(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[7]
G11B 5/455

(11) 공개번호 특2000-0035291
(43) 공개일자 2000년06월26일

(21) 출원번호 10-1999-0049157
(22) 출원일자 1999년11월08일
(30) 우선권주장 1998-317231 1998년11월09일 일본(JP)
(71) 출원인 가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼 가나이 쓰토무
일본 도쿄토 치요다쿠 간다스루가다이 4쪼메 6반치
(72) 발명자 후미꼬아까기
일본도쿄도후쭈시하루미쪼1-18-10유리까후쭈307
마스까즈이가라시
일본사이다마껭가와고에시와끼다혼쪼31-16-501
가즈에쯔요시다
일본사이다마껭히다까시무사시다이2-2-13
아끼라이시가와
일본도쿄도고꾸분지시나미끼쪼1-3-23
(74) 대리인 장수길, 구영창

심사청구 : 없음

(54) 자기 기록 재생 장치

요약

열 진동의 영향을 억제할 수 있고, S/N비, 분해능 모두 양호한 고밀도 자기 기록에 알맞은 자기 기록 재생 장치를 제공한다. 기판 상에 기초층을 통해 형성된 자성층을 구비한 자기 기록 매체와, 이것을 기록 방향으로 구동시키는 구동부와, 기록부와 재생부로 이루어지는 자기 헤드와, 상기 자기 헤드를 상기 자기 기록 매체에 대해 상대적으로 운동시키는 수단과 상기 자기 헤드에의 신호 입력과 상기 자기 헤드로부터의 출력 신호 재생을 행하기 위한 기록 재생 신호 처리 수단을 구비한 자기 기록 재생 장치에 있어서 상기 자기 헤드의 재생부를 자기 저항 효과형 헤드로 구성하고, 자기 기록 매체의 자화 반전 거리가 70㎚ 이하인 기록 자화 패턴을 구비하고, 상기 자기 기록 매체의 자성층의 자성 입자의 자화 용이축 방향이 3차원적으로 배향하고 있는 것을 특징으로 하는 자기 기록 재생 장치가 개시된다.

선기록 밀도 360kfci로 기록 후 100시간 경과해도 재생 출력은 거의 떨어지지 않는다. 또한, 출력에 대한 노이즈의 비인 S/N 비 및 분해능도 종래의 장치에 비교하면 열화가 적다.

대표도

도1

색인어

자기 기록 재생 장치, S/N 비, 분해능, 자기 저항 효과형 헤드, 자화 반전 거리, 자화 용이축, 3차원 배향

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 실시예 1의 자기 기록 재생 장치의 S/N 비(S 재생 출력, N 노이즈)의 Mr/Ms(Mr : 잔류 자화, Ms : 포화 자화) 의존성과 Mr/Ms가 실시예 이외의 값의 S/N 비를 Langevin 방정식으로 계산하여 비교한 결과.

도 2(a) 및 (b)는 각각 본 발명의 하나의 실시예의 자기 기록 재생 장치의 평면 모식도 및 그 A-A 단면도.

도 3은 본 발명의 자기 기록 재생 장치에서의 자기 헤드의 단면 구조를 나타내는 입체 모식도.

도 4는 실시예 1에서의 매체 형상.

도 5는 자화 용이축의 배향 분포를 $x^2+y^2+z^2/\sigma=1$(x : 자화 용이축의 트랙 주행 방향 성분, y : 트랙 폭 방향 성분, z : 막 두께 방향 성분)으로 했을 때의 σ와, 용이축이 매체막 두께 방향으로 기울어진 각도

의 평균치의 관계.

도 6은 자화 용이축의 배향 분포를 $x^2+y^2+z^2/\sigma=1$(x : 자화 용이축의 트랙 주행 방향 성분, y : 트랙 폭 방향 성분, z : 막 두께 방향 성분)로 할 때의 σ와 Mr/Ms(Mr : 잔류 자화, Ms : 포화 자화)의 관계.

도 7은 실시예 1에 따른 자기 기록 재생 장치에서의 재생 출력에 있어서, 100시간 후의 재생 출력 변화율의 Mr/Ms(Mr : 잔류 자화, Ms : 포화 자화) 의존성과 Mr/Ms가 실시예 외의 값에서 재생 출력 변화율을 Monte Carlo 법으로 계산하여 비교한 결과.

도 8은 실시예 2 및 실시예 3의 자기 기록 재생 장치에서 재생 출력의 시간적 변화를 종래의 자기 기록 재생 장치와 비교한 결과.

도 9는 실시예 2의 자기 기록 재생 장치에서의 S/N 비의 기록 밀도 의존성을 종래의 자기 기록 재생 장치와 비교한 결과.

도 10은 실시예 2의 자기 기록 재생 장치에서의 분해능의 기록 밀도 의존성을 종래의 자기 기록 재생 장치와 비교한 결과.

〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉

11 : 자기 기록 매체

12 : 자기 기록 매체 구동부

13 : 자기 헤드

14 : 자기 헤드 구동부

15 : 기록 재생 신호 처리계

21 : 기록 자극

22 : 자극겸 실드층

23 : 코일

24 : 자기 저항 효과 소자

25 : 도체층

26 : 자기 실드층

27 : 슬라이더 기체

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고밀도 기록에 알맞은, 자기 기록 재생 장치에 관한 것으로, 특히 1평방 인치당 10기가비트 이상의 기록 밀도를 구비한 자기 기록 장치에 관한 것이다.

컴퓨터의 외부 자기 기록 재생 장치인 자기 디스크 장치는, 점점 더 대용량화가 요구되고 있다. 대용량화를 위해서는, 자기 기록 재생 장치의 자기 헤드로서, 기록부와 재생부를 분리하고, 기록부에는 전자 유도형 자기 헤드를 이용하고, 재생부에는 자기 저항 효과형 헤드를 이용하여, 이들을 복합시킨 복합형 헤드가 이용되고 있다. 자기 저항 효과형 헤드는, 종래의 전자 유도형 헤드에 비교하여 재생 감도가 높기 때문에, 기록 비트가 미소화되고 누설 자속이 감소한 경우라도, 충분한 재생력을 얻을 수 있다. 또한, 더욱 재생 감도를 높인 스핀 밸브형의 거대 자기 저항 효과형 헤드의 개발도 진행되고 있다. 한편 자기 기록 매체는, CoCrTa, CoCrPt 등의 Co 합금 자성층과, 자성층의 결정 배향성을 제어하는 Cr 기초층으로 이루어진다. Co 합금 자성층은 c 축을 자화 용이축으로 하는 육방 최밀(hcp) 격자 구조를 취하고 있고, 그 용이축 방향은, 면내 자기 기록 매체에서는, 면내에 등방적으로 배향하는 것이 바람직하다고 생각할 수 있고, 보다 면내에 배향시키는 수법(특개소 62-257618, 특개소63-197018)이 제안되어 왔다. 그런데, 재생 헤드에 자기 저항 효과형 헤드를 이용하는 경우, 매체의 신호 뿐만 아니라 노이즈도 고감도로 재생하기 때문에, 매체에는 종래 기술 이상의 저노이즈화가 요구된다. 매체 노이즈는 주로 기록 비트 사이의 자화 천이 영역에서의 자화의 흐트러짐에 기인하고, 이 영역을 좁히는 것이 매체 노이즈의 저감으로 이어진다. 이것에는, 매체의 자성막의 자성 입자를 미세화하는 것이 효과적이다. 그러나, 자성 입자를 미세화하는 것은, 자화가 열적으로 흔들리고, 기록된 자화가 시간이 경과함에 따라 감쇠하는 것으로 이어진다. 일반적으로는, 자기 이방성 상수 Ku와 입자의 체적 V의 곱을 볼쯔만 상수 k와 온도 T의 곱으로 나눈 값 $Ku \cdot V/k \cdot T$가 작아질수록, 열적인 불안정성이 커지는 것이 알려져 있다(IEEE Trans Magn 30(1994) p4230). 따라서 열적인 안정성을 얻기 위해서는, Ku가 큰 재료를 이용하는 것이 바람직하지만, 종래의 매체로는, Ku가 커질수록 자기 이방성 자계 Hk가 증가하고, 따라서 매체의 보자력 Hc도 높아진다. 그러나, 일반적으로, 기록시의 헤드 자계는 매체의 막 두께 중심에서, Hc의 1.5배에서부터 2배가 필요하고, 현상태의 자기 헤드의 능력으로는, 고 Hc의 매체가 됨에 따라, 기록이 불가능해진다. 따라서, Ku가 큰 열적 안정성을 얻을 수 있고, 또한 기록 헤드의 능력에 적당한 Hc를 실현할 수 있고, 고밀도 기록이 되어도 높은 신호 출력 대 노이즈비(S/N 비)를 얻을 수 있는 매체가 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

고밀도 자기 기록에 알맞은 자기 기록 재생 장치의 실현을 위해서는, 매체의 자성층의 자성 입자의 미세화가, 노이즈를 저감하기 위해 필요하다. 그러나, 그것에 수반하는 열 진동의 영향은, 시간과 함께 자화를 감쇠시킨다고 하는 문제점을 초래한다. 열 진동의 영향을 억제하기 위한 하나의 수단으로서, 이방성 상수 Ku의 큰 매체 재료를 선택하면 좋다. 종래의 기술로는, Ku가 큰 재료는 동시에 보자력 Hc도 높아진다. 그러나, 고 Ku(고 Hc)의 매체에 기록을 행하기 위해서는 충분히 큰 헤드 자계가 필요하지만, 현재의 헤드의 능력으로는 충분한 자계가 발생되는 것이 곤란해지고 있다. 본 발명에 따르면 Ku를 크게 해도 Hc를 작게 할 수 있기 때문에, 열 진동를 억제할 수 있어 더욱 높은 신호 출력 대 노이즈비(S/N 비)를 유지하는 것이 가능해진다. 특히, 1평방 인치당 10기가비트 이상(자화 반전 거리가 70㎚ 이하)의 기록 밀도를 달성하기 위해 알맞은 자기 기록 재생 장치를 제공할 수 있다.

본 발명에서는, 기판 상에 기초층을 통해 형성된 자성층을 구비한 자기 기록 매체와, 이것을 기록 방향으로 구동하는 구동부와, 기록부와 재생부로 이루어지는 자기 헤드와, 상기 자기 헤드를 상기 자기 기록 매체에 대해 상대 운동시키는 수단과 상기 자기 헤드에의 신호 입력과 상기 자기 헤드로부터의 출력 신호 재생을 행하기 위한 기록 재생 신호 처리 수단을 구비한 자기 기록 재생 장치에서 상기 자기 헤드의 재생부를 자기 저항 효과형 헤드로 구성하고, 자기 기록 매체의 자화 반전 거리가 70㎚ 이하인 기록 자화 패턴을 구비하고, 상기 자기 기록 매체의 자성층의 자성 입자의 자화 용이축 방향을 3차원적으로 배향(용이축이 막면에 대해 막두께 방향으로 기울어져 있음)시키고, 상기 자기 헤드가 상기 자기 기록 매체의 상대 운동 방향으로 상기 자기 헤드의 최대 자계를 인가하여 측정한 잔류 자화 Mr과 포화 자화 Ms의 비인 각형비(Mr/Ms)를 0.5로부터 0.6사이로 함에 따라, Ku를 크게 해도 Hc를 작게 할 수 있고, 따라서 열 진동을 억제하여 더욱 고기록 밀도를 달성할 수 있다. Ku가 커도 Hc를 작게 할 수 있는 것은 다음과 같은 이유 때문이다. 일반적으로, 자화 용이축 방향과 자계 방향이 이루는 각도가 45도 이하인 경우, 그 각도가 커질수록, 자화의 반전이 약한 자장에서 일어난다. 자화 용이축 방향을 3차원적으로 배향시키면 헤드 자계와 자화 용이축 방향 성분의 평균적인 각도가 커진다. 이 때문에, 2차원으로 배향시킨 매체와 비교하여, Ku가 커도 Hc의 증대를 억제하는 것이 가능해진다. 이 배향의 정도는 Mr/Ms에 반영되고, 0.5가 완전히 3차원 배향한 경우에 해당한다. 본 특허에서 말하는 Mr/Ms가 0.5~0.6의 범위는 완전한 3차원 배향으로부터 조금 면내 방향으로 우위인 배향을 갖는 영역에 상당한다.

발명의 구성 및 작용

〈실시예 1〉

실시예 1의 자기 기록 재생 장치의 평면 모식도, 및 종단 모식도를 도 2(a), (b)에 나타낸다. 이 장치는, 자기 기록 매체(11)와, 이것을 회전 구동하는 구동부(12)와 자기 헤드(13) 및, 구동 수단(14)과, 상기 자기 헤드의 기록 재생 신호 처리 수단(15)을 구비하여 이루어지는 주지의 구성을 구비한 자기 기록 재생 장치이다. 이 자기 기록 재생 장치의 자기 헤드 구조의 모식도를 도 3에 도시한다. 이 자기 헤드는, 자기 헤드 슬라이더 기체(27) 상에 형성된 기록용의 전자 유도형 자기 헤드와 재생용의 자기 저항 효과형 헤드를 조립한 기록과 재생 분리형 헤드이다. 기록용 자기 헤드는, 1쌍의 기록 자극(21, 22)과 그것에 쇄교하는 코일(23)로 이루어지는 유도형 박막 자기 헤드이다. 재생용 자기 헤드는, 자기 저항 효과 센서(24)와, 전극이 되는 도체층(25)으로 이루어지는 자기 저항 효과형 헤드이다. 또, 도 3에서는, 기록 자극 사이의 갭층 및 실드층은 생략한다. 기록용의 전자 유도형 자기 헤드의 헤드 갭 길이 gl=0.2㎛이고, 실드 간격은 0.2㎛이다. 이러한 장치 조건에서, 상기 과제를 해결하는 매체 자기 특성과 매체 구조를 확인하는 것을 목적으로 자기 기록 시뮬레이터를 이용하여 여러가지 검토하였다. 특히 매체의 자화 용이축의 분포와 기록 재생 특성 및 재생 출력의 시간적 변화의 관계를 검토한 결과, 이하에 설명하는 특성을 구비한 매체에 의해 상기 과제를 해결할 수 있는 것을 발견하였다. 이어서 그 상세한 내용을 나타낸다. 자기 기록 시뮬레이터는 Langevin 방정식(W. F. Brown, Phys. Rev. 130, 1677(1963))을 이용한 자기 기록 계산 프로그램과, Monte Carlo 법(Y. Kanai and Charap, IEEE Trans. Magn. 27, 4972(1991))을 이용한 재생 출력의 시간적 변화의 계산 프로그램이다. 매체의 입자 형상은, 도 4에 도시된 바와 같이 직경 10㎚, 막 두께 16㎚의 아주 미세한 육각 기둥 구조로 하고, 입자는 간극없이 나열되었다고 한다. 입자의 자기 이방성은 일축 이방성이고, 자화 용이축의 배향 분포는 $x^2+y^2+z^2/\sigma^2=1$의 회전 타원체라고 생각하였다. 여기서, (x, y, z)는 각각 자화 용이축의 트랙 주행 방향 성분, 트랙 폭 방향 성분, 막 두께 방향 성분이다. σ는 막 두께 방향의 배향을 정하는 임의의 상수이다. 도 5는 σ와 용이축이 매체막 두께 방향으로 기우는 각도의 평균치를 그래프화한 결과이다. 여기서, 상기 각도는 막면으로부터 측정하고 있다. 이것으로부터, σ가 0에 가까울수록 막면 내에 랜덤하게 배향하고, 막 두께 방향에는 거의 배향하지 않은 매체로 된다. σ=1이면, 3차원적으로 랜덤하게 분포하고 있는 (3차원 랜덤 배향) 것을 나타낸다. 또한 σ가 1이상이면, 막 두께 방향으로 입자의 배향 분포가 기울고 있는 것을 나타낸다. 포화 자화 Ms=0.65T로 일정하게 하였다. 또한, 매체의 보자력 Hc=250kA/m, 잔류 자화 Mr=0.35T(Mr · δ=56Tnm)로 일정해지도록 자화 용이축의 배향이 막 두께 방향으로 기욺에 따라, 자기 이방성 상수 Ku를 $1.0\sim2.2\times10^5$J/㎥로 커지게 하였다. 여기서, 보자력의 크기 Hc=250kA/m은, 상기 헤드 구조를 모식화하여 3차원 정자계 해석 시뮬레이터로 헤드 자계를 계산한 결과 최대 자계 강도가 500kA/m였기 때문에, 그 1/2의 값이 보자력이면 기록을 충분히 할 수 있다고 가정한 값이다. 이상의 조건에 따라 용이축의 기울기에 관한 파라메터 σ와 Mr/Ms의 관계를 구한 결과가 도 6이다. 이것으로부터, 용이축이 막 두께 방향으로 기울기를 가질수록, 즉 용이축이 3차원적으로 배향할수록, Mr/Ms는 감소하는 것을 알았다. 이상의 자기 특성을 구비한 매체와 상기 헤드를 이용하여, 기록 재생 특성과 열 진동 특성을 계산하였다. 기록 재생시의 헤드·매체간 스페이싱은 45㎚로 하였다. 도 1에 기록 밀도 360kfci(자화 반전 거리=70㎚)에서의 재생 출력과 노이즈의 비(S/N)와 Mr/Ms의 관계에 대해 계산한 결과를 나타낸다. 이것으로부터, Mr/Ms가 0.5~0.6 사이에서 S/N은 거의 피크를 취하고, 0.5이하에서도 0.6이상에서도 S/N은 감소해간다. 또한 기록 밀도 360kfci에서는, S/N비는 20㏈이상 필요하게 되지만, 이 조건도 0.5≤Mr/Ms≤0.6에서는 만족하는 것을 알았다. 이어서, 도 7에 기록 밀도 360kfci(자화 반전 거리=70㎚)로 기록 재생했을 때의 기록 직후의 재생 출력과 실온(300K)에서 100시간 방치한 후의 재생 출력의 변화(%)(재생 출력의 시간적 변화)를 나타낸다. 이것으로부터, Mr/Ms가 0.6이하에서는, 재생 출력은 거의 변화하지 않은데 비해, Mr/Ms가 0.6 이상이 되면 재생 출력이 저하하는 것을 알았다. 이것은, Mr/Ms의 증가에 따라 Ku는

작아지기 때문에, 열 진동의 지표가 되는 Ku·V/k·T(Ku : 자기 이방성 상수, V : 입자 체적, k : 볼쯔만 상수, T : 온도)도 감소하여, 기록 자화가 열 진동의 영향을 받아 감소하기 때문이라고 생각할 수 있다. 이상으로부터, 기록 밀도 360kfci에서는, 도 5, 6으로부터 입자의 용이축이 막면에 대해 막 두께 방향으로 평균적으로 20도로부터 30도의 기울기를 갖는 (Mr/Ms가 0.5~0.6일 때) 3차원적으로 배향한 매체를 이용함에 따라, 내열진동에 뛰어나고, S/N도 20dB이상 얻을 수 있는, 양호한 장치를 얻을 수 있다. 상술한 본 발명을 실시예 1로 하였다. 다음 실시예 2, 3에서는, 계산 결과가 실험 결과를 거의 재현함을 나타낸다.

〈실시예 2〉

실시예 2의 자기 기록 재생 장치에 있어서, 헤드는 실시예 1과 동일한 사양의 것을 이용하였다.

자기 기록 매체는 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 제작하였다. 기판은 유리 기판을 이용하였고, 기판 온도를 280℃로 하고, 상기 기판 상에 두께 0.1㎛의 SiO_2 또는 Al_2O_3 기초층을 붙였다. 이어서, 상기 기초층 위에, 5mTorr의 아르곤 가스를 인가하고, 전력을 0.7㎾/㎠ 투입하여, 두께(δ) 16㎚의 자성층 CoCrPt를 형성하였다. 또한 그 위에 보호층으로서 두께 6㎚의 카본막을 설치하였다. 이러한 방식으로 제작한 매체의 자기 특성을, VSM(진동 시료형 자력계)를 이용하여, 자기 헤드와 자기 기록 매체의 상대 운동 방향으로 자기 헤드의 재생 자계를 인가하여 측정하였다. SiO_2를 기초층에 이용한 경우에는, 포화 자화 Ms=0.65T, 잔류 자화 Mr=0.35T에서 각형비 Mr/Ms=0.54로 되었다. 따라서, 막 두께와 잔류 자속 밀도의 곱인 Mr·δ=5.6T㎚ 이다. 또한, 동일 VSM 측정으로부터, 보자력은 250㎄/m 이었다. 또한, 자기 토크법으로부터 구한 자기 이방성 상수의 크기는 1.8×10^5J/㎥로 종래의 매체보다도 크다. 또한, 고분해능 전자 현미경 TEM(Transmission Electron Microscopy)을 이용하여, 매체 입자의 관찰 입자 면적합을 관찰 입자수로 나눈 값을 결정립의 평균 면적(=100㎚^{3})으로 하고, 열 진동의 지표가 되는 Ku·V/k·T를 구하면 실온(T=300K)에서 70이었다. 또한, 반사 X선 회절법을 이용하여 회절 피크를 조사한 결과, [110]과 [001]의 양방에서 피크가 보였지만, 특히 우위인 배향은 보이지 않았다. 따라서 자성층의 자성 입자의 자화 용이축 방향이 3차원적으로 배향하는 매체를 얻을 수 있는 것을 확인하였다. 마찬가지로 Al_2O_3을 기초층으로 하여 제작한 매체의 자기 특성을 VSM으로 측정하면, 포화 자화 Ms=0.66T, 잔류 자화 Mr=0.35T에서 각형비 Mr/Ms=0.53으로 되었다. 따라서, 막 두께와 잔류 자속 밀도의 곱인 Mr·δ=5.6T㎚이다. 또한, 동일 VSM 측정으로부터, 보자력은 260㎄/m이었다. 또한, 자기 토크법으로부터 구한 자기 이방성 상수의 크기는 1.8×10^5J/㎥이었다. 또한, 고분해능 전자 현미경 TEM(Transmission Electron Microscopy)을 이용하여, 매체 입자의 관찰 입자 면적을 관찰 입자수로 나눈 값을 결정립의 평균 면적(=100㎚^{3})로 하고, 열 진동의 지표가 되는 Ku·V/k·T를 구하면 실온(T=300K)에서 70이었다. 또한, 반사 X선 회절법을 이용하여 회절 피크를 조사한 결과, [110]과 [001]의 양방에 피크가 보였지만, 특히 우위인 배향은 보이지 않았다. 따라서 자성층의 자성 입자의 자화 용이축 방향이 3차원적으로 배향하는 매체를 얻을 수 있는 것을 확인하였다.

이어서 본 발명의 자기 기록 재생 장치와 종래의 자기 기록 재생 장치를 이용하여 재생 출력의 시간적 변화 및 기록 재생 특성을 측정한 비교 결과를 나타낸다. 본 발명의 자기 기록 재생 장치는, 상기에 도시된 기초층에 SiO_2를 이용한 매체와 헤드 갭 길이 gl=0.2㎛인 기록용의 전자 유도형 자기 헤드와 실드 간격이 0.2㎛인 재생용의 자기 저항 효과형 헤드를 조립한 기록과 재생 분리형 헤드를 조립한 장치이다. 헤드 매체간 스페이싱은 30㎚로 하였다. 또한, 종래의 자기 기록 재생 장치는, 헤드를 본 발명과 동일한 것을 이용하고, 매체는 입자의 자화 용이축이 면 내에 배향하고, 면내에서 등방적인 종래의 매체를 이용하였다. 자성층의 두께, 입자 직경 및 자기 특성 중 Mr·δ(=6.0T㎚), Hc(=250㎄/m)는, 거의 본 발명의 자기 기록 재생 장치에 이용한 매체와 동일한 것을 이용했지만, Ms=0.5T, 각형비 Mr/Ms=0.7, $Ku=1.4\times10^5$J/㎥, Ku·V/k·T=54로 되어 본 발명에서 이용한 매체보다도 열 진동 특성은 나쁜 것으로 예상된다. 도 8에 선기록 밀도 400kfci에서의 재생 출력의 시간적 변화를 나타낸다. 이것으로부터, 100시간 후에는 종래의 자기 기록 재생 장치에서는 출력이 7% 열화하는데 비해, 본 발명의 자기 기록 재생 장치에서는 거의 열화하지 않은 것을 알았다. 또한, 시간적 변화는 고기록 밀도 정도가 커지기 때문에, 본 발명의 기록 밀도 400kfci보다 낮은 기록 밀도인 360kfci의 100시간 후의 시간적 변화도 거의 없는 것을 예상할 수 있다. 즉, 실시예 1의 계산 결과는 실험 결과와 잘 일치하고 있다. 이어서, 자기 기록 재생 장치의 기록 재생 특성의 비교를 행하였다. 도 9는, 재생 출력과 노이즈의 비 S/N의 기록 밀도 의존성이다. 이것으로부터, 저기록 밀도에서의 본 발명의 자기 기록 재생 장치의 S/N은, 종래의 자기 기록 재생 장치에 비교하여, 낮은 S/N이지만, 300kfci이상에서는, 본 발명의 장치가 커지는 것을 알았다. 또한, 동일 도면으로부터 기록 밀도 360kfci (자화 반전 거리=70㎚)에서는 S/N=20dB이고, 실시예 1의 S/N과 거의 동치인 것을 알았다. 즉, 이 결과로부터도 실시예 1의 계산 결과는 실험 결과와 잘 일치하는 것을 알았다. 또한, 기록 밀도 360kfci인 경우, 장치로서 S/N=20dB 이상이 필요하지만, 종래의 장치에서는, 기록 밀도의 한계는 330kfci이 되고, 1평방 인치당 10 기가비트를 달성할 수 없게 되지만, 본 실시예의 장치에서는 360kfci이 되고, 1평방 인치당 10기가비트의 기록이 가능해진다. 도 10에는 분해능의 기록 밀도 의존성을 나타내었다. 여기서, 분해능은 고기록 밀도의 출력 E_{2f}를 저기록 밀도(50kfci)에서의 재생 출력 E_{1f}로 규격화한 값을 의미한다. 이것으로부터, 재생 출력은 기록 밀도의 증가와 함께 감소하지만, 본 발명의 자기 기록 재생 장치에서는, 감소하는 비율이 작다. 기록 밀도가 200kfci이상에서는, 저기록 밀도의 출력 E_{1f}와 고기록 밀도의 출력 E_{2f}의 비인 분해능이 종래의 장치에 비교하여 높아지는 것을 알았다. 특히 기록 밀도가 360kfci 이상에서는 분해능은 20% 이상 필요하기 때문에, 본 발명에 따른 장치가 아니면 그 조건을 만족할 수 없다. 이상으로부터, 본 발명의 자기 기록 재생 장치는 열 진동에 강하고, 기록 밀도가 360kfci이상, 즉 자화 반전 거리가 70㎚이하의 고밀도 자기 기록에 적합한 것을 알았다. 또한 기초층을 Al_2O_3으로 한 매체를 이용한 자기 기록 재생 장치의 재생 출력의 시간적 변화 및 기록 재생 특성을 측정한 결과, 기초층을 SiO_2로 한 매체를 이용한 자기 기록 재생 장치와 거의 동등한 결과가 되고, 또한 종래의 자기 기록 재생 장치와 비교하면 열 진동에 강하여 고밀도 자기 기록에 적합하다는 것을 알았다.

〈실시예 3〉

실시예 3은 실시예 2에 대해 Mr/Ms를 바꿔 검토한 비교예이다. 실시예 3의 자기 기록 재생 장치에서는, 헤드는 실시예 1과 같은 것을 이용하고, 매체는 기초층에 두께 0.1㎛의 Zr 또는 Al막을 설치한 것외에는 실시예 2와 동일한 유리 기판과 자성층과 보호막을 실시예 2와 동일한 성막 조건으로 형성하였다. 기초층에 Zr을 이용하여 제작한 매체의 포화 자화 Ms=0.60T, VSM에서 측정한 잔류 자화 Mr은 0.32T에서 각형비 Mr/Ms=0.53가 되었다. 또한, 동일 VSM 측정으로부터, 보자력은 280kA/m이었다. 또한, 자기 토크법으로부터 구한 자기 이방성 상수 Ku의 크기는 1.7×10^{5}J/㎥로 종래의 매체보다도 크다. 또한, 기초층에 Al을 이용하여 제작한 매체의 자기 특성은, Zr을 기초층으로 한 매체의 자기 특성과 거의 동치였다. 이어서, TEM(Transmission Electron Microscopy)을 이용하여, 매체 입자의 관찰 입자 면적합을 관찰 입자수로 나눈 값을 결정립의 평균 면적(=100㎚^{3})으로 하고, 열 진동의 지표가 되는 Ku·V/k·T를 구하면 실온(T=300K)에서 66이었다. 이 자성층에서도 실시예 2와 마찬가지로 자성층의 자성 입자의 자화 용이축 방향이 3차원적으로 배향하는 매체를 얻을 수 있었다. 실시예 2와 마찬가지로 재생 출력의 시간적 변화를 조사했지만, 도 8에 도시된 바와 같이 100시간 후에 출력은 0.5% 감소할 정도였다. 또한 비교예로서, 헤드는 실시예 2와 같은 것으로, 매체는 기초층으로서 두께 0.05㎛의 Ti막을 이용한 것 외에는, 실시예 2와 동일한 층 구조, 성막 조건으로 형성한 매체를 이용하여 자기 기록 재생 장치의 재생 출력의 시간적 변화 및 S/N을 측정하였다.

비교에 이용한 매체의 자기 특성은, VSM 측정에 따라, Mr·δ=5.6T㎚, Hc=240kA/m, Ku·V/k·T=75로 실시예 1과 거의 동치의 값이 되었지만, Ms=0.87,각형비 Mr/Ms=0.4가 되고, 각형비가 꽤 열화하였다. 재생 출력의 시간적 변화는 실시예 2와 거의 동일했지만, 도 9에 도시된 바와 같이 출력의 열화와 함께 노이즈가 증대하기 때문에, S/N이 꽤 열화하였다. 따라서, 각형비 0.5이하의 경우에는, 고밀도 자기 기록에는 적합하지 않은 것을 알았다.

발명의 효과

이상, 본 발명의 자성층의 자성 입자의 자화 용이축 방향이 3차원적으로 배향한 자기 기록 매체를 이용한 자기 기록 재생 장치는, 자기 기록 매체의 자화 반전 거리가 70㎚ 이하의 기록 자화 패턴을 기록한 경우, 고 Ku, 저 Hc의 매체를 실현할 수 있어, S/N비, 분해능, 열 진동에 대해, 양호한 특성을 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

자기 기록 매체와, 기록부와 재생부를 구비한 자기 헤드를 구비한 자기 기록 재생 장치에 있어서,

상기 자기 기록 매체에 기록되는 정보의 기록 밀도가 360kfci 이상이고,

상기 자기 기록 매체의 자성 입자는 3차원적으로 배향하고,

상기 자기 기록 매체의 잔류 자화 Mr과 포화 자화 Ms의 비(각형비) Mr/Ms가 0.5이상 0.6이하이고,

상기 Mr/Ms는 상기 자기 기록 매체에 상기 자기 헤드와 상기 자기 기록 매체의 상대 운동방향으로 자계를 인가하여 측정한 것을 특징으로 하는 자기 기록 재생 장치.

청구항 2

자기 기록 매체와, 기록부와 재생부를 구비한 자기 헤드를 구비한 자기 기록 재생 장치에 있어서,

상기 자기 기록 매체에 기록되는 정보의 기록 밀도가 360kfci 이상이고, 상기 자기 기록 매체의 자성 입자의 자화 용이축의 평균 방향과 막면이 이루는 각이 막 면으로부터 측정하여 20도로부터 30도인 것을 특징으로 하는 자기 기록 재생 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자기 기록 매체에 기록되는 기록 자화 패턴의 자화 반전 거리가 70㎚ 이하인 것을 특징으로 하는 자기 기록 재생 장치.

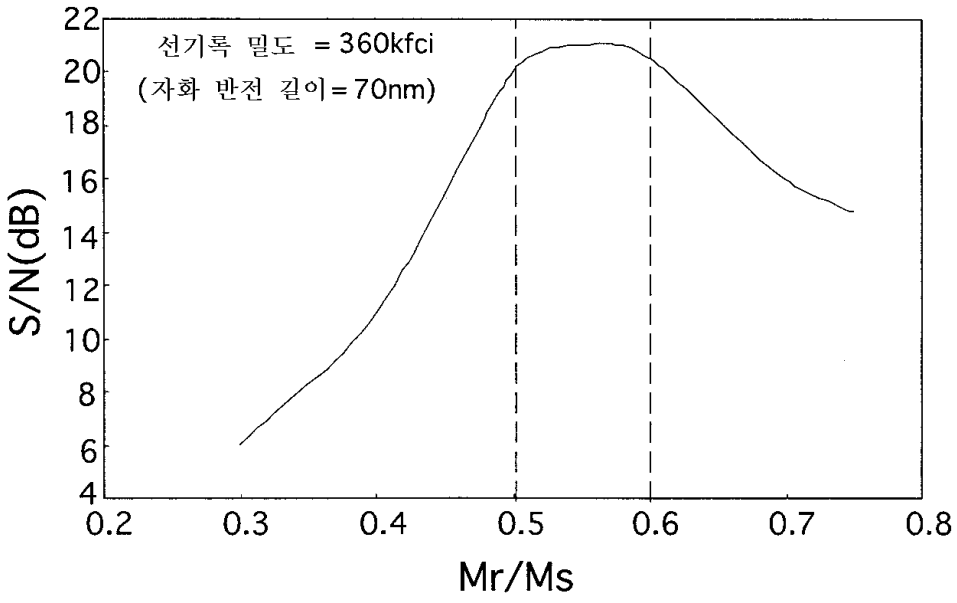
청구항 4

제2항에 있어서,

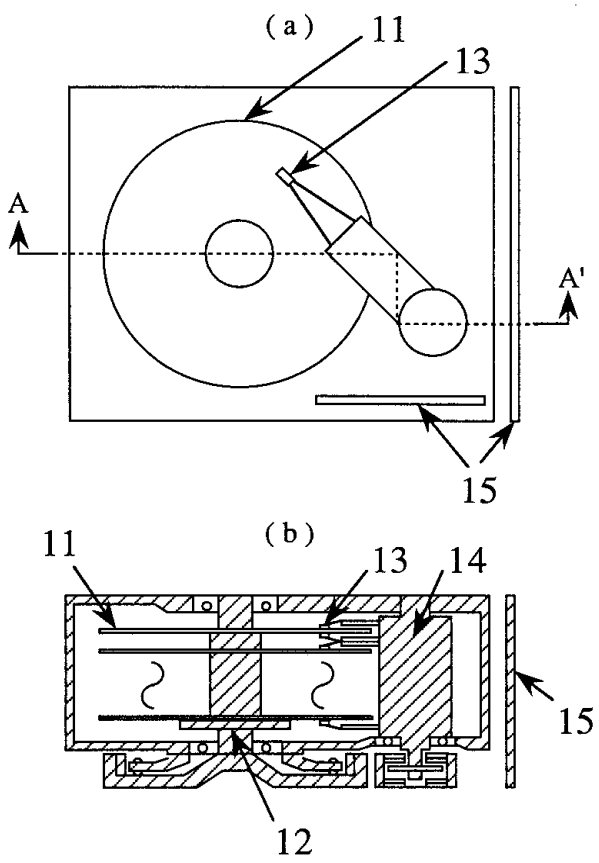
상기 자기 기록 매체에 기록되는 기록 자화 패턴의 자화 반전 거리가 70㎚ 이하인 것을 특징으로 하는 자기 기록 재생 장치.

도면

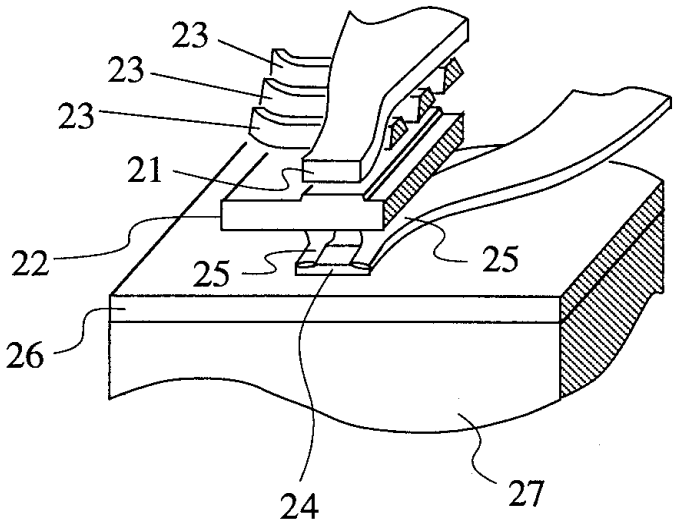
도면1


선기록 밀도 = 360kfci
(자화 반전 길이 = 70nm)
S/N(dB)
Mr/Ms
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

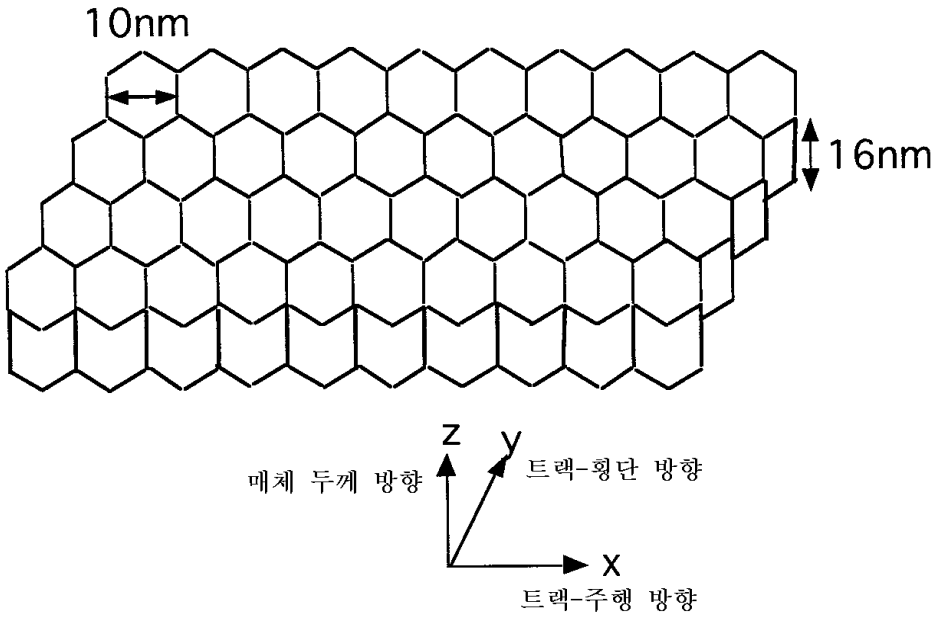
도면2


(a)
11
13
A
A'
15
(b)
11
13
14
15
12

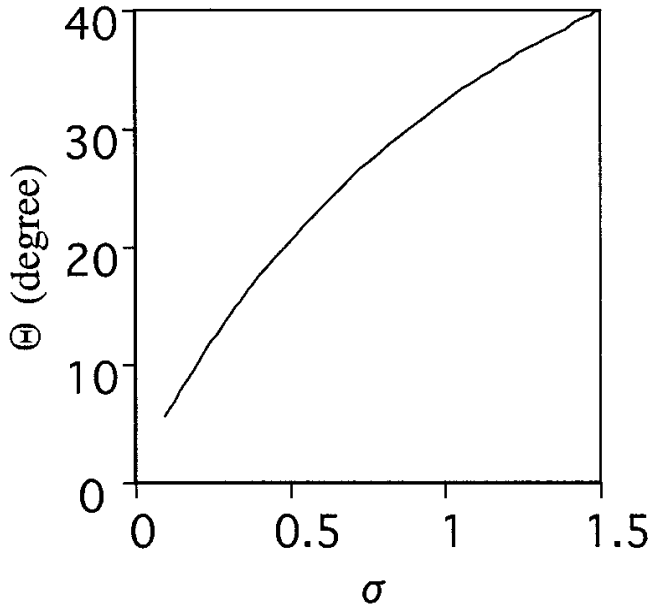
도면3



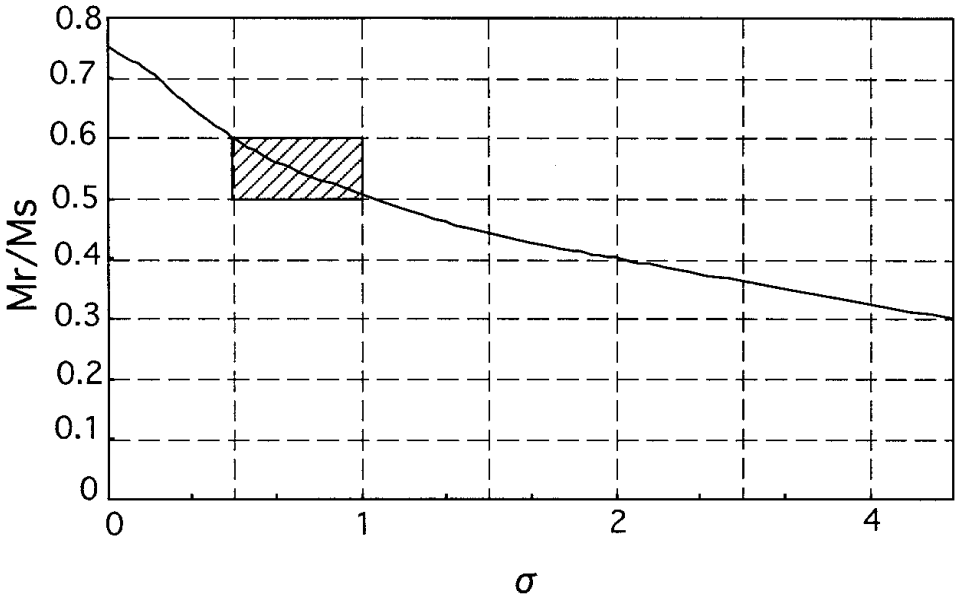
도면4



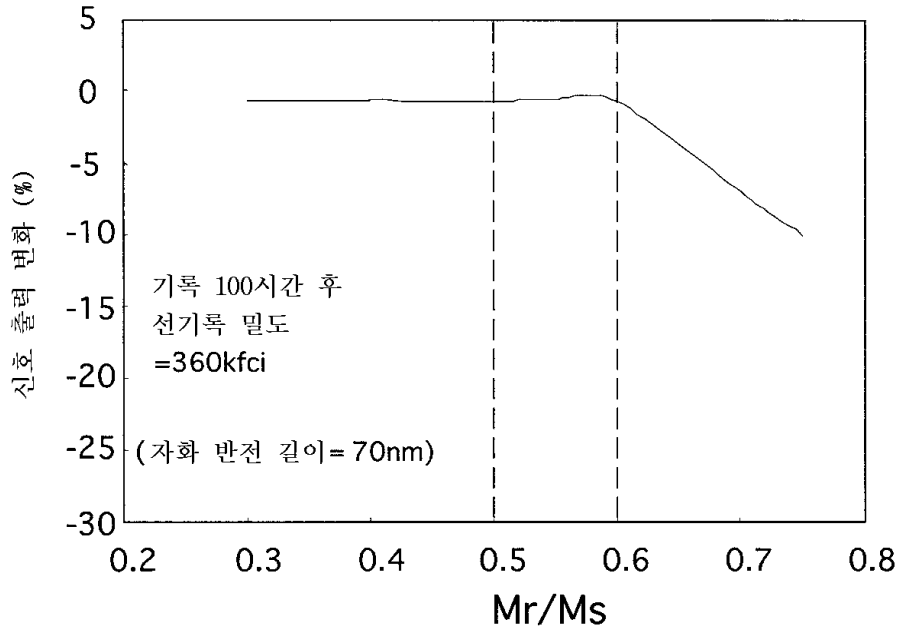
도면5



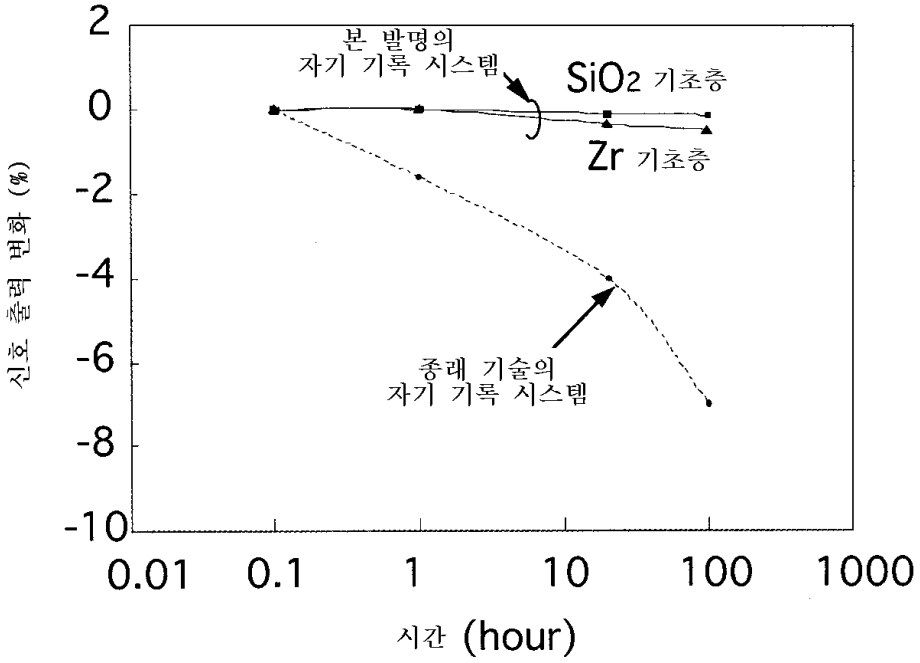
도면6



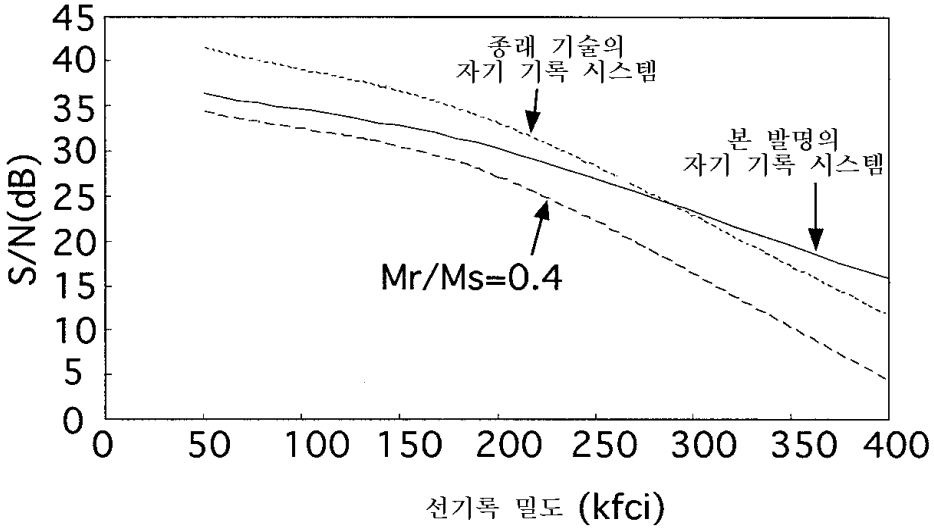
도면7


5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
신호 출력 변화 (%)
기록 100시간 후
선기록 밀도
=360kfci
(자화 반전 길이= 70nm)
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
Mr/Ms

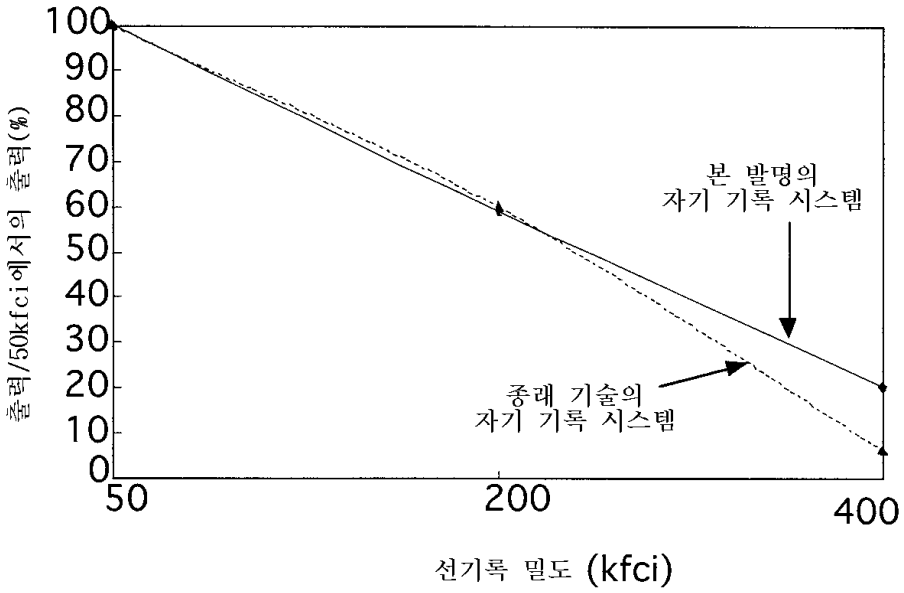
도면8


2
0
-2
-4
-6
-8
-10
신호 출력 변화 (%)
본 발명의
자기 기록 시스템
SiO2 기초층
Zr 기초층
종래 기술의
자기 기록 시스템
0.01
0.1
1
10
100
1000
시간 (hour)

도면9


S/N(dB)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
50
100
150
200
250
300
350
400
종래 기술의
자기 기록 시스템
본 발명의
자기 기록 시스템
Mr/Ms=0.4
선기록 밀도 (kfci)

도면10


출력/50kfci에서의 출력(%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
50
200
400
본 발명의
자기 기록 시스템
종래 기술의
자기 기록 시스템
선기록 밀도 (kfci)