(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0101124
(43) 공개일자 2008년11월21일

(51) Int. Cl.
G11B 5/02 (2006.01) *G11B 9/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0047439
(22) 출원일자 2007년05월16일
심사청구일자 2007년05월16일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
유천열
인천 연수구 동춘동 동아APT 115-1001
(74) 대리인
권혁수, 송윤호, 오세준

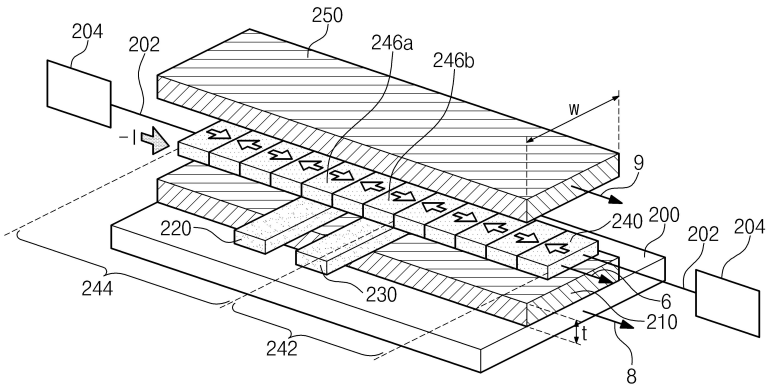
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 요크 패턴을 갖는 자벽이동 메모리 장치 및 메모리 장치의형성 방법

(57) 요 약

본 발명은 요크 패턴을 갖는 자벽이동 메모리 장치 및 그 형성 방법을 제공한다. 이 장치는 복수의 자구을 갖는 정보 저장 패턴, 상기 정보 저장 패턴의 양단에 연결된 배선들, 및 상기 정보 저장 패턴의 일측에 배치되는 적어도 하나의 요크 패턴을 포함한다.

대 표 도 - 도3a



특허청구의 범위

청구항 1

복수의 자구들(magnetic domains)을 갖는 정보 저장 패턴;

상기 정보 저장 패턴의 양단에 연결된 배선들; 및

상기 정보 저장 패턴의 일측에 배치되는 적어도 하나의 요크 패턴(yoke pattern)을 포함하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 정보 저장 패턴는 강자성체(ferro-magnetic material), 강자성체 합금(ferro-magnetic material) alloy), 및 페리자성체(ferri-magnetic material) 중에서 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 정보 저장 패턴은 스트립 라인(strip line) 모양, "U" 모양, 및 서펜타인(serpentine) 모양 중에서 적어도 하나의 모양을 갖는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 요크 패턴은 상기 자구들 사이의 자벽들이 안정된 에너지 상태를 갖도록 만드는 물질 중에서 적어도 한가지로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 요크 패턴은 퍼멀로이 강자성체 물질(permalloy ferromagnetic material), 수퍼 퍼멀로이 강자성체 물질(super-permalloy ferromagnetic material), 수직 자기 이방성을 가지는 자성체 물질(vertical magnetic anisotropy material)들 중에서 적어도 한가지를 포함하는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 요크 패턴은 스트립 라인(strip line) 모양, "U" 모양, 및 서펜타인(serpentine) 모양 중에서 적어도 하나의 모양을 갖는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 정보 저장 패턴과 상기 요크 패턴은 실질적으로 평행한 장축을 갖는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 정보 저장 패턴과 상기 요크 패턴 사이의 간격은 1nm 내지 1000nm인 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 요크 패턴은 정보 저장 패턴의 상부 및 하부에 각각 배치되는 상부 요크 패턴과 하부 요크 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는 메모리 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 상부 요크 패턴 및 상기 하부 요크 패턴은 서로 접촉하는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 배선들에 연결되어 상기 정보 저장 패턴에 흐르는 전류를 생성하는 전류인가 회로를 더 구비하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 정보 저장 패턴의 일측에서, 적어도 하나의 자구에 대향되는 재생 전극 구조체; 및

상기 정보 저장 패턴의 일측에서, 적어도 하나의 자구에 대향되는 기록 전극 구조체를 구비하는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 재생 및 기록 전극 구조체들은 상기 정보 저장 패턴과 상기 요크 패턴 사이에 개재되는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치.

청구항 14

기판 상에 정보 저장 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 기판 상에 적어도 하나의 요크 패턴을 형성하는 단계를 포함하되,

상기 요크 패턴은 상기 정보 저장 패턴의 일측에 형성되는 것을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치의 형성 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 요크 패턴은 퍼멀로이 강자성체 물질(permalloy ferromagnetic material), 수퍼 퍼멀로이 강자성체 물질(super-permalloy ferromagnetic material), 수직 자기 이방성을 가지는 자성체 물질(vertical magnetic anisotropy material)들 중에서 적어도 한 가지를 포함하는 을 특징으로 하는 자벽이동 메모리 장치의 형성 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<8> 본 발명은 기억장치에 관한 것으로, 더 구체적으로 자벽이동 메모리 장치에 관한 것이다.

<9> 메모리 장치에는 디램(DRAM), 에스램(SRAM), 플래시 메모리(Flash memory), 자기 하드 디스크(magnetic hard

disk)등이 있다. 상기 플래시 메모리의 장점은 비휘발성이나, 단점은 가격이 비싸고 대용량화가 어렵다는 것이다. 상기 자기 하드 디스크의 장점은 높은 기록 밀도 및 비휘발성을 가지나, 단점은 기계적으로 움직이는 헤드를 가져 충격에 약하다. 따라서, 상기 하드 디스크는 이동성 저장장치로서 사용되기 부적합하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<10> 본 발명의 일 기술적 과제는 대용량화가 가능하고, 외부 충격에 강하며, 고속화 동작이 가능한 메모리 장치를 제공하는 것이다.

<11> 본 발명의 일 기술적 과제는 대용량화가 가능하고, 외부 충격에 강하며, 고속화 동작이 가능한 메모리 장치의 형성 방법에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

<12> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 요크 패턴을 갖는 자벽이동 메모리 장치를 제공한다. 이 장치는 복수의 자구들(magnetic domains)을 갖는 정보 저장 패턴, 상기 정보 저장 패턴의 양단에 연결된 배선들, 및 상기 정보 저장 패턴의 일측에 배치되는 적어도 하나의 요크 패턴(yoke pattern)을 포함한다.

<13> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 요크 패턴을 갖는 자벽이동 메모리 장치의 형성 방법을 제공한다. 이 방법은 기판 상에 정보 저장 패턴을 형성하는 단계, 및 상기 기판 상에 적어도 하나의 요크 패턴을 형성하는 단계를 포함하되, 상기 요크 패턴은 상기 정보 저장 패턴의 일측에 형성된다.

<14> 자벽이동 메모리 장치는 복수의 자구들(magnetic domains)을 갖는 정보 저장 패턴을 구비한다. 자구들은 자벽(magnetic domain wall)이라고 불리는 경계면에 의해 구분될 수 있으며, 자구들 각각은 서로 다른 자화 방향을 가질 수 있다.

<15> 각 자구의 자화 방향(magnetization direction)은 상기 정보 저장 패턴의 일측에 배치되는 기록 전극 구조체로부터 인가되는 자기장에 의하여 바뀔 수 있지만, 서로 평행(parallel) 또는 반평행(anti-parallel)한 상태들 중의 하나일 수 있다. 이처럼, 자구의 자화 방향이 가변적이면서 평행 또는 반평행한 두 가지 상태만을 가질 수 있다는 점에서, 자구의 자화 방향은 이진 정보(binary data)로서 이용될 수 있다.

<16> 이때, 상기 자구들은 정보가 저장될 수 있는 독립된 영역이라는 점에서, 하나의 정보 저장 패턴에는 복수 개의 정보들이 기록될 수 있다. 이에 더하여, 상기 자구들은 자벽을 경계로 연속적으로 배열된다는 점에서, 자벽 이동 메모리 장치는 정보가 저장되는 영역들(예를 들면, 플로팅 게이트 전극들)의 공간적 분리를 요구하는 플래시 메모리에 비하여 더 높은 정보 저장 밀도를 구현할 수 있다.

<17> 한편, 상기 정보 저장 패턴에 소정의 전류가 흐를 경우, 소정 자구에 기록된 정보는 인접하는 다른 자구로 연속적으로 이동될 수 있다. 이러한 현상은 전류인가 자벽이동(current driven magnetic domain wall movement) 현상이라고 불린다. 상기 전류인가 자벽이동 현상은 자구들에 기록된 데이터의 훼손 없이 데이터가 기록된 자구의 위치를 변화시킨다. 상기 전류인가 자벽이동 현상을 이용하면, 소정 자구에 기록된 데이터를 변경하기 위해, 자기 하드 디스크의 경우처럼 기록 전극 구조체를 기계적으로 이동시킬 필요가 없다. 이에 따라, 전류인가 자벽이동 현상을 이용하는 메모리 장치는 외부 충격에 강하다.

<18> 구체적으로, 이러한 데이터 변경은, 상기 전류인가 자벽이동 현상을 이용하여, 변경하고자 하는 데이터를 상기 기록 전극 구조체에 인접한 자구로 이동시킨 후, 상기 기록 전극 구조체를 이용하여 해당 데이터를 변경하는 과정을 통하여 수행될 수 있다.

<19> 상기 요크 패턴은 자벽의 이동 속도를 증가시키는 데 기여하여, 상기 메모리 장치의 고속 동작을 가능하게 한다.

<20> 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되어진 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 도면들에서, 층 및 영역들의 두께는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 또한 층 다른 층 또는 기판 "상"에 있다고 언급되어지는 경우에 그것은 다른 층 또는 기판 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 층이 개재될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

<21> 도 1a 및 도 1b는 전류인가 자벽이동 현상을 설명하기 위한 개념도이다.

<22> 도 1a를 참조하면, 정보 저장 패턴(100)은 자구들(magnetic domains, 10,30)을 포함하고, 스트립 라인(strip line)의 형태이고, 상기 정보 저장 패턴(100)은 설명을 위하여 세 영역만을 표시하였다. 제1 영역(10)은 자구이며, 스트립 라인의 장축 방향(6)으로 자화되어 있으며, 제 3 영역(30)도 자구이며, 스트립 라인의 장축 방향(6)의 역방향으로 자화되어 있다. 상기 제1 영역(10)과 상기 제3 영역(30) 사이에는 제2 영역(20)인 자벽이 존재한다. 상기 제2 영역(자벽)의 자화 방향은 상기 스트립 라인의 진행방향과 평행 또는 반평행하지 않을 수 있다.

<23> 전류에 의하여 자벽이 이동하기 위하여는 자벽(20) 내부의 자화 방향(magnetization direction)이 이동하여야 한다. 복수의 자구들(10, 30)로 구성된 정보 저장 패턴(data storage pattern, 100)에서 전류인가 자벽이동 현상은 물리적으로 아디아바틱(adiabatic)항, 논아디아바틱(non-adiabatic)항, 감쇄 (damping) 항, 유효 자기장(effective field) 항에 의한 운동으로 나누어 설명될 수 있다.

<24> 상기 정보 저장 패턴(100)이 스트립 라인(strip line)의 형태를 가진 경우, 도 1a에 도시된 것처럼, 상기 자구의 자화 방향은 상기 스트립 라인 표면의 법선 방향(normal direction, 2)과 상기 법선 방향에 수직한 상기 스트립 라인의 표면을 포함하는 표면 방향(plane direction, 4)으로 분리될 수 있다. 상기 정보 저장 패턴에 전류를 인가한 경우, 상기 자구 사이의 자벽의 자화 방향은 스핀 토크(spin torque)에 의하여 상기 스트립 라인의 표면을 포함하는 표면 방향(4)에서 벗어나면서 진행할 수 있다. 이때, 상기 자벽(20)의 자화 방향은 상기 법선 방향(2)의 성분을 가질 수 있다.

<25> 아디아바틱(Adiabatic)항의 기여만 있는 경우, 상기 자벽(20)은 전류에 의해서 자화 방향을 상기 스트립 라인의 표면을 포함하는 표면 방향(4)에서 움직이게 한다. 이 자벽의 움직임은 다시 감쇄 항에 의해서 상기 법선 방향(2)을 생성하는 방향으로 움직일 수 있다. 이 경우, 상기 자벽(20)의 자화 방향이 상기 법선 방향(2)을 가지는 상기 정보 저장 패턴(100)의 정자기 에너지(static magnetic energy)는 불안정 상태일 수 있고, 상기 정자기 에너지는 상기 법선 방향(2)의 변화를 저지하는 힘을 발생시킬 수 있다. 따라서, 상기 아디아바틱(adiabatic)항 만의 기여가 있는 경우, 상기 자벽(20)은 전류에 의하여 이동하지 않을 수 있다.

<26> 한편, 논아디아바틱(non-adiabatic) 항이 아디아바틱 항과 함께 존재하는 경우 상기 자벽(20) 내부의 자화 방향이 전류에 의해서 변할 때, 감쇄항에 의한 효과를 효과적으로 상쇄 시킬 수 있다. 따라서 상기 자화 방향은 상기 스트립 라인의 표면을 포함하는 표면 방향(4)에서 효과적으로 움직일 수 있다. 상기 자벽(20)의 자화방향이 상기 법선 방향(2)을 가지지 않는 경우, 상기 정보 저장 패턴(100)의 정자기 에너지는 안정 상태일 수 있고, 상기 스트립 라인의 표면을 포함하는 표면 방향(4)의 변화를 저지하는 힘을 발생시키지 않을 수 있다. 따라서, 상기 논아디아바틱(non-adiabatic)항의 기여가 있는 경우, 상기 자벽은 전류에 의하여 이동할 수 있다. 즉, 전류 인가 자벽 이동 속도는 논아디아바틱(non-adiabatic)항에 의존할 수 있다.

<27> 한편, 전이금속 강자성체(Co, Fe, Ni)이나 그 합금(FeNi)등은 상기 논아디아바틱(non-adiabatic)항이 작을 수 있다. 따라서, 상기 아디아바틱 (adiabatic)항에 의한 불안정한 상기 정자기 에너지를 안정화할 필요가 있다.

<28> 도 1b를 참조하면, 상기 정보 저장 패턴(100a)에 전류가 인가된 경우, 전류인가 자벽이동 현상에 의하여 상기 제1 영역(10), 상기 제2 영역(20) 및 상기 제3 영역(30)은 상기 스트립라인의 장축 방향(6)으로 이동하여 각각 이동된 제1 영역(10a), 이동된 제2 영역(20a) 및 이동된 제3 영역(30a)이 된다. 상기 정보 저장 패턴(100a)에 전류를 인가한 경우, 자벽의 자화 방향은 스핀 토크에 의하여 상기 스트립 라인의 표면을 포함하는 표면 방향(4)에서 벗어나면서 진행할 수 있다. 이때, 상기 자벽(20)의 자화 방향은 상기 법선 방향(2)의 성분을 가질 수 있다.

<29> 도 2a 및 도 2b는 정보 저장 패턴의 자구 사이의 자벽에서 발생하는 누설 자기장(magnetic field leakage)의 모양을 나타낸다. 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 도 2a는 요크 패턴이 없는 경우의 누설 자기장의 모양을 나타내고, 도 2b는 요크 패턴을 가진 경우의 누설 자기장의 모양을 나타낸다.

<30> 도 2a를 참조하면, 정보 저장 패턴(100b)의 자벽의 누설 자기장은 자기 쌍극자(magnetic dipole)에 의한 자기장(magnetic field, magnetic flux density)의 모양을 갖는다. 상기 누설 자기장(magnetic field leakage)은 상기 스트립 라인의 표면에 법선 방향(2) 성분을 가질 수 있다. 즉, 상기 누설 자기장은 상기 법선 방향(2, y축)과 상기 스트립 라인의 장축 방향(6) 및 상기 법선 방향(2)으로 이루어진 평면에 수직한 방향(8, x축)의 성분을 가질 수 있다. 상기 법선 방향(2) 성분은 상기 정보 저장 패턴의 정자기 에너지를 불안정하게 하여, 상기 자벽이 이동하지 못하도록 방해 요인을 발생시킬 수 있다.

<31> 도 2b를 참조하면, 상기 정보 저장 패턴(100c)의 양측에 요크 패턴(120c, 120d)이 있는 경우, 상기 자벽의 누설 자기장의 방향 및 세기는 상기 요크 패턴(120c, 120d)의 표면 및 요크 패턴(120c, 120d)의 내부에서 변할 수 있다. 따라서, 상기 요크 패턴(120c, 120d)은 상기 정보 저장 패턴(100c)의 정자기 에너지를 크게 감소 시킬 수 있으며, 상기 아디아바틱(adiabatic)항에 기인한 저항력을 감소시킬 수 있다.

<32> 도 3a은 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

<33> 도 3a을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 메모리 장치는 정보 저장 패턴(240) 및 제1, 제2 요크 패턴들(210,250)을 포함한다. 상기 정보 저장 패턴(240) 및 상기 제1, 제2 요크 패턴(210,250)의 모양은 스트립라인 모양일 수 있다. 상기 제1 요크 패턴(210)과 상기 제2 요크 패턴(250) 사이에는 상기 정보 저장 패턴(240)이 개재될 수 있다. 상기 제1 요크 패턴(210)과 상기 제2 요크 패턴(250)의 스트립 라인의 장축 방향은 평행할 수 있다. 제1 요크 패턴(210) 및 상기 제2 요크 패턴(250)의 스트립 라인의 장축 방향과 상기 정보 저장 패턴의 장축 방향(자벽에 수직한 방향, 6)은 평행할 수 있다.

<34> 상기 제1 요크 패턴(210)은 기판(200) 상에 배치될 수 있다. 상기 기판(200)은 절연체 또는 반도체일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 기판(200) 상에는 본 발명의 메모리 장치를 구동시키는 소자가 배치될 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240)과 상기 제1 및 제2 요크 패턴들(210,250) 사이에는 절연막이 개재될 수 있다. 상기 절연막은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 절연막은 화학 기상 증착법 또는 스핀 코팅(spin coating)에 의하여 형성될 수 있다.

<35> 상기 정보 저장 패턴(240)은 강자성체(ferromagnetic material), 강자성체 합금, 및 페리자성체(ferri-magnetic material) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 강자성체는 철(Fe), 니켈(Ni), 코발트(Co)등의 전이금속 강자성체일 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240)의 모양은 스트립 라인(strip line) 모양, "U" 모양, 및 서펜타인(serpentine) 모양 중에서 적어도 하나의 모양일 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240)은 복수의 자구와 상기 자구들 사이의 자벽을 포함할 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240)은 저장영역(244, storage region)과 보존영역(242, reservior region)으로 구분될 수 있다.

<36> 도 3b를 참조하면, 상기 정보 저장 패턴(240)은 서펜타인(serpentine) 모양일 수 있다. 이 경우, 요크 패턴들은 상기 정보 저장 패턴(240)의 모양에 대응하는 모양을 가지면서 당업자가 용이하게 변형하여 상기 정보 저장 패턴(240)의 양측에 배치될 수 있다. 이러한 변형은 당업자의 기술 수준에서 용이하게 이루어질 수 있으므로, 이에 대한 설명은 생략한다. 기록 전극 구조체 및 재생 전극 구조체는 상기 요크 패턴과 상기 정보 저장 패턴 사이에 개재될 수 있다.

<37> 도 3c를 참조하면, 상기 정보 저장 패턴(240)은 "U" 모양일 수 있다. 이 경우, 요크 패턴은 상기 정보 저장 패턴(240)의 모양에 따라, 당업자가 용이하게 변형하여 상기 정보 저장 패턴(240)의 양측에 배치될 수 있다. 기록 전극 구조체 및 재생 전극 구조체는 상기 요크 패턴과 상기 정보 저장 패턴 사이에 개재될 수 있다.

<38> 상기 제1, 제2 요크 패턴들(210, 250)은 자성체일 수 있다. 상기 제1, 제2 요크 패턴들(210, 250)은 상기 자구들 사이에 존재하는 자벽에서 발생하는 누설 자기장에 의한 불안정한 정자기 에너지를 안정한 정자기 에너지로 만드는 물질 중에서 선택될 수 있다. 상기 안정한 정자기 에너지로 만드는 물질은 퍼멀로이(permalloy) 강자성체 물질, 슈퍼 퍼멀로이(super-permalloy) 강자성체 물질, 수직자기 이방성(vertical magnetic anisotropy)을 가지는 강자성체 물질 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 퍼멀로이(permalloy) 강자성체 물질은 니켈(Ni)과 철(Fe)의 자기적 합금일 수 있다. 바람직하게, 상기 퍼멀로이(permalloy) 강자성체는 20 퍼센트의 철(Fe)과 80 퍼센트의 니켈(Ni)로 구성될 수 있다. 슈퍼 퍼멀로이(super-permalloy) 강자성체는 철(Fe), 니켈(Ni) 및 몰리브덴(Mo)의 합금일 수 있다. 상기 수직자기 이방성을 가지는 강자성체 물질은 철(Fe), 코발트(Co), 팔라듐(Pd)의 합금일 수 있다. 상기 제1, 제2 요크 패턴들(210, 250)의 모양은 스트립 라인 모양, "U" 모양, 및 서펜타인(serpentine) 모양 중에서 적어도 하나의 모양일 수 있다.

<39> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도 3a를 참조하면, 상기 정보 저장 패턴(240)의 장축 방향(6)과 상기 제1, 2 요크 패턴들(210,250)의 장축 방향(8,9)은 같을 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240)과 상기 제1, 제2 요크 패턴들(210,250) 사이의 간격은 1 nm 내지 1000 nm일 수 있다. 상기 제1 요크 패턴(210)의 폭은 상기 제2 요크 패턴(250)의 폭(W)과 다를 수 있다. 상기 제1 요크 패턴(210)의 두께(t)는 상기 제2 요크 패턴(250)의 두께와 다를 수 있다.

<40> 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 제1, 제2 요크 패턴들(210, 250)을 상기 정보 저장 패턴(240)의 일부를 덮을 수 있다. 또한, 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 정보 저장 패턴(240)은 스택형(stack type)

으로 복수의 층에 배열될 수 있고, 상기 정보 저장 패턴들(240) 사이에 상기 제1, 제2 요크 패턴들(210, 250)이 개재될 수 있다.

<41> 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 정보 저장 패턴(240) 및 상기 요크 패턴들(210,240)은 상기 기판(200) 상에 평행하게 배치되는 것에 한하지 않고, 상기 기판(200)에 수직하게 배치되는 것을 포함한다.

<42> 상기 정보 저장 패턴(240)은 양단에 연결된 배선(202)을 가진다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 정보 저장 패턴(240)에 연결된 상기 배선들은 상기 정보 저장 패턴에 흐르는 전류를 생성하는 전류인가 회로(204)에 전기적으로 연결될 수 있다.

<43> 상기 정보 저장 패턴(240)과 제1 요크 패턴(210) 사이에는 기록 전극 구조체(220) 및 재생 전극 구조체(230) 중에서 선택된 적어도 하나가 배치될 수 있다. 구체적으로, 상기 정보 저장 패턴(240)과 제1 요크 패턴(210) 사이에 상기 기록 전극 구조체(220) 및 상기 재생 전극 구조체(230)이 배치될 수도 있다. 본 발명의 변형된 실시예에 의하면, 상기 정보 저장 패턴(240)의 일측에 재생 전극 구조체(230)가 배치되고, 또다른 일측에 기록 전극 구조체(220)가 배치될 수 있다. 상기 기록 전극 구조체(220)은 도전성 전극을 포함할 수 있다. 상기 기록 전극 구조체(220)에 전류가 흐르는 경우, 상기 기록 전극 구조체(220) 에 대향하는 상기 정보저장 패턴의 소정의 자구(246a)는 특정한 방향으로 자화될 수 있다. 따라서, 상기 기록 전극 구조체(220)에 흐르는 전류의 방향은 상기 정보 저장 패턴에 기록되는 정보에 따라 변할 수 있다. 상기 기록 전극 구조체(220)에 흐르는 전류는 펄스 형태일 수 있다.

<44> 상기 재생 전극 구조체(230)은 도전성 전극을 포함할 수 있다. 상기 재생 전극 구조체(230)과 상기 정보 저장 패턴(240)의 교차점에 상기 정보 저장 패턴의 소정의 자구(246b)의 자화 방향을 감지하는 센서가 배치될 수 있다. 상기 센서는 상기 재생 전극 구조체(230)과 상기 정보 저장 패턴(240) 사이에 개재될 수 있다. 상기 센서는 상기 재생 전극 구조체(230)와 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 센서는 터널링 자기저항 센서(tunneling magneto resistance sensor) 또는 거대 자기 저항 센서(giant magneto resistance sensor)일 수 있다.

<45> 상기 정보 저장 패턴(240)은 저장영역(244)과 보존영역(242)으로 구분될 수 있다. 상기 저장 영역(244)은 상기 기록 전극 구조체에 의하여 자화된(magnetized) 복수의 자구들을 포함할 수 있다. 상기 보존 영역(242)은 전류인가 자벽이동 현상에 의하여 상기 저장 영역(244)의 정보를 임시로 저장하는 영역일 수 있다.

<46> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

<47> 도 4를 참조하면, 기판(200) 상에 제1, 제2 요크 패턴(210a, 250a)이 배치된다. 상기 제1, 제2 요크 패턴(210a, 250a) 사이에 정보 저장 패턴(240a)가 개재된다. 상기 정보 저장 패턴(240a)은 스트립 라인의 모양일 수 있다. 상기 제1 및 제2 요크 패턴(210a, 250a)은 스트립 라인의 모양일 수 있고 그 중심에 장축 방향으로 고랑(trench)을 가질 수 있다. 상기 제1 요크 패턴(210a)의 고랑 상에 정보 저장 패턴(240a)이 배치된다. 상기 정보 저장 패턴(240a) 상에 상기 제2 요크 패턴이 배치되되, 상기 제2 요크 패턴의 고랑은 상기 정보 저장 패턴(240a) 상에 배치된다.

<48> 상기 정보 저장 패턴(240a)과 상기 제1, 제2 요크 패턴(210a, 250a) 사이에는 절연막이 존재할 수 있다. 상기 절연체는 실리콘 산화막, 또는 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 절연막은 화학 기상 증착법에 의하여 형성될 수 있다.

<49> 상기 정보 저장 패턴(240a)과 상기 제1 요크 패턴(210a) 사이에는 기록 전극 구조체(220a) 및 재생 전극 구조체(230a) 중에서 선택된 적어도 하나가 배치될 수 있다.

<50> 상기 제1 및 제2 요크 패턴(210a, 250a)은 서로 접촉할 수 있다. 즉, 상기 제1 및 제2 요크 패턴(210a, 250a)은 상기 정보 저장 패턴(240a)을 둘러싸도록 배치될 수 있다.

<51> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

<52> 도 5를 참조하면, 기판(200b) 상에 정보 저장 패턴(240b) 및 요크 패턴(210b)이 배치된다. 상기 정보 저장 패턴(240b)은 스트립 라인의 모양일 수 있다. 상기 요크 패턴(210b) 상에 정보 저장 패턴(240b)이 배치된다. 상기 정보 저장 패턴(240b)과 상기 요크 패턴(210b) 사이에는 절연체가 존재할 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240b)과 상기 요크 패턴(210b) 사이에 기록 전극 구조체(220b)과 재생 전극 구조체(230b)가 개재될 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240b)은 상기 정보 저장 패턴(240b)을 가로지르도록 배치될 수 있다. 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 복수의 상기 정보 저장 패턴(240b)은 상기 요크 패턴(210b) 상에 배치될 수 있다. 있다.

<53> 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다. 도 6를 참조하면, 기판(200c) 상에 제1, 제2 요크 패턴(210c, 250c)이 배치된다. 상기 제1 요크 패턴(210c) 및 상기 제2 요크 패턴(250c) 사이에 제1 정보 저장 패턴(240c) 및 제2 정보 저장 패턴(240d)이 배치될 수 있다. 상기 복수의 정보 저장 패턴들(240c, 240d)은 스트립 라인의 모양일 수 있고, 상기 정보 저장 패턴들(240c, 240d)의 장축 방향은 서로 평행할 수 있다. 상기 제1 요크 패턴(210c) 상에 복수의 정보 저장 패턴(240c, 240d)이 배치된다. 상기 복수의 정보 저장 패턴(240c, 240d)과 상기 제1 요크 패턴(210c) 사이에는 절연체가 존재할 수 있다. 상기 제2 요크 패턴(250c)과 복수의 정보 저장 패턴들(240c, 240d) 사이에 절연체가 개재할 수 있다.

<54> 도 7a 내지 도 7h는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치의 형성 방법을 설명하기 위한 사시도이다.

<55> 도 7a를 참조하면, 기판(200) 상에 요크막이 형성된다. 상기 요크막은 자성체막일 수 있고, 상기 자성체막은 퍼멀로이(permalloy) 강자성체 물질, 슈퍼 퍼멀로이(super-permalloy) 강자성체 물질, 수직자기 이방성을 가지는 강자성체 물질 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 퍼멀로이(permalloy) 강자성체 물질은 니켈(Ni)과 철(Fe)의 자기적 합금일 수 있다. 바람직하게, 상기 퍼멀로이(permalloy) 강자성체는 20 퍼센트의 철(Fe)과 80 퍼센트의 니켈(Ni)로 구성될 수 있다. 상기 슈퍼 퍼멀로이(super-permalloy) 강자성체는 철(Fe), 니켈(Ni) 및 몰리브덴(Mo)의 합금일 수 있다. 상기 수직자기 이방성을 가지는 강자성체 물질은 철(Fe), 코발트(Co), 팔라듐(Pd)의 합금일 수 있다.

<56> 상기 요크막 상에 포토레지스트 패턴을 형성할 수 있다. 상기 포토레지스트 패턴을 마스크로 사용하여 상기 요크막을 식각하여 요크 패턴(210)이 형성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 요크 패턴을 형성하기 위하여 다마신(damascene) 기술이 이용될 수 있다.

<57> 도 7b를 참조하면, 상기 요크 패턴의 전면 상에 제1 절연막(212)이 형성될 수 있다. 상기 제1 절연막(212)은 유전체 막일 수 있다. 상기 제1 절연막(212)은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 제1 절연막은 화학 기상 증착법 또는 스핀 코핑(spin coating)에 의하여 형성될 수 있다.

<58> 도 7c를 참조하면, 상기 제1 절연막(212) 상 전면에 도전막이 형성될 수 있다. 상기 도전막은 금속막, 금속실리사이드막, 폴리실리콘막일 수 있다. 상기 도전막상에 포토레지스트 패턴이 형성될 수 있다. 상기 포토레지스트 패턴을 마스크로 사용하여 상기 도전막을 식각하여 기록 전극 구조체(220) 및 재생 전극 구조체(230)을 형성할 수 있다. 상기 재생 전극 구조체(230) 상에는 정보 저장 패턴에 있는 자구의 자화 방향을 감지하는 센서가 배치될 수 있다. 상기 센서는 상기 재생 전극 구조체(230)와 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 센서는 터널링 자기저항 센서(tunneling magnetoresistance sensor) 혹은 거대자기 저항 센서 (giant magnetoresistance sensor) 일 수 있다.

<59> 도 7d를 참조하면, 상기 기록 전극 구조체(220) 및 재생 전극 구조체(230) 상에는 제2 절연막(214)을 형성할 수 있다. 상기 제2 절연막(214)은 유전체막일 수 있다. 상기 제2 절연막(214)은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 제2 절연막은 화학 기상 증착법 또는 스핀 코팅(spin coating)에 의하여 형성될 수 있다.

<60> 도 7e를 참조하면, 상기 제2 절연막(214) 상에 자성체막을 형성할 수 있다. 상기 자성체막 상에 포토레지스트 패턴을 형성한다. 상기 포토레지스트 패턴을 마스크로 사용하여 상기 자성체막을 식각하여 정보 저장 패턴(240)을 형성할 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240)은 상기 기억 전극 구조체(220) 및 재생 전극 구조체(230)와 직교할 수 있다. 상기 정보 저장 패턴(240)은 복수의 자구를 포함할 수 있다. 상기 자구들 사이에는 자벽이 존재할 수 있다. 상기 자구들은 자화될 수 있다.

<61> 도 7f를 참조하면, 상기 정보 저장 패턴(240) 상에 제3 절연막(216)이 형성될 수 있다. 상기 제3 절연막(216)은 유전체막일 수 있다. 상기 제3 절연막(216)은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 제3 절연막은 화학 기상 증착법 또는 스핀 코핑(spin coating)에 의하여 형성될 수 있다.

<62> 도 7g를 참조하면, 상기 제3 절연막(216) 상에 제2 요크막이 형성될 수 있다. 상기 제2 요크막 상에 포토레지스트 패턴을 형성한다 상기 포토레지스트 패턴을 마스크로 사용하여 상기 제2 요크막을 식각하여 제2 요크 패턴(250)을 형성할 수 있다.

<63> 도 7h를 참조하면, 상기 제2 요크 패턴(250) 상에 제4 절연막(218)이 형성될 수 있다. 상기 제4 절연막(218)은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 제4 절연막은 화학 기상 증착법 또는 스핀 코핑(spin coating)에 의하여 형성될 수 있다.

발명의 효과

<64> 본 발명에 따르면, 정보 저장 패턴의 일측에 요크 패턴이 배치된다. 상기 요크 패턴은 상기 정보 저장 패턴의 정자기 에너지를 안정화시키기 때문에, 상기 정보 저장 패턴에 전류를 흘릴 때 정보 저장 패턴의 자벽들은 더 빠른 속도로 이동된다. 즉, 요크 패턴은 전류인가 자격이동 메모리 장치의 동작 속도를 증가시키는데 기여한다.

<65> 본 발명에 따르면, 상기 정보 저장 패턴의 일측에 기록 전극 구조체가 배치된다. 상기 기록 전극 구조체는 기판에 배치되기 때문에, 전류인가 자벽 이동 메모리 장치는 충격에 강하다.

<66> 본 발명에 따르면, 상기 정보 저장 패턴은 복수의 자구를 포함하고 있기 때문에, 대용량의 메모리 장치가 될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1a 및 도 1b는 전류인가 자벽이동 현상을 설명하기 위한 개념도이다.

<2> 도 2a 및 도 2b는 정보 저장 패턴의 자구 사이의 자벽의 누설 자기장의 모양을 나타낸다.

<3> 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

<4> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

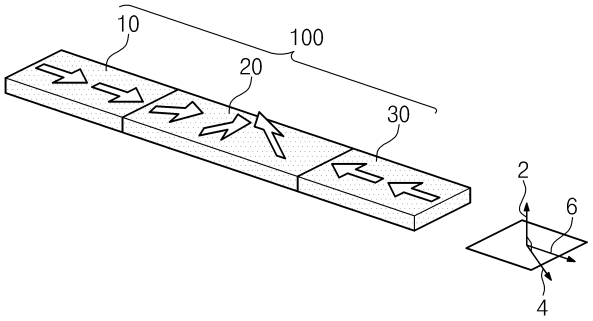
<5> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

<6> 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

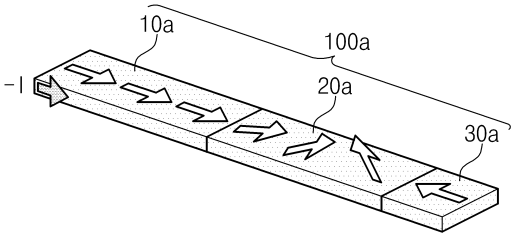
<7> 도 7a 내지 7h는 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리 장치의 형성 방법을 설명하기 위한 사시도이다.

도면

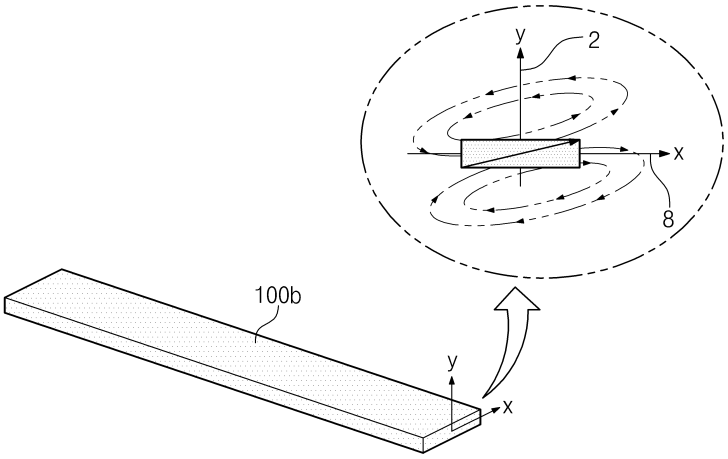
도면1a



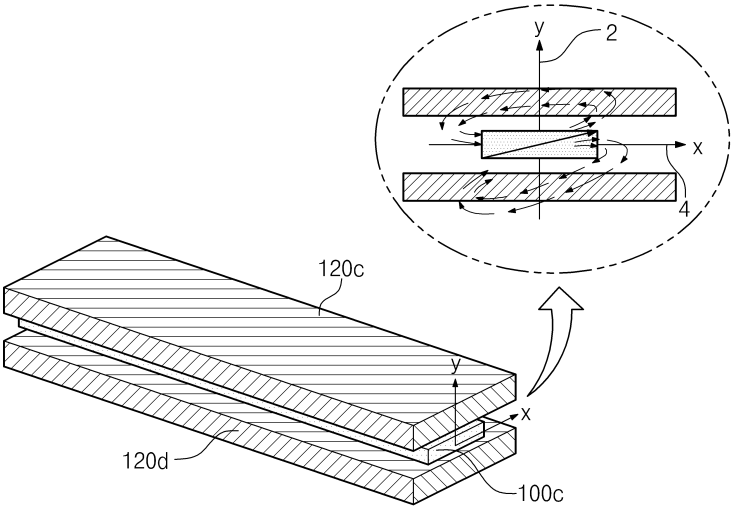
도면1b



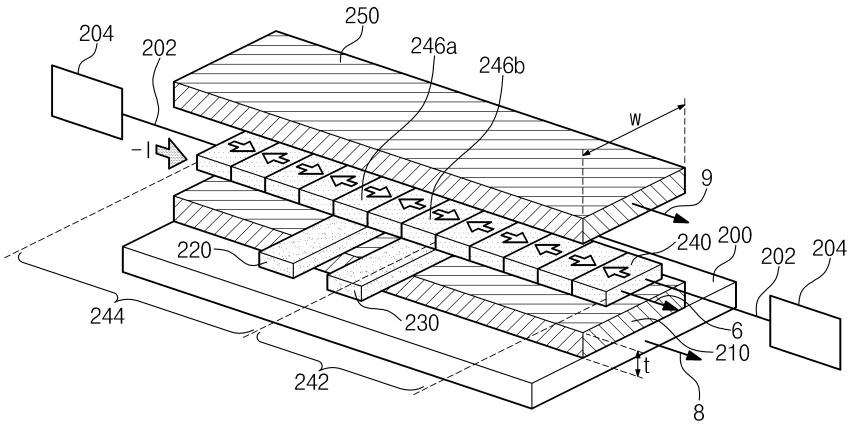
도면2a



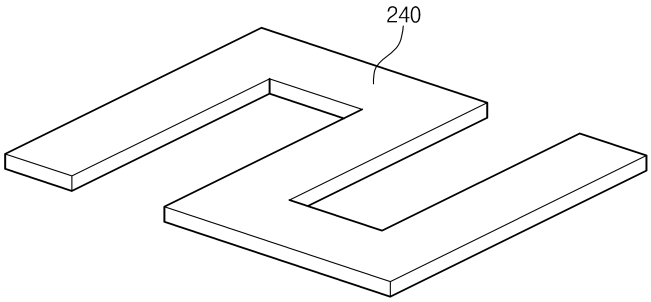
도면2b



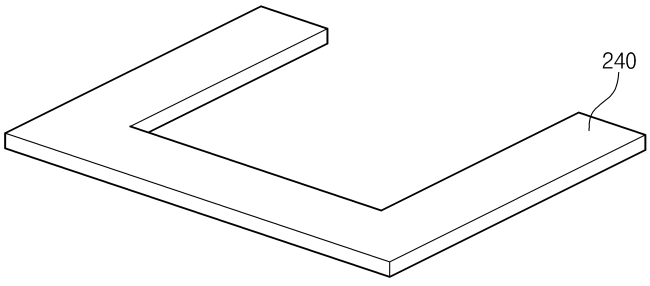
도면3a



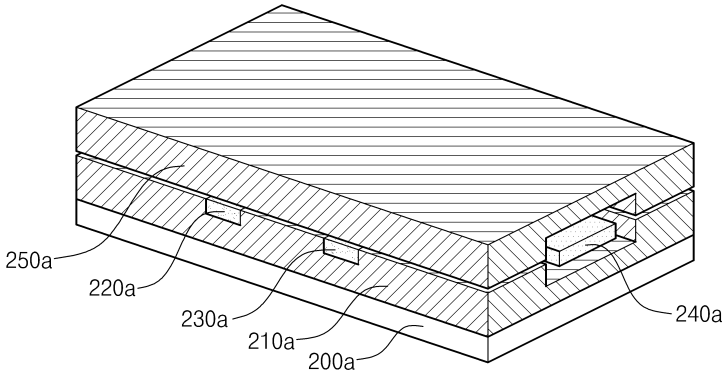
도면3b



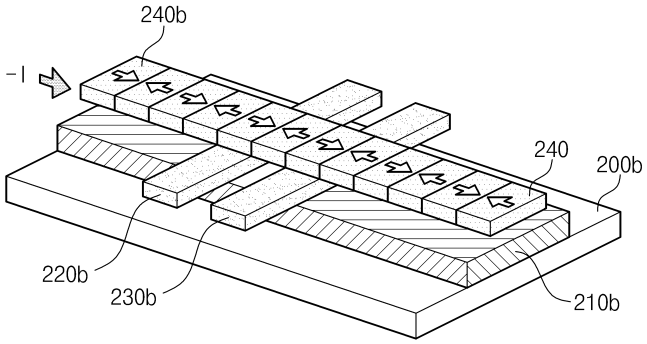
도면3c



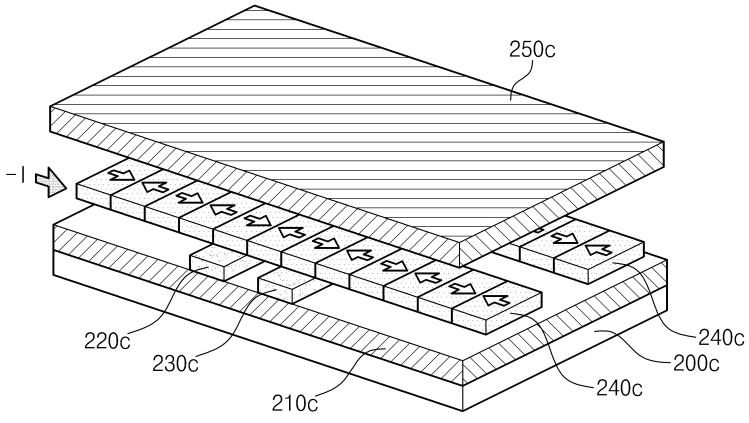
도면4


250a
220a
230a
210a
200a
240a

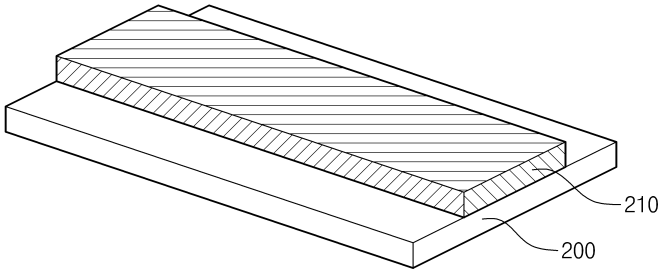
도면5


240b
I
240
200b
220b
230b
210b

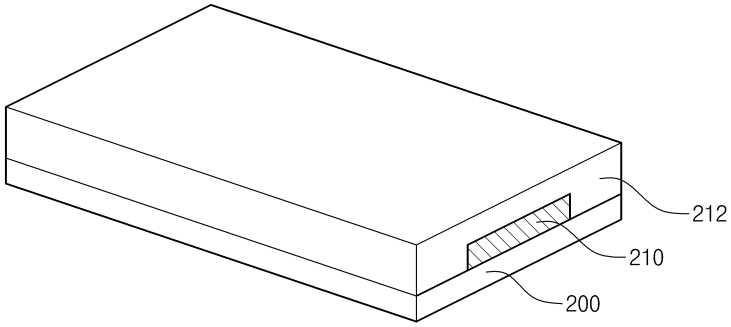
도면6


250c
I
220c
230c
210c
240c
200c
240c

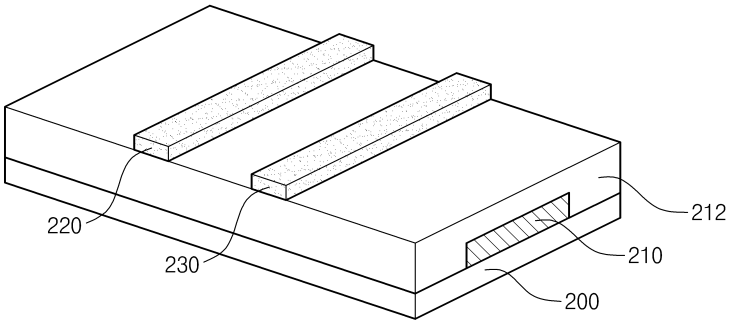
도면7a



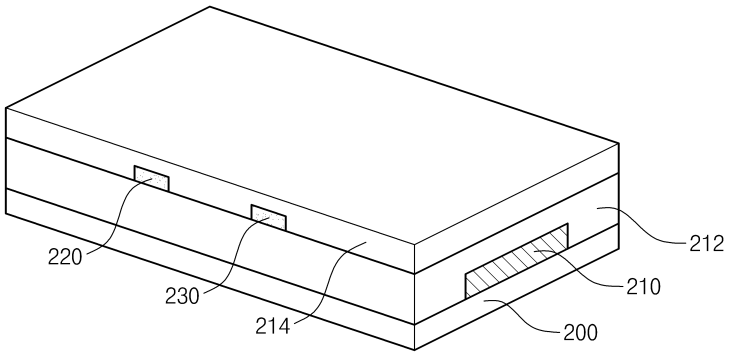
도면7b



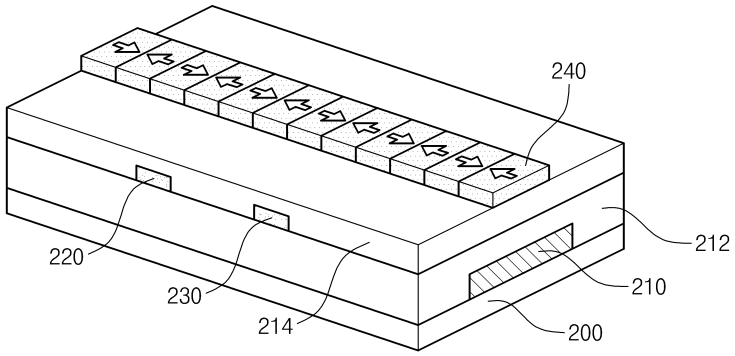
도면7c



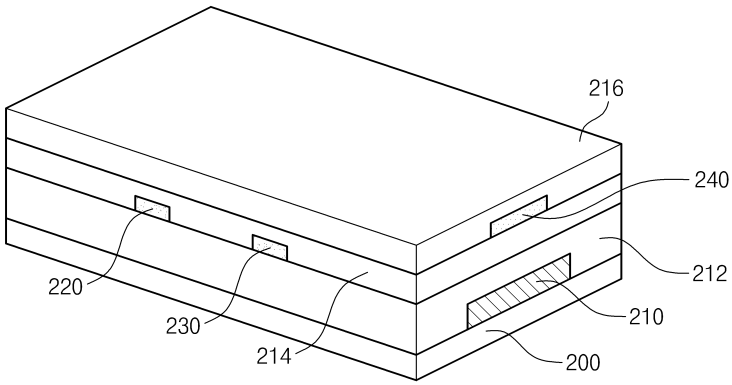
도면7d



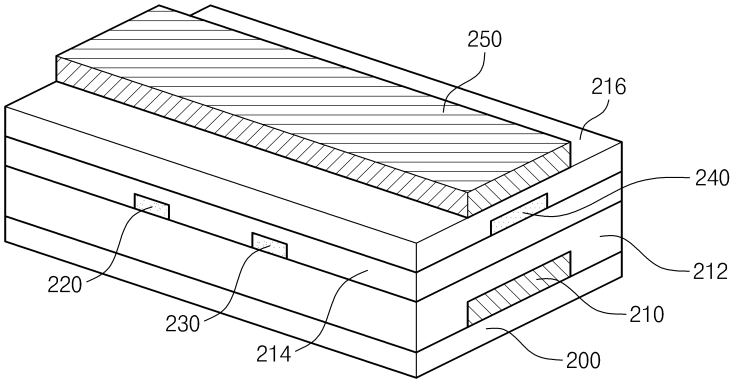
도면7e



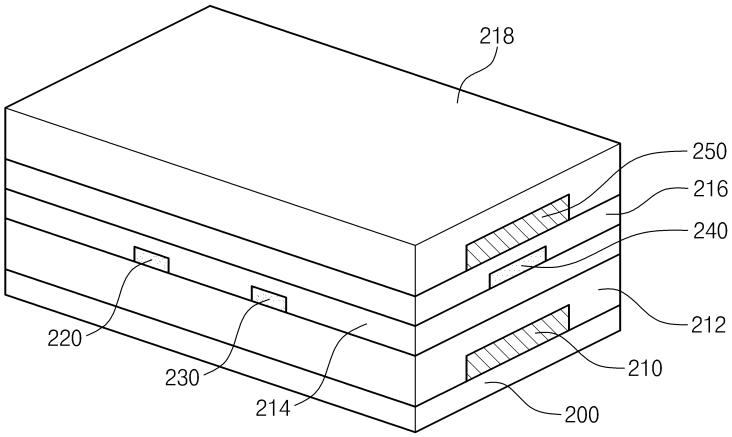
도면7f



도면7g


250
216
240
212
210
200
220
230
214

도면7h


218
250
216
240
212
210
200
220
230
214