



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월17일
(11) 등록번호 10-1594482
(24) 등록일자 2016년02월05일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 27/245 (2006.01) H01F 27/28 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류(Coo. Cl.)
H01F 27/245 (2013.01)
H01F 27/2847 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-0002751</p> <p>(22) 출원일자 2015년01월08일
심사청구일자 2015년01월08일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
JP05114525 A
JP2658654 B2
JP2987317 B2</p> | <p>(73) 특허권자
주식회사 케이퍼일렉트릭
인천광역시 남구 방축로 328 (주안동)</p> <p>(72) 발명자
김문용
경기 부천시 소사구 경인로134번길 72, 101동 1504호 (송내동, 송내대우아파트)</p> <p>(74) 대리인
특허법인 정안</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 김상철

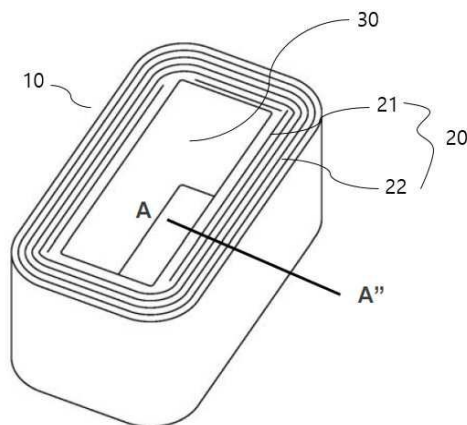
(54) 발명의 명칭 **아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기**

(57) 요약

본 발명은 주상 변압기 등에 사용하는 하나의 권철심을 다수의 금속 시트로 권취하여 구성하되, 아몰퍼스(Amorphous) 합금 시트와 규소강 시트를 혼합하여 구성하는, 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 관한 것으로서, 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 관한 것으로서, 상기 권철심의 내측에서 다수의 겹으로 권취되는 규소강 시트; 상기 권취된 규소강 시트의 외면에 권취되어 적층되는 아몰퍼스 금속 시트; 및, 중앙부에 철심이 채워지지 않아 빈 공간으로 마련된 중공부를 포함하는 구성을 마련한다.

상기와 같은 권철심형 변압기에 의하여, 철심의 적고가 클수록 저하율은 커지기 때문에 적당한 적고를 설계하여 바깥쪽 적고의 일정량을 아몰퍼스 코어로 대체하여 획기적으로 무부하 손실을 줄일 수 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 있어서,
 상기 권철심의 내측에서 다수의 겹으로 권취되는 규소강 시트;
 상기 권취된 규소강 시트의 외면에 권취되어 적층되는 아몰퍼스 금속 시트; 및,
 중앙부에 철심이 채워지지 않아 빈 공간으로 마련된 증공부를 포함하고,
 상기 아몰퍼스 금속 시트의 제2 포화 자속밀도는 상기 규소강 시트의 제1 포화 자속밀도 보다 낮고, 상기 권철심의 자속밀도는 상기 제1 포화 자속밀도와 상기 제2 포화 자속밀도 사이로 설계되는 것을 특징으로 하는 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 권철심의 자속밀도는 상기 권철심의 코아 내측에서 코아 외측으로 갈수록 작아지고, 상기 아몰퍼스 금속 시트는 상기 권철심 코아 내에서 상기 제2 포화 자속밀도 보다 낮은 자속밀도를 갖는 코아 부분의 외측에 권취되는 것을 특징으로 하는 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 권철심에서 n번째 권취되는 시트 n의 자속밀도 B_n 는 다음 [수식 1]에 의해 구해지는 것을 특징으로 하는 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기.

[수식 1]

$$B_n = B_i \times e^{M \times n} \times K$$

$$M = \frac{1}{E} \times \text{Ln} \frac{l_i}{l_e}$$

$$B_i = B_0 \times \frac{l_e}{l_i - l_e} \times \text{Ln} \frac{l_e}{l_i}$$

단, E는 전체 시트의 두께의 합이고, K 는 사전에 정해지는 상수이고, l_i 는 상기 권철심 내측에서 첫번째로 권취되는 시트의 자로 길이이고, l_e 는 상기 권철심 외측에서 마지막으로 권취되는 시트의 자로 길이이고, Ln은 자연 로그를 나타내고, B_0 은 설계된 자속밀도임.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 주상 변압기 등에 사용하는 하나의 권철심을 다수의 금속 시트로 권취하여 구성하되, 아몰퍼스

(Amorphous) 합금 시트와 규소강 시트를 혼합하여 구성하는, 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 주상변압기 등에 사용되는 권철심의 코아 재질은 크게 규소강판과 아몰퍼스(Amorphous) 코아 두 가지로 나눌수 있다. 아몰퍼스 코아는 규소강판에 비하여 무부하손실이 1/4배 정도로 손실이 적지만, 코아 가격이 비싸고 포화자속밀도가 낮아 경제적인 설계에 취약하다.
- [0003] 특히, 에너지 절약-형태 변압기 권철심으로서 철손이 적고 자기 특성이 우수한 아몰퍼스 재료가 사용되고 있다. 즉, 종래의 다상 변압기 철심을 제작하는 방법으로서, 규소강판을 권회하여 조립하거나, 규소강판을 절단하여 겹쳐 쌓아올린다. 그런데, 이 경우, 변압기가 발열하여 수명의 단축, 에너지절약 대책 등 과제들이 발생되는데, 이를 해결하기 위하여 아몰퍼스 자성 박대(얇은 스트립)를 사용하는 다상 변압기 철심이 제시되고 있다.
- [0004] 또한, 아몰퍼스 박대는, 철(Fe), 규소(S), 붕소(B)로 이루어진 합금으로서, 딱딱하고 무르다고 하는 성질이 있다. 따라서 이것에 의해 다상 변압기 철심을 제작하는 경우, 철손은 규소강판에 비해 1/3 ~ 1/4 정도로 감소할 수 있지만, 기계적 강도는 저하되어 강성이 부족하고, 결과적으로, 철심이 변형되기 쉽고 제작이 용이하지 않다는 결점이 있다.
- [0005] 이러한 문제를 해결하기 위하여, 철손의 감소에 유효한 아몰퍼스 권철심을 내측으로 하고, 규소강판 권철심을 외측으로 하여, 양 철심에 의한 복합 구조의 다상 변압기 철심이 제시되고 있다[특허문헌 1].
- [0006] 도 1에서 보는 바와 같이, 종래 기술에 따른 권철심 3상 몰드 변압기(100)는 코일부(110) 및 철심부(120)를 포함한다. 코일부(110)는 3상 변압기를 구현하기 위해서, 제1 코일 부재(111), 제2 코일 부재(112) 및 제3 코일 부재(113)로 구성된다. 각각의 코일 부재는 코일을 용수철 모양으로 감은 형태이며, 고전류를 흘려 전자기 유도 현상에 의해 전압을 변환한다.
- [0007] 철심부(120)는 코일부(110)를 구성하는 각각의 코일 부재를 관통하는 형태이다. 철심부(120)는 전자기 유도 현상에 의해 발생한 자속이 흐를 수 있는 통로 역할을 한다. 철심부(120)는 제1 코일 부재(111)와 제2 코일 부재(112) 사이에 형성된 제1 철심 부재(121), 제2 코일 부재(112)와 제3 코일 부재(113) 사이에 형성된 제2 철심 부재(122) 그리고, 제1 코일 부재(112)와 제3 코일 부재(113) 사이에 형성된 제3 철심 부재(123)로 구성된다.
- [0008] 도 2는 도 1에 있는 권철심 3상 몰드 변압기에서 철심부(120) 만을 표시한 도면이다. 도 2를 참조하면, 제1 철심 부재(121)는 제1 코일 부재(111)와 제2 코일 부재(112) 사이에 시트 모양의 철심을 연속적으로 감아 형성한다. 연속적으로 감은 상기 제1 철심 부재(121)는 다수의 층을 형성한다. 변압기의 크기, 성능에 따라 그 층의 수는 변화할 수 있다. 제2 철심 부재(122)는 제2 코일 부재(112)와 제3 코일 부재(113) 사이에 시트 모양의 철심을 연속적으로 감아 형성한다. 그 기능과 특성은 제1 철심 부재(121)와 동일하다.
- [0009] 제3 철심 부재(123)는 제1 코일 부재(111)와 제3 코일 부재(113)의 사이에서 제1 철심 부재(121)와 제2 철심 부재(122)의 외연에 연속적으로 감아 형성한다. 연속적으로 감은 상기 제3 철심 부재(123)는 다수의 층을 형성하며, 제1 철심 부재(121)와 제2 철심 부재(122)의 외연에 위치한다. 마찬가지로 상기 제3 철심 부재(123)도 변압기의 크기, 성능에 따라 그 층의 수는 변화할 수 있다.
- [0010] 이때, 제1 및 제2 철심 부재(121,122)에는 아몰퍼스 합금 시트로 감아 철심을 형성한다. 또한, 제3 철심 부재(123)에는 규소강판 시트로 감아 철심을 형성한다.
- [0011] 제1 및 제2 철심 부재(121,122)는 아몰퍼스 합금 시트로 구성되므로, 아몰퍼스 합금의 특징인 철손의 감소를 가져오나, 아몰퍼스 금속 시트의 약점인 딱딱하고 무르다고 하는 성질이 가져오는 기계적 강도, 즉, 강성이 부족하다. 제3 철심 부재(123)가 규소강판 시트로 권회되어 구성됨으로써, 철심의 기계적 강도, 또는 강성을 보강한다. 즉, 변압기 철심의 외주에 배열한 규소강판 시트는 그 자체에서도 철심을 구성하는 동시에, 철심 전체의 외면을 피복하고, 철손 감소가 우수한 아몰퍼스 금속 시트에 의한 권철심을 보호하고, 기계적 강도 및 강성을 확보한다.
- [0012] 그러나 상기 선행기술은 변압기 철심을 다수의 세부 철심 부재들로 구성하고, 각 세부 철심 부재들을 규소강판이나 아몰퍼스 박대 등 어느 하나로만 구성한다는 한계점이 있다. 또한, 이로 인해, 각 변압기 철심을 구성하는데 제한이 있고, 아몰퍼스 박판과 규소강 박판의 최적 비율로 구성하는데도 제한이 있다.

[0013]

선행기술문헌

특허문헌

[0014] (특허문헌 0001) 일본공개특허 제1996-088128호 (1996.04.02.공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 주상 변압기 등에 사용하는 하나의 권철심을 다수의 금속 시트로 권취하여 구성하되, 아몰퍼스(Amorphous) 합금 시트와 규소강 시트를 혼합하여 구성하는, 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기를 제공하는 것이다.

[0016] 또한, 본 발명의 목적은 아몰퍼스 합금 시트와 규소강 시트를 혼합하여 변압기용 권철심을 구성하되, 상기 아몰퍼스 합금 시트를 자속밀도가 낮아지는 외측 코어에 구성하는, 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기를 제공하는 것이다.

[0017]

과제의 해결 수단

[0018] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 관한 것으로서, 상기 권철심의 내측에서 다수의 겹으로 권취되는 규소강 시트; 상기 권취된 규소강 시트의 외면에 권취되어 적층되는 아몰퍼스 금속 시트; 및, 중앙부에 철심이 채워지지 않아 빈 공간으로 마련된 중공부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명은 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 있어서, 상기 아몰퍼스 금속 시트의 제2 포화 자속밀도는 상기 규소강 시트의 제1 포화 자속밀도 보다 낮고, 상기 권철심의 자속밀도는 상기 제1 포화 자속밀도와 상기 제2 포화 자속밀도 사이로 설계되는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명은 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 있어서, 상기 권철심의 자속밀도는 상기 권철심의 코어 내측에서 코어 외측으로 갈수록 작아지고, 상기 아몰퍼스 금속 시트는 상기 권철심 코어 내에서 상기 제2 포화 자속밀도 보다 낮은 자속밀도를 갖는 코어 부분의 외측에 권취되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명은 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 있어서, 상기 권철심에서 n번째 권취되는 시트 n의 자속밀도 B_n 는 다음 [수식 1]에 의해 구해지는 것을 특징으로 한다.

[0022] [수식 1]

$$B_n = B_i \times e^{M \times n} \times K$$

$$M = \frac{1}{E} \times \text{Ln} \frac{l_i}{l_e}$$

$$B_i = B_0 \times \frac{l_e}{l_i - l_e} \times \text{Ln} \frac{l_e}{l_i}$$

[0023]

[0024] 단, E는 전체 시트의 두께의 합이고, K 는 사전에 정해지는 상수이고, l_i 는 상기 권철심 내측에서 첫번째로 권취되는 시트의 자로 길이이고, l_e 는 상기 권철심 외측에서 마지막으로 권취되는 시트의 자로 길이이고, Ln은 자연 로그를 나타내고, B_0 은 설계된 자속밀도임.

발명의 효과

[0025] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 의하면, 아몰퍼스 합금 시트와 규소강 시트를 혼합 권취하여 하나의 변압기용 권철심을 구성함으로써, 최적의 적고 및 최소의 저하율을 달성하는 권철심을 설계할 수 있는 효과가 얻어진다.

[0026] 또한, 본 발명에 따른 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기에 의하면, 철심의 적고가 클수록 저하율은 커지기 때문에 적당한 적고를 설계하여 바깥쪽 적고의 일정양을 아몰퍼스 코어로 대체하여 획기적으로 무부하 손실을 줄일 수 있는 효과가 얻어진다.

[0027]

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 종래기술에 따른 아몰퍼스 금속과 규소 강판을 혼합하여 구성한 변압기의 사시도.
- 도 2는 종래기술에 따른 아몰퍼스 금속과 규소 강판을 혼합하여 구성한 변압기용 권철심의 사시도.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기의 사시도.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기의 정면도.
- 도 5는 도 4의 A-A" 횡단면을 나타낸 도면.
- 도 6은 본 발명에 따른 시트별 자속 분포도.
- 도 7은 본 발명에 따른 권철심의 시트 횡단면의 자속 분포도.
- 도 8은 본 발명의 실험에 따른 규소강 시트 또는 아몰퍼스 시트, 혼합 시트로 구성되는 변압기의 예시도.
- 도 9는 본 발명의 실험에 따른 규소강 시트 또는 아몰퍼스 시트, 혼합 시트로 구성되는 변압기에 대한 구성, 성능, 제조가의 대비표.
- 도 10은 본 발명의 변압기용 권철심을 적용할 수 있는 변압기 종류를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 도면에 따라서 설명한다.
- [0030] 또한, 본 발명을 설명하는데 있어서 동일 부분은 동일 부호를 붙이고, 그 반복 설명은 생략한다.
- [0031] 먼저, 본 발명에 따른 아몰퍼스 시트와 규소강 시트의 혼합 권철심형 변압기의 구성을 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0032] 도 3에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따른 혼합 권철심형 변압기의 권철심(10)은 다수의 겹으로 적층하여 권취되는 다수의 금속 시트(20), 및, 중앙부에 철심이 채워지지 않아 빈 공간으로 마련된 중공부(30)로 구성된다.
- [0033] 하나의 금속 시트(20)는 권철심(10)에 1회 이상 권취될 수 있고, 하나의 금속 시트(20)가 권철심(10)에 권취가 완료되면, 다른 금속 시트(20)가 감겨진 시트의 외면에 적층되어 권취된다.
- [0034] 바람직하게는, 금속 시트(20)는 직사각형 도넛 형태로 권취되어, 전체적으로 권취된 권철심(10)은 직사각형의 단면을 형성한다.
- [0035] 도 4는 권취된 권철심(10)의 정면도를 도시한 것이다.
- [0036] 또한, 금속 시트(20)는 규소강 시트(21) 또는 아몰퍼스 금속 시트(22)로 구성된다. 바람직하게는, 도 4와 같이, 규소강 시트(21)는 권철심(10)의 내측에 권취되고, 아몰퍼스 금속 시트(22)는 권철심(10)의 외측에 권취된다.
- [0037] 바람직하게는, 규소강 시트(21)가 권철심(10)의 내측을 형성하며 먼저 권취되고, 아몰퍼스 금속 시트(22)가 권취된 규소강 시트(21)의 외면을 감싸면서 권취되어 적층된다.
- [0038] 도 5는 도 4의 권철심의 정면에서 A-A" 의 선으로 자른 단면도를 도시하고 있다. 도 5에서는 보는 바와 같이, 권철심(10)에 권취된 금속 시트(20)들의 단면들이 표시된다. 도 5에서 나타난 숫자는 권철심(10)에서 권취된 시트의 단면들에 대한 순서를 표시한 것이다. 즉, "1"은 첫번째 권취된 시트의 단면을, "2"는 그 다음 2번째 권취

된 시트의 단면을 도시한 것이다. 이때 각 시트 단면을 각각 시트 단면 1, 시트 단면 2, ..., 시트 단면 N으로 부르기로 한다. 또한, 이때 각 시트 단면에 대응하여 시트가 1회 권취된 것이므로, 이때 1회 권취된 시트를 시트 1, 시트 2, ..., 시트 N이라 부르기로 한다.

[0039] 이때, 시트 1 내지 7은 규소강 시트(21)로 구성하고, 시트 8 내지 10은 아몰퍼스 금속 시트(22)로 구성된다. 이때, 전체 단면 길이 대비 규소강 시트의 단면 길이 또는, 아몰퍼스 금속 시트의 단면 길이를 혼합비율이라 부르기로 한다. 도 5의 예에서, 규소강의 혼합비율은 70%(=7/10)이고, 아몰퍼스 금속 시트의 혼합비율은 30%(3/10)임을 알 수 있다.

[0040] 도 6은 권철심(10)에 일정한 자속을 인가하였을 경우, A-A" 단면의 자속 분포를 도시한 것이다. 권철심(10)의 맨안쪽 코아(또는 코아 시트, 금속 시트)는 자로가 짧고, 맨 바깥쪽 코아 시트는 자로가 길기 때문에 자속은 자로가 짧은 쪽을 가장 많이 흐르게 된다.

[0041] 도 6에서 보는 바와 같이, 철심손실 특성이 좋을수록 그래프의 기울기가 급격해지며, 아몰퍼스 코아의 사용 가능한 자속밀도까지 저하된다. 철심의 적고가 클수록 저하율은 커지기 때문에 적당한 적고를 설계하여 바깥쪽 적고의 일정량을 아몰퍼스 코아로 대체하여 획기적으로 무부하 손실을 줄일 수 있다.

[0042] 또한, 아몰퍼스 코아는 1.3 ~ 1.35 테슬라(T)에서 설계하여야 하지만 권철심 혼합코아에서는 1.6 T에서 설계가 이루어지기 때문에 규소강판 사용시와 동일한 변압기 크기를 가지게 된다.

[0043] 도 5의 예에서, 변압기를 1.6 테슬라(Tesla)로 설계한다고 가정하면, 전체 시트(sheet)의 중앙부 시트 5가 1.6 테슬라(Tesla)로 예상된다.

[0044] 시트 1의 자속밀도 B_i 는 다음과 같다.

[0045] [수학식 1]

$$B_i = 1.6 \times \frac{l_e}{l_i - l_e} \times \text{Ln} \frac{l_e}{l_i}$$

[0046]

[0047] 또한, 시트 10의 자속밀도 B_e 는 다음과 같다.

[0048] [수학식 2]

$$B_e = 1.6 \times \frac{l_i}{l_i - l_e} \times \text{Ln} \frac{l_e}{l_i}$$

[0049]

[0050] 또한, 시트 n의 자속밀도 B_n 는 다음 수식과 같다.

[0051] [수학식 3]

$$B_n = B_i \times e^{M \times n} \times K$$

$$M = \frac{1}{E} \times \text{Ln} \frac{l_i}{l_e}$$

[0052]

[0053] 단, E는 전체 시트의 두께의 합이고, K = 1로 가정한다. l_i 는 시트 1의 자로 길이이고, l_e 는 시트 10의 자로 길이이다. 또한, Ln은 자연 로그를 나타낸다. 특히, K는 시뮬레이션 등을 통해 사전에 산정된다.

[0054] 도 7은 권철심 시트 별 자속분포를 도시한 것이다. 아몰퍼스 코아를 사용하기 위해서는 포화 자속밀도 1.4 테슬라(Tesla) 이하가 되어야 한다. 따라서 도 7에서 빨간색 박스 내의 시트 번호 8, 9, 10번이 아몰퍼스 코아로 대체 가능한 부분이 된다.

[0055] 다음으로, 본 발명의 효과를 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한다.

[0056] 도 8은 규소강 시트(21)와 아몰퍼스(22)의 코아 종류에 따른 주상 변압기의 예를 도시한 것이다. 도 8에서, (a)는 규소강 시트(21)로만 구성된 권철심(10)을 도시한 것이고, (b)는 규소강 시트(21) 및 아몰퍼스 금속 시트

(22)를 혼합하여 구성된 권철심이고, (c)는 아몰퍼스 금속 시트(22)로만 구성된 권철심이다.

[0057]

또한, 도 9는 도 8의 각 권철심에 대한 구성, 성능, 및 제조단가를 비교한 표이다. 도 9에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따른 혼합 권철심이 순수한 규소강 권철심에 비하여 87.7% 적은 무부하 손실을 갖으면서 비용은 16.6%만 증가시키는 것을 알 수 있다.

[0058]

다음으로, 본 발명의 권철심(10)이 적용되어 응용할 수 있는 변압기의 예를 도 10을 참조하여 설명한다.

[0059]

도 10에서 보는 바와 같이, 본 발명의 권철심(10)을 이용하여, (a) 단상 내철형 변압기, (b) 단상 외철형 변압기, (c) 3상 4루프, (d) 3상 에반스 등 다양한 형태의 변압기를 구성할 수 있다.

[0060]

이상, 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 실시 예에 한정되는 것은 아니고, 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.

[0061]

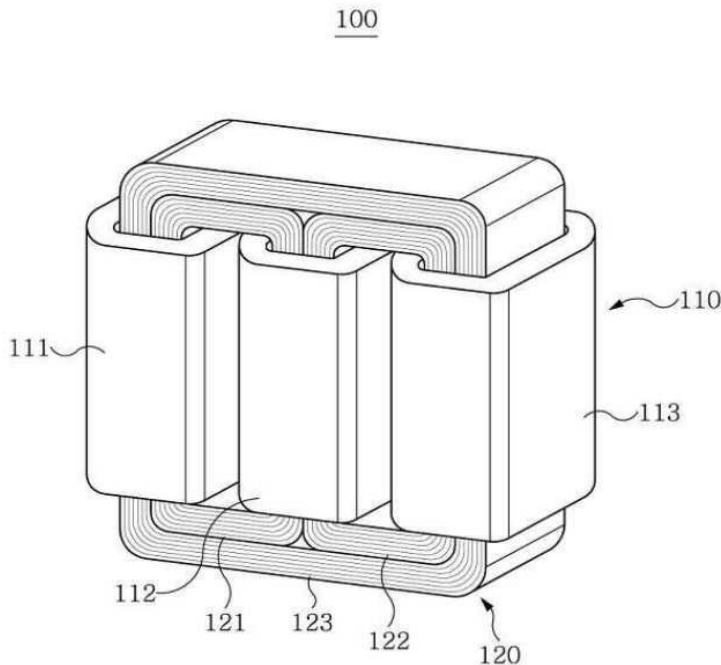
부호의 설명

[0062]

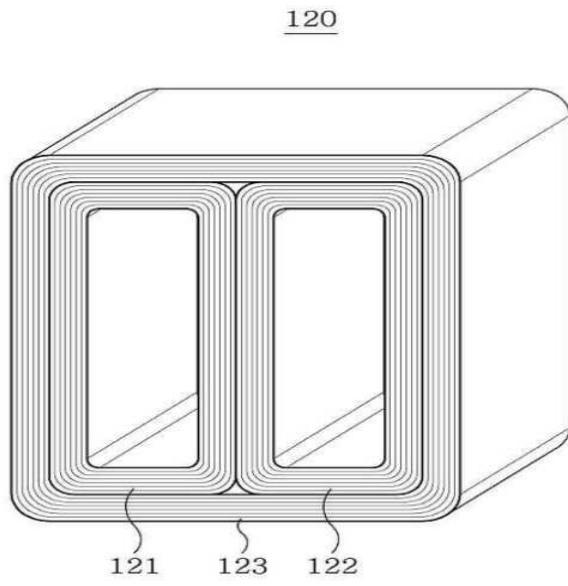
- 10 : 권철심
- 20 : 금속시트
- 21 : 규소강 시트
- 22 : 아몰퍼스 시트
- 30 : 중공부

도면

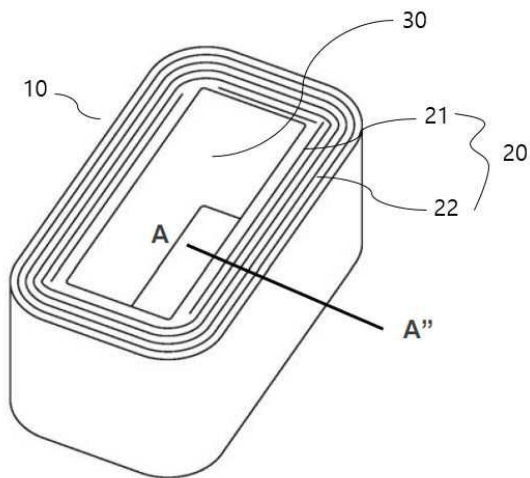
도면1



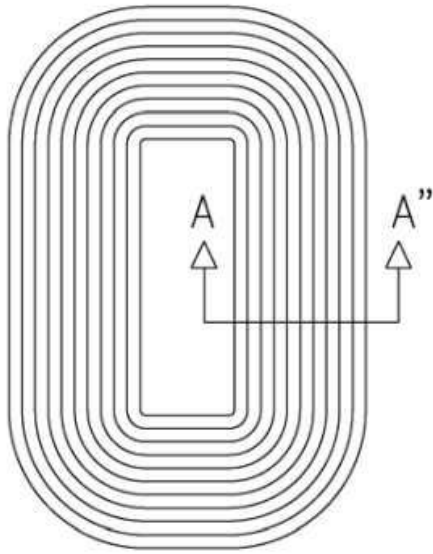
도면2



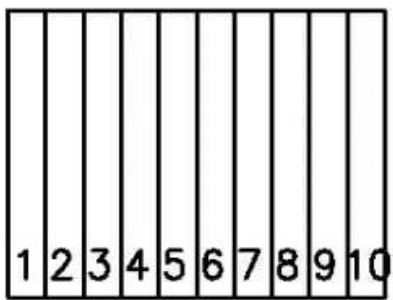
도면3



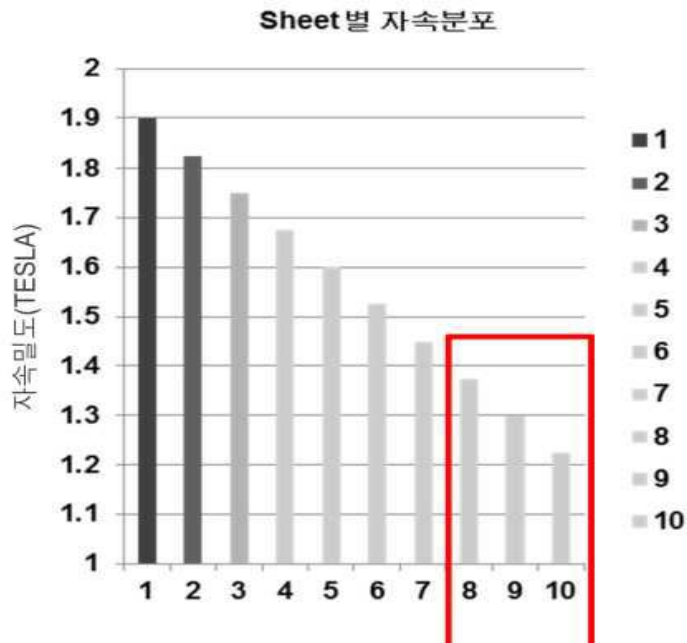
도면4



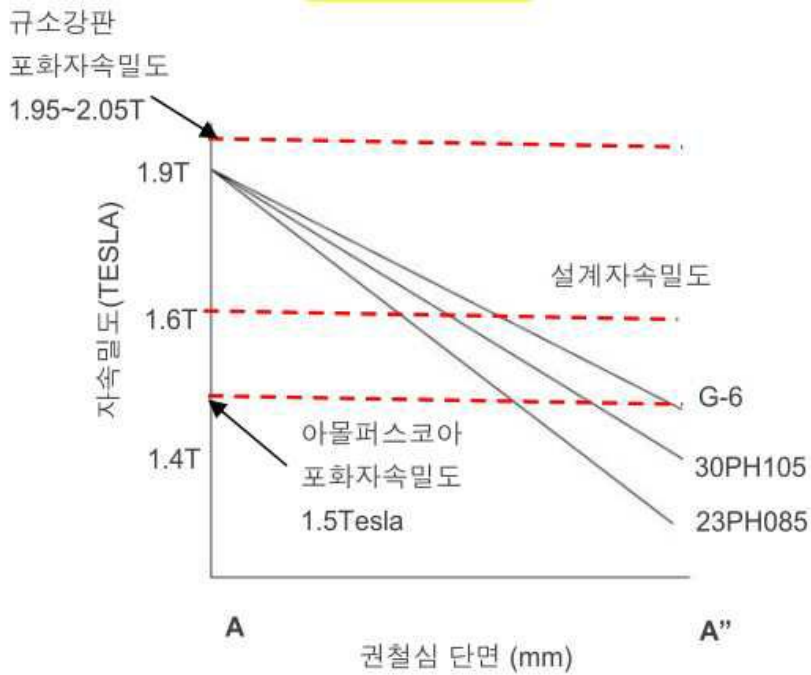
도면5



도면6

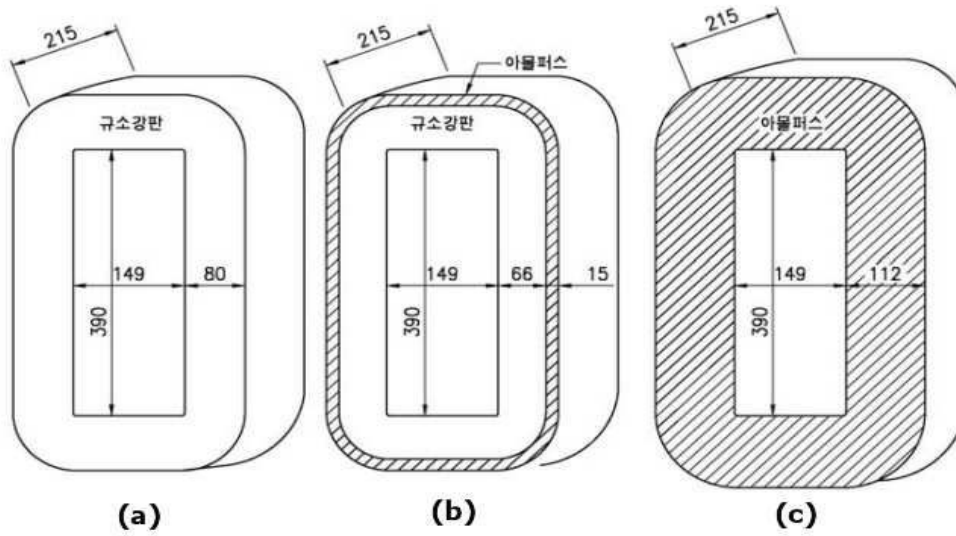


도면7



<그림2> 단면 A-A" 자속분포

도면8



도면9

항목	규소강판	규소강판+아몰퍼스	아몰퍼스
설계자속밀도 (Tesla)	1.6T	1.6T	1.3T
비중	7.65	7.65 + 7.19	7.19
철심 평균길이 (mm)	1320	규소강판 = 1277 아몰퍼스 = 1531	1421
점적율	0.97	규소강판 = 0.97 아몰퍼스 = 0.86	0.86
중량 (kg)	170.2	규소강판 = 134 아몰퍼스 = 30.5 전체 = 164.5	212
설계 무부하손실 60Hz (W)	1.01 x 170.2 = 172W	규소강판 = 1.06 x 134 = 142 아몰퍼스 = 0.3 x 30.5 = 9 전체 = 151W	0.25 x 212 = 53W
	100%	87.7%	30.8%
대략금액	170.2 x 2,600원 = 442,520	134 x 2,600원 + 30.5 x 5,500원 = 516,150	212 x 5,500원 = 1,166,000
	100%	116.6%	263%

도면10

