(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
G11B 5/62

(45) 공고일자 2001년11월26일
(11) 등록번호 10-0292436
(24) 등록일자 2001년03월23일

(21) 출원번호 10-1992-0025769
(22) 출원일자 1992년12월28일

(65) 공개번호 특1993-0014307
(43) 공개일자 1993년07월22일

(30) 우선권주장 91/27439.9 1991년12월27일 영국(GB)
92/08118.1 1992년04월13일 영국(GB)

(73) 특허권자 존슨 맛쎄이 퍼블릭 리미티드 컴파니
위샤르트 아이 씨
영국 런던 에스 더블유1 와이5 비큐 트라팔가 스퀘어 콕크스퍼 스트리트 2-4

(72) 발명자 조세프밀러
영국버크스알지4 0알에이취리딩카버샴파크빌리지킹스웨이71
디렉폴애슬리피어슨
영국버크스알지3 3엘유리딩우들리나이팅게일로오드73
필립조오지핏쳐
영국지유34 1에이취지한츠알톤렌텐스트리트14

(74) 대리인 박종혁
장두현
장용식

심사관 : 손창호

(54) 다층필름물질시스템

요약

얇은 금속중간층을 갖는 Pt/Co 다층 물질시스템은 우수한 실온항자력, 정사각 극성케르 히스테리시스 루프, 충분한 극성케르회전을 지니며 자기광학기록에 적합하다.

이들 물질시스템은 다층필름의 기판측으로부터 정보의 해독 및 기록을 허용한다.

대표도
도 1

명세서

[발명의 명칭]

다층 필름물질 시스템

[도면의 간단한 설명]

제1도 내지 제14도는 해당 실시예 1-14의 다층 필름물질 시스템에서 얻은 MO특성을 예시한다.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 신규한 백금/ 코발트 다층 필름물질 시스템과 금속다층 필름의 개선된 제조방법에 관한 것이다.

수직자기이방성을 가진 얇은 필름은 고밀도자기 및 자기광학(MO)기록에 있어서 가능한 후 보이다. 비정질 희토류 전이금속 합금필름은 지배적인 MO기록매체가 되어왔다. 그러나, 이들 필름과 관련된 많은 중요한 단점들이 있다.

예를 들면, 그것들은 불량한 내식성 및 용이한 산화를 당하여 하층 및 외피복의 부통태화 용도로 필요하며, 짧은 파장에서 작은 케르(kerr)회전을 당하여, 더 짧은 파장 또는 "블루(blue)" 레이저로 고밀도 기록을 위한 사용을 하지 못하게 한다.

Pt/Co 및 Pd/Co 다층이 MO매체후보들로 제안되어왔다. Pt/Co 다층은 그것들이 더 짧은 파장에서 특히, Pd/Co 다층보다 더 높은 극성케르효과를 나타내기 때문에 바람직하다.

자기-광학기록을 위해 가능하게 유용하게 위해서는, 물질은 수직자기이방성 이외에 정사각 극성케르 히스케리시스 루프, 충분한 극성케르회전 (θ_k) 및 충분히 큰 실온항자력(Hc)을 가져야 한다. 약 0.1° 의 향상시키지 않은 극성케르회전이 MO목적을 위해 충분한 것으로 간주되었으나, 더 높은값 즉, 약 0.2-0.3° 가 바람직할 것이다. 극성케르회전을 향상시키는 공지의 방법들이 있다. 항자력은 열자기기록에서 핵심역할을 하며 기록의 동안에 인가된 장보다 실온에서 더 커야 한다. 그렇지않으면, 기록-자장은 다층에서 인접한 앞서 기록된 정보를 변화시킬 수 있다. 일반적으로 약 1000 Oe(80kA/m)은 항자력은 충분히 높다.

그러나, 높은 항자력만으로는 자기-광학기록에 적합한 다층필름을 만들기에 충분하지 않다. 정사각 극성케르 히스테리시스 루프도 또한 요구된다. 이러한 루프는 제퍼(W.B.Zeper et al, "Co/Pt 및 Co/Pd 다층에 있어서 히스테리시스, 미세구조, 및 자기-광학 기록", J.Appl.Phys. 70(4), 15 August 1991)에 의해 정의되어 있으며, 여기서 루프의 "정사각도(sguareness)"는 사각비(rectangular ratio) r=Hn/Hc 로서 정의되는데, 여기서 r은 사각비이며, Hn은 핵형성장이고 Hc는 항자력장이다.

Hn 및 Hc를 제1도에 나타낸다. 자기-광학기록매체를 위하여 r=1이 최적치이고 여기서 Hc도 또한 크다. 그러나, 본 발명자의 지식으로는 어떤값의 r이 정사각 루프를 가리키는지와 어떤값이 사각을 생각할 수 없는지의 널리 허용된 정의가 없다. 본 발명자는 약 0.8이하의 r의 값이 정사각루프를 정의하지 못할 것이라고 제안한다.

최상의 MO기록성능은 증발 또는 분자빔(beam)기술에 의해 퇴적시킨 Pt/Co 다층에서 달성된다. 스퍼터링기술이 대규모제조에의 사용의 용이함 때문에 이들 기술들보다 바람직하나, 스퍼터링된 필름은 일반적으로 자기-광학기록에 사용되기에는 불충분한 실온에서의 항자력을 갖는다. 예를 들면, 오찌아이(Ochiai et al., Jap. J. Appl. Phys. 28, L659(1989)와 Ochiai et al., Digest of the Int'l Mag Conf 1989 Wash, DC)는 스퍼터 기체로서 아르곤을 사용함으로써 제조한 스퍼터링된 Pt/Co 다층에 대해 단지 100-350 Oe(8-28kA/m)의 Hc를 보고하고 있다. Hc의 이들값은 전형적으로 약 40kA/m인 기록-자장으로서 사용된 것과 같은 크기오다이거나 더 적다. 그 결과, 새로운 정보를 기록할때 공지의 Pt/Co 다층에서의 인접한 앞서 기록된 정보를 변화시킬 수 있다.

WO 91/08578 은 스퍼터기체로서 크립톤, 크세논, 또는 그의 혼합물을 사용하여 백금과 코발트의 교호의 층들로 이루어진 백금/코발트 다층필름을 만들기 위한 스퍼터링공정을 개시하고 있다. 620-14950e 의 실온항자력을 갖는 다층필림이 개시되어 있고 아르곤에서 스퍼터링된 같은 두께 및 수의 코발트와 백금층들을 갖는 다층필름에 대한 실온항자력 265-360 Oe 과 비교된다. 아르곤에서 스퍼터링된 다층필름은 자기-광학기록에 유용하지 않은 것으로 결론지어진다.

그러므로 Pt/Co 다층필름은 상기한 다른 특성들을 유지하면서도 충분한 실온항자력이 달성된다면 MO응용분야에 사용될 수도 있다. 하층의 사용과 같은 여러 가지 시도들이 Hc를 개선하기 위해 행해져왔다.

예를 들면, 오찌아이(Y Ochiai et al.), EP0304873은 Hc를 증가시키기 위한 하층의 사용을 포함하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층의 연구를 개시하고 있다. 그러나, 일반적으로 Hc에 있어서 단지 한계의 개선만이 달성되었고 유일한 최상의 결과인 700 Oe(56kA/m) 은 1000Å(100nm) 두께의 Pt하층을 요한다. 이것은 기판측으로부터 정보의 해독 및 기록을 방해하며 이러한 두꺼운 Pt층의 비교적 큰 열용량과 열확산이 현행 고체상태 레이저로 유용한 제한된 전력으로의 기록을 억제하게 되기 때문에 대부분의 자기-광학기록 응용분야에 비실용적이다.

두께 약 200 내지 약 4500Å의 산화아연 또는 산화인듐의 하층이 WO 91/14263 에 개시되어 있다. 1090-2900 Oe 의 실온항자력이 달성된다. 산화물층이 산소의 존재하에 스퍼터링되어야 하는 한편, 다층은 별도의 진공실에서 스퍼터링되는 복잡한 공정이다. 한실에서 다른실로의 이동은 산화아연필름을 대기에 노출시키며 노출의 동안에 일어나는 모든 오염을 제거하기 위해 추가의 공정단계가 요구된다.

다른 발명은 퇴적된 필름의 성질을 개선시키기 위해 성장표면 또는 기판의 가열을 수반하였다.

본발명자는 자기-광학기록매체로서 사용될 수 있는 우수한 실온항자력, 정사각 극성케르 히스테리시스루프, 및 충분한 극성케르회전을 갖는 신규한 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름물질 시스템을 발명하였다.

따라서, 본 발명은 기판물질; 200Å까지의 퇴적된 그대로의 두께의 백금으로 이루어지는 금속중간층; 그리고 Pt/Co 다층으로 이루어지는 0.1 이상의 극성케르회전, 정사각 극성케르 히스테리시스루프 및 2000 Oe을 초과하는 실온항자력을 갖는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름물질 시스템을 제공한다. 기판물질; 200Å까지 퇴적된 플라티늄으로 이루어진 금속중간층; 및 Pt/Co 다층으로 이루어지는, 본 발명의 Pt/Co 다층막 물질시스템의 실온항자력은 3000 Oe초과 또는 4000 Oe 초과 또는 5000 Oe초과와 같이 2000 Oe를 확실히 초과할 것이다.

본 발명은 또한 기판물질; 100Å까지의 퇴적된 그대로의 두께의 비-백금금속중간층; 그리고 Pt/Co 다층으로 이루어지는 0.1 이상의 극성케르회전, 정사각 극성케르 히스테리시스루프, 및 1000 Oe을 취하는 실온항자력을 갖는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름물질시스템을 제공한다.

비백금 금속중간층은 Pd, Co, Au, Ag, Rh, Ir 및 Cu군으로부터 선택된 금속으로 이루어질 수도 있다. 바람직하게는 비백금 금속중간층은 Pt, Pd, Co, Au 및 Ag군으로부터 선택된 금속으로 이루어진다.

기판측으로부터 정보를 해독 및 기록하는데 용이함을 위해서, 더 얇은 중간층이 훨씬 바람직하다. 그러므로, 백금 또는 비백금 금속중간층은 바람직하게는 5-20Å과 같은 50Å까지의 퇴적인 두께를 갖는다.

기판물질은 적합한 금속 또는 유전성물질과 같은 어떤 적합한 물질 또는 폴리카보네이트 또는 유리와 같은 중합체가 될 수도 있다. A 판 MO디스크에서는 기판과 MO물질 사이에 질화규소와 같은 "광학적 보강(enhancement)층"을 포함시키는 것이 관행이다. 그러므로 본원 발명의 목적을 위해, 기판이라함은 하나이상의 광하걱 보강을 위한 물질층들을 퇴적시킨 기판들을 포함함을 의도한다. 그러므로 예를 들면, 기판물질은 유리 또는 규소, 질화규소 및 이산화규소로부터 선택된 물질을 퇴적시킨 유리가 될 수도 있다.

다층에서, 각 코발트층은 바람직하게는 12Å까지의 두께를 가지며 각 백금층은 바람직하게는 24Å까지의 두께를 갖는다. 가장 바람직하게는 각 코발트층의 두께는 2-5Å이며 각 백금층은 6-15Å이다. 바람직하게는, 총다층필름은 500Å미만의 두께를 갖는다. 바람직하게는 다층필름은 총 20층까지, 또는 10 "주기(periods)"의 Pt/Co, 예를 들면 5-15주기로 이루어진다.

본 발명의 다층필름은 기판측으로부터 정보를 해독 및 기록하는 것이 방해되는 종래 금속중간층 MO필름에 의해 나타나는 단점이 없이 정사각 극성케르 히스테르시스 루프를 달성하면서 향상된 항자력의 이점을 갖는다. 5kOe을 초과하는 항자력이 퇴적된 두께 16Å인 극단으로 얇은 Pt하층들을 사용하여 달성되었다. 기판측으로부터 해독 및 기록의 용이성을 지님에 있어서 본 발명 다층필름은 종래기술의 금속중간층 MO필름을 능가하는 상당한 이점을 갖는다.

본 발명의 다층 필름물질 시스템은 어떤 전형적인 자기-광학 디스크구조에 사용될 수도 있다. 그러므로, 본 발명은 본 발명의 다층 필름물질 시스템으로 이루어지는 자기-광학 디스크를 또한 제공한다. 전형적으로 이러한 디스크는 기판상에 광학적 보강층을 포함할 것이다. 임의적으로, 더이상의 광학적 보강층이 다층의 상부에 갖춰질 수도 있으며 그리고 또는 예를 들면 Al의 반사층이 제공될 수도 있다.

본 발명의 다층필름이 만들어지는 공정은 Pt/Co 다층뿐만 아니라 어떤 금속다층을 만들기에도 적합하다.

그러므로, 본 발명의 또다른 목적은 금속중간층을 가지며 자가광학기록에 적합한 금속다층필름의 개선된 제조방법을 제공하는 것이다.

따라서, 본 발명은

ⅰ. 기판물질상에 금속중간층의 스퍼터퇴적, 그리고

ⅱ. 금속다층의 중간층상의 스퍼터퇴적으로 이루어지며, 여기서 기판과 금속중간층중 적어도 하나는 고에너지 입자충격으로 이루어지는 고열처리를 시키는 자기-광학기록에 적합한 금속다층필름의 제조방법을 제공한다.

바람직하게는, 기판물질과 금속중간층을 둘다 고열처리시킨다.

금속중간층의 고열처리는 상기 중간층의 스퍼터퇴적과 동시에 또는 이어서 수행될 수 있다. 상기 고열처리는 금속중간층의 퇴적된 두께를 감소시키는 효과를 가질 것이다.

스퍼터퇴적은 어떤 적합한 수단들을 통해서도 수행될 수 있다.

많은 이러한 수단들, 예를 들어서, dc 또는 rf 또는 마이크로파 마그네트론-, 다이오우드-, 또는 트리오우드- 스퍼터링, 또는 이온 또는 원자총으로부터 강력한 입자에 의한 충격을 통해 표적의 스퍼터링이 본 분야에 잘 공지되어 있다.

다층 스퍼터링의 동안에, 기판과 다층의 성분들의 스퍼터원간의 거리는 다를 수도 있으며, 필름성장의 동안에 기판에서 집중하는 금속입자들의 원하는 낮은 도달에너지를 달성하기 위해, 스퍼터링표적을 떠나는 입자의 초기에너지와, 압력거리관계에 따라 스퍼터링의 동안에 스퍼터기체의 성질, 압력, 조성 및 온도에 따라 가변적이다.

중간층의 스퍼터퇴적은 어떤 회유기체 또는 회유기체들의 혼합물에서 수행될 수 있다. 바람직한 스퍼터기체들은 Ar, Kr 및 Xe이다. 스퍼터링속도는 수백Å/s 금속까지 될 수 있으나, 바람직하게는 100Å/s까지, 예를 들면 10Å/s까지이다.

고열처리는 중간층 또는 다층의 퇴적에 앞서 기판 및/또는 금속중간층의 표면특성에 영향을 주기 위해 사용된다. 필름성장의 초기단계에서, 기판표면의 성질은 발달하는 필름구조에 중대한 영향을 미친다. Pt/Co 얇은 필름다층의 얇은 성질은 MO특성에 유리한 필름미세구조 외관을 발달시키기 위해 성장표면의 표면공학을 통해 어느정도의 필름성장의 조

절을 허용한다. 본 발명의 방법에서는 MO특성을 유리하게 향상시키기 위해 열을 가할 필요가 없다. 적당하게 공학처리된 성장표면은 필름퇴적에 낮은 에너지입자의 사용에 의해 지워지지 않으며 따라서 MO필름에서 원하는 MO특성을 제공하는 성장양식이 확립되도록 허용한다.

고열처리는 예를 들면 저압분위기에서 기판테이블에 rf여기 또는 dc바이어스의 인가에 의해, 또는 저압분위기에서 기판 또는 중간층을 플라즈마원(source)에 놓음으로써, 또는 이온 또는 원자층과 같은 입자층으로부터 입자충격에 의해 편리하게 제공될 수 있다.

대략 50Å까지의 퇴적된 두께의 중간층들이 적용되는 기판에 수행된 고열처리에 rf여기가 사용되는 경우, 고에너지 입자충격을 유발하는 인가된 에너지밀도는 편리하게 300Jcm^{-2} 까지 될 수 있고 전력밀도는 0.35Wcm^{-2} 까지 될 수 있다.

그러나, 기판의 성질에 따라 더 큰값의 에너지밀도와 전력밀도가 사용될 수 있다.

구체적 실시예에서, 유리현미경 슬라이드상에 대략 16Å 및 25Å의 침전된 Pt중간층 두께에 대해 중간층의 고열처리에 rf여기가 사용되는 경우, 100Jcm^{-2} 를 초과하는 에너지밀도 및 0.3Wcm^{-2} 를 초과하는 전력밀도에 대해 상당한 이점이 얻어지지 않는다. 16Å두께 Pt중간층들에 대해 대략 20Jcm^{-2} 및 0.067Wcm^{-2} 의 값을 갖는 중간층 고열처리에서 최적값의 항자력이 얻어진다. 25Å두께 Pt중간층들에 대해 대략 40Jcm^{-2} 와 0.133Wcm^{-2} 에서 중간층 고열처리로 최적항자력이 관찰된다.

기판고열처리는 시종 0.33Wcm^{-2} 이었다. 다른 금속중간층들 및 다른 침전된 중간층두께에 대해, 주어진 기판 및 기판 고열처리 양생법에 대해 다른 값의 에너지밀도 및 전력밀도가 최적항자력을 제공할 것이다.

금속다층의 스퍼터링은 어떤 희유기체 또는 희유기체의 혼합물이 될 수 있다. 바람직한 스퍼터기체는 Ar, Kr 및 Xe이다. 스퍼터링속도는 전형적으로 20Å/s 금속까지 될 수 있다.

아르곤분위기에서 다층을 퇴적시키는 능력은 크세논 또는 크립톤을 사용하는 종래 기술의 권고와 비교하는 실질적인 경제적 이점이다.

금속다층 또는 금속중간층은 퇴적후 열처리될 수도 있다.

바람직하게는 아마도 금속다층은 퇴적후 열처리된다. 상기 열처리는 산소의 존재하에, 예를 들면 공기중에서 또는 공기 및/ 또는 산소기체를 포함하는 기체의 혼합물에서 유리하게 수행된다. 열처리의 효과는 산소의 압력에 따라 가변적이다.

대기압 이상의 압력의 사용이 유리한 것으로 기대하는 것이 합당하다.

또 다르게는, 상기 열처리는 산소가 조합된 종으로서 존재하는 분위기에서 수행될수도 있다고 생각된다.

일반적으로, 열처리는 가열, 정착 및 냉각의 단계들로 이루어지나 정착단계를 필수적이지는 않다. 가열은 약 200-300℃의 온도까지, 예를 들면 200-250℃가 될 수 있고 어떤 속도로도, 예를 들면 약 10℃/s 또는 약 100℃/s도 될 수 있다.

가열의 속도는 본질적으로 중요하지는 않다. 가열은 하나 또는 그이상의 단계로 각 단계후 열안정상태의 도달로 또는 도달없이 수행될 수도 있다.

가열에의 노출은 연속적이거나 주기적이 될 수도 있고, 또는 부분연속 및 부분주기적이 될 수도 있다. 상기 가열은 어떤 적합한 수단에 의해서도 제공될 수 있으며, 예를 들어서, 가열은 노에서 수행될 수도 있고 또는 샘플을 가열시키기 위한 용기에 넣을 수도 잇고 하나 또는 하나이상의 연속저항력열원 또는 필라멘트 또는 방전램프원과 같은 램프원에 의해 제공될 수도 있다.

따라서, 할로겐전구와 같은 전구가 본 발명에서 가열원으로서 사용될 수도 있다. 전구가 사용되는 경우 하나 또는 그이상이 사용될 수도 있다.

본 발명 방법에서 필름둘레에, 예를 들면 위와 아래에 다층필름으로부터 공간적으로 분리하여 이들을 놓는다. 전구와 다층필름간의 거리는 예를 들면, 전구의 와트수, 필름의 두께 및 기판의 열성질에 따라 다양하다. 유리하게는, 전구는 필름샘플에서 방사를 강화 및/또는 균일하게 하기 위해 곡면으로 된 반사기에 의해 둘러 싸인다. 샘플의 균일한 조명을 달성하기 위해 포물신반사기를 사용하는 것이 유리하다.

열처리의 제 2단계는 물질이 30분까지 또는 바람직하게는 1분까지와 같은 시간의 기간동안 온도에서 유지되는 임의의 정차단계이다. 그후 물질을 1단계 또는 그이상 단계들로 원한다면 다양한 속도로 냉각시키거나 냉각되도록 한다.

10℃/s까지 또는 바람직하게는 100℃/s까지와 같은 어떤 냉각속도도 사용될 수 있다. 어떤 적합한 냉각방법도 사용될 수 있다. 원한다면, 상기 열처리는 자장에서 수행될 수도 있다.

시중환경에서는 가열 및 냉각의 속도가 가능한한 높을 것이다.

이제 본 발명을 다음의 실시예들에서 기술하기로 하나 이것은 예시를 의도하며 발명의 범위를 제한하려는 것이 아니다.

실시예 1-1C는 16Å두께의 Pt중간층을 갖는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템을 예시한다. 실시예1C의 필름은 크세논에서 스퍼터링된다.

실시예2 및 2A는 8Å 및 50Å두께의 Pt중간층을 갖는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름을 예시한다.

실시예 3은 Pt, Pd, Co, Au 및 Ag의 중간층을 사용한다.

실시예 4 및 4A는 규소 및 질화규소 "기판"을 사용한다. 즉, 중간층이 규소 또는 질화규소에 스퍼터링되나, 진정한 기판은 이른바 유리상의 규소 또는 질화규소가 될 것이다.

실시예 5는 다층내의 Pt/Co의 비율과 다층의 쌓인 높이를 다양화시킨다.

실시예 6A-D는 고열처리의 효과를 예시한다.

실시예 7A-F는 열처리에 대한 금속다층의 반응을 조사한다.

실시예 8A-L은 중간층의 고열처리와 결처리간의 관계를 조사한다.

실시예 9-12는 여러가지 형태의 열처리를 시킨 필름을 그렇게 처리하지 않은 필름과 비교한다.

실시예 13은 열처리의 효과에 대한 분위기의 효과를 조사한다.

실시예 14는 Pd/Co 시스템을 예시하며, 실시예 15는 다른 중간층들을 Pd/Co 시스템을 예시한다.

자기-광학측정은 주문하여 만든 극성케르루프 트레이서를 사용하여 670nm에서 수행하였다. 달리 표시되지 않은한, 물질의 다층쪽을 통해 측정한 것이다.

모든 실시예들에서, 사용된 스퍼터링기계는 노르디코사(Nordiko Ltd of Havant, Hampshire, UK)에 의해 공급된 수정된 Nordiko NS 3750 이었고 존슨맛쎄이 테크놀로지센터(Johnson Matthey Technology Centre)에서 수정되었다. 모든 경우에서 스퍼터링전극은 dc 및/또는 rf평면 마그네트론이었다. 달리 언급되지 않으면, 모든 열처리는 공기중에서 대기압에서 수행되었다.

[실시예 1]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 2.58kOe

극성케르회전 0.29°

미리 깨끗하게 한 유리기판을 진공실내의 기판테이블에 올려 놓고 진공실을 2.5×10^{-6} mb의 기초압력으로 펌핑시켰다.

순수한 Ar기체를 펌핑된 챔버로 계량해 넣어 1.5×10^{-2} mb를 달성하고 수분간 시스템이 평형화되도록 두었다("기체 평형화 1").

총표면적 2960㎡의 팔각면 기판테이블을 백금스퍼터원으로부터 11㎝, 코발트스퍼터원으로부터 11㎝위치시키고 6rpm에서 회전시키는 한편, 0.34W㎝$^{-2}$ 와 동등한, 13.56MHz에서 일정한 라디오주파수(rf)전력 1000와트를 7분간 테이블에 인가하여 바탕전위에 관하여 대략 245V의 음의 바이어스에서 테이블을 안정시켰다("고열처리 S1").

8"×4" Pt 표적을 설치한 평면마그네트론 원으로부터 셔터에 의해 가려진 기판테이블로, 124W의 dc전력을 수분간 스퍼터원에 인가하여 스퍼터표적을 깨끗케 하고 조작의 안정상태를 확립하였다("표적사전조절단계").

그다음 Pt중간층을 Pt스퍼터원에 의해 2회 연속통과로 퇴적시켜 16Å의 총두께를 확립하였다. 스퍼터원에 공급된 전력은 124W 이었고 전극바이어스는 바탕전위에 관하여 -414V 이었다. 기판은 바탕전위에 관하여 12 내지 15V의 음의 전위에 있었다. 표적에 대한 기판의 분리는 11㎝이었고 테이블을 6rpm에서 회전시켰다("중간층퇴적").

그다음 Pt중간층의 표면을 기판테이블에 rf전력(13.56MHz)을 인가함으로써 고열처리하였다. 200W의 rf전력을 5분간 인가하여 -105V의 바탕에 관하여 테이블바이어스를 안정시키고 기판테이블은 6rpm에서 회전시켰다("고열처리 S2").

원하는 다층구조의 생성을 위한 Co플럭스원은 직접 마주하나 Pt원을 위치된 rf평면 마그네트론원에 의해 제공되었다. 어느 원으로부터의 향해 플럭스도 그들 사이에 위치된 기판테이블에 의해 가려졌다. 마그네트론 스퍼터링효과를 향상시키기 위해 얇은 코발트표적이 사용되었다(8"×4"×1mm).

스퍼터원 둘다로부터 가려진 기판으로 다층구조의 제조를 위해 각각 Pt 또는 Co의 각각의 퇴적속도에 대해 요구되는 값들에서 각원에 전력을 인가하였다. 요구되는 퇴적속도를 위해 각각의 전력설정에서 스퍼터원의 평형화를 할 수 있도록 이 상황을 수분간 유지시켰다("다층퇴적에 앞서 표적사전조절").

기판테이블을 가지는 셔터문을 제거하여 두원으로부터의 플럭스가 테이블에서 투사되도록 하며 기판은 Pt 및 Co층들의 교호구조를 만들면서 원들을 지나 회전하였다. 첫번째 및 마지막층들은 Pt이며, 9.5테이블회전에서 총 19층의 구조가 달성되었다. 테이블회전은 6rpm이었고 기판통과당 대략 3Å두께의 Co층의 퇴적을 달성하기 위해 코발트스퍼터전극에 일정한 rf전력을 인가하였다. Pt스퍼터전극에 인가된 일정한 dc전력은 통과당 대략 8Å두께 Pt층을 달성하였다("다층퇴적"). 124W의 dc전력을 Pt스퍼터전극에 인가하여 Pt표적에서 -414V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf 전력을 사용하여 Co표적에서의 바탕값에 관하여 -600V의 자체바이어스를 확립하였다. 기판은 바탕값에 관하여 1 내지 2V의 음의 전위에 있었다. 기체계량과 기판테이블에 관한 스퍼터전극의 분리는 "고열처리 S1"에 앞서 기술한 바와같다.

퇴적된 다층을 가진 유리기판을 스퍼터링실로부터 제거하였다.

이 실시예에 대한 극성케르 히스테리시스루프를 제1도에 나타내었다.

[실시예 1A]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 3.15kOe

극성케르회전 0.269°

실시예 1의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"표적사전조절" 단계에서, 120W의 dc전력을 인가하였다.

"중간층퇴적" 단계의 동안에, 전극에 공급된 dc전력은 바탕전위에 관하여 -414V에서 120W이었다.

"고열처리 S2" 후, 아르곤기체압력은 2.5×10^{-2} mb로 조절하였다("기체평형화 2").

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력을 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링표적에서 -400V의 바이어스를 확립하였다.

얻은 극성케르 히스테리시스 루프를 제1A도에 나타내었다.

[실시예 1B]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 5.06kOe

극성케르회전 0.30°

실시예 1A의 과정을 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

기판은 필킹톤 마이크로닉스(Pilkington Micronics, Clwyd) 사제 광학디시크 유리가판이었다.

"기체평형화 2"단계의 동안에 아르곤기체압력은 3.5×10^{-2} mb로 조절되었다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력이 dc전극에 인가되어 Pt스퍼터링표적에서 -380V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf 전력을 사용하여 Co표적에서의 바탕전위에 관하여 -570V의 자체 바이어스를 확립하였다.

얻은 극성케르 히스테리시스루프를 제1B도에 나타내었다. 제1B(i)는 물질의 기판측을 통해 얻은 루프를 제공한다.

[실시예 1C]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 4.78kOe

극성케르회전 0.285°

실시예 1A의 과정을 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

기판은 유리현미경 슬라이드이었다.

"기체평형화 2" 단계의 동안에 아르곤기체를 실로부터 펌핑하고 Xe기체를 받아들여 1.3×10^{-2} mb의 압력을 확립하였다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력을 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링표적에서 -624V의 바이어스를 확립하였다.

400W의 rf 전력을 사용하여 Co표적에서의 바탕전위에 관하여 -550V의 자체 바이어스를 확립하였다. 기판은 바탕전위에 관하여 1-2V의 음의 전위에 있었다.

얻은 극성케르 히스테리시스루프를 제1C도에 나타내었다. 제1C(i)도는 물질의 기판측을 통해 얻은 루프를 제공한다.

[실시예 2]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 2.59kOe

극성케르회전 0.279°

실시예 1의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"표적사전조절" 단계에서, 120W의 dc전력을 바탕전위에 관하여 -414V에서 120W이었다. 총두께 대략 8Å의 중간층이 Pt스퍼터전극에 의한 1회 퇴적통과로 확립되었다.

"기체평형화 2" 단계 (실시예1A 참조)가 포함되었는데, 여기서 아르곤기체압력은 2.5×10^{-2} mb로 조절되었다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력을 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링 표적상에 -386V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf전력이 Co표적에 인가되어 바탕전위에 관하여 -386V의 자체바이어스를 확립하였다.

제2도는 얻어진 극성케르 히스테리시스루프를 나타낸다.

[실시예 2A]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 3.23kOe

극성케르회전 0.225°

실시예 1의 1단락 및 2단락을 따랐다.

총표면적 2960㎠ 의 팔각면 기판테이블을 백금스퍼터링원으로부터 11㎝, 코발트 스퍼터원으로부터 11㎝위치시키고 6rpm에서 회전시키는 한편, 0.24W㎠ 와 동등한 13.56MHz에서 일정한 rf전력 700와트를 20분간 테이블에 가하여 바탕전위에 관하여 대략 210V의 음의 바이어스에서 테이블을 안정시켰다("고열처리 S1").

8"×4" Pt 표적을 설치한 평면마그네트론원으로부터 셔터에 의해 가려진 기판테이블로, 120W의 dc전력을 수분간 스퍼터원에 인가하여 스퍼터표적을 깨끗케하고 조작의 안정상태를 확립하였다("표적사전조절단계").

그다음 Pt중간층을 Pt스퍼터원에 의해 6회 연속통과로 퇴적시켜 총두께 대략 50Å을 확립하였다. 스퍼터원에 공급된 전력은 120W이었고, 전극바이어스는 바탕전위에 관하여 12 내지 15V의 음의 전위에 있었다. 표적에 대한 기판의 분리를 11cm이었고 테이블을 6rpm에서 회전시켰다("중간층퇴적").

그다음 Pt중간층의 표면을 기판테이블에 rf전력(13.56MHz)을 인가함으로써 고열처리하였다. 150W의 rf전력을 10분의 기간동안 인가하여 -90V 바탕에 관하여 테이블 바이어스를 안정시키고 기판테이블은 6rpm에서 회전시켰다("고열처리 S2").

그다음 아르곤기체 압력을 2.5×10^{-2} mb로 조절하고 평형화되도록 하였다("기체평형화 2").

원하는 다층구조의 제조를 위한 Co플럭스원은 직접 마주하나 dc평면 마그네트론 Pt스퍼터원을 향해 위치된 rf평면 마그네트론원에 의해 제공되었다. 어느원으로부터의 플럭스도 그들사이에 위치된 기판테이블에 의해 가려졌다. 마그네트론 스퍼터링효과를 향상시키기 위해 얇은 코발트표적이 사용되었다 (8"×4"×1mm). 스퍼터원 둘다로부터 가려진 기판으로, 다층구조의 제조를 위해 각각 Pt 또는 Co의 각각의 퇴적속도에 대해 요구되는 값들에서 각 원에 전력을 인가하였다. 요구되는 퇴적속도를 위해 각각의 전력설정에서 스퍼터원의 평형화를 할 수 있도록 이 상황을 수분간 유지시켰다("다층퇴적에 앞서 표적사전조절").

기판테이블을 가지는 셔터문을 제거하여 두원으로부터의 플럭스가 테이블에서 투사되도록 하며, 기판은 Pt와 Co층들의 교호구조를 만들면서 원들을 지나 회전하였다. 첫번째 및 마지막층들은 Pt이며, 9.5테이블회전에서 총 19층의 구조가 달성되었다. 테이블회전은 6rpm이었고 기판통과당 대략 3Å두께의 Co층의 퇴적을 달성하기 위해 코발트스퍼터전극에 일정한 rf전력을 인가하였다. Pt스퍼터전극에 인가된 일정한 dc전력은 통과당 대략 8Å두께 Pt층을 달성하였다("다층퇴적").

120W의 dc전력을 Pt스퍼터전극에 인가하여 Pt표적에서 -391V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf 전력을 사용하여 Co표적에서의 바탕값에 관하여 -560V의 자체바이어스를 확립하였다. 기판은 바탕전위에 관하여 1 내지 2V의 음의 전위에 있었다. 기체계량과 기판테이블에 관한 스퍼터전극의 분리는 앞서 기술한 바와같았다("고열처리 S1", "기체평형화 2").

퇴적된 다층을 가진 유리기판을 스퍼터링실로부터 제거하였다.

얻은 극성케르 히스테리시스 루프를 제2A도에 나타내었다.

[실시예 3]

실시예1A의 과정을 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"중간층퇴적" 단계에서 대략 50Å두께 Pt 또는 Pd 또는 Co 또는 Ag 또는 Au 중간층들을 앞의 실시예들에 예시된 Pt 중간층에 대해 기술된 것과 유사한 방법으로 퇴적시키되 스퍼터링표적에 인가된 전력, 표적통과횟수, 50Å의 중간층두께를 달성하기 위한 기판테이블 회전속력을 적당히 조절하였다.

얻어진 MO특성을 다음과 같았다.

"퇴적된 그대로(as-deposited)" 시스템 (즉, 어떤 열처리도 없음)

중 간 층

Pt Pd Co Ag Au

Hc(kOe) 2.57 1.56 1.38 1.67 1.89

θ_k(°) .23 .22 .3 .13 .17

Pt 및 Pd중간층을 갖는 샘플을 155℃에서 40분간, 공기분위기에서 및 대기압에서 노에 넣었다. 그다음 샘플을 노로부터 제거하고 Al블록에 놓았다. 2분후 샘플의 온도를 실온으로 떨어뜨렸다.

그다음 측정된 MO특성은 다음과 같았다.

열처리된 시스템

중 간 층

Pt Pd

Hc(kOe) 3.31 1.82

θ_k(°) 0.21 0.20

[실시예 4]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 3.19kOe

극성케르회전 0.189°

실시예 1의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

질화규소 "기판"을 진공실에 올려놓고 실을 진공화시켰다.

"표적사전조절" 단계에서, 120W의 dc전력을 인가하였다.

"중간층퇴적" 단계의 동안에 전극에 공급된 dc전력은 바탕전위에 관하여 -406V에서 120W이었다.

"기체평형화 2" 단계의 동안에 아르곤기체압력은 2.5×10^{-2} mb로 조절되었다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력이 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링 표적상에 -384V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf전력을 Co표적에 인가하여 Co표적에서의 바탕전위에 관하여 -575V의 자체 바이어스를 확립하였다.

극성케르루프를 제4도에 나타내었다.

[실시예 4A]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 3.08kOe

극성케르회전 0.146°

실시예 4의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

규소 "기판"을 진공실에 올려놓고 실을 진공화시켰다.

정사각 루프항자력을 제4A도에 나타내었다.

[실시예 5]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스 루프

실온항자력 2.28kOe

극성케르회전 0.168°

실시예1A의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"기체평형화 2" 단계의 동안에 아르곤기체압력을 2.5×10^{-2} mb로 조절하였다.

"다층퇴적" 단계에서 구조는 7.5테이블회전에 총 15층으로 이루어졌다. 대략 3Å의 Co 및 15Å의 Pt가 각각의 전극에 의해 각 통과마다 퇴적되었다. 215W의 dc전력이 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링 표적상에 -422V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf전력을 사용하여 Co표적에서의 바탕전위에 관하여 -570V의 자체바이어스를 확립하였다. 기판은 다층퇴적의 동안에 1 내지 2V의 음의 전위에 있었다.

제5도는 얻어진 극성케르루프를 나타낸다.

[실시예 6A - 6D]

실시예1A의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"중간층퇴적" 단계의 동안에 전극에 공급된 dc전력은 바탕전위에 관하여 -409V에서 120W이었다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력을 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링표적에 -386V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf전력을 Co평면 마그네트론 스퍼터전극에 인가하여 바탕전위에 관하여 -560V의 자체바이어스를 확립하였다. 기판테이블은 바탕전위에 관하여 음의 1-2V의 바이어스에 있었다.

실시예 6A-6D 각각을 다음과 같이 고열처리시켰다.

6A 고열처리않음

6B 기판만 고열처리

6C 중간층만 고열처리

D 기판과 중간층 둘다의 고열처리

위에 대한 극성케르루프는 제 6A-6D 도에 각각 나타내었다. 분명히, 기판과 중간층 둘다의 고열처리는 최상의 결과를 제공한다.

[실시예 7A-7F]

실시예1A의 퇴적과정을 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

바이어스 성장된 중간층을 위한 "중간층퇴적" 단계의 동안에 전극에 공급된 dc전력은 바탕전위에 관하여 -374V 에서 120W인 한편 1000W의 rf전력이 기판테이블에 인가되었다. 기판테이블은 퇴적의 동안에 바탕전위에 관하여 대략 -235V의 바이어스에 있었다. 테이블은 6rpm에서 회전하며 Pt dc 마그네트론 스퍼터전극에 의해 6회 퇴적통과를 하였다. 기판테이블의 rf바이어스의 부재하에 총 퇴적된대로의 Pt중간층두께는 대략 50Å이었다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력을 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링표적에 -386V의 바이어스를 확립하였다.

400W의 rf전력을 Co평면 마그네트론 스퍼터전극에 인가하여 바탕전위에 관하여 -560V의 자체 바이어스를 확립하였다.

바이어스성장된 중간층의 다층제조에서의 고열처리단계들과의 조합과 다음 실시예들에 대한 어떤 후속퇴적후 열처리를 이하 표에 나타내었다.

[표]

실시예	S1	S2	퇴적후 열처리
7A	*	*	
7B	*		
7C	-	*	
7D	-	-	
7E	*	*	*
7F	*	-	*

* = 공정적용

- = 공정없음

여기서 적용가능한 퇴적후 열처리는 다음 과정에 따라 수행하였다.

샘플 7E는 백금막대에 부착시키고, 1½분에 23℃에서 153℃로 가열하였다. 샘플을 온도에서 30분간 유기시킨다음 4분에 23℃로 냉각시켰다.

샘플 7F는 백금막대에 부착시키고 1분에 24℃에서 126℃로 가열하였다. 샘플을 126℃에서 30½분동안 두고 그후 3분에 24℃로 냉각시켰다.

이하 테이블은 상기 실시예들에 대한 실온항자력과 케르회전을 나타낸다.

[표]

실시예	H_c (kOe)	θ (°)
7A	5.3	0.29
7B	4.23	0.28

7C	5.29	0.28
7D	3.71	0.24
7E	7.31	0.25
7F	4.86	0.27

[실시예 8]

S1, 중간층열처리, S2, 퇴적후열처리 단계들을 실시예 8A-8L 에 대해 이하 표시한대로 수행하되 실시예 1A의 과정을 적절히 따랐다.

실시예	S1	중간층 열처리	S2	퇴적후 열처리
8A	-	-	-	*
8B	*	-	-	*
8C	-	-	*	*
8D	*	-	*	*
8E	-	*	-	-
8F	*	*	-	-
8G	-	*	*	-
8H	*	*	*	-
8I	-	*	-	*
8J	*	*	-	*
8K	-	*	*	*
8L	*	*	*	*

상기 실시예의 극성케르루프는 제 8A 내지 8L도에 각각 나타나 있다.

주: - = 공정적용않음

* = 공정적용함

S1과 S2는 앞서 기술한 바와 같으며, 중간층 및/또는 다층에 대한 열처리 공정은 이하 기술된다:

[중간층]

샘플을 180℃에서 50분간 노에 넣었다. 그다음 그것들을 꺼내어 냉각되도록 A1블록에 두었다. 대략 2분에 실온에 도달하였다.

[다층]

샘플을 155℃에서 40분간 노에 넣고, 그후 그것들을 꺼내어 큰 Al블록에 놓았다. 대략 2분에 실온에 도달하였다.

각 샘플에 대해 얻어진 결과는 다음과 같았다.

[표]

다층항자력 및 극성케르회전

실시예:	8A	8B	8C	8D	8E	8F	8G	8H	8I	8J	8K	8L
θ_K(°)	0.11	0.13	0.18	0.30	0.18	0.12	0.25	0.27	0.16	0.09	0.22	0.24
H_c (kOe)	1.42	2.73	3.08	5.4	0.78	0.83	1.64	2.09	0.32	0.41	1.64	2.48

결과로부터 S1 또는 S2의 적어도 한가지는 필수적이며 둘다 바람직하며 퇴적후 열처리 또한 특히 유리함을 알 수 있다.

[실시예 9A]

실시예1A의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"고열처리 S1"에서 700W의 rf전력을 20분간 인가하였고 테이블속력은 6rpm에서 유지되었고, -200W의 바이어스가 바탕전위에 관해 기판테이블에 발달하였다.

대략 50Å두께의 Pt중간층이 실시예1A에서와 같이 퇴적되되 6회의 연속퇴적통과가 사용되었다.

아르곤 기체압력은 모든 처리단계를 통해 1.5×10^{-2} mb에서 유지되었다.

자기-광학 필름의 퇴적후, 기판을 실에서 꺼내고 다음 방법에 따라 열처리하였다. 샘플은 2회 순환가열하였다.

[제 1순환]

샘플을 Al블록에 부착시키고 블록을 가열한 할로겐전구를 사용하여 대략 17℃에서 51℃에서 100℃에서 146℃에서 176℃로 단계별로 가열하였다. 샘플을 각 중간온도에서 대략 3분간 유지시켰다. 샘플의 온도를 176℃에서 15분간 유지시키고 그후 실온에서 냉각되도록 두었다.

[제 2순환]

샘플을 Al블록에 부착시키고 블록을 가열한 할로겐전구를 사용하여 대략 18℃에서 50℃에서 98℃에서 146℃에서 182℃로 단계별로 가열하였다. 샘플을 각 중간온도에서 대략 3분간 유지시켰다. 샘플의 온도를 182℃에서 14분간 유지시키고 그후 샘플을 실온에서 냉각되도록 두었다.

제9A(i) 및 9A(ii)도는 자기-광학 필름을 통해 측정한 퇴적된대로의 열처리된 샘플에 대한 극성케르루프를 나타낸다.

얻어진 특성은 다음과 같았다.

열처리전 열처리후

θ_k(°) 0.193 0.176

Hc(kOe) 1.37 2.68

[실시예 9B]

실시예1A의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

기판은 필킹톤 광학데이타 기억 디스크유리이었다.

자기-광학 필름의 퇴적후 기판을 실에서 꺼내어 다음 방법에 따라 열처리하였다. 샘플을 140℃에서 60분간 노에 둔 다음 노에서 꺼내어 실온으로 냉각되도록 하였다. 제9B(i) 및 9B(ii)도는 자기광학필름을 통해 측정한 퇴적된대로의 열처리된 샘플에 대한 극성케르루프를 나타낸다.

얻어진 특성은 다음과 같다.

열처리전 열처리후

극성케르회전 0.316° 0.281°

항자력 3.58kOe 5.2kOe

실시예1A의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

기판은 유리현미경 슬라이드이었다.

자기광학필름의 퇴적후 기판을 실에서 꺼내어 다음의 네단계 공정에 따라 열처리하였다.

[단계 1]

샘플을 140℃에서 60분간 노에 두었다가 꺼내고 실온으로 냉각되도록 하였다.

[단계 2]

단계 1을 반복하였다.

[단계 3]

샘플을 140℃에서 81분간 노에 먼저 둔다음 64분간 노에 그리고 최종적으로 64분간 노에 두었다. 각 노단계 사이와 최종 노단계후에 샘플을 실온으로 냉각되도록 두었다.

[단계 4]

샘플을 140℃에서 노에서 4회 열처리를 처음에 64분간, 그다음 81분간, 60분간 그리고 169분간하였다. 전과같이 각 노단계사이에 및 최종노단계후에 샘플을 실온으로 냉각되도록 두었다.

제9C(i)-(v) 도는 퇴적된대로의 샘플에 대해서와 샘플을 상기한 바와같이 연속 열처리시킨후의 극성케르루프를 나타낸다. 샘플은 자기-광학 필름을 통해 측정되었다.

얻어진 특성은 다음과 같았다.

실온항자력 극성케르회전(°)

퇴적된대로 3.15 0.269

처리(1) 후 4.33 0.253

(2) 4.81 0.249

(3) 5.55 0.242

(4) 6.04 0.244

위의 결과로부터 적어도 한가지 열처리가 자기-광학 특성에 유리한 것으로 결론 지어진다. 그러나, 상기 열처리(3) 및 (4) 후, 항자력은 극성 케르히스테리시스루프의 정사각도를 희생하여 증가된다.

[실시예 10A]

실시예 1의 과정에 따르되 다음의 조절을 하였다.

기판은 필킹톤 광학데이타 기억 디스크유리이었다.

"표적사전조절" 단계에서, 120W의 dc전력을 인가하였다.

"중간층퇴적" 단계의 동안에 전극에 공급된 dc전력은 바탕전위에 관하여 -406V 에서 120W이었다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력을 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링표적에 -406V의 바이어스를 확립하였다.

퇴적후 샘플을 이하 기술된 열처리공정을 받게 하였다.

샘플을 두개의 250W 할로겐전구(Osram Ltd 카탈로그번호 250-075)를 사용하여 대기압에서 공기중에 가열하였다. 전구봉함은 금도금되어 있다. 샘플표면으로부터 전구필라멘트까지의 거리는 대략 38mm이었다.

전구를 38초간 스위치를 켠다음 1.43Hz의 주파수에서 펄스지속기간 0.21초로 18초간 주기적으로 되게 하였다.

그다음 샘플의 온도를 실온으로 떨어뜨린 2분후 샘플을 A1블록에 놓았다.

제10A(i) 및 10A(ii) 도는 상기한 샘플에 대한 열처리전 및 후의 실온 정사각 루프항자력에서 극성케르회전을 나타낸다.

얻어진 특성은 다음과 같았다:

열처리전 열처리후

실온항자력(kOe) 2.1 3.55

극성케르회전(°) 0.349 0.322

[실시예 10B]

실시예 10A의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"기체평형화 2" 단계에서 아르곤기체압력을 2.5×10^{-2} mb로 조절하였다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전극을 dc전극에 인가하여 Pt스퍼터링표적에서 -389V의 바이어스를 확립하였다. 400W 의 rf전력을 Co표적에 인가하여 바탕전위에 관하여 -580V의 자체바이어스를 확립하였다.

퇴적후 샘플을 이하 기술된 열처리를 받게 하였다.

샘플을 실시예 10A에서와 같이 가열하되 전구를 32초간 스위치를 켠 다음 실시예 10A에 기술된 방법으로 40초간 주기적으로 되게 하였다.

제 10B(i) 및 10B(ii) 도는 상기한 샘플에 대한 열처리전 및 후의 극성케르회전 및 실온 정사각 루프항자력을 나타낸다.

얻어진 특성은 다음과 같았다.

열처리전 열처리후

실온항자력(kOe) 3.44 5.05

극성케르회전(°) 0.315 0.307

[실시예 10C]

실시예 10B 의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

기판은 유리현미경 슬라이드이었다.

퇴적후 샘플을 하기한 열처리공정을 받게 하였다.

샘플을 실시예 10A에서와 같이 가열하되 전구를 35초간 스위치를 켠 다음 실시예 10A 에 기술된 방법으로 45초간 주기적이 되게 하였다.

제 10C(i) 내지 10C(iii)도는 열처리과정전 및 후의 극성케르회전 및 실온 정사각루프항자력 그리고 핵형성장을 나타내며 또한 상기한 샘플에 대한 광학적 의문을 기판을 통해 나타낸다.

얻어진 특성은 다음과 같았다.

열처리전 열처리후

실온항자력(kOe) 3.4 6.02

극성케르회전(°) 0.329 0.3

[실시예 11]

실시예 10C의 과정에 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

"다층퇴적" 단계에서 대략 15Å Pt 각각 및 대략 3Å Co 각각의 15층이 6rpm에서 7.5 테이블회전에서 연속적으로 퇴적되었고 처음과 마지막층은 215W의 일정한 dc전력이 바탕전위에 관하여 -422V로 바이어스된 Pt마그네트론 스퍼터전극에 공급되었다. 400W의 rf전력이 Co마그네트론 스퍼터링전극에 공급되어 바탕전위에 관하여 -580V의 자체바이어스를 확립하였다.

기판은 바탕전위에 관하여 1-2V의 음의 전위에 있었다.

퇴적후 샘플을 이하 기술된 열처리공정을 받게 하였다.

샘플을 153℃에서 40분간 노에 둔 다음, 노에서 꺼내어 Al블록에 놓고 2분후 샘플 온도는 실온으로 떨어졌다.

제11(a) 및 (b)도는 상기한 샘플에 대한 열처리전 및 후의 극성케르회전 및 실온 정사각 루프항자력 그리고 핵형성장을 나타낸다.

얻어진 특성은 다음과 같다.

열처리전 열처리후

실온항자력(kOe) 2.28 3.06

극성케르회전(°) 0.168 0.158

[실시예 12A-E]

실시예 12A-B에 대해

실시예 1의 과정을 따르되 다음의 방법수정을 하였다.

기판은 실시예 12A에 대해 SiO_2이었고 실시예 12B에 대해 Si이었다.

"고열 S1"단계에서 기판테이블을 6rpm에서 20분간 회전시킨 한편 700W의 rf전력을 인가하여 기판테이블에서의 바탕전위에 관해 -200V의 바이어스를 확립하였다.

"중간층퇴적" 단계에서 대략 50Å Pt 중간층을 6회 퇴적통과로 확립되었다.

실시예 12C, D, E에 대해

실시예 1A의 과정을 따르되 다음의 현저한 조절을 하였다.

기판은 실시예12C 및 E에서 Si_3N_4이었고 실시예 12D에서 Si이었다.

"표적사전조절" 단계에서, 120W의 dc전력이 인가되었다.

"중간층퇴적" 단계의 동안에 전극에 공급된 dc전력은 바탕전위에 관하여 -406V 에서 120W이었다.

"다층퇴적" 단계에서 120W의 dc전력이 dc전극에 인가되어 Pt스퍼터링표적에서 -384V의 바이어스를 확립하였다. 400W 의 rf전력을 Co마그네트론 스퍼터전력에 인가하여 바탕전위에 관하여 -575V 의 자체바이어스를 확립하였다.

실시예 12A-E는 다음 과정에 따라 퇴적후 열처리되었다.

[실시예 12A]

샘플을 실시예 10A에서와 유사한 하나의 300W 할로겐전구를 사용하여 가열하되, 전구봉함은 금도금되어 있지 않았다.

샘플표면으로부터 전구필라멘트까지의 거리는 대략 20mm이었다. 전구를 30초동안 스위치를 켠 다음 1.43Hz의 주파수에서 0.21초의 펄스지속기간으로 60초간 주기적이 되게 하였다.

그다음 전구를 스위치를 끄고 20분후 전구 아래에서 샘플을 꺼내어 물에서 실온으로 냉각시켰다.

[실시예 12B]

샘플을 Al블록에 부착하고 블록을 가열한 할로겐전구를 사용하여 대략 23℃에서 85℃에서 116℃에서 151℃에서 180℃로 단계적으로 가열하였다. 샘플을 각 중간온도에서 대략 3분간 유지시켰다. 샘플을 180℃에서 33분간 유지시키고 그후 실온으로 냉각되도록 하였다.

[실시예 12C]

샘플을 Al블록에 부착하고 블록을 가열한 할로겐전구를 사용하여 단계적으로 가열하였다. 아래의 표는 가열의 자세한 것을 나타낸다.

[표]

시 간 (분)	온 도 (℃)
0	21
0-5	21-75
5-8	75
8-14	75-120
14-17	120
17-20	120-151
20-29	151
29-30	151-165
39-44	165
44-47	165-145
47-54	145-104
54-150	104-21
150	21

[실시예 12D]

샘플을 실시예 10A에서와 같이 가열하되 다음을 예외로 하였다:

샘플표면으로부터 전구필라멘트까지의 거리는 35mm이었고 전구는 90초간 스위치를 켠 다음 1.43Hz의 주파수에서 0.72초의 펄스지속기간으로 60초간 주기적이 되게 하였다.

[실시예 12E]

샘플을 실시예 12D에서와 같이 처리하였다.

표12는 열처리 전 및 후의 상기한 샘플에 대한 극성 케르루프 도형으로 부터 유도된 실온 핵형성장, 항자력 및 케르회전을 나타낸다.

[표]

실시예	H_c(kOe)	H_n(kOe)	θ_K(°)
퇴적된대로:			
12A	1.21	1.14	0.1
12B	1.13	1.05	0.1
12C	3.19	3.11	0.19
12D	3.29	2.92	0.15
12E	3.07	2.92	0.21
열처리된것:			
12A	2.1	1.97	0.11
12B	2.04	1.94	0.09
12C	4.79	4.54	0.18
12D	4.84	4.69	0.14
12E	4.39	4.23	0.18

[실시예 13]

다층구조의 제조에 대한 실시예 1A의 과정을 따랐다.

샘플을 실시예 7E 에서와 같이 열처리하였으나 이하 표에서 기술된 분위기에서 하였다. 결과는 다음과 같았다:

실시예	주위	압력(mb)	퇴적된대로의 항자력	열처리된 항자력
13A	공기	1013	3.51	5.24
13B	공기	2.0	3.24	3.92
13C	공기	3.5×10^{-2}	3.36	3.20
13D	N_2	1013	3.55	3.52
13E	He	1013	3.29	3.10
13F	95%He 5%O_2	1013	3.05	4.52
13G	10%H_2 90%N_2	1013	3.22	2.55

[실시예 14]

얻어진 특성 : 정사각 극성케르 히스테리시스루프

실온항자력 1.67kOe

극성케르회전 0.07

미리 깨끗케한 유리기판을 진공실내의 기판테이블에 올려놓고 진공실을 2.7×10^{-6} mb의 기초압력으로 펌핑시켰다.

순수한 Ar 기체를 펌핑된 실로 계량해넣어 1.5×10^{-2} mb를 달성하고 수분간 시스템이 평형화되도록 두었다("기체 평형화 1").

총면적 2960㎡의 팔각면 기판테이블을 백금 스퍼터원으로 부터 11㎝, 코발트스퍼터원으로부터 11㎝ 위치시키고 6rpm에서 회전시키는 한편, 0.34W㎝$^{-2}$ 와 동등한, 13.56MHz에서 일정한 rf전력 1000와트를 7분간 테이블에 인가하여 바탕전위에 관해 대략 265V의 음의 바이어스에서 테이블을 안정시켰다("고열처리 S1").

8"×4" Pd 표적을 설치한 평면마그네트론 원으로부터 셔터에 의해 가려진 기판테이블로, 155W의 dc전력을 수분간 스퍼터원에 인가하여 스퍼터표적을 깨끗케 하고 조작의 안정상태를 확립하였다("표적사전조절단계").

그다음 Pd중간층을 Pd스퍼터원에 의해 5회 연속통과로 퇴적시켜 대략 50Å의 총두께를 확립하였다. 스퍼터원에 공급된 전력은 155W이었고 전극바이어스는 바탕전위에 관해 -353V 이었다. 기판은 바탕전위에 관하여 15 내지 18V 의 음의 전위에 있었다. 표적에 대한 기판의 분리는 11㎝이었고 테이블은 6rpm에서 회전시켰다("Pd중간층퇴적").

그다음 Pd중간층의 표면을 기판테이블에 rf전력(13.56MHz)을 인가함으로써 고열처리하였다. 200W의 rf전력을 5분간 인가하여 -110V의 바탕전위에 관하여 테이블바이어스를 안정시키고 기판테이블은 6rpm에서 회전시켰다("고열처리 S2").

Ar기체압력은 2.5×10^{-2} mb로 조절되었다.

원하는 다층구조의 생성을 위한 Co플럭스원은 직접 마주하나 dc평면 마그네트론 Pd원을 향해 위치된 rf평면 마그네트론원에 의해 제공되었다. 어느원으로부터의 플럭스도 그들사이에 위치된 기판테이블에 의해 가려졌다. 마그네트론 스퍼터링효과를 향상시키기 위해 얇은 코발트표적이 사용되었다(8"×4"×1mm). 스퍼터원 둘다로부터 가려진 기판으로 다층구조의 제조를 위해 각각 Pd 또는 Co의 각각의 퇴적속도에 요구되는 값에서 각원에 전력을 인가하였다. 요구되는 퇴적속도를 위해 각각의 전력설정에서 스퍼터원의 평형화를 할 수 있도록 이 상황을 수분간 유지시켰다("다층퇴적에 앞서 표적사전조절").

기판테이블을 가리는 셔터문을 제거하여 두 원으로부터의 플럭스가 테이블에서 투사되도록 하며, 기판은 Pd 및 Co층들의 교호구조를 만들면서 원들을 지나 회전하였다. 첫번째 및 마지막층들은 Pd이며, 8.5테이블회전에서 총 17층의 구조가 달성되었다. 테이블회전은 6rpm이었고 기판통과당 대략 3Å두께의 Co층의 퇴적을 달성하기 위해 코발트스퍼터전극에 일정한 rf전력을 인가하였다. Pd스퍼터전극에 인가된 일정한 dc전력은 통과당 대략 9Å두께 Pd층을 달성하였다("다층퇴적"). 140W의 dc전력을 Pd스퍼터전극에 인가하여 Pd표적에서 -320V의 바이어스를 확립하였다. 400W의 rf전력을 사용하여 Co표적에서의 바탕전위에 관하여 -570V의 자체바이어스를 확립하였다. 기판은 바탕전위에 관하여 5V의 음의 전위에 있었다. 퇴적된 다층을 가진 유리기판을 스퍼터링실로부터 제거하였다. 이 실시예에 대한 극성케르 루프를 제14도에 나타내었다.

[실시예 15]

실시예14의 과정을 따르되 다음의 조절을 하였다.

"중간층퇴적" 단계에서 대략 50Å두께 Pt 또는 Co 또는 Ag 또는 Au 중간층들을 앞의 실시예들에 예시된 Pt중간층에 대해 기술된 것과 유사한 방법으로 퇴적시키되 스퍼터링표적에 인가된 전력, 표적통과횟수, 50Å의 중간층두께를 달성하기 위한 기판테이블 회전속력을 적당히 조절하였다.

얻어진 특성을 다음과 같다.

Pt Pd Co Ag Au

중간층

Hc(kOe) 2.46 1.64 1.03 3.25 2.42

θ_k(°) 0.06 005 0.14 -0.01 0.02

Pt중간층을 갖는 샘플을 Al블록에 부착시킨 다음 할로겐전구로 가열하였다. 샘플을 19℃에서 83℃에서 120℃에서 150℃로 단계적 방법으로 가열하였다. 각 단계후 샘플을 3분간 정착하도록 두었다. 최종가열단계후 13분간 정착하도록 두었다. 그다음 샘플을 강제공기냉각을 사용하여 12분에 22℃로 냉각시켰다.

열처리후, Hc 및 θ_k는 다음과 같았다.

Hc(kOe) 3.27

θ_k(°) 0.05

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판물질, 200Å까지의 퇴적된 그대로의 두께의 Pt로 이루어지는 금속중간층, 및 교호 Pt/Co다층으로 이루어지며, 0.1이상의 극성케르회전, 정사각 극성케르 히스테리시스 루프 및 1000 Oe를 초과하는 실온항자력을 가지는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름 물질 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 물질시스템은 3000 Oe을 초과하는 항자력을 갖는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 물질시스템은 4000 Oe을 초과하는 항자력을 갖는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 물질시스템은 5000 Oe을 초과하는 항자력을 갖는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 5.

기판물질, Pd, Co, Au 및 Ag로부터 선택된 금속으로 이루어지는 100Å까지 퇴적된 그대로의 두께의 금속중간층 및 교호 Pt/Co다층을 포함하며, 정사각 극성케로 히스테리시스 루프, 0.1 이상의 극성케르회전 및 1000 Oe를 초과하는 실온항자력을 가지는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 6.

제1항 내지 제5항중 어느 하나에 있어서, 금속중간층은 퇴적된 그대로의 두께가 50Å까지인 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 7.

제6항에 있어서, 금속중간층은 퇴적된 그대로의 두께가 5-20Å인 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 8.

제1항 내지 제5항중 어느 하나에 있어서, 기판물질은 유리로 이루어지는 것을 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 9.

제1항 내지 제5항중 어느 하나에 있어서, 기판물질은 광학적 향상물질의 층을 그 위에 퇴적한 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 10.

제9항에 있어서, 기판물질은 규소 또는 질화규소로 이루어지는 광학적 향상물질의 층을 그 위에 퇴적한 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름.

청구항 11.

제1항 내지 제5항중 어느 하나에 있어서, 각 코발트층은 12Å까지의 두께를 가지며 각 백금층은 24Å까지의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 12.

제1항 내지 제5항중 어느 하나에 있어서, 각 코발트층은 2-5Å의 두께를 가지며 각 백금층은 6-15Å의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 13.

제1항 내지 제5항중 어느 하나에 있어서, 전체 다층필름은 500Å미만의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층 필름물질 시스템.

청구항 14.

제1항 내지 제5항중 어느 하나의 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름으로 이루어지는 자기-광학 디스크.

청구항 15.

i. 기판물질상에 금속중간층의 스퍼터퇴적, 그리고 ii. 금속다층의 중간층상의 스퍼터퇴적으로 이루어지며, 여기서 기판과 금속중간층중 적어도 하나는 고에너지 입자충격으로 이루어지는 상기 고열처리를 시키는 것을 특징으로 하는 자기광학기록에 적합한 금속다층필름의 제조방법.

청구항 16.

제15항에 있어서, 기판물질과 금속중간층 둘 다를 상기 고열처리를 시키는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 17.

제15항 또는 제16항에 있어서, 다층의 스퍼터퇴적은 낮은 도달에너지의 입자에 의한 중간층의 충격으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 18.

제15항 또는 제16항중 어느 하나에 있어서, 금속중간층의 스퍼터퇴적은 Ar, Kr, 및 Xe로 구성된 군으로부터 선택된 기체에서 수행되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 19.

제18항에 있어서, 금속중간층의 스퍼터퇴적은 Ar에서 수행되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 20.

제15항 또는 제16항중 어느 하나에 있어서, 금속중간층의 스퍼터링속도는 100Å/s 금속까지인 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 21.

제20항에 있어서, 금속중간층의 정격스퍼터링은 10Å/s금속까지인 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 22.

제15항 또는 제16항중 어느 하나에 있어서, 다층의 스터퍼퇴적은 Ar, Kr 및 Xe군으로부터 선택된 기체중 한가지 또는 혼합물에서 수행되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 23.

제22항에 있어서, 다층의 스퍼터퇴적은 Ar에서 수행되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 24.

제15항 또는 제16항중 어느 하나에 있어서, 다층의 스퍼터링속도는 20Å/s금속까지인 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 25.

제15항 또는 제16항중 어느 하나에 있어서, 다층의 열처리의 퇴적후 단계로 또한 이루어지는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 26.

제25항에 있어서, 상기 열처리단계는 산소의 존재 하에 수행되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 27.

제15항 또는 제16항중 어느 하나에 있어서, 금속다층은 백금 및 코발트로 이루어지는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 28.

제15항 또는 제16항중 어느 하나에 있어서, 금속다층은 팔라듐과 코발트로 이루어지는 것을 특징으로 하는 제조방법.

청구항 29.

제1항에 있어서, 상기 물질시스템이 2000 Oe을 초과하는 항자력을 가지는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름물질 시스템.

청구항 30.

제1항에 있어서, 상기 물질 시스템이 2000 Oe을 초과하고 7.31kOe 이하의 범위의 항자력을 가지는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름물질 시스템.

청구항 31.

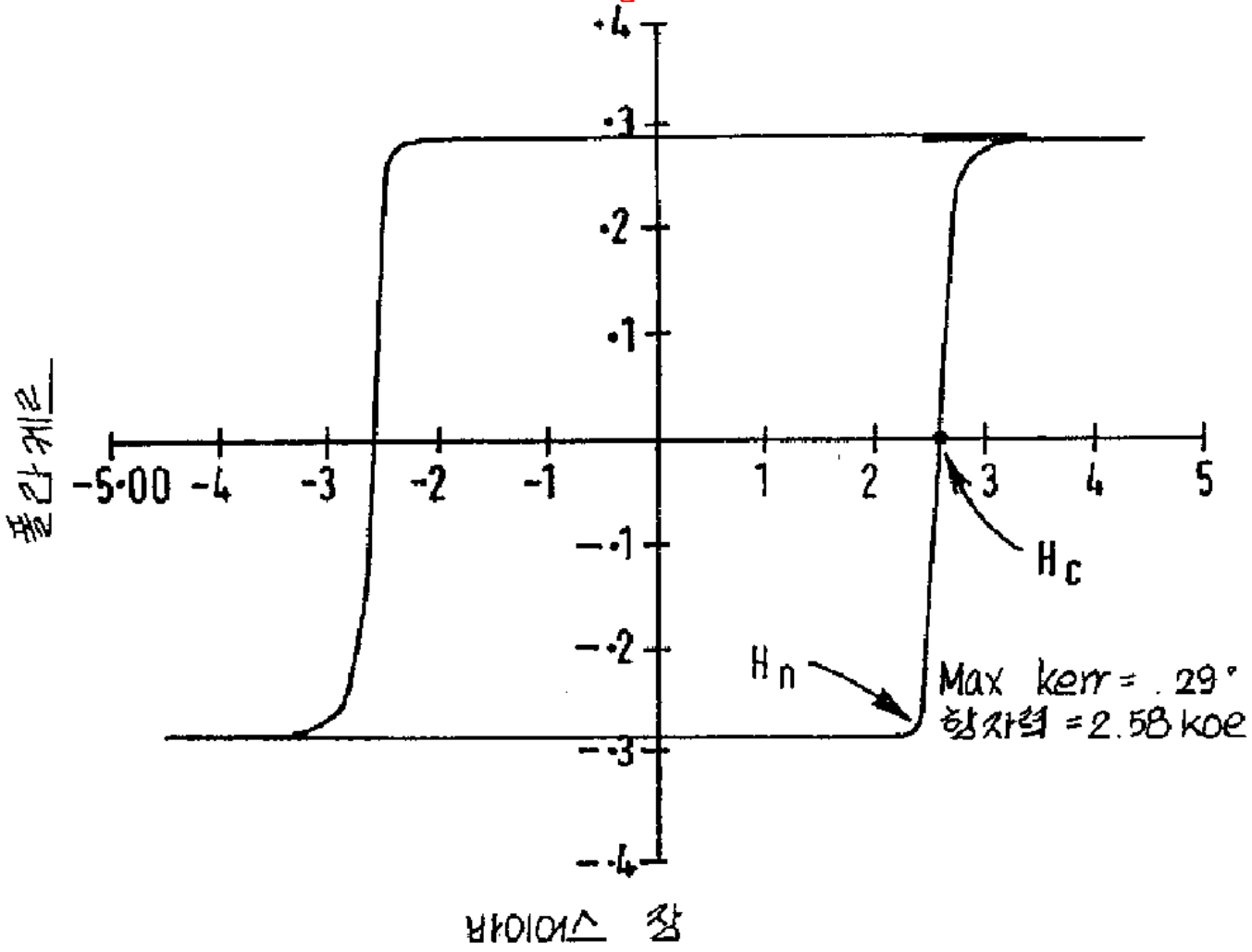
제1항에 있어서, 상기 금속 중간층이 16Å까지의 퇴적된 그대로의 두께의 Pt를 포함하는 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름물질 시스템.

청구항 32.

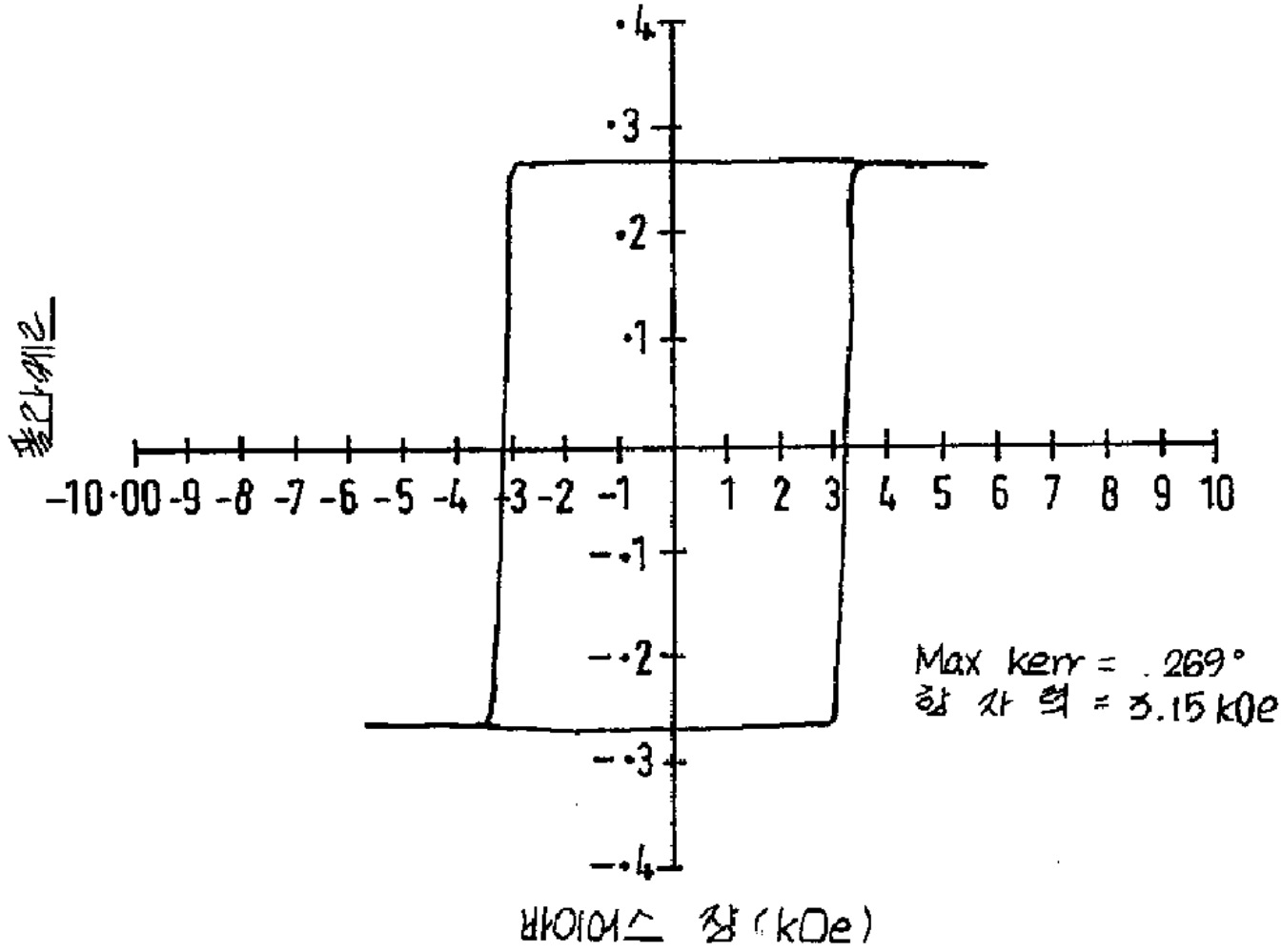
제1항에 있어서, 금속중간층과 기판중 한가지 이상이 고열처리된 것인 것을 특징으로 하는 스퍼터링된 Pt/Co 다층필름 물질 시스템.

도면

도면 1



도면 1a


·4
·3
·2
·1
-10·00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .269°
항 자 력 = 3.15 kOe
바이어스 장 (kOe)

도면 1b

FIG.1B

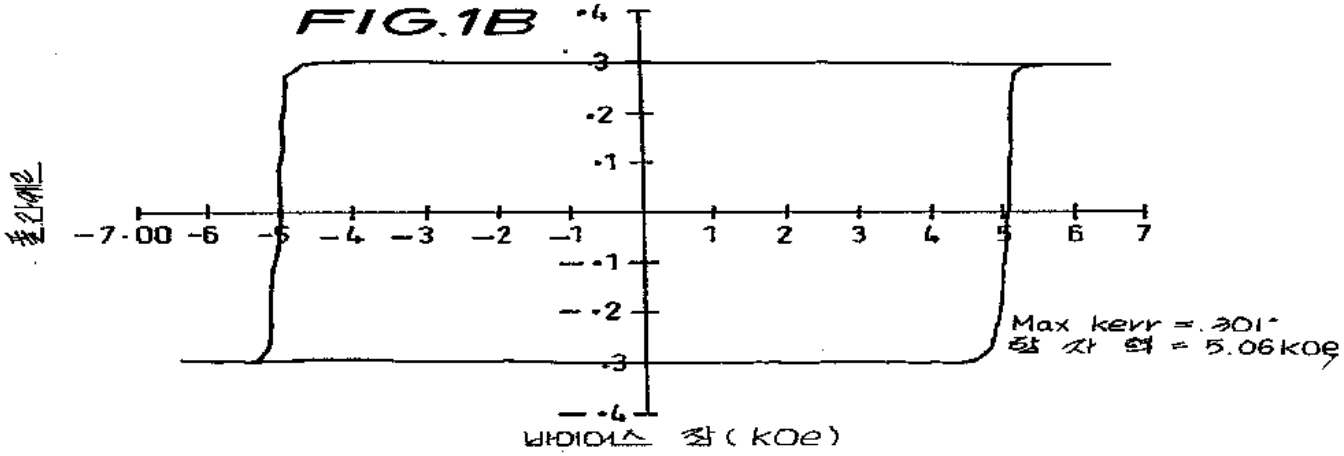
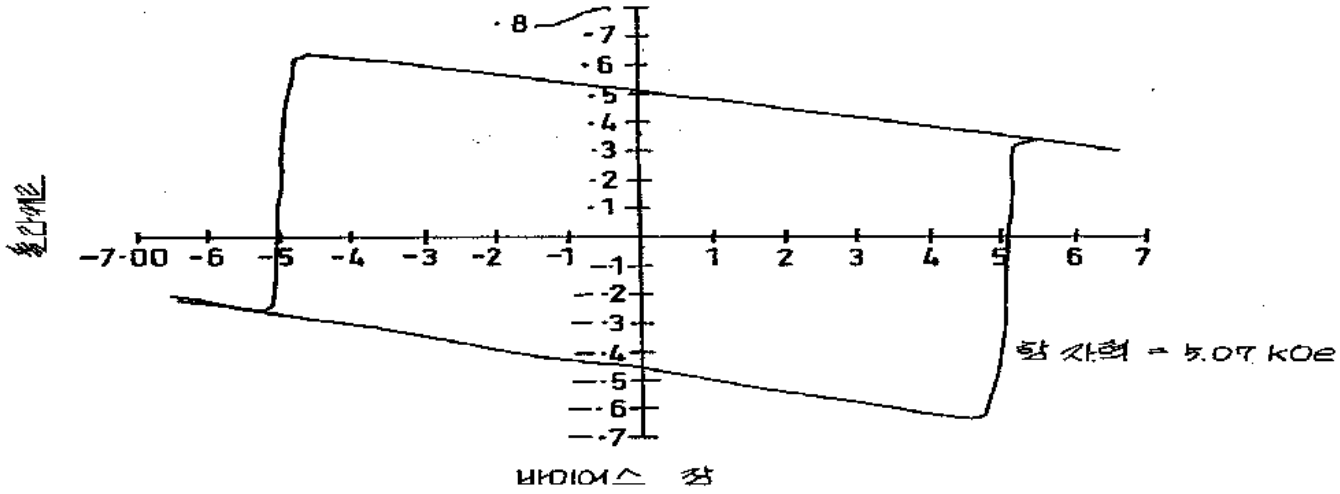


FIG.1B (i)



도면 1c

FIG.1C

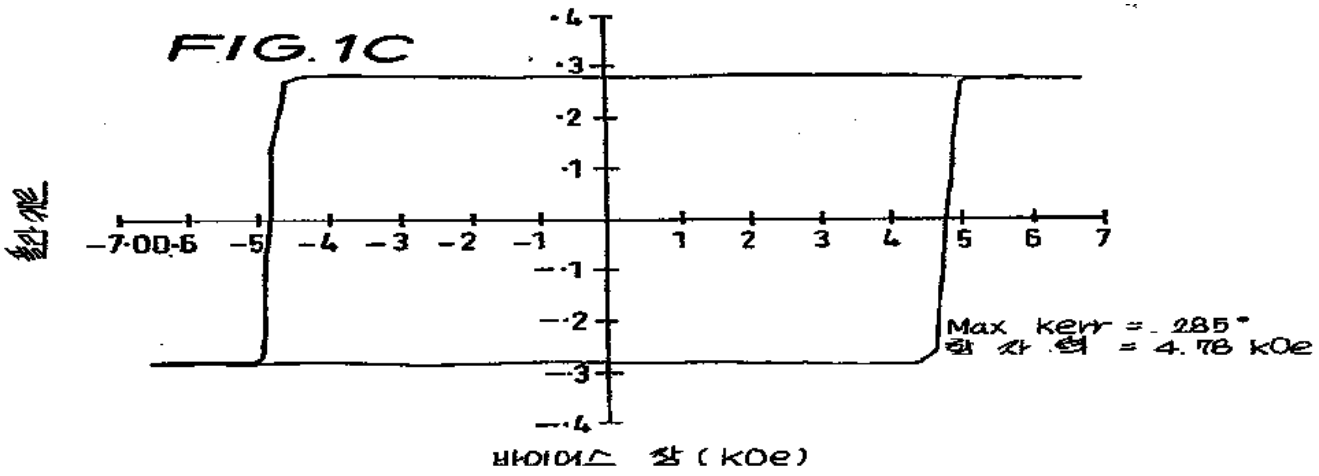
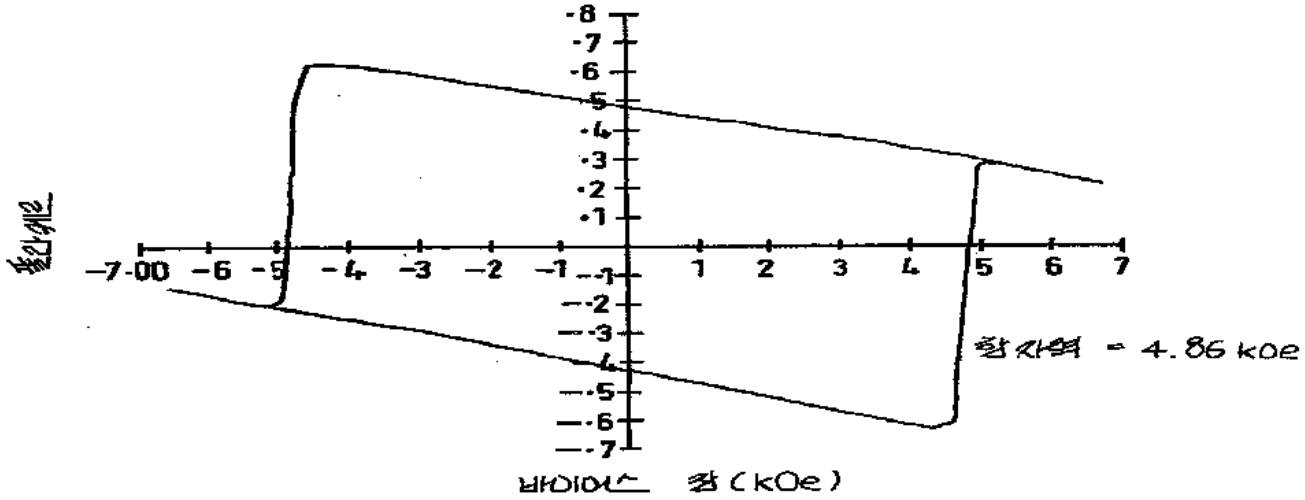
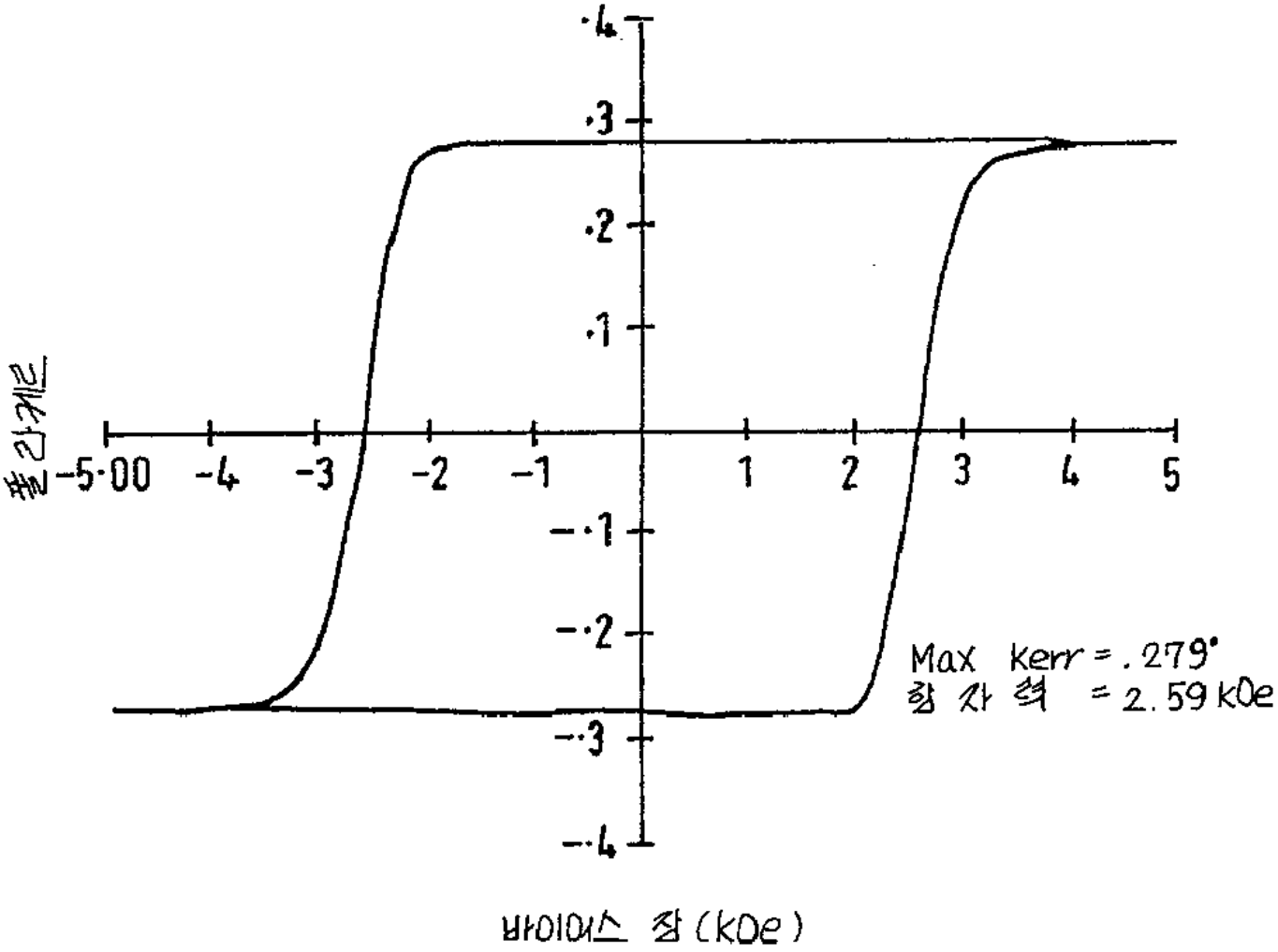


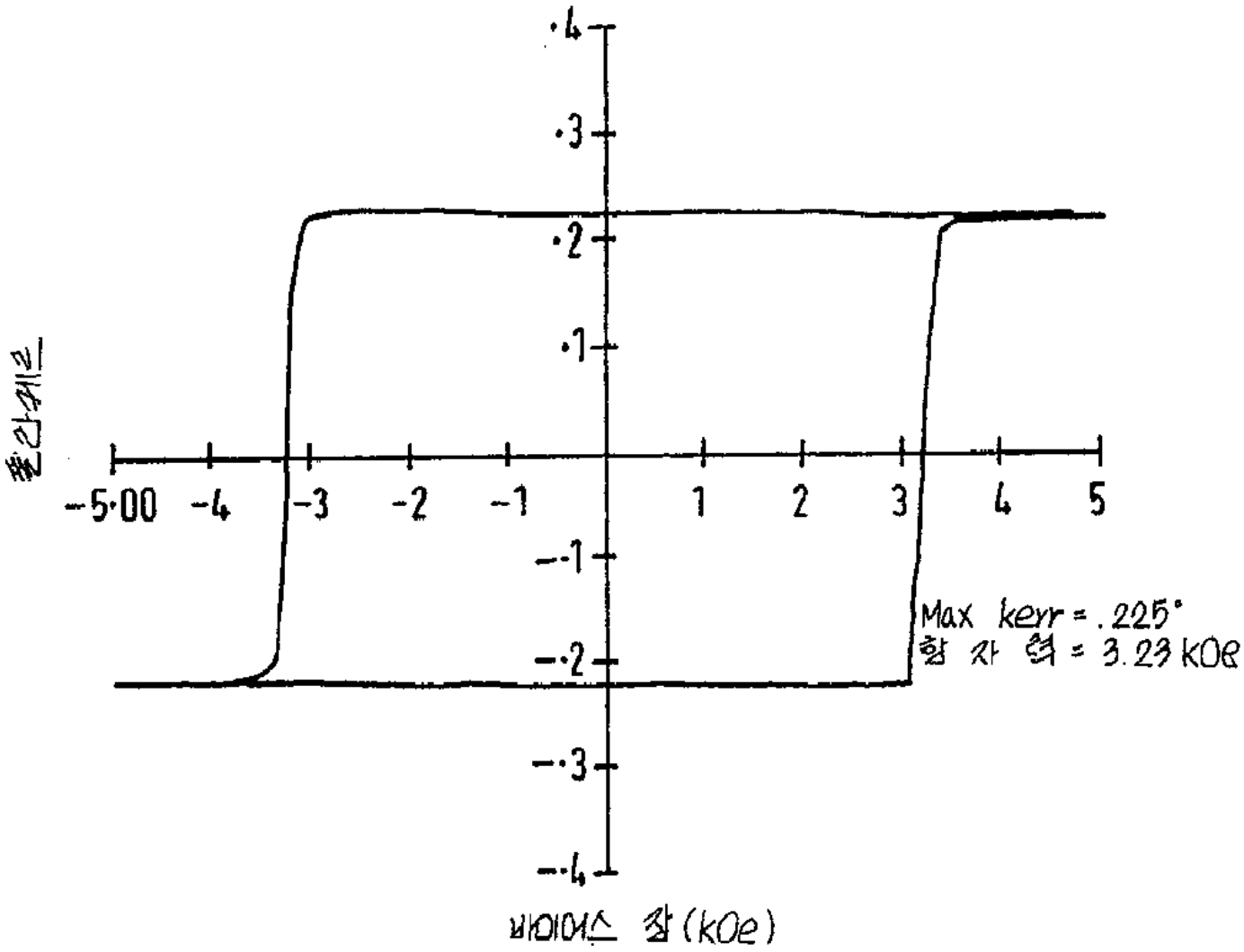
FIG.1C(i)



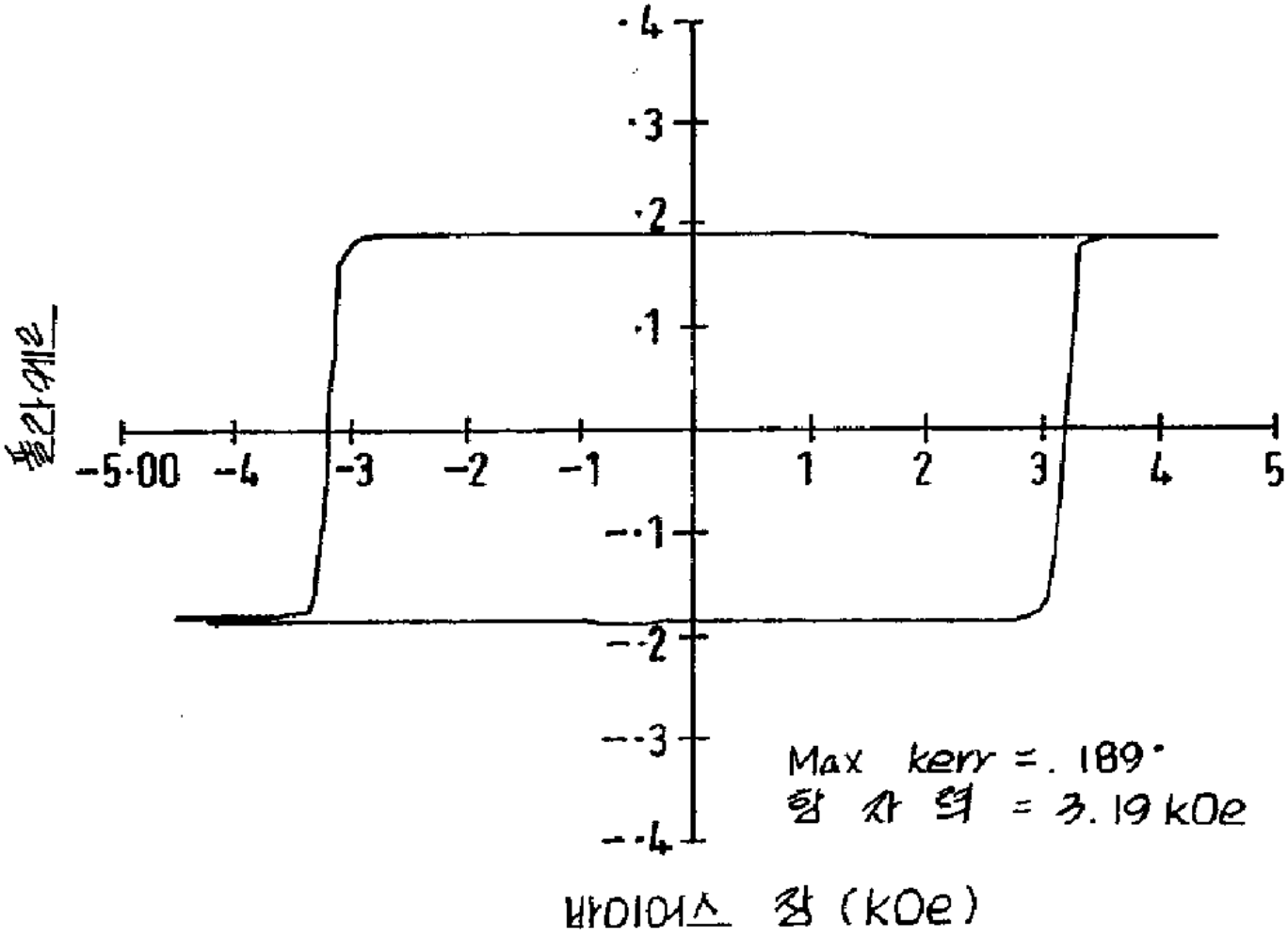
도면 2



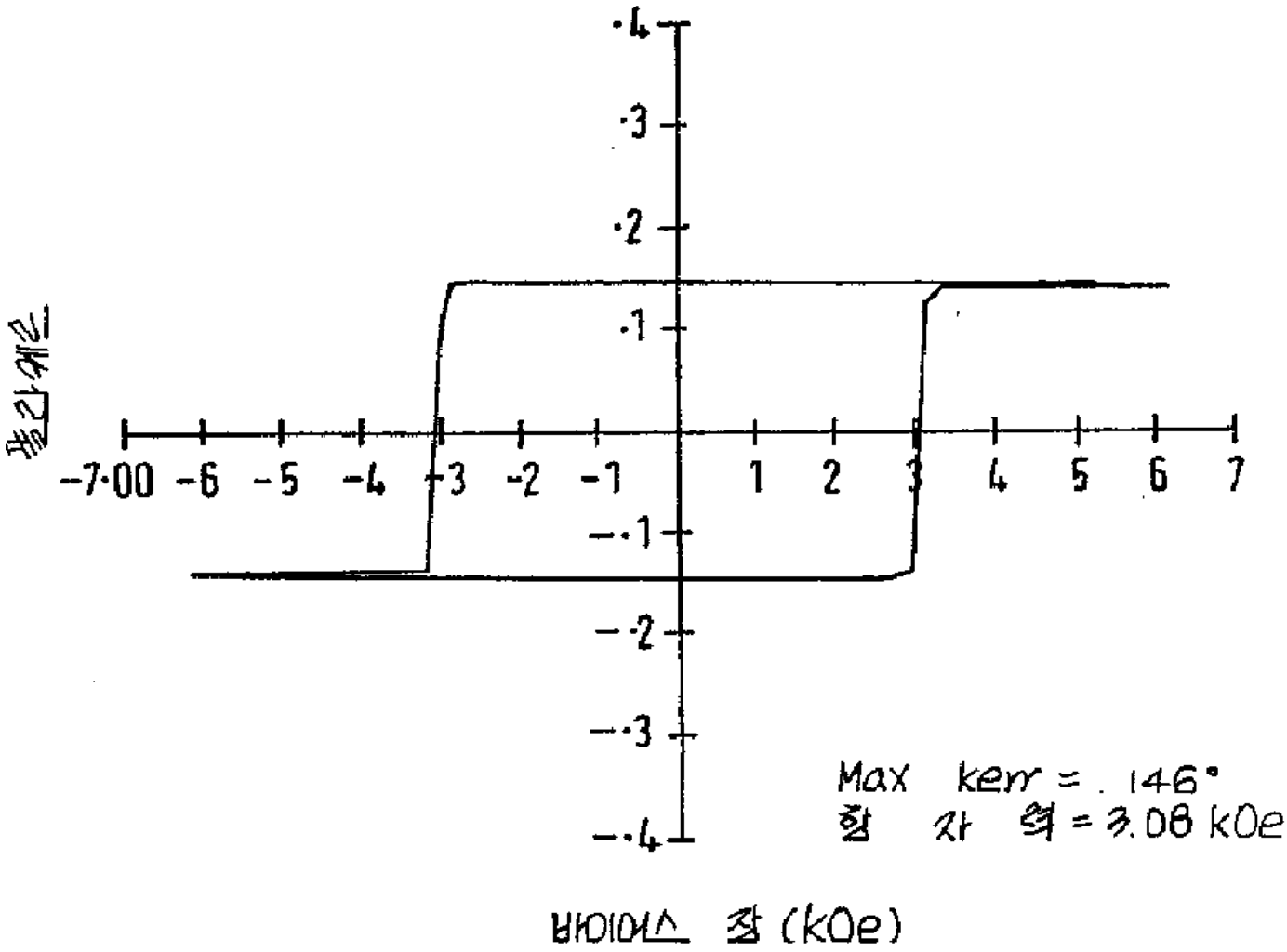
도면 2a



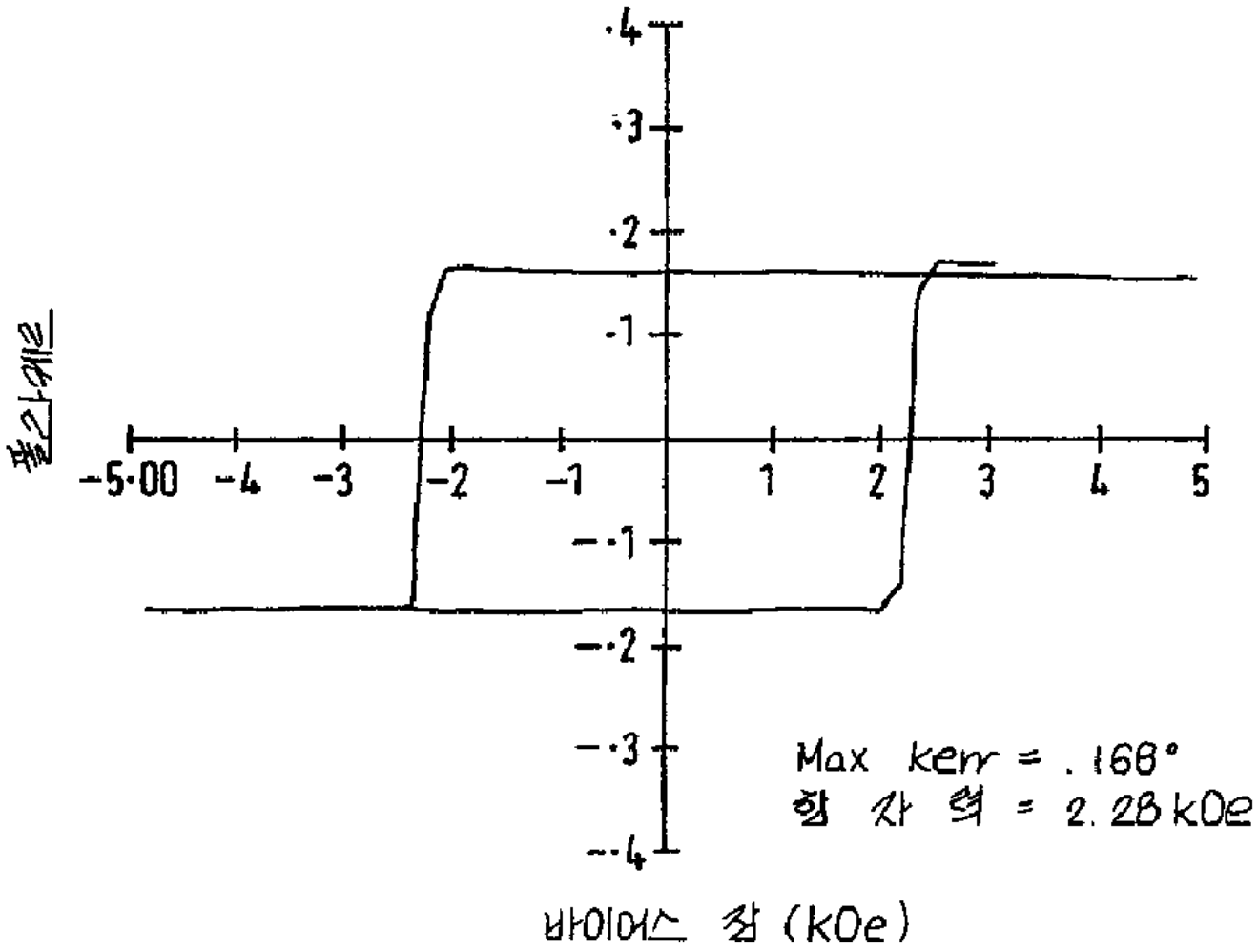
도면 4


폴라에르
·4
·3
·2
·1
-5·00
-4
-3
-2
-1
1
2
3
4
5
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .189°
항 자 력 = 3.19 kOe
바이어스 장 (kOe)

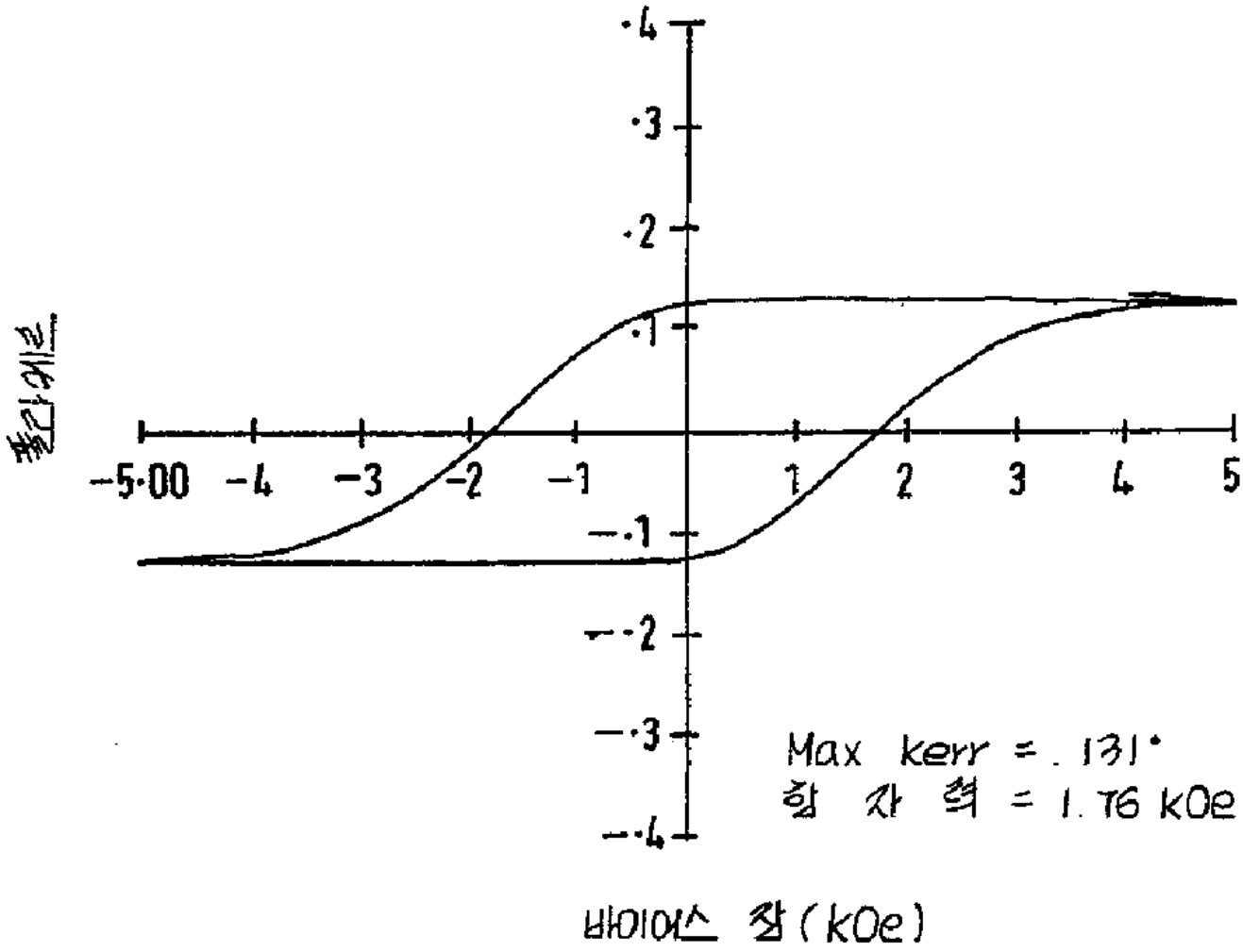
도면 4a


·4
·3
·2
·1
-·1
-·2
-·3
-·4
-7·00 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7
Max Kerr = .146°
항 자 력 = 3.08 kOe
바이어스 장 (kOe)

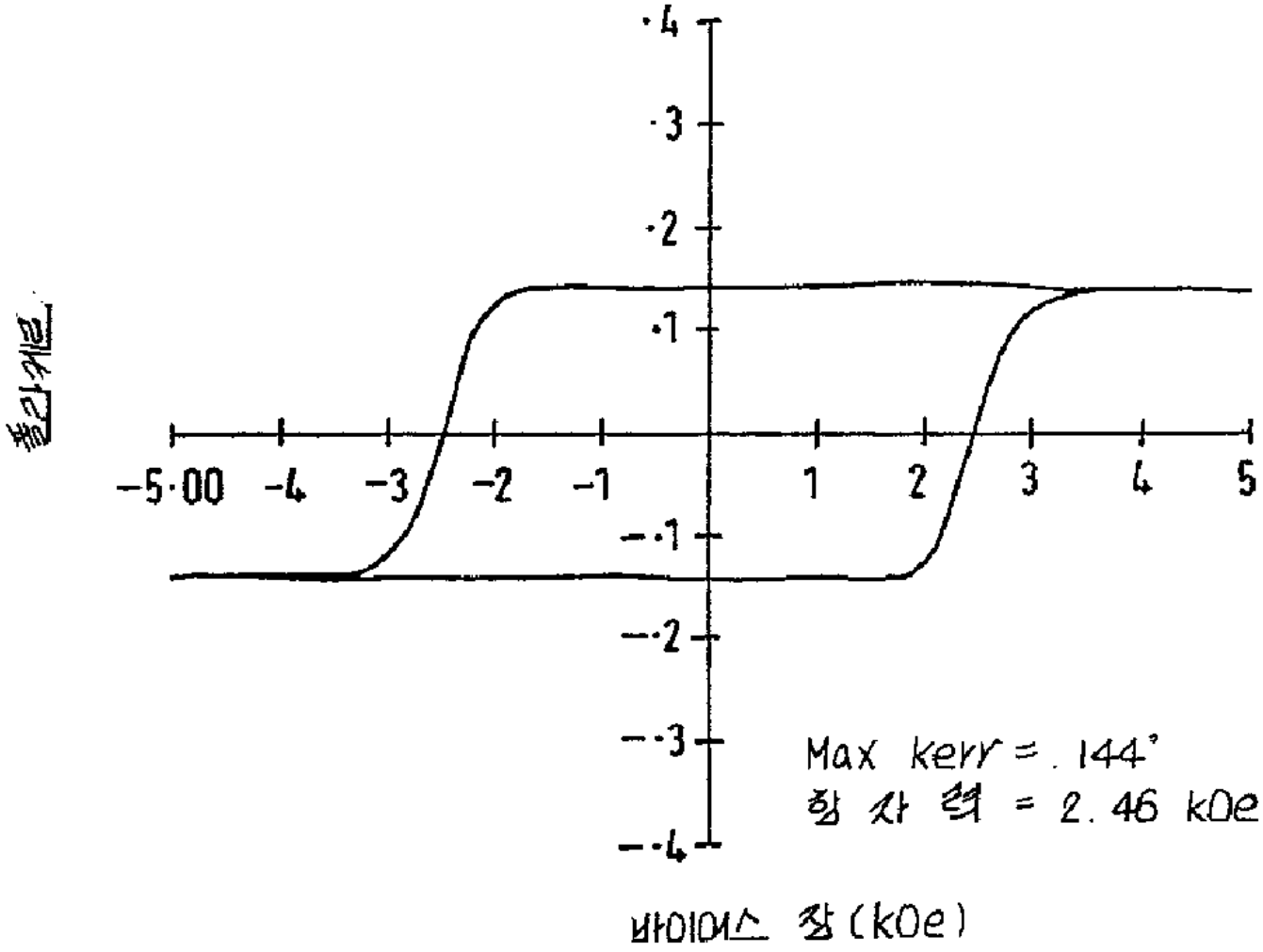
도면 5



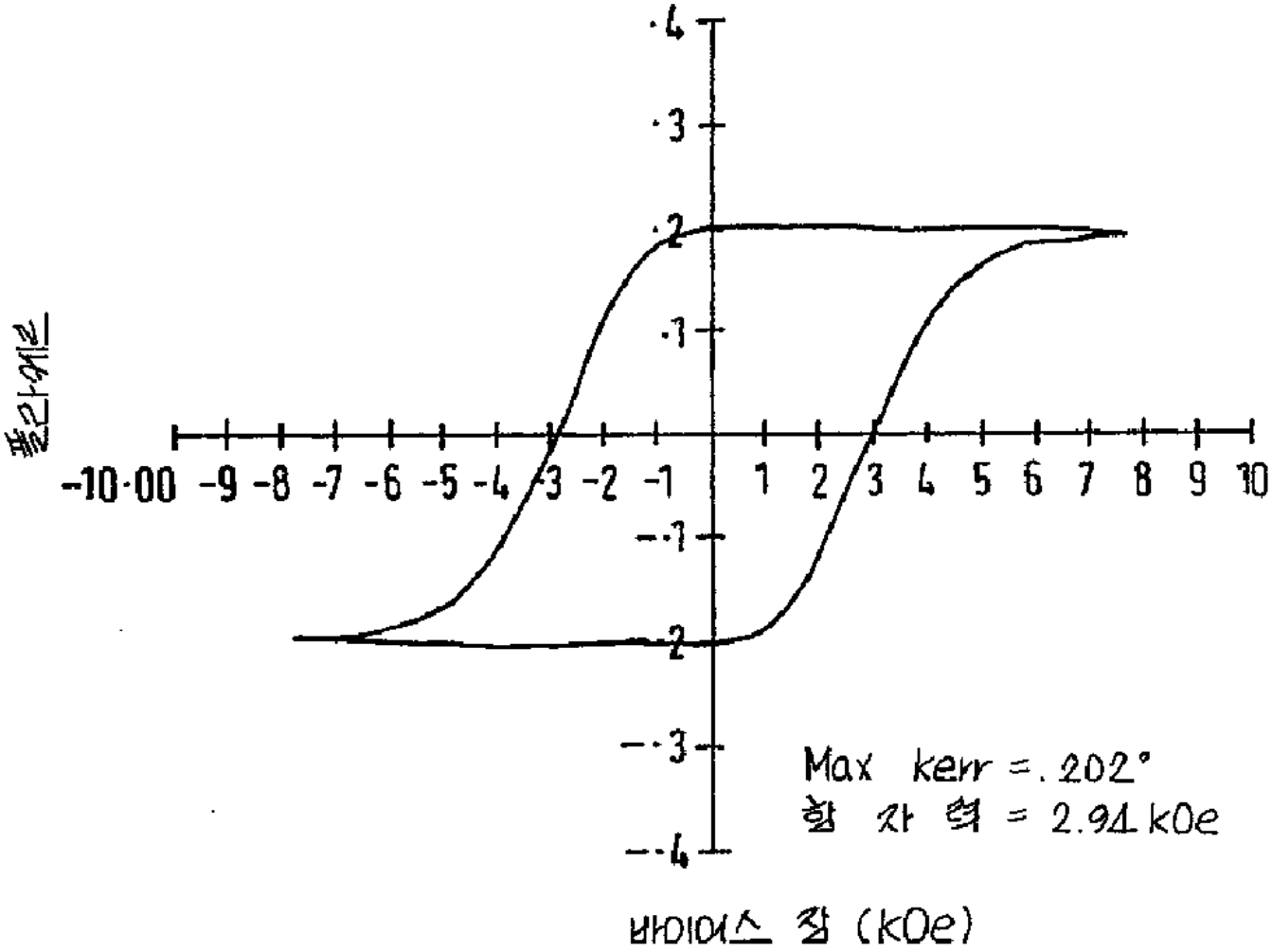
도면 6a



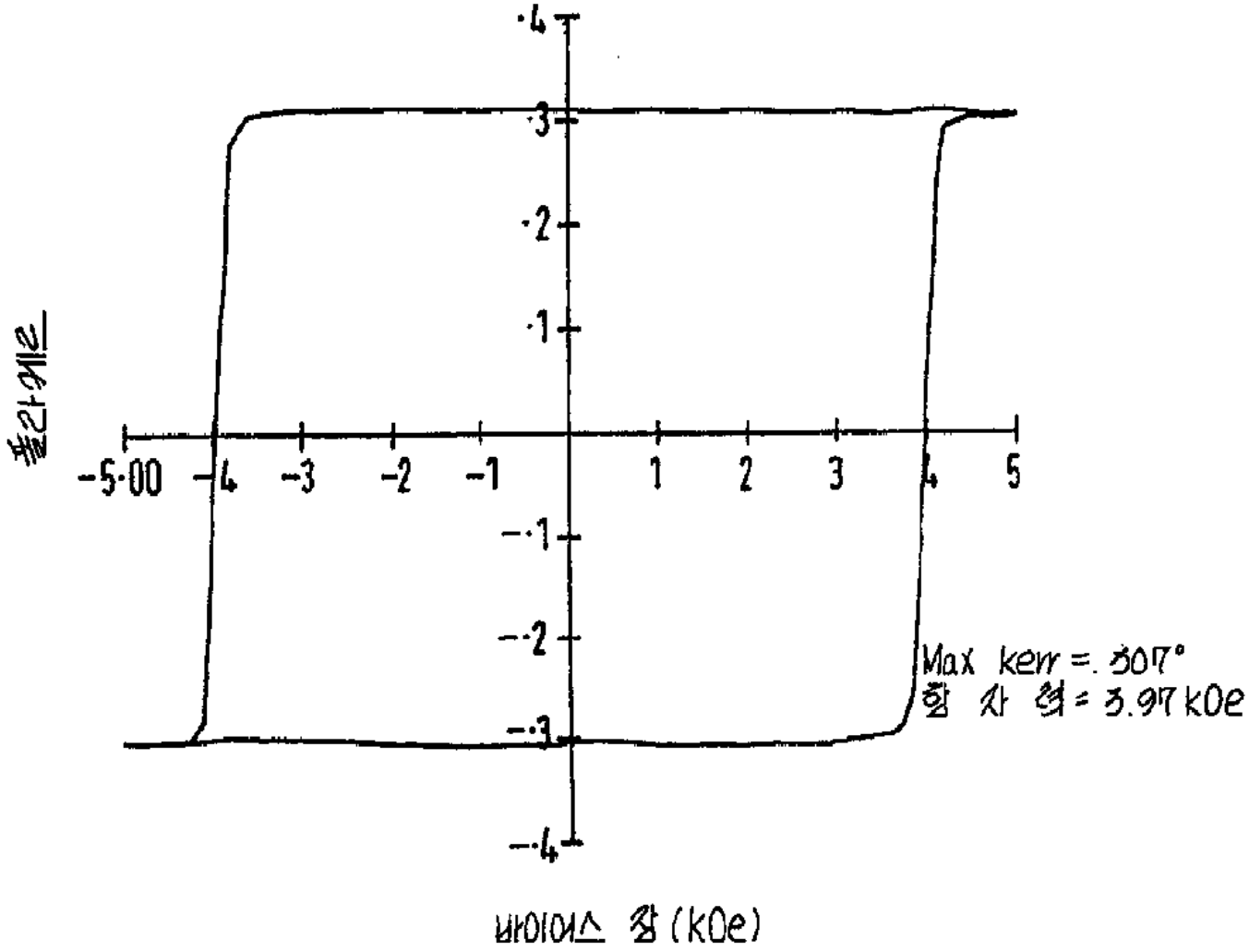
도면 6b



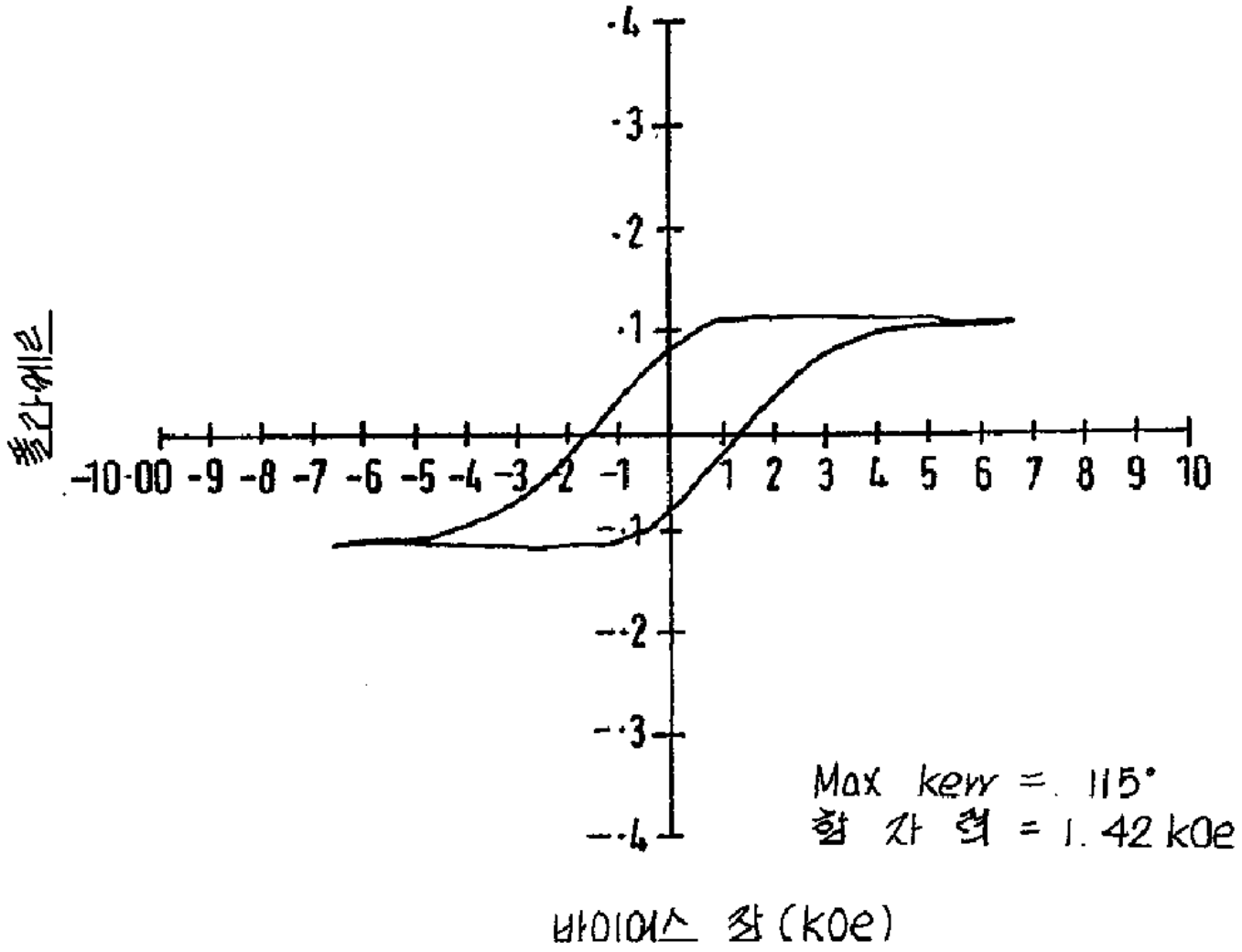
도면 6c


·4
·3
·2
·1
-·1
-·2
-·3
-·4
-10·00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Max kerr = .202°
항 자 력 = 2.94 kOe
바이어스 장 (kOe)

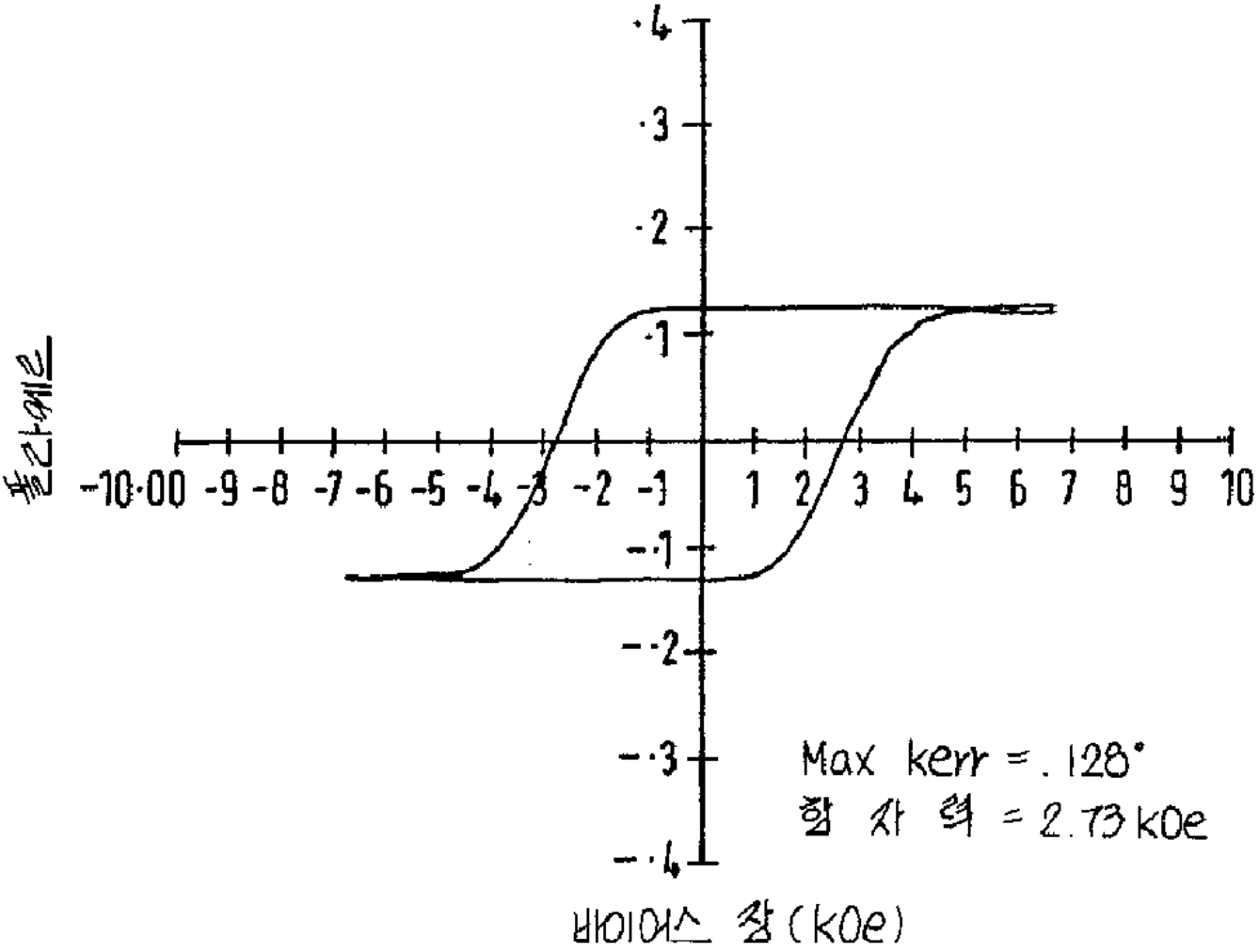
도면 6d


폴라케르
·4
·3
·2
·1
-5·00
-4
-3
-2
-1
1
2
3
4
5
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr =. 307°
항 자 력 = 3.97 kOe
바이어스 장 (kOe)

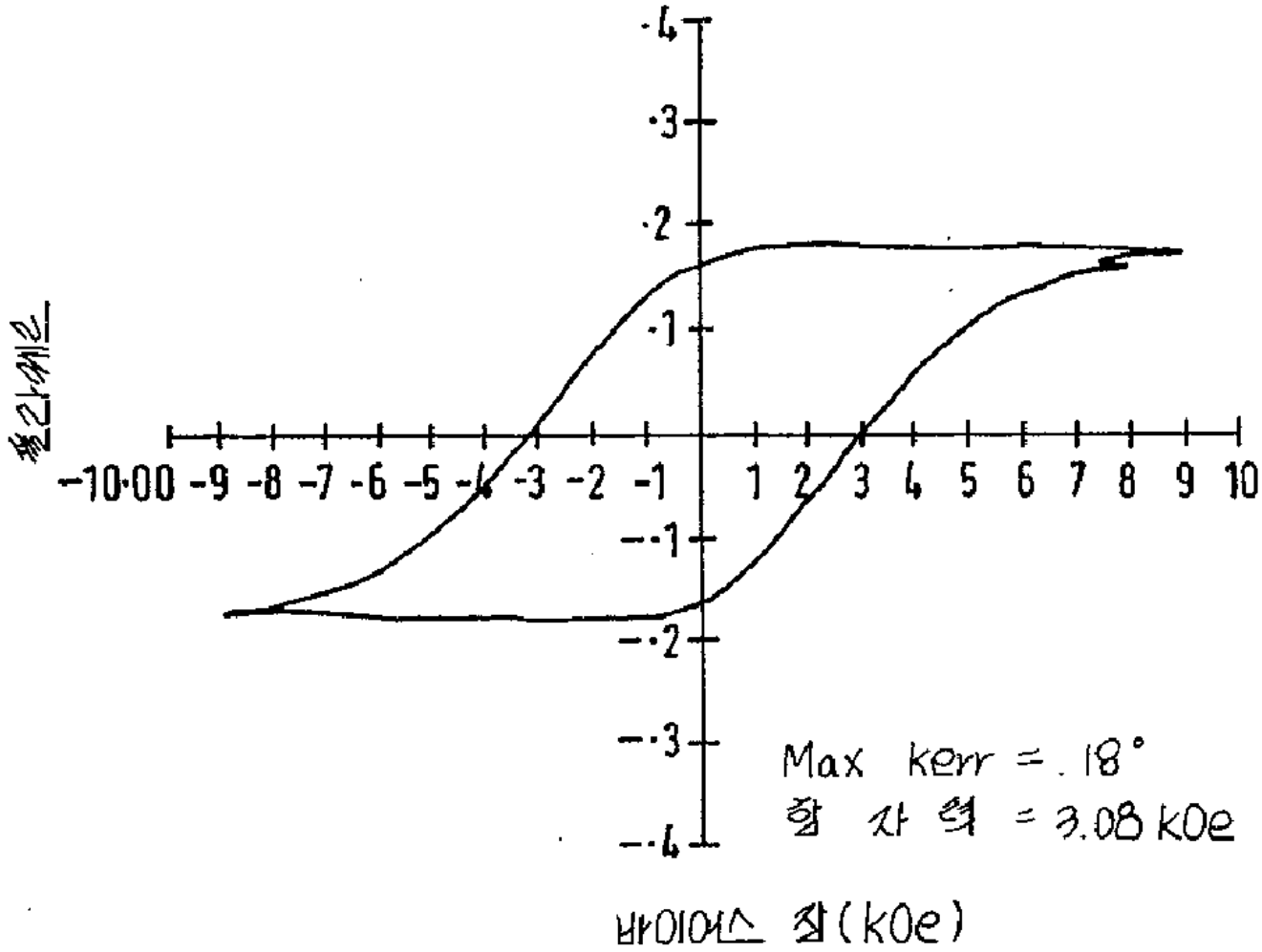
도면 8a


·4
·3
·2
·1
-10 -00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .115°
항 자 력 = 1.42 kOe
바이어스 장 (kOe)

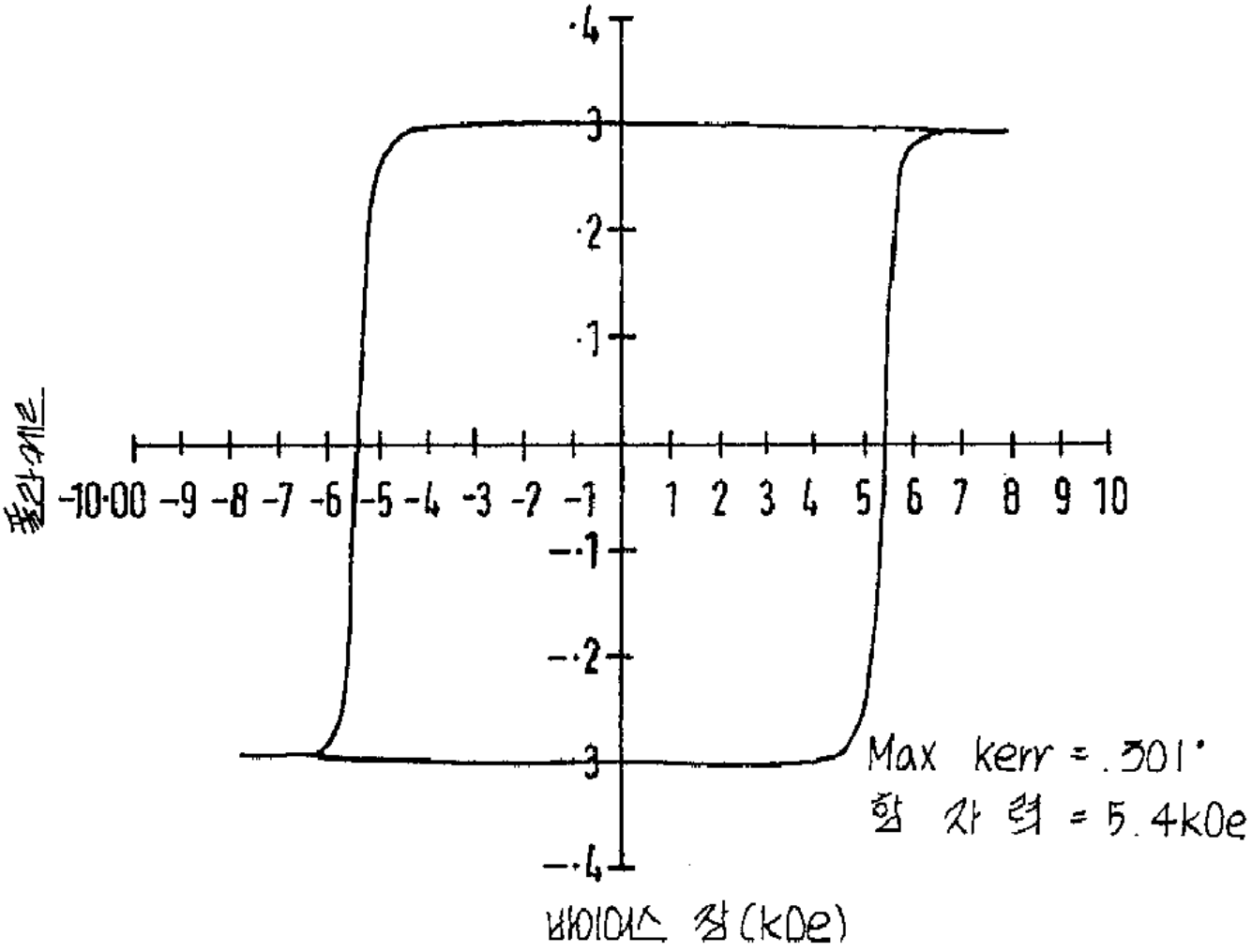
도면 8b


.4
.3
.2
.1
-.1
-.2
-.3
-.4
-10.00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Max kerr = .128°
보자력 = 2.73 kOe
바이어스 장 (kOe)

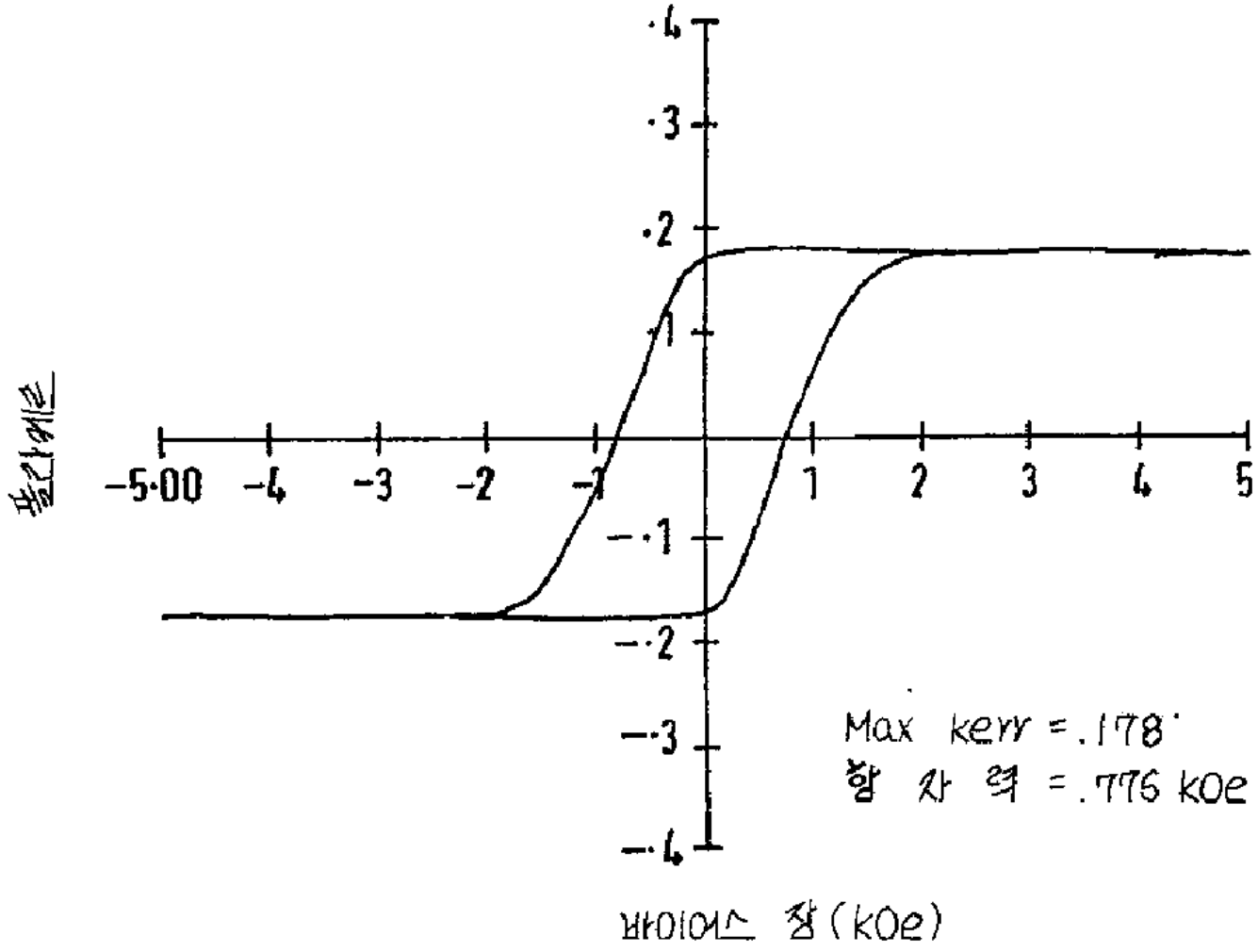
도면 8c



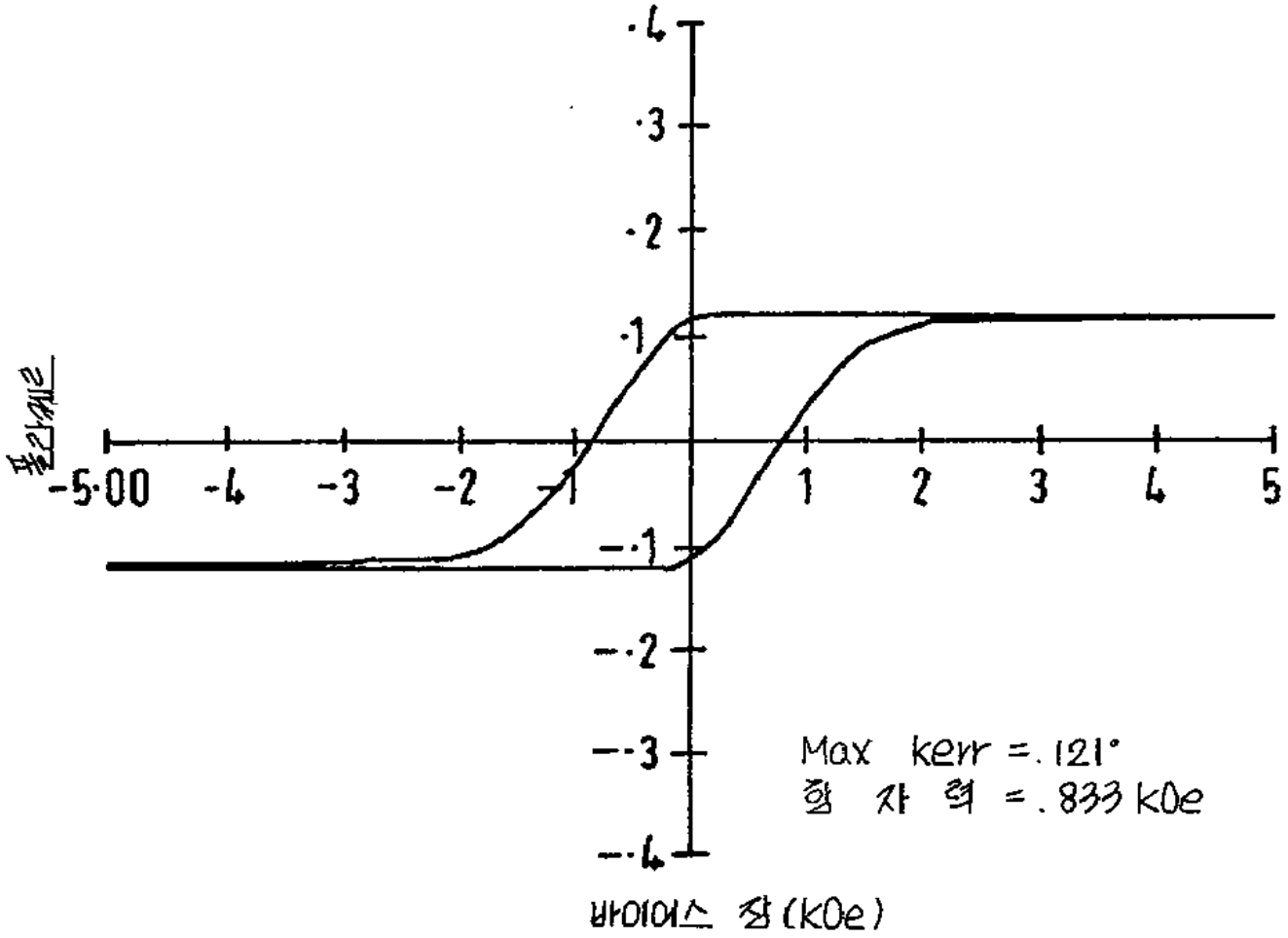
도면 8d


.4
.3
.2
.1
-10.00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-.1
-.2
-.3
-.4
Max kerr = .301°
항 자 력 = 5.4kOe
바이어스 장(kOe)

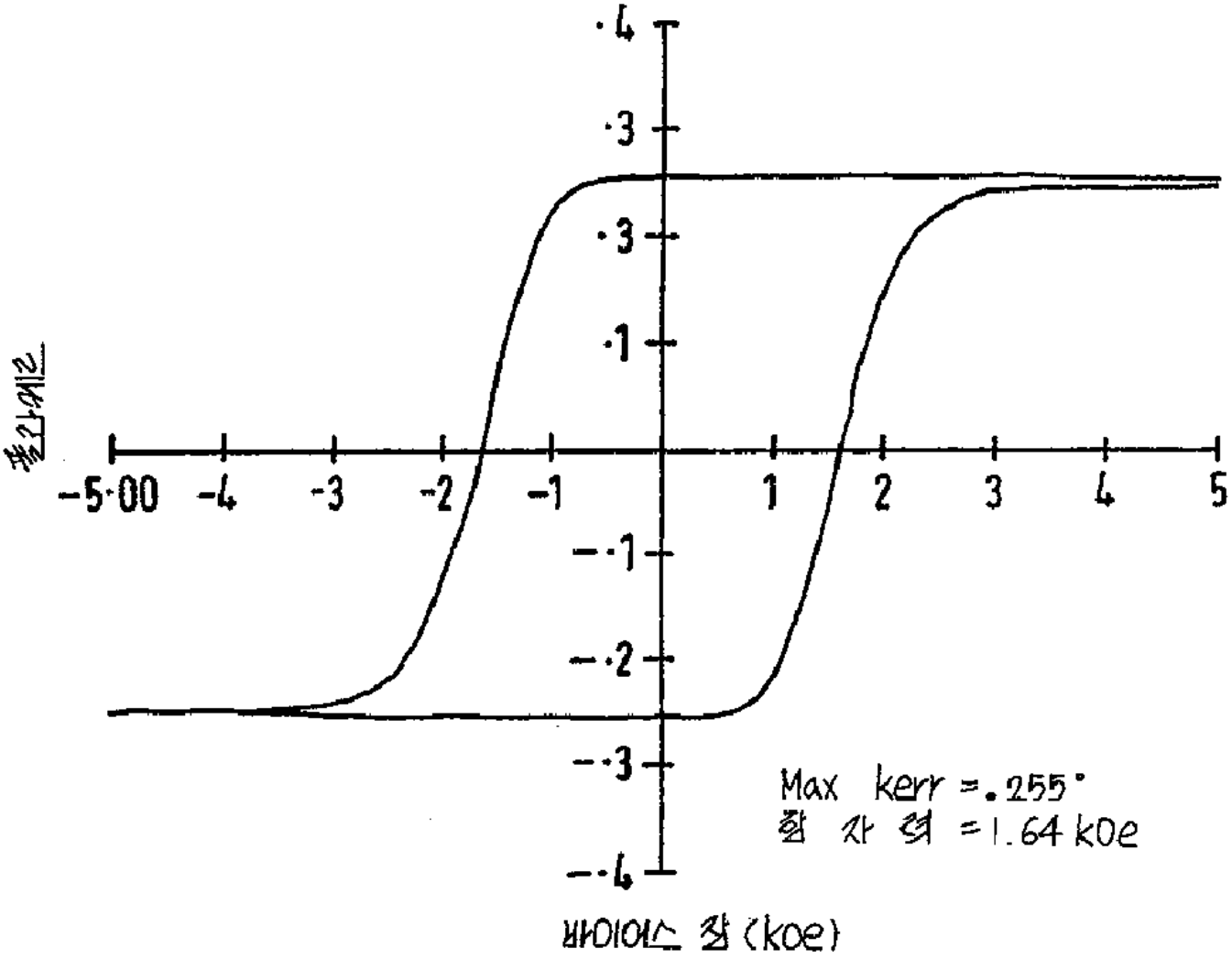
도면 8e



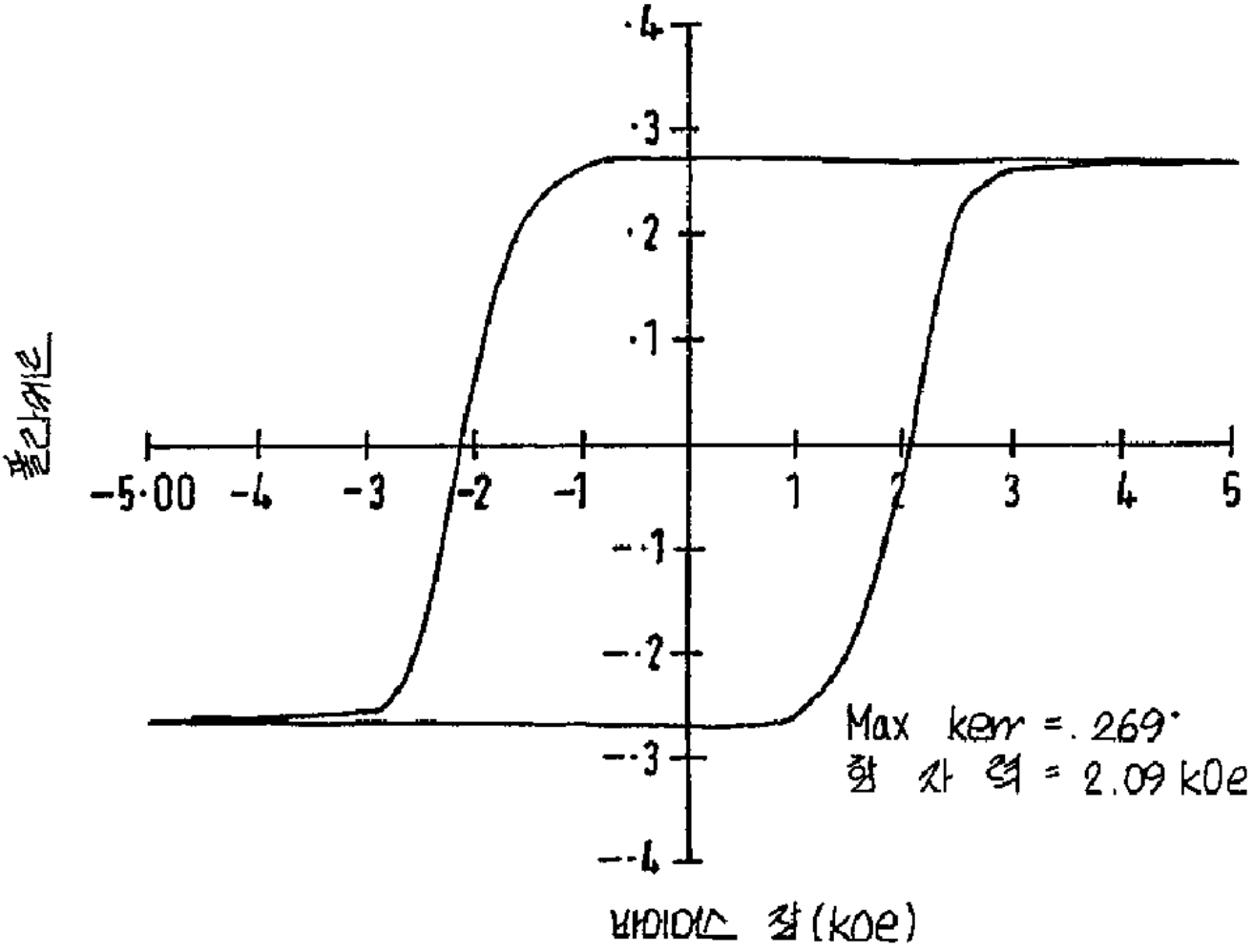
도면 8f



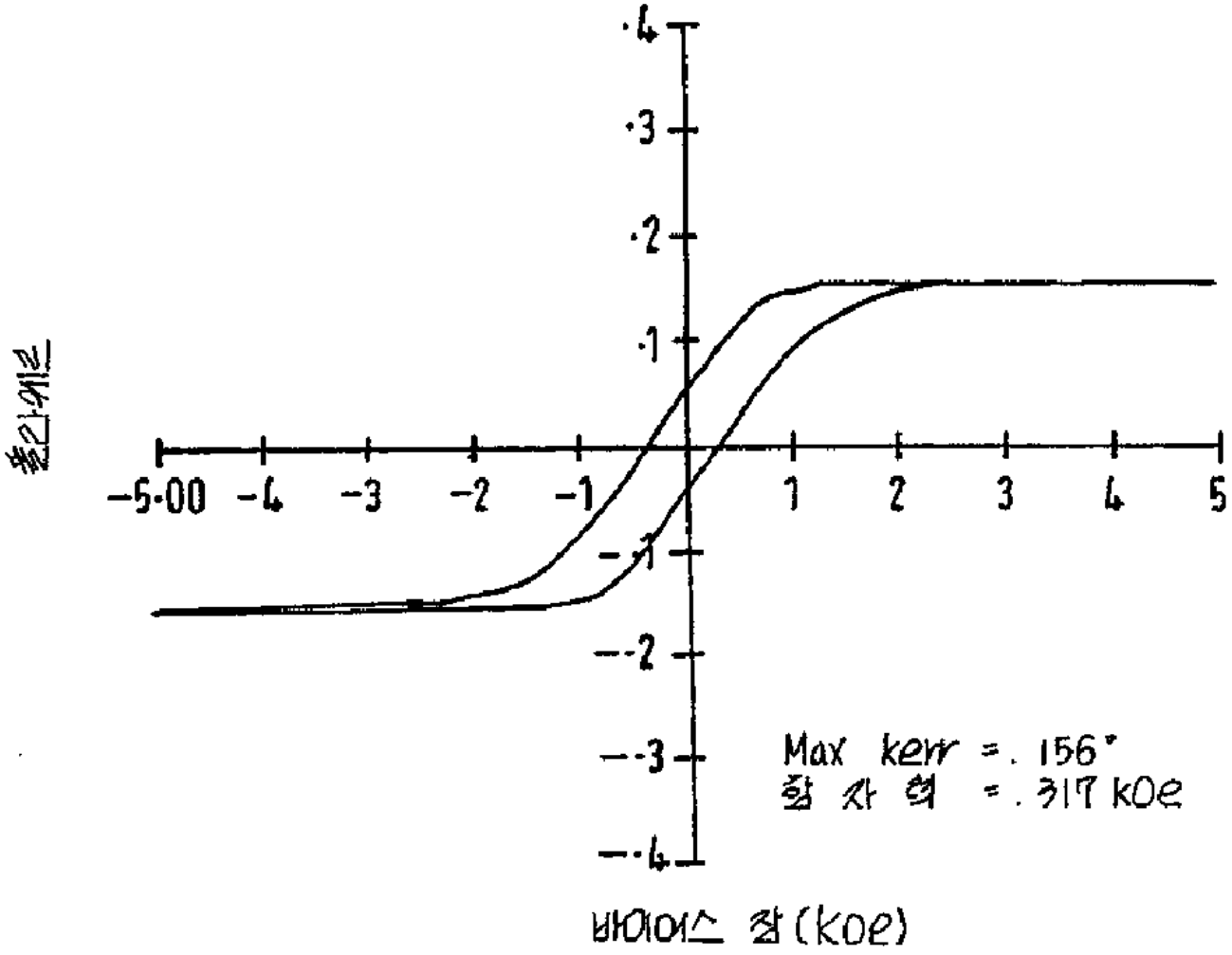
도면 8g



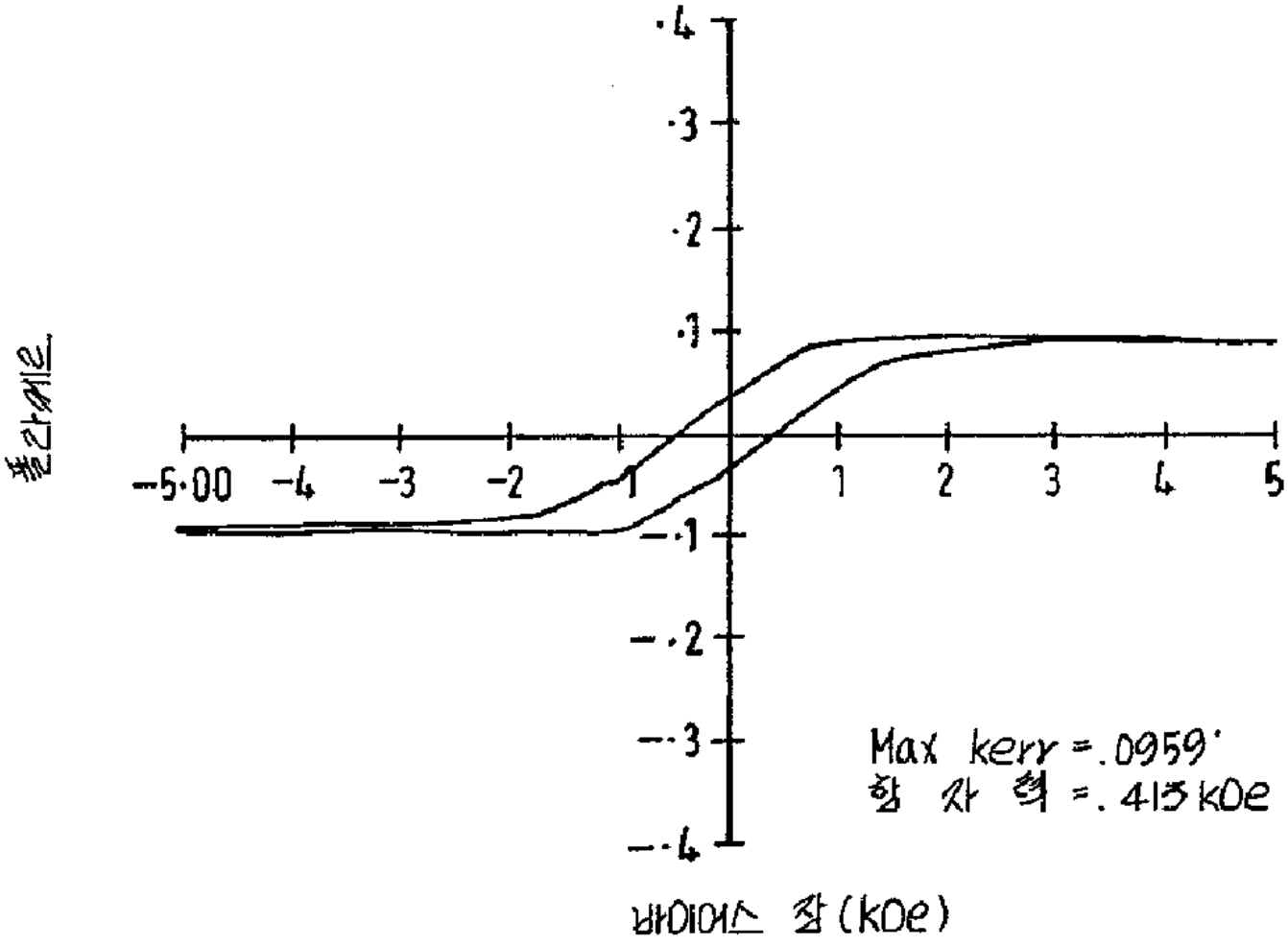
도면 8h


폴라카이르
·4
·3
·2
·1
-5·00
-4
-3
-2
-1
1
2
3
4
5
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .269°
항 자 력 = 2.09 kOe
바이어스 장(kOe)

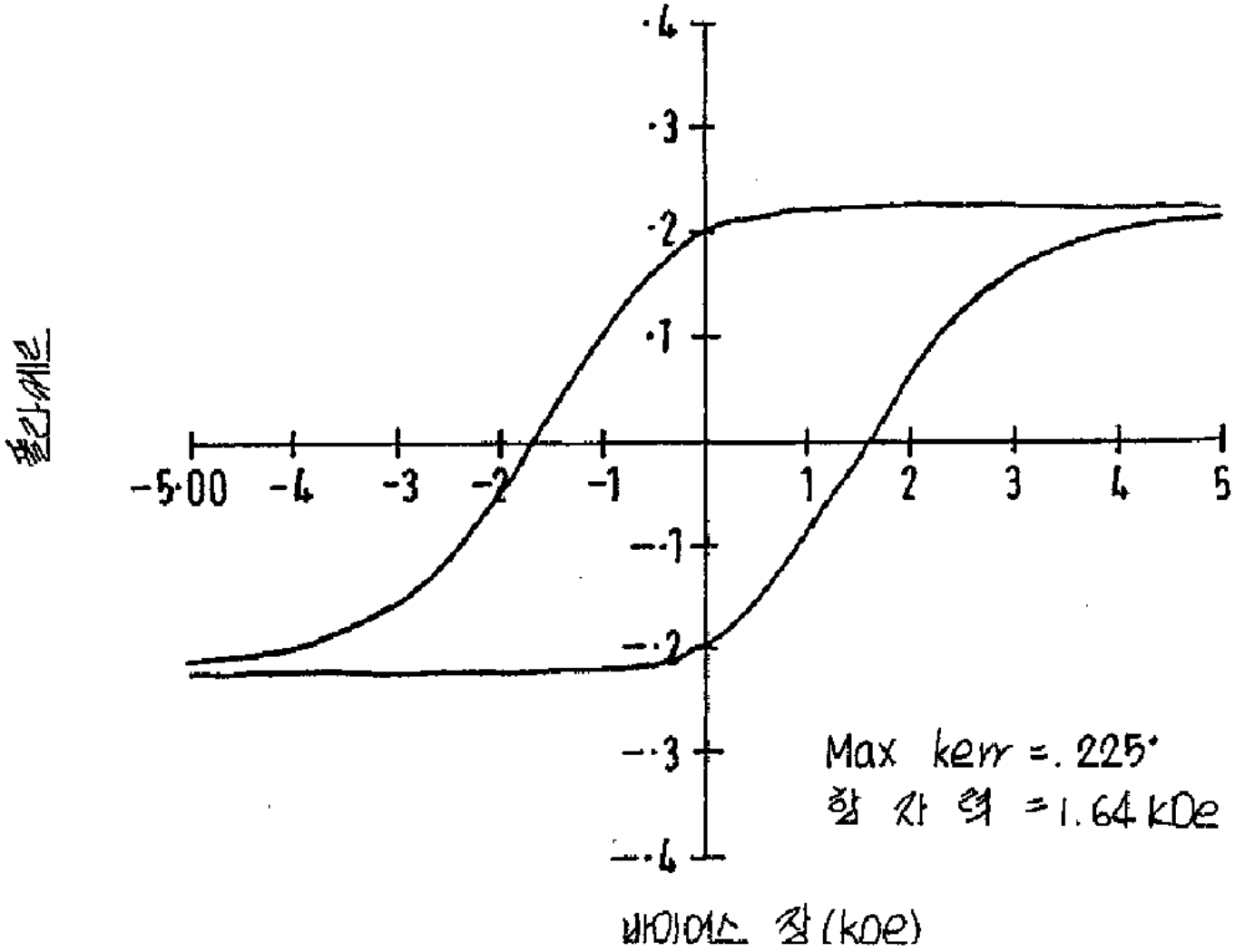
도면 8i



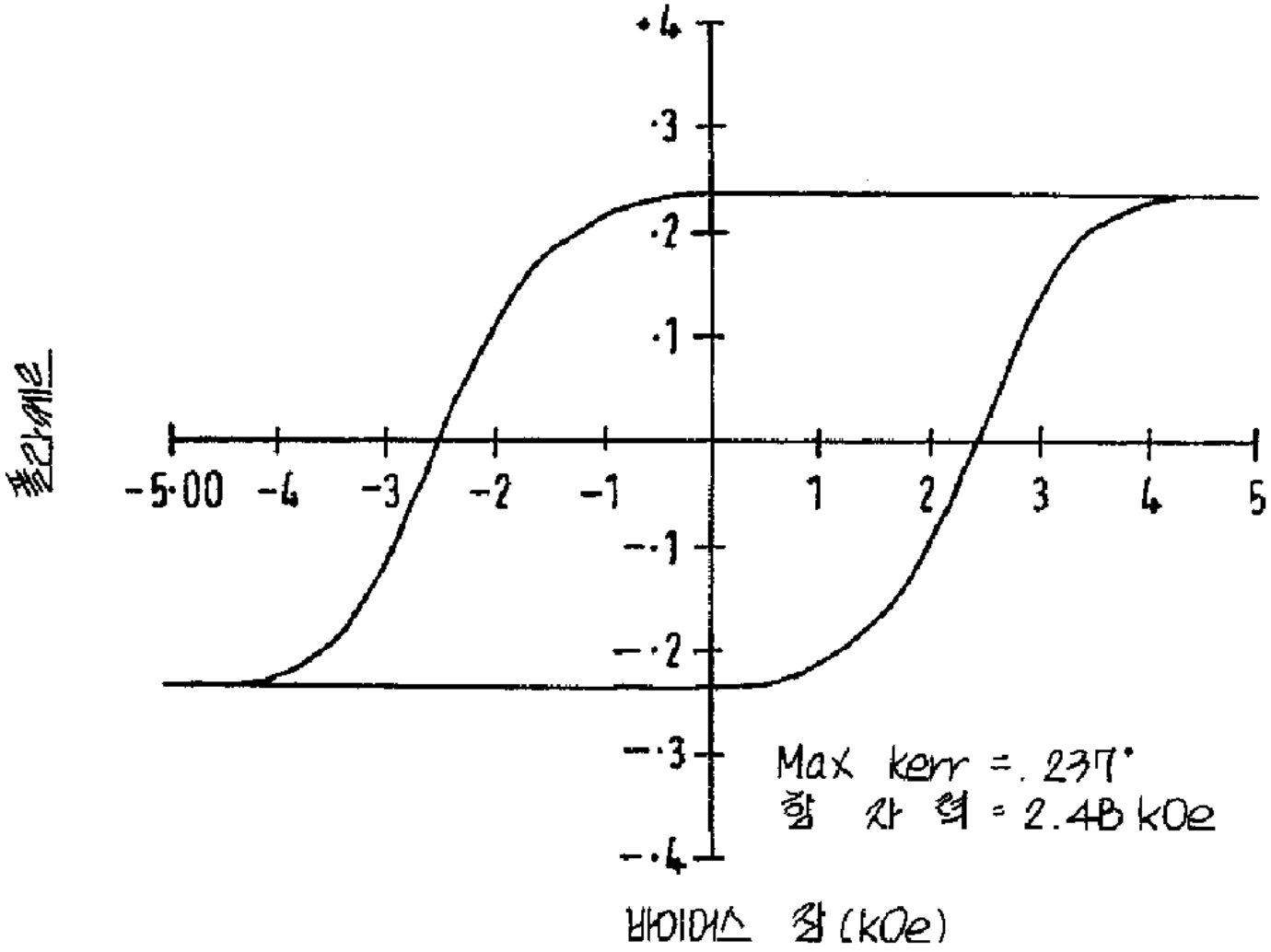
도면 8j



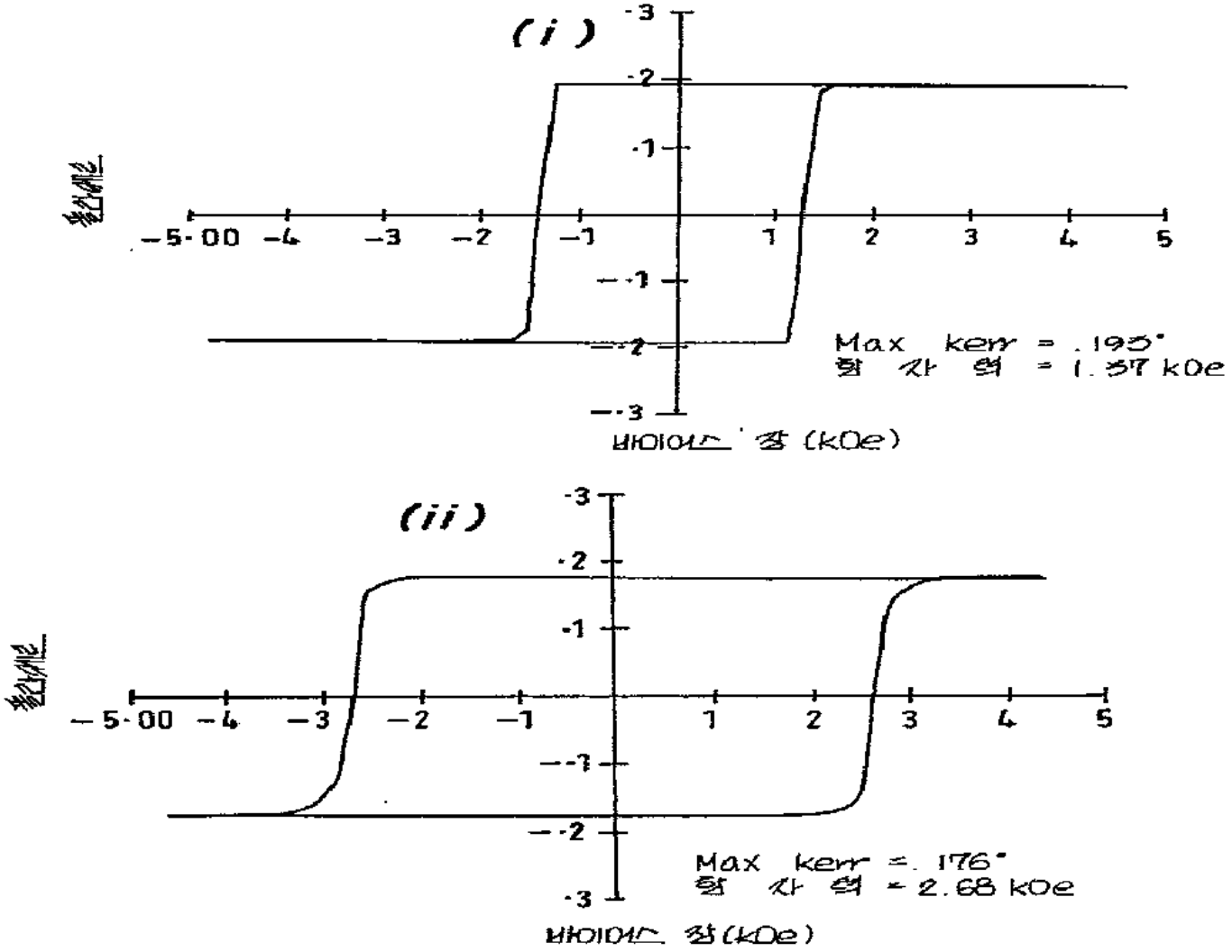
도면 8k



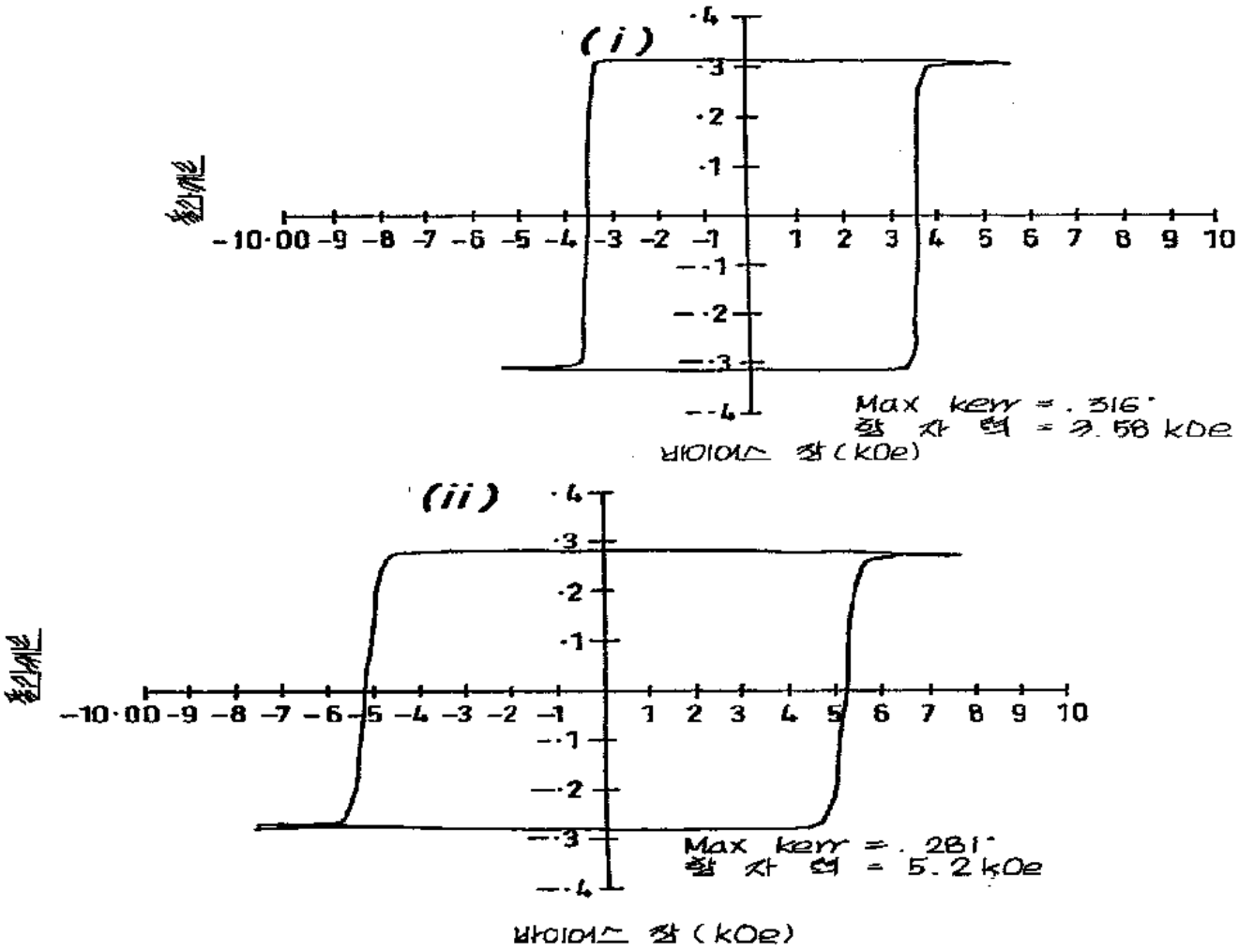
도면 8l



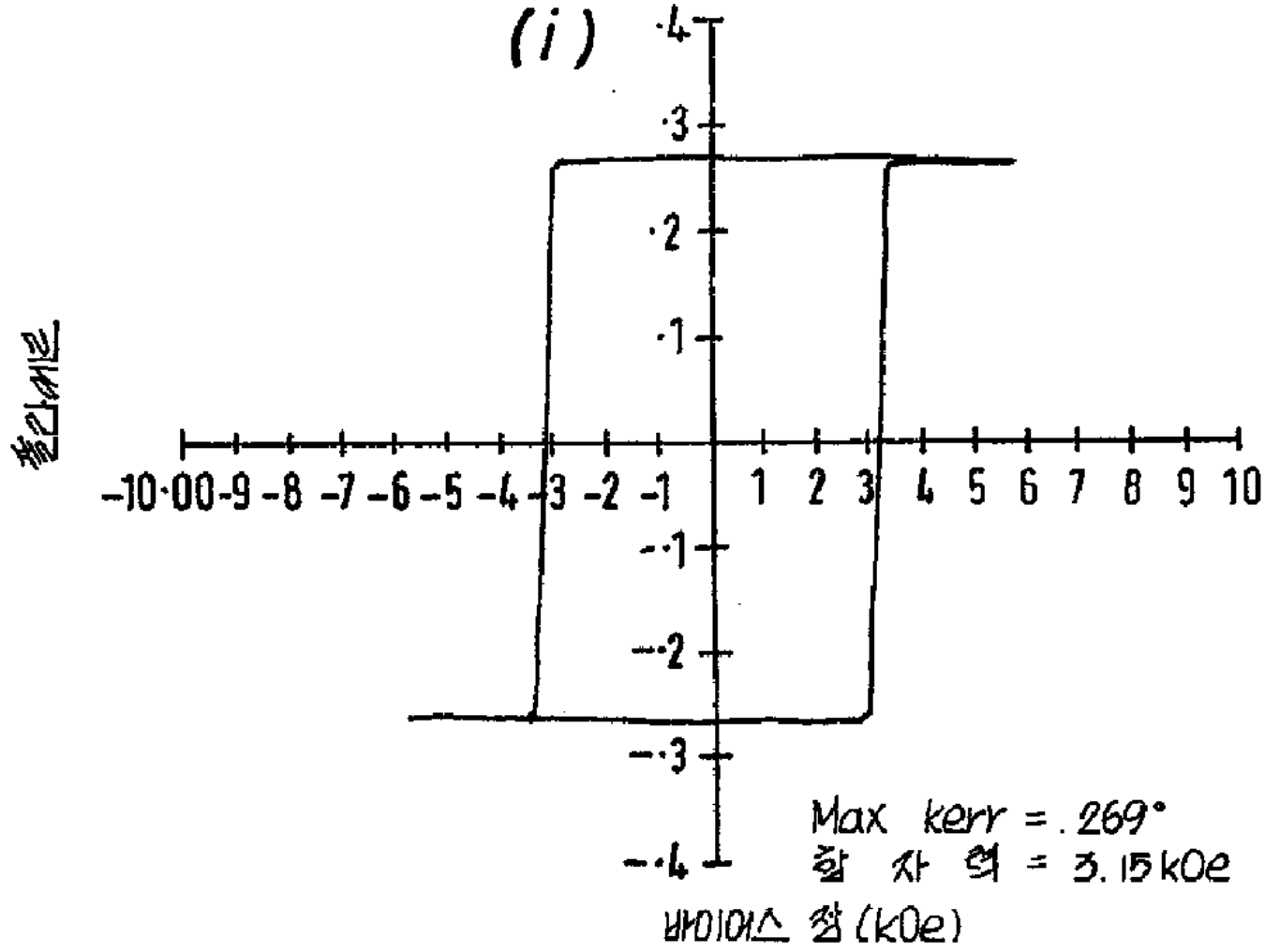
도면 9a


(i)
-3
-2
-1
-5.00 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5
-1
-2
-3
Max kerr = .195°
Hc = 1.57 kOe
바이어스 장 (kOe)
(ii)
-3
-2
-1
-5.00 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5
-1
-2
-3
Max kerr = .176°
Hc = 2.68 kOe
바이어스 장 (kOe)

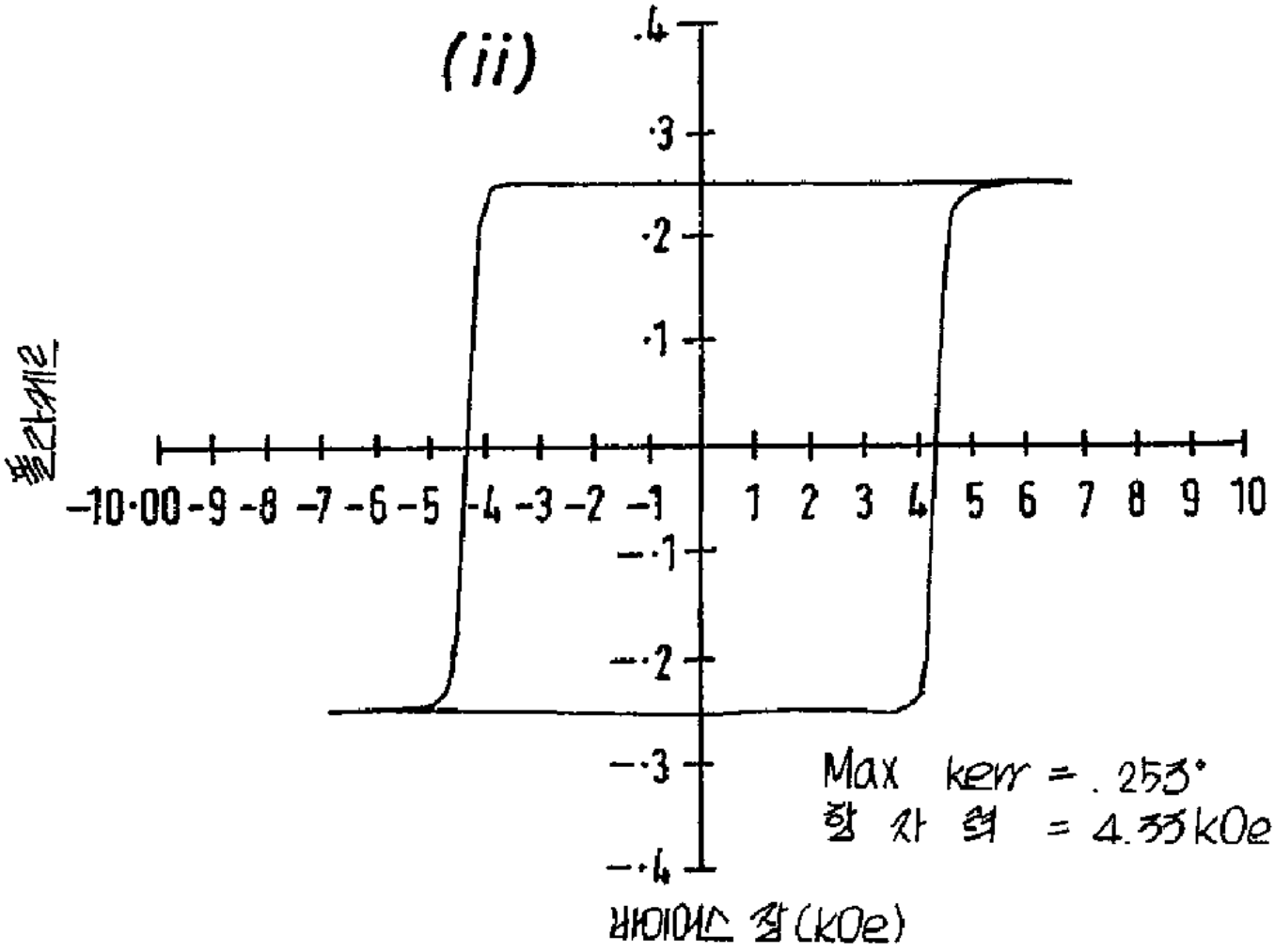
도면 9b


(i)
·4
·3
·2
·1
-10·00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .316°
보자력 = 3.58 kOe
바이어스 장 (kOe)
(ii)
·4
·3
·2
·1
-10·00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .281°
보자력 = 5.2 kOe
바이어스 장 (kOe)

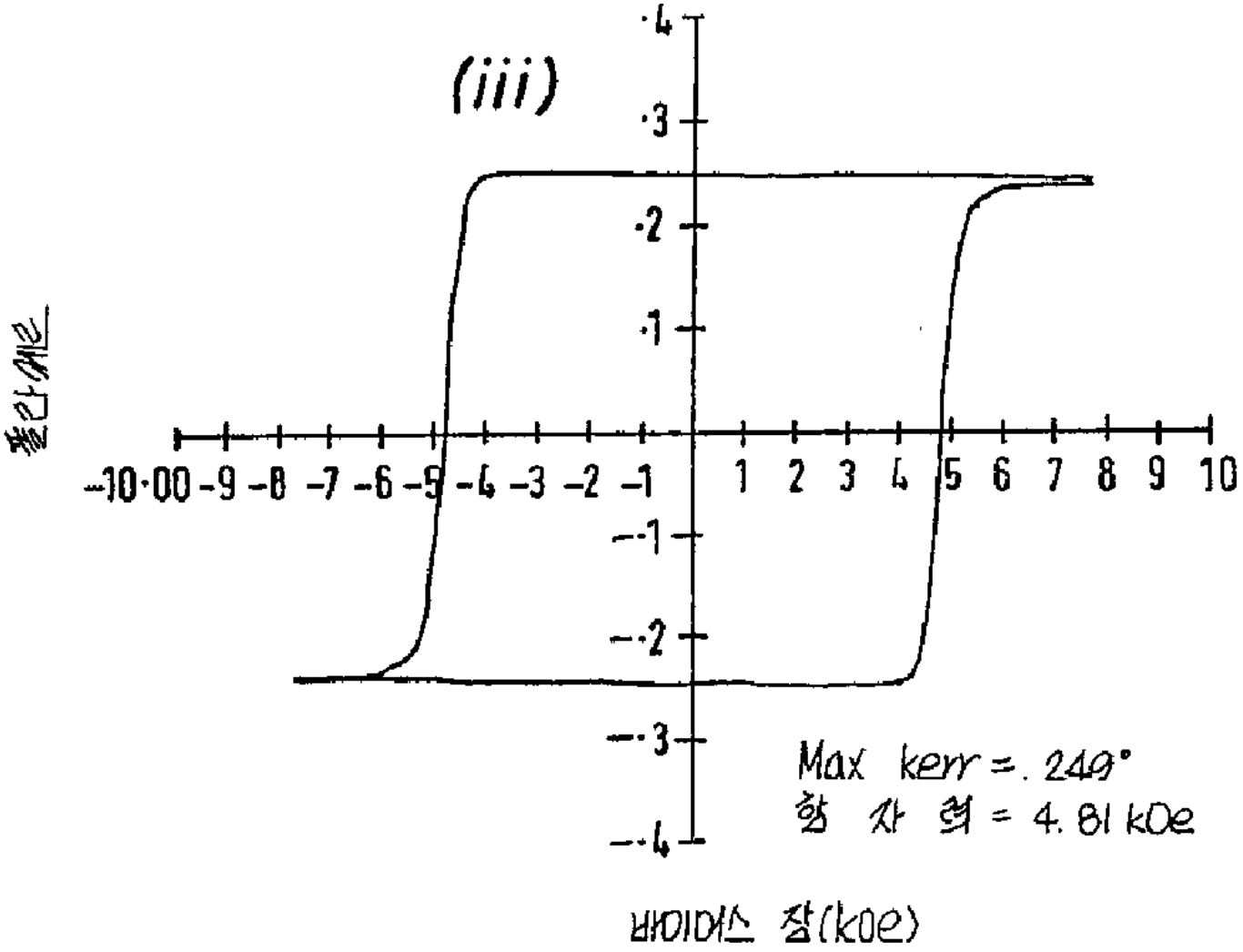
도면 9ca


(i)
·4
·3
·2
·1
-10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .269°
항 자 력 = 3.15 kOe
바이어스 장 (kOe)

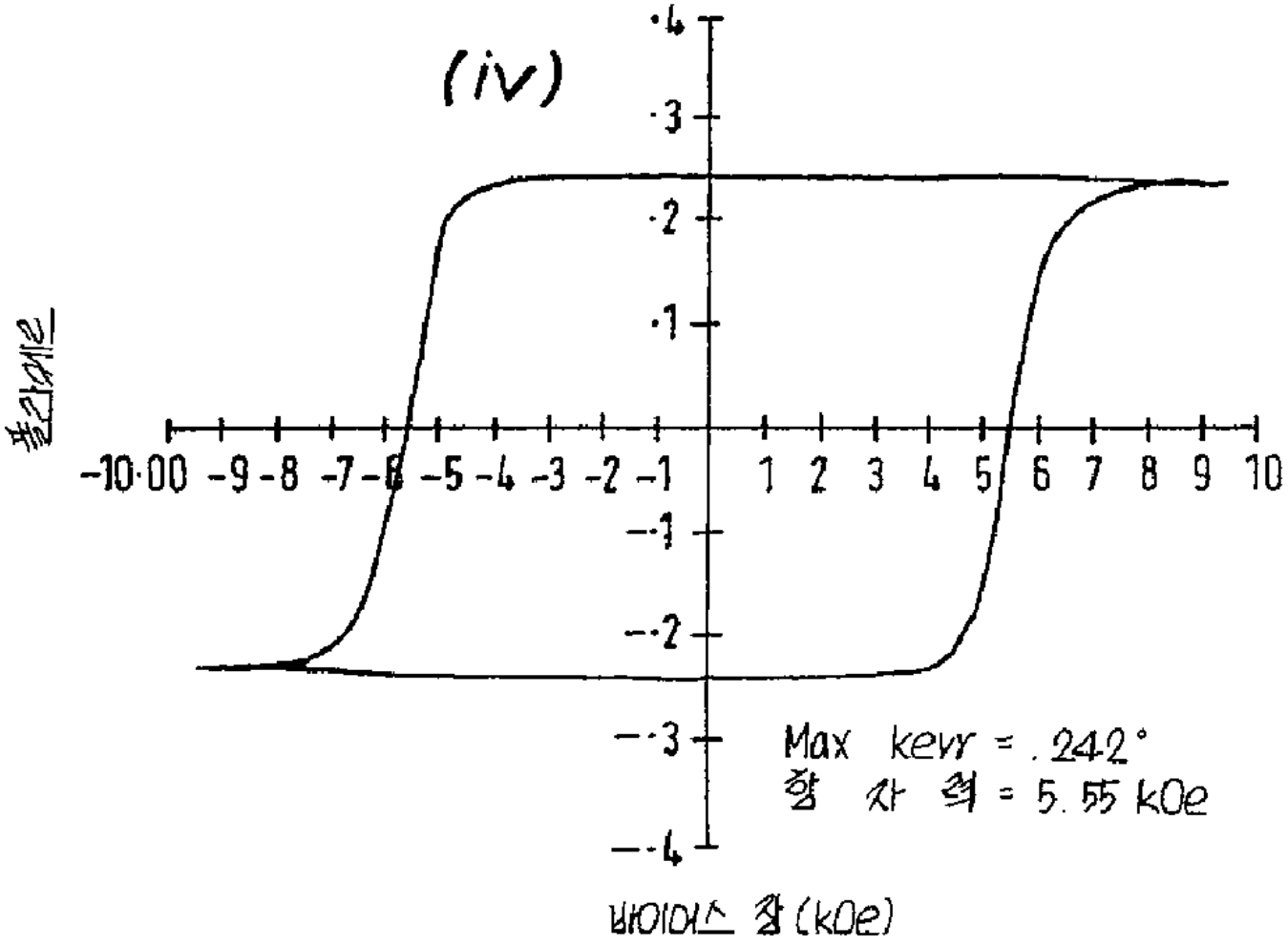
도면 9cb


(ii)
.4
.3
.2
.1
-10.00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-.1
-.2
-.3
-.4
Max kerr = .253°
항 자 력 = 4.33kOe
바이어스 장(kOe)

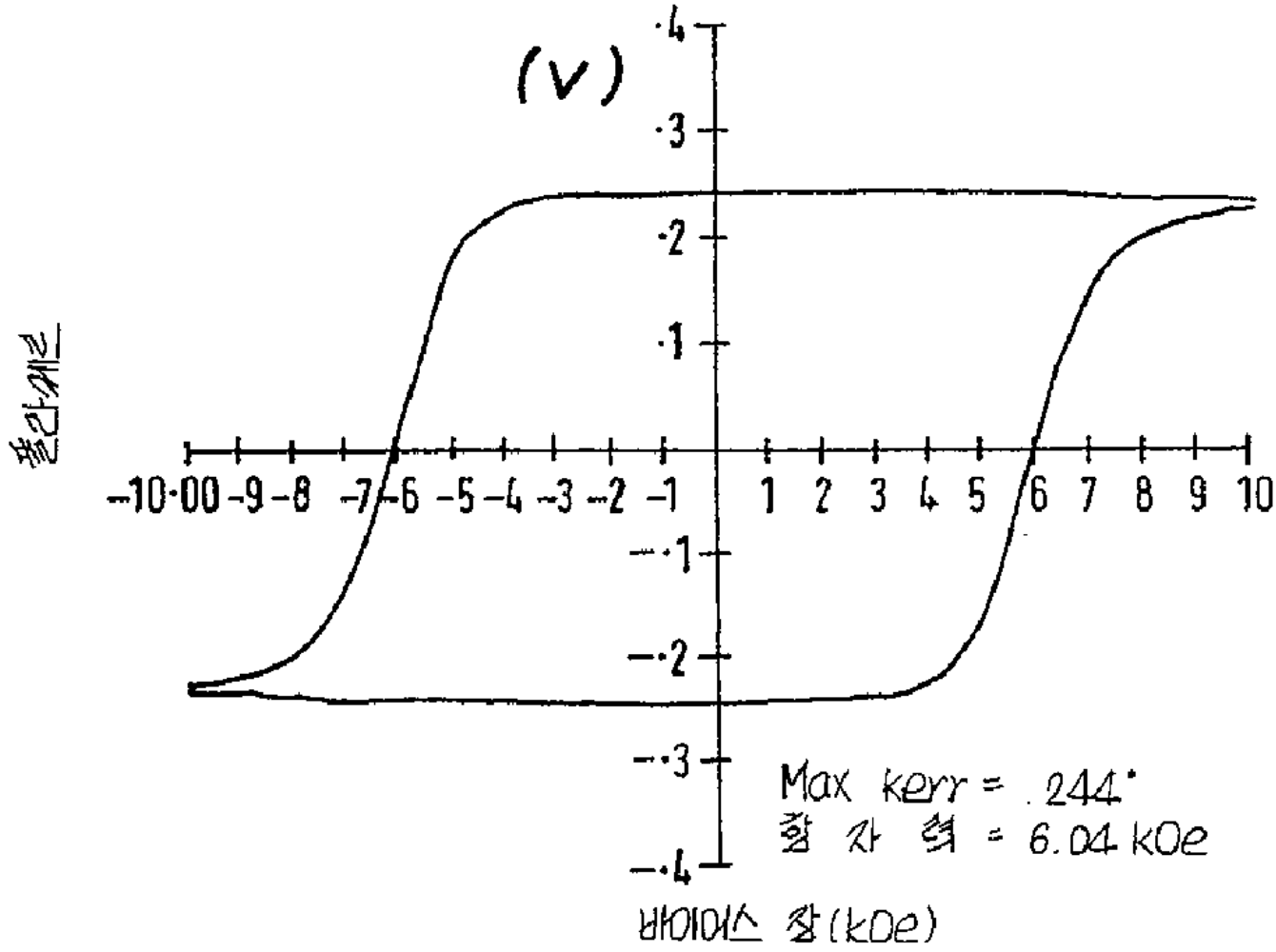
도면 9cc


(iii)
·4
·3
·2
·1
-10·00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .249°
항 자 력 = 4.81 kOe
바이어스 장(kOe)

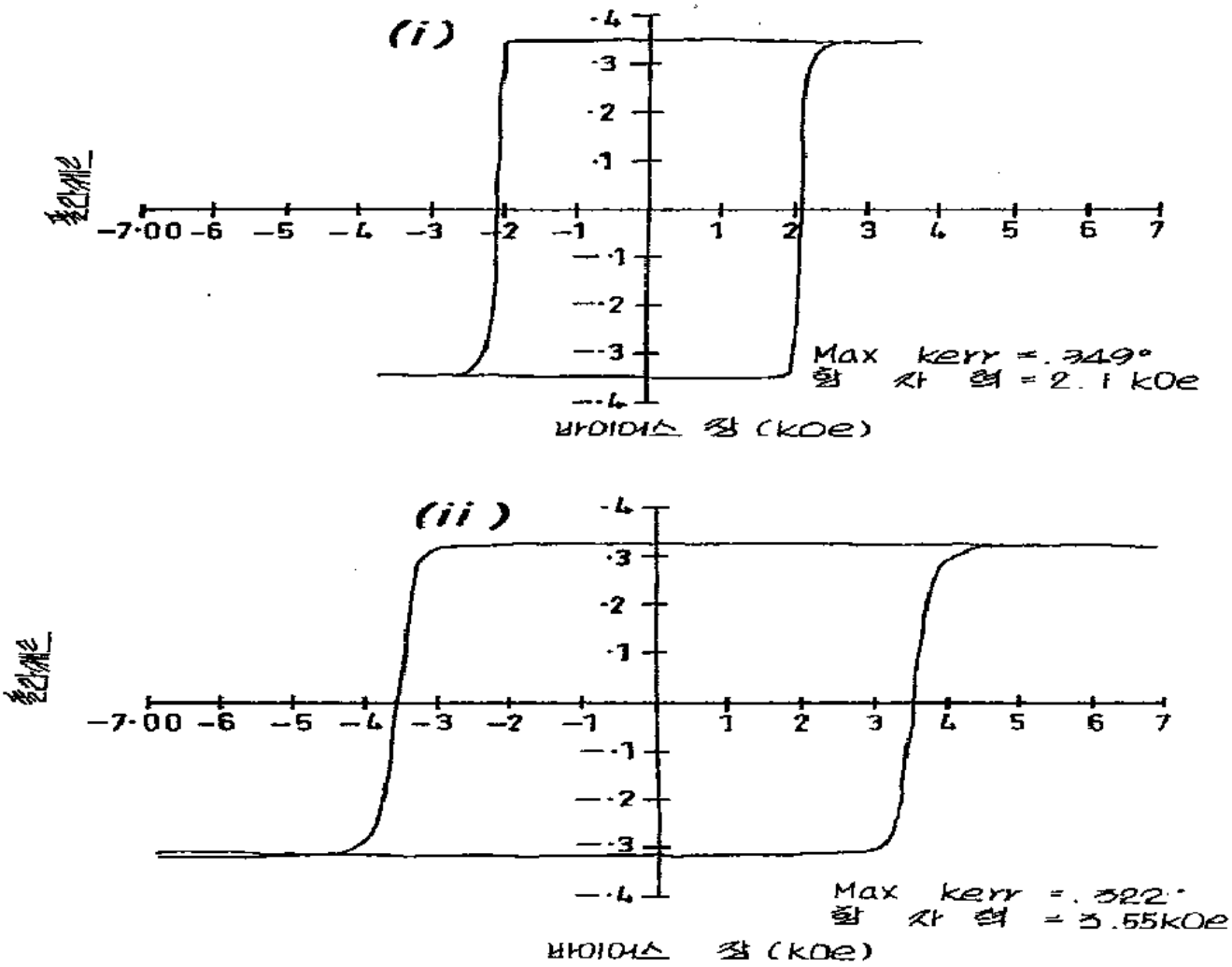
도면 9cd


(iv)
.4
.3
.2
.1
-.1
-.2
-.3
-.4
-10.00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Max kerr = .242°
항 자 력 = 5.55 kOe
바이어스 장(kOe)

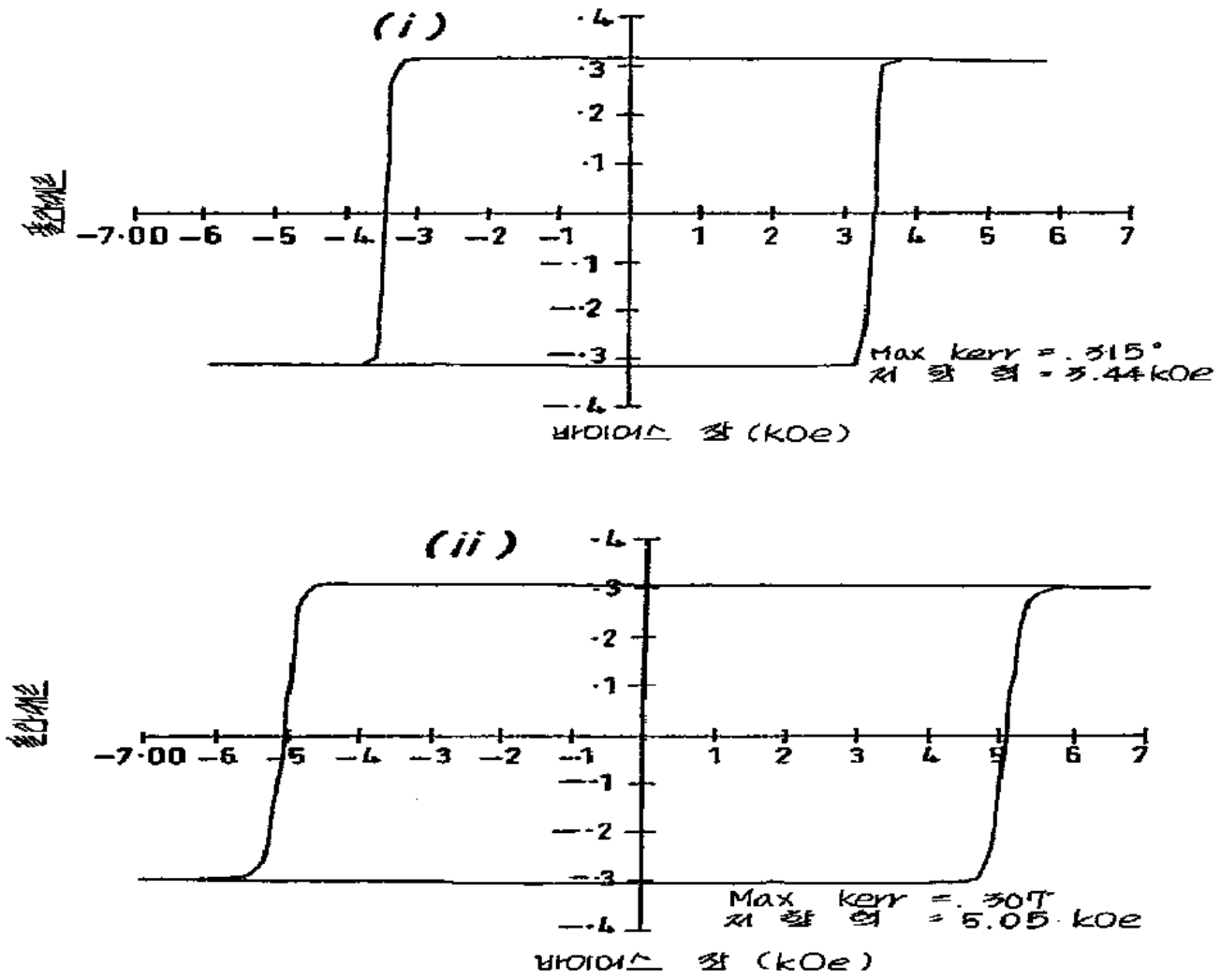
도면 9ce


(V)
·4
·3
·2
·1
-10·00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-·1
-·2
-·3
-·4
Max Kerr = .244°
보 자 력 = 6.04 kOe
바이어스 장(kOe)

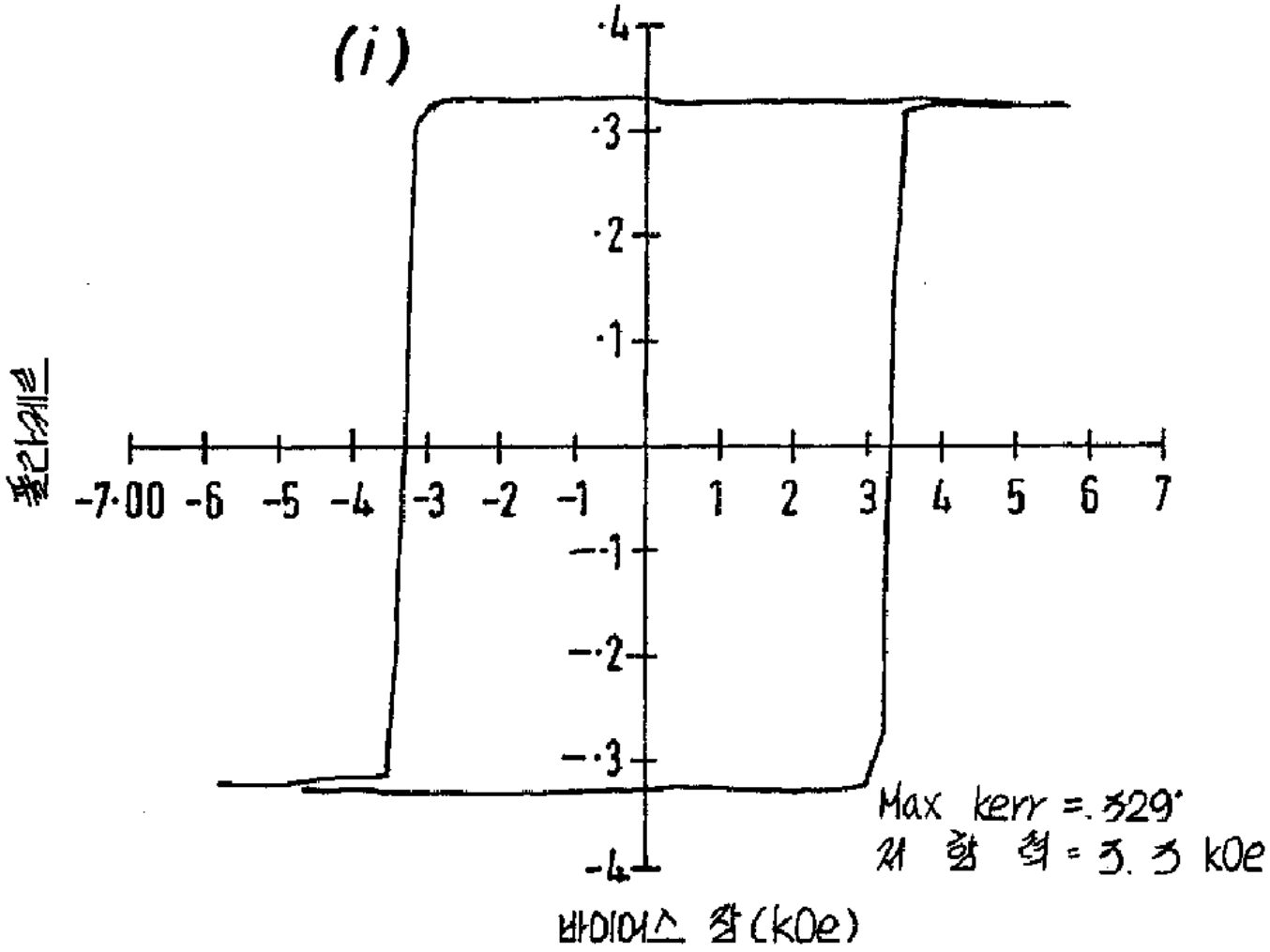
도면 10a


(i)
·4
·3
·2
·1
-7·00 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .349°
항 자 력 = 2.1 kOe
바이어스 장 (kOe)
(ii)
·4
·3
·2
·1
-7·00 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .322°
항 자 력 = 5.55kOe
바이어스 장 (kOe)

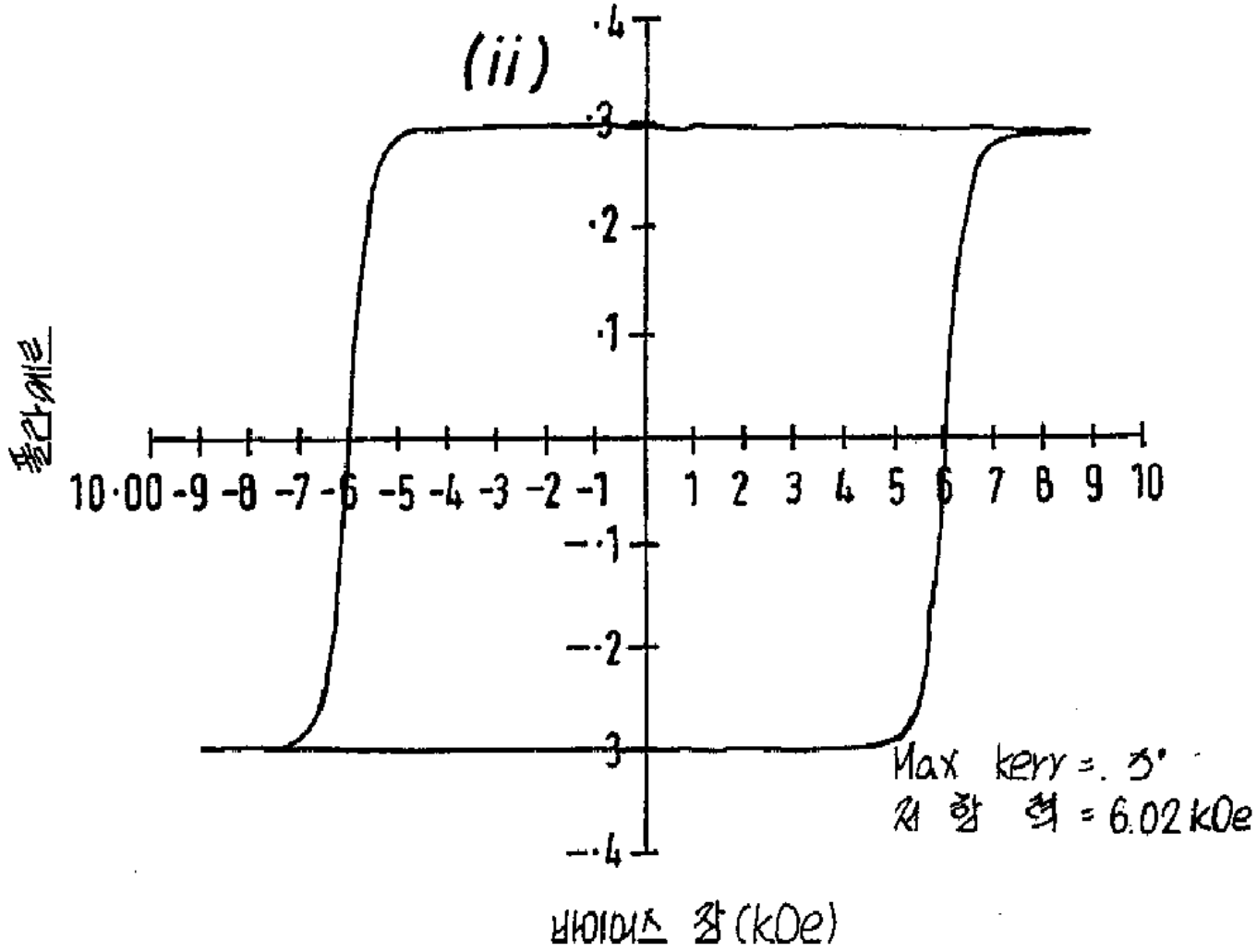
도면 10b


(i)
·4
·3
·2
·1
-7·00 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .315°
자 장 력 = 5.44kOe
바이어스 장 (kOe)
(ii)
·4
·3
·2
·1
-7·00 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7
-·1
-·2
-·3
-·4
Max kerr = .30T
자 장 력 = 5.05 kOe
바이어스 장 (kOe)

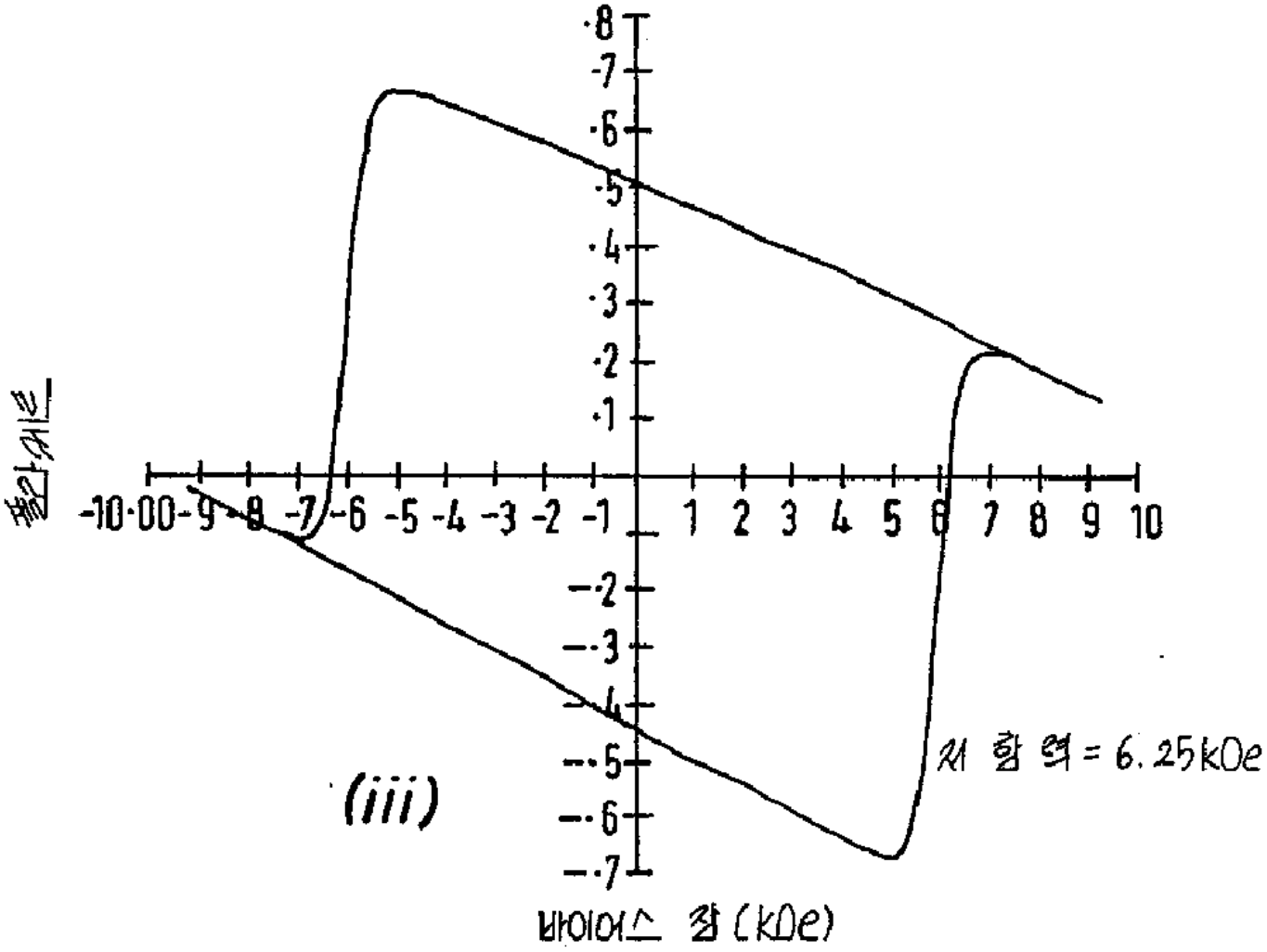
도면 10ca


(i)
·4
·3
·2
·1
-·1
-·2
-·3
-4
-7·00 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7
Max kerr = .329°
저 항 력 = 3.3 kOe
바이어스 장 (kOe)

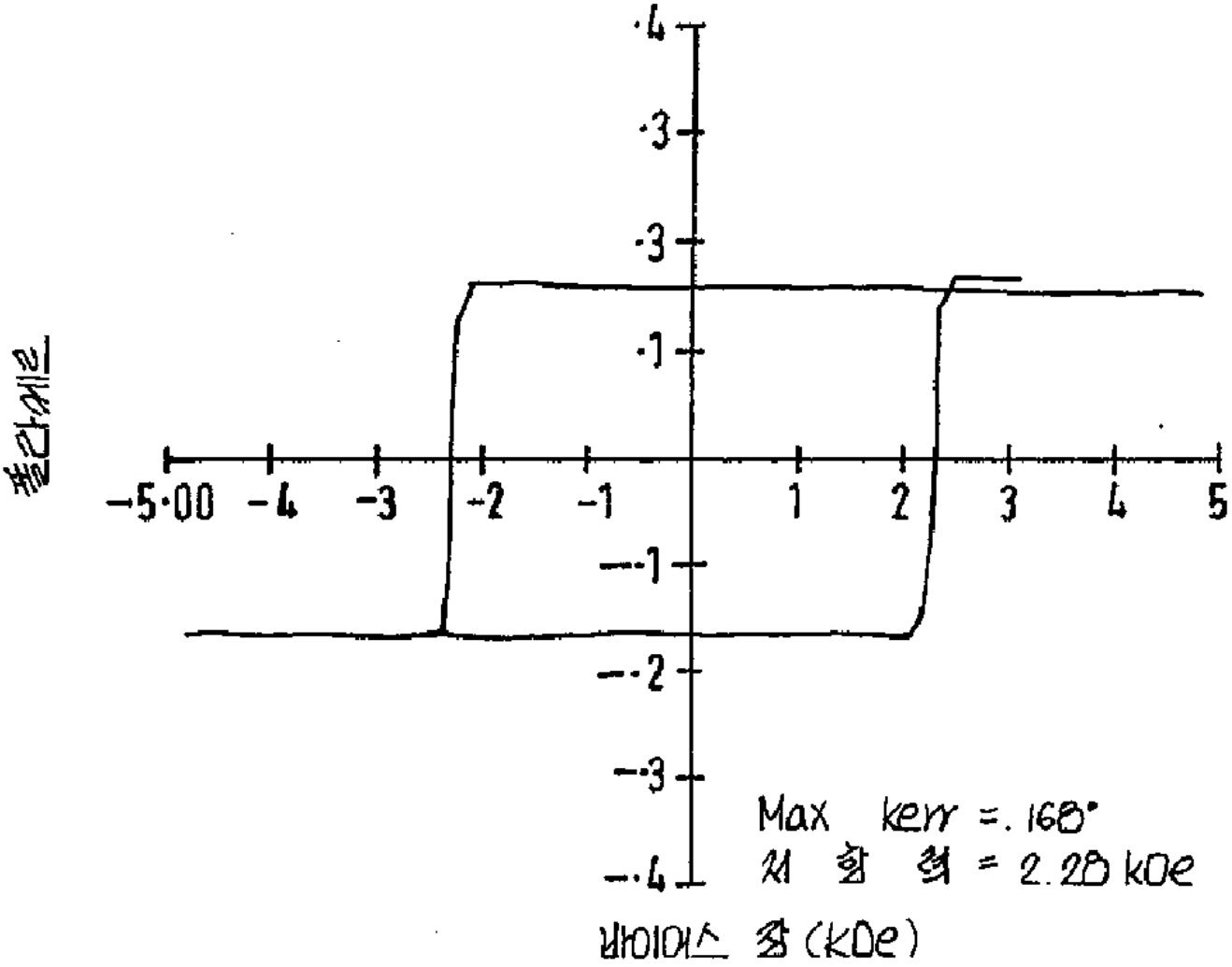
도면 10cb


(ii)
·4
·3
·2
·1
-·1
-·2
-·3
-·4
10·00 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Max kerr =. 3°
보 항 력 = 6.02 kOe
바이어스 장 (kOe)

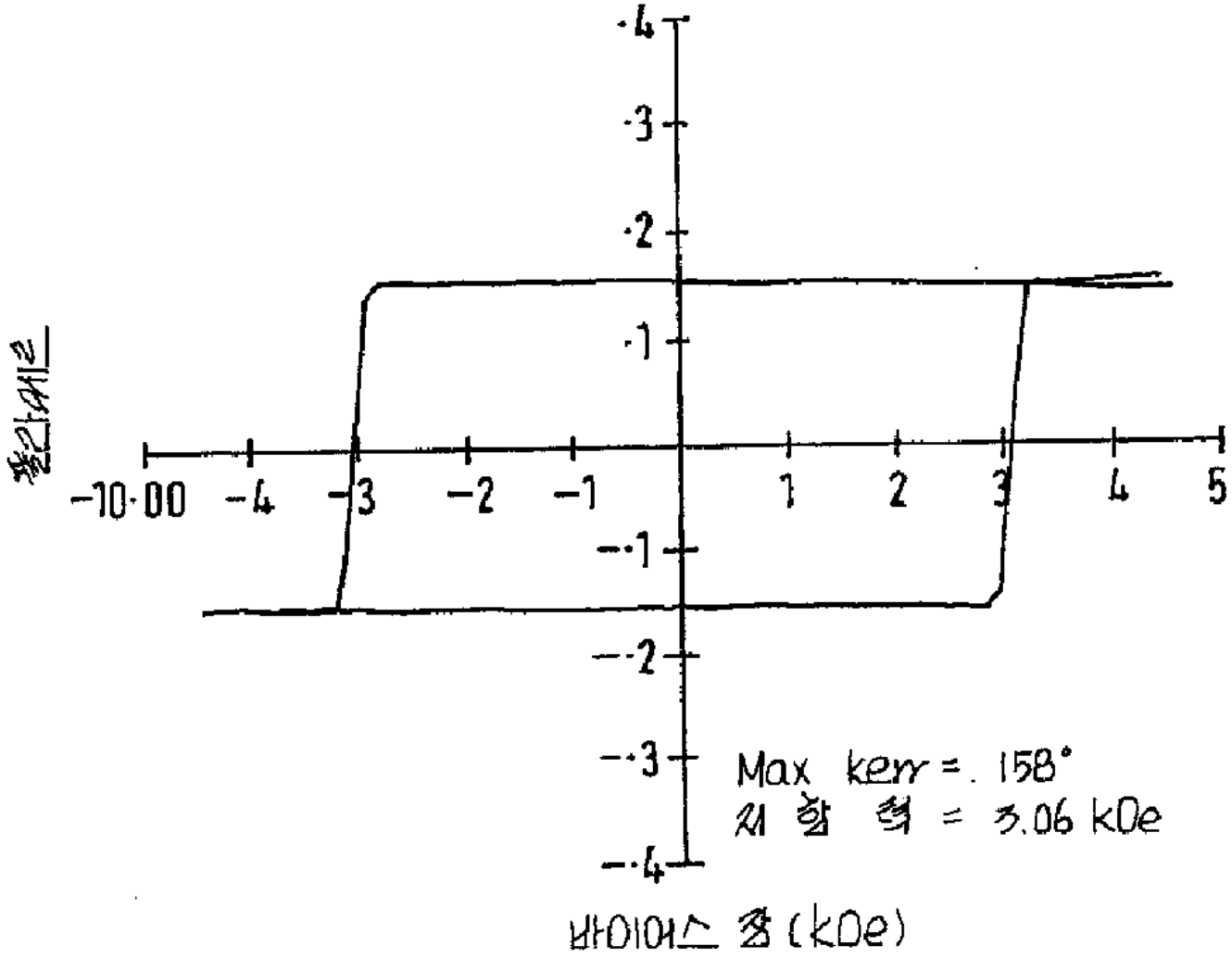
도면 10cc


·8
·7
·6
·5
·4
·3
·2
·1
-10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-2
-3
-4
-5
-6
-7
(iii)
자 화 력 = 6.25kOe
바이어스 장 (kOe)

도면 11a



도면 11b



도면 14

