 제3문턱전압레벨과 제4문턱전압레벨 사이의 제3독출문턱전압 및 제5문턱전압레벨과 제6문턱전압레벨 사이의 제5독출문턱전압을 이용하여, 제1 및 제2 페이지 데이터를 독출한다. 제3 페이지 데이터 독출 단계는 제2문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨 사이의 제2독출문턱전압을 이용하여, 제3 페이지 데이터를 독출한다. 제4 페이지 데이터 독출 단계는 제4문턱전압레벨과 제5문턱전압레벨 사이의 제4독출문턱전압을 이용하여, 제4 페이지 데이터를 독출한다. 제5 페이지 데이터 독출 단계는 제2독출문턱전압 및 제4독출문턱전압을 이용하여, 제3 페이지 데이터를 독출한다.
- <62> 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 프로그램 방법을 설명하는 도면이다.
- <63> 삭제
- <64> 본 발명의 제2실시예에 따른 프로그램 방법은 제1 내지 제3페이지 데이터가 기입되는 제1프로그램 단계와 제4 및 제5페이지 데이터가 기입되는 제2프로그램 단계를 구비한다. 도 10을 참조하면, 제1프로그램 단계는 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀에 제1 내지 제3페이지 데이터를 프로그램 하는 단계이다. 제1프로그램 단계는, 제1문턱전압레벨(도 10의 1), 또는 제1 내지 제6문턱전압레벨들 중 적어도 하나보다 높은 제1중간 문턱전압레벨(도 10의 T1), 또는 제1중간 문턱전압레벨보다 높은 제2중간 문턱전압레벨(도 10의 T2) 중의 하나로 프로그램 한다. 제2프로그램 단계는, 이전 페이지 데이터가 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제4 및 제5페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제1 내지 제6문턱전압레벨(도 10의 1 내지 6) 중의 하나로 프로그램 한다.
- <65> 제1 내지 제5페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 저장하는 데 있어서, 본 발명의 제2실시예에 따른 프로그램 방법은 제1 내지 제3 페이지 데이터를 중간 레벨들(예를 들어, 제1중간 문턱전압레벨과 제2중간 문턱전압레벨)로 프로그램 한다. 그 다음, 제4 내지 제5 페이지 데이터를 최종 레벨들(제1 내지 제6문턱전압레벨)로 프로그램 한다.
- <66> 그에 따라, 본 발명의 제2실시예에 따른 프로그램 방법은, 프로그램 시에 문턱전압레벨의 변화를 줄일 수 있다. 그에 따라, 커플링 노이즈도 줄일 수 있는 장점이 있다.
- <67> 제2중간 문턱전압레벨은, 제1 내지 제6문턱전압레벨들 중 적어도 하나보다 낮을 수 있다. 제1중간 문턱전압레벨은, 제2중간 문턱전압레벨보다 낮을 수 있다.
- <68> 제1중간 문턱전압레벨은, 제2문턱전압레벨보다 높고 제3문턱전압레벨보다 낮을 수 있다. 제2중간 문턱전압레벨은, 제4문턱전압레벨보다 높고 제5문턱전압레벨보다 낮을 수 있다.
- <69> 제1 및 제2중간 문턱전압레벨의 폭은, 제2 내지 제6문턱전압레벨 중 적어도 하나의 폭보다 넓을 수 있다. 나아가, 제1 및 제2중간 문턱전압레벨의 폭은, 제2 내지 제6문턱전압레벨의 폭보다 넓을 수 있다.
- <70> 도 11은 도 10의 제1 내지 제3 페이지 데이터를 프로그램하는 제1프로그램 단계의 예시를 나타내는 도면이다. 이하에서는 도 10과 도 11을 참조하여 제1프로그램 단계가 자세히 설명된다.
- <71> 제1프로그램 단계는, 제1 페이지 데이터 프로그램 단계, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계 및 제3 페이지 데이터 프로그램 단계를 구비할 수 있다.

- <72> 제1 페이지 데이터 프로그램 단계는 제1페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램 한다. 예를 들어, 제1 페이지 데이터가 "0"인 경우 제1문턱전압레벨(도 10의 1)로부터 제2문턱전압레벨(도 10의 2)로 프로그램 하고, 제1 페이지 데이터가 "1"인 경우 제1문턱전압레벨(도 10의 1)로 유지할 수 있다.
- <73> 제2 페이지 데이터 프로그램 단계는, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제2페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1중간 문턱전압레벨 또는 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 제2 불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다.
- <74> 좀 더 설명하면, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제2페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제2페이지 데이터가 "0"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨(도 10의 1)로부터 제2중간 문턱전압레벨(도 10의 T2)로 프로그램 하고, 제2페이지 데이터가 "1"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨로 유지할 수 있다.
- <75> 또한, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2중간 문턱전압레벨인 경우, 제2페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1중간 문턱전압레벨 또는 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제2페이지 데이터가 "0"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨(도 10의 1)로부터 제2중간 문턱전압레벨(도 10의 T2)로 프로그램 하고, 제2페이지 데이터가 "1"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제1중간 문턱전압레벨로 유지할 수 있다.
- <76> 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는, 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제3페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다.
- <77> 좀 더 설명하면, 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제3 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제3페이지 데이터가 "0"인 경우 제2 불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨(도 10의 1)로부터 제1중간 문턱전압레벨(도 10의 T1)로 프로그램 하고, 제3페이지 데이터가 "1"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨로 유지할 수 있다.
- <78> 또한, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2중간 문턱전압레벨인 경우, 제3 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제3페이지 데이터가 "0"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨(도 10의 1)로부터 제1중간 문턱전압레벨(도 10의 T1)로 프로그램 하고, 제3페이지 데이터가 "1"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨로 유지할 수 있다.
- <79> 도 12는 도 10의 제4 및 제5 페이지 데이터를 프로그램하는 제2프로그램 단계를 설명하는 도면이다. 이하에서는 도 10과 도 12를 참조하여 제2프로그램 단계가 자세히 설명된다.
 도 12의 4th Page PGM을 참조하면, 제2프로그램 단계는 제4페이지 데이터를 기입하기 위하여, 제1불휘발성 메모리 셀의 문턱전압을 변화시키고 제2불휘발성 메모리 셀의 문턱전압을 변화시키지 않는다. 예를 들어, 제1불휘발성 메모리 셀의 문턱전압을 제1문턱전압레벨(도 10의 1), 제1중간문턱전압레벨(도 10의 T1) 또는 제2중간문턱전압레벨(도 10의 T2)로부터, 제1 내지 제6문턱전압레벨로 이동시킨다.
- <80> 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1 불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제4페이지 데이터가 "0"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제2문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 또한, 제4페이지 데이터가 "1"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨로 유지할 수 있다.
- <81> 삭제
- <82> 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀이 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제4페이지 데이터가 "0"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제4문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다.

또한, 제4페이지 데이터가 "1"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제3문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다.

도 12의 5th Page PGM을 참조하면, 제2프로그램 단계는 제5페이지 데이터를 기입하기 위하여, 제1불휘발성 메모리 셀의 문턱전압을 변화시키지 않고 제2불휘발성 메모리 셀의 문턱전압을 변화시킨다. 예를 들어, 제2불휘발성 메모리 셀의 문턱전압을 제1문턱전압레벨(도 10의 1), 제1중간문턱전압레벨(도 10의 T1) 또는 제2중간문턱전압레벨(도 10의 T2)로부터, 제1 내지 제6문턱전압레벨로 이동시킨다.

- <83> 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀이 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제4페이지 데이터가 "0"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제6문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 또한, 제4페이지 데이터가 "1"인 경우 제1불휘발성 메모리 셀을 제5문턱전압레벨로 유지할 수 있다.
- <84> 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제2 불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제5페이지 데이터가 "0"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제2문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 또한, 제5페이지 데이터가 "1"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제1문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다.
- <85> 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀이 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제2불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제5페이지 데이터가 "0"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제4문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 또한, 제5페이지 데이터가 "1"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제3문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다.
- <86> 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀이 제2중간 문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제5문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 예를 들어, 제5페이지 데이터가 "0"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제6문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다. 또한, 제5페이지 데이터가 "1"인 경우 제2불휘발성 메모리 셀을 제5문턱전압레벨로 프로그램 할 수 있다.
- <87> 본 발명의 제3실시예에 따른 프로그램 방법은 제1 내지 제3 페이지 데이터를 프로그램하는 제1프로그램 단계 및 제4 및 제5 페이지 데이터를 프로그램하는 제2프로그램 단계를 구비한다.
- <88> 도 13은 본 발명의 제3실시예에 따른 프로그램 방법에서 제1 내지 제3 페이지 데이터를 프로그램하는 제1프로그램 단계의 예시를 나타내는 도면이다.
- <89> 제1프로그램 단계는, 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀에 제1 내지 제3페이지 데이터를, 제1문턱전압레벨 내지 제3문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램 한다. 제2프로그램 단계는, 이전 페이지 데이터가 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제4 및 제5페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제4 내지 제6문턱전압레벨 중의 하나로 프로그램 한다.
- <90> 도 13을 참조하면, 제1프로그램 단계는 제1 페이지 데이터 프로그램 단계, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계 및 제3 페이지 데이터 프로그램 단계를 구비한다.
- <91> 제1 페이지 데이터 프로그램 단계는, 제1페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제1중간 문턱전압레벨로 프로그램 한다. 제2 페이지 데이터 프로그램 단계는, 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제2페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨 또는 제3문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제3문턱전압레벨로 프로그램 한다. 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨에 따라, 제3페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램하거나 또는 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨 또는 제2문턱전압레벨로 프로그램 한다.
- <92> 제2 페이지 데이터 프로그램 단계는, 제1 페이지 데이터 프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제2 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제1 페이지 데이터 프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제2문턱전압레벨인 경우, 제2 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제2문턱전압레벨과 제3문턱전압레벨로 프로그램 한다.
- <93> 제3 페이지 데이터 프로그램 단계는, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 상기 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨이 제1문턱전압레벨인 경우, 제3 페이지 데이터를 제2불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제2문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제2 페이지 데이터 프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀에

프로그램된 문턱전압레벨이 제3문턱전압레벨인 경우, 제3 페이지 데이터를 제1불휘발성 메모리 셀에 제1문턱전압레벨과 제2문턱전압레벨로 프로그램한다.

<94> 도 14는 본 발명의 제3실시예에 따른 프로그램 방법에서 제4 및 제5 페이지 데이터를 프로그램하는 제2프로그램 단계의 예시를 나타내는 도면이다.

<95> 삭제

<96> 도 14를 참조하면, 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제1프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀이 제2문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제2문턱전압레벨 또는 제5문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제1프로그램 단계에서 제1불휘발성 메모리 셀이 제3문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제4페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램한다.

<97> 삭제

<98> 제2프로그램 단계는, 제1프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀이 제1문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제2 불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제1문턱전압레벨 또는 제4문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제1프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀이 제2문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제2불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제2문턱전압레벨 또는 제5문턱전압레벨로 프로그램한다. 또한, 제1프로그램 단계에서 제2불휘발성 메모리 셀이 제3문턱전압레벨로 프로그램된 경우, 제1불휘발성 메모리 셀에 제5페이지 데이터를 제3문턱전압레벨 또는 제6문턱전압레벨로 프로그램한다.

<99> 본 발명의 다른 면에 따른 반도체 메모리 장치는, 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀을 포함하는 적어도 하나의 불휘발성 메모리 셀 쌍을 구비한다. 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀은 순차적으로 높아지는 복수개의 문턱전압레벨들로 각각 프로그램 될 수 있다. 불휘발성 메모리 셀 쌍의 데이터의 논리 상태는 제1불휘발성 메모리 셀에 프로그램 된 문턱전압레벨과 제2불휘발성 메모리 셀에 프로그램된 문턱전압레벨의 조합에 따라 결정된다.

<100> 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀은 순차적으로 높아지는 제1 내지 제6문턱전압레벨로 각각 프로그램 될 수 있다. 이 경우, 각각의 불휘발성 메모리 셀 쌍은 5비트의 데이터를 저장할 수 있다.

<101> 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀은 순차적으로 높아지는 제1 내지 제3문턱전압레벨로 각각 프로그램 될 수 있다. 제1불휘발성 메모리 셀 및 제2불휘발성 메모리 셀은 순차적으로 높아지는 제1 내지 제12문턱전압레벨로 각각 프로그램 될 수 있다.

<102> 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<103> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 장치의 프로그램 방법과 데이터 독출 방법, 및 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 장치는, 6개의 문턱전압레벨들을 이용하여 프로그램하거나 데이터를 독출함으로써, 5비트의 데이터를 저장하거나 독출할 수 있다. 그럼으로써, 4개의 문턱전압레벨들을 이용하는 경우에 비하여 고밀도를 가질 수 있고, 8개의 문턱전압레벨들을 이용하는 경우에 비하여 신뢰성을 높일 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

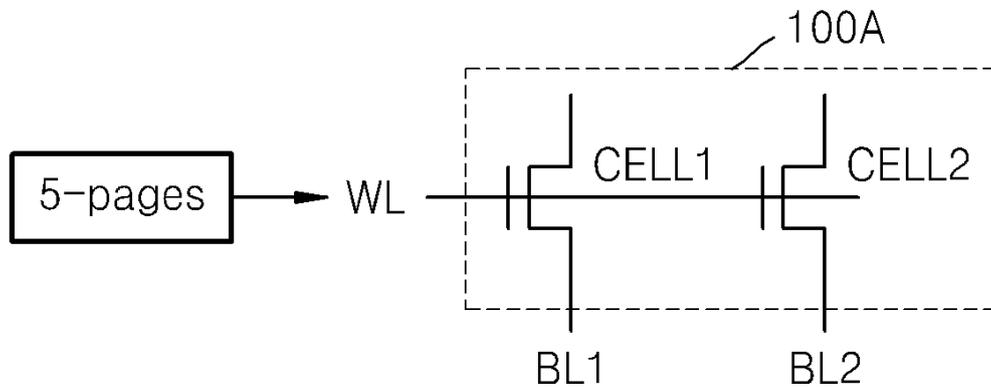
<1> 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

<2> 도 1(a) 및 도 1(b)는 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 장치를 나타내는 도면이다.

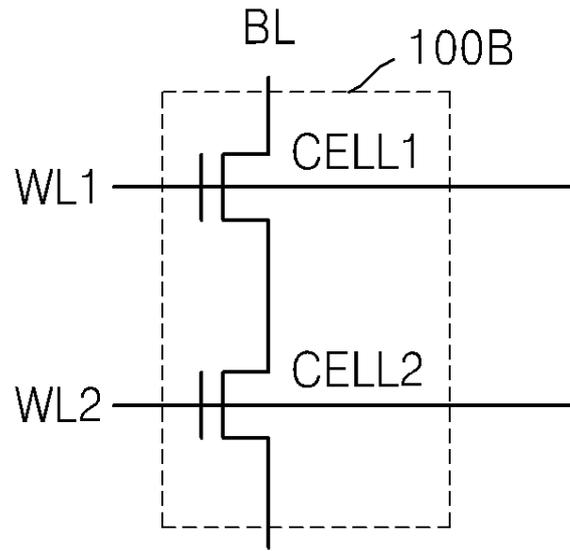
- <3> 도 1(c)는 본 발명에 따른 불휘발성 메모리 셀이 6개의 문턱전압레벨을 가지는 모습을 나타내는 도면이다.
- <4> 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 프로그램 방법을 나타내는 순서도이다.
- <5> 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 프로그램 방법을 설명하는 도면이다.
- <6> 도 4는 제1 및 제2 페이지 데이터가 "11"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.
- <7> 도 5는 제1 및 제2 페이지 데이터가 "10"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.
- <8> 도 6은 제1 및 제2 페이지 데이터가 "01"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.
- <9> 도 7은 제1 및 제2 페이지 데이터가 "00"인 경우의 프로그램 과정을 설명하는 도면이다.
- <10> 도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 프로그램 방법이 수행된 이후에, 불휘발성 메모리 셀들의 프로그램 상태를 나타내는 도면이다.
- <11> 도 9는 본 발명의 제1실시예에 따른 데이터 독출 방법을 설명하는 도면이다.
- <12> 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 프로그램 방법을 설명하는 도면이다.
- <13> 도 11은 도 10의 제1 내지 제3 페이지 데이터를 프로그램하는 제1프로그램 단계의 예시를 나타내는 도면이다.
- <14> 도 12는 도 10의 제4 및 제5 페이지 데이터를 프로그램하는 제2프로그램 단계를 설명하는 도면이다.
- <15> 도 13은 본 발명의 제3실시예에 따른 프로그램 방법에서 제1 내지 제3 페이지 데이터를 프로그램하는 제1프로그램 단계의 예시를 나타내는 도면이다.
- <16> 도 14는 본 발명의 제3실시예에 따른 프로그램 방법에서 제4 및 제5 페이지 데이터를 프로그램하는 제2프로그램 단계의 예시를 나타내는 도면이다.

도면

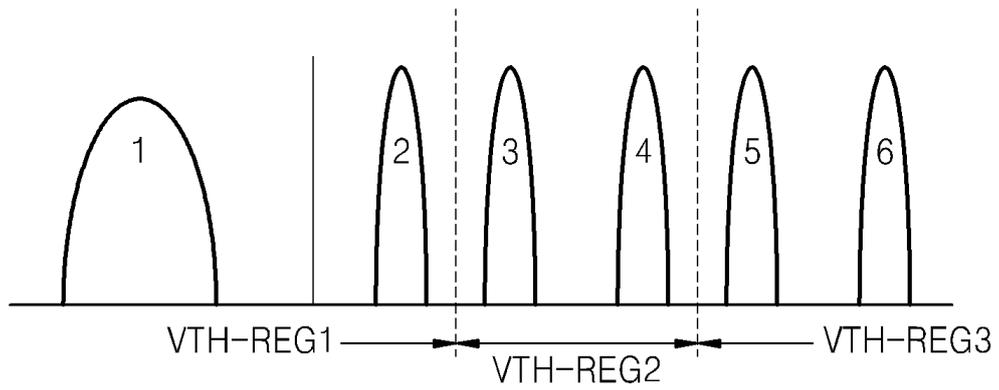
도면1a



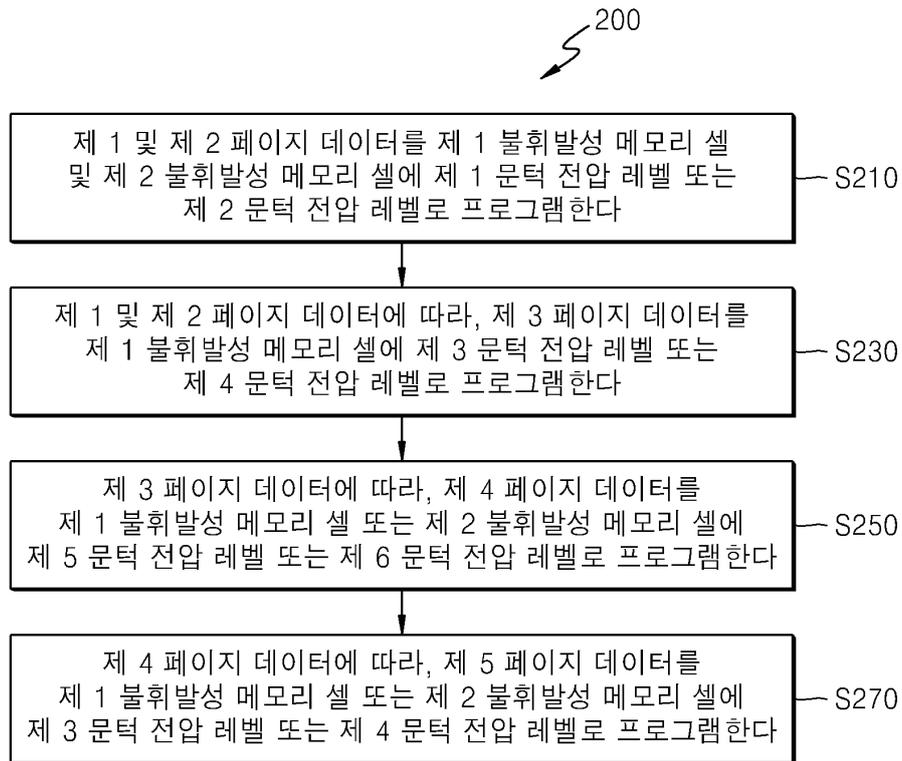
도면1b



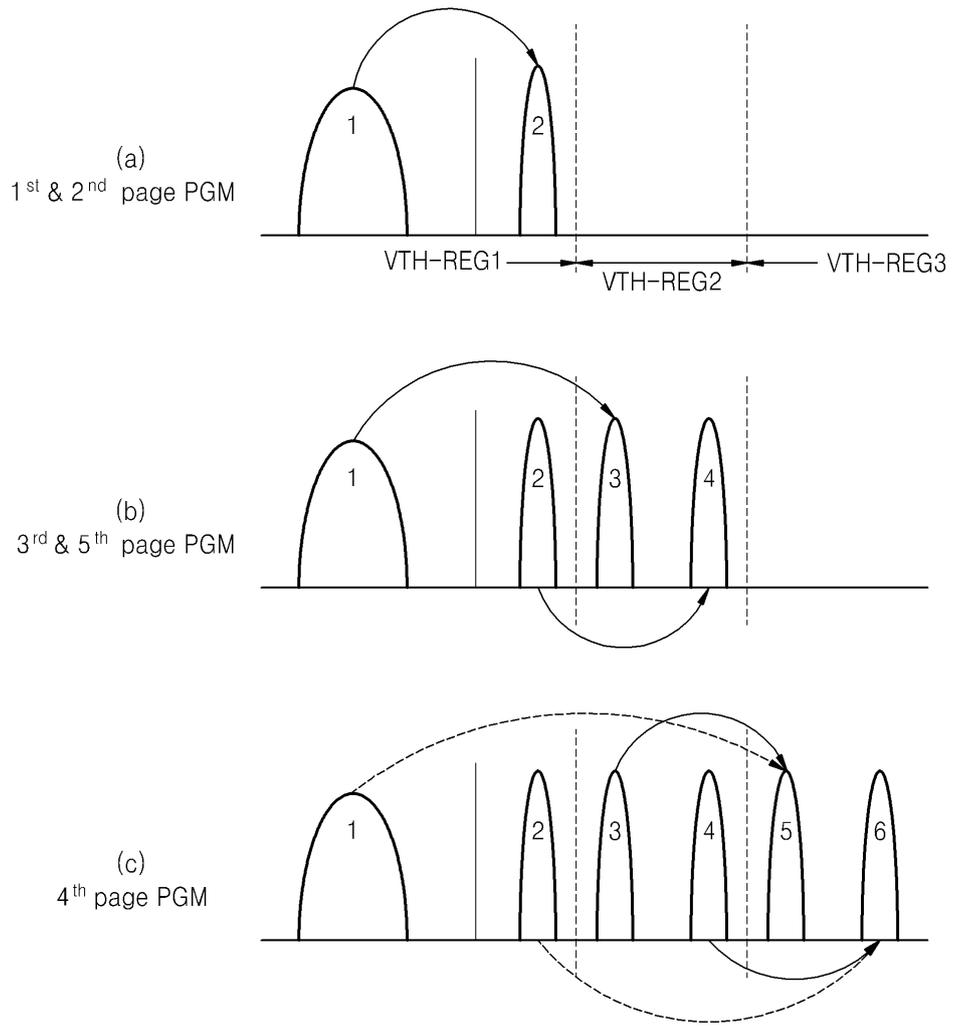
도면1c



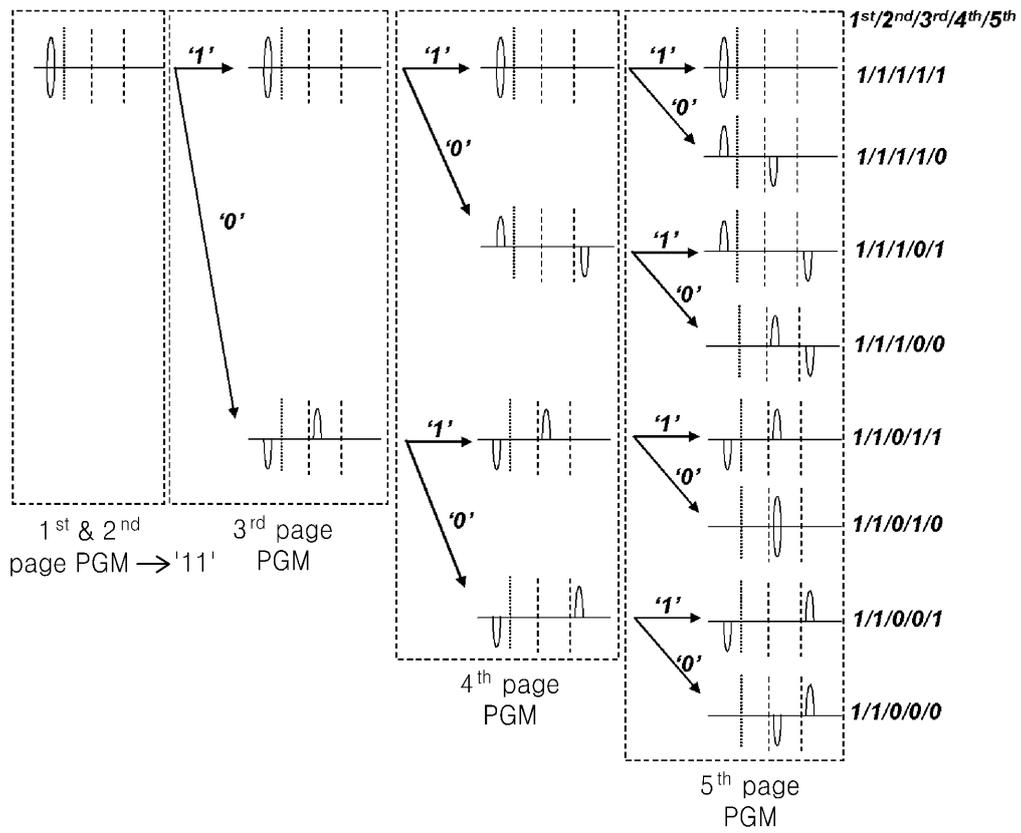
도면2



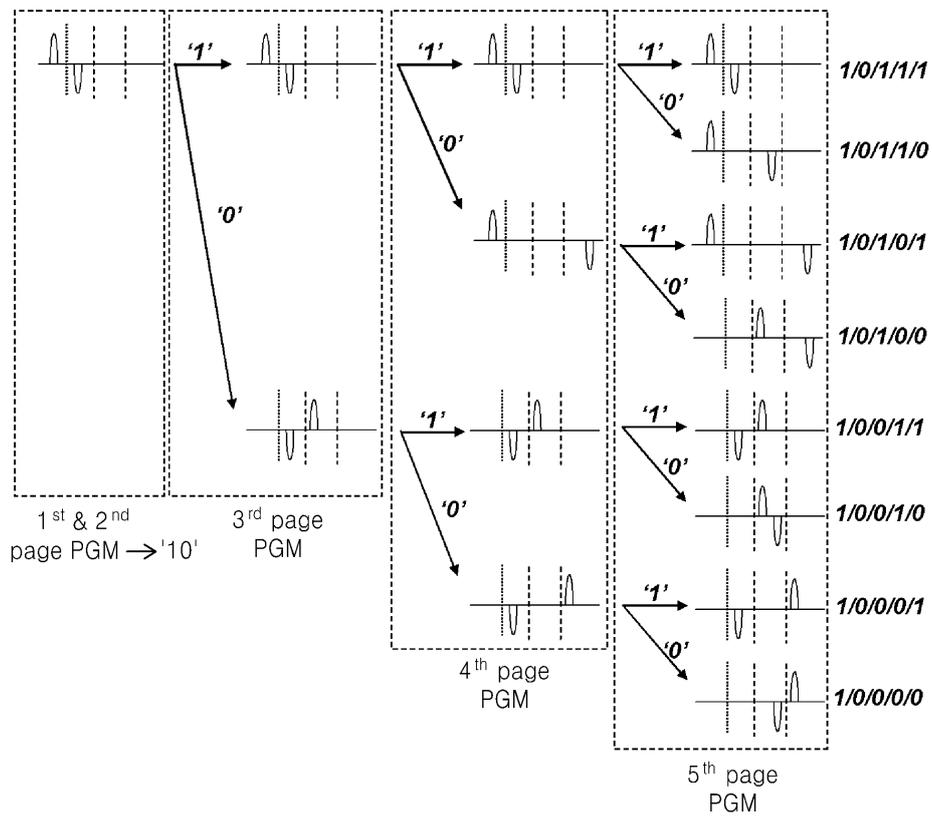
도면3



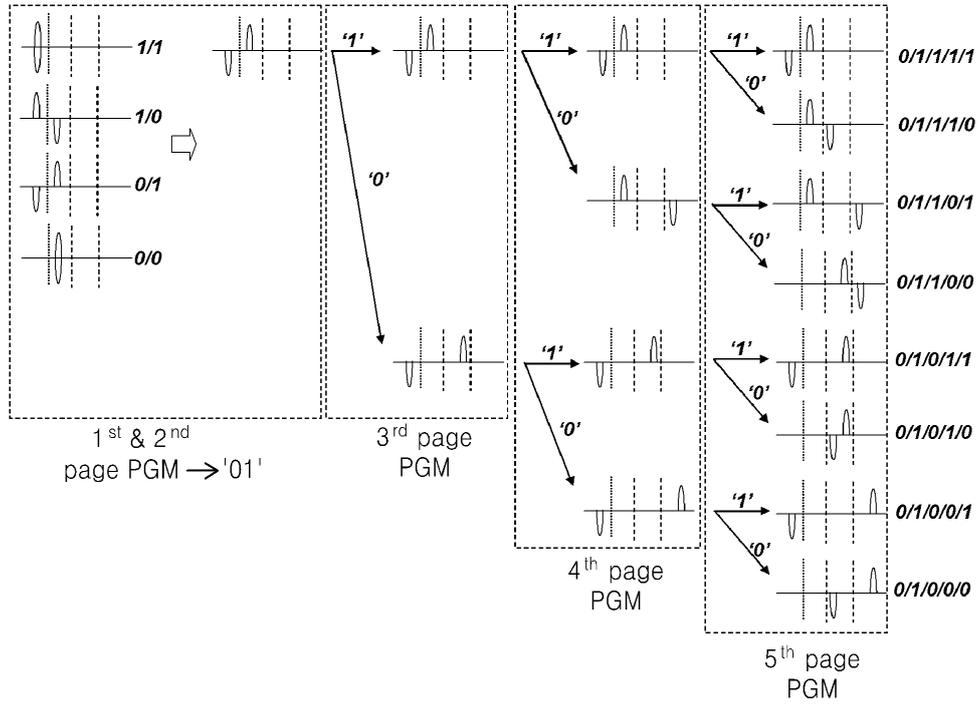
도면4



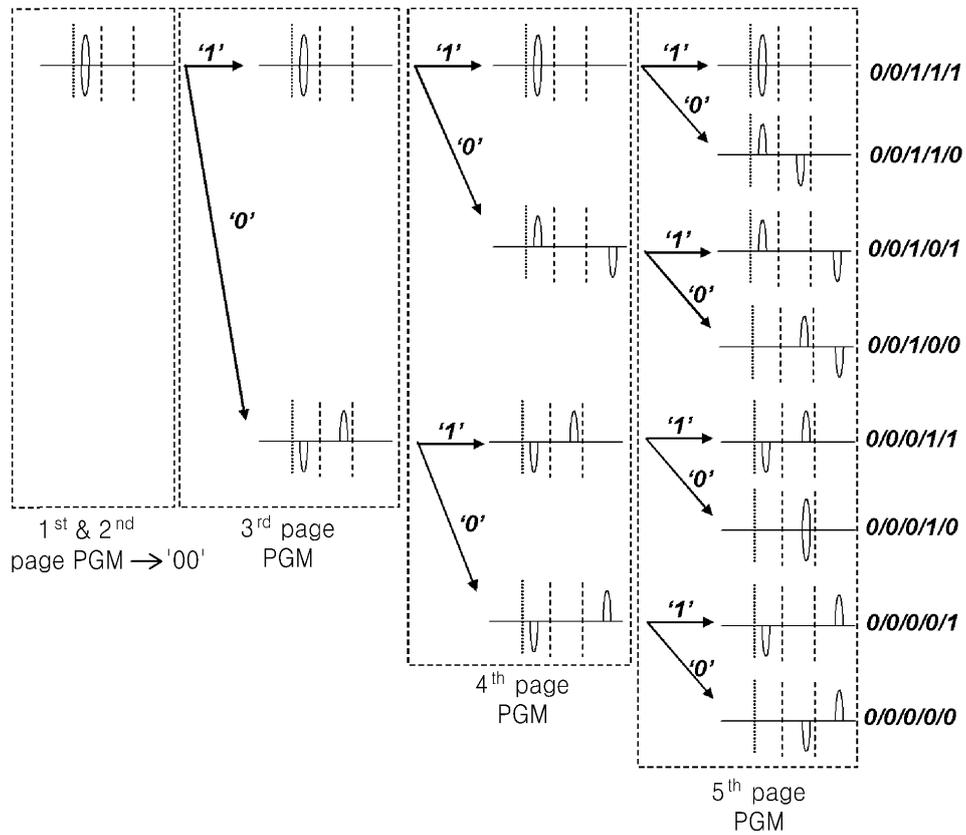
도면5



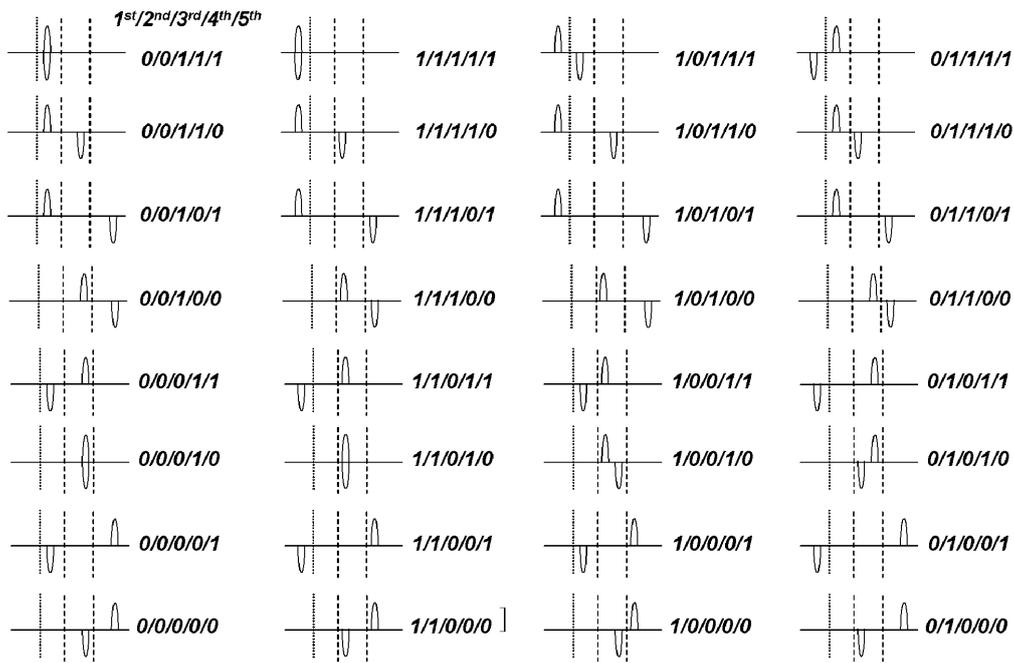
도면6



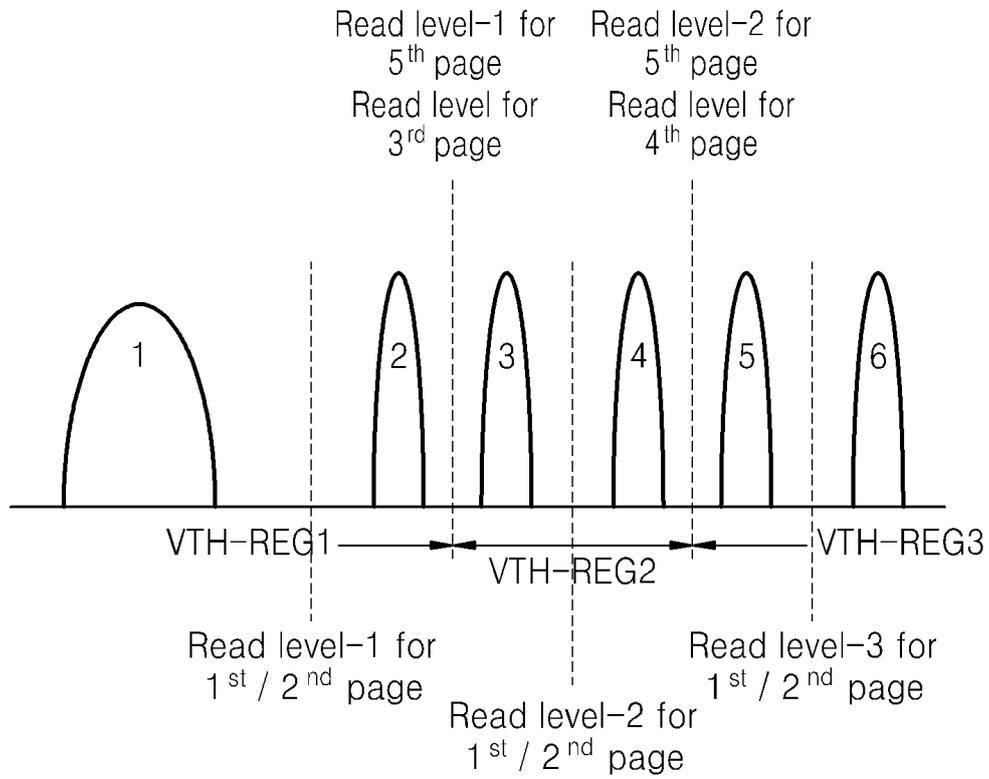
도면7



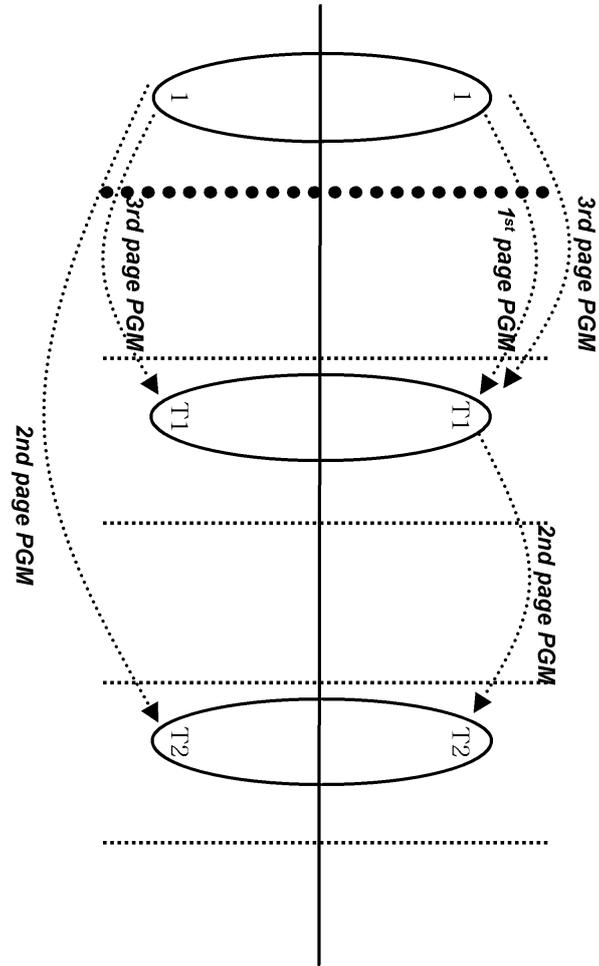
도면8



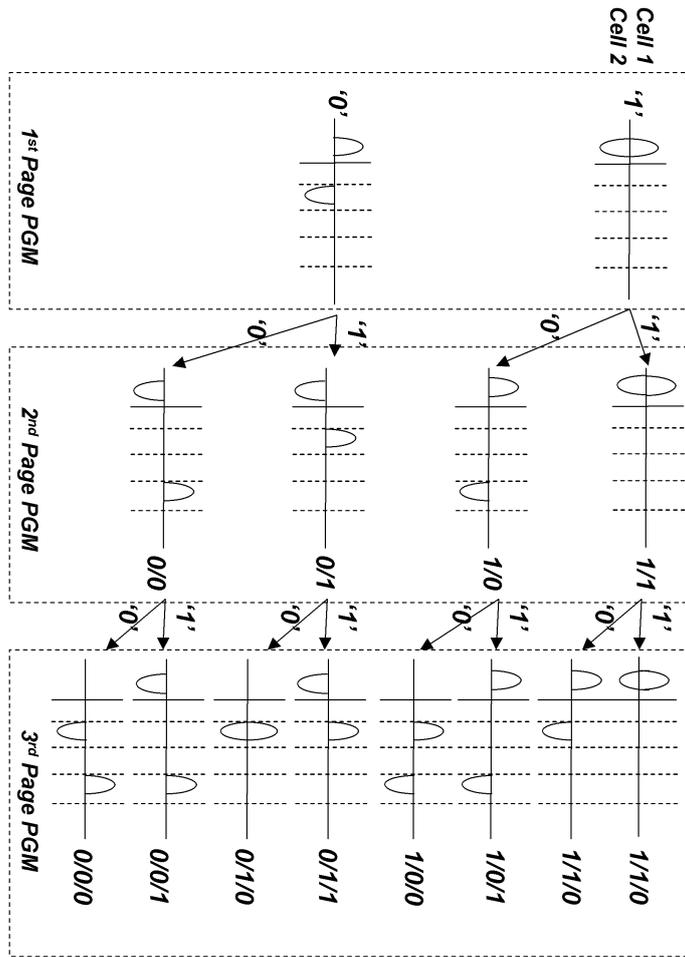
도면9



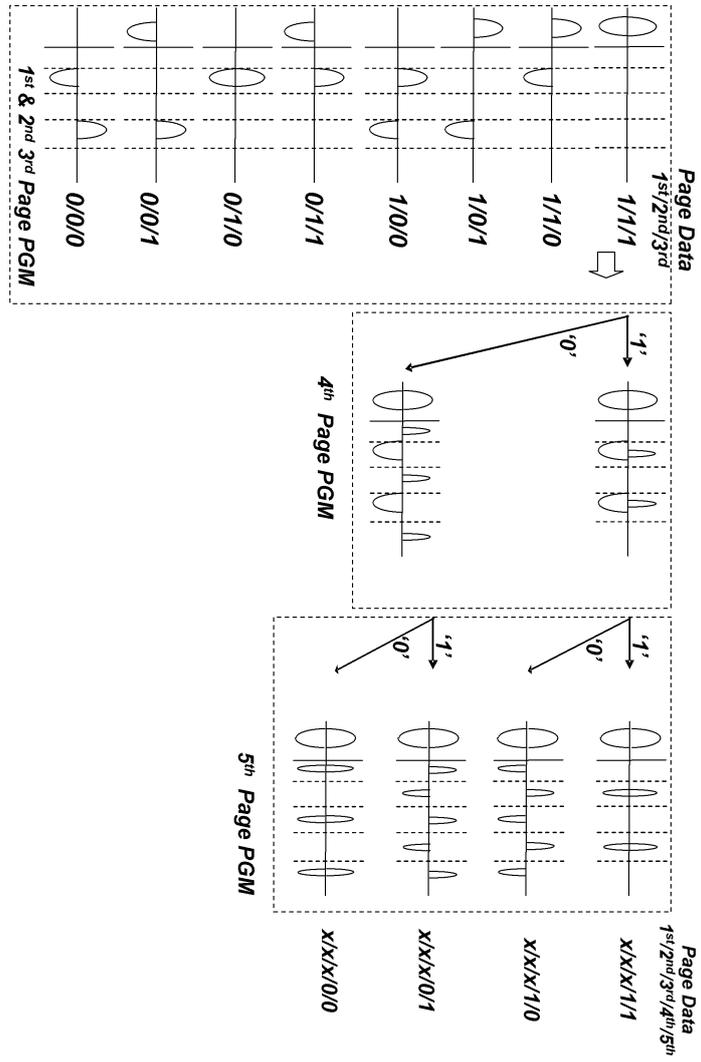
도면10



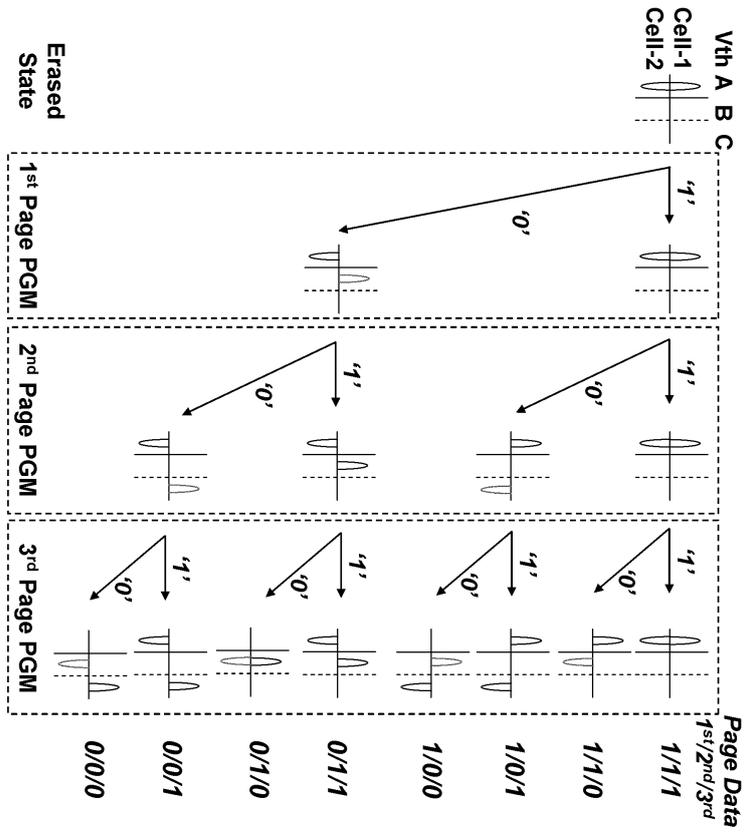
도면11



도면12



도면13



도면14

