(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0090473
(43) 공개일자 2009년08월26일

(51) Int. Cl.
G01D 5/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0015703
(22) 출원일자 2008년02월21일
심사청구일자 2008년02월21일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경남 창원시 사림동 9 창원대학교내
(72) 발명자
이찬규
경남 창원시 사파동 93 동성아파트 112-501
박찬우
경남 창원시 사파동 대동아파트 9동305호
(74) 대리인
김태원

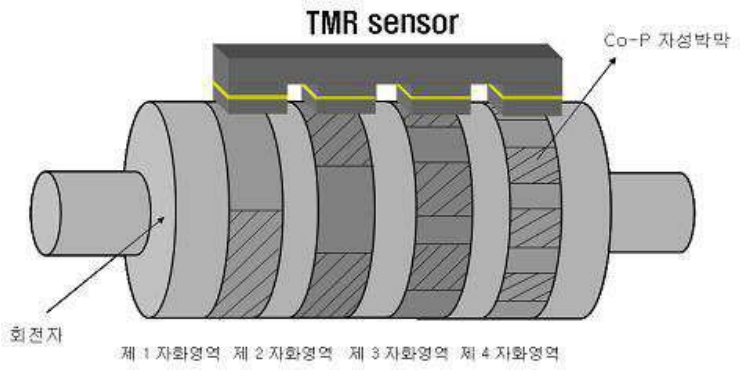
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더

(57) 요 약

본 발명은 수직 이방성을 갖는 Co-P 자성박막을 증착시킨 회전자에 자기 매체 각각의 자화 영역 신호 출력을 얻을 수 있는 TMR 소자로 이루어진 자기 센서를 포함하는 박막형 자기 엔코더에 관한 것으로, 박막형 자기 엔코더는 교대로 역으로 자화되어 있는 제 1 자화영역과 제 2 자화영역, 제 3 자화영역, 제 4 자화영역이 일정간격으로 연속하여 배치되어 자기매체와 상기 자기매체에 있는 간극을 갖고 대향 하여 동일한 수의 TMR 소자를 가지고 상기 자기매체에 대해 수직 방향으로 대응하는 자기 센서를 갖는데, 여기서 각각의 자화 층은 활용범위에 따라 연속적으로 추가될 수 있으며, 각각의 자화 층에 대응하는 TMR 소자 역시 동일한 간극으로 연속적 추가가 가능하다. 모든 TMR 소자와 대응되는 자화 층인 Co-P 자기 박막 층은 자화방향이 수직방향으로서 같은 방향을 향하고 있다. 자기센서의 TMR 소자는 자기매체 각각의 자기영역과 수직방향으로 자화영역의 길이만큼 떨어져 설치되어 있고, 직렬로 접속되어 있기 때문에 상기 제 1 자화영역 폭의 절반 위치에 제 2 자화영역을 착자시킴으로써, 저항 변화 값을 검출할 수 있으며, 이러한 구조의 박막형 자기 엔코더는 다수의 자화영역과 TMR 소자의 연동에 의해, 고분해능 출력을 얻을 수 있어 정밀한 위치 제어를 가능하게 할 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

전원, 주어진 패턴에 따라 출력되는 파형 증폭을 위한 차동 증폭기, 구형파 출력 회로를 갖춘 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더에 있어서,

상기 박막형 자기 엔코더는 TMR 소자와 Co-P 자성박막으로 구성되고

상기 Co-P 자성박막을 매개체로 하여 신호를 검출하는 것을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 Co-P 자성박막은 수직 이방성을 가지며, 상기 자성박막을 회전자에 증착하고, 상기 회전자의 제 1 자화영역은 일정두께의 폭 L1 과 회전자의 둘레에 증착된 증착 두께를 합한 둘레영역을 곱한 넓이로 구성되며, 제 2 자화영역, 제 3 자화영역, 제 4 자화영역 또한 역시 각각 폭 L2, L3, L4 과 회전자 둘레에 증착된 증착 두께를 합한 둘레영역을 곱한 넓이로 구성되며, 계속해서 추가될 수 있는 자화영역 또한 같은 넓이의 자화영역을 가지는 것을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 회전자 위에는 Co-P 자성박막으로 이루어진 다수의 자화영역을 가지고, 각각의 상기 자화영역을 2^n으로 분할하여 나눈 신호영역을 가지는 것을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 TMR 소자는 상기 자성박막으로부터 발생하는 자기장의 검출을 위해, 고정자화 층, 비자성 도체 층, 자유자화 층을 가지며 자화방향에 따라 각각 다른 자기저항값을 갖는 것을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

청구항 5

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 회전자의 절대위치 검출을 위해 상기 TMR 소자와 Co-P 자성박막 중에 하나 이상을 선택하는 것을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 자화영역에 대하여 수직자기기록방식의 자성박막을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 박막형 자기 엔코더는 하나의 자화영역과 하나의 TMR소자를 한 쌍으로 하여, 1 내지 4쌍으로 구성되는 것을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 박막형 자기 엔코더는 사양에 따라 추가적으로 4쌍 이상의 자화영역과 TMR소자를 장착할 수 있는 것을 특징으로 하는 모터 회전자 절대위치 검출을 위한 박막형 자기 엔코더.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 모터 회전자에 Co-P(코발트-인)자성박막을 증착시키고, TMR(터널 자기저항)자기저항 효과 막을 갖는 자기센서를 사용한 박막형 자기 엔코더에 관한 것이다. 통상 엔코더는 복수의 입력단자와 복수의 출력 단자를 갖는 장치로서 부호기 라고도 불리는데, 최근에, 디지털 카메라, 소형로봇 및 저속운전이 가능하고 급가속, 급감속을 할 수 있는 서보모터 등에 활발하게 사용되고 있으며, 자기식 엔코더는 저가이고 소형일 뿐 아니라 고분해능인 것으로 알려져 있고, 이에 따라 양호한 갭 출력 특성이 요구되고 있다. 다시 말하면, 소형으로 멀티풀(multiple)신호처리 회로가 불필요하고, 동작 중의 갭 변동에 대해서 안정된 출력을 유지할 수 있으며, 저 소비전력의 자기식 엔코더가 요구되고 있다.

배 경 기 술

<2> 현재 널리 사용되고 있는 AMR 타입(이방성 자기저항 효과 막으로 형성된 자기저항 소자로서, 이하에서는 AMR 소자라 함)의 로타리형 자기 엔코더의 경우에 일반적으로 회전자에 자화영역으로 Ferrite 계 소결품인 영구자석을 부착하고 있으며, 회전자 둘레에 일정한 두께로 원형으로 장착되어 있는 형태를 가진다.

<3> 모터 회전자의 회전에 따라 자화영역의 N극과 S극이 번갈아가며 AMR 소자의 검출영역을 지나가게 되고 이로써 신호의 출력을 얻는 방식이다. 그러나 이러한 방식의 구조는 수평방식의 자화영역으로서 자화영역의 미세분할이 어렵고 영역 두께 또한 두꺼워서 초정밀제어에 필요한 분해능에는 만족스럽지 못할 뿐 아니라 두께로 인해 소형제품 내부에 장착이 어렵다는 단점이 있다. 그러나 후에 상술하는 바와 같이 회전자 둘레에 수직 이방성을 가지는 Co-P 박막을 증착시킴에 따라 자기장의 방향을 수평방식에서 수직방식으로 전환이 가능하고(도 5 참조), 상기 수직방식으로의 전환에 따른 자화영역의 폭과 너비의 상당한 감소로 인하여 작은 공간에 수개 내지 수십 개의 자화영역 장착이 가능하다. 이러한 수개 내지 수십 개의 자화영역 장착의 효과로 기존 단일패턴의 자기출력에서 4 내지 9개 이상의 자기출력을 얻을 수 있게 된다. 이로 인해 고분해능의 펄스를 출력할 수 있고 보다 미분화된 위치제어가 가능하게 된다. 이러한 박막형 자기 섹터의 제작과 더불어 알맞은 자계 검출을 위한 센서개발이 요구되는 추세이다.

<4> 상기 자기식 엔코더와 같은 위치센서들은 고도의 정밀도와 안정성을 요구하는 분야에서 널리 쓰이고 있으며, 상기 자기식 엔코더와 홀 센서들을 사용하는 경우 회전자 자속의 절대위치를 비교적 정확하게 알아낼 수 있다. 그러나 홀 센서의 경우에는 신뢰성 측면에서 오동작의 위험이 존재한다. 즉, 상기 위치센서들이 고정자 측에 부착되어 있으므로, 어떤 기계적인 충격에 의하여 손상되기 쉽고, 또한 전기적 잡음, 진동, 온도, 및 주변 환경 등의 요인에 의하여 오동작 및 고장의 위험성이 있다는 단점이 있고, 이에 따라서 전체 시스템의 신뢰성을 저하할 수 있다. 따라서 종래의 자기식 엔코더는 AMR 소자를 사용하고 있는데, 상기 AMR 소자는 비교적 작은 자계강도의 영역에서도 자계의 변화에 의해서 비교적 높은 저항비를 보이고, 박막의 제조도 용이하기 때문에 널리 사용되고 있다.

<5> 그러나 합금 박막을 사용한 AMR 소자에서 안정된 자기저항 효과를 얻기 위해서는 막 두께를 두껍게 할 필요가 있다. 그러나 막 두께가 두꺼워 지면 소자 자체의 전기 저항비가 낮아져, 사용하기 어렵다. 다시 말하면 고 분해능을 얻기 위해서 AMR 소자의 폭 방향의 치수를 작게 하면, 막 두께가 두꺼운 것도 영향을 주어 형상 이방성이 커져, 작은 자계 강도의 영역에서 충분한 전기 저항 변화를 얻을 수 없고, 기대한 전기 출력을 얻을 수 없다고 하는 문제점이 있다.

<6> 이 때문에, 상기 AMR 소자를 사용한 자기식 엔코더로 분해능(分解能)을 올리는 것은 어려웠다. 고 분해능화는 소자나 착자의 협(狹)피치화이고, 단위 길이당 전기 출력 신호수를 올리는 것이다. 상술과 같이 고 분해능화가 어려운 AMR 소자 대신에 결합형 거대 자기 저항 효과 막을 사용한 소자(이하 결합형 GMR 소자)를 사용하는데, 상기 GMR 소자는 AMR 소자에 비해 2 내지 4배 큰 전기 저항비 변화율을 가진다. 상기 GMR 소자는 강자성 박막과 비자성 금속 박막을 다층화하는 것으로, 큰 자기 저항비 변화율을 얻을 수 있다. 그러나 비자성 금속 박막은 우량 도전재로 막의 전기 저항비가 AMR 소자의 1/2 내지 1/3 정도로 낮기 때문에, 저소비전력으로 하는 것이 어렵

다.

<7> 상기 결합형 GMR 소자에서는 전기 저항비 변화율은 20 내지 30%로 크지만, 이러한 전기 저항비 변화율을 얻기 위해서는 큰 자계 강도를 사용할 필요가 있다. 이 때문에 자기식 엔코더와 같은 비교적 작은 자계 강도로 사용하는 것이 어려웠던 것이 사실이다. 비교적 작은 자계 강도의 영역에서 결합형 GMR 소자와 같은 정도의 전기 저항비 변화율을 나타내는 막으로서, 하드디스크기억장치(HDD)의 자기헤드에 사용되고 있는 스핀 밸브형 거대 자기 저항 효과 막이 있다. 상기 스핀 밸브형 거대 자기 저항 효과 막은 외부 자계(자속)의 방향이 변화하여도 자화 방향이 변화하지 않는 고정 자화 층과, 비자성 도전 층과, 자계의 변화에 추종하여 자화방향이 변화하는 자유 자화 층으로 구성된다.

<8> 상기 스핀 밸브형 거대 자기 저항 효과 막을 가공한 소자(이하, SVGMR 소자라고 함)는 상기 결합형 GMR 소자에 비해 전기 저항비가 5 내지 6배 크고, 이를 자기 센서에 사용한 경우 저소비 전력화를 행하기 쉽다. 또한, 1 내지 160 A/m(약 0.006 내지 200e)로 비교적 작은 자계 강도의 영역에서 동작하는 특징이 있다.

<9> 그러나 상기 AMR 소자나 결합형 GMR 소자를 SVGMR 소자로 바꾸는 것만으로는 저소비 전력화를 꾀할 수는 있으나 분해능이 저하된다고 하는 결점이 있다. 착자 피치(λ)로 N극과 S극이 교대로 착자된 자기 매체와 함께, SVGMR 소자를 사용하면 자기 센서의 출력 신호의 주기는 2배인 2λ가 된다. 다시 말하면, 분해능은 1/2이 된다. 이것은 SVGMR 소자가 가지는 자기 저항비 변화 특성에 기인하고 있고, 종래의 엔코더 구조에서는 분해능의 저하는 피할 수 없다.

<10> 이는 상기 SVGMR 소자는 소자의 고정 자화 층의 자화 방향과 같은 방향으로 외부 자계가 가해졌을 때에 소자의 전기 저항비가 변화하고, 역방향으로 외부 자계가 가해졌을 때는 소자의 전기 저항이 변화하지 않는다고 하는 특성이 있기 때문이다. 다시 말하면 소자의 고정 자화 층의 자화 방향과 같은 방향으로 외부 자계가 가해졌을 때는 소자의 전기 저항이 변화하지 않고, 역방향으로 외부 자계가 가해졌을 때는 소자의 전기 저항이 변화하는 특성이 있기 때문이다. 자기 매체가 λ의 착자 피치로 착자 되어 있으면, 자계 방향도 λ마다 반전하게 된다. 그 때문에, SVGMR 소자의 전기 저항의 변화는 2배인 2λ의 주기가 된다.

<11> 상기 결합형 GMR 소자와 AMR 소자를 사용하였을 때는 주기 λ의 전기 신호를 얻을 수 있다. 상기 결합형 GMR 소자와 AMR 소자는 무 자계의 상태에서 최대의 전기 저항을 나타내고, 외부 자계 강도가 오르면 전기 저항이 저하된다. 요컨대, 자계 방향과는 관계없이 자계 강도의 증감으로 신호가 나간다. 이 때문에, 착자 피치(λ)와 같은 주기의 전기 신호를 얻을 수 있다.

<12> 상기 SVGMR 소자는 시장에서 요구하는 고 분해능 화에 대응하기 어렵기 때문에, SVGMR 소자를 자기식 엔코더에 응용하는 것이 보편화되지 않았다. 그러나 비교적 작은 자계 강도의 영역에서 결합형 GMR 소자와 같은 정도의 큰 자기 저항 변화율을 얻을 수 있고, 또한 결합형 GMR 소자의 5 내지 6배 큰 전기 저항을 얻을 수 있기 때문에, 저소비전력화를 하기 쉽다고 하는 장점으로 인해 GMR 소자에 비해 시장성이 있는 것으로 판단된다.

<13> 최근에는 GMR소자 보다 자기 저항값이 20% 이상이고 자료 재생 속도가 빠르고 집적도가 높은 터널링 자기저항소자(이하 TMR소자)에 대한 연구가 주로 진행되는 추세이다. 상기 TMR 소자는 두께가 수 나노미터로 매우 얇은 비자성 도체 막을 강자성 막 사이에 둔 3층으로 구성되는 소자이며, 강자성 막 한 쌍의 상대적인 자화방향을 전류를 흘려 제어하여 자화의 방향이 같은 방향인 경우와 반대 방향인 경우, 전기적 저항이 크게 변화하는 "터널 자기저항 효과(TMR 효과)"로 불리는 현상을 이용하는 것이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<14> 본 발명은 상술과 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 발명으로서, 터널링 자기저항소자인 TMR 소자로 이루어지는 자기센서와 모터 회전자에 수직 이방성 Co-P 박막을 입힌 자기매체를 갖는 박막형 자기 엔코더로서 상기 자기센서의 저소비전력화와 갭 변동에 대하여 안정된 출력 특성을 얻을 수 있는 박막형 자기 엔코더를 제공하기 위함이다.

과제 해결수단

<15> 상기 과제를 달성하기 위하여 본 발명의 박막형 자기 엔코더는 TMR소자와 Co-P 자성박막으로 구성되고 상기 자성박막을 매개체로 하여 신호를 검출하는 것을 특징으로 한다.

<16> 또한, 본 발명은 Co-P 자성박막은 수직 이방성을 가지며 상기 자성 박막은 회전자에 증착하고, 제 1 자화영역은 일정두께의 폭 L1 과 회전자의 둘레에 증착된 증착 두께를 합한 둘레영역을 곱한 넓이로 구성되며, 제 2 자화영역, 제 3 자화영역, 제 4 자화영역 또한 역시 각각 폭 L2, L3, L4 과 회전자 둘레에 증착된 증착 두께를 합한 둘레영역을 곱한 넓이로 구성되며, 계속해서 추가될 수 있는 자화영역 또한 같은 넓이의 자화영역을 가지는 것을 특징으로 한다.

<17> 또한, 본 발명은 회전자 위에 Co-P 자성박막으로 이루어진 다수의 자화영역을 가지고, 각각의 상기 자화영역을 2^n으로 분할하여 나눈 신호영역을 가지는 것을 특징으로 한다.

<18> 또한, 본 발명의 TMR 소자는 상기 자성박막으로부터 발생하는 자기장의 검출을 위해, 고정 자화 층, 비자성 도체 층, 자유 자화 층을 가지며 자화방향에 따라 각각 다른 자기저항값을 갖는 것을 특징으로 한다.

<19> 또한, 본 발명은 회전자의 절대위치 검출을 위해 상기 TMR 소자와 Co-P 자성박막 중에 하나 이상을 선택하는 것을 특징으로 한다.

<20> 또한, 본 발명은 자화영역에 대하여 수직자기기록방식의 자성박막을 특징으로 한다.

<21> 또한, 본 발명의 박막형 자기 엔코더는 하나의 자화영역과 하나의 TMR소자를 한 쌍으로 하여, 1 내지 4 쌍으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

<22> 또한, 본 발명의 박막형 자기 엔코더는 사양에 따라 추가적으로 4쌍 이상의 자화영역과 TMR소자를 장착할 수 있는 것을 특징으로 한다.

효 과

<23> 이상에서 상술한 바와 같이 본 발명에 따라 TMR 소자로 이루어지는 자기센서와 회전자에 CO-P 박막을 입힌 자기매체를 갖는 박막형 자기 엔코더가 제공되며, 자기매체를 회전자 1회전 동안 분할된 트랙을 통해 회전자의 절대위치를 알게 되고 동시에 자기센서의 저소비 전력화와 갭 변동에 대하여 안정된 출력 특성을 얻을 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<24> 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명을 상세히 설명한다.

<25> 도 1은 본 발명의 박막형 자기 엔코더를 도시하는 도면으로서 모터에 직결되어 회전자에 증착된 Co-P 자성박막의 분할된 자화영역을 가지며, TMR 소자와 수직 이방성 Co-P 자성 박막으로 증착되어 분할된 제 1 자화영역, 제 2 자화영역, 제 3 자화영역, 제 4 자화 영역과의 관계를 나타내고 있다.

<26> 도 2 역시 본 발명에 따른 박막형 자기 엔코더를 도시하는 도면으로서, 전원, 도 1에 도시된 회전자의 회전에 따라 출력되는 자계검출을 위한 TMR 소자, 주어진 패턴에 따라 출력되는 파형의 증폭을 위한 차동 증폭기, 파형정형회로, 구형파 출력회로로 구성된 박막형 자기 엔코더를 도시하는 도면이다.

<27> 도 3은 회전자 위치에 따른 신호 파형을 도시하는 도면으로서, a)는 회전자 1회전에 따른 각각의 자화영역의 분할을 나타내는 도면이고, b)는 제 1 자화영역에서 제 4 자화 영역까지의 각각의 자화 영역에 따라 검출되는 신호의 파형을 나타내는 도면이고, c)는 a)와b)의 각 자화 영역 2^0 내지 2^3에서 출력되는 2진 코드를 나타내는데, 여기서 하나의 자화영역에 분할될 수 있는 패턴은 제 1 자화영역이 n=0으로 하여 2^n으로 구성되며 각각의 자기매체에 대하여 소정 간극으로 대향 한 구형 평면을 가지는 동일수의 TMR 소자를 가지며 자기매체와 직교방향으로 연장되고, 사양에 따른 추가소자 또한 같은 방향의 동일 형태를 가진다.

<28> 도 4는 자화영역의 구성을 나타내는 도면으로서, 자화 층의 너비 값을 L1, L2, L3, L4 로 표시하고 회전자 반지름과 Co-P 자성박막으로 증착된 증착 두께를 합한 값을 R로 나타내며, 여기서 제 1 자화영역은 사양에 따르는 일정두께의 폭 L1과 회전자 둘레에 증착 두께를 합한 둘레영역을 곱한 넓이로 구성되며, 제 2 자화영역, 제 3 자화영역, 제 4 자화영역 또한, 역시 동일한 넓이를 따른다. 이후 역시 사양에 따라 추가될 수 있는 자화영역 또한 같은 넓이의 자화 영역을 가진다.

<29> 도 5는 자기장의 방향을 나타내는 도면으로서 화살표의 표시 방향과 같이 a)는 수평방식 b)는 수직방식으로 전환이 된 자기장의 방향을 나타내는데, 수직방식에서는 폭과 너비가 상당히 감소 되었음을 알 수 있다.

<30> 도 6은 TMR 소자를 각각 도시하는 도면으로서 외부 자장에 따른 자유 자유화 층의 자화 방향이동을 나타내며, 1은 고정자화 층, 2는 비자성 도체 층, 3은 자유자화 층, 4는 CO-P 자성 박막을 나타내며, 상기 고정자화 층과 비자성 도체 층, 자유자화 층을 순서대로 적층 하였으며, 상기 모든 TMR 소자에 있는 고정 자화 층의 자화 방향은 자기 매체의 인가 자장 방향과 수직인 방향을 향한다. 즉 자화영역으로부터 나오는 외부자장이 고정자화 층의 자화와 같은 방향으로 인가되었을 때에 TMR 소자의 저항이 최소가 되고 반대방향으로 인가되었을 때에 저항이 최대가 된다. 각각의 TMR 소자는 직렬로 전기적으로 접속되고 접속된 TMR 소자의 단자로부터 신호출력을 검출한다.

<31> 본 발명은 여기에 한정되는 것이 아니라 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 당업자에게 자명하다.

산업이용 가능성

<32> 본 발명은 모터 회전자 절대위치 검출에 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<33> 도 1은 본 발명에 의한 TMR소자와 수직 이방성 Co-P 자성박막을 이용한 자기 엔코더의 모식도를 나타내는 도면이다.

<34> 도 2는 본 발명에 의한 박막형 자기 엔코더의 신호 출력과정을 나타내는 도면이다.

<35> 도 3은 회전자 위치에 따른 각 자화영역의 분할을 나타내는 도면이다.

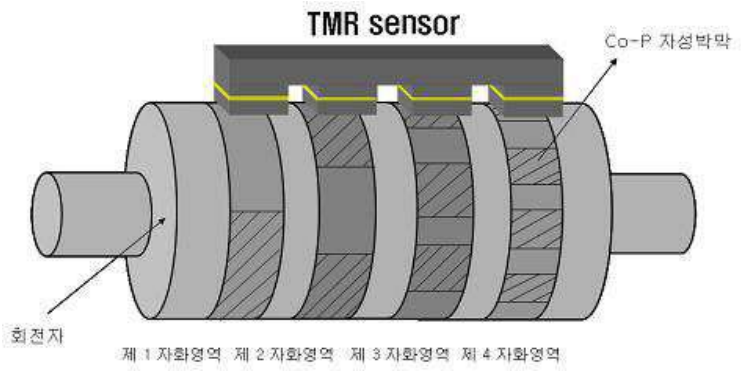
<36> 도 4는 Co-P 자성박막으로 증착된 각 자화영역의 평면도이다.

<37> 도 5의 자기매체의 수평 및 수직 자기기록방식을 도시화하는 도면이다.

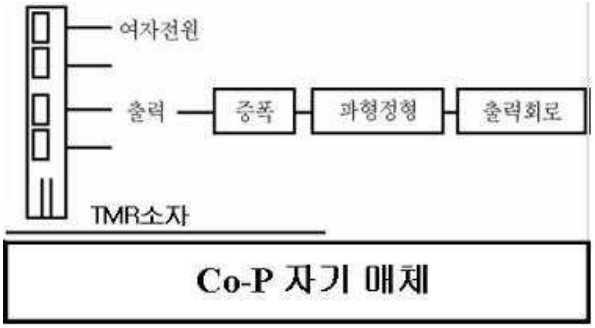
<38> 도 6은 TMR 소자와 자성박막과의 연동방식을 나타내는 도면이다.

도면

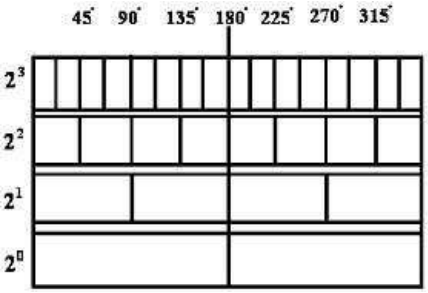
도면1



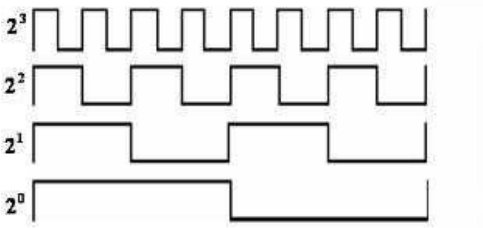
도면2



도면3a



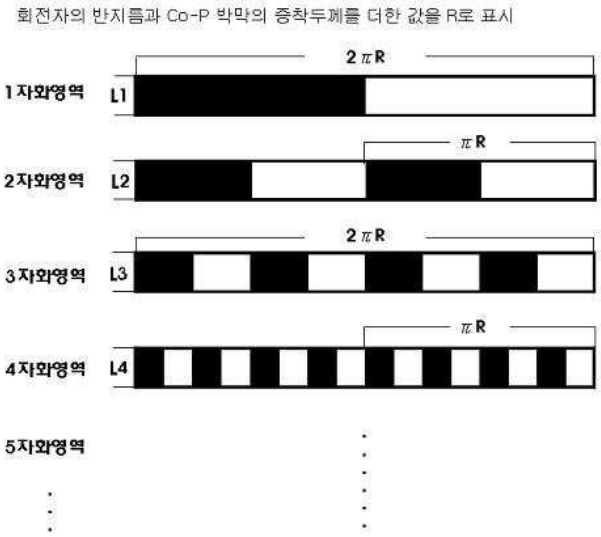
도면3b



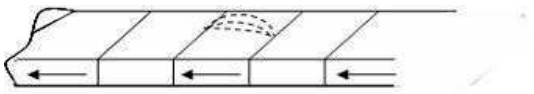
도면3c

10진수	2진수			
	2^0	2^1	2^2	2^3
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

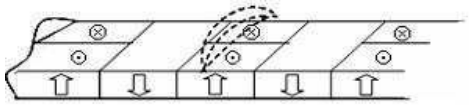
도면4



도면5a



도면5b



도면6

