



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월23일

(11) 등록번호 10-1562962

(24) 등록일자 2015년10월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C21D 8/12 (2006.01) B23K 26/352 (2014.01)

(21) 출원번호 10-2014-0113218

(22) 출원일자 2014년08월28일

심사청구일자 2014년08월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140087126 A

JP평성07320922 A

(73) 특허권자

주식회사 포스코

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)

(72) 발명자

심호경

인천 연수구 신송로118번길 6, 105동 2102호 (송도동, 송도풍림아이원아파트)

(74) 대리인

유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 25 항

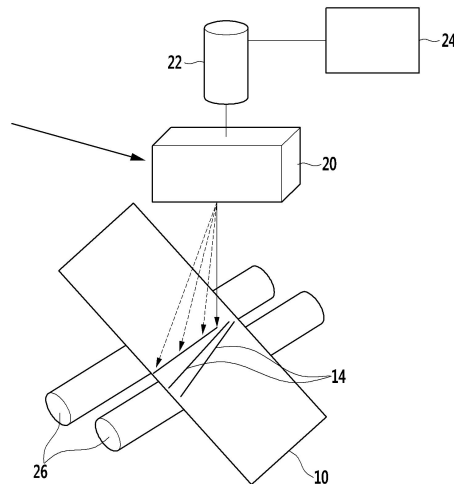
심사관 : 최정식

(54) 발명의 명칭 **방향성 전기강판의 자구미세화 방법과 자구미세화 장치 및 이로부터 제조되는 방향성 전기강판**

(57) 요약

철손 저감 효과과 더불어 소음을 보다 감소시킬 수 있고, 변압기 철심의 접합부와 같이 강판과 강판이 접합되는 영역에서의 철손 저감 및 소음 감소 효과를 보다 높일 수 있도록, 방향성 전기강판의 표면에 간격을 두고 레이저 빔을 조사하는 자구미세화 방법에 있어서, 상기 전기강판의 적어도 어느 한 영역에서 레이저빔에 의해 형성되는 조사선들이 전기강판의 한 지점을 중심점으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

방향성 전기강판의 표면에 간격을 두고 레이저빔을 조사하는 방향성 전기강판 자구미세화 방법에 있어서, 상기 전기강판의 적어도 어느 한 영역에서 레이저빔에 의해 형성되는 조사선들이 전기강판의 한 지점을 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성되는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 영역은 변압기 철심 제조시 전기강판과 전기강판의 접합부인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 영역은 압연 방향에 대해 경사지게 절단 형성된 절단부인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 중심점은 상기 절단부에 의해 전기강판에 형성되어 둔각을 이루는 모서리인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 조사선들은 절단부에 의해 전기강판에 형성되어 둔각을 이루는 모서리를 중심으로 전기강판의 압연방향에 직각인 연장선과 상기 절단부의 절단면 사이에 형성되는 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 중심점을 중심으로 이웃하는 조사선들 사이의 각도는 1 ~ 10도인 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 조사선들은 전기강판의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 조사선들은 전기강판의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 조사선들은 전기강판의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성된 조사선들과 전기강판의 폭방향 측단

에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 조사선들이 교대로 배열 형성된 방향성 전기강판의 자구미세화 방법.

청구항 10

레이저 발생부로부터 조사된 레이저빔의 방향을 전환하여 전기강판의 표면에 조사선을 형성하는 레이저미러, 상기 레이저미러에 연결되고 레이저미러를 기설정된 각도씩 회전시켜 레이저빔의 조사 방향을 전기강판의 한 지점을 중심으로 회전 이동시키기 위한 구동부, 상기 구동부에 연결되어 상기 레이저미러의 회전 각도를 제어하는 컨트롤러를 포함하여, 전기강판의 일측 영역에서 조사선들이 전기강판의 한 지점을 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성되는 구조의 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
상기 장치는 레이저빔이 조사되는 방향성 전기강판에 장력을 부여하는 서포트를 더 포함하는 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,
상기 전기강판은 압연 방향에 대해 경사지게 절단되어 절단부를 형성하고, 상기 절단부에 의해 전기강판에 형성되어 둔각을 이루는 모서리가 상기 중심점을 이루어, 상기 구동부는 레이저미러를 상기 중심점을 중심으로 회전시키는 구조의 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 중심점을 중심으로 이웃하는 조사선들 사이의 각도는 1 ~ 10도인 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
상기 조사선들은 전기강판의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성된 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,
상기 조사선들은 전기강판의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

청구항 16

제 13 항에 있어서,
상기 조사선들은 전기강판의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성된 조사선들과 전기강판의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 조사선들이 교대로 배열 형성된 방향성 전기강판의 자구미세화 장치.

청구항 17

표면에 자구미세화를 위한 조사선들이 형성되며, 상기 조사선들은 적어도 어느 한 영역에서 전기강판의 한 지점을 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성된 방향성 전기강판.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 전기강관은 변압기 철심 제조용인 방향성 전기강관.

청구항 19

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서,

상기 전기강관은 압연 방향에 대해 경사지게 절단부가 절단 형성되고, 상기 조사선들은 절단부에 의해 전기강관에 형성되어 둔각을 이루는 모서리를 중심으로 하여 각도를 두고 형성된 방향성 전기강관.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 조사선들은 절단부에 의해 전기강관에 형성되어 둔각을 이루는 모서리를 중심으로 전기강관의 압연방향에 직각인 연장선과 상기 절단부의 절단면 사이에 형성된 방향성 전기강관.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 중심점을 중심으로 이웃하는 조사선들 사이의 각도는 1 ~ 10도인 방향성 전기강관.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성된 방향성 전기강관.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 방향성 전기강관.

청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성된 조사선들과 전기강관의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 조사선들이 교대로 배열 형성된 방향성 전기강관.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 조사선들 중 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 전기강관 폭의 1/2 ~ 9/10 위치까지만 연장 형성된 방향성 전기강관.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 방향성 전기강관의 자구미세화 방법과 자구미세화 장치 및 이로부터 제조되는 방향성 전기강관에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 변압기의 철심 소재로 사용하는 전기강관은 자기장의 이동 경로로 이용되며, 이때 전기강관에서 발생하는 손실을 철손이라 부른다. 종래의 기술은 대부분 철손을 줄이기 위한 전기강관 제조에 관한 것이다.

[0003] 그러나, 최근에는 변압기 소음에 대해 국제 규격 강화 및 저소음 경쟁 심화로 인해 저소음 변압기용 철심 소재

를 개발할 필요성이 대두되었다. 전기강관에 자기장이 흐르면 수축과 팽창을 반복하는 일련의 떨림이 발생하며 이를 자기변형(자왜)이라 하는데, 이 떨림으로 인해 변압기에서 진동과 소음이 야기된다.

[0004] 만약, 권선(구리도선)을 통해 전류를 인가하면 전기강관에 자기장이 발생하고, 측정 대상인 전기강관에 도 4에서와 같은 자기장이 흐르면, 도 5에서와 같이 구조적인 수축과 팽창의 일련의 자기변형(혹은 자왜)이 반복적으로 발생한다.

[0005] 방향성 전기강관에 열로 발생하는 손실인 철손을 줄이기 위해, 강관 표면에 레이저를 조사하여 일시적으로 자구를 미세화하거나 자구미세화 롤을 이용한 기계적 방법으로 영구 자구미세화하는 방법 등이 사용되고 있다. 자구미세화 기술은 전기강관 제품의 대표 규격인 철손을 줄일 목적으로 제조 공정 기술을 구성하기 때문에, 자기변형에 대한 연구 및 소재 개발이 부족할 뿐만 아니라 종래의 자구미세화 조건이 자기변형을 감소시키는 조건과 상이할 수 있다.

[0006] 특히, 변압기의 철심은 방향성 전기강관을 절단하여 형상에 맞게 낱장 배열하고 이를 수백 ~ 수천장 적층하여 제조되는 데, 철심의 대부분의 영역은 압연방향으로 자기장이 흐르지만, 형상에 맞춰 절단된 강관과 강관의 접합부분은 자기장이 압연 방향을 이탈하게 된다. 방향성 전기강관은 압연 방향으로 자기장이 흐를 때 특성이 가장 우수하나, 변압기 철심과 같이 강관과 강관의 접합부분에서는 자기장이 압연방향을 이탈하는 현상이 불가피하게 나타난다. 이에, 자구미세화에도 불구하고 상기한 철심의 접합 영역에서는 철손 저감 효과가 떨어지며 떨림이 심해 소음이 증가하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 철손 저감 효과와 더불어 소음을 보다 감소시킬 수 있도록 된 방향성 전기강관의 자구미세화 방법과 자구미세화 장치 및 이로부터 제조되는 방향성 전기강관을 제공한다.

[0008] 또한, 변압기 철심의 접합부와 같이 강관과 강관이 접합되는 영역에서의 철손 저감 및 소음 감소 효과를 보다 높일 수 있도록 된 방향성 전기강관의 자구미세화 방법과 자구미세화 장치 및 이로부터 제조되는 방향성 전기강관을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 실시예의 방향성 전기강관 자구미세화 방법은, 방향성 전기강관의 표면에 간격을 두고 레이저빔을 조사하는 자구미세화 방법에 있어서, 상기 전기강관의 적어도 어느 한 영역에서 레이저빔에 의해 형성되는 조사선들이 전기강관의 한 지점을 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성될 수 있다.

[0010] 상기 영역은 변압기 철심 제조시 전기강관과 전기강관의 접합부일 수 있다.

[0011] 상기 영역은 압연 방향에 대해 경사지게 절단 형성된 절단부일 수 있다.

[0012] 상기 중심점은 상기 절단부에 의해 전기강관에 형성되어 둔각을 이루는 모서리일 수 있다.

[0013] 상기 조사선들은 절단부에 의해 전기강관에 형성되어 둔각을 이루는 모서리를 중심으로 전기강관의 압연방향에 직각인 연장선과 상기 절단부의 절단면 사이에 형성될 수 있다.

[0014] 본 실시예의 방향성 전기강관 자구미세화 장치는, 레이저 발생부로부터 조사된 레이저빔의 방향을 전환하여 전기강관의 표면에 조사선을 형성하는 레이저미러, 상기 레이저미러에 연결되고 레이저미러를 기설정된 각도씩 회전시켜 레이저빔의 조사 방향을 전기강관의 한 지점을 중심으로 회전 이동시키기 위한 구동부, 상기 구동부에 연결되어 상기 레이저미러의 회전 각도를 제어하는 컨트롤러를 포함하여, 전기강관의 일측 영역에서 조사선들이 전기강관의 한 지점을 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성되는 구조일 수 있다.

[0015] 상기 장치는 레이저빔이 조사되는 방향성 전기강관에 장력을 부여하는 서포트를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 전기강관은 압연 방향에 대해 경사지게 절단되어 절단부를 형성하고, 상기 절단부에 의해 전기강관에 형성되어 둔각을 이루는 모서리가 상기 중심점을 이루어, 상기 구동부는 레이저미러를 상기 중심점을 중심으로 회전시키는 구조일 수 있다.

[0017] 본 실시예의 방향성 전기강관은, 표면에 자구미세화를 위한 조사선들이 형성되며, 상기 조사선들은 적어도 어느

한 영역에서 전기강관의 한 지점을 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성된 구조로 되어 있다.

- [0018] 상기 전기강관은 압연 방향에 대해 경사지게 절단부가 절단 형성되고, 상기 조사선들은 절단부에 의해 전기강관에 형성되어 둔각을 이루는 모서리를 중심으로 하여 각도를 두고 형성될 수 있다.
- [0019] 상기 조사선들은 절단부에 의해 전기강관에 형성되어 둔각을 이루는 모서리를 중심으로 전기강관의 압연방향에 직각인 연장선과 상기 절단부의 절단면 사이에 형성될 수 있다.
- [0020] 상기 중심점을 중심으로 이웃하는 조사선들 사이의 각도는 1 ~ 10도일 수 있다.
- [0021] 상기 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성될 수 있다.
- [0022] 상기 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성될 수 있다.
- [0023] 상기 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 상기 중심점까지 연장 형성된 조사선들과 전기강관의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 조사선들이 교대로 배열 형성될 수 있다.
- [0024] 상기 조사선들 중 중심점에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 조사선들은 전기강관의 폭방향 측단에서 중심점을 향해 전기강관 폭의 1/2 ~ 9/10 위치까지만 연장 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 이상 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 강관과 강관의 접합 부분에서의 철손 저감은 물론 떨림을 최소화하여 소음을 보다 감소시킬 수 있게 된다.
- [0026] 이에, 변압기의 소음을 개선하여 제품의 경쟁력을 높일 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 실시예에 따른 방향성 전기강관의 자구미세화 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 실시예에 따른 방향성 전기강관으로 제조되는 변압기 철심을 도시한 단면도이다.
- 도 3은 본 실시예에 따라 자구미세화 처리된 방향성 전기강관을 도시한 도면이다.
- 도 4는 또다른 실시예에 따라 자구미세화 처리된 방향성 전기강관을 도시한 도면이다.
- 도 5는 비교예로 종래 구조에 따라 자구미세화 처리된 방향성 전기강관을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0029] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 이에, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0030] 이하 설명에서 본 실시예는 변압기 철심 소재로 사용되는 방향성 전기강관에 있어서 자구미세화를 위한 구조를 예로서 설명한다. 본 발명은 이러한 변압기 철심 소재용의 방향성 전기강관에 한정되지 않으며 변압기 외에 진동과 소음의 저감이 요구되는 다양한 설비에 모두 적용가능하다.
- [0031] 도 1은 본 실시예에 따른 방향성 전기강관의 자구미세화 장치를 개략적으로 도시하고 있으며, 도 2는 본 실시예에 따른 방향성 전기강관으로 제조되는 변압기 철심의 단면을 도시하고 있다.
- [0032] 변압기의 철심(100)은 압연방향이 일정한 방향성 전기강관(10)을 절단하여 도 2에 도시된 형태로 배열

접합하고, 이를 수백장에서 수천장 적층하여 제조된다. 철심(100)의 접합부(110)는 전기강관(10)과 전기강관(10)이 연결되는 부분으로 예를 들어, 전기강관(10)을 압연방향에 대해 45도 각도로 절단하여 절단부(12)를 형성하고 전기강관(10)들은 절단부(12) 간에 접합하여 직각으로 연결된다.

- [0033] 상기 철심(100)의 대부분의 영역은 전기강관(10)의 압연방향으로 자기장이 흐르나, 철심(100)의 접합부(110)에 해당하는 전기강관(10)의 절단부(12)에서는 자기장이 압연 방향을 이탈하게 되며, 종래의 자구미세화를 통해서도 철손 저감 특히, 진동에 의한 소음의 심하게 발생된다.
- [0034] 본 장치는 상기 절단부(12)에 부채살 형태의 조사선(14)을 형성하여, 철손 저감은 물론, 진동과 소음을 보다 줄일 수 있도록 되어 있다.
- [0035] 이를 위해 본 실시예의 자구미세화 장치는, 레이저 발생부로부터 조사된 레이저빔의 방향을 전환하여 전기강관(10)의 표면에 조사선(14)을 형성하는 레이저미러(20), 상기 레이저미러(20)에 연결되고 레이저미러(20)를 회전시켜 레이저빔의 조사 방향을 전기강관(10)의 한 지점을 중심으로 회전 이동시키기 위한 구동모터(22), 상기 구동모터(22)에 연결되어 상기 레이저미러(20)의 회전 각도를 제어하는 컨트롤러(24)를 포함한다.
- [0036] 상기 전기강관(10)은 하부에 배치된 복수개의 서포트롤에 의해 받쳐 지지된다. 상기 서포트롤(26)은 레이저미러(20)를 통해 전기강관(10)의 표면에 레이저를 조사할 때, 전기강관(10)에 장력을 부여하게 된다.
- [0037] 이에, 도 3에 도시된 바와 같이, 전기강관(10)의 절단부(12)에 형성되는 조사선(14)들은 전기강관(10)의 한 지점을 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성된다. 여기서, 상기 부채살 형태라 함은 직선 형태로 연장되는 조사선(14)들이 부채살과 같이 중심점을 중심으로 소정의 각도로 펼쳐진 형태를 의미한다.
- [0038] 전기강관의 절단부 즉, 철심 모서리에서는 자기장이 전기강관의 압연 방향을 이탈하여 흐르므로, 상기와 같이 절단부에서 부채살 형태의 조사선을 형성함으로써, 압연 방향을 이탈하여 흐르는 자기장의 직각방향에 맞춰 자구미세화할 수 있다.
- [0039] 이와 같이 절단부(12)에 대해서는 부채살 형태로 조사선(14)들을 형성함으로써, 전기강관(10)의 절단부(12) 즉, 철심(100)의 접합부(110) 영역에서의 소음을 보다 낮출 수 있게 된다.
- [0040] 방향성 전기강관은 압연 방향으로 자기장이 잘 발생하도록 만든 강재이기에, 압연 방향으로 자기장이 유기되도록 변압기를 제조하게 된다. 압연 방향으로 자기장을 흘리면, 전기강관 내부에 180도 자구(압연 방향으로 생기는 미세 자석으로 이해할 수 있다)가 대부분 발생하며, 일부 90도 자구(압연 직각방향의 미세 자석)가 형성된다. 전기강관 소음은 90도 자구만 관여하여, 90도 자구를 줄이는 방향으로 강재를 제조할 필요가 있다. 180도 자구와 90도 자구가 형성되는 원리는 자기장이 항상 폐회로를 그려 회귀하는 자기장이 있기 때문이다. 자구미세화의 기본 원리는 자기장의 직각방향으로 자구를 미세화할 때 90도 자구가 급격히 감소하는 원리를 이용한다.
- [0041] 이에, 본 실시예는 상기와 같이 철심 모서리 부근에서 부채살 형태의 조사선을 형성함으로써, 압연 방향 이탈하여 흐르는 자기장의 직각방향에 맞춰 자구를 미세화함으로써, 자기장의 흐름이 변하더라도 90도 자구를 효과적으로 감소시켜 소음을 저감할 수 있는 것이다.
- [0042] 본 실시예에서, 상기 전기강관(10)의 절단부(12)는 압연방향에 대해 45도로 절단된 영역으로, 절단부(12)에 의해 전기강관(10)에 형성되어 둔각을 이루는 모서리(16)를 중심으로 전기강관(10)의 압연방향에 직각인 연장선과 상기 절단부(12)의 절단면 사이의 영역이다.
- [0043] 상기 절단부(12)에서 조사선(14)들의 중심점은 경사지게 형성된 절단선에 의해 전기강관(10)에 형성된 두 개의 모서리 중 둔각을 이루는 모서리(16)가 된다. 이에, 전기강관(10)의 절단부(12) 영역 내에서 각 조사선(14)들은 둔각의 모서리(16)를 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성된다. 절단부(12) 이외의 영역은 통상의 구조와 같이 예를 들어, 압연방향에 대해 90도 각도로 조사선(18)이 형성될 수 있다.
- [0044] 상기 레이저미러(20)는 레이저 발생부에서 발생되어 조사된 레이저빔을 최종적으로 전기강관(10)의 표면으로 반사하는 구성부이다. 상기 레이저미러(20)에서 반사된 레이저빔은 전기강관(10)의 표면에 조사되어, 전기강관(10) 표면에 직선 형태의 조사선(14)을 형성한다.
- [0045] 본 실시예에서, 상기 레이저미러(20)는 구동모터(22)에 연결되어 구동모터(22)의 작동에 따라 상기 중심점을 중심으로 소정 각도씩 회전운동하는 구조로 되어 있다. 상기 레이저미러(20)의 회전 중심은 상기 중심점인 둔각의 모서리(16)에 대응된다. 즉, 전기강관(10) 상부에 위치한 레이저미러(20)의 회전 중심은 상기 중심점인 둔각의

모서리(16)와 동일선상에 배치된다.

- [0046] 이에, 레이저미러(20)는 둔각의 모서리(16)를 중심으로 해서 레이저빔을 조사할 때마다 소정 각도만큼씩 일방향으로 회전 운동하게 된다. 레이저미러(20)의 회전에 따라 전기강판(10)에 둔각의 모서리(16)를 중심으로 하는 부채살 형태의 조사선(14)들이 형성된다.
- [0047] 상기 컨트롤러(24)는 구동모터(22)에 제어신호를 출력하여 레이저미러(20)를 기 설정된 각도로 회전시킨다. 상기 구동모터(22)는 컨트롤러(24)의 제어신호에 따라 레이저빔을 조사할 때마다 레이저미러(20)를 소정의 각도만큼씩 회전시키게 된다. 본 실시예에서 레이저미러(20)를 이동시키는 구성부로 구동모터(22)를 포함하나, 이에 한정되지 않으며 예를 들어, 유압 실린더나 공압 실린더를 이용하여 레이저미러를 회전 운동시킬 수 있다.
- [0048] 상기 조사선(14)들은 전기강판(10)의 폭방향 양 측단 사이에서 직선 형태로 연장 형성된다. 각 조사선(14)들은 둔각의 모서리(16)를 공통의 중심으로 하여 형성되므로, 도 3에 도시된 바와 같이, 각 조사선(14)은 둔각의 모서리(16)에서 전기강판(10) 폭방향으로 반대쪽 측단까지 연장 형성된다.
- [0049] 본 실시예에서, 상기 레이저미러(20)의 회전 각도 즉, 둔각의 모서리(16)를 중심으로 형성되는 이웃하는 조사선(14)들 사이의 각도는 1 ~ 10도일 수 있다.
- [0050] 상기 조사선(14)들 사이의 각도가 10도를 넘게 되면 자구미세화의 효과가 줄어들어 철손 및 소음 저감 효과가 떨어진다. 자구미세화는 소지철의 기존 자구(magnetic domain)를 나누는 역할인 데, 10도를 넘어가면 기존 자구 크기보다 큰 간격으로 자구가 조사되어 개선의 효과가 없어진다.
- [0051] 또한, 상기 조사선(14)들 사이의 각도가 1도보다 작은 경우에는 조사선(14)들 사이의 간격이 너무 미세하여 특히, 중심점인 둔각의 모서리(16)부분에서 조사선(14)들이 밀집되어 전기강판(10) 소지철의 집합조직을 손상시킬 우려가 커진다.
- [0052] 도 4는 또다른 실시예에 따라 절단부에 자구미세화 처리된 방향성 전기강판을 도시하고 있다.
- [0053] 이하 실시예는 절단부에 형성된 조사선의 구조를 제외하고 다른 구성부는 위에서 설명한 구조와 동일하다. 이에, 앞선 실시예와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 사용하고 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0054] 도 4에 도시된 바와 같이, 전기강판(10)의 절단부(12)에 형성되는 조사선(14,15)들은 절단부(12)의 둔각의 모서리(16)를 중심으로 하여 부채살 형태로 펼쳐져 형성된다. 상기 조사선(14,15)들은 전기강판(10)의 폭방향 양 측단 사이에서 직선 형태로 연장 형성된다.
- [0055] 여기서, 상기 조사선(14,15)들은 전기강판(10)의 폭방향 측단에서 상기 둔각의 모서리(16)까지 연장 형성된 조사선(14)들과, 전기강판(10)의 폭방향 측단에서 둔각의 모서리(16)에 못 미친 위치(P)까지만 연장 형성된 조사선(15)들이 교대로 배열 형성된 구조로 되어 있다.
- [0056] 본 실시예에서, 둔각의 모서리(16)에 못 미친 위치(P)는 전기강판(10) 전체 폭의 1/2 ~ 9/10 지점일 수 있다. 즉, 조사선(14,15)들 중 일부 조사선(15)은 전기강판(10) 폭방향 측단에서 둔각의 모서리(16)를 향해 전기강판(10) 폭의 1/2 ~ 9/10 영역(L)까지만 연장 형성되고, 나머지 둔각의 모서리(16)에 이르는 1/2 ~ 1/10 영역(D)에는 형성되지 않는다.
- [0057] 상기 둔각의 모서리에 못 미친 위치(P)가 상기 범위를 벗어나게 되면 조사선의 형성 영역이 줄어 둔각의 모서리 쪽에서 자구 미세화의 효과를 얻기 어렵거나, 둔각의 모서리쪽에 조사선들이 너무 밀집되어 전기강판 손상의 우려가 커진다.
- [0058] 이와 같이, 전기강판(10)의 절단부(12)에 형성되는 복수의 조사선들 중 일부의 조사선(15)들을 중심점인 둔각의 모서리(16)까지 연장 형성하지 않음으로써, 둔각의 모서리(16) 근접합 부분에서 조사선들이 집중되어 밀집되는 것을 줄일 수 있게 된다.
- [0059] 전기강판의 절단부(12) 영역 내에서 각 조사선들은 둔각의 모서리(16)를 중심으로 하여 형성되므로 중심점인 둔각의 모서리(16)로 갈수록 조사선들 사이의 간격은 줄어드는 현상이 발생된다.
- [0060] 이에, 본 실시예의 경우 전기강판(10) 폭의 1/2 ~ 9/10 위치까지만 연장 형성된 조사선(15)들을 다른 조사선(14)들 사이에 교대로 배치함으로써, 둔각의 모서리(16) 부분에서 조사선들 사이 간격이 보다 넓어지는 효과를 얻게 된다. 따라서, 본 실시예에 따라 부채살 형태의 조사선을 형성함에 있어서 절단부(12)에서 전기강판(10)이 손상되는 것을 방지할 수 있게 된다.

[0061] 상기한 구조 외에, 전기강관의 폭방향 측단에서 둔각의 모서리에 못 미친 위치까지만 연장 형성된 조사선들 만을 절단부 내에 형성할 수 있다. 이러한 구조 역시 둔각의 모서리 부분에 조사선들이 집중되는 것을 막아 절단부에서 전기강관이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

[0062] 이와 같이, 본 실시예에 따라 자구미세화된 전기강관을 접합하여 변압기의 철심을 제조함으로써, 변압기 철심의 접합부에서의 소음을 감소할 수 있다.

[0063] 실시예

[0064] 본 실시예와 같이 절단부에 부채살 형태의 조사선을 형성한 도 3의 전기강관으로 제조된 철심과, 비교예로써 도 5에 도시된 바와 같이 절단부에 압연방향의 90도 각도로 조사선(14)을 형성한 종래 구조의 전기강관으로 제조된 철심을 각각 이용하여 변압기를 제조하였다. 그리고 본 실시예와 비교예의 전기강관이 사용된 각 변압기에서 발생하는 소음을 마이크로폰을 이용하여 측정하였다. 소음 측정은 변압기의 철심 접합부 영역에서 30cm 떨어진 곳 마이크로폰을 위치시켜 측정하였다.

[0065] 측정 결과, 종래 구조에 따른 비교예의 경우 소음이 81dBA로 측정되었다. 이에 반해, 본 실시예의 경우 소음이 78dBA로 측정되어, 종래와 비교하여 3dBA 정도 감소함을 확인할 수 있다.

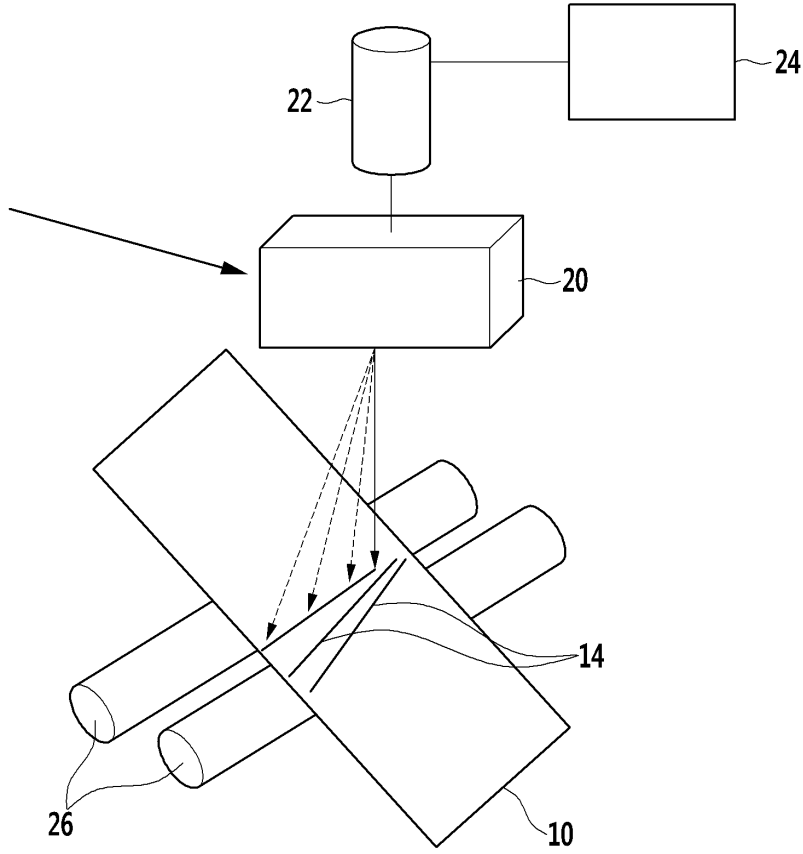
[0066] 이상 설명한 바와 같이 본 발명의 예시적인 실시예가 도시되어 설명되었지만, 다양한 변형과 다른 실시예가 본 분야의 숙련된 기술자들에 의해 행해질 수 있을 것이다. 이러한 변형과 다른 실시예들은 첨부된 청구범위에 모두 고려되고 포함되어, 본 발명의 진정한 취지 및 범위를 벗어나지 않는다 할 것이다.

부호의 설명

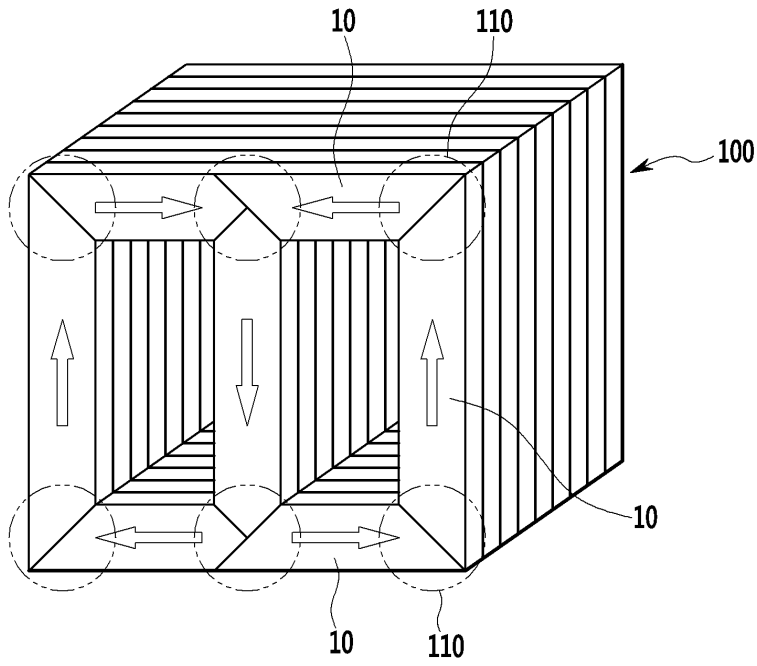
- | | | |
|--------|--------------|-----------|
| [0067] | 10 : 전기강관 | 12 : 절단부 |
| | 14, 15 : 조사선 | 16 : 모서리 |
| | 20 : 레이저미러 | 22 : 구동모터 |
| | 24 : 컨트롤러 | 26 : 서포트를 |

도면

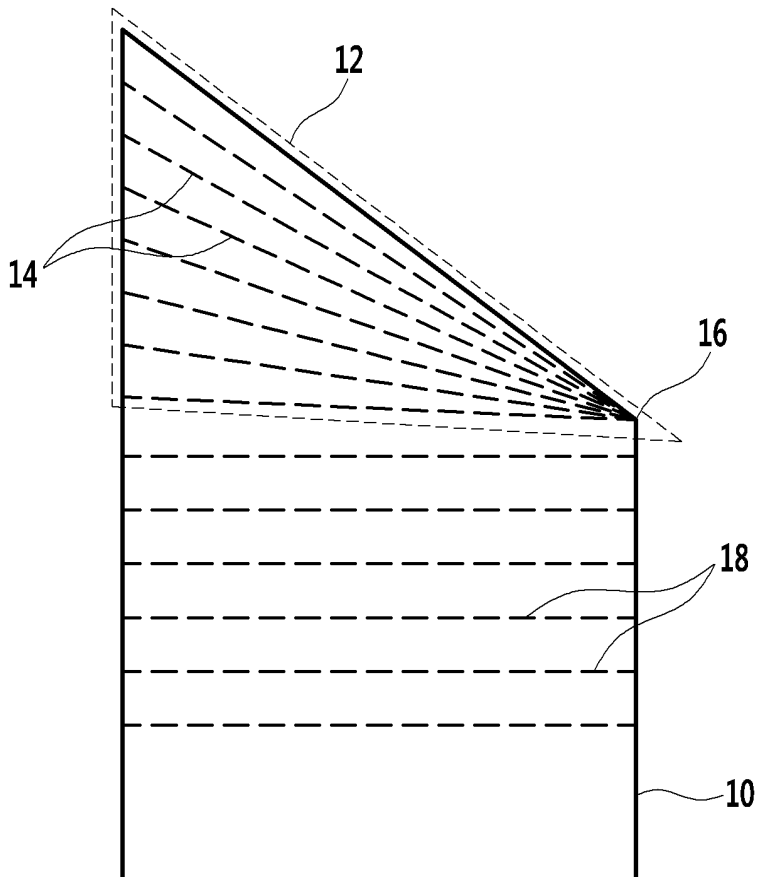
도면1



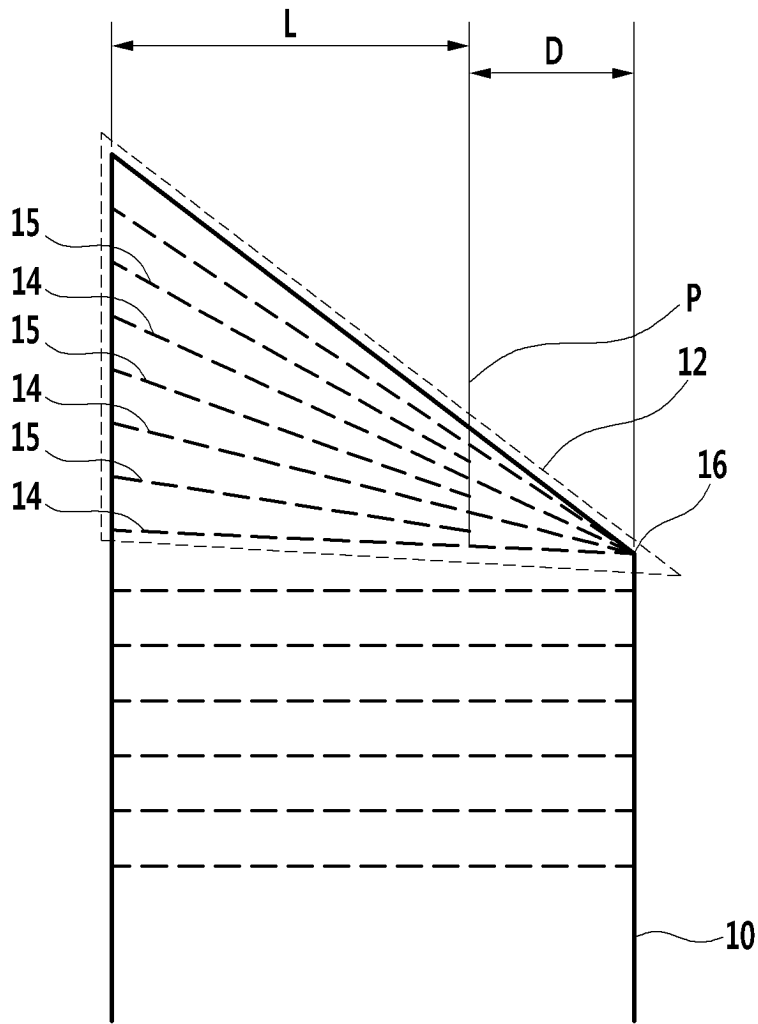
도면2



도면3



도면4



도면5

