(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01F 17/00

(45) 공고일자 2001년02월01일
(11) 등록번호 10-0279544
(24) 등록일자 2000년11월01일

(21) 출원번호	10-1996-0038600	(65) 공개번호	특1997-0017725
(22) 출원일자	1996년09월06일	(43) 공개일자	1997년04월30일
(30) 우선권주장	95-230324 1995년09월07일 일본(JP)		
	96-016634 1996년02월01일 일본(JP)		

(73) 특허권자 가부시키가이샤 도시바 니시무로 타이죠
일본국 가나가와껭 가와사키시 사이와이꾸 호리가와쪼 72반지
(72) 발명자 사또 도시로
일본 가나가와껭 가와사키시 사이와이꾸 호리까와쪼 72 가부시끼가이샤 도시바 호리까와쪼 웍스 내
미조구찌 데쯔히꼬
일본 가나가와껭 가와사끼시 사이와이꾸 고무까이 도시바쪼 1 가부시키가이샤 도시바 리서치 앤드 디벨롭먼트 센터 내
(74) 대리인 구영창, 장수길

심사관 : 조형희

(54) 평면형 자기 소자

요약

본 발명은 코일 도전체 내의 고주파 손실이 감소될 수 있는 평면형 자기 소자에 관한 것이다. 본 소자는 다수의 도전체 라인으로 구성된 코일 도전체로 형성된 평면형 코일을 포함한다. 코일 도전체는 나선 형태로 제공된다. 평면형 코일은 2개의 연자성체층들 사이에 샌드위치된 2개의 절연층들 사이에 삽입된다.

대표도

도12a

명세서

도면의 간단한 설명

제1(a)도 및 제1(b)도는 종래의 평면형 인덕터를 도시하는 도면.

제2도는 제1(a)도 및 제1(b)도에 도시된 평면형 인덕터의 주파수 특성을 나타내는 그래프.

제3도는 다른 종래의 평면형 인덕터의 평면도.

제4도는 제3도에 도시된 평면형 인덕터의 주파수 특성을 나타내는 그래프.

제5(a)도 및 제5(b)도는 나선형 평면형 코일을 갖는 종래의 평면형 인덕터에 자속이 분포된 양태를 도시하는 도면.

제6(a)도 및 제6(b)도는 곡류형 평면형 코일을 갖는 종래의 평면형 인덕터에 자속이 분포된 양태를 도시하는 도면.

제7도는 연자성체층의 면내 자속 성분으로부터 발생된 와전류를 설명하는 연자성체층의 등각도.

제8도는 연자성체층의 수직 자속 성분으로부터 발생된 와전류를 설명하는 연자성체층의 등각도.

제9도는 코일 도전체 내의 수직 자속 성분으로부터 발생된 와전류를 설명하는 연자성체층의 등각도.

제10도는 코일 도전체 내의 고주파 전류 밀도의 분포를 나타내는 그래프.

제11도는 종래의 평면형 인덕터의 측정된 코일 저항이 주파수에 따라 변화하는 양태 및 인덕터의 계산된 코일 저항이 주파수에 따라 변화하는 양태를 도시하는 그래프.

제12(a)도, 제12(b)도 및 제12(c)도는 본 발명의 제1 실시예인 평면형 인덕터의 구조를 도시하는 도면.

제13도는 제12(a)도 내지 제12(c)도에 도시된 평면형 인덕터의 주파수 특성을 나타낸 그래프.

제14(a)도, 제14(b)도 및 제14(c)도는 제12(a)도 내지 제12(c)도에 도시된 평면형 인덕터에 결합될 수 있는 3개의 상이한 평면형 코일들의 평면도.

제15(a)도 및 제15(b)도는 제12(a)도 내지 제12(c)도에 도시된 평면형 인덕터에 결합될수 있는 2개의 상

이한 평면형 코일들의 평면도.

제16도는 본 발명의 제2 실시예인 평면형 변압기를 도시하는 단면도.

제17(a)도 및 제17b(b)도는 본 발명의 제3 실시예인 평면형 인덕터를 도시하는 도면.

제18(a)도, 제18(b)도 및 제18(c)도는 제3 실시예에 결합된 코일 도전체들을 도시하는 도면.

제19도는 제3 실시예에서 사용된 연자성체층이 자화 곤란축 및 자화 용이축을 따라 자화되는 경우, 연자성체층의 투자율이 주파수에 따라 변화하는 양태를 도시하는 그래프 .

제20(a)도, 제20(b)도 및 제20(c)도는 도전체가 커트된 위치를 나타내는, 제3 실시예에 사용된 코일 도전체의 평면도.

제21(a)도 및 제21(b)도는 편원(偏圓) 나선형 평면형 코일을 포함하는, 제3 실시예의 제1 변형인 평면형 인덕터를 도시하는 도면.

제22(a)도 제22(b)도는 직사각형 나선형 평면형 코일을 포함하는, 제3 실시예의 제2 변형인 평면형 인덕터를 도시하는 도면.

제23(a)도 및 제23(b)도는 곡류형 평면형 코일을 포함하는, 제3 실시예의 제3 변형인 평면형 인덕터를 도시하는 도면.

제24(a)도 및 제24(b)도는 직사각형 나선형 평면형 코일을 포함하는, 제3 실시예의 제4 변형인 평면형 인덕터를 도시하는 도면.

제25도는 본 발명의 제4 실시예인 평면형 인덕터를 설명하는, 종래의 평면형 인덕터의 단면도.

제26도는 제25도에 도시된 종래의 평면형 인덕터의 패드 섹션에서 와전류가 발생되는 양태를 설명하는 도면.

제27도는 본 발명의 제4 실시예인 평면형 인덕터를 도시하는 단면도.

제28도는 제4 실시예의 변형을 도시하는 단면도.

제29도는 본 발명의 제5 실시예에 따른 평면형 인덕터의 패드 섹션을 도시하는 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11, 21, 31, 41, 51, 71, 72, : 평면형 코일

111, 211, 212, 311, 312, 411, 412, 511, 512 : 코일 도전체

11a, 11b, 11c, 211a, 211b, 211c, 212a, 212b, 212c : 도전체 라인

12 : 절연층

13, 22, 32, 42, 52, 731, 732, 83 : 연자성체층

731a, 732a : 홀

74, 81 : 패드 섹션

811 : 분할 영역

82 : 노치

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 스위칭 전원과 결합될 초크 코일 및 변압기 같은 다양한 고주파부품에 사용하기 위한 평면형 자기 소자에 관한 것이다.

최근에 대두되기 시작한 소위 멀티미디어에서 요구되는 바와 같이, 다양한 휴대용 전자 장치가 더욱 소형화, 경박화 및 효율화되었다. 이것은 LSI 기술의 발전, 부품-장착 기술의 발전, 및 고 에너지 배터리 셀들의 개발(예, 리튬 셀 및 니켈-수소 셀)에 의해 가능하게 된 전자 회로들의 집적도의 증가에 기인한 것이다.

그러한 전자 장치의 전원부는 안정적인 스위칭 타입 전원을 갖는다. 스위칭타입 전원의 크기 및 중량은 전원의 높은 전력-변환 효율을 희생시키지 않고서는 감소시키기가 어렵다고 여겨진다. 전자 장치의 다른 부품들의 크기, 중량 및 제작 단가는 성공적으로 감소된 반면에, 스위칭 타입 전원의 크기, 중량 및 제작 단가는 그대로 이다. 분명히 장치의 크기, 중량 및 가격에 대한 스위칭 타입 전원의 비중이 점점 증가하고 있다.

스위칭 타입 전원의 크기, 중량을 감소시키기 위해, 전원이 소형 인덕터, 소형 변압기, 또는 소형 커패시터 같은 소형 전원 부품과 결합할 수 있도록 전원의 스위칭 주파수가 증가될 수 있다. 여기서 문제점이

발생한다. 스위칭 주파수가 높아질수록, 소형 전자 부품의 에너지 손실이 커지며, 스위칭 타입 전원의 변환 효율이 열악하게 된다. 전원이 고주파 전력을 효율적으로 변환할 수 있도록 하기 위해, 소형이지만 에너지 손실이 적은 전원 부품이 절대적으로 요구된다. 또한, 인덕터 및 변압기 같은 자기 부품들은 얇게 제조되기가 어렵다. 따라서, 충분히 얇은 스위칭 타입 전원을 제공하는 것이 문제점으로 남아 있다.

매우 소형이며 박형인 스위칭 타입 전원을 제공하기 위해, 평면형 코일 및 연자성체막을 포함하는 평면형 인덕터 또는 변압기를 사용할 것이 제안되었다. 제1(a)도는 종래의 평면형 인덕터를 도시한다. 평면형 인덕터는 제1(b)도에 도시된 것과 같은 일반적으로 직사각형인 평면형 코일(1)을 갖는다. 제1(a)도에 도시된 바와 같이, 코일(1)은 2개의 연자성체층(3)들 사이에 샌드위치된 2개의 절연층(2) 사이에 삽입되어 있다.

평면형 인덕터는 제2도에 도시된 것과 같은 주파수 특성을 갖는다. 주파수 f가 더욱 증가함에 따라, 등가 직렬 저항(equivalent series resistance) R은 급속하게 증가하고, 반면에 인덕턴스 L은 거의 변화하지 않고 유지된다. 품질 계수 Q는 10이하로 유지된다. 품질 계수가 10 이상인 인덕터스 수치가 일반적으로 양호한 것으로 간주된다. 품질 계수는 높아질수록 좋다. 따라서, 평면형 인덕터들의 품질계수 Q가 중가될 것이 요구된다. 각 연자성체층(3)의 고주파 손실 및 평면형코일(1)의 고주파 손실은 평면형 인덕터의 품질 계수 Q의 증가를 방지하는 것으로서 간주된다. (연자성체층의 고주파 손실은 와전류 손실 또는 히스테리시스 손실이다.)

제3도에 도시된 것과 같은 새로운 타입의 평명형 인덕터가 발명되었다. 이 인덕터는 2개의 절연막(도시생략), 2개의 절연막 사이에 삽입된 평면형 코일(4), 및 절연막들 상에 제공된 2개의 연자성체층(5)을 포함한다. 평면형 코일(4)은 전체적으로 평원형이다. 연자성체층(5)은 단축 이방성 물질로 만들어졌으며, 자화곤란축을 가지며 회전 자화 모드에서 자화된다. 따라서, 층(5)에서 만들어진 와전류 손실은 작다. 결과적으로, 층(5)에서의 고주파 손실의 감소가 쉽게 예상될 수 있다.

제3도에 도시된 평면형 인덕터는 제4도에 도시된 주파수 특성을 갖는다. 제4도에 도시된 바와 같이, 평면형 인덕터의 품질 계수 Q는 최대 10 이하이다.

본 발명의 발명자들은 각각이 2개의 연자성체층, 연자성체층들 사이에 샌드위치된 2개의 절연층 및 절연층들 사이에 삽입된 나선형 평면형 코일을 포함하는 평면 인덕터내의 고주파 손실을 분석했다. 그 결과는 다음과 같다.

제5(a)도에 도시된, 2개의 연자성체층(8), 이들 층(8)들 사이에 삽입된 2개의 절연층(7), 및 이들 절연층(7)들 사이에 삽입된 나선형 평면형 코일(6)을 포함하는 인덕터는 내부 자기 자속을 가졌다. 자속은 연자성체층(8)에 대해서 동일면 성분 Bi 및 수직 성분 Bg로 구성되어 있다. 이러한 성분들은 제5(b)도에 도시된 바와 같이 분포되어 있다.

제6(a)도에 도시된 다른 인덕터는 곡류형 평면 코일이 나선형 평면코일을 대신하여 내부 자속을 갖는다는 것을 제외하고는 제5(a)도의 인덕터와 동일하다. 자속은 연자성체층(8)에 대해서 동일면 성분 Bi 및 수직 성분 Bg로 구성되어 있다. 이러한 성분들 Bi 및 Bg는 제6(b)도에 도시된 바와 같이 분포되었다.

자속의 연자성체(8)들을 통해서 연장하는 동일면 성분 Bi로부터 제7도에 도시된 바와 같이 연자성체층(8)들을 두께 방향으로 흐르는 와전류 jm, p가 발생된다. 유사하게, 자속의 수직 성분 Bg로부터, 제8도에 도시된 바와 같이 연자성체층(8)들을 표면 방향으로 흐르는 와전류 jm, i가 발생된다.

제5(a)도 및 제6(a)도에 도시된 각 인덕터들에서, 평면형 코일(6 또는 9)의 k번째 인덕터(10)를 통해서 연장하는 수직 성분 Bg는 제9도에 도시된 바와 같이 코일 도전체 라인(10)을 따라 흐르는 와전류 jc, I을 발생시켰다. 제5(a)도에 도시된 인덕터의 나선형 평면형 코일(6)에서, 수직 성분 Bg는 코일 도전체(10)의 전폭에 걸쳐거 동일한 방향으로 확장되어 있다. 즉, 제10도에 도시된 바와 같이, 코일 인덕터(10)를 통하여 흐르는 고주파 전류의 밀도는 코일 인덕터(10)의 한 단부에서 하이이며, 다른 단부에서는 로우이다. 즉 코일 도전체(10) 내에서 균일하지 않음이 뚜렷하다.

달리 말하면, 고주파 전류는 코일 도전체(10)를 통해서 균일하게 흐르지 않는다. 오히려, 코일 도전체(10)의 한 단부를 통해서 집중적으로 흐른다. 코일 도전체(10)의 저항은 불가피하게 매우 증가하게 되며, 고주파 손실을 유발한다. 이러한 손실은 평면형 인덕터의 품질 계수 Q을 증가시키기 어렵게 만든다고 간주된다.

또한, 발명자들은 자속의 수직 성분 Bg에 의해 유발되어온 평면형 코일의 고주파 저항의 증가를 연구했다. 제9도에 도시된 바와 같이, 수직 성분 Bg는 k번째 코일 도전체(10)를 통해서 상방향으로 연장된다. 동일한 코일 도전체(10)에 대해서 동일한 방향으로 연장된다. [제9도에서, Bgk(x)는 k번째 코일 도전체(1)를 통해서 연장하는 수직 성분의 밀도를 나타낸다.] 코일 도전체(10) 내를 흐르는 전류는 코일 인덕터(10) 내에 제10도에 도시된 바와 같이 분포된다. 즉, 전류 밀도는 코일인덕터(10)의 좌측 단부에서 하이이며, 우측 단부에서 로우이다. 이것은 수직 교류 자속으로부터 발생된 와전류 jc, I가 외부 전원으로부터 공급된 전류에 중첩되기 때문이다. k번째 코일 도전체(10)를 통해서 연장하는 수직 성분의 밀도 Bgk(x)가 1개의 Bsk로 일정하다면, 주파수 f에서 코일 도전체(10)가 갖는 저항 Re(f)는 다음과 같이 주어진다.

Re(f)

$$= Rc(0) \cdot \left[1 + \frac{4\pi^2 f^2 \cdot tc^2 \cdot d^4}{12\rho^2} \cdot \frac{\sum_{k=1}^{n} Bgk^2 \cdot lk}{\sum_{k=1}^{n} lk} \right] \quad \ldots(1)$$

여기서 Rc(0)는 코일 도전체(10)의 직류 저항이고, tc는 두께, d는 폭, ρ는 비저항이며, lk는 길이이다.

식 1에 의해 계산된 코일 도전체(10)의 저항 Rc(0)은 제11도에 도시된 곡선을 따라, 주파수 f에 따라 증가한다. 곡선이 도시하는 바와 같이, 계산된 저항 Rc(f)는 제2도에 도시된 바와 같이 그리고 제11도의 곡선 b에 의해 나타난 바와 같이, 종래의 평면형 인덕터(제2도)의 측정된 등가 직렬 저항 R과 거의 같은 모양으로 주파수와 함께 증가한다.

제11도에 도시된 바와 같이, 계산치 a와 측정치 b 사이의 영역은 연자성체층(8)에서 만들어진 고주파 손실로부터 유발된 저항 R의 증가를 나타낸다. 이러한 증가는 평면형 코일 자신의 저항 증가보다 훨씬 적다. 즉, 2개의 연자성체층 및 이러한 층들 사이에 삽입된 평면형 코일을 구비하는 평면형 자기 소자에서, 고주파손실 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 것이 코일 도전체 내의 손실이다. 코일 도전체 내의 고주파 손실은 평면형 자기 소자의 품질 계수 Q를 증가시키기 어렵게 만든다고 말할 수 있다.

상술된 종래의 평면형 자기 소자들은 평면형 인덕터이다. 지금까지 알려진 평면형 변압기는 평면형 인덕터와 같은 문제점을 갖는다. 종래 기술 평면 변압기에서, 코일 도전체의 저항은 고주파 대역에서 증가하며, 결과적으로 고주파 손실을 유발한다. 이러한 손실은 평면형 변압기 동작 효율을 감소시킨다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상술된 바와 같이, 본 발명의 목적은 코일 도전체 내의 고주파 손실이 감소될 수 있는 평면형 자기 소자를 제공하는 것이다.

본 발명에 따른 평면형 자기 소자는 연자성체층들, 이 층들 사이에 삽입되어 있는 2개의 절연층들, 및 이 절연층들 사이에 삽입되어 있는 적어도 하나의 평면형코일을 구비한다. 평면형 코일은 다수의 도전체 라인들로 구성된 코일 도전체를 포함한다. 이러한 구조에 의해 고주파 대역에서 발생하는 코일 도전체의 저항 증가를 억제하는 것이 가능하다. 따라서 코일 도전체 내의 고주파 손실이 감소될 수 있다.

상기 구조에 따른 평면형 자기 소자에서, 1개의 평면형 코일은 2개의 연자성체층 사이에 삽입되어 있는 2개의 절연층 사이에 샌드위치되어 있다. 따라서 코일도전체 내의 고주파 손실이 감소될 수 있다. 평면형 자기 소자는 최대값으로부터 증가된 품질 계수 Q를 갖는 평면형 인덕터로서 사용될 수 있다.

상기 구조에 따른 다른 평면형 자기 소자는 적어도 2개의 포개어진 평면형 코일, 적어도 2개의 평면형 코일 사이에 삽입되어 있는 절연층, 양 평면형 코일들을 샌드위치하는 절연층, 및 2개의 절연층을 샌드위치하는 연자성체층을 구비한다. 이에 의해 각 평면형 코일의 도전체의 고주파 손실이 감소된다. 이 평면형 자기소자는 동작 효율이 증가된 평면형 변압기로서 사용될 수 있다.

평면형 코일을 갖는 상기 구조에 따른 또 다른 평면형 자기 소자는 동일면에 차례로 배열된 2개의 나선형 평면형 코일들로 구성되며 서로 전기적으로 접속된다. 이러한 평면형 자기 소자는 인덕턴스가 높은 평면형 인덕터를 만들 수 있다.

상기 구조에 따른 다른 평면형 자기 소자는 단축의 이방성 물질로 만들어지고 자화 곤란축 및 자화 용이축을 갖는 연자성체층을 갖는다. 연자성체층의 와전류 손실은 작으며, 이에 의해 연자성체층의 고주파 손실이 감소될 수 있다.

상술된 평면형 자기 소자에서, 적어도 하나의 평면형 코일은 연자성체층의 자화 곤란 방향으로 배치된 직선형 도전체 및 연자성체층의 자화 용이 방향으로 배치된 아치형 도전체를 포함하는 편원 나선형 평면형 코일이다. 대안적으로, 적어도 하나의 평면형 코일은 장축에 평행하여 연장되고 연자성체층의 자화 곤란 방향에 배치되는 도전체 및 단축에 평행하여 연장되고 연자성체층의 자화 용이 방향에 배치되는 도전체를 포함하는 직사각형 나선형 평면형 코일이다. 코일(편원형 또는 직사각형)의 대부분을 형성하는 도전체들은 자화 곤란 방향으로 배치되어 있기 때문에, 코일은 높은 효율로 기능을 이행할 수 있다. 또한, 편원형 나선 코일의 아치형 도전체들 각각은 단일 도전체이거나 또는 부분적으로 전기 접속된 다수의 도전체 라인으로 구성되며, 단축에 평행하게 연장된 직사각형 나선 코일의 각 도전체는 단일 도전체이거나 또는 부분적으로 전기 접속된 다수의 도전체 라인들로 구성된다. 따라서, 코일 도전체들 중에 일부가 커트될지라도, 평면형 코일이 전체가 커트되는 것은 아니다.

본 발명의 다른 평면형 자기 소자는 적어도 하나의 평면형 코일; 외부 회로에 접속될 패드 섹션; 적어도 하나의 평면 코일과 패드 섹션을 샌드위치하는 2개의 절연층; 및 절연층을 샌드위치하고 각각이 패드 섹션에 동심원적으로 배치되어 있는 홀을 갖는 2개의 연자성체층을 포함한다. 본 소자에 있어서, 약간의 자속이 패드 섹션을 통과한다. 이것은 패드 섹션에서의 와전류의 발생을 다른 것들보다 더 신뢰성있게 억제한다. 따라서, 패드 섹션의 전력 손실이 보다 적다.

발명에 따른 또 다른 평면형 자기 소자는 적어도 하나의 코일; 외부 회로에 접속되고 에지에서 커트된 다수의 노치들을 가지며, 이 노치들에 의해 다수의 영역으로 분할되는 패드 섹션; 적어도 하나의 평면형 코일 및 패드 섹션을 샌드위치하는 2개의 절연층; 및 절연층들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층을 포함한

다. 노치들은 자속이 섹션을 통과할 시에 패드 섹션에서 발생된 와전류의 루프를 작은 와전류들로 분할한다. 달리 말하면, 적은 전류들이 각각의 영역에 한정된다. 전체 패드 섹션의 와전류 손실은 다른 경우에서보다 적다.

본 발명의 부가적인 목적 및 장점들이 다음의 상세한 설명에 설명되어 있으며, 다음의 설명으로부터 부분적으로 명확해지거나, 또는 본 발명의 실습에 의해 학습될 수 있다. 본 발명의 목적들 및 장점들은 특히 첨부된 청구범위에 의해 거론된 수단들 및 조합들에 의해 실현되고 획득될 수 있다.

발명의 구성 및 작용

첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하고자 한다.

[제1 실시예]

제12(a)도, 제12(b)도 및 제12(c)도는 본 발명의 제1 실시예인 평면형 인덕터의 구조를 도시한다. 제12(a)도에 도시된 바와 같이, 평면형 인덕터는 평면형 코일(11), 2개의 절연층(12) 및 2개의 연자성체층(13)을 포함한다. 코일(11)은 절연층(12)들 사이에 삽입되어 있다. 층(12)들은 연자성체층(13)들 사이에 샌드위치된다.

제12(c)도에 도시된 바와 같이, 평면형 코일(11)은 3개의 도전체 라인(11a, 11b, 및 11c)으로 구성된 코일 도전체(111)를 갖는다. 코일 도전체(111)는 제12(b)도에 도시된 것과 같은 나선이다. 도전체 라인들 각각은, 예를 들어 구리 호일 같은 도전성 막 상에 포토리소그래피를 이행함으로써 형성된다. 코일 도전체(111)를 형성하는 도전체 라인들의 수는 3개로 한정되지 않는다. 도전체(111)는 1개의 도전체 라인, 2개의 도전체 라인들, 또는 4개 이상의 도전체 라인들로 구성될 수 있다.

코일 도전체를 구성하는 도전체 라인(11a, 11b 및 11c)들은 매우 가늘다. 따라서, 각 도전체 라인들에서 수직 교류 자속으로부터 발생된 와전류 손실을 억제하는 것이 가능하다. 즉, 도전체 라인(11a, 11b 및 11c)들은 와전류가 외부 전원으로부터 공급된 전류 I에 중첩되는 형식으로 조합된 고주파 전류 밀도의 분포를 균일하게 만들 수 있다. 달리 말하면, 고주파 전류는 각각의 도전체 라인에 거의 균일하게 흐른다. 이에 의해 코일 도전체(111)의 저항 RcN(f)의 증가가 억제된다. 이것은 코일 도전체(111) 내의 고주파 손실을 감소시킨다.

저항 RcN(f)는 다음과 같이 주어진다.

$$Rc,\ N(f)$$

$$Rc(0)\cdot\left[1+\frac{4\pi^2 f^2\cdot tc^2\cdot d^4}{12\rho^2\cdot N^2}\cdot\frac{\sum_{k=1}^{n} Bgk^2\cdot lk}{\sum_{k=1}^{n} lk}\right] \qquad ...(2)$$

여기서 Rc(0)는 각 코일 도전체의 직류 저항, tc는 두께, d는 폭, ρ는 비저항, lk는 길이, 그리고 N은 제공된 도전체 라인들의 개수이다. 본 실시예에서, N=3이다.

식 2로부터 알 수 있는 바와 같이, 교류 전류에 의해 유발된 코일 저항 RcN(f)의 증가는 단일 도전체가 사용된 경우의 단지 $1/N^2$이다.

상기된 바와 같이, 수직 교류 자속에 의해 발생된 와전류는 각 도전체 라인(11a, 11b, 및 11c)들에서 억제될 수 있다. 즉, 와전류가 섭동 자속(disturbing magnetic flux)을 발생시키기 때문에 수직 교류 자속은 안정하다. 안정화된 상태에서, 수직 교류 자속은 평면형 인덕터의 인덕턴스 L에 어떤 악영향도 미치지 않는다.

제12(a)도 내지 제12(c)도에 도시된 구조의 평면형 인덕터는 그 특성에 주안점을 두고 만들어지고 테스트되었다. 이 구조는 제13도에 도시된 주파수 특성을 보인다. 제13도에 도시된 바와 같이, 인덕턴스 L은 주파수 f(Hz)가 MHz-대역인 경우에도 거의 변화되지 않고 유지된다. 부가적으로, 등가 직렬 저항 R의 증가는 잘 억제되었다. 또한, 고주파 손실은 현저하게 작아졌다. 그리고 또한,품질 계수 Q가 12에 다다르며, 충분히 10을 넘는다는 것이 관찰되었다.

제12(c)도에 도시된 바와 같이, 평면형 코일(11)은 연자성체층(13)들 사이에 샌드위치된 절연층(12)들 사이에 삽입된 직사각형 나선 코일이다. 제14(a)도에 도시된 것과 같은 원형, 제14(c)도 도시된 것과 같은 편원형, 제15(a)도에 도시된 것과 같은 직사각형, 또는 제15(b)도에 도시된 것과 같은 곡류형으로 교체될 수 있다. 더 말할 나위 없이, 제14(b)도에 도시된 것과 같은 다른 타입의 직사각형 나선형 평면형 코일일 수 있다. 자기층(3)의 물질에는 제한이 없다. 그것은 페라이트를 기초로 한 것이나 또는 금속으로 기초로 한 것일 수 있다. 어떠한 물질로 만들어지든, 코일(11)은 같은 장점을 가지게 되리라고 기대된다.

[제2 실시예]

제16도는 본 발명의 제2 실시예인 평면형 변압기를 도시한다. 제16도에 도시된 바와 같이, 평면형 변압기는 2개의 평면형 코일(15), 3개의 절연층(16)들 및 2개의 연자성체층(17)들을 포함한다. 코일(15)들은 절연층(16)들 사이에 샌드위치되어 있고, 하나 위에 다른 하나가 포개어져 배치되어 있으며 그 사이에 절연

층(16)이 삽입되어 있다. 층(16)들은 연자성체층(17)들 사이에 샌드위치되어 있다.

평면형 코일(15)들 각각은 3개의 도전체 라인(15a, 15b, 및 15c)들로 구성되어 있는 코일 도전체(151)를 갖는다. 코일 도전체(151)는 나선이다. 도전체를 형성하는 도전체 라인의 수는 3개로 한정되는 것은 아니다. 도전체(151)는 1개의 도전체 라인, 2개의 도전체 라인, 또는 4개 이상의 도전체 라인으로 이루어질 수 있다. 자속은 제16도에 도시된 화살표에 의해 나타난 바와 같이 평면형 코일에 대해서 연장 할 수 있다.

제16도에 도시된 타입의 평면형 변압기는 그 동작 효율에 대해서 만들어지고 테스트된다. 제12(a)도 내지 제12(c)도에 도시된 타입의 평면형 인덕터에서와 같이, 코일 도전체 내의 고주파 손실은 고주파 대역에서 작다. 따라서, 평면형 변압기는 거의 70%였던 종래의 평면형 변압기보다 훨씬 높은 90%의 동작 효율을 보인다.

[제3 실시예]

제17(a)도 및 제17(b)도는 본 발명의 제3 실시예인 평면형 인덕터를 도시한다. 제17(a)도 및 제17(b)도가 도시하는 바와 같이, 이 인덕터는 직사각형 나선형 평면형 코일(21), 2개의 절연층(22) 및 2개의 연자성체층(23)을 포함한다. 코일(21)은 연자성체층(23)들 사이에 샌드위치되어 있는 절연층(22)들 사이에 삽입되어 있다. 연자성체층(23)들은 단축 이방성 물질로 만들어져 있다.

단축 이방성 물질로 만듦으로써, 연자성체층(23)은 자화 곤란축 및 자화 용이축을 갖는다. 각 연자성체층(23)의 투자율 μ는 제19도의 선에 의해 표시된 바와 같이, 주파수 f에 상관없이 자화 곤란 방향에서 거의 변화되지 않은 채로 유지된다. 대조적으로, 자화 용이 방향에서, 제19도의 곡선 b에 의해 표시되는 바와 같이, 주파수 f가 상승함에 따라 투자율 μ는 감소한다. 당분야에서 공지된 바와 같이, 고주파 영역의 자속 밀도는 중공 코일(hollow coil)에서와 거의 같다.

각각의 연자성체층(23)이 고주파 대역에서 상수 투자율 μ를 가지는 경우 자화 곤란 방향에 배치되어있는, 직사각형 나선형 평면형 코일(21)의 도전체(211)는 제18(a)도에 도시되어 있는 바와 같이, 3개의 도전체 라인(211a, 211b, 및 211c)들로 구성되어 있다. 자화 용이 방향으로 배치되어 있는 코일(21)의 도전체(212)들은 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속되어 있는 3개의 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들로 구성된다. 자화 곤란 방향으로 배치된 각 도전체(211)의 도전체 라인 (211a, 211b 및 211c)들이 서로 전기적으로 분리되어 있기 때문에, 고주파 대역에서 발생하는 코일(21)의 저항 증가가 감소되며, 이에 의해 코일 도전체의 고주파 손실을 감소시킨다. 자속 밀도가 중공 코일 내에서와 동일한 방법으로 코일(21)의 도전체(212)들은 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속된 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들로 구성되어 있는데, 이것은 도전체들이 자속 밀도가 중공 코일에서와 거의 동일한 방식으로 분포되어 있는 자화 용이 방향으로 배치되어 있음으로 인해, 도전체들이 수직 자속으로부터 거의 영향받지 않기 때문이다.

상기 언급된 바와 같이, 자화 곤란 방향으로 배치되어 있는 각 도전체(211)들은 3개의 도전체 라인(211a, 211b 및 211c)들로 형성되어 있으며, 고주파 대역에서 발생하는 코일(21)의 저항의 중가가 감소하여서 코일 도전체의 고주파 손실을 감소시킨다. 즉, 평면형 인덕터의 품질 계수 Q는 최대값까지 증가될 수 있다. 상기 나타난 바와 같이, 자화 용이 방향으로 배치된 코일(21)의 도전체(212)는 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속된 3개의 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들로 구성된다. 자화 용이 방향에서, 연자성체층(23) 각각은 고주파 대역에서 작은 투자율 μ을 가지며 자속 밀도는 중공 코일에서와 거의 동일한 방식으로 분포되어 있다. 따라서, 코일(21)의 도전체(212)들은 수직 자속으로부터 약간의 영향만을 받는다. 고주파 대역에서 발생하는 코일(21)의 저항 증가는 감소되며, 이에 의해 코일 도전체 내의 고주파 손실을 감소시킨다.

두말할 나위 없이, 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들은 코일(21)의 각 컨덕터(212)를 구성하기 위해 사용될 수 있는 단일 도전체보다 가늘다. 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들이 가늘어질수록, 포토리소그래피에 의해 형성될 시에 존재하는 먼지에 의해 커트될 수 있는 가능성이 커진다. 그럼에도 불구하고, 평면형 코일(21)은 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들이 자화 용이 방향으로 부분적으로 전기 접속되어 있기 때문에, 전체적으로 커트되지는 않는다. 즉, 코일(21)은 높은 수율 및 낮은 가격으로 제조될 수 있다.

제20(a)도, 제20(b)도 및 제20(c)도는 평면형 코일(21)의 평면도이며, 자화 곤란 방향으로 배치되어 있는 도전체(211)의 일부의 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들이 커트된 지점 A를 표시한다. 제20(a)도의 경우, 자화 용이 방향으로 배치된 도전체(212)들은 각각이 단일 도전체로 이루어져 있기 때문에 커트되지 않는다. 제20(b)도 및 제20(c)도의 경우, 도전체(212)들은 각각이 부분적으로 전기 접속되어 있는 도전체 라인(212a, 212b 및 212c)들로 구성되어 있기 때문에 커트되지도 않는다. 즉, 평면형 코일(21)은 제20(a)도, 제20(b)도 및 제20(c)도 중의 어느 경우에도 전체적으로 커트되지 않는다.

상술된 바와 같이, 직사각형 나선형 평면형 코일(21)은 절연층(22)들 사이에 샌드위치되어 있으며, 층(22)들은 연자성체층(23) 사이에 샌드위치되어 있으며, 층(23)들은 단축 이방성 물질로 만들어져있다. 제3 실시예는 제17(a)도 및 제17(b)도에 도시된 것에 한정되지는 않는다. 제21(a)도 내지 제24(b)도를 참조로 하여 몇 가지 변형들이 설명될 것이다.

제21(a)도 및 제21(b)도는 제3 실시예의 제1 변형인 평면형 인덕터를 도시한다. 제21(a)도 및 제21(b)도에 나타난 바와 같이, 이러한 변형은 편원형 나선형 평면형 코일(31), 코일(31)을 샌드위치하는 2개의 절연층(32), 및 절연층(32)들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층(33)을 포함한다. 연자성체층(33)들은 단축 이방성 자기 물질로 만들어져 있다.

제22(a)도 및 제22(b)도는 제3 실시예의 제2 변형을 도시한다. 제2 변형은 직사각형 나선형 평면형 코일(41), 코일(41)을 샌드위치하는 2개의 절연층(42), 및 절연층(42)을 샌드위치하는 2개의 연자성체층(43)을 포함한다. 연자성체층(43)들은 단축 이방성 자기 물질로 만들어져 있다.

제23(a)도 및 제23(b)도는 제3 실시예의 제3 변형을 도시한다. 제3 변형은 곡류형 직사각형 평면형 코일(51), 코일을 샌드위치하는 2개의 절연층(52), 절연층(52)을 샌드위치하는 2개의 연자성체층(53)을 포함

한다. 연자성체층(53)은 단축 이방성 자기 물질로 이루어져있다.

제1 변형에서(제21(a)도 및 제21(b)도), 편원형 나선형 평면형 코일(31)은 장축에 거의 평행하게 연장하는 도전체(311)들, 및 단축에 거의 평행하게 연장하는 도전체(312)들로 형성된다. 도전체(311)는 자화 곤란 방향으로 배치되며, 각각은 다수의 도전체 라인들(도시 생략)로 구성된다. 도전체(312)는 자화 용이 방향으로 배열되며, 각각은 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속된 도전체 라인(도시 생략)으로 구성된다. 편원형 코일(31)의 대부분을 형성하는 도전체(311)들이 자화 곤란 방향으로 배치되어 있기 때문에, 코일(31)은 기능을 고효율로 이행할 수 있다.

제2 변형에서(제22(a)도 및 제22(b)도), 직사각형 나선형 평면형 코일(41)은 길이방향으로 연장하는 도전체(411)들 및 폭방향으로 연장하는 도전체(412)들로 형성되어 있다. 도전체(411)는 자화 곤란 방향으로 배치되며, 각각은 다수의 도전체 라인들(도시 생략)로 구성된다. 도전체(412)는 자화 용이 방향으로 배열되며, 각각은 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속된 도전체 라인(도시 생략)으로 구성된다. 직사각형 코일(41)의 대부분을 형성하는 도전체(411)들이 자화 곤란 방향으로 배치되어 있기 때문에, 코일(41)은 효율적으로 작동할 수 있다.

제3 실시예에서(제23(a)도 및 제23(b)도), 곡류형 직사각형 나선형 평면형 코일(51)은 직선형 도전체(511) 및 아치형 도전체(512)로 형성되어 있다. 직선형 도전체(511)는 자화 곤란 방향으로 배치되며, 각각은 다수의 도전체 라인들(도시 생략)로 구성된다. 아치형 도전체(512)는 자화 용이 방향으로 배열되며, 각각은 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속된 도전체 라인(도시 생략)으로 구성된다. 직사각형 코일(51)의 대부분을 형성하는 도전체(511)들이 자화 곤란 방향으로 배치되어 있기 때문에, 코일(51)은 고효율로 동작할 수 있다.

제24(a)도 및 제24(b)도는 제3 실시예의 제4 변형인 평면형 인덕터를 도시한다. 제4 실시예는 1개의 평면형 코일 대신에 2개의 직사각형 나선형 평면형 코일(61 및 62)이 사용된다는 점에서 제1, 제2 및 제3 변형들과는 다르다. 제24(a)도 및 제24(b)도에 도시된 바와 같이, 제4 변형은 2개의 절연층(63) 및 2개의 연자성체층(64)을 더포함한다. 코일(61 및 62)들은 절연층(63)들 사이에 삽입되고, 동일한 면에 차례로 배열되며 서로 직렬로 전기 접속된다. 연자성체층(64)은 단축 이방성 자기 물질로 이루어져있다. 제1 직사각형 나선형 평면형 코일(61)은 길이 방향으로 연장하며 자화 곤란 방향으로 배치된 도전체(611)들 및 폭방향으로 연장하며 자화 용이 방향으로 배치된 도전체(612)로 형성된다. 도전체(611)들 각각은 다수의 도전체 라인들(도시 생략)로 구성되며, 반면에 도전체(612)들 각각은 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속된 도전체 라인들(도시 생략)로 형성된다. 제2 직사각형 나선형 평면형 코일(62)은 길이 방향으로 연장하며 자화 곤란 방향으로 배치된 도전체(621)들 및 폭 방향으로 연장하며 자화 용이 방향으로 배치된 도전체(622)로 형성된다. 도전체(621)들 각각은 다수의 도전체 라인들(도시 생략)로 구성되며, 반면에 도전체(622)들 각각은 단일 도전체 또는 부분적으로 전기 접속된 도전체 라인들(도시 생략)로 형성된다. 제1 코일(61)의 대부분을 형성하는 도전체(611)들 및 제2 코일(62)의 대부분을 형성하는 도전체(621)가 자화 곤란 방향으로 배치되어 있기 때문에, 양 코일(61 및 62)이 효율적으로 동작할 수 있다. 2개의 직사각형 코일(61 및 62)을 만듦으로써, 평면형 인덕터는 제1 변형 내지 제3 변형의 것들보다(제21(a)도 및 제23(b)도) 더 높은 인덕턴스를 가질 수 있다.

상술된 바와 같이, 제3 실시예의 어떠한 변형도 편원형 또는 직사각형인 적어도 하나의 나선형 평면형 코일 및 단축 이방성 자기 물질로 이루어진 연자성체들을 갖는다. 그럼에도 불구하고, 연자성체층들이 자기 등방성 물질로 보다 좋게 만들어져야 하는 경우, 나선형 평면형 코일은 원형으로 대체될 수 있다.

[제4 실시예]

상술된 바와 같이, 제1 실시예, 제2 실시예, 제3 실시예에 따른 평면형 자기 소자들 각각은 2개의 연자성체층들 사이에 삽입된 평면형 코일을 갖는다. 상단 연자성체층과 하단 연자성체 사이를 가로지르는 자속은 평면형 코일 도전체의 AC 저항을 증가시킬 뿐만 아니라, 결과적으로 전력 손실 및 외부 회로에 소자를 접속시키기 위해 패드 섹션을 발생시킨다.

제25도는 그러한 패드 섹션을 갖는 종래의 평면형 인덕터를 도시한다. 보다 구제적으로, 이러한 평면형 인덕터는 평면형 코일(71), 2개의 절연층(72), 패드 섹션(74), 상단 연자성체층(731) 및 하단 연자성체층(732)을 포함한다. 코일(71) 및 패드 섹션(74)은 절연층(72)들 사이에 삽입된다. 층(72)은 연자성체층(731 및 732)들 사이에 샌드위치되어 있다. 상단 연자성체층(731)은 홀(731a)을 갖는다. 패드 섹션(74)은 홀(731a) 바로 밑에 배치되어서, 본딩 와이어가 홀(731a)을 통해서 섹션(74)을 통해서 외부 회로에 접속되도록 연장하게 한다.

제25도에 도시된 평면형 인덕터에서, 평면형 코일(71)은 제25도에 도시된 화살표의 방향으로 연장하는 자속 ϕ를 발생시킨다. 하단 연자성체층(732)은 어떠한 홀도 없기 때문에, 패드 섹션 밑에 배치된 부분은 자속 ϕA를 흡수한다. 자속 ϕA는 필연적으로 전체 패드 섹션(74)을 통과하며, 동시에 상단 연자성체층(731)을 향하여 연장한다. 제26도에서 도시된 바와 같이, 와전류 i가 패드 섹션(74)을 통과하는 자속 ϕA로부터 발생된다. 와전류 i는 패드 섹션 내에서 전력 손실을 발생시키며, 평면형 코일 도전체의 AC 저항을 증가시킨다.

제27도는 본 발명의 제4 실시예에 따른, 패드 섹션 내의 와전류의 발생이 억제되여, 이에 의해 인덕터의 AC 저항의 증가를 최소화하는 평면형 인덕터를 도시한다. 제27도에서, 제25도에 도시된 것과 유사하거나 동일한 부분들은 동일한 참조 번호로 나타내었다.

제27도에 도시된 바와 같이, 제4 실시예는 평면형 코일(71), 층(72)들 사이에 삽입된 패드 섹션(74), 절연층(72)들을 샌드위치하는 연자성체층(731 및 732)들을 포함한다. 상단 연자성체층(731)은 패드 섹션(74)의 바로 위에 배치된 홀(731a)을 가지며, 하단 연자성체층(732)은 패드 섹션(74)의 바로 밑에 배치된 홀(732a)을 갖는다. 양 홀(731a 및 732a)들은 패드 섹션(74)보다 크다.

연자성체층(731, 732)들의 홀(731a, 732a)들은 패드 섹션의 아래와 위에 배치되며 패드 섹션(74)보다 훨씬 크다. 이것은 연자성체층(731, 732)들의 자속이 패드 섹션(74)을 통해서 통과하도록 연장될 수 있는

층을 갖지 않는다는 것을 의미한다. 실제적으로, 자속 ϕA의 어떤 부분도 패드 섹션을 통과하지 않으며, 실제적으로 패드 섹션(74)에 어떠한 와전류도 발생하지 않는다. 따라서, 패드 섹션(74)의 전력 손실은 작으며, 평면형 인덕터의 AC 저항을 최소화시킨다. 즉, 평면형 인덕터는 고효율로 동작할 수 있다.

제28도는 제4 실시예의 변형이다. 변형된 평면형 인덕터는 공동 자기 바이패스(733)가 전연층(72)들 사이에 삽입되어 있다는 점에 있어서 제27도에 도시된 평면형 인덕터와는 다르다. 바이패스(733)는 홀(731a, 732a)의 크기와 동일한 크기를 가지며, 연자성체층들(731, 732)을 접속시킨다.

제28도에 도시된 변형된 인덕터에서, 하단 연자성체층(732)으로부터 상단 연자성체층(731)을 향하는 모든 자속 ϕ는 바이패스(733)을 통하여 통과한다. 자속은 패드 섹션(74)을 통하여 통과한다. 이것은 제4 실시예(제27도)에서보다 신뢰성있게 패드 섹션(74)의 와전류 발생을 억제한다. 따라서, 패드 섹션(74)의 전력 손실이 적다. 변형된 평면형 인덕터는 제27도에 도시된 인덕터보다 낮은 저항을 가지며 더 높은 효율로 동작할 수 있다.

[제5 실시예]

제29도는 본 발명의 제5 실시예인 평면형 인덕터의 패드 섹션을 도시한다. 제5 실시예는 패드 섹션이 와전류의 영향을 감소시키기 위해 다수의 노치들을 가지며, 반면에 패드 섹션(74) 내의 와전류는 제4 실시예와 동일한 목적으로 억제된다.

보다 구체적으로, 제29도에 도시된 바와 같이, 8개의 노치(82)들은 4개의 코너와 4개의 측면으로 분할되고, 모두 센터부(center part)로 연장한다. 그렇게 분할된 노치(82)들은 패드 섹션을 8개의 영역(811)들로 분할한다. 영역(811)들은 패드 섹션(81)의 센터부에서 전기 접속된다. 제29도에 도시된 바와 같이, 상단 연자성체층(83)은 제27도에 도시된 제4 실시예에서와 정확히 같은 방법으로 홀(831)을 갖는다.

만약 자속 ϕA가 패드 섹션(81)의 센터부를 통하여 통과하여서, 섹션(81)에 와전류를 발생시킨다고 가정하자. 이에 따라, 노치(82)들은 와전류의 루프를 해당영역(811)들에 한정된 작은 와전류 iAa들로 분할한다. 작은 와전류 iAa로부터 발생된 전체 패드 섹션(81)의 전력 손실은 섹션(81)이 노치들을 전혀 갖지 않는 경우보다 적다. 따라서, 평면형 인덕터는 비교적 낮은 AC 저항을 가지며 고효율로 동작할 수 있다.

발명의 효과

전술된 바와 같이, 고주파 대역에서 발생하는 평면형 코일 도전체의 저항 증가는 본 발명의 어떤 실시예에서도 억제될 수 있다. 따라서, 본 발명의 평면형 자기 소자에서는 고주파 손실이 감소될 수 있다. 즉, 소자는 품질 계수 Q가 최대값까지 증가하게 할 수 있다. 평면형 인덕터로서 또는 평면형 변압기로서 효율적으로 기능할 수 있다.

본 발명에 따른 평면형 자기 소자는 동일면에 나란히 배열되고 서로 전기적으로 접속된 2개의 나선형 평면형 코일을 가질 수 있다. 이러한 경우에, 소자는 인덕턴스가 큰 평면형 인덕터로서 사용될 수 있다.

본 발명의 평면형 자기 소자에 결합된 연자성체층들에는 층들이 단축 이방성물질로 이루어져 있기 때문에 와전류가 적게 발생한다. 따라서, 비례적으로 연자성체층들 내의 고주파 손실도 적다. 또한, 평면형 자기 소자에 제공된 코일 또는 코일들의 대부분이 자화 곤란 방향으로 배치되어 있기 때문에 고효율로 기능을 수행할 수 있다. 부가적으로, 평면형 코일(21)은 코일 도전체들의 일부가 커트된 경우일지라도 전체적으로 커트되지는 않는다. 따라서, 평면형 코일은 높은 수율 및 저가격으로 제조될 수 있다.

더욱이, 본 발명은 2개의 연자성체층, 상기 층들 사이에 삽입되며 중앙에 개구부를 갖는 평면형 코일, 및 상기 층들 사이에 삽입되고 코일의 개구부에 배치된 패드 섹션을 포함하는 평면형 자기 소자를 제공할 수 있다. 연자성체층들은 패드 섹션보다 크며 패드 섹션을 중심으로 하는 각각의 홀을 갖는다. 따라서, 한 연자성체층으로부터 다른 연자성체층으로 연장하는 자속의 어떤 부분도 패드 섹션을 통과하지 않는다. 이것은 패드 섹션의 와전류의 발생을 억제한다. 따라서, 패드 섹션의 전력 손실이 적다. 평면형 자기 소자는 비교적 낮은 AC 저항을 가지며 고효율로 동작할 수 있다.

또한, 본 발명은 다수의 노치들이 패드 섹션 내에 커드되어서 섹션을 다수의 영역들로 분할하는 평면형 자기 소자를 제공할 수 있다. 노치들은 자속이 섹션을 통하여 통과할 시에 패드 섹션에 발생된 와전류의 루프를 작은 와전류로 분할한다. 바꾸어 말하자면, 작은 전류들은 다른 것보다 적다. 따라서, 평면형 자기 소자는 비교적 낮은 AC 저항을 가지며 고효율로 동작할 수 있다. 당분야의 숙련공이라면 부가적인 장점들 및 변형들을 쉽게 알 수 있다. 따라서, 광의의 관점에서 본 발명은 특정 세부 사항, 및 본 명세서에 도시되고 설명된 대표적인 소자에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 첨부된 청구범위 및 그 균등물에 의해 정의된 바와 같은 일반적인 기술적 사상 및 그 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 변형이 이루어질 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

전원으로서 사용되는 평면형 자기 소자에 있어서, 복수개의 서브 도전체 라인들로 분할된 나선형 코일 도전체 라인으로 형성된 적어도 하나의 평면형 코일; 상기 적어도 하나의 평면형 코일을 샌드위치하는 2개의 절연층들; 및 상기 절연층들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층들을 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 절연층들 중의 한 절연층 상에 피착 및 에칭된 도전성막을 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 자기소자.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 절연층들 사이에 샌드위치되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 평면형 코일들은 상기 절연층들 사이에 샌드위치되고 하나가 다른 하나 위에 배치되며, 상기 적어도 2개의 평면형 코일들 사이에 절연층들이 삽입되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 동일면에 나란히 배열되며 서로 전기적으로 접속된 2개의 나선형 평면형 코일들로 구성되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 연자성체층들은 단축 이방성 물질로 이루어지며 자화 곤란축(hard axis of magnetization) 및 자화 용이축(easy axis of magnetization)을 갖는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 절연층들 중의 한 절연층 상에 피착 및 에칭된 도전성막을 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 자기소자.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 절연층들 사이에 샌드위치되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 적어도 2개의 평면형 코일들은 상기 절연층들 사이에 샌드위치되고 하나가 다른 하나 위에 배치되며, 상기 적어도 2개의 평면형 코일들 사이에 절연층들이 삽입되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 동일면에 나란히 배열되며 서로 전기적으로 접속된 2개의 나선형 평면형 코일들로 구성되는 것을 특징으로하는 평면형 자기 소자.

청구항 11

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 연자성체층들의 자화 용이축에 배치된 직선 도전체들 및 상기 연자성체층들의 자화 곤란축에 배치된 아치형 도전체로 구성된 편원형(oblate) 나선형 평면형 코일인 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 편원형 나선형 코일의 상기 아치형 도전체들 각각은 단일 도전체인 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 13

제1항에 있어서, 외부 회로에 접속되는 패드 섹션을 더 포함하고, 상기 각각의 2개의 연자성체층들은 상기 패드 섹션을 에워싸는 홀을 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 연자성체층들 사이에 삽입되고, 상기 연자성체층들의 상기 홀들의 한 측면에 배치되며, 상기 연자성체층들을 접속시키는 자기 바이패스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 15

제1항에 있어서, 외부 회로에 접속되며, 에지에서 커트된 복수개의 노치(notch)들을 갖는 패드 섹션을 더 포함하며, 상기 노치들은 상기 패드 섹션을 복수개의 영역들로 분할하는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 연자성체층들은 상기 패드 섹션을 에워싸는 홀을 각각 갖는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 17

전원으로서 사용되는 평면형 자기 소자에 있어서, 복수개의 서브 도전체 라인들로 이루어진 코일 도전체로 형성된 적어도 하나의 평면형 코일; 상기 적어도 하나의 평면형 코일을 샌드위치하는 2개의 절연층들;

및 상기 절연층들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층들을 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 18

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 장축에 평행하게 연장하며 상기 연자성체층들의 자화 곤란 방향에 배치되는 도전체들과, 단축에 평행하게 연장하며 상기 연자성체층들의 자화 용이 방향에 배치되는 도전체들을 포함하는 직사각형 나선형 평면형 코일인 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 19

제11항에 있어서, 상기 편원형 나선형 코일의 아치형 도전체들 각각은 부분적으로 전기 접속된 복수개의 도전체 라인들인 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 단축에 평행하게 연장된 상기 직사각형 나선형 코일의 도전체들 각각은 단일 도전체인 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 21

제18항에 있어서, 상기 단축에 평행하게 연장된 상기 직사각형 나선형 코일의 도전체들 각각은 부분적으로 전기 접속된 복수개의 도전체 라인들인 것을 특징으로하는 평면형 자기 소자.

청구항 22

제12항, 제19항, 제20항 또는 제21항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 절연층들 중의 한 절연층 상에 도전성막을 형성하고 상기 도전성막의 일부를 제거함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 23

제12항, 제19항, 제20항 또는 제21항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 절연층들 사이에 샌드위치되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 24

제12항, 제19항, 제20항 또는 제21항에 있어서, 상기 적어도 2개의 평면형 코일들은 상기 절연층들 사이에 샌드위치되고 하나가 다른 하나 위에 배치되며, 상기 적어도 2개의 평면형 코일들 사이에 절연층들이 삽입되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 25

제12항, 제19항, 제20항 또는 제21항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 동일면에 나란히 배열되며 서로 전기적으로 접속된 2개의 나선형 평면형 코일들로 구성되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 26

제6항에 있어서, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 상기 연자성체층들의 자화 용이축에 배치된 긴 도전체(long side conductor)와 상기 연자성체층들의 자화 곤란축에 배치된 짧은 도전체(short side conductor)를 가지는 직사각형 나선형 평면형 코일인 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 27

전원으로서 사용되는 평면형 자기 소자에 있어서, 복수개의 서브 도전체 라인들로 분할된 나선형 코일 도전체 라인으로 형성된 적어도 하나의 평면형 코일 -상기 나선형 도전체 라인으로 형성된 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 긴 도전체 라인과 짧은 도전체 라인을 가진 코일 도전체 라인으로 형성된 직사각형 나선형 평면형 코일로서 형성됨- ; 상기 적어도 하나의 평면형 코일을 샌드위치하는 2개의 절연층들; 및 상기 절연층들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층들을 포함하되, 상기 2개의 연자성체층들 각각은 단축 이방성 물질로 이루어지며 자화 곤란축 및 자화 용이축을 가지고, 상기 긴 도전체 라인은 상기 자화 용이축을 따라 연장하여 복수개의 서브 도전체 라인들로 분할되며, 상기 짧은 도전체 라인은 상기 자화 곤란축을 따라 연장되는것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 28

전원으로서 사용되는 평면형 자기 소자에 있어서, 복수개의 서브 도전체 라인들로 분할된 나선형 코일 도전체 라인으로 형성된 적어도 하나의 평면형 코일; 상기 적어도 하나의 평면형 코일을 샌드위치하는 2개의 절연층들; 및 상기 절연층들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층들을 포함하되, 상기 복수개의 서브 도전체 라인들 각각의 각 단부들이 각 노드들에서 서로 전기적으로 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

청구항 29

전원으로서 사용되는 평면형 자기 소자에 있어서, 복수개의 서브 도전체 라인들로 이루어진 코일 도전체로 형성된 적어도 하나의 평면형 코일; 상기 적어도 하나의 평면형 코일을 샌드위치하는 2개의 절연층들; 및 상기 절연층들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층들을 포함하되, 상기 복수개의 서브 도전체 라인들 각각의 각 단부들이 각 노드들에서 서로 전기적으로 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

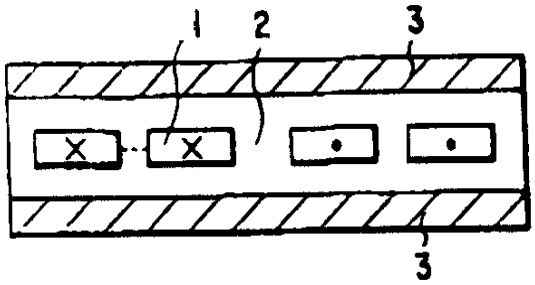
청구항 30

전원으로서 사용되는 평면형 자기 소자에 있어서, 복수개의 서브 도전체 라인들로 분할된 나선형 코일 도전체 라인으로 형성된 적어도 하나의 평면형 코일 -상기 복수개의 서브 도전체 라인들 각각의 각 단부들은 각 노드들에서 서로 전기적으로 접속되고, 상기 적어도 하나의 평면형 코일은 긴 도전체 라인과 짧은 도전체 라인을 가진 코일 도전체 라인으로 형성된 직사각형 나선 코일로서 형성됨- ; 상기 적어도 하나의 평면형 코일을 샌드위치하는 2개의 절연층들; 및 상기 절연층들을 샌드위치하는 2개의 연자성체층들을 포함하되, 상기 2개의 연자성체층들 각각은 단축 이방성 물질로 이루어지며 자화 곤란축 및 자화 용이축을 가지고, 상기 긴 도전체 라인은 상기 자화 용이축을 따라 연장되고 복수개의 서브 도전체 라인들로 분할되며, 상기 짧은 도전체 라인은 상기 자화 곤란축을 따라 연장되는 것을 특징으로 하는 평면형 자기 소자.

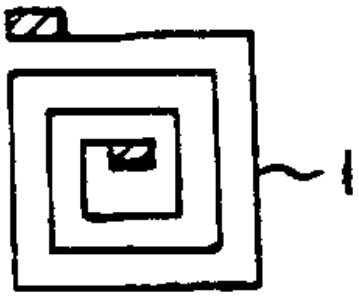
도면

도면1a

(종래 기술)

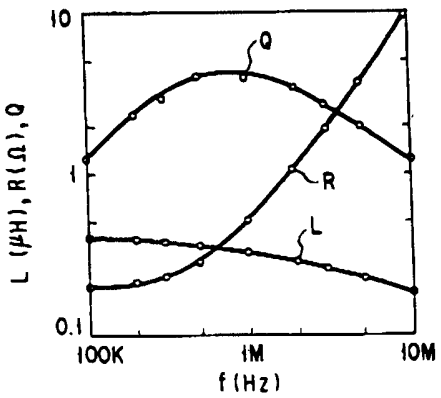


도면1b



도면2

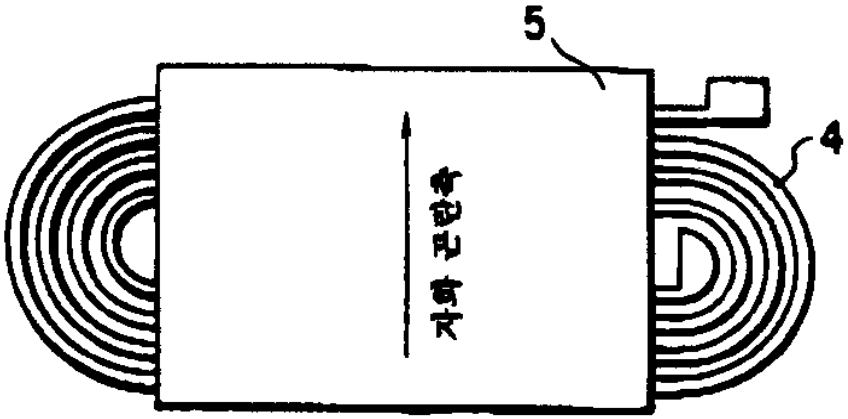
(종래 기술)



크기 : 6.0×6.0mm
코일의 재료 : 도금 구리 (두께 50㎛)
코일 전도체 : 폭 140㎛
권선수 : 7
연자성체 재료 : CoFe Si B 비정질(두께 6㎛)

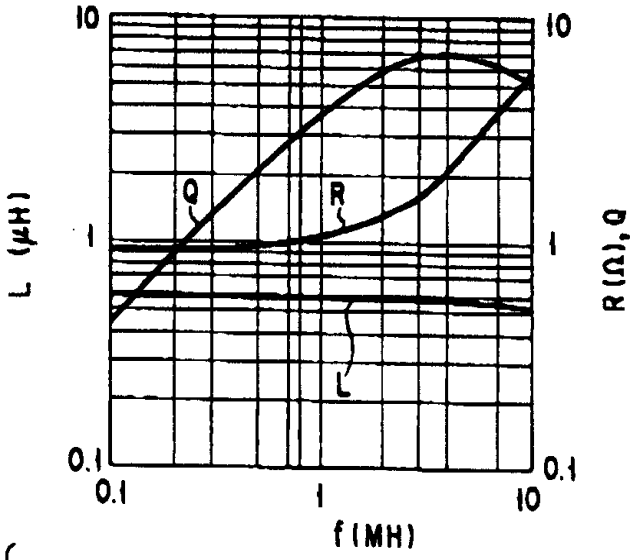
도면3

(종래 기술)



도면4

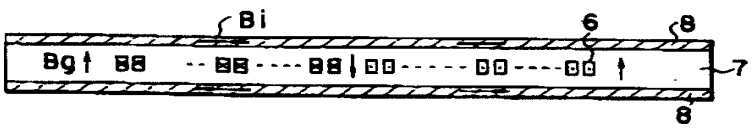
(종래 기술)



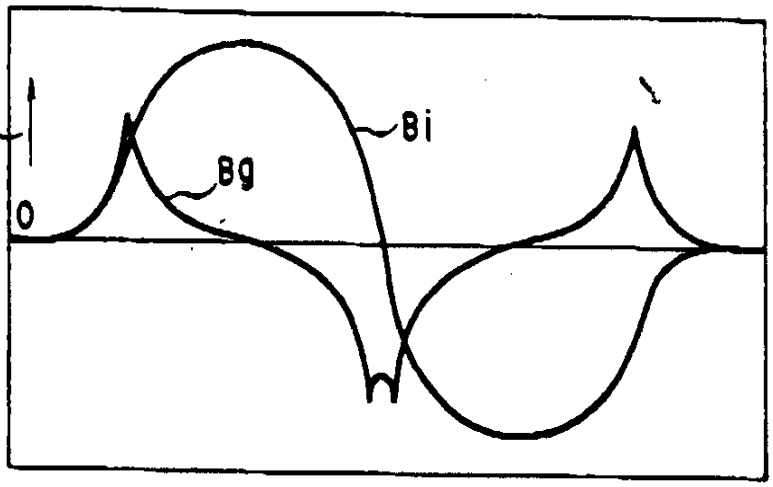
크기 : 3.0×5.0mm
코일의 재료 : 도금 구리 (5㎛×2)
코일 전도체 : 폭 70㎛
권선수 : 8
연자성체 재료 : CoZrNb 비정질 (두께 3㎛)

도면5a

(종래 기술)

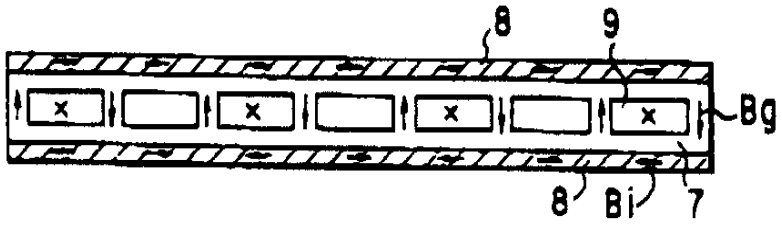


도면5b



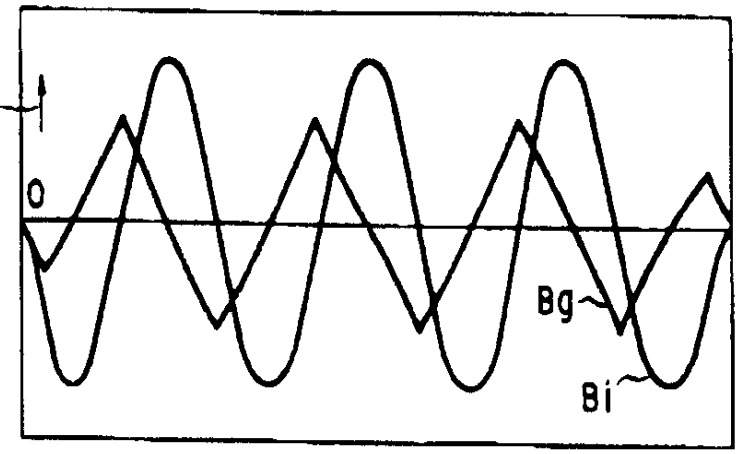
(종래 기술)

도면6a



(종래 기술)

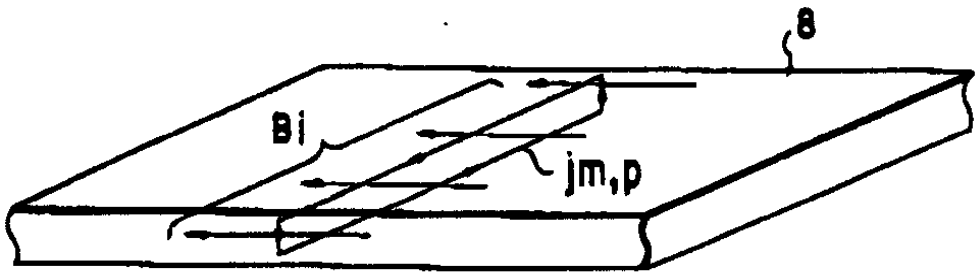
도면6b



(종래 기술)

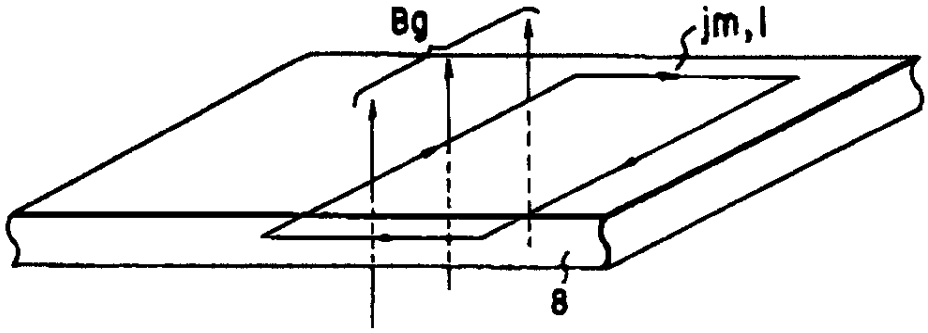
도면7

(종래 기술)



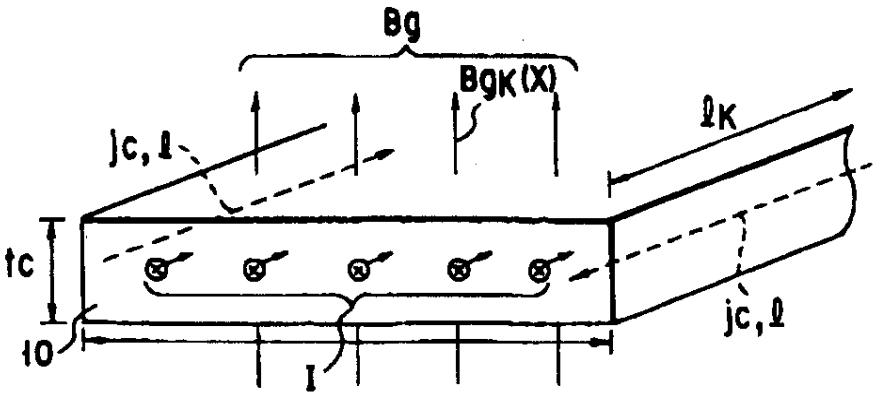
도면8

(종래 기술)



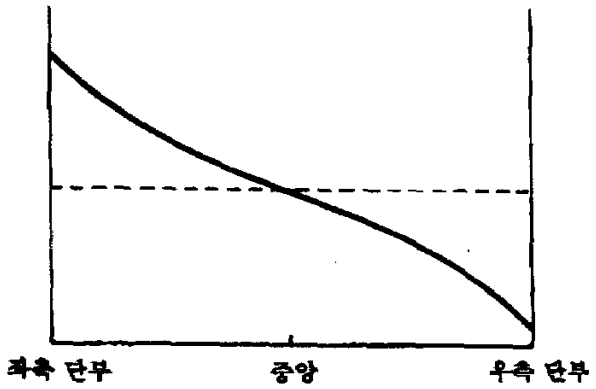
도면9

(종래 기술)



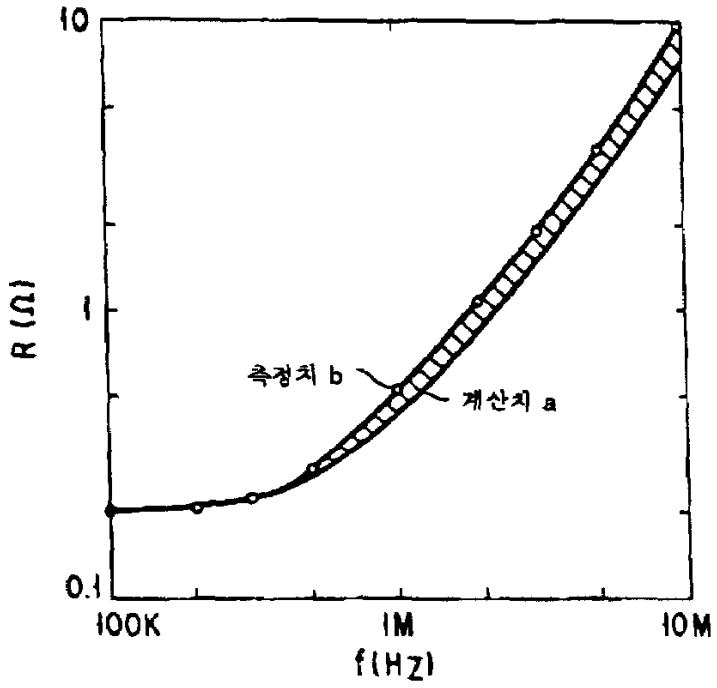
도면10

(종래 기술)

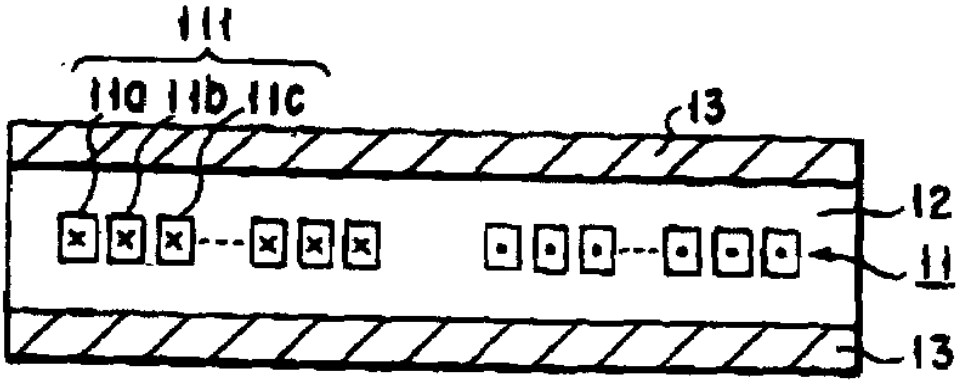


도면11

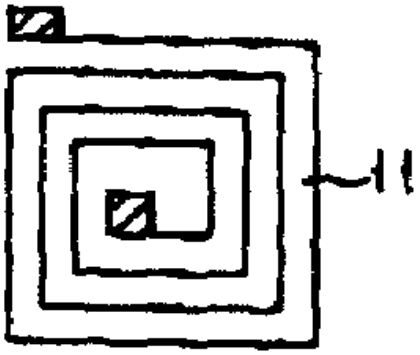
(종래 기술)



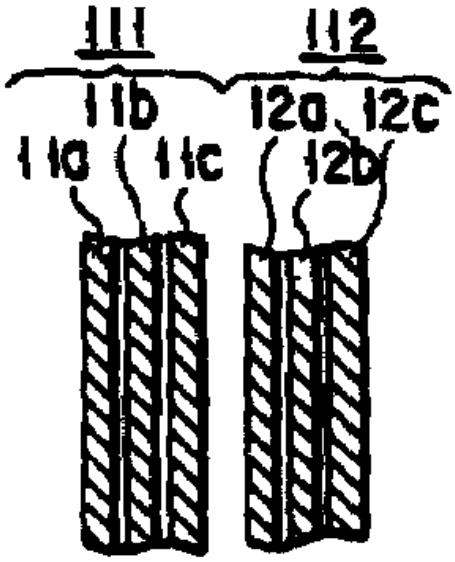
도면12a



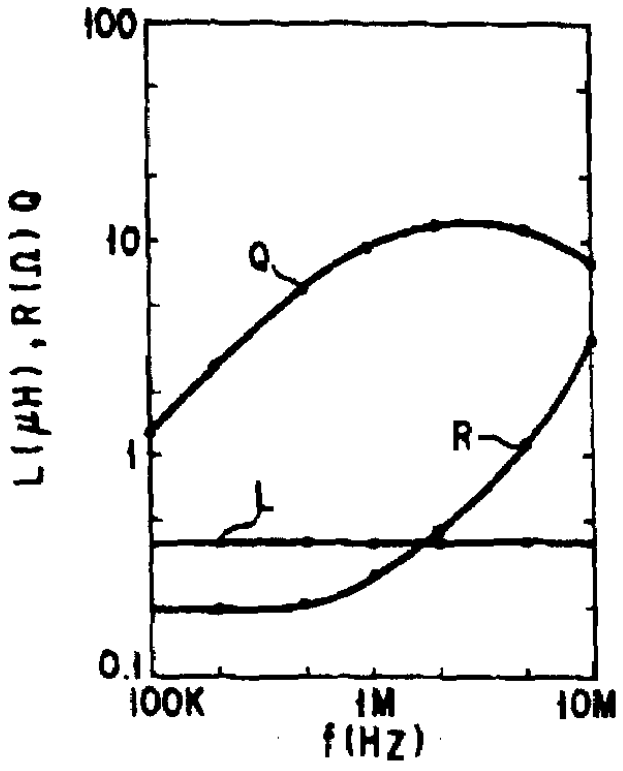
도면12b



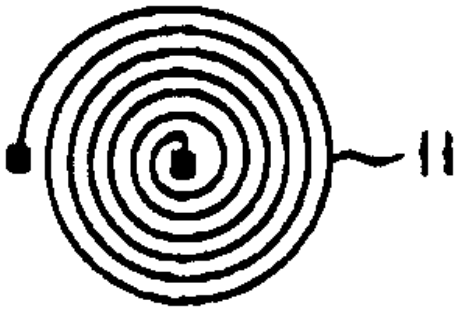
도면12c


111
112
11b
12a
12c
11a
11c
12b

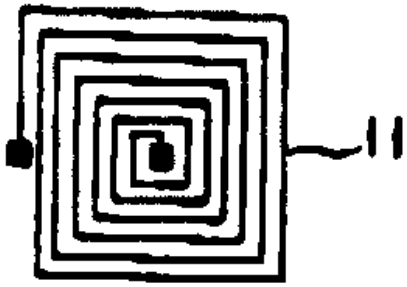
도면13


100
10
1
0.1
L(μH), R(Ω) Q
Q
R
L
100K
1M
10M
f(HZ)

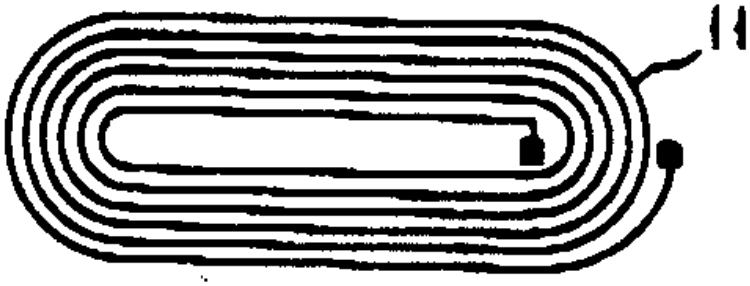
도면14a



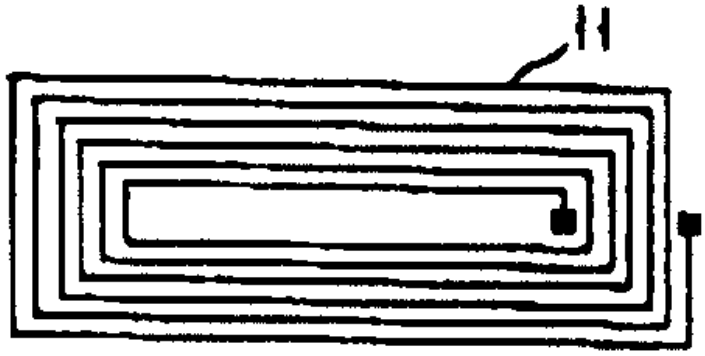
도면14b



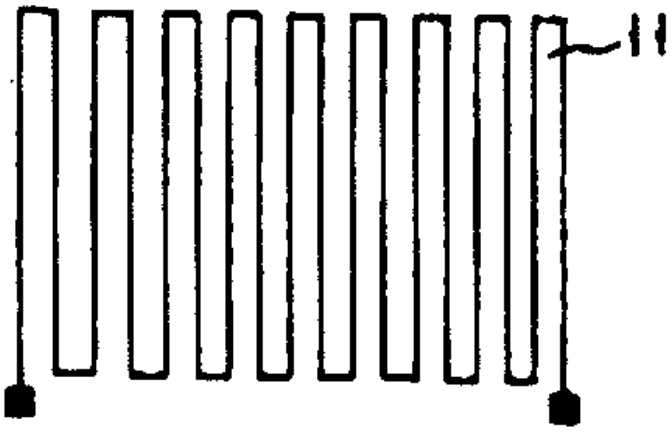
도면14c



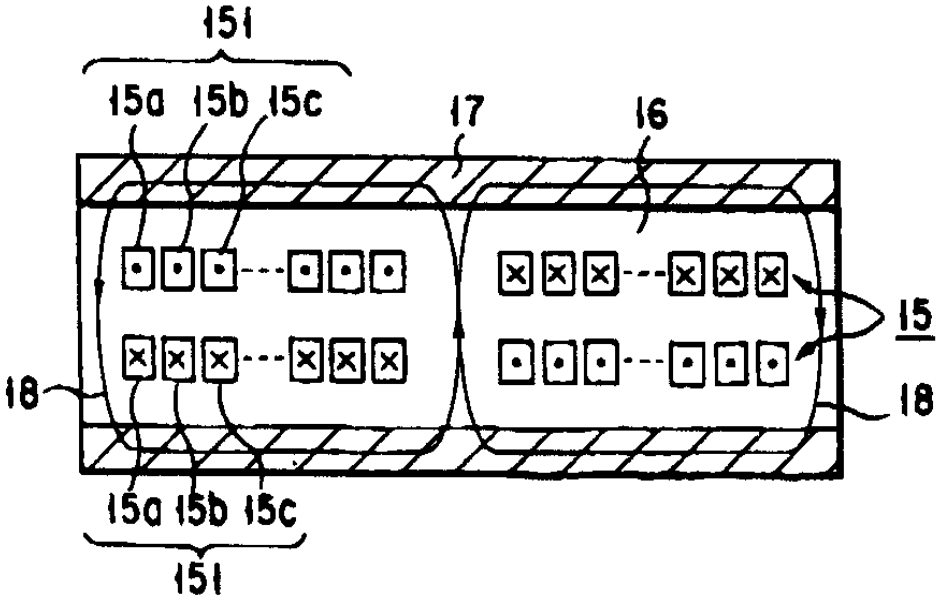
도면15a



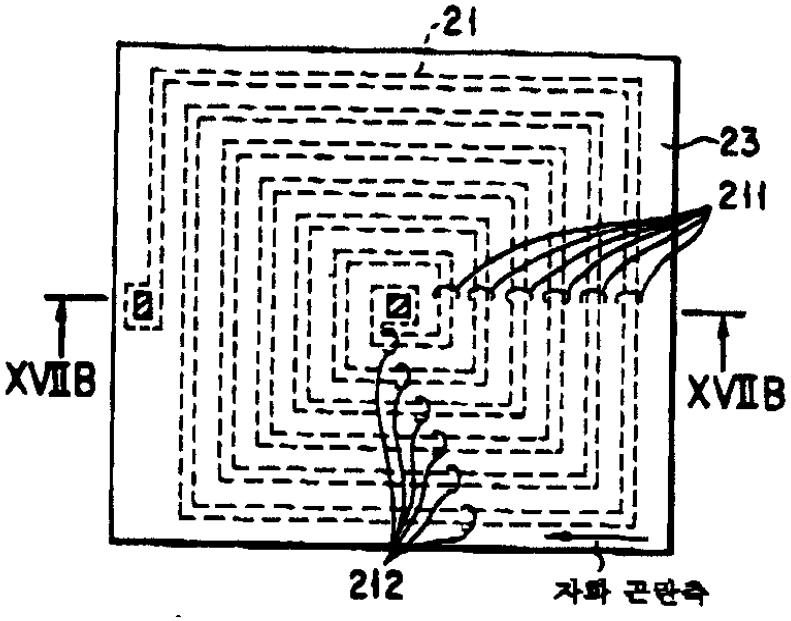
도면15b



도면16


151
15a 15b 15c
17
16
15
18
18
15a 15b 15c
151

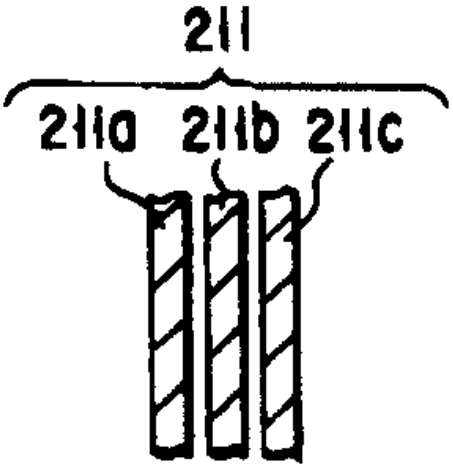
도면17a


21
23
211
XVIIB
XVIIB
212
자화 곤란축

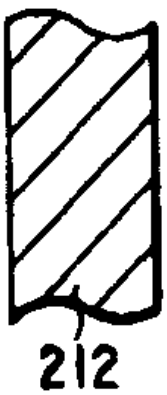
도면17b



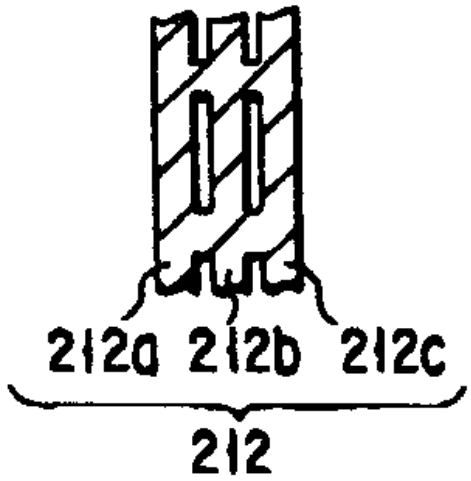
도면18a



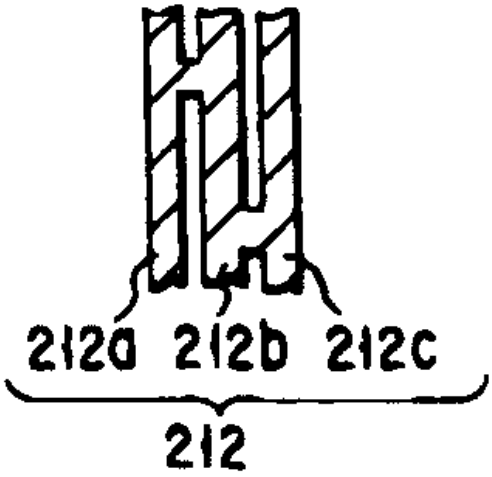
도면18b



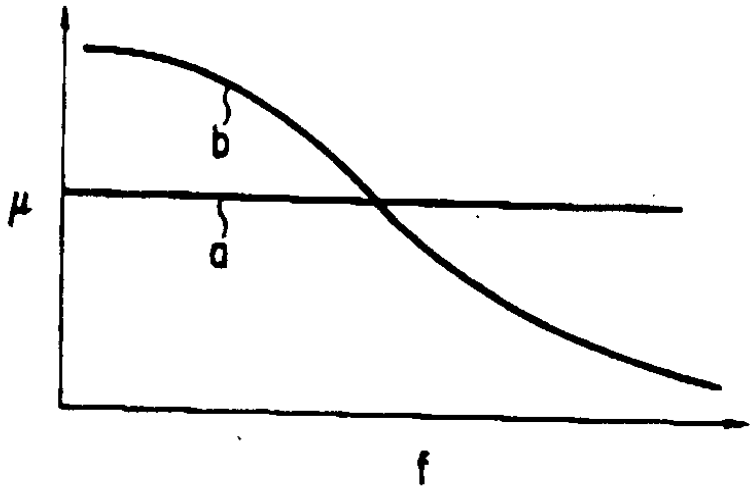
도면18c



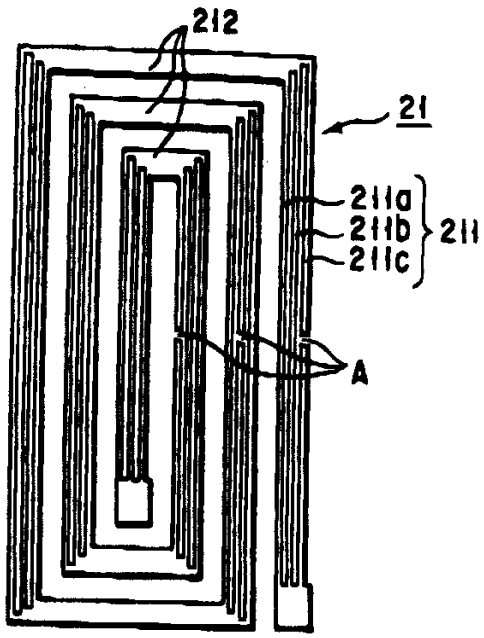
도면18d



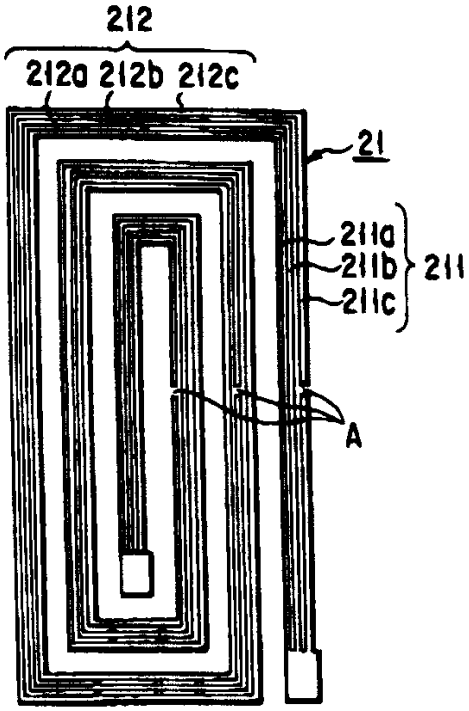
도면19



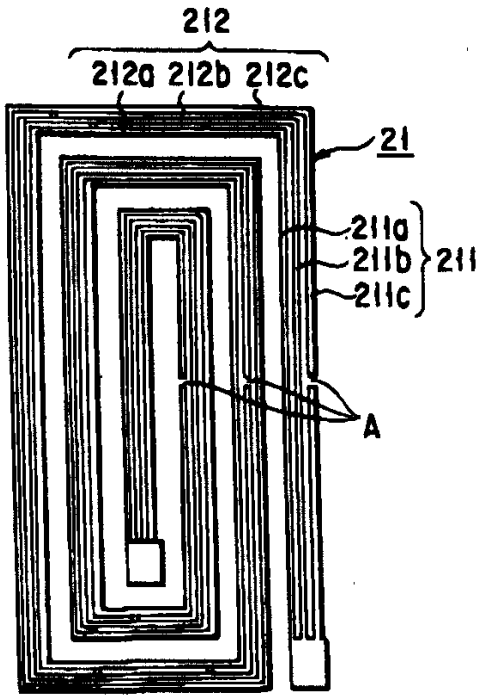
도면20a



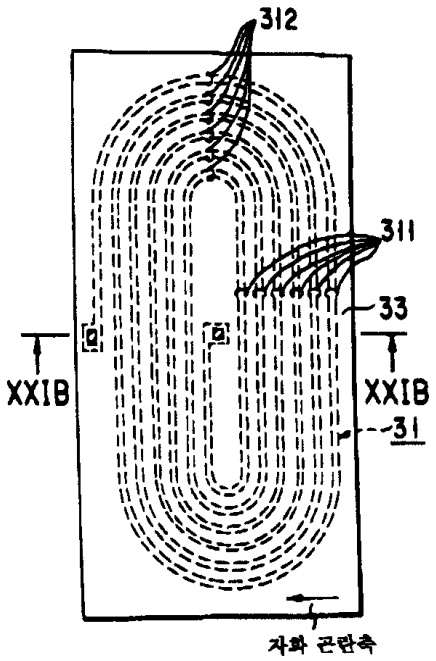
도면20b


212
212a 212b 212c
21
211a
211b
211c
211
A

도면20c


212
212a 212b 212c
21
211a
211b
211c
211
A

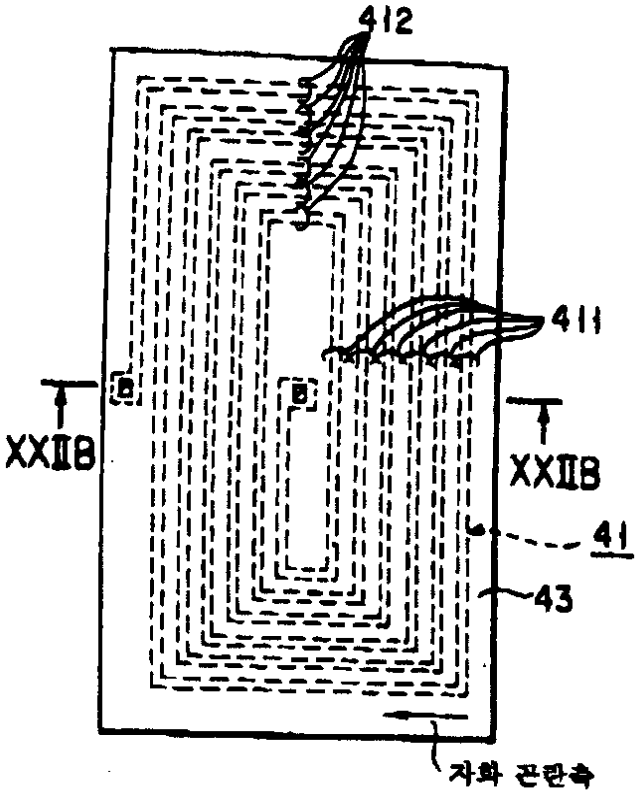
도면21a



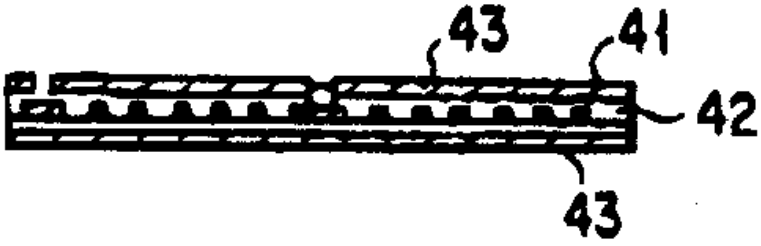
도면21b



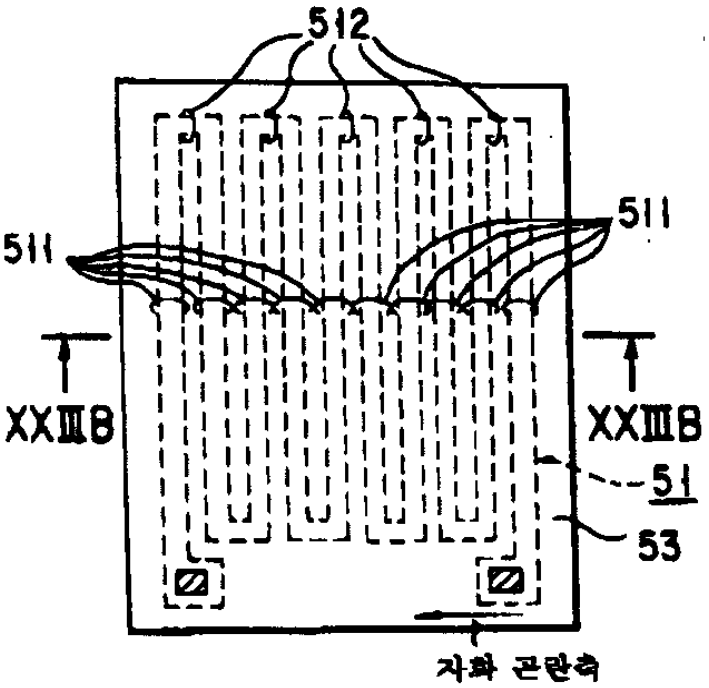
도면22a



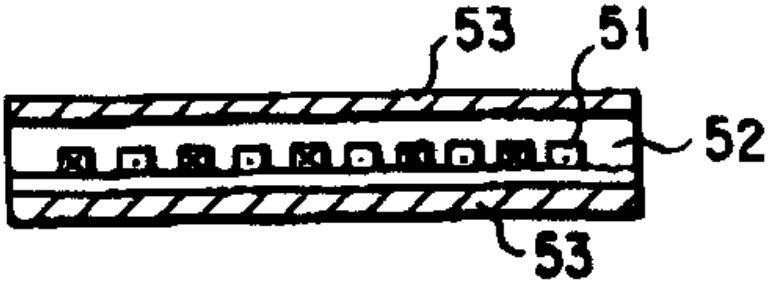
도면22b



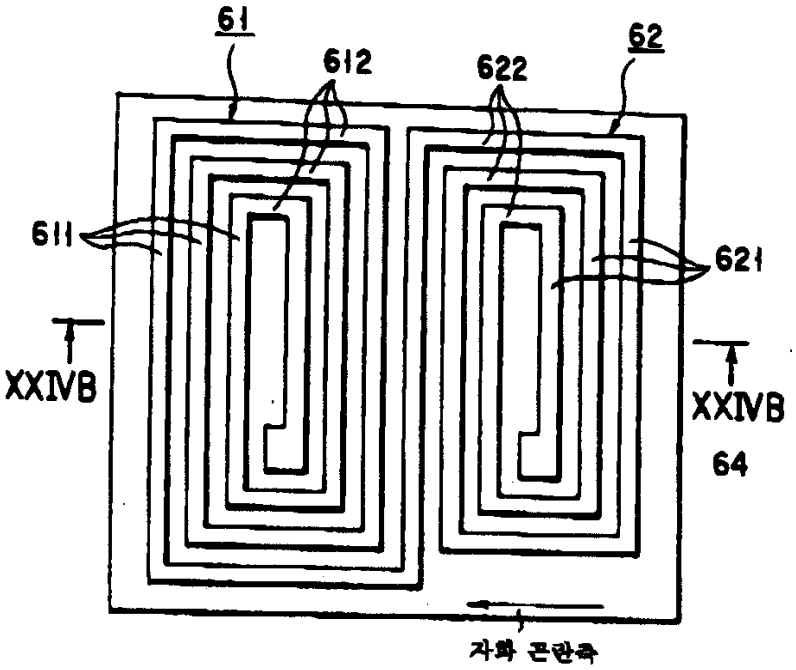
도면23a



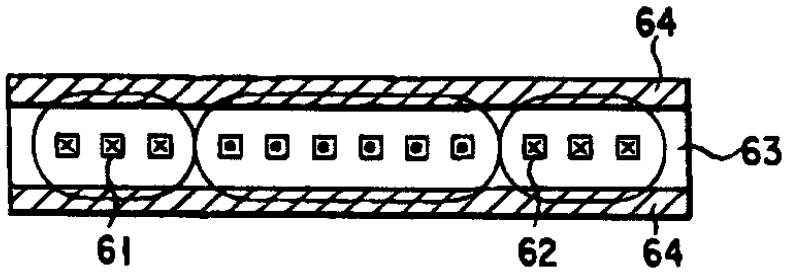
도면23b



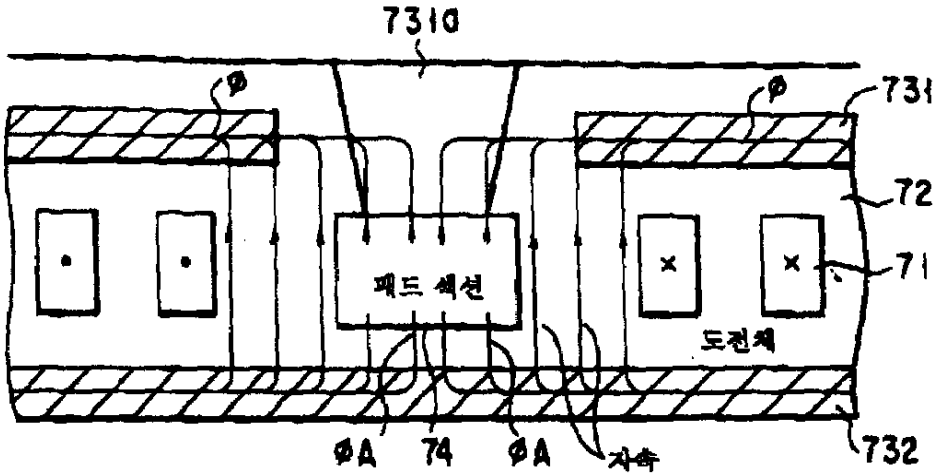
도면24a



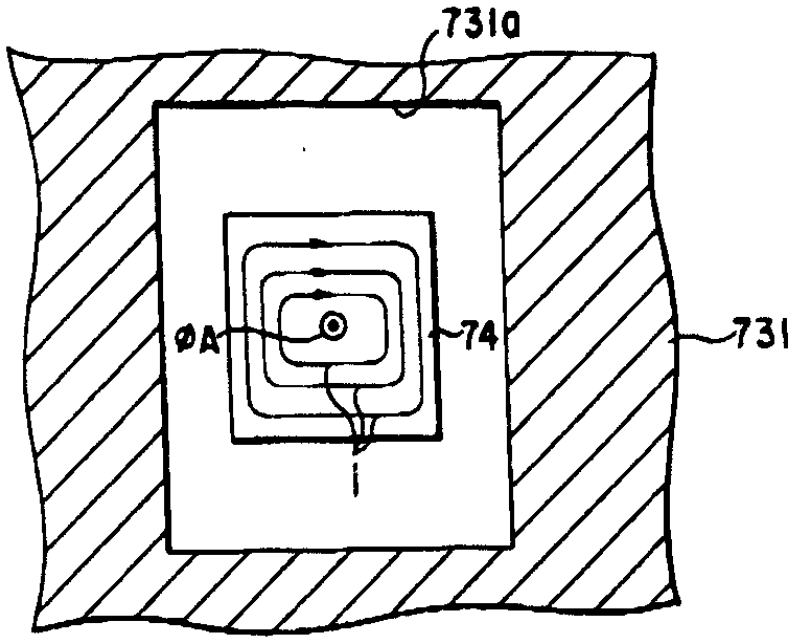
도면24b



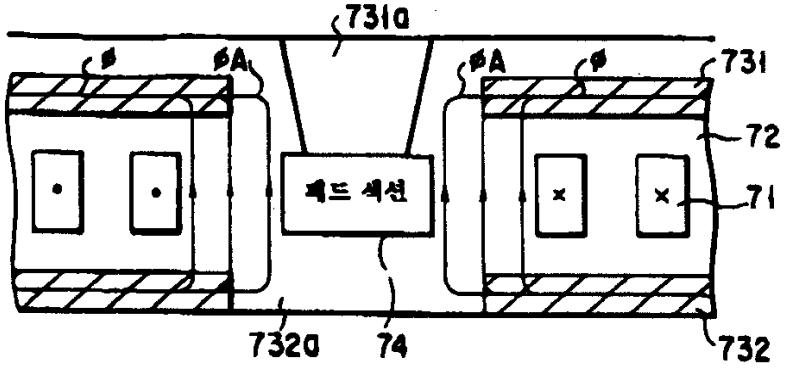
도면25



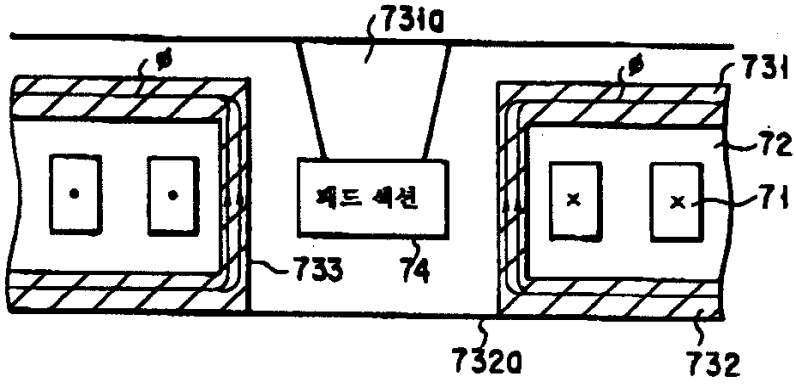
도면26



도면27



도면28



도면29

