(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
H01F 1/14

(45) 공고일자 1991년04월20일
(11) 공고번호 특1991-0002375

(21) 출원번호	특1988-0008850	(65) 공개번호	특1989-0002910
(22) 출원일자	1988년07월14일	(43) 공개일자	1989년04월11일

(30) 우선권주장 175673 1987년07월14일 일본(JP)
188344 1987년07월28일 일본(JP)
188345 1987년07월28일 일본(JP)
1731 1988년01월07일 일본(JP)

(71) 출원인 히다찌 긴조꾸 가부시끼가이샤 마쯔노 고오지
일본국 도오꾜도 지요다꾸 마루노우찌 2죠메 1반 2고

(72) 발명자 요시자와 요시히또
일본국 사이따마껭 구마가야시 니이보리신덴 450-3
야마우찌 기요따까
일본국 사이따마껭 구마가야시 베푸 5죠메 153

(74) 대리인 이병호, 최달용

심사관 : 임평섭 (책자공보 제2259호)

(54) 자성코어 및 그 제조방법

요약

내용 없음

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

자성코어 및 그 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 시간에 대하여 변화한 자성코어의 유효 투과율 μo_{1K}를 도시한 그래프.

제2도는 실시예 1에서 단일 로울방법에 의해 제조된 Fe-베이스 합금 리본의 X-레이 회절모양을 도시한 그래프.

제3a도는 실시예 1에서 열처리된 Fe-베이스 합금의 X-레이 회절모양을 도시한 그래프.

제3b도는 실시예 1에서 열처리된 Fe-베이스 합금 리본의 전송 전자 현미경 사진.

제4a도 내지 제4h도는 'a'는 빠른 가열 그리고 'b'는 공기 냉각법을 나타낸 다양한 열처리 모양을 도시한 그래프.

제5도는 실시예 1에서 Fe-베이스 합금 리본의 토로이드 권선 코어를 도시한 사시도.

제6도는 자성코어의 제어 자화성질을 측정하기 위한 회로를 도시한 개략도.

제7도는 포화 리액터로서 자기코어의 특성을 도시한 그래프.

제8도는 △B 및 자성 H사이의 관계를 도시한 그래프.

제9도는 코어손실 및 주파수 사이의 관계를 도시한 그래프.

제10도는 $\triangle B_b$, △B 및 자장 H사이의 관계를 도시한 그래프.

제11도는 B_{10}, Br/B_{10}, 코어손실 및 Hc 그리고 온도 사이의 관계를 도시한 그래프.

제12도는 출력전압, 그리고 코어 케이스면에서 온도증가 △T, 12V 부하에서 전류 사이에서 관계를 도시한 그래프.

제13a도 내지 제13c도는 DC B-H 곡선을 각각 도시한 그래프.

제14도는 특정 코어 게인 Go와 X(원자%) 사이의 관계를 도시한 그래프.

제15도는 특정 코어 게인 Go와 α(원자%) 사이의 관계를 도시한 그래프.

제16도는 반도체 회로 리액터를 도시한 개략도.

제17도는 제16도의 반도체 회로 리액터를 사용한 절환 공급원의 기본회로를 도시한 개략도.

제18도는 A가 본 발명의 반도체 회로 리액터를 사용한 경우를 나타내고 B가 리액터를 사용한 경우를 나타내는 부하전류를 형성한 파를 나타낸 그래프.

제19도는 본 발명의 리액터를 포함한 반도체 회로 리액터의 실시예를 도시한 개략도.

제20도는 중공 성분 초우크의 실시예를 도시한 개략도.

제21도는 소음 레벨 및 주파수 사이의 관계를 도시한 그래프.

제22a도는 트로이드 권선코어를 도시한 개략도.

제22b도는 제22a도의 토로이드 권선코어로부터 생산된 자성코어를 도시한 개략도.

제23a도는 DC B-H 곡선을 도시한 그래프.

제23b도는 펄스 투과율 μ와 △B사이의 관계를 도시한 그래프.

제24도는 복합 투과율의 절대값 $1\mu^{|}$와 주파수 사이를 관계를 도시한 그래프.

제25a도는 E코어를 도시한 사시도.

제25b도는 변압기용 E형 자성코어를 도시한 개략도.

제26a도는 펄스 감소 특성을 평가하기 위한 회로를 도시한 개략도.

제26b도는 출력 펄스 피이크 전압과 입력 펄스 피이크 전압 사이의 관계를 도시한 그래프.

제27a도는 주파수에서 감소의 경향을 측정하기 위한 회로를 도시한 개략도.

제27b도는 감소 및 주파수 사이의 관계를 도시한 그래프.

제28a도는 토로이드 감긴 코어를 도시한 사시도.

제28b도는 절단 코어를 도시한 사시도.

제29도는 코어손실과 주파수 사이의 관계를 도시한 그래프.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 시간에 대하여 덜 변화하는 좋은 자기 특성을 갖는 자성코어, 특히 반도체 회로 리액터, 공통성분 초우크, 변압기, 모터 등에 사용하기 위한 자성코어에 관한 것이다.

상기 적용에 대한 자기코어는 자기변형, 높은 유효 투자율, 높은 포화자속 밀도를 일반적으로 요구하며, 자기 성질은 좋은 내구성을 가지며 시간에 대하여 덜 변화하는 것을 요구한다.

상기 특성에 추가하여, 특히 자기 증폭회로용 포화 리액터로써 사용될 때 자성코어는 낮은 코어손실 및 좋은 제어 자화특성(낮은 비제어 자속 밀도)을 가지도록 요구한다.

반도체 회로 리액터는 정격값보다 큰 전류가 소음에 기인한 에러를 방지하며 반도체 회로의 파손을 회피함에 의하여 반도체 회로의 "온" 그리고 "오프"에 의해서 발생된 전류 스파크 또는 전기 랭킹에 기인하여 반도체 회로를 통하여 흐르는 것을 방지하기 위하여 사용된다. 그래서, 상기와 같은 리액터는 상기 비정상전류를 억제하도록 높은 유효 투자율 및 높은 구형비를 요구한다.

공통성분 초우크에 있어서, 자성코어는 단일극을 방지하도록 작동가능한 큰 유효 자속범위를 가져야 하며, DC B-H 곡선의 작은 면적비율을 가져야만 한다.

변압기에 있어서, 자성코어는 공통성분 초우크에서처럼 단일극을 방지하도록 DC B-H 곡선의 작은 면적비율을 가져야 하며 우수한 고주파수 특성 특히 고주파수에서 작은 코어손실을 갖도록 요구되므로 최근 절환 공급원은 보다 높은 주파수에서 작동되어야 한다.

최근 포화자속 밀도를 가지는 상기 재료와 같이 Fe-베이스 및 Co-베이스 비정질 합금은 주의를 기울어야 한다. Co-베이스 비정질 합금은 낮은 자화 및 높은 유효 투자율을 갖는다. 포화 리액터에서 사용이 일본 특허출원 공개공보 제57-210612호 및 제57-21512호에 의해 제안되었다. 다른편으로는, Fe-베이스 비정질 합금은 일본 특허출원 제58-1183호에 개재된 바와 같이 Fe-베이스 비정질 합금보다 높은 포화자속 밀도를 가지며, 또한 Co-베이스 비정질 합금은 무산소 대기하에서 열처리될 때 높은 구형비를 갖는다.

Fe-베이스 비정질 합금이 Co-베이스 합금보다 높은 포화자속 밀도를 갖음에도 불구하고 Fe-베이스 합금은 코어손실 및 제어 자화특성 특히, 그들이 20KHz 또는 그 이상의 고주파수에서 작동되는 절환 공급원의 자기 증폭회로에서 포화 리액터를 위하여 사용될 때 Co-베이스 합금보다 열등하다. Fe-베이스 비정질 합금이 큰 전체 제어 자화력을 가지므로 큰 제어 자화전류는 자성코어의 온도증가를 유도한 제어 출력전압이 요구되며, 또한 제어회로의 부하를 증가하며, 그 효율을 감소하고 그 근처의 다른 부분은 덜 내구력을 갖는다. 추가해서, 반도체 회로 리액터가 Fe-베이스 비정질 합금으로 형성될 때 극히 높은 자화 및

낮은 유효 투자율을 도시하므로 스파크 전류 등은 효과적으로 방지할 수 없다.

그러는 동안, 절환 공급원의 변압기는 종래의 Hn-Zn 페라이트로 만들어졌지만 고주파수에서 사용가능한 절환 공급원의 변압기를 위하여 Fe-베이스 비정질 합금을 사용하도록 전기통신학회 기술보고서에 의해서 제안되었다. 그러나, 상기 기술보고서에서 지적한 바와 같이 Fe-베이스 비정질 합금이 사용될 때 상기 코어는 기계적 응력에 의해 자기적 성질의 저하를 유도한 큰 자화를 도시하며, 또한 고주파수 자기특성의 저하는 상기 코어가 절단되거나 수지를 포함할 때 발생한다.

따라서, Co-베이스 비정질 합금과 비교하여 낮은 자화 및 높은 유효 투자율을 가지고, Fe-베이스 비정질 합금과 비교하여 높은 포화자속 밀도를 가지는 물질을 제공하는 것이 바람직하며, 이와 같은 특성은 시간에 대하여 거의 불변한다.

일본특허 공개공보 제62-101008호에는 자기회로에서 시간에 대하여 거의 불변하는 자기특성에 대한 자성코어로서 사용될 매트릭스상보다 큰 체적에서 비정질 매트릭스상에서 덜 일정하게 분산되거나 0.1㎛의 매우 투명한 입자를 가지는 보조의 투명한 물질을 게재하였다.

그러므로, 본 발명의 목적은 높은 포화자속 밀도, 유효 투과율 및 낮은 코어손실을 갖는 자성코어를 제공하는 것이다. 심한 연구결과, 발명자는 자성코어는 필수적으로 Fe, Cu 및 M을 구성한 Fe-베이스 연한 자기 합금으로 제조되며, 그안의 M은 Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti 그리고 Mo를 구성한 족으로 선택된 최소 한개의 원소이며, 상기 합금구조의 최소 50%는 미세한 결정질 입자에 의해 점유되며, 자성코어는 0.3 내지 그 이하의 시간(X)에 대하여 유효 투과율의 변화를 갖는다는 것을 알 수 있었다.

본 발명의 자성코어는 필수적으로, Fe, Cu 및 M을 구성한 Fe-베이스 연한 자기합금으로 제조된 0.3 내지 그 이하의 시간(X)에 대하여 유효 투자율의 변화비율을 가지며, 그안의 M은 Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti 그리고 Mo를 구성한 족으로 선택된 최소 한개의 원소이며, 상기 합금구조의 최소 50%는 미세한 결정질 입자에 의해 점유된다.

특별히, Fe-베이스 연한 자기합금은 일반공식에 의해 표현된 조성을 일반적으로 갖는 본 발명에 따른 자성코어를 사용하며,

$(Fe_{1} \cdots {}_{a}M_{a})_{100-x-y-z-\alpha}Cu_{M}Si_{y}B_{z}M'_{\alpha}$

그안의 M은 Co 그리고/또는 Ni, M'가 Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti 그리고 Mo를 구성한 족으로부터 선택된 최소 한개의 원소이고, a, x, y, z 그리고 α는 각기 만족하게 $0 \leq a \leq 0.5$, $0.1 \leq x \leq 3$, $0 \leq y \leq 30$, $0 \leq 25$, $5 \leq y+z \leq 30$, 그리고 $0.1 \leq \alpha \leq 30$이며, 상기 합금 구즈의 최소 50%는 미세한 결정질 입자에 의해 점유된다.

본 발명을 위하여 적절한 Fe-베이스 연한 자기합금의 다른 형태는 일반공식에 의해 표현된 조성을 갖는다.

$(Fe_{1-a}M_{a})_{100-x-y-z-\alpha-\beta-\gamma}Cu_{M}Si_{y}B_{z}M'_{\alpha}M''_{\beta}X_{\gamma}$

그안의 M은 Co 그리고/또는 Ni이며 M'는 Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti 그리고 Mo를 구성한 족으로부터 선택된 최소 한개의 원소이며, M"는 V, Cr, Mn, Al를 구성한 족으로부터 선택된 최소 한개의 원소이며, 백금족에서 원소 Sc, Y 희토류 원소 Au, Zn, Sn 그리고 Re, X는 C, Ge, P, Ga, Sb, In, Be 그리고 As를 구성한 족으로부터 선택된 최소 하나이며 a, x, y, z, α, β 그리고 γ는 각기 만족하게 $0 \leq a \leq 0.5$, $0.1 \leq x \leq 3$, $0 \leq y \leq 30$, $0 \leq z \leq 25$, $5 \leq y+z \leq 30$, $0.1 \leq \alpha \leq 30$, $\beta \leq 10$, 그리고 $\gamma \leq 10$이며 상기 합금 구조의 최소 50%는 1000Å 또는 그 이하의 평균 입자 직경을 갖는 미세한 결정입자이다.

상기 Fe-베이스 연한 자기합금의 각각에서 Fe은 0.3까지 범위에서 Co 그리고/또는 Ni에 의해 대치될 것이다. M(Co 그리고/또는 Ni)이 0.3을 초과할 때 자성코어의 제어 자화성질은 감소한다. 그러나, 낮은 코어손실 및 자화와 같은 좋은 자기적 성질을 갖도록 Co 그리고/또는 Ni의 함유량은 "a"가 적절히 0 내지 0.1로 표현된다. 특히, 낮은 자화합금을 제공하기 위하여 "a"의 범위는 적절히 0 내지 0.05이다.

Cu는 필수적인 원소이며, 그 함유량 "X"는 0.1 내지 3원자%이다. 그것이 0.1원자%보다 작을 때 Cu의 추가에 의해 얻어지게 될 투과율에서 증가와 코어손실의 감소에 거의 효과가 없다. 다른편으로는 그것이 3원자%를 초과할 때, 최종 자성코어 제어 자화성질은 Cu를 함유하지 않는 것보다 낮게 된다. 본 발명에서 Cu의 적합한 함유량은 0.5 내지 2원자%이며, 상기 범위에서 자성코어는 Co-베이스 비정질 합금 자성코어인 것과 비교하여 제어 자화성질을 갖고 있다.

코어손실이 감소하고 Cu의 추가에 의해 투과율이 증가하므로 완전히 명확하지는 않지만, 그것은 하나와 같이 예상될 것이다.

Cu 및 Fe은 양의 상호 작용 매개변수이므로 그들 용해도는 낮다. 따라서, 합금이 가열되지만 그것은 비정질이고 아연원자 또는 구리원자는 조성 파동 생성에 의해 덩어리를 형성하려고 모이게된다. 이것은 미세한 결정질 입자를 생성하기 위하여 핵에 제공하도록 결정질이 되려는 많은 자구를 산출한다. 상기 결정질입자는 Fe 위에 쌓이며, Cu는 Fe내에서 거의 용해되지 않으므로 결정질 입자의 근처의 Cu 함유량은 높아지게 된다. 이것은 생각컨데 졀정입자의 성장을 억제한다.

Cu의 추가로 인해 대다수 핵의 형성과 결정입자의 성장하므로, 결정입자는 미세해지며 상기 현상은 Nb, Ta, W, Mo, Zr, Hf, Ti 등의 함유물에 의해 가속하게 된다.

Nb, Ta, W, Mo, Zr, Hf, Ti 등이 없다면, 결정입자는 완전히 미세하게 되지도 않고 최종 합금의 연한 자기적 성질로 떨어지게 된다. 특히 Nb 및 Mo는 효과적이며 특히, Nb는 미세한 결정입자를 유지하려고 작용하며 그것에 의해 매우 연한 자기적 성질을 제공한다. Fe 위의 미세한 결정질 입자가 형성되므로, Fe-

베이스 연한 자기합금은 Fe-베이스 비정질 합금보다 작은 자화를 가지며, Fe-베이스 연한 자기합금은 내부응력변화에 기인하여 작은 자기 이방성을 가지므로 그 결과 연한 자기적 성질을 개선한다.

Cu를 첨가함이 없이 결정 입자를 미세하게 만들기는 쉽지 않다. 대신에, 화합물상이 형성되어 결정화되기 쉽기 때문에, 자기적 성질을 나쁘게 한다.

Si와 B는 특히 미세한 합금 구조를 만드는 원소들이다. Fe-베이스 연자성 합금은 Si와 B를 첨가하여 비정질 합금을 형성한 다음, 열처리하여 미세한 결정질 입자를 형성함으로써 제조하는 것이 양호하다.

Si("y")의 함유량과 B("z")의 함유량은 $0 \leq y \leq 30$원자%, $0 \leq z \leq 25$원자% 및 $5 \leq y+z \leq 30$원자%로 하는데, 그 이유는 만일 그렇게 하지 않으면 합금이 상당히 감소된 포화자속 밀도를 갖게 되기 때문이다.

본 발명에 있어서, y의 양호한 범위는 6 내지 25원자%, z의 양호한 범위는 2 내지 25원자%이고, y+z의 양호한 범위는 14 내지 30원자%이다. y가 25원자%를 초과할 때, 최종 합금은 우수한 연자성 성질을 제공하는 조건하에서 비교적 큰 자기 변형을 갖고, y가 6원자% 이하일 때, 충분한 연자성 성질이 반드시 얻어지지 않는다. B("z")의 함유량을 제한하는 이유는 z가 2원자% 이하일 때 균일한 결정립 구조가 쉽게 얻어질 수 없기 때문에, 어느정도 연자성 성질이 열화되고, z가 25원자%를 초과할 때, 최종 합금은 우수한 연자성 성질을 제공하는 열처리 조건하에서 비교적 큰 자기 변형을 갖게 된다. Si+B(y+z)의 총량과 관련하여, y+z가 14원자% 이하일 때, 종종, 합금을 비정질로 만들기가 어렵기 때문에, 비교적 열등한 자기적 성질을 제공하게 된다. y+z가 30원자%를 초과할 때, 포화자속 밀도의 극단적인 감소, 연자성 성질의 열화 자기 변형의 증가가 일어난다. 특히, Si와 B의 함유량이 $10 \leq y \leq 25$, $3 \leq z \leq 18$, 그리고 $18 \leq y+z \leq 28$일때, 이러한 범위는 탁월한 연자성 성질 특히, -5×10^{-6} 내지 $+5 \times 10^{-6}$ 범위의 포화 자기 변형을 갖는 합금을 제공한다. 특히 양호한 범위는 $11 \leq y \leq 24$, $3 \leq z \leq 9$ 및 $18 \leq y+z \leq 27$이고, 이러한 범위는 -1.5×10^{-6}내지 $+1.5 \times 10^{-6}$ 범위의 포화 자기 변형을 갖는 합금을 제공한다.

본 발명에 있어서, Cu와 함께 첨가될 때, M'는 석출된 결정립을 미세하게 만들도록 작용한다. M'는 Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti 및 Mo로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 원소이다. 이들 원소는 합금의 결정화 온도를 상승시키는 기능을 갖는다. 덩어리를 형성시켜 결정 온도를 낮추는 기능을 갖고 있는 Cu와 상호작용하여, Nb 등은 석출된 결정립의 성장을 억제함으로써, 결정립을 미세하게 만든다.

M'(α)의 함유량은 0.1 내지 30원자%이다. M'의 함유량이 0.1원자% 이하일 때, 결정립을 미세하게 만드는 충분한 효과가 얻어질 수 없고, M'의 함유량이 30원자%를 초과할 때, 포화자속 밀도의 극단적인 감소가 일어난다. M'의 양호한 함유량은 0.1 내지 10원자%이고, 보다 양호한 α는 2 내지 8원자%이고, 이러한 범위에서 특히 우수한 연자성 성질이 얻어진다. 흔히, M'로서 가장 양호한 것은 Nb 또는 Mo이고, 특히 Nb는 자기적 성질의 개념에서 아주 양호하다. M'의 첨가는 Co-베이스 고투자율 재료의 투자율만큼 높은 투자율을 갖는 Fe-베이스 연자성 합금을 제공한다.

내식성이나 자기적 성질을 개선하고, 자기 변형을 조절할 목적으로, 백금족 원소, V, Cr, Mn, Al, 희토류원소 Sc, Y, 그리고 Au, Zn, Sn 및 Re으로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 원소인 M"가 첨가될 수 있지만, 그 함유량은 최대 10원자%이다. M"의 함유량이 10원자%를 초과할 때, 포화자속 밀도의 극단적인 감소가 일어난다. M"의 특히 양호한 양은 5원자% 이하이다.

그들 가운데, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au, Cr 및 V로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 원소가 아주 우수한 내식성과 내마모성을 갖는 합금을 제공할 수 있으므로, 자기 헤드 등에 적합한 합금을 만들 수 있다.

Fe-베이스 연자성 합금은 C, Ge, P, Ga, Sb, In, Be 및 As로 구성된 그룹에서 선택된 적어도 하나의 원소 X를 10원자% 이하로 함유할 수 있다. 이들 원소는 합금을 비정질로 만드는데 효과적이고, Si와 B가 첨가될 때, 그들은 합금을 비정질로 만드는데 도움을 줄뿐만 아니라, 합금의 큐리 온도와 자기 변형을 조절하는데에도 효과적이다.

종합해보면, 일반식$(Fe_{1-a}M_a)_{100-x-y-z-\alpha}Cu_xSi_yB_zM'_\alpha$를 갖는 Fe-베이스 연자성 합금에 있어서, a, x, y, z 및 α의 일반적인 범위는 $0 \leq a \leq 0.5$, $0.1 \leq x \leq 3$, $0 \leq y \leq 30$, $0 \leq z \leq 25$, $5 \leq y+z \leq 30$, $0.1 \leq \alpha \leq 30$이고, 그들의 양호한 범위는 $0 \leq a \leq 0.3$, $0.1 \leq x \leq 3$, $6 \leq y \leq 25$, $2 \leq z \leq 25$, $14 \leq y+z \leq 30$, $0.1 \leq \alpha \leq 10$이고, 보다 양호한 범위는 $0 \leq a \leq 0.1$, $0.5 \leq x \leq 2$, $10 \leq y \leq 25$, $3 \leq z \leq 18$, $18 \leq y+z \leq 28$, $2 \leq \alpha \leq 8$이고, 가장 양호한 범위는 $0 \leq a \leq 0.05$, $0.5 \leq x \leq 2$, $11 \leq y \leq 24$, $3 \leq z \leq 9$, $18 \leq y+z \leq 27$ $2 \leq \alpha \leq 8$이고, 일반식 $(Fe_{1-a}M_a)_{100-x-y-z-\alpha-\beta-\gamma}Cu_xSi_yB_zM'_\alpha M''_\beta X_\gamma$를 갖는 Fe-베이스 연사성 합금에 있어서, a, x, y, z, α, β 및 γ의 일반적인 범위는 $0 \leq a \leq 0.5$, $0.1 \leq x \leq 3$, $0 \leq y \leq 30$, $0 \leq z \leq 25$, $5 \leq y+z \leq 30$, $0.1 \leq \alpha \leq 30$, $\beta \leq 10$, $\gamma \leq 10$이고, 양호한 범위는 $0 \leq a \leq 0.3$, $0.1 \leq x \leq 3$, $6 \leq y \leq 25$, $2 \leq z \leq 25$, $14 \leq y+z \leq 30$, $0.1 \leq \alpha \leq 10$, $\beta \leq 5$, $\gamma \leq 5$이고, 보다 양호한 범위는 $0 \leq a \leq 0.1$, $0.5 \leq x \leq 2$, $10 \leq y \leq 25$, $3 \leq z \leq 18$, $18 \leq y+z \leq 28$, $2 \leq \alpha \leq 8$, $\beta \leq 5$, $\gamma \leq 5$이고, 가장 양호한 범위는 $0 \leq a \leq 0.05$, $0.5 \leq x \leq 2$, $11 \leq y \leq 24$, $3 \leq z \leq 9$, $18 \leq y+z \leq 27$, $2 \leq \alpha \leq 8$, $\beta \leq 5$, $\gamma \leq 5$이다.

상기 조성을 갖는 Fe-베이스 연자성 합금은 적어도 50%가 미세한 결정립으로 구성된 합금 구조를 갖는다. 이들 결정립은 Si와 B 등이 용해되어 있는 bcc 구조를 갖는 α-Fe에 기초를 두고 있다. 이들 결정립은 1000Å 이하의 극히 작은 평균 입경을 갖고, 합금 구조내에 균일하게 분포된다. 흔히, 결정립의 평균 입경은 각각의 입자의 최대 크기를 측정하여, 그들을 평균함으로써 결정된다. 평균 입경이 100Å을 초과할때, 우수한 연자성 성질은 얻어지지 않는다. 평균 입경은 500Å 이하가 양호하고, 200Å 이하가 보다 양호하고, 50 내지 200Å은 특히 양호하다. 미세한 결정립 이외의 합금 구조의 나머지 부분은 주로 비정

질일 수 있다. 합금 구조의 거의 100%를 미세한 결정립이 점유할때조차, Fe-베이스 연자성 합금은 충분히 우수한 자기적 성질을 갖는다.

흔히, N, O, S 등과 같은 불가피한 불순물과 관련하여, 바람직한 성질을 저하시키지 않을 정도의 양으로 그들을 함유하는 것은 본 발명의 자성코어용으로 적합한 합금 조성을 변화시키는 것으로 간주하지 않는다.

이제, Fe-베이스 연자성 합금을 제조하는 방법을 상세히 설명하겠다.

우선, 상기 조성의 합금 용융물을 단일 로울법, 이중 로울법 등과 같은 공지된 액상 냉각법으로 급냉하여 비정질 합금 리본을 형성한다. 통상적으로, 단일 로울법 등으로 제조된 비정질 합금 리본은 5 내지 100㎛정도의 두께를 갖는데, 25㎛ 정도의 두께를 갖는 비정질 합금 리본이 고주파수에서 사용하기 위한 자성코어 재료로서 특히 적합하다.

이들 비정질 합금은 결정상을 함유할 수 있지만, 그 합금 구조는 뒤에 이어질 열처리에 의해 균일하고 미세한 결정립을 확실히 형성할 수 있도록 비정질인 것이 양호하다. 흔히, 미세한 결정립을 함유하는 Fe-연자성 합금은, 적절한 조건이 선택되는 한, 열처리에 의존함이 없이 액상 냉각법에 의해 직접 제조될 수 있다.

비정질 리본은 비정질 상태에서 우수한 가공성을 갖기 때문에 열처리하기 전에 원하는 형태로 권선, 펀칭, 에칭하거나 어떤 다른 가공을 할 수 있지만, 한번 결정화되면, 그들은 그러한 가공성을 잃게 된다.

열처리는 원하는 형태로 가공된 비정질 합금 리본을 수소, 질소, 아르곤 등과 같은 불활성 가스 분위기 또는 진공중에서 가열함으로써 수행된다. 열처리의 온도와 시간은 비정질 합금 리본의 조성과 비정질 합금 리본 등으로부터 만들어진 자성코어의 형상 및 크기에 따라 변하지만, 일반적으로 450 내지 700℃와 5분 내지 24시간인 것이 바람직하다. 열처리 온도가 450℃ 보다 낮으면, 결정화가 쉽게 일어나지 않으므로, 열처리하는데 너무 많은 시간을 필요로 한다. 한편, 열처리 온도가 700℃를 초과하면, 조대한 결정립이 형성되는 경향이 있으므로, 미세한 결정립을 얻기가 어렵게 된다. 열처리 시간과 관련하여, 열처리 시간이 5분보다 짧으면, 균일한 온도에서 전체 권선 코어를 가열하기 어려우므로, 균일하지 않은 자기적 성질이 얻어지고, 열처리 시간이 24시간보다 길면, 생산성이 너무 낮을 뿐만 아니라, 결정립이 과다하게 성장하여, 자기적 성질의 저하를 가져오게 된다. 양호한 열처리 조건은, 특히 균일한 온도 조절 등을 고려할 때, 500 내지 650℃와 5분 내지 6시간이다.

열처리 분위기는 불활성 가스 분위기인 것이 양호하지만, 공기 등과 같은 산화 분위기일 수도 있다. 냉각은 공기중이나 노내에서 적절히 수행될 수 있다. 또한, 열처리는 여러 단계로 행해질 수도 있다.

자기 이방성을 제공하기 위하여, 열처리는 자장내에서 수행될 수도 있다. 열처리 단계에서, 본 발명의 자성코어의 자기 경로에 평행인 자장이 가해질 때, 열처리된 최종 자성코어는 그들의 B-H 곡선에서 우수한 구형비를 갖게 되고, 그 결과, 그것은 포화 리액터, 자기 스위치, 펄스 압축 코어, 스파이크 전압 방지용 리액터용으로 특히 적합하다. 한편, 자성코어의 자기 경로에 수직인 자장이 가해지는 동안 열처리가 수행될때, 그 B-H 곡선은 경사지게 되어, 작은 구형비와 일정한 투자율이 제공되게 된다. 그 결과, 그것은 더넓은 작동 범위를 갖게 되므로, 변압기, 소음 필터, 쵸크 코일 등에 적합하다.

자장은 항상 열처리중에 가해질 필요는 없고, 단지, 합금이 그들의 큐리 온도(Tc)보다 낮은 온도에 있을 필요가 있다. 본 발명의 경우, 합금은 결정질이기 때문에 비정질쌍보다 높은 큐리 온도를 갖고 있으므로, 자장내의 열처리는 대응하는 비정질 합금의 큐리 온도보다 높은 온도에서 수행될 수 있다. 자장에서의 열처리의 경우, 둘이상의 단계로 수행될 수 있다. 또한, 열처리중에 회전자장이 가해질 수도 있다.

본 발명의 자성코어는 10KG 이상의 포화자속 밀도(Bs)와 5×10^{3} 이상의 실효 투자율(μo_{1KHz})을 갖는 것이 바람직하다.

본 발명에 있어서, 시간에 대한 실효 투자율 변화율(x)는 다음식 $x=1-\mu_b/\mu_a$로 표시된다. 이식에서, μ_a는 시료를 테스트하기 전의 1에서의 실효 투자율이고, μ_b는 시료를 공기중에서 100℃로 1000시간동안 가열테스트한 후의 1KHz에서의 실효 투자율이다. 가열 테스트는 항온로에서 수행될 수 있다.

이러한 변화율 x는 0.3이하여야 하고, 양호하게는 0.1이하여야 하며, 보다 양호하게는 0.05이하여야 한다.

상술한 바와 같이, 수지로 침윤시키거나 피복할 때 생성된 내부 응력에 의한 자성코어의 자기적 특성의 저하를 피하기 위하여, 자성코어는 $+5\times10^{-6}$ 내지 -5×10^{-6}의 자기 변형(λs)을 갖는 것이 바람직하고, $+1.5\times20^{-6}$ 내지 -1.5×10^{-6}의 자기 변형(λs)을 갖는 것이 특히 바람직하다.

상기 조성 및 특성을 갖는 Fe-베이스 연자성 합금을 사용함으로써, 포화 리액터, 반도체 회로 리액터, 통상 모드 쵸크, 표준 모드 쵸크, 고주파수 변압기, 모터 코어 등이 제공될 수 있다.

포화 리액터나 반도체 리액터의 경우, 포화 리액터는 큰 제어 범위를 가져야 하고, 반도체 리액터는 회로에 가해지는 전압을 감소시키는 일없이 스파이크 전류를 방지해야 한다. 그러므로, 상기 두 리액터용 자성코어는, 양호하게는 70% 이상보다 양호하게는 8% 이상의, DC B-H 곡선의 구형비 B_r/B_{10}를 가져야 한다. 흔히, B_r는 잔류 자속 밀도를 의미하고, B_{10}은 거의 포화자속 밀도에 해당하는 10De에서의 자속 밀도를 의미한다. 그러한 큰 구형비는 자성코어의 자기 경로와 평행한 자장을 가하는 동안에 열처리함으로써 얻어질 수 있다.

포화 리액터의 경우, 자성코어는 부하 전류가 증가할 때 전압이 변하는 것을 방지하기 위하여 50KHz에서

3KG 이하의 비조절 자속 밀도($\triangle B_b$)를 갖는 것이 바람직하다.

본 발명의 자성코어가 반도체 회로용 리액터로 사용될 때, 반도체 회로를 통해 스파이크 전압이 흐르는 것을 방지하는 우수한 기능을 보여준다.

본 발명의 자성코어가 통상의 모드 쵸크나 고주파수 변압기용으로 사용될 때, 큰 효과 자속 밀도가 단일 극성 펄스 전압 입력에 대해 얻어질 수 있다. 따라서, 그 DC B-H 곡선은 30% 이하의 구형비 B_r/B_{10}를 갖는 것이 바람직하다.

코어 손실을 감소시키기 위해, 리본 표면들중의 한쪽 또는 양쪽이 절연층으로 부분적으로 또는 전체적으로 피복되는 것이 바람직하다. 이러한 절연층은 다양한 방법으로 형성될 수 있다. 예를 들면, SiO_2, MgO, Al_2O_3 등과 같은 절연 분발을 리본 표면에 침지, 스프레이, 전기 영동에 의해 부착함으로써 형성될 수 있다. SiO_2 등의 박층은 스퍼터링이나 진공 도금에 의해 형성될 수 있다. 달리, 산을 갖는 알코올에 개량 알킬실리케이트의 용액의 혼합물을 리본에 가할 수 있다. 게다가, 포오스테라이트($MgSiO_4$)층은 열처리에 의해 형성될 수 있다. 또한, SiO_2-TiO_2 금속 알콕사이드를 부분적으로 수화함으로써 얻어진 졸을 다양한 세라믹 분말과 혼합하여, 그 최종 혼합물을 리본에 가할 수 있다. 또한, 폴리티타노카보실란을 주로 함유하는 용액을 리본에 가한 다음 가열할 수 있다. 또한, 인산용액을 가하여 가열할 수 있다. 부가적으로, 절연층은 리본에 산화제를 가하여 가열함으로써 형성될 수 있다.

권선 코어로부터 포화 리액터 등을 제작하기 위하여, 권선 코어는 합금 리본과, 그 인접 리본층들 사이에 위치한 절연 테이프로 구성될 수 있다. 이러한 권선 코어는 리본위에 절연 테이프를 놓고, 그들을 권선함으로써 형성될 수 있다. 이 절연 테이프는 폴리아미드 테이프, 세라믹 섬유 절연 테이프, 폴리에스터 테이프, 아라미드 테이프, 유리섬유 테이프 등 일 수 있다.

높은 열 절연 테이프가 사용될 때, 그러한 테이프를 수용한 권선 코어는 열처리가 행해질 수 있다.

적층 코어의 경우, 합금판 층들 사이를 절연하기 위하여, 인접층들 사이에 절연 박막이 삽입된다. 이경우, 세라믹, 유리, 미카 등과 같은 가용성을 전혀 갖고 있지 않은 재료들이 절연 박막용으로 사용될 수 있다. 이들 재료가 사용될 때, 적층 후에 열처리가 행해질 수 있다.

권선 코어의 경우, 리본의 내부 단부 및 외부 단부는 권선 코어의 느슨해짐을 방지하기 위하여 권선 코어 몸체에 고정될 수 있다. 리본 단부들의 고정은 고정 지점에 레이저 비임이나 전자 에너지를 가하거나 점착제나 접착 테이프를 사용함으로써 행해질 수 있다.

흔히, Fe-베이스 연자성 합금은 부식을 방지하기 위하여 도금되거나 피복되는 것이 바람직하다. 또한, 권선 코어는 절연 케이스내에 수용될 수 있고, 그리이스와 같은 재료들이 권선 코어의 절연 및 부식 방지를 위하여 권선 코어와 케이스 사이의 공간을 채우도록 사용될 수 있다. 본 발명의 자성코어는 Fe-베이스 합금으로 만들어질 수 있기 때문에, 공기로부터 격리하는 것이 특히 중요하다.

본 발명의 영역을 제한하지 않고, 하기 실시예로써 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

[실시예 1]

1원자% Cu와 13.5원자% Si_1, 7.2원자% B, 2.5원자% Nb 그리고 잔부가 Fe인 조성물을 갖는 용융물을 단일 롤 방법으로 폭 4.5mm 두께 18㎛의 리본(ribbon)으로 성형하였다. 이 리본의 X선 회절은 제3도의 비결정성 합금에 독특한 할로패턴(halo pattern)을 나타내었다. 이 리본의 투과 전자 사진은 합금 구조에서 결정 입자가 나타나지 않았다. X선 회절 및 투과 전자 사진에서 알 수 있는 바와 같이, 최종 리본은 거의 완전한 비결정성이었다.

다음에, 이 비결정성 리본을 제5도에 도시된 바와 같이 내경 10mm, 외경 13mm의 토로이탈 권취 코어로 성형하고, 그 연후에 질소가스 분위기에서 1시간동안 550℃에서 열처리하였다.

이 토로이달 권취 코어를 페놀수지로 제조된 코어 케이스안에 내장시키고 그 둘레에 제1 및 제2측면 모두위에 와이어를 10번 권취시켰다. 이 자기 코어를 100℃의 정온로 안에 위치시키고 시간마다 그 유효 투과성의 변화를 측정하였다. 그 결과는 제1도에 도시되어 있으며, 이때 A_1은 본 예의 자기 코어를 나타낸다. 비교를 위해서 0.4원자% Fe와, 5.9원자% Mn, 15원자% Si, 9원자% B 그리고 잔부가 Co인 비결정성 합금과, (본예의) A_1과 동일한 조성을 갖는 열처리하지 않은 Fe 기본 비결정성 합금을 상기와 동일한 방법으로 자기 코어를 성형하고 시간 변화에 따라 그 유효 투과성을 측정하였다. 그 결과는 또한 제1도에 도시되어 있으며, 이때 B_1은 Co 기본 비결정성 합금으로 제조된 자기 코어를, C_1은 열처리하지 않은 Fe 기본 비결정성 합금(Fe 잔부 $Cu_1Nb_{2.5}Si_{3.5}B_{7.2}$)으로 제조된 자기 코어를 나타낸다.

제1도로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 자기 코어의 경우 시간에 따라 유효 투과성이 거의 변하되지 않았지만(시간에 따른 유효 투과성 변화율 $\times$=0.02임), Co 기본 비결정성 합금(비교예)의 자기 코어의 경우 X가 0.73로 높았다. 같은 조성을 갖는 Fe 기본 비결정성 합금의 경우에, X는 0.03으로 낮지만 그 자체의 유효 투과성은 자기 코어로 사용되기에는 너무 낮았다. 따라서, 이는 본 발명의 자기 코어가 시간에 대한 유효 투과성의 낮은 변하율 때문에 훌륭한 내구성을 가짐을 나타내는 것이다.

본 발명의 자기 코어를 X선 회절과 투과 전자 사진에 의해 그 리본의 금속 구조를 해석하기 위하여 분해하였다. 제3도(a)는 본 실시예의 Fe 기본 합금의 X선 회절 패턴을 보여주는 것이고 제3도(b)는 동일한 Fe 기본 합금의 투과 전자 사진을 보여주는 것으로, 1은 미세 결정입자를 2는 매트릭스상을 나타낸다. 이에 의해 이 매트릭스상이 비결정성이지만 열처리 온도가 높을 때는 미립 결정상으로 변환될 수도 있음을 예상할 수 있다. X선 회절과 투과 전자 사진에 의해 본 실시예의 Fe 기본 합금은 50 내지 200Å의 입자 크기를 갖는 bcc Fe 고용체로 제조된 결정성 초미립자를 함유함을 보여주고 있다.

[실시예 2]

본 실시예는 자기 코어의 표준 자화특성의 측정치를 보여준다.

제6도에는 표준 자화 특성을 측정하기 위한 회로가 도시되어 있으며, 이는 포화 리액터를 평가하기 위한 것과 동등한 것이다. 제7도에는 Dc 조절 전류(Ic)를 조절 회로를 통해 흘렸을때 포화 리액터의 특성을 개략적으로 도시하고 있다. 제6도에서 시편(S)는 자기 코어와 3개의 권선(N_L, N_C, N_V)로 구성된 포화 리액터이다.

자기 증폭기에 사용된 포화 리액터의 출력 권선에 상응하는 N_L은 저항(R_L)과 정류기(D)를 통해 주파수f(주기 : Tp)를 갖는 Ac 전원(Eg)에 연결된다. Eg의 값은 자기 코어가 게이트의 반주기(Tg)에서 적용 사인 전압의 90°안의 위상 각도에 포화되도록 세트된다.

N_C는 조절 권선이며, 이는 자기 코어의 인덕턴스와 비교할 때 자기 코어에 Dc 자화를 줄 수 있도록 충분히 큰 인덕턴스를 갖는 인덕터(Lc)를 통해 Dc 전원(Ec)에 연결된다.

N_V는 조절 입력에 대응하는 리세트 자속 △øcm을 측정하기 위한 권선이며, 이는 표준값 정류기형 Ac전압계에 연결된다.

제7도는 이 회로에 의해 측정된 표준 자화 곡선을 개략적으로 도시하고 있다.

β_0를 전체 표준 자화력(H_r)의 역수로 한정하므로써 $\beta_0=1/H_r$이다.

포화 리액터의 경우에 β_0가 크면(H_r가 적으면) 조절 전류가 적어지고 보다 나은 특성을 갖는다.

한편, 자기 코어의 자화 곡선의 구형비(Squareness ratio)를 나타내는 인자(α_0)는 다음과 같이 규정한다.

$\alpha_0 = 1 - \triangle B_b / \triangle B_m$

포화 리액터의 경우에, α_0가 크면 비조절 자속밀도 $\triangle B_b$가 적어지고 보다 나은 특성을 갖는다.

α_0와 β_0의 곱은 단위 코어 이득(G_0)를 나타낸다.

$G_0 = \alpha_0 \cdot \beta_0$

G_0가 크면 전체적으로 포화 리액터를 위해 보다 적합한 자기 코어가 된다.

자속밀도의 최대값(β_m)은 게이트 자기장의 최대값에 대응한다.

$H_{rm}=N_L \cdot i_{L(max)} / l_0$ …… (1)

이때, l_0는 샘플의 평균 자기 통로 길이이다.

자속밀도(B_c)는 표준 자기장에 의해 결정된다 :

$H=(N_C \cdot I_C)/ l_0$ …… (2)

최대값(B_m)과 자속밀도(B_C)사이의 차이는 $\triangle B_{cm}$으로 표시되며, N_V회로안의 자속 전압계(V)의 리딩(reading, Ev)는 다음과 같다.

Ev α f, Nv, A, $\triangle B_{cm}$……(3)

이때, f는 주파수, A는 자기 코어의 유효 단면적이다.

실제 포화 리액터에 있어서, 자기장(H)의 양의 영역에서의 $H_{Lm}-\triangle B_b$ 특성과, 자기장(H)의 음의 영역에서의 $H_{Lm}-\triangle B_b$ 특성을 알 필요가 있다.

$\triangle B_b=B_m-B_r$ …… (4)

Evd α f, Nv, A, $\triangle B_b$ …… (5)

$\triangle B=\triangle B_{cm}-\triangle B_b$ …… (6)

포화 리액터의 경우에, 제8도에서 곡선은 일사분면에서 낮고 이사분면에서 축가까이에 위치하여 급격히 경사지는 것이 바람직하다.

[실시예 3]

1원자% Cu와, 13.5원자% Si, 9원자% B, 3원자% N_b 그리고 잔부가 Fe인 용융물을 단일롤 방법으로 폭 4.5㎜, 두께 18㎛의 리본으로 성형하였다. 이 리본은 거의 완전히 비결정성이였다. 이 리본을 내경 10㎜, 외경 13㎜의 토로이달 권취 코일로 성형하였다. 이 합금은 10℃/min의 가열속도로 측정했을때 508℃의 결정온도와 약 310℃의 규리 온도를 가졌다.

그 연후에 제4도(a) 내지 (h)에 도시된 여러 형태의 열처리를 자기장에서 각 권취 코일에 수행하였다.

자기장을 가했을 때, 100e에서 자기 코어의 자기 통로와 평행하였다. 이는 열처리후의 합금이 bcc Fe 고용체로 구성된 동시에 주합금 구조를 이루는 100 내지 200Å의 결정성 미립자를 가짐을 보여주는 것이다.

각 권취 코어를 페놀수지 코어 케이스안에 내장시키고 제1도와 같이 포화 리액터를 마련하도록 제1 및 제2측면 모두상에 각 자기 코어둘레로 와이어로 10회 권취시켰다. 각 자기 코어의 특성을 측정하였다. 그 결과는 표 1에 도시되어 있다.

[표 1]

열처리 조건	B_{10}(KG)	B_r/B_{10}(%)	H_c(Oe)	$W_{2/100k}$(mW/cc)
(a)	12.4	70	0.008	340
(b)	12.4	90	0.005	790
(c)	12.4	82	0.007	610
(d)	12.4	87	0.005	820
(e)	12.4	83	0.005	680
(f)	12.4	83	0.006	680
(g)	12.4	91	0.007	810
(h)	12.4	88	0.008	780

제1도에 도시된 바와 같이, 제4도에 도시된 각 형태의 열처리는 고 구형비를 갖는 최종 자기 코어를 마련할 수 있으며, 2KG 및 100KHz에서 그 코어 손실(W_2/100K)는 Co 기본 비결정성 합금 자기 코어보다 적었다(W_2/100K=200-900). 그리고, 100e($\fallingdotseq B_s$)에서의 자속밀도는 12.4KG로, Co 기본 비결정성 합금과 80% Ni 퍼말로이등보다 상당히 높다.

제4도의 패턴(b)로 열처리한 합금은 570℃의 규리 온도(Tc)와 3.8×10^{-6}의 포화 자기변형(λ_s)을 갖는다.

[실시예 4]

1원자% Cu와 13.5원자% Si, 9원자% B, 5원자% Nb 그리고 잔부가 Fe인 용융물을 단일롤 방법으로 두께 18㎛, 폭 5mm의 리본으로 성형하였다. 이 합금은 10℃/min의 가열속도를 측정했을 때 533℃의 결정온도를 가졌다. 그 규리 온도는 260℃였다.

그 연후에 이 리본을 전기 영동법에 의해 MgO 분말로 피복하였고, 이를 내경 15mm, 외경 19mm의 권취 코어로 성형하였다. 이 권취 코어를 N_2가스 분위기에서 1시간동안 610℃에서 가열하고, 자기 코어의 자기 코어와 평행한 50e와 자기장에서 5℃/min의 냉각속도로 250℃까지 냉각하였다. 4시간동안 250℃로 유지시킨후, 약 60℃/min의 냉각속도로 실온까지 냉각하였다.

동일 조성 및 동일 구조를 갖는 다른 권취 코일을 1시간동안 610℃에서 가열하고, 그 연후에 자기 코어의 자기 통로와 평행한 50e의 자기장에서 100℃/min의 냉각 속도로 실온까지 냉각하였다.

각 코어를 페놀수지 코어 케이스안에 내장시키고 포화 리액터를 제공하도록 제1 및 제2측면 모두상에 각 자기 코어 둘레로 와이어를 10회 권취시켰다. 각 포화 리액터의 특성을 검사하였다. 그 결과는 표 2와 같다.

[표 2]

열처리 조건	B_{10}(KG)	B_r/B_{10}(%)	H_c(Oe)	$W_{2/100k}$(mW/cc)
(a) 610℃×1h ↓ 250℃×4h($H\phi$=5 Oe)	11.3	90	0.007	680
(b) 610℃×1h—R.T. ($H\phi$=5Oe)	11.3	87	0.006	380

표 2로부터 알 수 있는 바와 같이, 이 자기 코어는 포화 리액터에 적합한 고 구형비를 갖는다. 패턴(b)로 열처리한 합금은 주상이 550℃의 규리 온도와 1×10^{-6}의 포화 자기 변형(λ_s)를 갖는다.

또한, 실시예 1에서의 합금 조직에 결정성 초미립자가 우세하게 존재함을 관찰할 수 있었다.

[실시예 5]

포화 리액터를, $Fe_{73.5}Cu_1Nb_3Si_{13.5}B_9$합금($A_2$, Type 1)과, $Fe_{71.5}Cu_1Nb_5Si_{13.5}B_9$합금($A_3$)와, $Fe_{71.5}Cu_1Nb_5Si_{13.5}B_9$ 합금(A_4)와, 고 구형비 Fe 기본 비결정성 합금(C_2 : $Fe_{69.3}Ni_{7.7}Si_{13}B_{10}$), 그리고 두개의 고 구형비 Co 기본

비결정성 합금(B_2, B_3 : $Co_{69.7}Fe_{0.4}Mn_{5.9}Si_{15}B_9$, $Co_{67}Fe_4Mo_{1.5}Si_{16.5}B_{11}$)을 각각 사용하여 제조하였다. 합금($A_2$)는 1시간동안 550℃에서 가열하고 280℃까지 냉각하고 그 온도에서 1시간동안 유지시키면서 자기 통로 방향으로 20e의 자기장을 가하여 열처리하였고, 합금(A_3)는 1시간동안 610℃에서 가열하고 250℃까지 냉각하고 그 연후에 그 온도에서 2시간 유지시키면서 자기 통로 방향으로 150e의 자기장을 가하여 열처리하였고, 합금(A_4)는 1시간동안 610℃에서 가열하고 이를 공기 냉각시키면서 자기 방향으로 20e의 자기장을 가하여 열처리하였다. 각 함금의 B_r/B_{10}은 다음과 같다.

합 금	A_2	A_3	A_4	C_2	B_2	B_3
B_r/B_{10}(%)	93	89	87	90	95	85

각 합금(A_2 내지 B_3)의 자기 코어의 코어 손실을 2KG에서 측정하였다. 그 결과는 제9도와 같다. 이에 의하면, 본 발명의 포화 리액터를 사용한 자기 코어(A_2, A_3, A_4)는 종래의 고 구형비 Co 기본 비결정성 합금(B_2, B_3)보다 낮은 코어 손실을 나타내고 있다. 따라서, 이는 포화 리액터에 적합하다. 또한, 종래의 고 구형비 Fe 기본 비결정성 합금 C_2의 절반 또는 이보다 적은 코어 손실을 나타내었다.

[실시예 6]

제9도에 도시된 합금(A_2, A_3, A_4, B_2, B_4)을 포화 리액터를 마련하도록 사용하였고, 그 표준 자화 특성을 제6도의 회로에 의해 평가하였다. 이 경우에, 1차 권선(N_V)과 2차 권선(N_L)은 각각 17회전이였고, 조절 권선(N_C)는 5회전이였다. 그 결과는 제10도에 도시되어 있다. 제10도에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 포화 리액터는 동일 △B의 경우에 고 구경비 Co 기본 비결정성 합금 필적할 만한 표준 자화력을 갖지만, Co 기본 비결정성 합금 포화 리액터보다 1.5 내지 2배의 전체 표준 자기 밀도 $\triangle B_m$을 가졌다. 따라서, 본 발명의 포화 리액터는 코어의 온도상승이 큰 문제를 일으키지 않는 조건에서 소형화할 수 있다.

[실시예 7]

1원자% Cu와 13.5원자% Si, 9원자B , 3원자% Nb 그리고 잔부가 Fe인 미립결정 합금으로부터 포화 리액터를 제조하고 그 자기 특성의 온도 특성을 측정하였다. 그 결과는 제11도에 도시되어 있다.

실온에서 150℃까지의 범위에서 구형비와, B_r/B_{10}, 코어 손실, 보자력에 관한 변화가 발생되지 않았다. B_{10}에 관하여, 실온에서 150℃까지의 온도상승에 의해 약 1KG만큼 감소하였지만, 이는 실질적인 문제를 일으키지 않는다. 따라서, 상기 미립결정성 합금으로부터 제조된 포화 리액터는 양호한 내구성을 갖는다.

[실시예 8]

표 3에 도시된 조성물을 갖는 합금 용융물을 단일롤 방법으로 두께 8㎛, 폭 5㎜의 비결정성 리본으로 성형하였다. 각 리본을 내경 15㎜, 외경 19㎜의 권취 코어로 성형하였다. 각 권취 코어를 열처리하여 합금 조직에 결정성 초미립자를 형성하였다. 열처리 조건은 제4도의 열처리 패턴(b)에 따른다.

각 권취 코어를 페놀 수지 코어 케이스안에 내장시키고 실시예 1과 같이 포화 리액터를 마련하도록 제1 및 제2측면 모두상에 각 권취 코어 둘레에 와이어를 10회 권취시킨다. 각 자기 코어의 경우에, DC B-H곡선과 ACB-H 곡선, 100KHz 및 2KG에서의 코어 손실(W_2/100K), 50KHz에서의 표준 자화 곡선을 측정하였다. 실시예 2에 도시된 방법에 의해 실시예 7과 같은 조직의 포화 리액터의 표준 자화 곡선을 측정하였다.

100e의 자기장 밀도에서의 자속밀도(B_{10})와, DC B-H 곡선의 구형비, HC(Dc), 20KHz에서의 ACB-H 곡선의 B_r/B_1(Ac), Hc(Ac), W_2/100K, 전체 표준 자화력(Hr) 그리고 비조절 자기 밀도($\triangle B_b$)을 표 3에 도시하였다.

[표 3]

번호	조성물(원자%)	B_{10} (kG)	Br/B_{10} (%)	Hc(DC) (Oe)	Br/B_1(AC) (%)	Hc(AC) (Oe)	$W_{2/100k}$ (m W / cc)	Hr (Oe)	ΔBb (kG)
1	$Fe_{74}Cu_{1.5}Si_{13.5}B_9Nb_2$	12.6	88	0.005	98	0.29	760	0.144	0.7
2	$Fe_{74}Cu_{0.5}Si_{13.5}B_9Mo_3$	12.4	80	0.012	94	0.28	780	0.148	1.4
3	$Fe_{73}Cu_{1.5}Si_{13.5}B_9Ta_3$	11.4	86	0.008	96	0.27	750	0.142	0.8
4	$Fe_{79}Cu_1Si_8B_9Nb_3$	14.6	80	0.020	94	0.32	880	0.167	1.3
5	$Fe_{73}Cu_2Si_{13.5}B_8Hf_3$	11.6	86	0.011	95	0.28	780	0.148	0.9
6	$Fe_{72}Cu_1Si_{14}B_8Zr_5$	11.7	85	0.012	96	0.28	770	0.146	0.9
7	$Fe_{71.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Ti_5$	11.3	83	0.014	95	0.28	780	0.147	1.0
8	$Fe_{71}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_5V_{0.5}$	10.4	91	0.009	97	0.18	480	0.088	0.6
9	$Fe_{71}Cu_1Si_{17.5}B_5Nb_5Cr_{0.5}$	10.1	90	0.010	97	0.16	430	0.089	0.6
10	$Fe_{71}Cu_1Si_{11.5}B_{11}Nb_5Mn_{0.5}$	11.4	92	0.011	98	0.15	390	0.080	0.7
11	$Fe_{71.5}Cu_1Si_{13.5}B_6Nb_3C_5$	13.0	82	0.021	94	0.32	870	0.160	1.1
12	$Fe_{71}Cu_1Si_{10.5}B_{12}Nb_5Ge_{0.5}$	11.7	88	0.012	97	0.15	410	0.078	0.7
13	$Fe_{70.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_3Al_3$	11.5	87	0.014	97	0.28	780	0.146	0.8
14	$(Fe_{0.37}Ni_{0.63})_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_8Nb_3Ga_1$	12.3	87	0.011	97	0.29	790	0.150	0.8
15	$Fe_{69.5}Cu_1Si_{13.4}B_9Nb_7P_{0.1}$	9.6	86	0.017	97	0.31	850	0.161	0.9
16	$Fe_{74.5}Cu_1Si_{13.5}B_7Nb_3Ru_1$	13.2	90	0.010	98	0.29	800	0.152	0.6
17	$Fe_{72}Cu_1Si_{13.5}B_{10}Nb_3Y_{0.5}$	12.3	87	0.015	97	0.30	830	0.584	0.8
18	$Fe_{69.75}Cu_{7.75}Si_{13.5}B_3$ 비결정성	14.2	90	0.025	98	0.78	300	0.67	0.8
19	$Co_{67}Fe_4Mo_{105}Si_{16.5}B_{11}$ 비결정성	5.5	85	0.003	96	0.16	400	0.085	0.6
20	$Co_{63.7}Fe_{0.4}Mn_{5.9}Si_{15}B_9$ 비결정성	7.8	95	0.004	99	0.34	900	0.181	0.4
21	50wt% Ni-Fe퍼말로이	15.1	97	0.010	99	0.86	3800	0.85	0.3
22	80wt% Ni-Fe퍼말로이	7.5	80	0.001	94	0.39	980	0.24	1.5

본 발명의 포화 리액터는 Co 기본 비결정성 합금과 80중량% Ni퍼말로이보다 높은 B_{10}을 가지며, 높은 구형비를 가졌다. 또한, 본 발명의 포화 리액터는 Co 기본 비결정합금과 비교할 때 Hc와 코어 손실 그리고 △Bb에 관하여 양호한 특성을 가졌다. 본 발명의 포화 리액터는 50중량% Ni 퍼말로이와 Fe 기본 비결정성합금으로 제조된 것과 비교할 때 낮은 코어 손실을 가졌으며, 이는 본 발명의 포화 리액터가 훌륭한 표준 자화 특성을 가짐을 의미하는 것이다.

이러한 특성 때문에, 본 발명의 포화 리액터는 적은 표준 전류로 작동될 수 있으며, 회로의 효율을 증가시킨다. 또한 △Bb가 적으므로, 광범위한 조절범위를 갖는다.

[실시예 9]

표 4에 도시된 조성을 갖는 합금 용융물을 사용하여 실시예 8과 같은 결정성 초미립자를 갖는 권취 코어를 제조하고, 각 권취 코어를 포화 리액터로 성형하였다. 각 포화리액터에 대하여, 100e에서의 자곳밀도(B_{10}), 100KHz 및 2kG에서의 코어 손실(W_2/100K), 비조절 자속밀도(△Bb) 그리고 포화 자기변형(λs)를 측정하였다. 그 결과는 표 4와 같다.

[표 4]

번호*	조성물(원자 %)	B_{10} (kG)	Br/B_{10} (%)	Hc (Oe)	$W_{2/100k}$ (mW/cc)	ΔBb (kG)	λ_s ($\times 10^{-6}$)
1	$(Fe_{0.959}Ni_{0.041})_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_3$	12.3	90	0.008	890	0.6	+ 4.6
2	$Fe_{70.5}Cu_1Si_{20.5}B_5Nb_3$	10.8	88	0.012	820	0.7	~ 0
3	$(Fe_{0.986}Co_{0.014})_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb$	12.6	91	0.007	830	0.6	+ 4.0
4	$Fe_{73.5}Cu_1Si_{17.5}B_5Ta_3$	10.5	85	0.009	780	0.8	- 0.3
5	$Fe_{71}Cu_{1.5}Si_{13.5}B_9Mo_5$	11.2	83	0.008	380	1.0	- 1.9
6	$Fe_{71}Cu_1Si_{13}B_{10}W_5$	10.0	82	0.015	580	1.2	- 2.5
7	$Fe_{74.5}Cu_1Si_{13.5}B_6Nb_5$	11.6	83	0.006	450	1.0	+ 1.5
8	$Fe_{71.5}Cu_1Si_{17.5}B_5Nb_5$	10.2	85	0.007	430	0.8	+ 2.0
9*	$Fe_{69.75}Ni_{7.75}Si_{13.5}B_9$ 비결정성	14.2	90	0.025	3000	0.6	+29

주 * : 샘플 9는 비교예임

표 4로 알 수 있는 바와같이, 본 발명의 포화 리액터는 Fe기본 비결정성 합금보다 고구형비와, 낮은 Hc, 낮은 코어손실, 낮은 비조절 자속밀도(△Bb)를 가졌다. 또한, 낮은 λs를 가지므로써, 피복등에 의한 자기 특성의 열하를 피할 수 있다.

[실시예 10]

1원자% Cu와 13.5원자% Si, 9원자% B, 3원자% Nb 그리고 잔부가 Fe인 조정을 갖는 비결정성 합금리본과, 13.5원자% Si와 9원자% B, 3원자% Nb 그리고 잔부가 Fe인 조성을 갖는 비결정성 합금 리본을 제조하였다. Cu와 Nb 모두를 함유한 첫번째 비결정성 합금은 10℃/min의 가열속도로 측정했을 때 508℃의 결정온도를 가졌지만, Cu를 포함하지 않은 두번째 비결정성 합금은 동일 조건하에서 측정했을 때 583℃의 결정온도를 가졌다.

각 비결정성 합금 리본을 내경 15mm, 외경 19mm의 권취 코어로 성형하였다. 본 발명에 의한 Cu-Nb를 함유한 권취코일을 550°에서 1시간동안 가열하면서 그 자기통로 방향으로 100e의 자기장을 가하고, 그 연후에 주합금 조직에 결정성 초미립자를 형성시키기 위해 20℃/min의 냉각속도로 실온까지 냉각시켰다. 한편, 비교예의 자기 합금을 1시간 동안 500℃까지 가열하고, 그 자기 방향으로 100e의 자기장을 가하면서 5℃/min의 냉각 속도로 280℃까지 냉각시키고, 그 연후에 4시간동안 280℃로 유지시킨 연후에 20℃/min의 냉각속도로 실온까지 냉각시켰다. 비교예의 권취 코어는 비결정성 조직을 가졌다. 각 권취 코어를 페놀수지 코어 케이스안에 내장시키고 1차 와이어와 2차 와이어를 20회, 조절 와이어를 5회 권취시킴으로써 포화 리액터로 성형하였다.

각 포화 리액터를 100KHz의 구동 주파수를 갖는 자기 조절형 스위칭 전원안에 장착 시켰다. 이 스위칭 전원은 두개의 출력을 갖는데, 이는(자기 증폭 제어인) 12V의 출력과(PWM 제어인) 5V의 출력이다. 이러한 스위칭 전원에 의해 포화 리액터의 출력 특성을 측정하였다. 입력 전압은 Ac 100V였으며, 5V 출력의 부하 전류를 일정하게 유지하면서 12V 출력에서의 부하 전류를 변화시켰다. 이 경우에, 12V 출력 단자 전압과 전원 효율(η) 그리고 코어 케이스 표면 온도증가(△T)를 측정하여 두 포화 리액터간에 비교하였다. 그 결과는 제12도에 도시되어 있으며, A_5는 본 발명의 포화 리액터를, C_3는 Fe 기본 비결정성 합금의 포화리액터를 나타낸다.

이에 의하면, 본 발명의 포화 리액터는 (Fe 기본 비결정성 합금인) 비교예와 비교할 때 출력 전압의 변화없이 적은 온도 증가 및 높은 전원 효율(η)를 가졌다.

[실시예 11]

0.8원자% Cu와 13.6원자% Si, 9원자% B, 3원자% Nb 그리고 잔부가 Fe인 조성을 갖는 용융물과, 1원자% Cu와 13.5원자% Si 그리고 9원자% B, 5원자% Nb 그리고 잔부가 Fe인 조성을 갖는 용융물을 단일롤 방법으로 비결정성 리본으로 성형하였다. 각 비결정성 리본을 자기 통로 방향의 100e의 자기장에서 N_2 가스 분위기에서 열처리하였다. 열처리 조건은 첫번째 용융물의 경우는 1시간 동안 550℃에서 가열, 280℃까지 냉각, 1시간동안 280℃로 유지시키고, 두번째 합금의 경우에는 1시간동안 610℃로 가열, 250℃까지 냉각, 4시간동안 250℃로 유지시켰다. 자기장을 열처리 동안에 가하였다. 이러한 열처리에 의해 합금 조직안에 결정성 초미립자를 형성하였다.

각 권취 코일을 베클라이트(Bakelite) 코어 케이스안에 내장시키고, 포화 리액터를 마련하도록 제1 및 제2측면 모두상에 각 자기 코어 둘레로 와이어를 10회 권취시켰다. 각 포화 리액터의 특성을 검사하였다.

제13도에는 각 포화 리액터의 DcB-H 곡선이 도시되어 있다. (a)는 B_{10}=12.4kG와 Br/B_{10}=93%, 그리고

Hc=0.0040e를 갖는 $Fe_{73.6}Cu_{0.8}Nb_3Si_{13.6}B_9$ 합금의 경우이고, (b)는 B_{10}=11.3kG와 Br/B_{10}=90% 그리고 Hc=0.0070e를 갖는 $Fe_{71.5}Cu_1Nb_5Si_{13.5}B_9$ 합금의 경우이다. 비교를 위해서, 15원자% Si와 9원자% B 그리고 5.9원자% Mn잔부가 Co인 비결정성 합금을 제작하여 포화 리액터를 성형하였다. 이는 B_{10}=7.8kG와 Br/B_{10}=92% 그리고 Hc=0.0040e를 가졌다. 제13도(c)에는 그 Dc B-H 곡선이 도시되어 있다. 제13도로 알 수 있는 바와 같이, 본 발명(a)(b)의 포화 리액터는 Co 기본 비결정성 합금(C)보다 높은 B_{10}을 보여주고 있으며, 이는 보자력(Hc)와 구형비(Br/B_{10})에 있어서도 그러함을 알 수 있다. 또한, 최대 투자율(μmax)은 $Fe_{73.6}Cu_{0.8}Nb_3Si_{13.6}B_9$ 합금의 경우 1450K이고, $Fe_{71.05}Cu_1Nb_5Si_{13.5}B_9$ 합금의 경우에는 1000K이다.

[실시예 12]

$Fe_{72.5-x}Cu_xSi_{13.5}B_9Nb_5$의 합금 용융물(합금 A_6)와 $Fe_{77.5-x}Cu_xSi_{13.5}B_9$의 합금 용융물(합금 A_7, 비고예)을 단일롤 방법에 의해 비결정성 리본으로 성형하였다. 그 연후에 각 리본을 내경 15㎜, 외경 19㎜의 권취코어로 성형하였고, 최종 권취 코어를 가스 분위기에서 자기 통로 방향으로 200e의 자기장을 가하면서 제4도의 열처리 패턴과 동일 조건으로 열처리하였다. 그 연후에 열처리된 권취 코어를 페놀수지 코어 케이스 안에 내장시키고 포화 리액터를 마련하도록 제1 및 제2측면상에 와이어를 10회 권취시켰다. 실시예 2에 도시된 회로에서 표준 자화 특성에 관하여 포화 리액터를 측정하였다.

제14도에는 500KHz에서 측정한 단위 코어 이득(Go)가 도시되어 있다. X가 0.1을 넘을때 합금(A_6)의 경우에 Go는 급격히 증가하지만 X가 3을 넘을때 Go는 불필요하게 감소한다.

(합금 A_7과 같이) Nd를 첨가하지 않았을 때, Go는 Cu의 첨가에 의해 향상되지 않는다. 이는 Cu와 Nd 모두의 첨가는 포화 리액터의 표준 자화 특성을 향상시키는데 매우 효과적인 것을 의미한다.

[실시예 13]

$Fe_{76.5-\alpha}Cu_1Si_{15.5}B_7Nb_5$(합금 A_8)의 합금 용융물과 $Fe_{77.5-\alpha}Si_{15.5}B_7Nb_\alpha$(합금 C_6)의 합금 용융물은 단일롤법에 의하여 비결정질 리본으로 형성되었다. 다음에 각 리본은 외경 19㎜와 내경 15㎜의 권선 코어로 형성되었다. 각 권선 코어는 N_2 가스 분위기에서 자기 통로의 방향으로 200e의 자장을 적용하면서 제4도의 열처리 패턴(b)과 같은 상태하에서 열처리되었고, 포화 리액터는 실시예 12에서와 같이 만들어졌다. 특별한 코어 이득 Go은 50KHz에서 측정되었다. 그 결과가 제15도에 도시된다. 제15도로부터 입증된 사실은 본 발명의 포화 리액터가 비교예보다 대단히 큰 Go를 가졌고, Cu와 Nd의 첨가가 제어 자기화 특성을 개량하는데 월등하게 효과적이라는 것을 뜻하고 있다는 점이다.

[실시예 14]

Cu 1원자%, Si 13.5원자%, B9 원자%, Nb 3원자%, 그리고 잔부는 Fe로 구성되는 용융물은 단일롤법에 의하여 폭 3㎜와 두께 18㎛의 리본으로 형성되었다. 이러한 리본은 실시예 8에서 제4(b)도에서 도시한 열처리로 받았다. 다음에, 이러한 리본은 권선 코어로 형성된 다음에, 페놀수지 케이스내에 주입되었다. 직경 0.4㎜의 와이어를 20회선을 감싸서 제16도에 도시된 반도체 회로용 리액터를 제공하였다. 이 리액터는 1KHz에서 인덕턴스에 대하여 측정되었다. 초기 인덕턴스에 대한 최대 인덕턴스의 비는 3.03이었고, 잔류 인덕턴스에 대한 최대 인덕턴스의 비는 300이었다. 덧붙여, 잔류 인덕턴스는 DC 전류가 적용될때 측정된 인덕턴스이다.

최대 인덕턴스-잔류 인덕턴스의 비가 크기 때문에, 리액터는 다이오드의 회수 특성을 개량하는데 월등히 우수하다.

제17도는 상기 리액터를 이용하는 스위칭 전원 장치의 기본 회로를 도시한다. 제17도에서, 부호(10)는 주변압기를 지칭하고, 부호(11, 12, 13)은 각 다이오드를 지칭하고, 부호(16)는 부하를 지칭한다. 입력 및 출력은 둘다 DC 전압이었다. 제18도는 부하 전류의 파형을 도시한다. A는 리액터를 사용하지 않은 경우이고, B는 10μ초의 펄스폭과 100VDC의 입력 전압에서 작동하는 반파 정류기 회로내에 리액터를 삽입한 경우이다. 본 발명의 리액터를 이용함으로써 전류 스파이크가 현저히 감소되었다.

[실시예 15]

Cu 1원자%, Si 13.5원자%, B 7원자%, Nb 2.5원자%, 그리고 잔부는 Fe의 화합물을 가지는 용융물은 단일롤법에 의하여 폭 3㎜와 두께 1㎛의 비결정질 리본으로 형성되었다. 리본은 단일롤과 접촉한 면에서 MgO 분말로 도포되었다. 권선하여 외경 4㎜, 내경 2㎜의 토로이달 권선 코어를 제공한다. 이 권선 코어는 550℃에서 1시간 열처리되고, 그 외측 표면은 에폭시 수지로 코팅되며 제19도에서 본 발명의 리액터로 표시된 다이오드(21, 22)와 결합된 반도체 회로 리액터를 제공하기 위해 다이오드 터미날과 접속된다.

다음, 이 리액터는 다이오드 전압 및 출력 소음을 측정하기 위해 전력 공급을 스위칭하는 출력쪽에서 회로를 평활하게 할때 사용한다.

본 발명의 리액터가 사용되지 않을때, 다이오드 전압은 61.0V이고 출력 소음은 123mVp-p이나 다이오드 전압이 33.5V일때 출력 소음은 47.3mVp-p이다. 따라서 본 발명의 리액터는 월등한 평활 효과 및 소음 감소 효과를 갖는다.

[실시예 16]

리액터는 실시예 14에서와 같은 방법으로 표 5의 조성을 갖는 합금 리본에서 제조되고, 그들의 초기 인덕턴스 L_o 및 최대 인덕턴스 L_m이 측정된다. 120℃에서 1000시간동안의 열처리후, 초기 인덕턴스 L_0^{1000} 및 최대 인덕턴스 L_m^{1000}이 측정되어 L_o^{1000}/L_o 및 L_m^{1000}/L_m을 결정한다. 결과는 표 5와 같다.

[표 5]

번호*	조성물(원자 %)	L_o^{1000}/L_o	L_m^{1000}/L_m
1	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{16}B_8Nb_3$	0.95	0.97
2	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{14}B_7Mo_3$	0.97	0.97
3	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{14}B_6Ta_3$	0.96	0.98
4	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{17}B_5W_3$	0.97	0.97
5	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{15}B_7Nb_2Ti_1$	0.96	0.97
6	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{14}B_8Nb_2ZF_1$	0.95	0.95
7	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{14}B_8Nb_2Hf_1$	0.96	0.97
8	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{14}B_9Nb_3Cr_1$	0.96	0.95
9	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{14}B_8Nb_{1.5}V_1Al_3$	0.95	0.95
10	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{12}B_8Nb_3Al_3$	0.96	0.97
11	$Fe_{bal.}Cu_2Si_{17}B_5Nb_3$	0.99	0.98
12	$(Fe_{0.9}Co_{0.1})_{bal.}Cu_3Si_{13.5}B_9Nb_3$	0.98	0.97
13	$(Fe_{0.85}Co_{0.15})_{bal.}Cu_2Si_{13.5}B_9Nb_4$	0.97	0.96
14	$(Fe_{0.95}Ni_{0.05})_{bal.}Cu_2Si_{14}B_8Nb_3$	0.96	0.94
15	$(Fe_{0.9}Ni_{0.1})_{bal.}Cu_2Si_{14}B_7Nb_4$	0.97	0.95
16	$Fe_{bal.}Cu_{0.7}Si_{13}B_6Nb_3Mn_1$	0.95	0.95
17	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Ru_2$	0.99	0.99
18	$Fe_{bal.}Cu_1Si_7B_9Nb_3Zn_1$	0.96	0.95
19	$Fe_{bal.}Cu_1Si_6B_{10}Ta_2Sn_1$	0.96	0.94
20	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{16}B_4Mo_3Re_1$	0.95	0.95
21	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{12}B_8Nb_4C_1$	0.96	0.96
22	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{13}B_{11}Nb_3Ge_3$	0.98	0.95
23	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{15}B_8Nb_5Ge_3$	0.97	0.98
24	$Fe_{bal.}Cu_{1.5}Si_{17}B_8Nb_6$	0.96	0.96
25	$Fe_{bal.}Cu_1Si_{16}B_7Nb_2$	0.98	0.95
26	$Co_{68.5}Fe_4Mo_{1.5}Si_{16}B_{10}$ 비결정성	0.18	0.42
27	$Co_{70.5}Fe_{0.5}Mn_3Cr_4Si_{13}B_9$ 비결정성	0.17	0.40

주 * : 샘플 26 내지 27은 비교예임

표 5로부터 본 발명에 따른 반도체 회로용 리액터는 종래의 Co-베이스 비정질 합금보다 훨씬 적은 인덕턴스 변화를 갖는다.

[실시예 17]

1원자% Cu, 14원자% Si, 8원자% B, 5원자% Nb 및 잔부가 Fe인 조성을 갖는 용융물은 단일롤법에 의하여 폭 5mm, 최대 두께 20㎛, 평균 두께 17㎛의 비결정성 합금 리본을 만들다. 리본은 20회를 감아 6mm 내경의 토로이달 권선 코어를 만들고, 아르곤 가스 분위기에서 600℃로 1시간동안 열처리하여 공냉시킨다. 실시예 1 합금 구조와 동일한 구조를 갖는 자기 코어가 형성된다.

반도체 회로용 리액터를 제공하기 위해 이 마그네틱 코어 주위에 20회를 권선한다. 이 반도체 회로 리액터는 전력 공급 효율을 결정하기 위해 다이오드와 시리즈로 스위칭 전력 공급으로 삽입된다. 그 결과 전력공급 효율은 80%이다. 또한, 리액터의 온도 증가는 15℃이다. 다른 한편, Fe-Si-B의 비정질 합금으로 제조된 유사한 리액터가 사용될때, 전력 공급 효율은 77%인데, 그것은 본 발명의 리액터의 높은 효율을 의미한다.

[실시예 18]

표 6의 조성을 갖는 합금 용융물을 비결정성 합금 리본을 제조하기 위해 단일롤법에 의해 급히 냉각되고, 이 비결정성 리본의 각각은 35mm의 외경과 25mm의 내경을 갖는 토로이달 코어를 만든다. 각각의 권선코어는 합금 구조에서 극도로 양호한 결정성 입자를 형성시키도록 이것의 자기 통로에 수직인 50000e의 자장에서 이것의 결정 온도보다 높거나 혹은 동일한 온도에서 열처리된다.

2번 와이어는 공통 모드 쵸크를 형성시키도록 제20도에 도시된 바와같이 이러한 권선 코어 둘레에 권선된다. 이러한 공통 모드 쵸크는 DC 자장 특성, 2kG에서의 코어 손실 $W_2/_{100k}$, 100KHz | μ |$_{100k}$에서의 복합 투자율의 절대값, 10μs의 펄스폭과 4kG의 △B 및 포화 자기 변형 λs에서의 펄스 투자율 μ에 대해서 측정된다. 상기 결과는 표 6에 도시된다.

[표 6]

번호*	조성물(원자%)	B_{10} (KG)	Br/B_{10} (%)	Hc (Oe)	μ_{100k}	μ_p	λ_s ($\times 10^{-6}$)	$W_{2/100k}$ (mW/cc)
1	$Fe_{74}Cu_{0.5}Si_{13.5}B_9Nb_4$	12.4	18	0.014	18000	28000	+1.8	290
2	$Fe_{74}Cu_{1.5}Si_{13.5}B_9Nb_2$	12.6	8	0.012	20000	32000	+2.0	220
3	$Fe_{79}Cu_{1.0}Si_8B_9Nb_3$	14.6	14	0.058	10100	10000	+1.8	450
4	$Fe_{74.5}Cu_{1.0}Si_{13.5}B_6Nb_5$	11.6	18	0.021	21000	28000	+1.5	330
5	$Fe_{77}Cu_1Si_{10}B_9Nb_3$	14.3	25	0.024	15200	15000	+1.6	430
6	$Fe_{73.5}Cu_1Si_{17.5}B_5Ta_3$	10.5	20	0.016	21000	23000	−0.3	370
7	$Fe_{71}Cu_{1.5}Si_{13.5}B_9Mo_5$	11.2	21	0.012	22000	26000	+1.9	280
8	$Fe_{74}Cu_1Si_{14}B_8W_3$	12.1	23	0.024	18000	23000	+1.7	250
9	$Fe_{73}Cu_2Si_{13.5}B_{8.5}Hf_3$	11.6	22	0.027	20000	24000	+2.0	350
10	$Fe_{74.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Ta_2$	12.8	20	0.019	19000	24000	+1.8	480
11	$Fe_{72}Cu_1Si_{14}B_8Zr_5$	11.7	24	0.029	18000	20000	+2.0	370
12	$Fe_{71.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Ti_5$	11.3	25	0.037	17000	18000	+1.8	480
13	$Fe_{73}Cu_{1.5}Si_{13.5}B_9Ta_3$	11.4	22	0.018	18000	19000	+1.9	330
14	$Fe_{71}Cu_1Si_{13}B_{10}W_5$	10.0	23	0.024	17000	18000	+2.5	300
15	$Co_{69.7}Fe_{0.4}Mn_{5.9}Si_{15}B_9$ 비결정성	7.8	4	0.008	15000	2100	~0	280
16	$Fe_{78}Cu_9B_{13}$ 비결정성	15.2	21	0.10	5100	4700	+27	800
17	Mn−Zn 페라이트	5.1	19	0.18	5200	<1000	−	500

주* : 샘플 15 내지 17은 비교예임

이러한 DC 자기특성은 Fe-기본 비결정성 합금의 자기특성과 비교되며, $|\mu|_{100Z}$는 Co-기본 비결정성 합금과 비교된다. 소음 문제가 가장 심각한 100KHz 가까이의 주파수 밴드에서, 본 발명의 상기 공통 모드 쵸크가 큰 공통 모스 소음 감쇄효과를 갖는다. 더불어, 본 발명의 2KG 및 100KHz의 공통 모드 쵸크에서의 코어손실이 Fe-기본 비결정성 합금의 손실보다 적어지고 또한, 포화 자기 변형에 대해서 상기 Fe-기본 자기 합금은 상기 기본 비결정성 합금보다 거의 적도록 가변된다.

[실시예 19]

1원자% Cu, 16.5원자% Si, 6원자% B, 3원자% Nb 및 잔부가 Fe인 조성을 가진 합금 용융물은 단일롤법에 의하여 7.5mm의 폭 및 18㎛의 두께의 비결정성 리본으로 형성하였다. 이러한 비결정성 합금 리본은 19.5mm의 외경 9.6mm의 내경의 토로이탈 코어를 형성하도록 권선된다. 이러한 권선코어는 자기통로에 수직인 3000Oe의 자장 및 N_2 가스 분위기에서 열처리 된다. 이러한 열처리에서, 이것은 510℃에서 1시간동안 유지되고, 10℃/min의 가열율에서 가열되고 2.5℃/min의 냉각속도로 실온으로 냉각된다.

이러한 권선코어는 페놀수지 코어 케이스 속으로 내장되고, 또한 10회수의 두 와이어는 공통 모드 쵸크를 제공하도록 제20도에 도시된 바와같이 이것 둘레에 권선된다. 이것의 자기특성이 측정된다. 결과로서, B_{10}=12KG, Br/B_{10}=14%, HC=0.0180e, , μ_{01k}=28000, $|\mu|_{100k}$=2200 및 B_1=11.5KG이다.

다음, 이 공통 모드 쵸크는 50KHz에서 작동할 수 있는 스위칭 동력공급원을 위한 Ac 100V 입력라인에서 라인필터로서 사용되었다. 동력공급원의 입력단자로 부터 나오는 공통 모드 노이즈가 측정되었다. 그 결과는 제21도에 도시되어 있다. 제21도에서 명백한 바와같이 본 발명의 공통 모드 쵸크를 사용하는 라인필터(A_9로 표시됨)는 Mn-Zn 페라이트 코어(D로 표시됨)를 사용하는 것보다 더 낮은 주파수에서 더 큰 노이즈 레벨 감소효과를 보여 준다.

[실시예 20]

1원자% Cu, 13.5원자% Si, 9원자% B, 3원자% Nb 및 잔부가 Fe인 조성을 가진 합금 용융물(합금 A_{10})은 단일 로울법에 의해 비결정성 리본으로 형성하였다. 이 비결정성 리본은 외경 31mm 내지 18mm의 토로이달 코어를 형성하기 위해 권취되었다. 이 권취코어는 그의 합금 구조물내의 결정성 초미립자를 형성하기 위해, 그의 자기통로에 수직하게 5000Oe의 자장을 인가함으로써 N_2 분위기에서 열처리되었다.

이 권취코어는 베이클라이트 코어 케이스 속으로 유입되었고, 와이어의 10회전이 다음과같은 그의 지기특성을 측정하기 위해 1차 및 2차 측면상에서 그 주위에 권취되었다 ; Dc B-H 곡선 및 펄스 투자율 μ.

그 결과는 제23도(a) 및 (b)에 각각 도시되어 있다. 제23(a)에서 알수 있는 바와같이 이 실시예의 자기코어는 B_{10}=12.4KG, Br/B_{10}=11%, Hc=0.0110e, μ_{01k}=3500 및 코어손실 $W_{2/100k}$=230mW/cc. 비교를 위해, Mn-Zn 페라이트(D) 및 Co-베이스 비결정성 합금($Co_{69.7}Fe_{0.4}Mn_{5.9}Si_{15}B_9$, 합금 B_4)은 제23(b)에 도시되어 있다.

본 발명의 자기코어는 높은 포화자속 밀도 및 시간에 의한 변화, 낮은 구형비 및 코어손실을 갖지 않는 투자율을 보여주며, 따라서 그것은 자속밀도 변화 △B상에 대한 유효한 펄스 투자율의 종속에서의 비교

적인 실시예의 것들보다 더 월등한 것이 입증되었다. 그러므로, 공통 모드 쵸크로서 사용될때, 고전압 노이즈에 의해 포화되는 것이 덜하며, 높은 인덕턴스를 유지한다. 그리하여, 탁월한 고전압 펄스감쇄 특성을 가지는 라인 필터를 제공할 수 있다. 부가적인 이 자기코어의 복합 투자율 $|\mu|$의 절대값이 주파수 특성이 측정되었다. 그 결과는 제24도에 도시되어 있다. 제24도에서, A_{11}은 본 발명의 $Fe_{73.5}Cu_1Nb_3Si_{13.5}B_9$ 합금을 표시하며, B_5는 $Co_{70.7}Fe_{0.3}Mn_5Si_{15}B_9$ 비결정성 합금(비교예)를 표시하며, C_5는 $Fe_{77.5}Si_9B_{13.5}$ 비결정성 합금(비교예)를 표시하며, D는 Mn-Zn 페라이트를 표시한다.

A_{11}이 큰 $|\mu|$를 가진다는 사실은 이것이 평소의 노이즈에 대해 더 큰 감쇄효과를 가지는 것을 의미한다.

본 발명의 자기코어는 Co-베이스 비결정성 합금의 그것과 맞먹거나 더 높은 $|\mu|$를 가진다. 따라서, 이것이 변환기 코어를 위해 사용될때, 변환기의 여기전류를 감소시킬 수 있고 높은 △B에서 덜 포화되며, 온도증가가 심각한 문제를 초래하지 않는다면, 이것은 소형화 될수 있다.

따라서, 이것으로 부터 고효율 변환기를 달성할 수 있다.

[실시예 21]

1원자% Cu, 13.5원자% Si, 7.2원자% B, 2.5원자% Nb 및 잔부가 Fe인 조성을 가진 합금 용융물은 단일 롤법에 의해 6.5mm의 폭을 가진 비결정성 리본으로 형성된다. 이 비결정성 리본은 외경이 20mm이고 내경이 10mm인 토로이달 코어의 형태로 권취된다. 이 권취코어는 하기의 조건하에서 열처리 된다. (a) 자장이 없이 Ar 분위기에서 1시간동안 550℃로 가열. (b) 30000e의 자장을 적용하고 지기통로에 수직으로 (a)와 같은 분위기에서 1시간동안 550℃로 가열.

두 와이어의 12회 권선은 공통 모드 쵸크를 구비하기 위하여 각각의 1 권취코어에 권취된다. 각각의 공통모드 쵸크는 오실로스코프(26, 27)의 임펄스 노이즈 시뮬레이터(25)를 표시하는 제26(a)도에 도시된 회로를 사용하여 펄스감쇄 특성에 관하여 측정한다. 측정된 펄스감쇄 특성은 제25(b)에 도시되어 있다. 여기서 A_{12}는 (a)에 의한 자기코어 열처리로 부터 생상된 공통 모드 쵸크와 A_{13}는 (b)에 의한 자기코어 열처리로부터 생상된 공통 모드 쵸크를 나타낸다. 제26도(b)는 또한 Mn-Zn 페라이트(D)로 만들어진 공통모드쵸크의 펄스감쇄 특성과 Fe-기본 비결정성 합금(C_6)의 펄스감쇄 특성을 도시한다. 자장없이 열처리된 공통 모드 쵸크(A_{12})는 Mn-Zn 페라이트(D)보다 더 높은 펄스감쇄 특성을 나타낼지라도 자장내에서 열처리된 공통 모드 쵸크(A_{13})는 Fe-리본 비결정성 합금(C_6)보다 더 높은 펄스감쇄 특성을 나타낸다.

[실시예 22]

실시예 21에서 생산된 공통 모드 쵸크에 관하여 주파수에 대한 감쇄의 독립성이 측정되었다. 제27(a)에 도시된 사용된 측정회로에서 28은 표준신호 발생기, 29는 선택 레벨 메터, 31은 파워 디바이더를 나타낸다. 입력신호 레벨은 0dbm이다. 결과는 Mn-Zn 페라이트(D)의 결과와 함께 제2(b)도에 도시되어 있다. 이는 본 발명의 공통 모드 쵸크는 모든 주파수 영역에서 Mn-Zn 페라이트(D)의 것보다 더 좋은 감쇄효과를 나타낸다는 것을 증명한다.

[실시예 23]

종래의 합금을 사용한 것과 본 발명의 미립결정 합금을 사용한 공통 모드 쵸크에 관하여 자기특성과 고압 펄스 특성이 표 7에 나타나 있다. 각각의 공통 코드 쵸크는 12.5mm 폭의 권취된 코어와 25mm의 외경, 15mm의 내경 두 와이어의 권선을 구비한다. 자장은 필요하다면 열처리중에 자기진로에 수직으로 30000e으로 적용된다.

[표 7]

번호*	조성물(원자%)	Bs(G)	출력전압 Vo(V)	$\|\mu\|_{100k}$	열처리시의 자기장
1	$(Fe_{0.959}Co_{0.041})_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_3$	13000	15	18000	○
2	$Fe_{70.5}Cu_1Si_{20.5}B_5Nb_3$	10800	16	17000	○
3	$(Fe_{0.73}Co_{0.27})_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_3$	12300	14	10500	×
4	$Fe_{75.5}Cu_1Si_{13.5}B_7Nb_3$	13300	15	19000	○
5	$(Fe_{0.959}Ni_{0.041})_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_3$	12300	17	17000	○
6	$Fe_{72}Cu_1Si_{19}B_5Nb_3$	11400	14	20000	○
7	$(Fe_{0.60}Co_{0.40})_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_3$	12700	12	6000	×
8	$Fe_{77}Cu_1Si_{10}B_9Nb_3$	14200	15	18000	○
9	$Fe_{81}Si_{1.9}B_{17.1}$(40% 비결정성)**	16500	20	1800	×
10	$Fe_{81}Si_{1.9}B_{17.1}$(20% 비결정성)**	16500	50	900	×

주* : 샘플 번호 9, 10은 비교예임

** : 잔부 결정

본 발명은 통상 모드 쵸크는 100KHz에서 국부적으로 결정화된 종래의 비절질 합금보다 높은 절대값 |μ|를 가지며 또 보다 좋은 소음감소 특성을 갖는다. 또, 1000V, 1μsec의 펄스전압에 대해 작은 출력전압 Vo를 갖게 되므로 본 발명의 공통 모드 쵸크를 사용하면 양호한 라인필터를 제공할 수 있다. 게디가, 자장내에서 열처리함으로써 |μ|를 개선할 수 있음도 확인되었다.

[실시예 24]

표 8은 실시예 23의 구조를 갖는 본 발명의 공통 모드 쵸크의 자기특성 및 고전압 펄스특성을 표시한다. 부언하면, 30000e의 자장은 열처리중 자로에 수직으로 적용된다. 또, 실시예 23에서와 같이, 라인필터와 조합했을때 1000V, 1μsec의 펄스전압에 대해 100KHz에서의 복합 투자율 |μ|와 출력전압 Vo는 각 공통모드 쵸크에 대해 측정하였다. 그 결과는 표 8에도 표시하였다.

[표 8]

번호	조성물(원자%)	Vo(V)	$\|\mu\|_{100k}$	$W_{2/100k}$ (mW/cc)
1	$Fe_{71}Cu_1Si_{15}B_9Nb_3Ti_1$	17	18400	240
2	$Fe_{89}Cu_1Si_{15}B_9W_5V_1$	16	19200	270
3	$Fe_{89}Cu_1Si_{16}B_8Mo_5Mn_1$	18	18000	270
4	$Fe_{69}Cu_1Si_{17}B_7Nb_5Ru_1$	19	17000	260
5	$Fe_{71}Cu_1Si_{14}B_{10}Ta_3Rh_1$	17	16500	300
6	$Fe_{72}Cu_1Si_{14}B_9Zr_3Pd_1$	15	17000	320
7	$Fe_{72.5}Cu_{0.5}Si_{14}B_9Hf_3Ir_1$	16	18500	330
8	$Fe_{70}Cu_2Si_{16}B_8Nb_3Pt_1$	16	19100	260
9	$Fe_{70.5}Cu_{1.5}Si_{15}B_9Nb_3Au_1$	14	19000	250
10	$Fe_{71.5}Cu_{0.5}Si_{15}B_9Nb_3Zn_1$	18	15200	310
11	$Fe_{69.5}Cu_{1.5}Si_{15}B_9Nb_3Mo_1Sn_1$	17	17000	270
12	$Fe_{68.5}Cu_{2.5}Si_{15}B_9Nb_3Ta_1Re_1$	17	17100	310
13	$Fe_{70}Cu_1Si_{15}B_9Nb_3Zr_1Al_1$	19	18000	300
14	$Fe_{70}Cu_1Si_{15}B_9Nb_3Hf_1Sc_1$	17	17800	290
15	$Fe_{70}Cu_1Si_{15}B_9Hf_3Zr_1Y_1$	18	16400	330
16	$Fe_{71}Cu_1Si_{15}B_9Nb_3La_1$	16	15000	390
17	$Fe_{67}Cu_1Si_{17}B_9Mo_5Ce_1$	17	13200	380
18	$Fe_{67}Cu_1Si_{17}B_9W_5Pr_1$	17	12800	400
19	$Fe_{67}Cu_1Si_{17}B_9Ta_5Nb_1$	18	13600	410
20	$Fe_{67}Cu_1Si_{17}B_9Zr_5Sm_1$	16	11000	370
21	$Fe_{67}Cu_1Si_{16}B_{10}Hf_5Eu_1$	14	11200	380
22	$Fe_{68}Cu_1Si_{18}B_9Nb_3Gd_1$	16	11100	390
23	$Fe_{68}Cu_1Si_{19}B_8Nb_3Tb_1$	18	11000	360
24	$Fe_{72}Cu_1Si_{14}B_9Nb_3Dy_1$	19	10800	370
25	$Fe_{72}Cu_1Si_{14}B_9Nb_3Ho_1$	19	10100	360
26	$Fe_{71}Cu_1Si_{14}B_9Nb_3Cr_1Ti_1$	18	17200	240
27	$(Fe_{0.95}Co_{0.01})_{72}Cu_1Si_{14}B_9Nb_3Cr_1$	17	16800	230
28	$(Fe_{0.95}Co_{0.01})_{72}Cu_1Si_{14}B_9Ta_3Ru_1$	19	15800	270
29	$(Fe_{0.9}Co_{0.1})_{72}Cu_1Si_{14}B_9Ta_3Mn_1$	19	15500	280
30	$(Fe_{0.99}Ni_{0.01})_{72}Cu_1Si_{14}B_9Ta_3Ru_1$	18	14800	270
31	$(Fe_{0.95}Ni_{0.05})_{71}Cu_1Si_{14}B_9Ta_3Cr_1Ru_1$	19	14300	270
32	$(Fe_{0.50}Ni_{0.5})_{68}Cu_1Si_{13}B_9W_5Ti_1Ru_1$	19	13900	300
33	$(Fe_{0.95}Co_{0.03}Ni_{0.02})_{69.5}Cu_1Si_{13.5}B_9W_5Cr_1Rh_1$	18	14200	270
34	$(Fe_{0.98}Co_{0.01}Ni_{0.01})_{67}Cu_1Si_{15}B_9Ru_3$	19	14300	240
35	$Fe_{73}Cu_1Si_{13}B_9Nb_3C_1$	18	17200	230

36	$Fe_{73}Cu_1Si_{13}B_9Nb_3Ge_1$	15	17300	220
37	$Fe_{73}Cu_1Si_{13}B_9Nb_3P_1$	14	13200	240
38	$Fe_{73}Cu_1Si_{13}B_9Nb_3Ga_1$	16	13800	250
39	$Fe_{73}Cu_1Si_{13}B_9Nb_3Sb_1$	17	15800	290
40	$Fe_{73}Cu_1Si_{13}B_9Nb_3As_1$	16	13200	310
41	$Fe_{71}Cu_1Si_{13}B_8Mo_5C_2$	19	15900	330
42	$Fe_{70}Cu_1Si_{14}B_6Mo_3Cr_1C_5$	19	11000	330
43	$(Fe_{0.95}Co_{0.05})_{70}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Al_1C_1$	18	14500	340
44	$(Fe_{0.98}Ni_{0.02})_{70}Cu_1Si_{13}B_9W_5V_1Ge_1$	17	17800	340
45	$Fe_{68.5}Cu_{1.5}Si_{13}B_9Nb_5Ru_1C_2$	17	16900	270
46	$Fe_{70}Cu_1Si_{14}B_8Ta_3Cr_1Ru_2C_1$	16	17800	290
47	$Fe_{70}Cu_1Si_{14}B_9Nb_5Be_1$	18	16200	260
48	$Fe_{68}Cu_1Si_{15}B_9Nb_5Mn_1Be_1$	17	15800	260
49	$Fe_{69}Cu_2Si_{14}B_8Zr_5Rh_1In_1$	16	16100	270
50	$Fe_{71}Cu_2Si_{13}B_7Hf_5Au_1C_1$	15	15800	280
51	$Fe_{66}Cu_1Si_{16}B_{10}Mo_5Sc_1Ge_1$	19	14300	280
52	$Fe_{67.5}Cu_{0.5}Si_{14}B_{11}Nb_5Y_1P_1$	18	14200	260
53	$Fe_{67}Cu_1Si_{13}B_{12}Nb_5La_1Ga_1$	17	13200	400
54	$(Fe_{0.95}Ni_{0.05})_{70}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Sm_1Sb_1$	18	16800	420
55	$(Fe_{0.92}Co_{0.08})_{70}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Zn_1As_1$	17	15900	390
56	$(Fe_{0.96}Ni_{0.02}Co_{0.02})_{70}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Sn_1In_1$	18	16700	390
57	$Fe_{69}Cu_1Si_{13}B_9Mo_5Re_1C_2$	17	15300	340
58	$Fe_{69}Cu_1Si_{13}B_9Mo_5Ce_1C_2$	16	13300	400
59	$Fe_{69}Cu_1Si_{13}B_9W_5Pr_1C_2$	14	14300	410
60	$Fe_{69}Cu_1Si_{13}B_9W_5Nd_1C_2$	15	15000	380
61	$Fe_{68}Cu_1Si_{14}B_9Ta_5Gd_1C_2$	18	13200	410
62	$Fe_{69}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Tb_1C_2$	19	11000	420
63	$Fe_{70}Cu_1Si_{14}B_8Nb_5Dy_1Ge_1$	19	10000	410
64	$Fe_{72}Cu_1Si_{13}B_7Nb_5Pd_1Ge_1$	18	15000	410
65	$Fe_{70}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Ir_1P_1$	17	13800	410
66	$Fe_{70}Cu_1Si_{13}B_9Nb_5Os_1Ga_1$	19	15100	270
67	$Fe_{71}Cu_1Si_{14}B_9Ta_3Cr_1C_1$	15	14800	280
68	$Fe_{67}Cu_1Si_{15}B_6Zr_8V_1C_5$	18	13700	300
69	$Fe_{63}Cu_1Si_{16}B_5Hf_5Cr_2C_8$	17	13800	280
70	$Fe_{68}Cu_1Si_{14}B_9Mo_4Ru_3C_1$	15	15800	270
71	$Fe_{70}Cu_1Si_{14}B_9Mo_3Ti_1Ru_1C_1$	15	13800	270
72	$Fe_{67}Cu_1Si_{14}B_9Nb_6Rh_2C_1$	16	15000	250

[실시예 25]

20㎛의 두께, 7.5㎜의 폭을 가지며 실시예 19와 같은 조성을 갖는 비결정성 합금리본을 제22도(a)에 도시한 바와같이 토로이달 코어로 형성되어 있고, 토로이달 코어는 합금의 구조내의 미세, 결정입자를 발생하기 위해 열처리 전체주기중에 그 자기통로에 수직인 방향으로 50000e의 자장을 적용하면서 열처리하였다. 부언하면, 열처리는 500℃까지 20℃/min의 가열속도로 가열하고, 1시간동안 500℃에서 유지하고 5℃/min의 냉각속도로 280℃까지 냉각하고 2시간동안 280℃에서 유지하고 그후 2℃/min의 냉각속도로 실온까지 냉각시켜 실행한다. 캡톤 테이프는 변환기 코어를 제공하도록 제22도(b)에 도시한 바와같은 권선 코어 주위에 감겨있다. 권선 와이어를 이 코어 주위에 감은후, 그 자기특성을 측정하였다. 결국, B_{10}=12KG, Br/B_{10}=12%, Hc=0.0120e 그리고 $W_{2/100k}$=240mW/cc였다. 게다가, 변환기 코어를 진공중에서 에폭시 수지와 함께 권선코어를 감싸서 주조코어를 형상한후 갭톤 테이프를 주조코어 주위에 감으면 변환기 코어는 B_{10}=12KG, Br/B_{10}=18%, Hc=0.0180e 그리고 $W_{2/100k}$=370mW/cc를 나타내었다.

비교컨데, 13.5원자% Si, 9원자 B, 3원자% Nb, 그리고 잔부가 Fe인 비결정성 합금리본을 토로이달 코어로 형성하였고, 변압기 코어로 만들어지도록 캡톤 테이프가 그 주위에 감겼으며(비교예 2), 그리고 상기 토로이달 코어는 에폭시 수지로 채워지고 그 다음에 변압기 코어로 만들어지도록 그 주위에 캡턴 테이프가 감겼다(비교예 2). 비교예 1의 변압기 코어는 코어손실($W_{2/100k}$)이 1500mW/cc임을 보였고, 비교예 2는 지극히 큰 코어손실($W_{2/100k}$)인 3300mW/cc를 나타내었다. 이와같이, 본 발명에 의한 변압기 코어는 비록 수지로 채워지지만 훨씬 작은 코어손실을 나타낸다.

[실시예 26]

실시예 20과 같은 성분을 갖는 미세한 결정질 합금은 제25(a)에 도시한 E 코어로 형성되고, 그 합금 구조에 있어서 지극히 미세한 결정입자를 발생하도록 한시간동안 아르곤 대기에서 550℃로 열처리된다. 그

런다음 E형 변압기 코어는 제25(b)에 도시된 바와같이 형성된다. 이 코어는 자기특성을 측정하여 보면, 그 포화자속 밀도는 Mn-Zn 페라이트의 그것보다 2배 이상인 12.6KG이며, 그 코어손실($W_{2/100k}$)은 280mW/cc 이 다.

제1측면의 13회선이 전선과, 제2측면의 6회선의 전선이 이 코어의 둘레에 감겼으며 200KHz로 작동하는 스위치 전력원에 변압기로서 장착되었다. 코어의 온도증분 △T가 측정되었다. 결과는 표 9에 도시된다.

[표 9]

자 기 코 어	ΔT(℃)
$Fe_{74.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_2$	30
Mn-Zn 페라이트	38

본 발명의 코어는 Mn-Zn 페라이트의 것보다 적은 온도증가를 받게 되며, 다른 요소들에 보다적은 영향을 가해준다는 것을 보여준다.

[실시예 27]

$Fe_{73.5}Cu_1Si_{16.5}B_6Nb_3$(원자%)의 합금 용융물이 비결정성 합금리본으로 형성되고, 이 비결정성 합금리본은 전기 영동법에 의해 MgO 층으로 피복되었다. 다음에, 이것은 제28(a)에 도시된 형태로 감겨지고, 1시간동안 530℃에서 열처리된 다음 냉각되었다. 열처리후, 이 코어는 니스로 채워지며, 외주 슬라이서에 의해 중앙에서 절단된다. 이 절결부들은 제28도(b)에 도시한 절결 코어를 만들어 주기 위해 연마되고 래핑되었다. 100KHz 및 2KG에서의 그 코어손실은 500mW/cc만큼 낮았다.

그와같은 절결코어는 와이어가 제공된 보빈을 절결코어 속으로 삽입해 주므로 변압기로 형성될 수가 있다. 따라서, 그 감김동작이 용이하다는 것에 잇점이 있다. 또한, 갭을 제공해주므로서, 코어의 유효 투자율이 조절될 수가 있다.

[실시예 28]

제29도는 통상적인 재료의 것들과 함께, 실시예 14에서 도시된 바와같은 $Fe_{73.5}Cu_1Si_{13.5}B_9Nb_3$(합금 A_{16}, 본 발명)의 자기코어의 주파수에 대한 코어손실의 의존관계를 보여준다. B_6은 $Co_{69.7}Fe_{0.4}Mn_{5.9}Si_{15}B_9$ 비정질합금을 표시하며, C_7은 $Fe_{76.5}Cr_1Si_{13.5}B_9$ 비정질 합금을 표시하고, D는 Mn-Zn 페라이트를 표시한다. 본 발명의 자기코어는 고 주파수 영역까지는 Co-기본 비정질 합금(B_6)의 것보다 같거나 작고 Fe-기본 비정질 합금(C_7) 및 Mn-Zn 페라이트(D)의 것들보다 훨씬 작은 코어손실을 나타낸다. 따라서, 본 발명의 자기코어는 고 주파수에서 작동가능한 변압기로서 우수하다. 포화자기 플럭스 밀도에 관하여, 본 발명의 자기코어는 Mn-Zn 페라이트 및 Co-기본 비정질 합금의 것들보다 훨씬 크며, 이것은 본 발명의 자기코어가 소형화된 변압기들에 사용될 수 있다는 것을 의미한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

Fe, Cu, M으로 구성된 Fe 기본 연자성 합금으로 제조된 자기코어에 있어서, 상기 M이 Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti 및 Mo으로 구성된 그룹으로 부터 선택된 적어도 하나의 성분이며, 합금조직의 적어도 50%가 결정성 미립자로 형성되고, μa를 1KHz에서의 유효 투자율로 μb를 1000시간동안 공기중에서 100℃로 가열한후 1KHz에서의 유효 투자율이라 할때 상기 자기코어의 시간에 대한 유효 투자율의 변화율 X를 X=1-μb/μa의 식으로 규정하고 그 값이 0.3 또는 그 이하인 것을 특징으로 하는 자기코어.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 Fe 기본 연자성 합금이 10KG 또는 그 이상의 포화자속 밀도 Bs와 5×10^3 또는 그 이상의 유효 투자율 μ_iKHz를 갖는 것을 특징으로 하는 자기코어.

청구항 3

제1항에 있어서, Fe 기본 연자성 합금이 $+5\times10^{-6}$ 내지 -5×10^{-6}의 포화자기 변형 λs를 갖는 것을 특징으로 하는 자기코어.

청구항 4

제1항에 의한 자기코어로 구성된 포화 리액터.

청구항 5

제4항에 있어서, 50KHz에서의 비조절 자기밀도 △Bb가 3KG 또는 그 이하인 것을 특징으로 하는 포화 리액터.

청구항 6

제1항에 의한 자기코어로 구성된 반도체 회로용 리액터.

청구항 7

Fe 기본 연자성 합금이 70% 또는 그 이상의 Dc B-H 곡선의 구형비 Br/B_{10}를 갖는 제4항에 의한 반도체 회로용 리액터.

청구항 8

제6항에 있어서, Fe 기본 연자성 합금이 70% 또는 그 이상의 Dc B-H 곡선의 구형비 Br/B_{10}를 갖는 것을 특징으로 하는 반도체 회로용 리액터.

청구항 9

제1항에 의한 자기코어로 구성된 공통 모드 쵸크.

청구항 10

제1항에 있어서, 30% 또는 그 이하의 Dc B-H 곡선의 구형비 Br/B_{10}와, 1000 또는 그 이상의 100KHz에서의 복합 투자율의 절대값 $|\mu|$와, 5KG 또는 그 이상의 10e에서의 자기밀도 B_1과, 10KG 또는 그 이상의 100e에서의 자기밀도 B_{10}을 갖는 것을 특징으로 하는 자기코어.

청구항 11

제9항의 공통 모드 쵸크를 내장한 라인 필터.

청구항 12

제1항에 의한 자기코어로 구성된 고 주파수 변환기 코어.

청구항 13

제12항에 있어서, 기본 연자성 합금이 30% 또는 그 이하의 Dc B-H 곡선의 구형비 Br/B_{10}를 갖는 것을 특징으로 하는 고 주파수 변환기 코어.

청구항 14

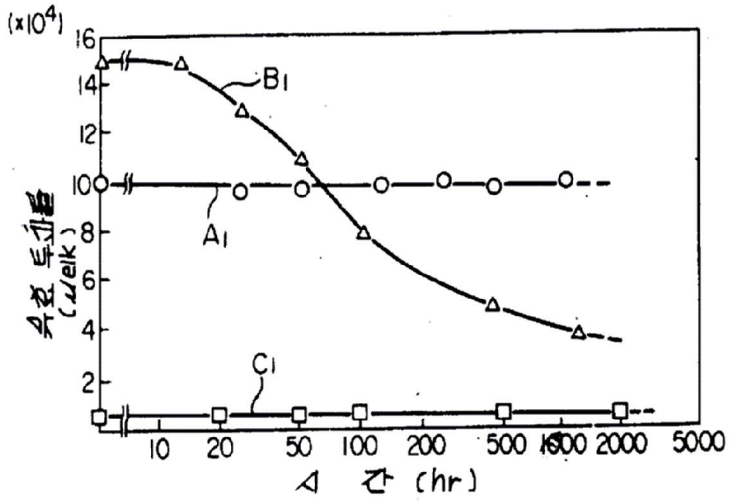
제12항의 자기코어와 둘 또는 그 이상의 권선으로 구성된 고 주파수 변환기.

청구항 15

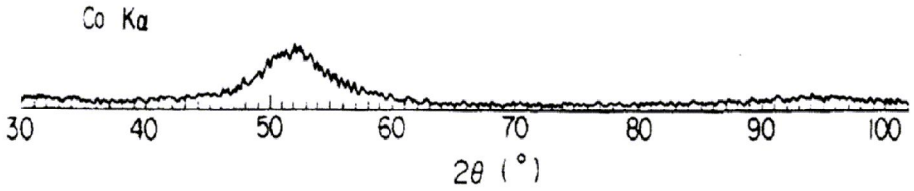
비결정성 리본을 형성하도록 Nb, W, Ta, Zr, Hf, Ti 및 Mo으로 구성된 그룹으로 부터 선택되는 M과 Fe 그리고 Cu로 구성된 합금 용융물을 신속히 담금질하는 단계와, 상기 비결정성 리본을 권취코어로 성형하는 단계와, 그 연후에 상기 합금이 그 조직의 적어도 50%를 차지하는 결정성 미립자를 갖도록 권취코어를 열처리하는 단계를 포함하는 자기코어의 제조방법.

도면

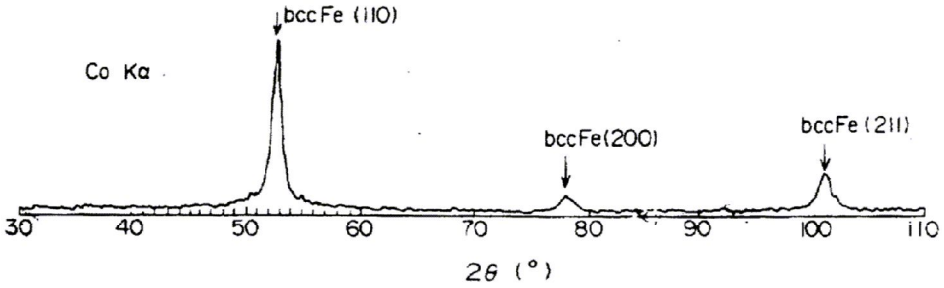
도면1



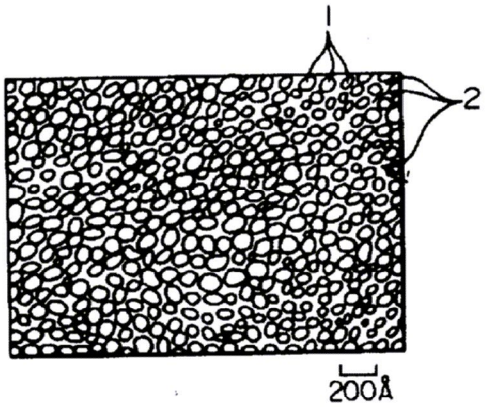
도면2



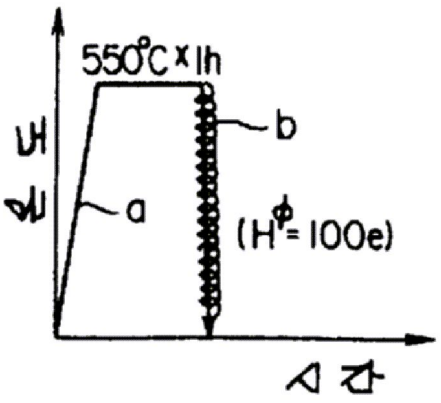
도면3a



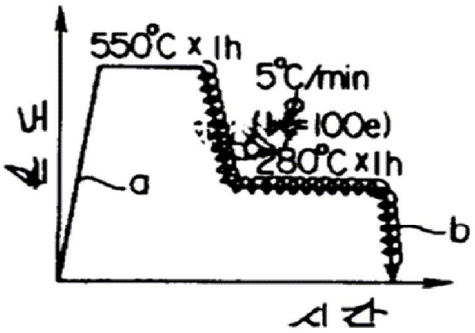
도면3b



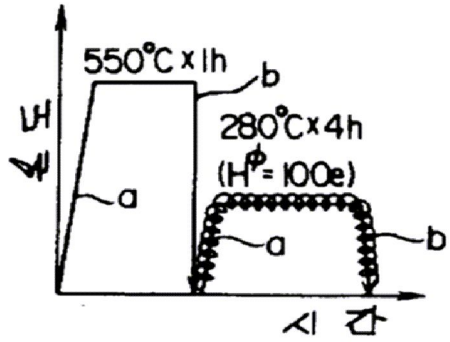
도면4a



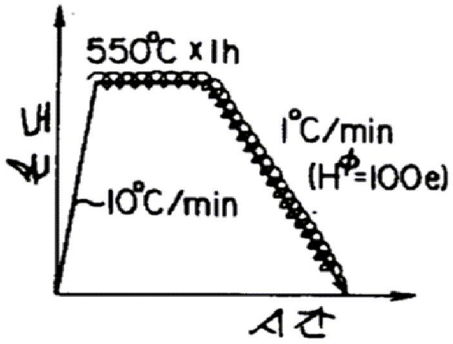
도면4b



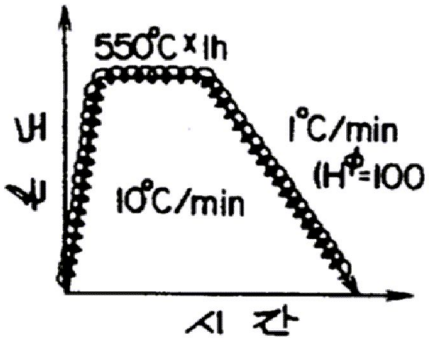
도면4c



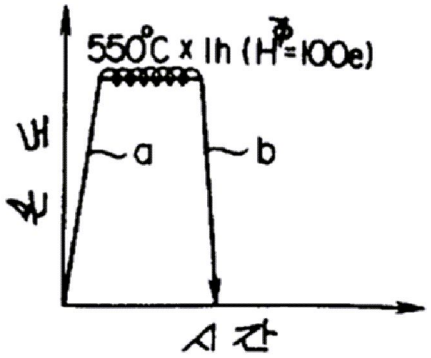
도면4d



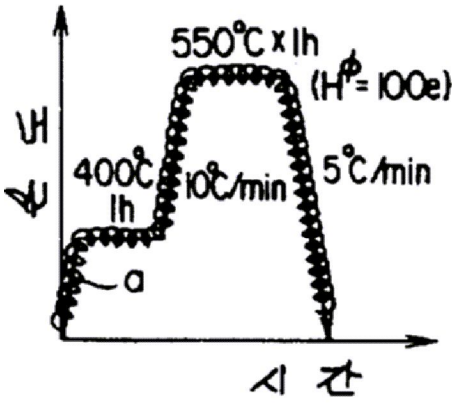
도면4e



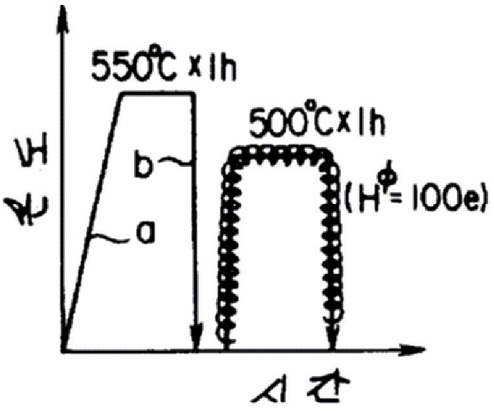
도면4f



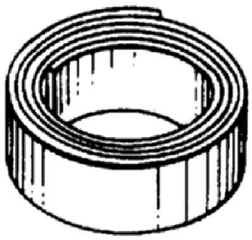
도면4g



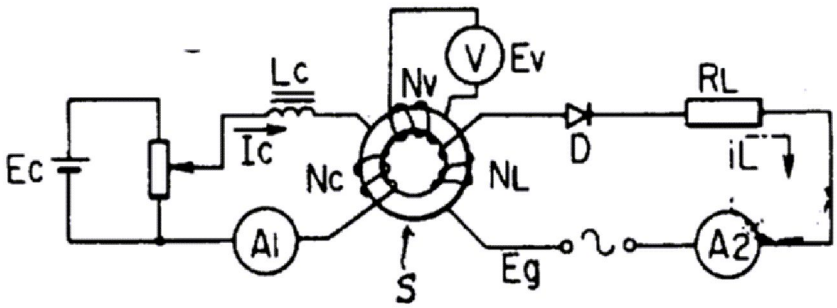
도면4h



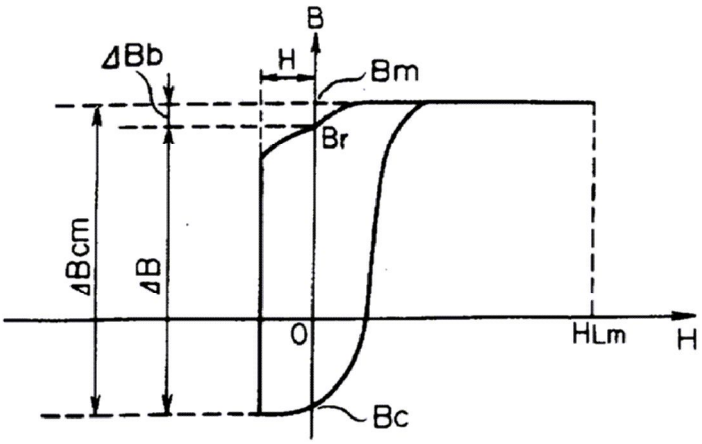
도면5



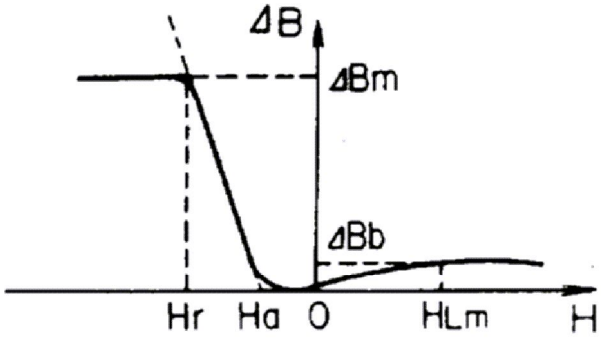
도면6


Ec
Lc
Ic
Nv
V
Ev
Nc
NL
D
RL
iL
A1
S
Eg
A2

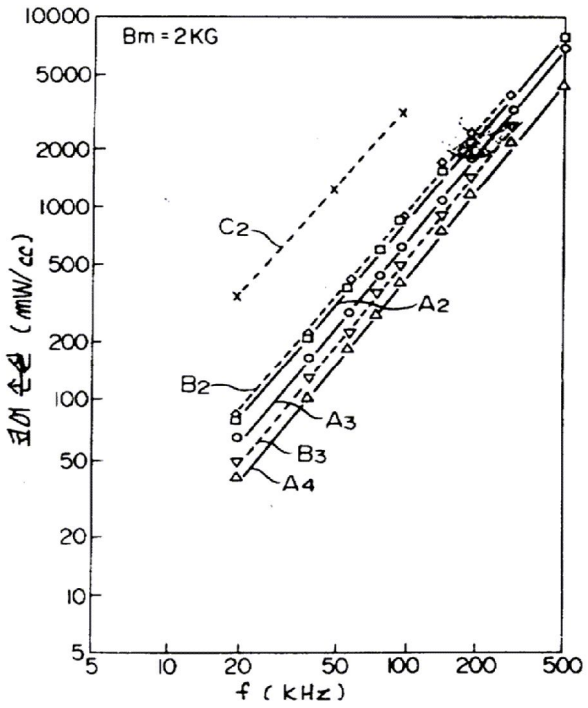
도면7


B
ΔBb
H
Bm
Br
ΔBcm
ΔB
0
HLm
H
Bc

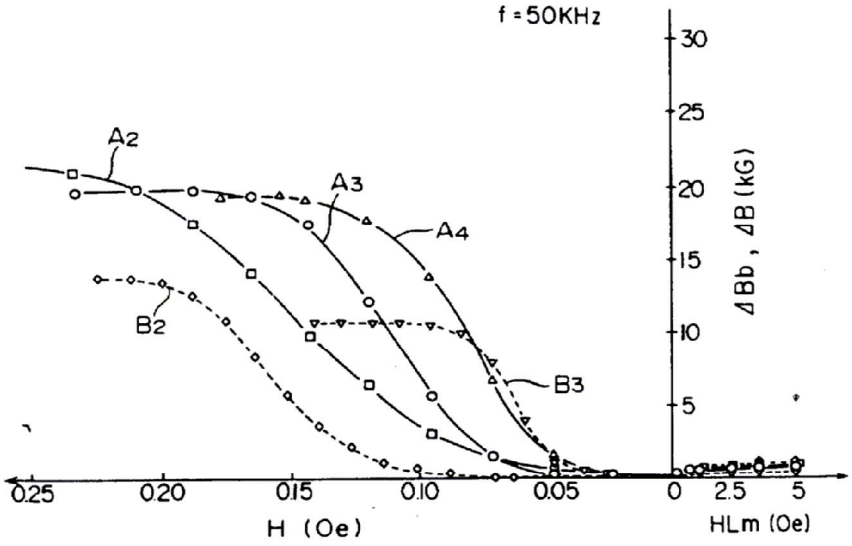
도면8


ΔB
ΔBm
ΔBb
Hr
Ha
0
HLm
H

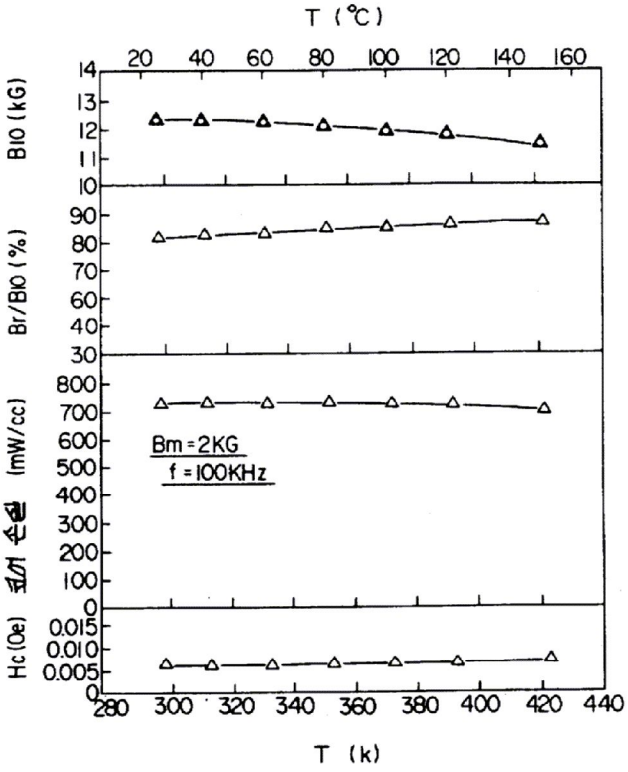
도면9


Bm = 2KG
10000
5000
2000
1000
500
200
100
50
20
10
5
5
10
20
50
100
200
500
f (kHz)
표유 손실 (mW/cc)
C2
A2
B2
A3
B3
A4

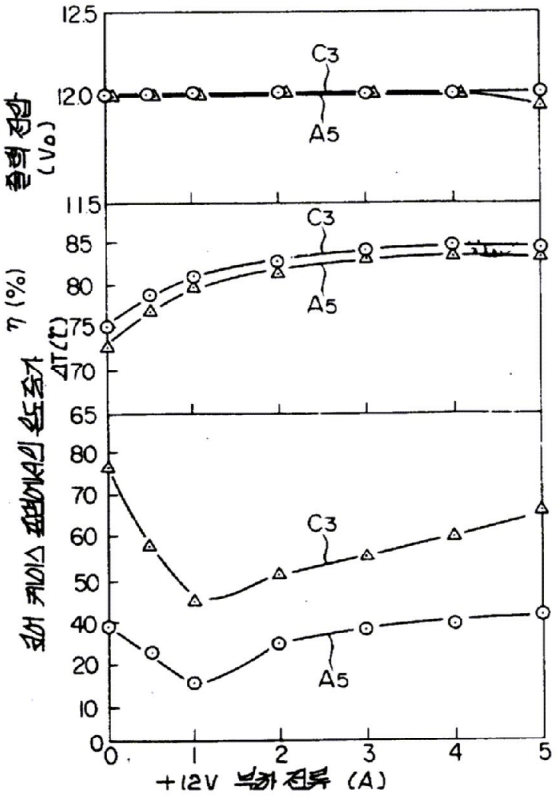
도면10


f = 50KHz
A2
A3
A4
B2
B3
30
25
20
15
10
5
ΔBb , ΔB (kG)
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0
2.5
5
H (Oe)
HLm (Oe)

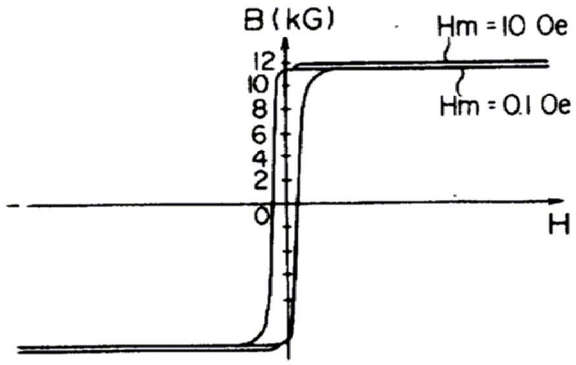
도면11


T (℃)
20 40 60 80 100 120 140 160
Bm=2KG
f=100KHz
T (k)
280 300 320 340 360 380 400 420 440

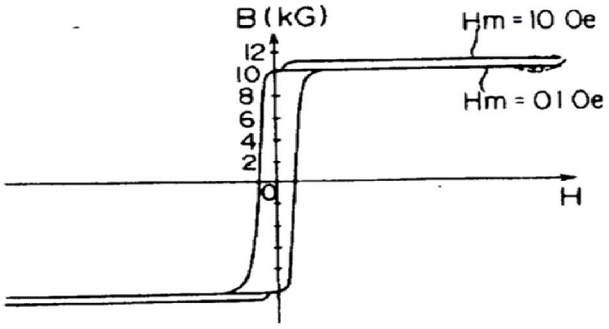
도면12


C3
A5
+12V 부하 전류 (A)

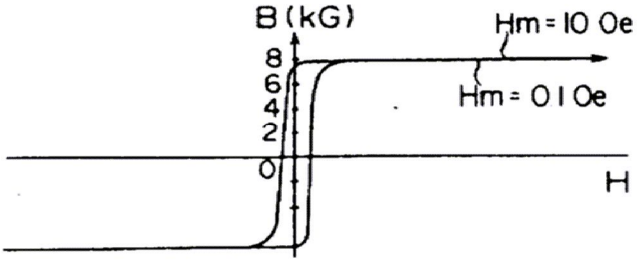
도면13a



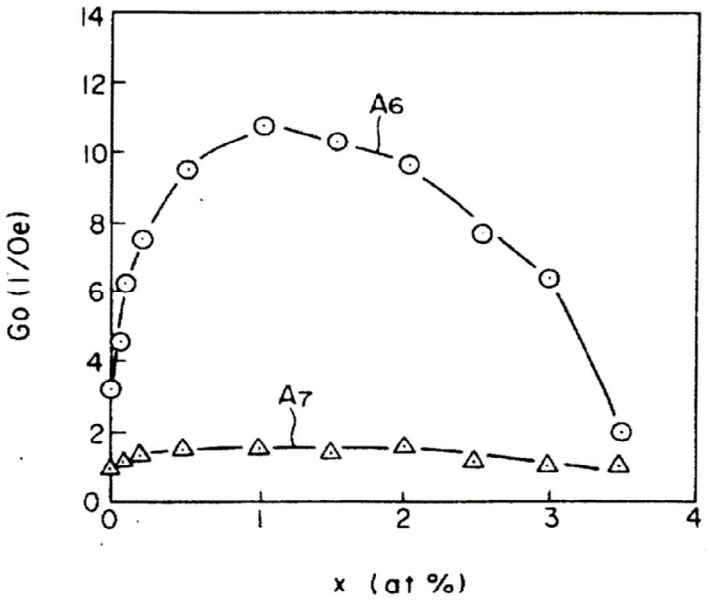
도면13b



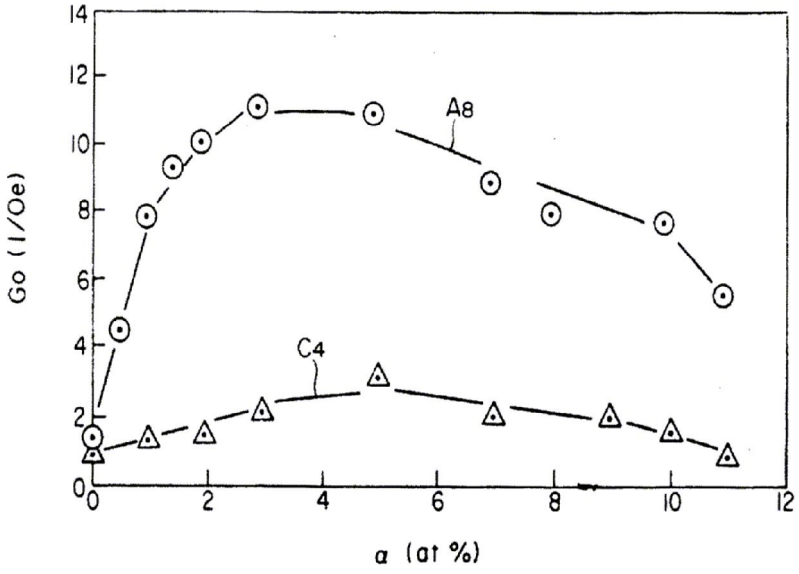
도면13c



도면14



도면15



도면16

