(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01F 10/00

(45) 공고일자 2000년05월01일
(11) 등록번호 10-0255485
(24) 등록일자 2000년02월15일

(21) 출원번호 10-1997-0037662
(65) 공개번호 특1998-0018443
(22) 출원일자 1997년08월07일
(43) 공개일자 1998년06월05일
(30) 우선권주장 8-210308 1996년08월08일 일본(JP)

(73) 특허권자 알프스 덴키 가부시키가이샤 가타오카 마사타카
일본국 도쿄도 오타구 유키가야 오츠카쵸 1반 7고야마자와 기요히토
(72) 발명자 일본국 나가노켄 나가노시 마츠다이마치죠토 90
야마자와 기요히토
일본국 나가노켄 나가노시 마츠다이마치죠토 90
하야가와 야스오
일본국 니가타켄 나가오카시 미나미쵸 1-5-7
하타나이 다카시
일본국 니가타켄 나가오카시 죠죠마치 157-1
마키노 아키히로
일본국 니가타켄 나가오카시 아오바다이 2-7-11
나이토 유타카
일본국 니가타켄 나가오카시 죠오카 3-6-34
하세가와 나오야
일본국 니가타켄 나가오카시 가와사키 1-2650-306
(74) 대리인 송재련, 한규환

심사관 : 오흥수-1

(54) 박형 자기소자 및 트랜스

요약

본 발명은 적어도 베이스체의 한쪽면에 형성된 코일 패턴과, 이 코일패턴상에 형성된 자성 박막이 구비되어 이루어지고, 상기 자성 박막이 0.5㎛이상, 8㎛이하의 두께로 형성되어 이루어지는 점과, 상기 코일 패턴을 구성하는 코일 도체의 두께를 t, 폭을 a로 한 경우의 코일 도체의 어스펙트비 t/a가 $0.035 \leq t/a \leq 0.35$의 관계를 만족하여 이루어지는 점과, 상기 코일패턴을 구성하는 코일 도체의 폭을 a, 코일패턴에 있어서의 인접하는 코일 도체간의 간격을 b라 한 경우에 $0.2 \leq a/(a+b)$의 관계가 만족되어 이루어지는 점중, 적어도 하나가 만족되어 이루어진다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 관한 박형 자기 소자의 일예의 구조를 나타낸 단면도,

도 2는 도 1에 나타낸 박형 자기 소자에 설치되어 있는 코일 도체의 평면도,

도 3은 박형 자기 소자시료의 1차측 성능계수의 자성층 두께 의존성을 나타낸 도,

도 4는 박형 자기 소자 시료의 인덕턴스와 도선폭의 관계를 나타낸 도,

도 5는 박형 자기 소자 시료의 등가 저항과 도전폭의 관계를 나타낸 도,

도 6은 박형 자기 소자 시료의 성능계수(Q)와 도전폭의 관계를 나타낸 도,

도 7은 코일 도체폭 35㎛인 경우의 박형 자기 소자 시료의 통전 전류와 온도 상승과의 관계를 나타낸 도,

도 8은 코일 도체폭 70㎛인 경우의 박형 자기 소자 시료의 통전 전류와 온도 상승과의 관계를 나타낸 도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 베이스체에 코일 패턴을 형성하여 이루어지고, 코일 패턴상에 자성 박막을 설치한 구조의 박형 자기 소자 및 트랜스에 관한 것이다.

자기 소자의 소형화, 고성능화에 따라 수 100MHz이상의 주파수에서의 투자율이 높은 연자성 재료, 특히 5kG이상의 높은 포화 자속밀도와 함께 높은 비저항을 가지며, 또한 낮은 보자력을 가지는 것이 요구되고 있다. 그중에서도 트랜스에서는 높은 비저항을 가지는 것이 특히 요구되고 있다.

높은 포화 자속 밀도를 가지는 자성재료로서는 Fe 또는 Fe를 주성분으로 하는 합금이 많이 알려져 있으나, 스패터법 등의 성막기술에 의하여 이들 합금의 자성박막을 작성하면, 포화 자속 밀도는 높으나, 보자력이 크고 또 비저항이 작아져 고주파 영역에서 양호한 연자기 특성을 얻는 것은 곤란하였다. 또한 벌크재료로서 많이 이용되고 있는 페라이트는 박막상태에서는 우수한 연자기 특성을 얻을 수 없었다.

또 고주파수에서의 투자율 저하의 원인의 하나로 와전류의 발생에 의한 손실이 있다. 이 고주파 투자율의 저하의 한 원인인 와전류 손실을 방지하기 위하여 박막화 및 박막의 고저항화를 도모하는 것이 요구되고 있다.

그러나 자기 특성을 유지한 채 비저항을 높이는 것은 상당히 곤란하고 센더스트 등의 결정합금이나 아몰퍼스합금 등의 연자성 박막의 비저항은 수십 ~ 백수십 μΩ·㎝정도로 작고, 적어도 5kG(0.5T)이상의 포화 자속 밀도를 확보하면서 비저항을 높인 연자성 합금이 요구되고 있다.

또 연자성 합금을 박막으로서 얻는 경우에 자왜 발생 등의 영향에 의하여 양호한 연자성 특성을 얻는 것은 더욱 곤란하게 된다.

특히 연자성 합금의 박막을 코일에 근접시켜 설치함으로써 박형의 자기소자를 구성한 경우에 연자성 합금이 본래 가지는 양호한 연자기 특성을 유지한 채로 인덕턴스나 성능계수(Q)가 높은 값을 얻는 것은 더 곤란하고, 사용할 때의 온도상승을 억제하는 것에도 어려운 문제가 있다. 즉 종래의 이와 같은 박형의 자기소자에 있어서는 자심을 구성하는 코일 그 자체의 성능 계수(Q)가 저하하기 전에 연자성 합금의 박막의 손실이 커지고, 트랜스 또는 리액틀 등의 자기 소자로서의 고주파 특성이 제한되는 경향이 있었다. 즉 자성 박막으로서 연자기 특성이 우수한 Co기 아몰퍼스박막, Ni-Fe합금 박막 등의 적용이 연구되었으나, 이들 박막의 비저항은 높지 않으며, 고주파에서의 손실이 커지기 쉽고, 자성 박막의 고주파 손실 때문에 자기 소자 전체로서의 고주파 특성이 제한되는 경향이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로 박형화가 가능하고 높은 인덕턴스와 성능계수(Q)를 나타내고, 고주파 영역에서의 사용에 대응할 수 있음과 동시에 발열도 적은 박형 자기 소자를 제공하는 것 및 그 박형 자기 소자를 구비한 트랜스를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 상기 과제를 해결하기 위하여 적어도 베이스체의 한쪽면 또는 양쪽 면에 형성된 코일 패턴과 이 코일 패턴상에 형성된 자성 박막이 구비되어 이루어지고, 상기 자성 박막이 0.5㎛이상, 8㎛이하의 두께로 형성되어 이루어지는 것과, 상기 코일패턴을 구성하는 코일 도체의 두께를 t, 폭을 a 라 한 경우의 코일 도체의 애스팩트비 t/a가 $0.035 \leq t/a \leq 0.35$의 관계를 만족하여 이루어지는 것과, 상기 코일패턴을 구성하는 코일 도체의 폭을 a, 코일 패턴에서의 인접하는 코일 도체간의 간격을 b라 한 경우에 $0.2 \leq a/(a+b)$의 관계가 만족되어 이루어지는 것중, 적어도 하나가 만족되어 이루어지는 것이다.

코일 패턴상의 자성 박막이 상기 두께로 형성됨으로써 양호한 성능 계수(Q)가 얻어지고, 코일 도체의 애스펙트비가 상기 범위로 됨으로써 코일 도체에서의 온도상승이 억제됨과 동시에 $0.2 \leq a/(a+b)$의 관계가 만족됨으로써 안정된 높은 인덕턴스와 낮은 등가저항 및 양호한 성능 계수(Q)가 얻어진다.

다음에 상기 구성에서 Fe, Co, Ni중의 1종 또는 2종이상을 주성분으로 하는 평균 결정입경 30nm이하의 미세 결정상과 란타노이드계의 희토류 원소(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu중 1종 또는 2종 이상)와 Ti, Zr, Hf, Ta, Nb, Mo, W에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 원소 M과 O 또는 N의 화합물을 주성분으로 하는 비정질성 박막이 사용되는 것이 바람직하다. 그리고 또 상기 자성 박막이 $A_a M_b M'_c L_d$로 이루어지는 조성식으로 나타내어지는 것을 특징으로 하며, 여기서 A는 Fe, Co, Ni중에서 선택되는 1종 또는 2종이상을 나타내고, M은 란타노이드계의 희토류 금속원소(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu중 1종 또는 2종이상) 및 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W군으로부터 선택되는 1종 또는 2종이상의 원소를 나타내고, M'은 Al, Si, Cr, Pt, Ru, Rh, Pd, Ir군으로부터 선택되는 1종 또는 2종이상의 원소를 나타내고, L은 O과 N중, 1종 또는 2종을 나타내고, 조성비 a, b, c, d는 원자 %로서, $20 \leq a \leq 85$, $5 \leq b \leq 30$, $0 \leq c \leq 10$, $15 \leq d \leq 55$의 관계를 만족하는 것으로 하는 것이 바람직하다.

이들 조직 또는 조성비의 자성박막을 이용함으로써 자성 박막 자체가 고비저항이 되고, 고주파 영역에서의 손실이 감소하고, 종래 재료가 고주파수에 대하여 가지고 있던 제한이 적어진다.

이하 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 관하여 설명한다.

도 1과 도 2는 본 발명에 관한 제 1실시예를 나타낸 것으로 이 형태의 박형 자기 소자(A)는 상하의 기판(베이스체)(1, 2)의 서로 대향하는 면에 각각 자성 박막(3)과 절연막(4)을 적층하고, 상하 절연막(4, 4)간에 설치된 플렉시블한 기판(베이스체)(5)에 그것을 양쪽으로 부터 끼운 상태의 코일 도체(6, 6)를 설치한 구조로 되어 있다. 도 2에 상기 코일 도체(6)로 이루어지는 코일(7)의 평면형상을 나타내었으나, 이

예의 코일 도체(6)는 정방형의 각형의 스파이럴 형으로 되어 있다. 또한 이 코일 도체의 평면형상은 도면에 나타낸 것에 한정하지 않고, 미안다형, 스파이럴 형과 미안다형의 복합형 등 어느 형상이더라도 상관없다.

상기 기판(1, 2)은 폴리이미드 등의 수지제의 것, 또는 세라믹제의 것등으로 이루어지는 절연성의 비자성 재료로 구성되어 있다.

다음에 상기 자성 박막(3)은 이하에 설명하는 비저항이 높은 특수한 연자성 재료로 형성되어 있다.

자성 박막(3)을 구성하는 특수한 연자성 재료란 Fe, Co, Ni중에서 선택되는 1종 또는 2종이상을 원소A라 하고, 란타노이드계의 희토류 금속원소(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu중 1종 또는 2종이상) 및 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W군에서 선택되는 1종 또는 2종이상의 원소를 M이라 하고, Al, Si, Cr, Pt, Ru, Rh, Pd, Ir군에서 선택되는 1종 또는 2종이상의 원소를 M'라 하고, O 과 N중, 1종 또는 2종이상의 원소를 L이라 표기한 경우에 이하의 조성식으로 나타낸다.

$A_a\ M_b\ M'_c\ L_d$

상기 조성식에서 조성비를 나타내는 a, b, c, d는 원자 %로서, $20 \leq a \leq 85$, $5 \leq b \leq 30$, $0 \leq c \leq 10$, $15 \leq d \leq 55$의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. 또 자성 박막이 상기 조성이며 Fe, Co, Ni중 1종 또는 2종이상을 주성분으로 하는 평균 결정입경 30nm이하의 미결정상과, 원소 M과 O의 화합물 또는 원소 M과 N의 화합물을 주성분으로 하는 비정질상으로 이루어진 것이 보다 바람직하다.

더욱 상세하게는 자성 박막(3)의 구성재료의 조성을 $Fe_e\ M_f\ O_g$로 이루어지는 조성계로 하고, 원소 M을 희토류 원소로 한 경우에, 조성비 e, f, g 는 원자 %로서, $50 \leq e \leq 70$, $5 \leq f \leq 30$, $10 \leq g \leq 40$의 관계를 만족하는 것으로 하는 것이 보다 바람직하다.

또 자성 박막(3)의 구성재료의 조성을 $Fe_hM_iO_j$로 이루어지는 조성계로 하고 원소 M을 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W군에서 선택되는 1종 또는 2종이상의 원소로 한 경우에 조성비 h, I, j는 원자 %로서, $45 \leq h \leq 70$, $5 \leq i \leq 30$, $10 \leq j \leq 40$의 관계를 만족하는 것으로 하는 것이 보다 바람직하다.

다음에 $Fe_kM_lN_m$으로 이루어지는 조성계로 한 경우에서 조성비 k, I, m은 원자 %로서, $60 \leq k \leq 80$, $10 \leq 1 \leq 15$, $5 \leq m \leq 30$으로 이루어지는 관계를 만족하는 것이 보다 바람직하다.

또한 상기 절연막(4)은 SiO_2, Al_2O_3, Si_3N_4, Ta_2O_5 등의 절연재료로 이루어진다.

상기 자성 박막의 구성재료에서 Fe는 주성분이고, 자성을 나타내는 원소이다. 고포화 자속 밀도를 얻기 위하여 Fe는 많을수록 바람직하나, Fe-M-O계에서는 70원자 % 이상 이면, 비저항이 작아지기 쉽고, Fe-M-N계에서는 80 원자 %를 넘어서면 비저항이 작아지기 쉽다. 한편 Fe가 본 발명의 범위미만이면, 비저항을 크게 할 수 있으나, 포화 자속밀도가 작어진다.

희토류 원소 또는 Ti, Zr, Hf, V, Hb, Ta, W군에서 선택되는 원소 M은 연자기 특성을 얻기 위하여 필요한 것이다. 이들은 산소 또는 질소와 결합하기 쉽고, 결합하여 산화물 또는 질화물을 형성한다. 또한 산소, 질소와 결합하기 쉬운 원소로서 이들 외에도 Al, Si, B를 들 수 있다.

이 산화물 또는 질화물의 함유량을 조정함으로써 비저항을 높일 수 있다. 또 원소 M'은 내식성을 향상시키고, 자왜를 조정하기 위하여 첨가되는 원소이며, 이들의 목적을 위해서는 상기 범위에서 함유시키는 것이 바람직하다.

상기 조성범위로 하면, 자성 박막으로서 400 ~ 2.0×10^5 μΩ·㎝ 의 범위의 높은 비정항을 얻을 수 있고, 비저항을 높임으로써 와전류 손실을 저감할 수 있고, 고주파 투자율의 저하가 억제되고, 고주파 특성이 개선된다. 또 특히 Hf에는 자왜를 억제하는 작용이 있는 것으로 생각된다.

다음에 상기 구성에 있어서, 상기 자성 박막(3)이 0.5㎛이상 8㎛이하의 두께로 형성되어 이루어지는 것이 바람직하다. 이 범위이면, 성능 계수(Q)로서 1.5이상을 얻을 수 있고, 또한 막두께가 1㎛이상, 6㎛이하이면 성능계수(Q)로서 2이상을 얻을 수 있고 모두 양호한 성능계수(Q)가 얻어진다. 다음에 상기 코일 패턴을 구성하는 코일 도체(6)의 두께를 t, 폭을 a라 한 경우의 코일 도체(6)의 애스펙트비 t/a가 $0.035 \leq t/a \leq 0.35$의 관계를 만족하여 이루어지는 것이 바람직하다. 코일 도체의 애스펙트비가 상기 범위로 됨으로써 코일 도체에서의 온도상승이 억제된다.

또한 상기 코일 패턴을 구성하는 코일 도체(6)의 폭을 a, 코일 패턴에서의 인접하는 코일 도체(6, 6)간의 간격을 b라 한 경우에 코일 도체의 비율을 나타낸 a/(a+b)가 $0.2 \leq a/(a+b)$의 관계를 만족하는 것이 바람직하다. $0.25 \leq a/(a+b)$의 관계가 만족됨으로써 안정된 인덕턴스와 낮은 등가저항 및 양호한 성능계수(Q)가 얻어진다.

상기 구성의 박형 자기소자(A)를 제조하려면 기판(1, 2)의 일면에 고저항(high-ρ)의 A-M-M'-L 계의 연자성 합금 박막으로 이루어지는 자성 박막(3)을 형성시킨다.

상기 자성 박막(3)을 형성하는 수단에 관해서는 본 발명자들이 먼저 미합중국 제5,573,863호, 일본국 특개평 7-268610호 등에서 개시하고 있으나, 기본적으로는 스패터, 증착 등의 박막형성법을 이용한다.

여기서 예를 들어 스패터 장치로서는 RF 2극 스패터, DC스패터, 마그네트론 스패터, 3극 스패터, 이온빔 스패터, 대향타겟식 스패터 등의 기존의 것을 사용할 수 있다.

다음에 O또는 N을 자성 박막중에 첨가하는 방법으로서는 Ar 등의 불활성 가스중에 산소가스 또는 질소가스를 혼합한 Ar +O_2 또는 Ar+N_2 혼합 분위기 가스로 스패터를 행하는 반응성 스패터가 유효하다. 또 Fe, FeM 또는 FeM 계의 합금 타겟상에 Fe, 원소 M, 또는 그들의 산화물 또는 질화물을 배치한 복합 타겟을 이용하여 Ar 등의 불활성 가스중에서 제작할 수도 있다. 또한 스패터 타겟으로서 Fe타겟상에 희토류 원소

또는 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W 등으로 이루어지는 펠렛을 배치한 복합 타겟 등을 이용하여 Ar 등의 불활성 가스중에서 제작할 수도 있다. 이들 성막법에 의해 얻어지는 상기 조성계의 자성 박막은 성막 그대로는 기본적으로 비정질상을 주체 또는 결정상과 비정질상이 혼재하는 조직을 가진다.

그리고 원하는 조성의 자성 박막을 성막후, 300 ~ 600℃로 가열하여 서서히 냉각하는 어닐 처리를 실시하여 자성 박막중에 미결정상을 석출시킬 수도 있다.

상기 연자성 박막에 어닐 처리를 실시하여 일부 결정상을 석출시켜도 좋으나, 이 결정상의 비율은 50%보다도 적게 하는 것이 바람직하다. 결정상의 비율이 50%를 넘어선 경우는 고주파 영역에서의 투자율이 저하한다. 여기서 조직중에 석출하는 결정립은 입경이 수 nm ~ 30nm정도의 미세한 것으로 그 평균 입경은 10nm이하인 것이 바람직하다. 이와 같은 미세한 결정립을 석출시킴으로써 또 포화 자속밀도를 높일 수 있다. 또 비정질상은 비정항의 증대에 기여하는 것으로 생각되며, 이 비정질상의 존재에 의하여 비저항이 증대하고, 나아가 고주파 영역에서의 투자율의 저하를 방지할 수 있다.

다음에 상기 자성 박막(3)상에 절연막(4)을 성막법, 도금법, 스크린 인쇄법 등의 상법에 의하여 형성하고 이어서 절연막(4)상에 성막법, 도금법, 스크린 인쇄법 등의 상법에 의하여 예를 들어 스파이럴 형의 코일(7)이 되도록 코일 도체(6)를 형성한다. 이어서 기판(5)의 상하양쪽 면에 각각 상기 코일 도체(6)를 형성한 기판(1, 2)을 기판(5)을 끼우도록 배치함으로써 박형 자기 소자(A)를 얻을 수 있다.

도 1과 도2에 나타낸 구조의 박형 자기 소자(A)이면, 한쪽의 코일 도체(6)를 1차 코일, 다른 쪽 면의 코일 도체(6)를 2차 코일로 할 수 있고, 박형 자기 소자(A)를 트랜스로서 이용할 수 있다. 특히 상기와 같이 고주파에서의 자성박막(3)이 우수한 특성을 유효하게 이용함으로써 1MHz이상의 스위치주파수로 구동하는 소형, 박형에 의해 고효율의 DC-DC 컨버터용 트랜스, 리액틀, 인덕터 등에 응용할 수 있다. 여기서 기판(5)의 한쪽에만 자성 박막(3), 절연막(4), 코일(7)을 형성하면, 박막 자기 소자(A)를 인덕터로서 사용할 수 있다.

또 종래의 박형 자기 소자에서는 코일 주변에서 큰 와전류를 발생하여 손실을 일으켰으나, 상기 비저항이 높은 자성 박막(3)을 이용하는 이 예의 박형 자기 소자(A)의 구조이면, 고주파 영역에서의 와전류의 발생이 적어 손실이 적은 것을 제공할 수 있다. 또 박형 자기 소자(A)를 저손실로 할 수 있기 때문에 박형 자기 소자(A)및 그것을 구비하는 트랜스를 대전력에 견딜 수 있는 구조로 할 수 있고, 박형화, 소형화, 경량화를 실현할 수 있다.

또 자성 박막(3)을 구성하는 상기 조성계의 연자성 재료의 비저항은 충분히 높은 것이 된다. 표 1은 자성 박막(3)의 구성재료의 예이고, 각 시료 모두 RF마그네트론 스패터장치를 이용하여 Fe 타겟상에 본 발명의 M 또는 M'의 각 원소의 각종 펠렛을 배치한 복합 타겟을 이용하고, Ar + 0.1 ~1.0% 의 산소(O) 분위기중에서 스패터를 행하여 막 두께가 약 2㎛이 되도록 스패터 시간을 조정하였다. 주된 스패터 조건은 이하와 같다.

예비 배기 : 1×10^{-6} Torr 이하

고주파 전력 : 400W

Ar가스압 : 6 ~ 8×10^{-3}Torr

전극간 거리 : 72mm

[표 1]

No.	막조성	Bs(T)	Hc(Oe)	ρ(μΩ·cm)	μeff (10MHz)
1	$Fe_{54.9}Hf_{11.0}O_{34.1}$	1.2	0.8	803	2199
2	$Fe_{51.5}Hf_{12.2}O_{36.3}$	1.1	1.2	1100	1130
3	$Fe_{50.2}Hf_{13.7}O_{35.6}$	1.0	1.2	1767	147
4	$Fe_{46.2}Hf_{18.2}O_{35.6}$	0.7	0.7	133709	100
5	$Fe_{69.8}Zr_{6.5}O_{23.7}$	1.5	0.56	400	2050
6	$Fe_{65.3}Zr_{8.9}O_{25.8}$	1.3	0.91	460	1030
7	$Fe_{64.4}Nb_{12.2}O_{23.4}$	1.3	0.66	420	1600
8	$Fe_{59.4}Ta_{15.3}O_{25.3}$	1.1	1.63	880	580
9	$Fe_{51.5}Ti_{17.5}O_{31.0}$	1.1	1.38	750	420
10	$Fe_{55.8}V_{13.2}O_{31.0}$	1.2	1.5	560	550
11	$Fe_{58.7}W_{15.8}O_{25.5}$	1.2	2.25	670	400
12	$Fe_{61.6}Y_{5.3}O_{33.1}$	1.4	1.31	420	780
13	$Fe_{63.2}Ce_{7.8}O_{29.0}$	1.1	1.88	580	640
14	$Fe_{69.8}Sm_{11.0}O_{19.2}$	1.3	2.0	500	400
15	$Fe_{68.5}Ho_{11.5}O_{20.0}$	1.1	1.2	800	500

16	$Fe_{64.2}Gd_{11.5}O_{24.3}$	1.2	3.4	840	350
17	$Fe_{61.8}Tb_{10.8}O_{27.4}$	1.1	2.3	750	450
18	$Fe_{62.5}Dy_{9.5}O_{28}$	1.1	4.0	680	530
19	$Fe_{59.8}Er_{13.5}O_{26.7}$	1.0	3.7	580	380
20	$Fe_{91.7}Hf_{4.1}O_{4.2}$			217.2	
21	$Fe_{94.6}Hf_{2.0}O_{3.4}$			315.3	
22	$Fe_{95.9}Hf_{1.0}O_{3.1}$			218.0	
23	$Fe_{91.1}Hf_{2.1}O_{6.8}$			294.1	
24	$Fe_{93.5}Hf_{1.0}O_{5.5}$			215.3	
25	$Fe_{87.2}Hf_{3.5}O_{9.3}$			315.0	
26	$Fe_{88.8}Hf_{2.1}O_{9.1}$			338.3	
27	$Fe_{88.4}Hf_{2.1}O_{9.5}$			250.2	

표 1에 개시한 바와 같이 No.4의 $Fe_{46.2}Hf_{18.2}O_{35.6}$이 되는 조성의 자성 박막이면, 비저항(ρ)으로서 133709 μΩ·㎝의 비저항을 얻을 수 있다. 또한 이 조성의 자성 박막의 비저항치는 열처리후의 것이고, 열처리전에 있어서 194000μΩ·㎝의 비저항을 얻을 수 있다. 또한 이 조성의 자성 박막의 비저항치는 열처리후의 것이고, 열처리전에서 19400μΩ·㎝의 비저항을 얻을 수 있다. 또 이것 외에도 FeHf0계, FeZr0계, FeNb0계, FeTa0계, FeTi0계, FeV0계, FeW0계, FeY0계, FeCe0계, FeSm0계, FeHo0계, FeGd0계, FeTb0계, FeDy0계, FeEr0계에 있어서, 조성의 조정에 의하여 215 ~ 1767μΩ·㎝정도의 비저항을 용이하게 얻을 수 있다. 또 표 2와 표 3의 각 시료는 $Fe_{87}Hf_{13}$으로 이루어지는 조성의 합금타겟을 제작하고, Ar가스를 캐리어가스로서 이용하고, 이 캐리어 가스중에 함유되는 질소의 양을 5 ~80% 의 범위내에서 조정하고, 가스압 0.6Pa, 투입전력 200W의 조건으로 고주파 스패터링을 행하였다. 또한 Fe, Hf의 조성비는 Hf의 칩을 증감하여 조정하였다. 이렇게 하여 얻어진 각 연자성 합금 박막을 400℃의 온도에서 3시간, 2kOe의 자계중에서 어닐한 시료의 포화 자속밀도(Bs:T)와, 보자력(Hc:Oe)과, 자화 곤란축 방향으로 자계를 인가한 경우의 포화자계:이방성 자계(Hk:Oe)와, 투자율(μ:10MHz)과, 자왜(λs:$\times 10^{-6}$)와 비저항(ρ:Ω㎝)을 측정한 결과를 표 2와 표 3에 나타낸다.

[표 2]

시료 No.			Bs(T)	Hc(Oe)	Hk(Oe)
1	$Fe_{77.6}Hf_{13.6}N_{8.8}$	성막후	6.2	1.68	3.52
		열처리후	11.3	0.31	2.29
2	$Fe_{71.5}Hf_{12.4}N_{16.1}$	성막후	9.8	—	—
		열처리후	11.9	—	4.24
3	$Fe_{66.7}Hf_{11.8}N_{21.5}$	성막후	6.5	—	0.8
		열처리후	7.8	0.73	1.46
4	$Fe_{74.3}Hf_{13.6}N_{12.1}$	성막후	14.9	0.3	1.64
		열처리후	15.0	0.4	2.64
5	$Fe_{72.4}Hf_{12.3}N_{15.2}$	성막후	13.8	0.43	2.04
		열처리후	13.7	0.35	4.94
6	$Fe_{69.1}Hf_{11.8}N_{19.1}$	성막후	11.7	0.68	4.98
		열처리후	11.6	0.78	6.70
7	$Fe_{75.3}Hf_{14.7}N_{10}$	성막후	3.8	—	—
		열처리후	8.8	0.32	1.34
8	$Fe_{64.8}Hf_{13.2}N_{22}$	성막후	5.6	0.63	1.94
		열처리후	6.8	0.37	2.32
9	$Fe_{69.2}Hf_{13.9}N_{16.9}$	성막후	9.0	0.21	0.66
		열처리후	11.0	0.55	5.58
10	$Fe_{67}Hf_{14}N_{19}$	성막후	11.8	0.70	3.44
		열처리후	11.7	0.66	5.68
11	$Fe_{64.8}Hf_{14.1}N_{21.1}$	성막후	5.2	0.31	0.58
		열처리후	6.5	0.38	1.8
12	$Fe_{61.5}Hf_{13.4}N_{25.1}$	성막후	0.27	—	—
		열처리후	—	—	—

[표 3]

시료 No.		μ(10MHz)	λs(×10^{-6})	ρ(μΩcm)
1	성막후	38	0.93	193.6
	열처리후	2518	2.25	150.8
2	성막후	252	6.97	278.6
	열처리후	1174	8.62	251.9
3	성막후	253	4.06	312.7
	열처리후	1274	5.55	343.7
4	성막후	1192	3.76	140.9
	열처리후	4128	3.57	132.5
5	성막후	750	6.86	192.8
	열처리후	2114	7.00	186.5
6	성막후	734	10.02	293.3
	열처리후	1152	9.47	267.9
7	성막후	6.70	-0.06	235.0
	열처리후	948	1.36	184.4
8	성막후	352	7.83	263.3
	열처리후	1608	4.23	376.2
9	성막후	128	2.44	453.6
	열처리후	1522	7.77	291.4
10	성막후	343	8.83	292.0
	열처리후	1139	9.72	286.3
11	성막후	146	3.33	359.5
	열처리후	2067	3.81	385.8
12	성막후	—	—	422.4
	열처리후	—	—	376.9

표 2와 표 3에 나타낸 모든 시료에서 우수한 포화 자속 밀도와 보자력과 투자율과 자왜와 200 ~ 400전후의 높은 비저항을 나타내었다. 또한 이방성 자계의 값이 작은 경우, 저주파 영역에서는 투자율의 값이 커지나, 고주파 영역에서는 투자율의 저하가 현저한 경향이 있고, 반대로 이방성 자계의 값이 큰 경우는 저주파 영역에서는 투자율의 값이 그만큼 높지 않아도 고주파 영역에서도 그 값을 유지할 수 있고, 고주파 영역에서의 투자율이 우수함을 시사하고 있다.

또 이들 계의 자성 박막에서 FeM0계에서는 표 1에 개시한 바와 같이 1.0 ~ 1.5T(10 ~ 15kG)의 포화 자속 밀도를 얻을 수 있고, FeMn계에서는 표 2에 개시한 바와같이 1T(10kG)를 넘는 포화 자속 밀도를 용이하게 얻을 수 있어, 어느 계에서도 페라이트 등의 포화 자속 밀도 5kG에 비하여 훨씬 높은 10kG이상의 포화 자속 밀도의 것이 용이하게 얻어진다.

(실시예)

고분자 필름 또는 세라믹등으로 이루어지는 한변 12㎜의 정방형상의 2매의 기판의 각각에 $Fe_{55}Hf_{11}O_{34}$ 조성의 두께 3㎛, 자성 박막을 형성하고, 또한 자성 박막상에 두께 17㎛의 SiO_2(또는 고분자)로 이루어지는 절연막을 개재하여 도 2에 나타낸 각형 스파이럴 형의 동으로 이루어지는 코일을 형성하고, 이들을 SiO_2 또는 고분자로 이루어지는 절연층의 양쪽에 도 1에 나타낸 바와같이 배치하여 박형 자기 소자 시료를 얻었다. 스파이럴 형의 코일은 코일 전체 폭(D)을 10㎜, 감은 수 9턴으로 하였다.

상기 제조공정에서, 코일 도체의 폭을 0.4㎜, 코일 도체간의 간격을 0.5㎜, 코일 도체의 두께를 t로 한 경우에 주파수 10MHz의 경우의 일차측 성능계수(Q)에 대한 코일 도체 두께 의존성을 측정한 결과를 도 3에 나타낸다. 도 3에 나타낸 결과로부터 분명한 바와 같이 자성층의 두께를 0.5㎛이상, 8㎛이하의 범위로 하면, 1.5이상의 일차측 성능계수(Q)를 얻을 수 있음과 동시에 자성층의 두께를 1㎛이상, 6㎛이하의 범위로 하면, 2이상의 일차측 성능계수(Q)를 얻을 수 있다.

도 4는 자성층 두께를 3㎛로 설정하고, 인접하는 코일 도체(6, 6)간의 간격을 b로 한 경우의 박형 자기 소자에서의, a/(a+b)로 나타내는 코일 도체폭의 비율에 의한 인덕턴스의 값을 10MHz에서 측정한 결과를 나타내고, 도 5는 동등한 구성의 박형 자기 소자의 a/(a+b)로 나타내는 코일 도체 폭의 비율에 의한 등가 저항의 값을 10MHz에서 측정한 결과를 나타내고, 도 6은 코일 도체 폭의 비율에 의한 성능 계수(Q)의 값을 10MHz에서 측정한 결과를 나타낸다.

도 4와 도 5와 도 6에 나타낸 결과로부터 코일 도체 폭의 비율이 0.2이상인 경우에 등가 저항이 현저하게

낮아지고 양호한 값이 되어 높은 성능 계수(Q)를 얻을 수 있음이 분명하다. 도 4에서 인덕턴스는 코일 도체 폭이 넓어짐에 따라 약간 감소경향을 나타내었으나, 이것은 코일 도체에 의하여 자속의 흐름이 방해되었기 때문이라고 생각된다. 도 5에 나타낸 등가 저항을 보면, 코일 도체 폭이 좁을 때 저항이 높아져 있으나, 이것은 코일 도체 자신의 단면적이 작기 때문이다. 코일 도체 폭이 넓을수록 Q는 높아지나, 이것은 등가 저항의 특성에 의한 것이다. 성능 계수의 값에서 보면, 코일 도체 폭의 비율이 0.2이상인 경우에 바람직한 범위임이 분명하다.

도 7은 두께 25㎛의 폴리이미드의 필름상에 도 2에 나타낸 스파이럴 형으로서 동제의 코일 도체의 두께를 35㎛, 코일 도체의 폭 a를 0.15㎜, 02㎜, 0.3㎜, 0.4㎜, 0.5㎜으로 각각 설정한 복수의 코일 시료를 작성하고, 그들에 관하여 통전시험을 행하여, 그때 일어난 온도 상승을 열전대로 측정한 결과를 나타내고, 도 8은 동제의 코일 도체의 두께를 70㎛로 설정하여 동일한 시험을 행한 결과를 나타내었다.

도 7과 도 8에 나타낸 결과에서 온도 상승이 50℃이하이면 실용에 제공할 수 있고, 흐르는 전류도 0.5 ~ 1.0A정도가 실용적인 범위이다.

이상의 것으로부터 감안하여 보면, 두께 35㎛의 동제의 도체 코일이면, 코일 도체 폭(a)을 0.3㎜이상, 1.0㎜이하의 범위에서 선택하는 것이 가능하고, 두께 70㎛의 동제의 도체 코일이면, 코일 도체 폭(a)을 0.2㎜이상, 1.00㎜이하의 범위에서 선택할 수 있다. 따라서 t/a 로 나타내는 애스팩트비를 두께 35㎛의 동제의 도체 코일이면, 0.05이상, 0.12이하의 범위, 두께 70㎛의 동제의 도체 코일이면, 0.07이상, 0.35이하의 범위인 것이 바람직한 것을 알 수 있다. 따라서 두께 35㎛와 70㎛중 어느 도체 코일에서도 애스팩트비 0.035이상, 0.12이하의 범위내이면, 발열을 낮게 억제할 수 있음이 판명되었다. 또한 코일 도체 폭(a)을 1.0㎜이하로 한 것은, 1.0㎜를 넘어서면 인접하는 도체 코일이 쇼트할 가능성이 커져 소자의 소형화를 할 수 없어 바람직하지 않기 때문이다. 또 미안다형 도체 코일의 경우, 인접하는 도체 코일에 의한 반대방향의 자속이 간섭하기 때문에 코일 도체의 폭(a)은 그 의미에서도 1.0㎜이하로 하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

이상 설명한 바와같이 본 발명의 박형 자기 소자는 코일 패턴상에 자성 박막을 0.5 ~ 8㎛의 두께로 형성하였기 때문에 양호한 성능 계수(Q)를 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

적어도 베이스체의 한쪽 면에 형성된 코일 패턴과,이 코일 패턴상에 형성된 자성 박막이 구비되어 이루어지고,

상기 자성박막이 0.5㎛이상, 8㎛이하의 두께로 형성되는 점과,

상기 코일 패턴을 구성하는 코일 도체의 두께를 t, 폭을 a로 한 경우의 코일 도체의 액스팩트비 t/a가 $0.035 \leq t/a \leq 0.35$의 관계를 만족하여 이루어지는 점 및,

상기 코일 패턴을 구성하는 코일 도체의 폭을 a, 코일 패턴에서의 인접하는 코일 도체간의 간격을 b로 한 경우에 $0.2 \leq a/(a+b)$의 관계가 만족되어 이루어지는 점 중, 적어도 하나가 만족되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 박형 자기 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 자성박막이 Fe, Co, Ni중 1종 또는 2종이상을 주성분으로 하는 평균 결정입경 30nm이하의 미세 결정상과 란타노이드계의 희토류 원소(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu중 1종 또는 2종이상)와 Ti, Zr, Hf, Ta, Nb, Mo, W에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 원소 M과 O 또는 N의 화합물을 주성분으로 하는 비정질상으로 이루어지는 것임을 특징으로 하는 박형 자기 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 자성 박막이, $A_a M_b M'_c L_d$로 이루어지는 조성식으로 나타내어지는 것임을 특징으로 하는 박형 자기소자[단, A는 Fe, Co, Ni중에서 선택되는 1종 또는 2종이상을 나타내고, M은 란타노이드계의 희토류 금속원소(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu중 1종 또는 2종 이상) 및 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 원소를 나타내고, M'은 Al, Si, Cr, Pt, Ru, Rh, Pd, Ir군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 원소를 나타내고, L은 O과 N중 1종 또는 2종을 나타내고, 조성비 a, b, c, d는 원자 %로서, $20 \leq a \leq 85$, $5 \leq b \leq 30$, $0 \leq c \leq 10$, $15 \leq d \leq 55$의 관계를 만족하는 것임].

청구항 4

베이스체의 양쪽에 형성된 코일 패턴과, 이 코일 패턴상에 형성된 자성 박막이 구비되어 이루어지고,

상기 자성 박막이 0.5㎛이상 8㎛이하의 두께로 형성되어 이루어지는 점 및,

상기 코일 패턴을 구성하는 코일 도체의 두께를 t, 폭을 a로 한 경우의 코일 도체의 애스팩트비 t/a가 $0.035 \leq t/a \leq 0.35$ 의 관계를 만족하여 이루어지는 것과,

상기 코일 패턴을 구성하는 코일 도체의 폭을 a, 코일 패턴에서의 인접하는 코일 도체간의 간격을 b로 한 경우, $0.2 \leq a/(a+b)$의 관계가 만족되어 이루어지는 점 중, 적어도 하나가 만족되어 이루어지는 것을 특징

으로 하는 트랜스.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 자성박막이 Fe, Co, Ni중 1종 또는 2종 이상을 주성분으로 하는 평균 결정입경 30nm이하의 미세 결정상과, 란타노이드계의 희토류 원소(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu중 1종 또는 2종 이상)와 Ti, Zr, Hf, Ta, Nb, Mo, W에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 원소 M과 O 또는 N의 화합물과 주성분으로 하는 비정질상으로 이루어지는 것임을 특징으로 하는 트랜스.

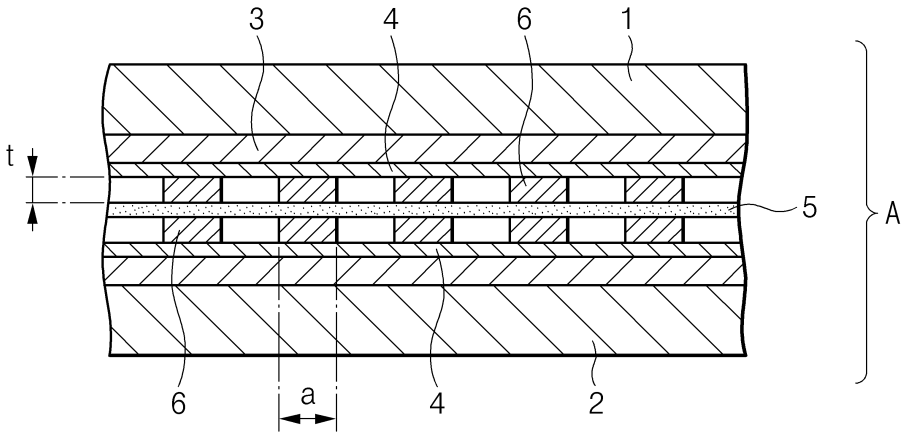
청구항 6

제 5항에 있어서,

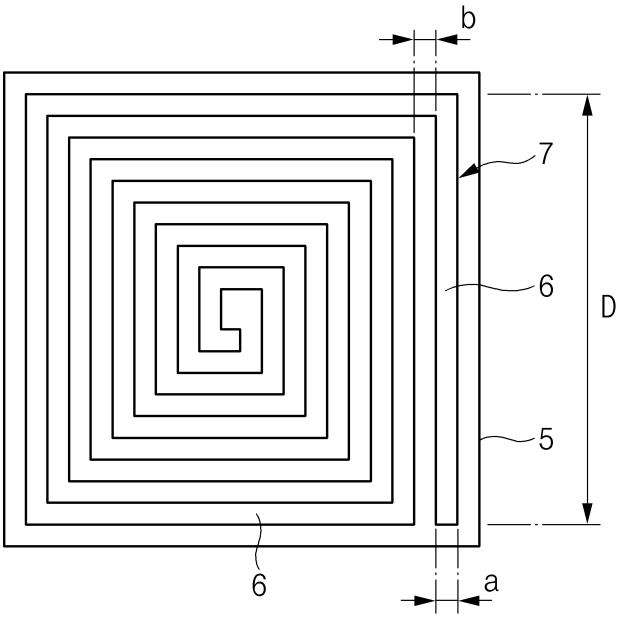
상기 자성 박막이 $A_a M_b M'_c L_d$로 이루어지는 조성식으로 나타내어지는 것임을 특징으로 하는 트랜스[단, A는 Fe, Co, Ni중에서 선택되는 1종 또는 2종 이상을 나타내고, M은 란타노이드계의 희토류 금속원소(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu중 1종 또는 2종 이상) 및 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 원소를 나타내고, M'은 Al, Si, Cr, Pt, Ru, Rh, Pd, Ir군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 원소를 나타내고, L은 O과 N중 1종 또는 2종을 나타내고, 조성비 a, b, c, d는 원자 %로서, $20 \leq a \leq 85$, $5 \leq b \leq 30$, $0 \leq c \leq 10$, $15 \leq d \leq 55$의 관계를 만족하는 것임].

도면

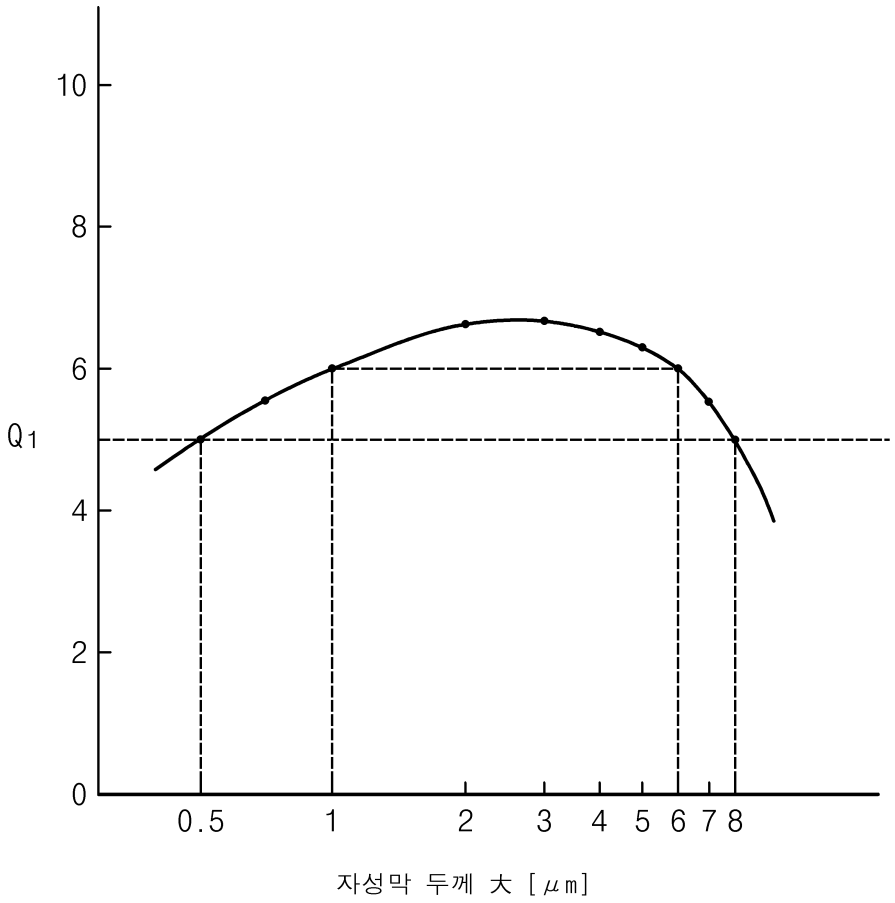
도면1



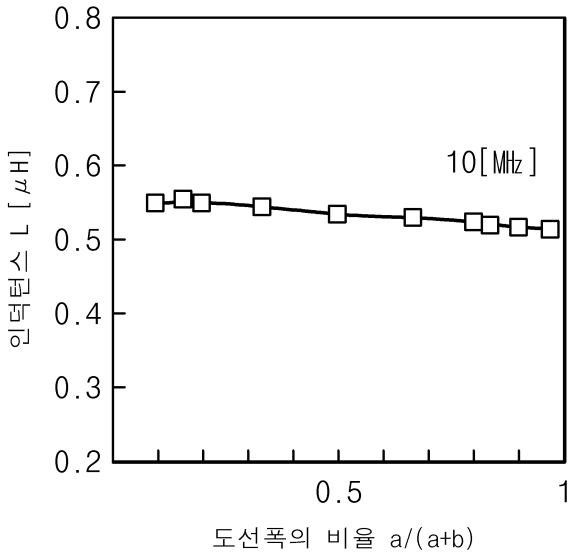
도면2



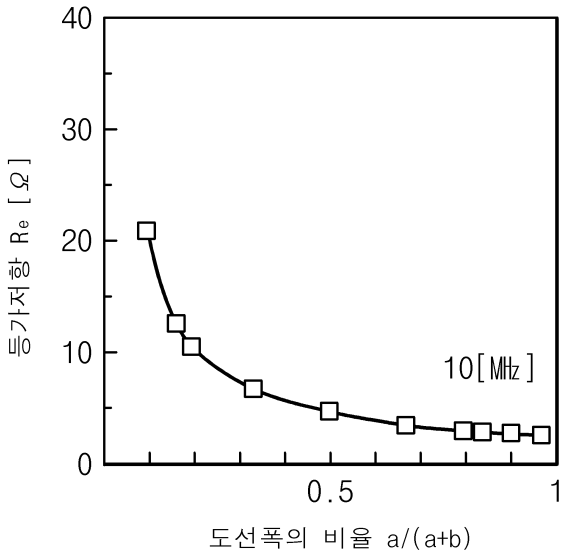
도면3


10
8
6
Q1
4
2
0
0.5
1
2
3
4
5
6
7
8
자성막 두께 大 [μm]

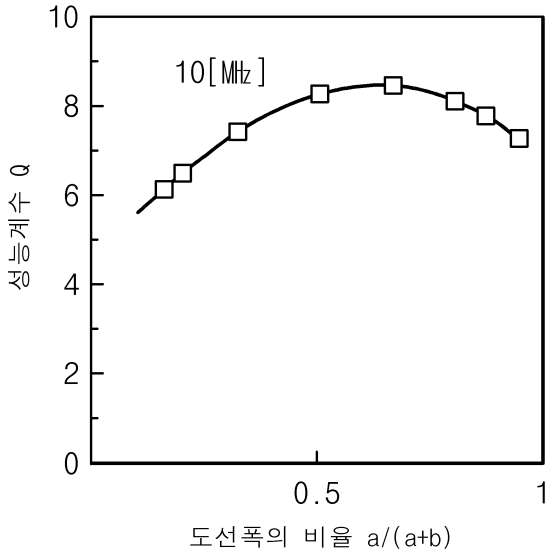
도면4


0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
인덕턴스 L [μH]
10[MHz]
0.5
1
도선폭의 비율 a/(a+b)

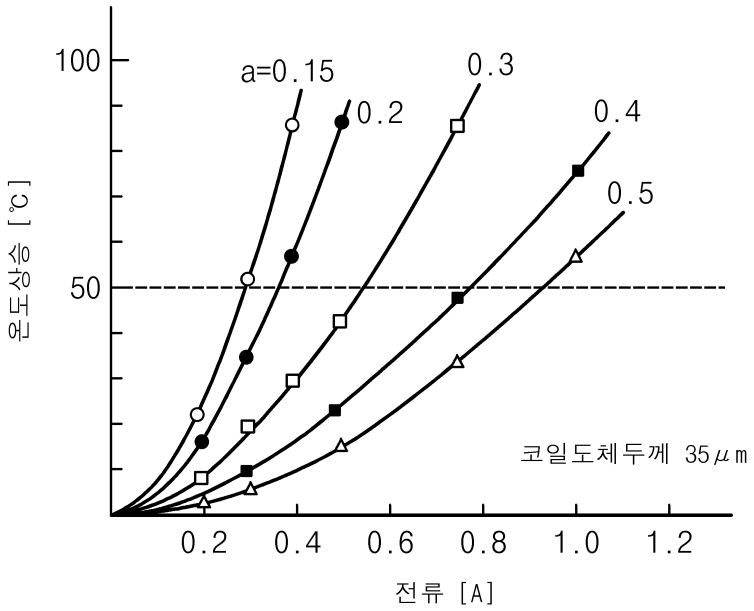
도면5


40
30
20
10
0
0.5
1
10[MHz]
등가저항 Re [Ω]
도선폭의 비율 a/(a+b)

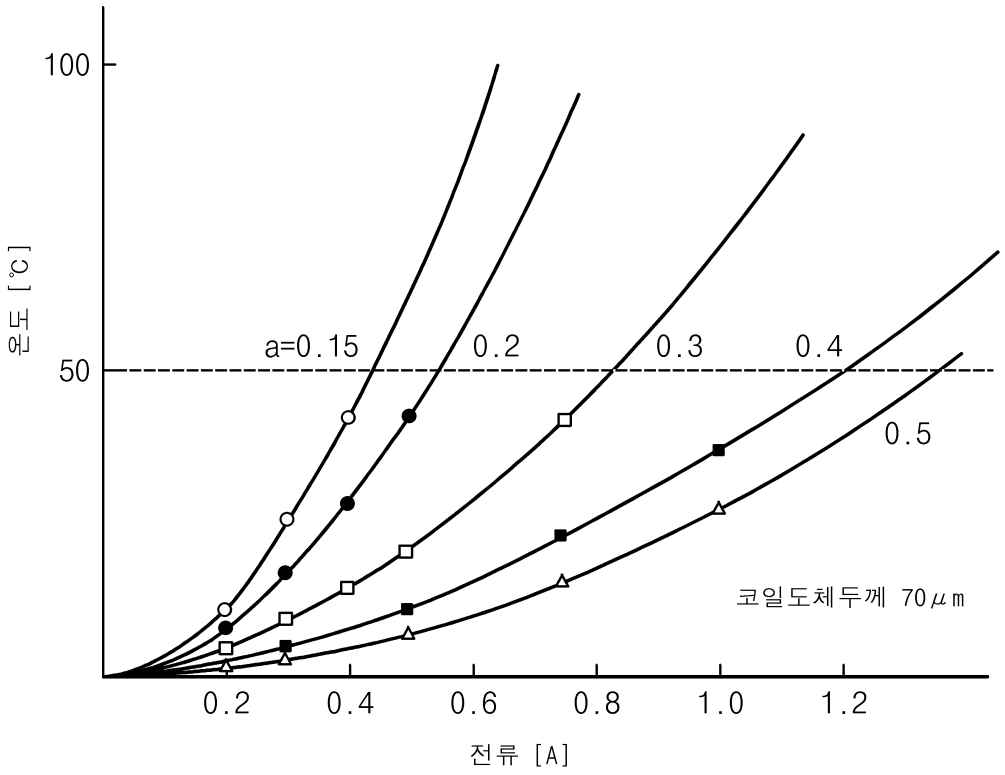
도면6


10
8
6
4
2
0
0.5
1
10[MHz]
성능계수 Q
도선폭의 비율 a/(a+b)

도면7


100
50
a=0.15
0.2
0.3
0.4
0.5
온도상승 [℃]
코일도체두께 35㎛
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
전류 [A]

도면8


100
50
a=0.15
0.2
0.3
0.4
0.5
온도 [℃]
코일도체두께 70㎛
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
전류 [A]