



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0096323
 (43) 공개일자 2014년08월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 27/24 (2006.01) *H01F 27/33* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7014268
- (22) 출원일자(국제) 2012년10월25일
 심사청구일자 2014년05월27일
- (85) 번역문제출일자 2014년05월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/061976
- (87) 국제공개번호 WO 2013/063307
 국제공개일자 2013년05월02일
- (30) 우선권주장
 13/283,902 2011년10월28일 미국(US)

- (71) 출원인
메트글라스, 인코포레이티드
 미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 알라이드 드라이브 440
- (72) 발명자
콜럼버스, 마크, 로버트
 미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 알라이드 드라이브 440, 메트글라스 인코포레이티드 내
브라운, 로버트
 미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 알라이드 드라이브 440, 메트글라스 인코포레이티드 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인씨엔에스

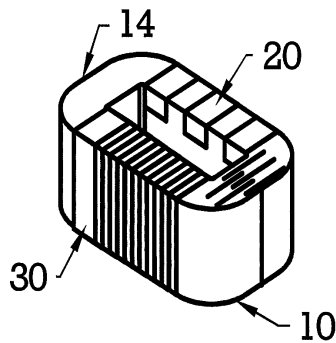
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 자기 코어에서의 가청 노이즈를 감소 방법 및 감소된 가청 노이즈를 갖는 자기 코어

(57) 요약

감소된 가청 노이즈 갖는 비정질 합금 계열 자기 코어 및 낮은 가청 노이즈를 방출하는 비정질 합금 계열 자기 코어를 제조하는 방법은, 고강도 테이프의 여러 레이어를 갖는 코어를 배치하는 단계를 포함하고, 테이프는 높은 인장 강도, 높은 절연 내력 및 높은 서비스 온도를 가져서, 감소된 레벨의 가청 노이즈를 제공한다. 최적 조건에서 동작될 때, 가청 노이즈의 감소된 레벨은 대신에 수지로 코팅된 동일 크기의 코어에 비교할 때 6 내지 10 dB 작다.

대표도 - 도1d



작업 (c)

(72) 발명자

타카하시, 켄고

미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 얼라이드
드라이브 440, 메트글라스 인코포레이티드 내

하세가와, 류스케

미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 얼라이드
드라이브 440, 메트글라스 인코포레이티드 내

특허청구의 범위

청구항 1

직사각형 형상으로 배열된 4개의 코어 레그(core leg)를 갖는 자기 코어를 제공하는 단계로서, 상기 자기 코어는,

제1 코어 레그,

상기 제1 코어 레그에 대향하고 절단된 리본 중첩 섹션을 갖는 제2 코어 레그,

제3 코어 레그, 및

상기 제3 코어 레그에 대향하는 제4 코어 레그

를 포함하는, 자기 코어 제공 단계;

상기 제3 코어 레그와 상기 제4 코어 레그의 측부에 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프를 배치하는 단계로서, 상기 고강도 테이프는 높은 기계적 강도, 높은 절연 내력(dielectric strength) 및 높은 서비스 온도를 나타내는, 고강도 테이프 배치 단계;

상기 제3 코어 레그와 상기 제4 코어 레그에 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제1 레이어를 나선형으로 래핑하는 단계;

상기 제1 코어 레그의 상면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제2 레이어를 배치하는 단계;

상기 제1 코어 레그의 상면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제3 레이어를 배치하는 단계;

상기 제1 코어 레그의 하면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제4 레이어를 배치하는 단계; 및

상기 제1 코어 레그의 하면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제5 레이어를 배치하는 단계

를 포함하고,

상기 자기 코어는 상기 자기 코어로부터 방출되는 감소된 레벨의 가청 노이즈를 갖는,

비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

배전 변압기에서의 상기 코어의 동작 동안 코어 냉각을 보장하도록, 테이프 래핑이 없는 상기 제1 코어 레그의 일부, 테이프 래핑이 없는 상기 제3 코어 레그의 일부, 또는 테이프 래핑이 없는 상기 제4 코어 레그의 일부를 변압기 냉각 매체에 노출시키는 단계를 더 포함하는,

비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어, 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제2 레이어, 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제3 레이어, 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제4 레이어 및 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제5 레이어

어의 각각은, 상기 코어에 기계적 강도를 제공하는,
비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 코어는 155℃까지 동작 가능하고, 상기 고강도 테이프는 250 N/m를 초과하는 인장 강도와 3000 V를 초과하는 절연 내력을 가지며, 상기 고강도 테이프는 천공, 찢어짐 및 열적 노화에 대한 양호한 내성을 갖는,

비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 자기 코어는 비정질 자기 테이프 또는 자기 리본으로 권취되고, 상기 자기 리본은 상기 합금의 용융된 상태에서부터 빠르게 구조되는,

비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 고강도 테이프의 여러 레이어로 래핑된 상기 자기 코어는 테이프가 래핑되지 않은 동일한 크기의 코어에 의해 생성된 음향 출력에 가까운 음향 출력을 방출하는,

비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 자기 코어의 가청 노이즈의 감소된 레벨은 코팅으로서 수지를 갖는 동일 크기의 자기 코어보다 6 내지 10 dB 더 작은,

비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

고강도 테이프의 레이어들은 상기 코어가 재활용을 위해 재용융될 때 제거될 수 있는,

비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법.

청구항 9

감소된 가청 노이즈 갖는 비정질 합금 계열 자기 코어에 있어서,

제1 코어 레그,

상기 제1 코어 레그에 대향하고 절단된 리본 중첩 섹션을 갖는 제2 코어 레그,

제3 코어 레그, 및

상기 제3 코어 레그에 대항하는 제4 코어 레그

의 4개의 레그를 갖는 직사각형 코어;

상기 제3 코어 레그와 상기 제4 코어 레그의 측부에 배치되는 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프로서, 상기 고강도 테이프는 높은 기계적 강도, 높은 절연 내력 및 높은 서비스 온도를 나타내는, 상기 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프;

상기 제3 코어 레그와 상기 제4 코어 레그에 나선형으로 래핑된 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어;

상기 제1 코어 레그의 상면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 배치된 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제2 레이어;

상기 제1 코어 레그의 상면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 배치된 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제3 레이어;

상기 제1 코어 레그의 하면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 배치된 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제4 레이어; 및

상기 제1 코어 레그의 하면에서 상기 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 배치된 중첩하는 상기 고강도 테이프의 제5 레이어

를 포함하고,

상기 자기 코어는 상기 자기 코어로부터 방출되는 감소된 레벨의 가청 노이즈를 갖는,

자기 코어.

청구항 10

제9항에 있어서,

배전 변압기에서의 상기 코어의 동작 동안 코어 냉각을 보장하도록, 테이프로 덮이지 않은 상기 코어의 부분이 변압기 냉각 매체에 노출되는,

자기 코어.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어, 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제2 레이어, 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제3 레이어, 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제4 레이어 및 상기 중첩하는 고강도 테이프의 제5 레이어는, 상기 코어에 기계적 강도를 제공하는,

자기 코어.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 코어는 155℃까지 동작 가능하고, 상기 고강도 테이프는 250 N/m를 초과하는 인장 강도와 3000 V를 초과하는 절연 내력을 가지며, 상기 고강도 테이프는 천공, 찢어짐 및 열적 노화에 대한 양호한 내성을 갖는,

자기 코어.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 자기 코어는 비정질 자기 테이프 또는 자기 리본으로 권취되고, 상기 자기 리본은 상기 합금의 용융된 상태에서부터 빠르게 구조되는,

자기 코어.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 고강도 테이프의 여러 레이어로 래핑된 상기 자기 코어는 테이프가 래핑되지 않은 동일한 크기의 코어에 의해 생성된 음향 출력에 가까운 음향 출력을 방출하는,

자기 코어.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 자기 코어의 가청 노이즈의 감소된 레벨은 코팅으로서 수지를 갖는 동일 크기의 자기 코어보다 6 내지 10 dB 더 작은,

자기 코어.

청구항 16

제9항에 있어서,

고강도 테이프의 레이어들은 상기 코어가 재활용을 위해 재용융될 때 제거될 수 있는,

자기 코어.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 변압기 코어와 같은 비정질 자기 재료에 기초한 자기 코어로부터 방출되는 가청 노이즈(audible noise)를 감소시키는 방법에 관한 것이다. 또한, 실시예는 감소된 가청 노이즈를 갖는 자기 코어에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 철 계열의 비정질 합금 리본은 AC 여기(excitation) 하의 낮은 자기 코어 손실을 포함하는 우수한 자기적 특성을 보여 주어, 변압기, 전동기, 발전기, 펄스 전력 발전기를 포함하는 에너지 관리 장치 및 자기 센서와 같은 에너지 효율적인 자기 장치에서 그 적용례를 찾을 수 있다. 이러한 장치에서, 높은 포화 유도(saturation induction)를 갖는 비정질 강자성 재료 및 낮은 자기 코어 손실이 바람직하다. 이러한 특징이 Fe 계열 비정질 합금에서 획득되었더라도, 그 자기 변형(magnetostriction) 값은 종래의 결정질 Fe-Si 합금보다 다소 더 높은 경향이 있다. 자기 변형은 자기 재료의 내재하는 특성 중 하나이며, 재료가 잔류 상태(remanent state)에서 자화될 때 치수적 변형을 특징으로 한다. 자기 재료가 자화 방향을 따라 팽창할 때, 그 현상은 양의 자기 변형이라 한다. 자기 재료가 자화에 따라 수축할 때, 그 효과는 음의 자기 변형이라 한다. 어느 경우라도, 재료는 AC 여기 하에서 기계적으로 진동한다. 따라서, 재료가 AC 여기 하에 있는 자기 코어에 사용될 때, 코어는 소음

을 방출한다. 일례는 배전 변압기로부터 익숙한 옹용거리의 소리이다. 거주 지역에서의 계속 진행 중인 인구 밀도의 증가 때문에, 변압기 노이즈는 문제점이 되고 있다. 재료의 자기 변형이 화학적 조성과 원자 또는 결정 구조에 의해 결정되기 때문에, 자기 코어로부터의 소음 레벨은 주어진 코어 재료에 기초하는 코어의 설계와 제조에 의해 제어된다. 따라서, 비정질 자기 재료에 기초한 자기 코어의 설계 및 제조는 이의 가장 낮은 소음 레벨에 대하여 최적화되어야 하며, 이는 본 발명의 실시예에 따른 일 양태이다.

[0003] 전술한 식별 기호 [0002] 문단에서 참조된 비정질 Fe 계열 합금은 용융된 합금의 빠른 응고에 대한 필요성 때문에 리본 형태로 주조된다. 상업적으로 사용 가능한 비정질 자기 리본은 대략 15 μm 내지 대략 50 μm 범위의 두께를 가진다. 상대적으로 얇은 리본이 대형의 자기 코어를 형성하기 위하여 권취될 때, 코어의 측부는 그 기계적 안정성을 유지하기 위하여 기계적으로 강화되어야 한다. 이것은 변압기 전기 도체 와인딩(winding)이 코어 내로 삽입될 수 있도록 코어가 물리적인 절단부를 가지는 배전 변압기 코어로서 사용되는 경우이다. 예를 들어, 미국 특허 제4,734,975호(이하, "975 특허"라 한다)는 코어를 기계적으로 강화하기 위하여 에폭시 수지를 이용하여 변압기 코어의 측부를 코팅하는 방법을 설명한다. 이 방법은 비정질 합금 리본에 기초하는 많은 변압기에서 현재 사용되고 있다. 그러나, 수지를 경화하는 동안, 코어 재료와 수지 사이의 열팽창 계수 차이 때문에 기계적 스트레스가 코어의 측부에 유입되고, 이는 코어의 자기 손실과 여기 전력(excitation power)을 증가시킨다. 이것은 증가된 변압기의 가청 노이즈를 초래한다. 따라서, 그 효과는 약화되어야 하며, 이는 본 발명의 실시예에 따른 다른 양태이다. 본 발명의 추가적인 양태는 환경 친화적인 코어 강화 재료를 찾는 것이다. 종래에, 에폭시 수지와 같은 사용된 폴리머 코팅 재료는 금속 자기 코어에 강하게 부착되지만, 재활용 동안 코어가 재용융될 때 유독 가스를 생성하며, 이는 감소될 필요가 있다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 양태에 따르면, 비정질 합금 계열 자기 코어에서 낮은 가청 노이즈를 감소시키는 방법은, 직사각형 형상으로 배열된 4개의 코어 레그(core leg)를 갖는 자기 코어를 제공하는 단계로서, 자기 코어는, 제1 코어 레그, 제1 코어 레그에 대향하고 절단된 리본 중첩 섹션을 갖는 제2 코어 레그, 제3 코어 레그, 및 제3 코어 레그에 대향하는 제4 코어 레그를 포함하는, 자기 코어 제공 단계; 제3 코어 레그와 제4 코어 레그의 측부에 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프를 배치하는 단계로서, 고강도 테이프는 높은 기계적 강도, 높은 절연 내력(dielectric strength) 및 높은 서비스 온도를 나타내는, 고강도 테이프 배치 단계; 제3 코어 레그와 제4 코어 레그에 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어를 나선형으로 래핑하는 단계; 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제2 레이어를 배치하는 단계; 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제3 레이어를 배치하는 단계; 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제4 레이어를 배치하는 단계; 및 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제5 레이어를 배치하는 단계를 포함하고, 자기 코어는 자기 코어로부터 방출되는 감소된 레벨의 가청 노이즈를 갖는다.

[0005] 본 발명의 일 양태에 따르면, 본 발명은, 배전 변압기에서의 코어의 동작 동안 코어 냉각을 보장하도록, 테이프 래핑이 없는 제1 코어 레그의 일부, 테이프 래핑이 없는 제3 코어 레그의 일부, 또는 테이프 래핑이 없는 제4 코어 레그의 일부를 변압기 냉각 매체에 노출시키는 단계를 더 포함한다.

[0006] 본 발명의 일 양태에 따르면, 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어, 중첩하는 고강도 테이프의 제2 레이어, 중첩하는 고강도 테이프의 제3 레이어, 중첩하는 고강도 테이프의 제4 레이어 및 중첩하는 고강도 테이프의 제5 레이어의 각각은, 코어에 기계적 강도를 갖는다.

[0007] 본 발명의 일 양태에 따르면, 코어는 155°C까지 동작 가능하고, 고강도 테이프는 250 N/m를 초과하는 인장 강도와 3000 V를 초과하는 절연 내력을 가지며, 고강도 테이프는 천공, 찢어짐 및 열적 노화에 대한 양호한 내성을 제공한다.

- [0008] 본 발명의 일 양태에 따르면, 자기 코어는 비정질 자기 테이프 또는 자기 리본으로 권취되고, 자기 리본은 합금의 용융된 상태에서부터 빠르게 주조된다.
- [0009] 본 발명의 일 양태에 따르면, 고강도 테이프의 여러 레이어로 래핑된 자기 코어는 테이프가 래핑되지 않은 동일 한 크기의 코어에 의해 생성된 음향 출력에 가까운 음향 출력을 방출한다.
- [0010] 본 발명의 일 양태에 따르면, 자기 코어의 가청 노이즈의 감소된 레벨은 코팅으로서 수지를 갖는 동일 크기의 자기 코어보다 6 내지 10 dB 더 작다. 본 발명의 일 양태에 따르면, 고강도 테이프의 레이어들은 코어가 재활용을 위해 재용융될 때 제거될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 감소된 가청 노이즈 갖는 비정질 합금 계열 자기 코어는, 제1 코어 레그, 제1 코어 레그에 대향하고 절단된 리본 중첩 섹션을 갖는 제2 코어 레그, 제3 코어 레그, 및 제3 코어 레그에 대향하는 제4 코어 레그의 4개의 레그를 갖는 직사각형 코어; 제3 코어 레그와 제4 코어 레그의 측부에 배치되는 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프로서, 고강도 테이프는 높은 기계적 강도, 높은 절연 내력 및 높은 서비스 온도를 나타내는, 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프; 제3 코어 레그와 제4 코어 레그에 나선형으로 래핑된 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어; 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제2 레이어; 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제3 레이어; 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제4 레이어; 및 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제5 레이어를 포함하고, 자기 코어는 자기 코어로부터 방출되는 감소된 레벨의 가청 노이즈를 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 실시예에 대한 이어지는 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용과 다음과 같은 첨부된 도면을 참조할 때, 본 발명이 더욱 완전히 이해될 것이고, 추가 이점이 더욱 명백하게 될 것이다:
 - 도 1a는 자기 코어가 임의의 래핑(wrapping) 작업을 받기 전의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 1b는 자기 코어가 고강도의 테이프로 래핑 작업 "a"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 1c는 자기 코어가 래핑 작업 "b"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 1d는 자기 코어가 래핑 작업 "c"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 1e는 자기 코어가 래핑 작업 "d"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 1f는 자기 코어가 래핑 작업 "e"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 2a는 자기 코어가 래핑 작업 "f"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 2b는 자기 코어가 래핑 작업 "g"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 2c는 자기 코어가 래핑 작업 "h"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 2d는 자기 코어가 래핑 작업 "i"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.
 - 도 2e는 자기 코어가 래핑 작업 "j"를 받은 후의 자기 코어의 사시도이다.

도 3은 도 1a 내지 1f 및 도 2a 내지 2e의 래핑 작업에 따라 고강도 절연 테이프로 의해 래핑된 자기 코어를 촬영한 사진이며, 오른쪽에 코어 레그(10)를, 전방에서 코어 레그(12)를 그리고 왼쪽에 코어 레그(14)를 도시하고; 테이프가 래핑되지 않은 코어 레그(12) 및 코어 레그(14) 뿐만 아니라 전체 코어 레그(10)를 도시하며, 이는 코어 냉각 도관 역할을 한다.

도 4는 고강도의 절연 테이프에 의해 래핑된 60 Hz 여기 하에서의 Metglas® 2605SA1 합금에 기초한 자기 코어로부터 방출되는 음향 출력의 자기 유도 의존성을 보여주는 그래프이다.

도 5는 고강도의 절연 테이프에 의해 래핑된 60 Hz 여기 하에서의 Metglas® 2605HB!M 합금에 기초한 자기 코어로부터 방출되는 음향 출력의 자기 유도 의존성을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 실시예가 첨부된 도면을 참조하여 아래에서 더 설명될 것이다.

[0014] 회전하는 차가운 본체면 상으로 슬롯 형상의 노즐을 통해 용융된 합금이 배출되게 하는 것으로 비정질 합금 리본이 미국 등록 특허 제4,142,571호에서 설명된 바와 같이 마련될 수 있다. 리본은 대략 15 μm 내지 대략 50 μm 범위의 두께와 대략 25 mm 내지 대략 210 mm 범위의 폭을 가진다. 주조 리본 또는 주어진 폭으로 슬릿 가공된 리본이 자기 코어로 권취된다. 배전 변압기에서와 같은 소정의 경우에, 코어의 섹션이 코어 내로 전도체 코일을 삽입하기 위하여 개방될 수 있도록 코어가 꺾을 가진다. 그 다음, 권취된 코어는 구상중인 자기 특성을 획득하기 위하여 열처리된다.

[0015] 열처리된 코어의 하나의 이러한 예가 도 1a에 도시되며, 도시된 바와 같이, 코어(100)는 코어 레그(leg)(10, 12, 13, 14)와 코어 레그 중 하나(10)에서의 절단된 리본 중첩 섹션(11)을 가진다. 절단된 리본 중첩 섹션(11)은 이를 개방함으로써 코어로의 변압기 코일의 삽입을 허용하는데 필요하다. 고강도 테이프(20)가 도 1b의 래핑 작업 "a"에 도시된 바와 같이 코어의 측부에 배치된다. 테이프(30)의 다른 레이어가 도 1c에서의 래핑 작업 "b"에서 도시된 바와 같이 코어 레그(12) 주위로 래핑된다. 래핑 작업 "c"가 예시하는 바와 같이, 테이프(30)는 코어 레그(12)에 나선형으로 권취되어, 도 1d에 도시된 바와 같이 전체 코어 레그를 덮는다. 테이프 피스의 개수와 그 길이 및 폭은 코어의 크기에 의존한다. 도 1e에 도시된 작업 래핑 작업 "d"와 같이, 작업 "c"가 코어 레그(13)에 반복된다. 래핑 작업 "e"에서, 다른 테이프 레이어(40)가 도 1f에 도시된 바와 같이 절단된 리본 중첩 섹션을 가지지 않는 코어 레그(14)를 래핑한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 래핑 작업 "f"에서, 테이프 피스(40)는 중첩 방식으로 레그(14)에 평행하게 배치된다. 래핑 작업 "g"에서, 다른 테이프 피스(50) 레이어가 테이프 피스(40) 위로 코어 레그(12, 13)에 평행하게 배치되어, 래핑 작업 "h"에서 끝난다. 래핑 작업 "f", "g" 및 "h"는 래핑 작업 "i" 및 "j"에서 반복되어, 코어 레그(14)의 코어 측부와 코어 레그(12, 13)의 일부 위에 테이프 피스 사이에서 테이프 래핑이 없는 코어(100)의 부분들을 제공한다. 테이프 래핑이 없는 코어 섹션은, 예를 들어, 배전 변압기에서의 코어의 동작 동안 변압기 냉각 매체에 노출됨으로써, 코어 냉각 도관(conduit)의 역할을 한다. 래핑 작업 "j"가 완료되면, 최종 테이핑된 자기 코어는 도 3에 도시된 모습을 갖는다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 코어에서의 가청 노이즈 감소 방법은, 직사각형 형상으로 배열된 4개의 코어 레그(core leg)를 갖는 자기 코어를 제공하는 단계로서, 자기 코어는, 제1 코어 레그(14), 제1 코어 레그에 대향하고 절단된 리본 중첩 섹션(11)을 갖는 제2 코어 레그(10), 제3 코어 레그(12), 및 제3 코어 레그에 대향하는 제4 코어 레그(13)를 포함하는 단계; 제3 코어 레그와 제4 코어 레그의 측부에 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프(20)를 배치하는 단계로서, 고강도 테이프는 높은 기계적 강도, 높은 절연 내력(dielectric strength) 및 높은 서비스 온도를 나타내는 단계; 제3 코어 레그와 제4 코어 레그에 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어(30)를 나선형으로 래핑하는 단계; 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제2 레이어(40)를 배치하는 단계; 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제3 레이어(50)를 배치하는 단계; 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제4 레이어(40)를 배치하는 단계; 및 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 중첩하는 고강도 테이프의 제5 레이어(50)를 배치하는 단계의 작업들을 포함하고, 자기 코어는 자기 코어로부터 방출되는 감소된 레벨의 가청 노이즈를 갖는다.

[0017] 본 발명의 실시예에 사용 가능한 고강도 테이프는 높은 인장 강도를 가지며, 천공(puncture), 마모, 찢어짐 및 열적 노화에 대한 양호한 내성과 같은 유익한 특성을 나타낸다. 인장 강도에 관하여, 250 N/cm 이상, 또는 바

람직하게는 512 N/cm의 높은 인장 강도를 갖는 테이프가 적합하다. 절연 내력에 관하여, 3000 V 이상, 또는 바람직하게는 5000 V 이상의 절연 내력을 갖는 테이프가 유용하다.

[0018] 일반적으로, 자기 코어를 권취하기 위하여 고강도 테이프를 이용하는 것은 코어로부터 방출되는 가청 노이즈를, 수지로만 코팅된 자기 코어와 비교될 때 대략 6 dB 내지 대략 10 dB의 범위로 감소시킬 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 감소된 가청 노이즈를 갖는 자기 코어는, 제1 코어 레그(14), 제1 코어 레그에 대향하고 절단된 리본 중첩 섹션(11)을 갖는 제2 코어 레그(10), 제3 코어 레그(12), 및 제3 코어 레그에 대향하는 제4 코어 레그(13)의 4개의 레그를 갖는 직사각형 코어; 제3 코어 레그와 제4 코어 레그의 측부에 배치되는 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프(20)로서, 고강도 테이프는 높은 기계적 강도, 높은 절연 내력 및 높은 서비스 온도를 나타내는, 중첩하지 않는 복수의 고강도 테이프(20); 제3 코어 레그와 제4 코어 레그에 나선형으로 래핑된 중첩하는 고강도 테이프의 제1 레이어(30); 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제2 레이어(40); 제1 코어 레그의 상면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제3 레이어(50); 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 평행한 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제4 레이어(40); 및 제1 코어 레그의 하면에서 제1 코어 레그의 길이에 수직인 방향으로 배치된 중첩하는 고강도 테이프의 제5 레이어(50)를 포함하고, 자기 코어는 자기 코어로부터 방출되는 감소된 레벨의 가청 노이즈를 갖는다.

[0020] 자기 코어로부터 방출되는 자기적 특성과 관련된 가청 노이즈에 대한 비교 참조를 위한 기준을 구축하기 위하여, 도 1a에서의 물품(100)과 동일한 치수를 갖는 자기 코어가 제작되었다. 그 다음, 코어는 최적 자기 성능을 획득하기 위하여 열처리되었고 미국 등록 특허 '975의 교시 내용을 따라 그 측부에 에폭시 수지로 코팅되었다.

[0021] 식별 기호 [0013] 내지 [0019] 문단에서 설명된 자기 코어는 ASTM 표준 A912에서 특정된 방법에 의해 시험되었다.

[0022] 그 다음, 식별 기호 [0014] 내지 [0019] 문단에서의 코어가 ISO 3744 표준에 따라 민간 음향 연구소에서 음향 출력의 측면에서 가청 노이즈에 대하여 시험되었다. 시험의 상세는 아래의 예에서 제공된다.

[0023] 예 1

[0024] 상업적으로 사용 가능한 비정질 합금 Metglas®2605SA1 기반의 자기 코어가 가청 노이즈에 대하여 시험되었다. 시험 결과는 60 Hz에서 1.0 내지 1.50 T의 유도 레벨로 여기된 상이하게 마련된 자기 코어 사이에서 가청 노이즈가 비교되는 표 1에 요약된다.

표 1

코어 종류	음향 출력(dB)							
	60 Hz에서의 유도(T)							
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T
테이프-A	34.9	37.7	41.0	44.8	47.2	51.0	55.2	58.7
테이프-B	33.2	35.6	39.0	43.7	45.8	48.4	53.0	59.2
접착형	43.6	45.8	48.1	52.9	56.9	61.0	65.0	68.5
베어형	32.8	35.4	38.9	42.9	45.6	49.9	53.9	57.4

테이프 A: 제품 코드 4237 (Intertape Polymer); 테이프 B: 제품 코드 1711A (PPI)

[0026] <테이핑, 에폭시 코팅형(접착형) 및 베어형 코어로부터 방출되는 음향 출력>

[0027] 표 1에서의 음향 출력 데이터가 시각적 비교를 위하여 도 4에 도시된다. 도 4에서, 곡선(41, 42, 43)은 각각 "베어형(bare)", "테이핑-A" 및 "접착형(glued)"으로서 표시된 코어에 대한 것이다. 테이핑된 코어에서의 노이즈 레벨은 에폭시로 코팅되거나 테이핑되지 않은 베어형 코어에 비해 단지 약간 더 높았다는 것이 주목된다. 한편, 접착형 코어는 베어형 또는 테이핑된 코어에 비하여 변압기에서의 동작 유도(operational induction) 범위인 1.3 T 이상에서 대략 10 dB 만큼 상당히 더 높은 노이즈를 방출하였다. "테이핑-B"에서 취해진 음향 출력 데이터는 도 4에 도시되지 않는다. 이것은 PPI Adhesive Products Ltd에 의해 공급되고 "테이핑-B" 코어에서 사용된 폴리에스테르 테이프 B의 장기 내열성이 130°C 아래의 온도에 대하여만 충분하기 때문이다. 또한, 테이프 B는 250 N/cm의 인장 강도와 5000 V의 절연 내력을 가진다. 테이프 B의 연속 사용을 위한 온도 상한은 전기적 절연 재료 및 코어 냉각 오일을 위한 온도 상한에 가깝고, 따라서 그 음향 출력 성능이 허용 가능하더라도 그 사용은 실용적이지 않다. 2000 V의 절연 내력을 갖는 다른 유사한 폴리에스테르 테이프가 자기적 관점에서부터 알맞게 시험되지만, 그 절연 특성은, 일부 변압기 코일 와인딩이 3000 V를 초과하는 라인 전압을 다루어야 하기 때문에, 허용 가능하지 않다. 한편, "테이핑-A" 코어에서 사용된 Intertape Polymer Group에서 공급된 폴리에스테르 테이프 A는 155°C까지의 서비스 온도를 가진다. 테이프의 높은 열적 안정성에 더하여, 테이프는 512 N/cm의 높은 인장 강도와 4600 V의 높은 절연 내력을 가진다. 허용 가능한 테이프에 대한 추가 요건은 천공, 마모, 찢어짐 및 열적 노화에 대한 양호한 내성을 포함한다.

[0028] 음향 출력 테스트 전에, 표 1의 코어에서의 코어 손실 및 여기 전력이 측정되었으며, 자기 코어를 가압(energize)하는데 필요한 전력에 대한 지표인 여기 전력의 결과가 표 2에 주어진다.

표 2

[0029]

코어 종류	여기 전력(VA/kg)							
	60 Hz에서의 유도(T)							
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T
테이핑-A	0.171	0.213	0.266	0.340	0.395	0.477	0.629	1.00
테이핑-B	0.167	0.207	0.257	0.326	0.376	0.449	0.582	0.914
접착형	0.172	0.214	0.270	0.353	0.421	0.530	0.751	1.30
베어형	0.167	0.206	0.256	0.326	0.380	0.464	0.621	1.00

[0030] <표 1의 코어의 60 Hz에서의 여기 전력>

[0031] 표 2에 나타낸 바와 같이, 테이핑된 코어 및 베어형 코어에서의 여기 전력은 대략 동일한 반면, 접착형(에폭시 코팅형) 코어에서의 여기 전력은 1.3 T 이상에서 여기에 대한 테이핑된 코어 및 베어형 코어에 비하여 대략 10 내지 30% 더 높은 여기 전력을 보여 주었다. 여기 전력에서의 증가는 에폭시 코팅 및 이어지는 경화가 코어 에지 근처에서 국지적인 기계적 스트레스를 유발시켰다는 것을 나타낸다. 이러한 국지적인 스트레스는, 이어서, 표 1 및 도 4에 입증된 바와 같이 접착이 없는 코어에 비하여 접착형 코어로부터 가청 노이즈를 증가시켰다. 한편, 코어 손실은 에폭시 코어 에지 코팅 또는 고강도 테이프 코어 래핑에 의해 상당한 영향을 받지 않았다. 예를 들어, 1.0, 1.2, 1.3, 1.4 및 1.5 T의 여기 유도 레벨에서, 60 Hz에서 시험된 모든 코어에서의 코어 손실은 각각 0.14, 0.17, 0.20, 0.24, 0.28 및 0.33 W/kg이었다.

[0032] 에폭시 수지로 코어 에지를 접착하는 것에 의해 발생된 진술한 해로운 효과에 더하여, 접착은 대략 2 시간 동안 대략 150°C의 상승된 온도에서 수행되고 대략 1.5 시간의 냉각 시간을 갖는 수지 경화 공정을 필요로 하였다. 이러한 수지 경화 공정은 본 발명을 채용함으로써 제거되어, 코어 제조 시간 및 비용을 상당히 감소시켰다. 또한, 코어 에지의 에폭시 접착 공정은 자동화되기 어려운 반면, 본 발명의 코어의 테이프 래핑 공정은 용이하게

자동화된다.

[0033] 예 2

[0034] 상업적으로 사용 가능한 비정질 합금 Metglas®2605SA1 기반의 자기 코어가 상이한 동작 주파수에서 가청 노이즈에 대하여 시험되었다. 시험 결과는 50 Hz에서 1.0 내지 1.50 T의 유도 레벨로 여기된 상이하게 마련된 자기 코어 사이에서 가청 노이즈가 비교되는 표 3에 요약된다.

표 3

[0035]

코어 종류	음향 출력(dB)							
	50 Hz에서의 유도(T)							
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T
테이핑-A	31.9	34.3	37.4	42.0	44.7	47.9	51.7	55.8
테이핑-B	32.0	34.2	37.2	41.2	43.7	47.2	51.1	56.0
접착형	37.9	40.8	44.5	49.8	53.0	56.5	59.8	62.9
베어형	30.3	32.4	35.3	39.6	42.2	46.8	51.1	55.2

테이프 A: 제품 코드 4237 (Intertape Polymer); 테이프 B: 제품 코드 1711 (PPI)

[0036] <테이핑, 에폭시 코팅형(접착형) 및 베어형 코어로부터 방출되는 음향 출력>

[0037] 테이핑된 코어에서의 노이즈 레벨이 에폭시 코팅되지 않고 테이핑되지 않은 베어형 코어에서의 노이즈 레벨보다 단지 약간만 더 높다는 것이 주목된다. 한편, 접착형 코어는 테이핑된 코어에 비하여 변압기에서의 동작 유도 범위인 1.3 T 이상의 여기에서 9 dB만큼 상당히 더 높은 노이즈를 방출하였다. 음향 출력 테스트 전에, 50 Hz 여기 하에서 표 3의 코어에서의 코어 손실 및 여기 전력이 측정되었으며, 자기 코어를 가압하는데 필요한 전력에 대한 지표인 여기 전력의 결과가 표 4에 주어진다.

표 4

[0038]

코어 종류	여기 전력(VA/kg)							
	50 Hz에서의 유도(T)							
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T
테이핑-A	0.141	0.171	0.211	0.271	0.316	0.390	0.518	0.837
테이핑-B	0.136	0.166	0.204	0.260	0.300	0.365	0.478	0.763
접착형	0.140	0.172	0.215	0.283	0.338	0.436	0.625	1.09
베어형	0.135	0.164	0.202	0.260	0.303	0.378	0.511	0.836

[0039] <표 3의 코어의 50 Hz에서의 여기 전력>

[0040] 표 4에 나타난 바와 같이, 테이핑된 코어 및 베어형 코어에서의 여기 전력은 대략 동일한 반면, 접착형(에폭시 코팅형) 코어에서의 여기 전력은 1.3 T 이상에서 여기에 대한 테이핑된 코어 및 베어형 코어에 비하여 대략 10 내지 30% 더 높은 여기 전력을 보여 주었다. 한편, 코어 손실은 에폭시로의 코어 에지 코팅 또는 고강도 테이프로의 코어 래핑에 의해 상당한 영향을 받지 않았다. 예를 들어, 1.0, 1.2, 1.3, 1.4 및 1.5 T의 여기 유도 레벨에서, 50 Hz에서 시험된 모든 코어에서의 코어 손실은 각각 0.11, 0.17, 0.16, 0.19, 0.22 및 0.26 W/kg이었다.

[0041] 에폭시 수지로 코어 에지를 접착하는 것에 의해 발생된 전술한 해로운 효과에 더하여, 코어 제조 시간 및 비용이 식별 번호 [0032] 문단에서 설명된 바와 같이 상당히 감소된다.

[0042] 예 3

[0043] 상업적으로 사용 가능한 비정질 합금 Metglas®2605HB1M 기반의 자기 코어가 가청 노이즈에 대하여 시험되었다. 시험 결과는 60 Hz에서 1.0 내지 1.55 T의 유도 레벨로 여기된 상이하게 마련된 자기 코어 사이에서 가청 노이즈가 비교되는 표 5에 요약된다.

표 5

[0044]

코어 타입	음향 출력(dB)								
	60 Hz에서의 유도(T)								
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T	1.55 T
테이핑-A	33.6	35.9	39.3	43.6	46.2	49.0	51.9	54.6	58.8
테이핑-B	33.6	35.7	38.4	42.3	44.4	46.7	50.3	55.3	60.7
접착형	41.1	43.1	45.6	49.4	52.2	55.5	59.8	64.0	67.6
베어형	31.7	34.0	37.4	41.5	44.0	47.0	50.7	54.3	57.7

테이프 A: 제품 코드 4237 (I37.7ntertape Polymer); 테이프 B: 제품 코드 1711A (PPI)

[0045] <테이핑, 에폭시 코팅형(접착형) 및 베어형 코어로부터 방출되는 음향 출력>

[0046] 표 5에서의 음향 출력 데이터가 시각적 비교를 위하여 도 5에 도시된다. 도 5에서, 곡선(51, 52, 53)은 각각 "베어형", "테이핑-A" 및 "접착형"으로서 표시된 코어에 대한 것이다. 테이핑된 코어에서의 노이즈 레벨은 에폭시로 코팅되거나 테이핑되지 않은 베어형 코어에 비해 단지 1 내지 2 dB 더 높았다는 것이 주목된다. 한편, 접착형 코어는 베어형 또는 테이핑된 코어에 비하여 변압기에서의 동작 유도 범위인 1.3 T 이상에서 대략 8 내지 10 dB 만큼 상당히 더 높은 노이즈를 방출하였다. 음향 출력 테스트 전에, 표 5의 코어에서의 코어 손실 및 여기 전력이 측정되었으며, 자기 코어를 가압하는데 필요한 전력에 대한 지표인 여기 전력의 결과가 표 6에 주어진다.

표 6

[0047]

코어 타입	여기 전력(VA/kg)								
	60 Hz에서의 유도(T)								
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T	1.55 T
테이핑-A	0.148	0.186	0.233	0.296	0.340	0.403	0.505	0.692	1.10
테이핑-B	0.144	0.181	0.226	0.285	0.325	0.383	0.477	0.653	1.04
접착형	0.148	0.186	0.236	0.306	0.359	0.440	0.578	0.836	1.38
베어형	0.144	0.182	0.229	0.296	0.346	0.421	0.549	0.786	1.22

[0048] <표 5의 코어의 60 Hz에서의 여기 전력>

[0049] 표 6에 나타난 바와 같이, 테이핑된 코어에서의 여기 전력은 베어형 코어에서의 여기 전력과 대략 동일한 반면, 접착형(에폭시 코팅형) 코어에서의 여기 전력은 1.3 T 이상에서 여기에 대한 테이핑된 코어에 비하여 대략 5 내지 30% 더 높은 여기 전력을 보여 주었다. 여기 전력에서의 증가는 에폭시 코팅 및 이어지는 경화가 코어 에지 근처에서 국지적인 기계적 스트레스를 유발시켰다는 것을 나타낸다. 이러한 국지적인 스트레스는, 이어서, 표 5 및 도 5에 입증된 바와 같이 접착이 없는 코어에 비하여 접착형 코어로부터 가청 노이즈를 증가시켰다. 여기

전력에 대한 국지적인 스트레스의 효과는 Metglas®2605SA1 기반의 코어의 경우(표 2 참조)와 대략 동일하였으며, 이는 Metglas®2605SA1와 2706HB1M 합금이 27 ppm의 동일한 자기 변형을 가진다는 것을 반영한다. 한편, 코어 손실은 에폭시로의 코어 에지 코팅 또는 고강도 테이프로의 코어 래핑에 의해 상당한 영향을 받지 않았다. 예를 들어, 1.0, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 T 및 1.55 T의 여기 유도 레벨에서, 60 Hz에서 시험된 모든 코어에서의 코어 손실은 각각 0.12, 0.15, 0.17, 0.20, 0.24, 0.28 및 0.31 W/kg이었다.

[0050] 에폭시 수지로 코어 에지를 접착하는 것에 의해 발생된 전술한 해로운 효과에 더하여, 본 발명의 코어 래핑 공정은 코어 제조 시간 및 비용을 식별 번호 [0032] 문단에서 설명된 바와 같이 상당히 감소시켰다.

[0051] 예 4

[0052] 상업적으로 사용 가능한 비정질 합금 Metglas®2605HB1M 기반의 자기 코어가 가청 노이즈에 대하여 시험되었다. 시험 결과는 50 Hz에서 1.0 내지 1.55 T의 유도 레벨로 여기된 상이하게 마련된 자기 코어 사이에서 가청 노이즈가 비교되는 표 7에 요약된다.

표 7

[0053]

코어 타입	음향 출력(dB)								
	60 Hz에서의 유도(T)								
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T	1.55 T
테이핑-A	31.7	33.7	36.5	40.7	43.1	45.5	48.3	52.0	56.4
테이핑-B	30.4	31.8	34.0	37.6	40.0	43.0	48.1	52.8	56.7
접착형	40.6	42.2	44.3	46.9	48.3	51.7	57.4	61.8	65.7
베어형	30.1	31.8	35.0	38.9	41.5	44.3	47.7	51.2	55.2

테이프 A: 제품 코드 4237 (I37.7ntertape Polymer); 테이프 B: 제품 코드 1711A (PPI)

[0054] <테이핑, 에폭시 코팅형(접착형) 및 베어형 코어로부터 방출되는 음향 출력>

[0055] 테이핑된 코어에서의 노이즈 레벨은 에폭시로 코팅되거나 테이핑되지 않은 베어형 코어에 비해 단지 대략 1 dB 더 높았다는 것이 주목된다. 한편, 접착형 코어는 베어형 또는 테이핑된 코어에 비하여 변압기에서의 동작 유도 범위인 1.3 T 이상에서 대략 6 내지 10 dB 만큼 상당히 더 높은 노이즈를 방출하였다. 음향 출력 테스트 전에, 표 5의 코어에서의 코어 손실 및 여기 전력이 측정되었으며, 자기 코어를 가압하는데 필요한 전력에 대한 지표인 여기 전력의 결과가 표 8에 주어진다.

표 8

[0056]

코어 타입	여기 전력(VA/kg)								
	50 Hz에서의 유도(T)								
	1.0 T	1.1 T	1.2 T	1.3 T	1.35 T	1.4 T	1.45 T	1.5 T	1.55 T
테이핑-A	0.121	0.148	0.184	0.235	0.272	0.326	0.411	0.572	0.938
테이핑-B	0.117	0.144	0.178	0.226	0.260	0.309	0.388	0.540	0.887
접착형	0.120	0.148	0.187	0.244	0.288	0.358	0.475	0.698	1.19
베어형	0.118	0.145	0.181	0.235	0.276	0.340	0.448	0.648	1.07

[0057] <표 5의 코어의 50 Hz에서의 여기 전력>

[0058] 표 8에 나타난 바와 같이, 테이핑된 코어의 여기 전력은 베어형 코어에서의 여기 전력과 대략 동일한 반면, 접착형(에폭시 코팅형) 코어에서의 여기 전력은 1.3 T 이상에서 여기에 대한 테이핑된 코어에 비하여 대략 6 내지 30% 더 높은 여기 전력을 보여 주었다. 한편, 코어 손실은 에폭시로의 코어 에지 코팅 또는 고강도 테이프로의 코어 래핑에 의해 상당한 영향을 받지 않았다. 예를 들어, 1.0, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 T 및 1.55 T의 여기 유도 레벨에서, 50 Hz에서 시험된 모든 코어에서의 코어 손실은 각각 0.09, 0.11, 0.13, 0.16, 0.19, 0.22 및 0.25 W/kg이었다.

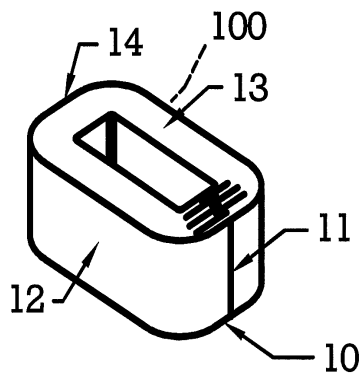
[0059] 에폭시 수지로 코어 에지를 접착하는 것에 의해 발생된 전술한 해로운 효과에 더하여, 본 발명의 코어 래핑 공정은 코어 제조 시간 및 비용을 식별 번호 [0032] 문단에서 설명된 바와 같이 상당히 감소시켰다.

[0060] 변압기 코어에서의 상당한 노이즈 감소에 더하여, 코어를 래핑하는데 사용되는 테이프는 쉽게 제거될 수 있어, 코어 재료의 환경 친화적인 재활용을 가능하게 한다.

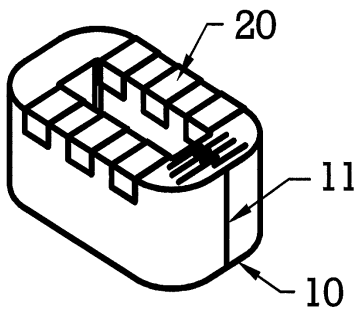
[0061] 본 명세서에 언급된 모든 예와 조건부의 표현은 독자가 본 발명자에 의해 기술을 발전시키는데 기여된 발명 및 개념을 이해하는데 도움을 주기 위한 교육적인 목적에 대하여 의도되며, 구체적으로 언급된 예와 조건에 대하여 어떠한 한정이 없는 것으로 고려되며, 본 명세서에서의 이러한 예의 준비는 본 발명의 우수 및 열등을 보여주는 것과 관련된다. 본 발명의 실시예가 상세히 설명되었지만, 다양한 변화, 대체 및 변경이 본 발명의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 이루어질 수 있다는 것이 이해될 수 있다.

도면

도면1a

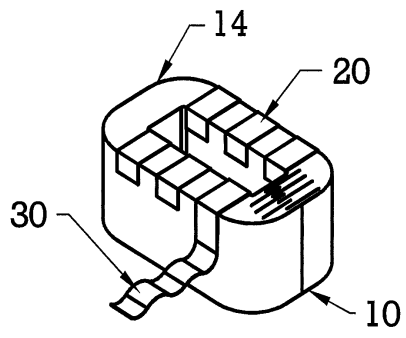


도면1b



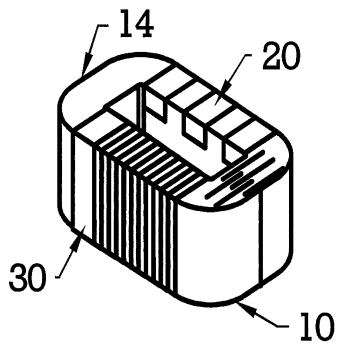
작업 (a)

도면1c



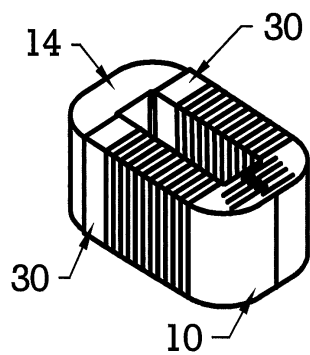
작업 (b)

도면1d



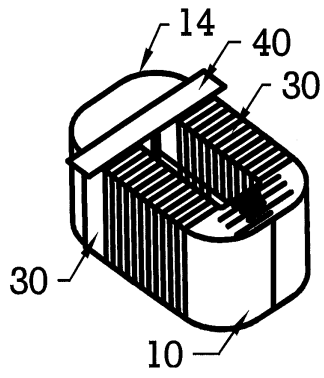
작업 (c)

도면1e



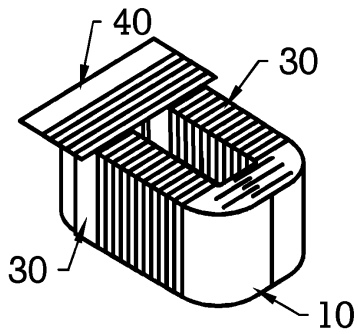
작업 (d)

도면1f



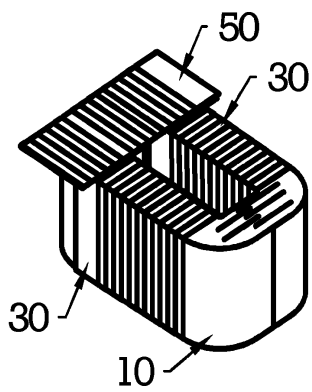
작업 (e)

도면2a



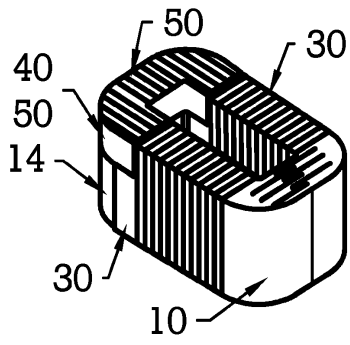
작업 (f)

도면2b



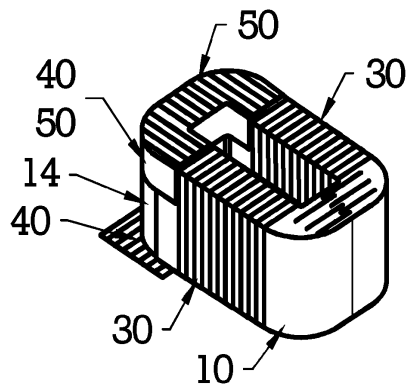
작업 (g)

도면2c



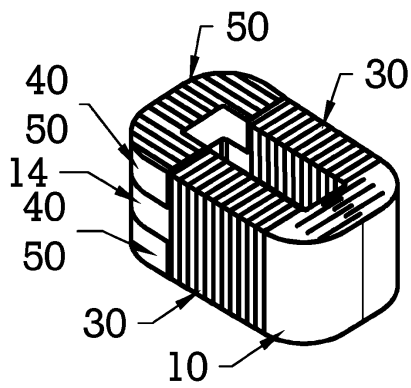
작업 (h)

도면2d



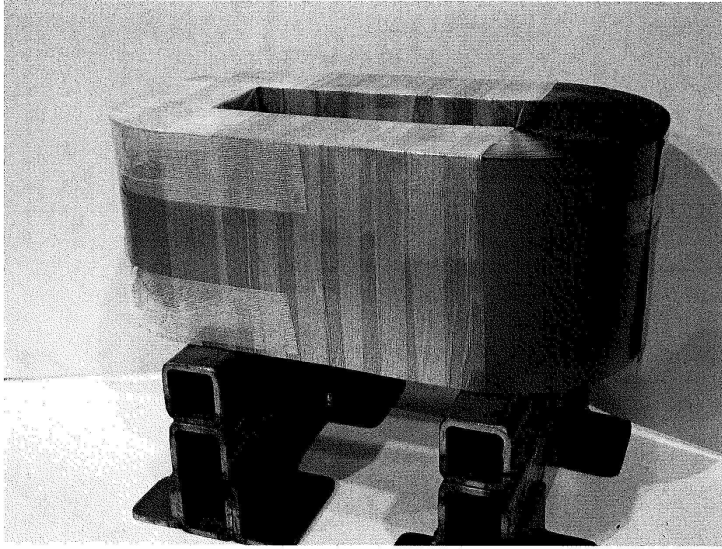
작업 (i)

도면2e

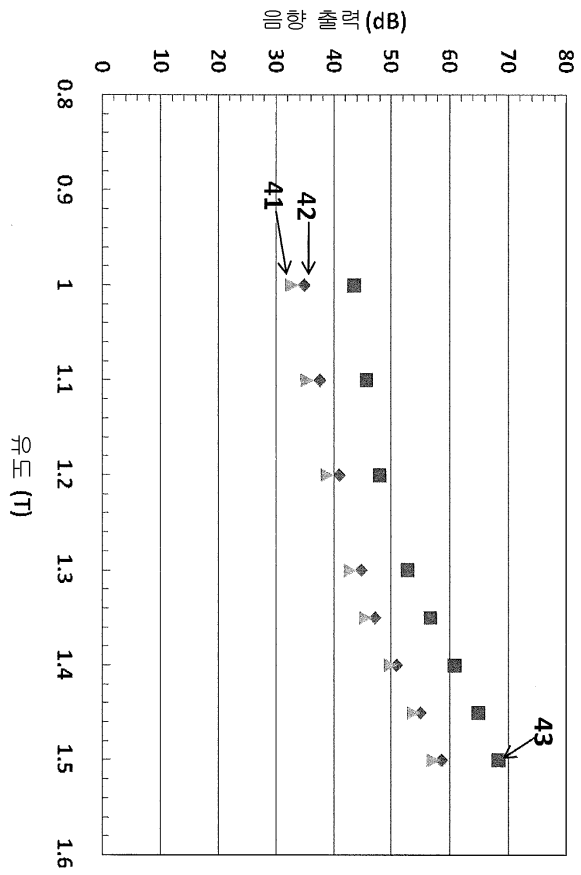


작업 (j)

도면3



도면4



도면5

