

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는, 중량 % 로, C:0.02 % 이하, Si:3.5 % 이하, Mn:0.5 % 이하, P:0.15 % 이하, S:0.015 % 이하, Al:0.7 % 이하, N:0.007 % 이하, Sn:0.03-0.3 %, Ni:0.05-0.7 %, Cu:0.03-0.5 %, 잔부 Fe 및 기타 불가피하게 첨가되는 불순물로 조성되는 강슬라브를 가열로에 넣어 1100-1300℃ 로 재가열하고, 열간압연후 열연판을 500-600℃ 로 권취하고, 850-1100℃ 로 소둔 및 산세한 다음 냉간압연후, 재결정 온도인 700℃ 이상의 온도에서 가열속도가 5~10℃/초로 가열하여 800-1100℃ 로 소둔하는 것을 특징으로 하는 열연판의 산세성과 자성이 우수한 무방향성 전기강판의 제조방법을 제공한다.

이하에서는 양호한 실시예와 관련하여 본 발명의 열연판의 산세성과 자성이 우수한 무방향성 전기강판의 제조방법을 상세히 설명한다.

본 발명에서는, 우성 중량 % 로, C:0.02 % 이하, Si:3.5 % 이하, Mn:0.5 % 이하, P:0.15 % 이하, S:0.015 % 이하, Al:0.7 % 이하, N:0.007 % 이하, Sn:0.03-0.3 %, Ni:0.05-0.7 %, Cu:0.03-0.5 %, 잔부 Fe 및 기타 불가피하게 첨가되는 불순물로 조성되는 강슬라브를 가열로에 넣어 1100-1300℃ 로 재가열한다.

이어서, 강슬라브를 열간압연후 열연판을 500-600℃ 로 권취하고, 850-1100℃ 로 소둔 및 산세한 다음 냉간압연한다.

이후, 재결정 온도인 700℃ 이상의 온도에서 가열속도가 5~10℃/초로 가열하여 800-1100℃ 로 소둔한다.

이하에서 본 발명에서의 조성 성분 및 수치 한정 이유에 대하여 설명한다.

본 발명의 강의 조성에 있어서 C 의 함유량이 많아지면 철손이 증가하며 자기시효를 일으키기 때문에 0.02 % 이하로 한정하는 것이 바람직하며, 최종 제품에서 C 가 0.003 % 이하가 되도록 탈탄소둔을 할 수 있다.

Si는 강의 비저항을 증대시켜 와류손을 감소시켜 철손을 낮게 할 수 있으나 3.5 %를 초과할 경우 냉간 압연성이 나빠지므로, 3.5 % 이하로 한정하는 것이 바람직하다.

Mn은 과다 첨가시 집합조직이 열화될 수 있으므로 0.5 % 이하로 한정하는 것이 바람직하다.

P는 타발 작업성을 개선할 수 있으나 Si 및 Al 등의 합금원소의 함유량이 많은 경우 P의 양이 많아지면 취성이 커지므로 0.10 % 이하로 한정하는 것이 바람직하다.

Al 은 Si와 같이 강에 함유되면 비저항을 증가시키나 가격이 비싸고 함량이 많아지면 철손은 개선되나 자속밀도를 저하시킬 수 있으므로 최대 0.7 % 까지 첨가하는 것이 바람직하다.

N은 Al과 결합하여 AlN을 형성시키거나 단독으로는 침입형 원소로서 결정립 성장을 방해하므로 최소화하여야 하며, 0.007 % 이하로 제한하는 것이 바람직하다.

Sn은 강중 집합조직을 개선하여 자기적 특성을 개선하는 원소이나 양이 증가하면 강의 취성이 커지므로 0.3 % 이하로 제한하는 것이 바람직하다.

Ni은 Sn과 같은 역할을 하나 원재료 가격이 비싸고 너무 많이 첨가하면 강의 기계적 특성이 열화하므로 0.7 % 이하로 제한하는 것이 바람직하다.

Cu은 Sn과 같은 역할을 하나 원재료 가격이 비싸고 너무 많이 첨가하면 강의 기계적 특성이 열화하므로 0.5 % 이하로 제한하는 것이 바람직하다.

상기와 같이 조성되는 무방향성 전기강판 제조용 강슬라브를 열간압연전 재가열로에 장입하여 1100~1300℃로 재가열한 후 열간압연한 다음 권취한다. 이때 재가열온도가 1100℃ 미만일 경우 목표로 하는 열연후 온도 확보할 수 없으며 압연력이 커지므로 열연판 두께 및 폭의 제어가 어려워 제품화가 불가능하며, 1300℃를 초과하는 경우에는 MnS 또는 AlN 등의 재고용에 의해 열간압연후 미세한 석출물의 형성으로 인하여 소둔시 결정립 성장이 방해되어 자성이 열화되므로, 상기 슬라브 재가열온도는 1100~1300℃로 제한하는 것이 바람직하다.

열간압연의 사상압연시 마무리 압연온도는 오스테나이트상과 페라이트상에서 가능하며, Si 함량이 낮은 강은 오스테나이트상이 유리한데, 압연중 상변태가 없어서 판두께가 균일하기 때문이다. 그러나 Si이 많은 강은 상변태 구역이 없어서 페라이트상에서 압연되어진다.

권취온도는 500~600℃로 한다. 이 보다 높은 온도에서는 열연판 표면에 산세가 어려운 산화물인 마그네사이트가 발생되고 동시에 다음과 같은 인자가 추가됨으로써 산세가 어렵기 때문이다. 즉, 자기적 특성을 향상시키기 위해 소량 첨가되는 Sn, Ni, Cu는 열연판 표면에 농축되어 있는데, 산세기 염산 등의 산용액과의 반응이 어렵기 때문이다. 또한 이들 산화층을 벗겨 내었다 하더라도 소재의 표면적하에 있는 소재의 원소중 산소와 반응하기 쉬운 Al, Mn 및 Si이 산화물을 형성하여 표층하 산화물을 형성하기 때문이다. 따라서 본 발명의 강에서는 권취온도는 500~600℃로 제한하는 것이 바람직하다. 또한 열연판내 잔류응력을 크게 함으로써 열연판 소둔시 결정립 성장을 크게 하는 효과를 얻는 목적으로서도 권취 온도는 상기와 같이 제한하는 것이 바람직하다.

상기와 같은 열간압연된 열연판은 850~1100℃의 온도에서 열연판 소둔을 실시한다. 이때 소둔온도가 850℃ 미만인 경우는 결정립 성장이 불충분하며, 1100℃를 초과하는 경우에는 판의 표면 결함이 과다해지므로 상기 소둔온도는 850~1100℃로 제한하는 것이 바람직하다.

열연판소둔을 행한 후 통상의 방법으로 산세작업을 실시하고 목표 제품 두께로 냉간압연을 실시하여 냉간압연판의 C의 함유량이 0.008 % 이상인 경우에는 냉연판 소둔전에 이슬점을 10~50℃로 하여 질소와 수소의 혼합 분위기에서 탈탄을 실시할 수 있으며 통상적으로 10분 이하의 시간동안 최종소둔을 행한다. 이때 강중 재결정이 성장이 시작되는 750℃ 에서부터 균열온도까지의 승온 속도를 5~20℃/초로 제한 하는데, 이는 승온속도를 증가시키는 경우 자기적 특성을 향상시키는 집합조직인 (001), (110) 등의 면 강도가 크게 되므로 목적으로 하는 자기적 특성을 확보 할 수 있고, 20℃/초를 초과시키는 경우 로의 열원을 초대형화

하여야 하므로 설비 구성이 불가능해지므로 제한하는 것이 바람직하다. 상기 냉간압연은 중간소둔을 포함하는 2회 냉간압연을 포함한다.

이하 실시예를 통하여 본발명을 보다 구체적으로 설명한다.

[실시예 1]

중량 % 로, C:0.004%, Si:2.5%, Mn:0.23%, P:0.01%, S:0.004%, Al:0.36%, N:0.003%, Sn:0.13 %, Ni:0.10%, Cu:0.12%, 잔부 Fe 및 기타 불가피하게 첨가되는 불순물로 조성되는 강슬라브를 가열로에 장입한 후 1200℃로 가열한 후 열간압연하고 발명강은 550℃에서 권취하여 열연판을 제조하고, 비교재는 700℃에서 권취하여 열연판을 제조하였다. 열연판소둔을 발명강 및 비교재 공히 1050℃에서 3분간 행하였다. 상기와 같이 열처리한 열연판은 10 %의 염산용액에서 산세를 거친 후, 2.0 mm 두께에서 0.5 mm 두께로 냉간압연하고 자기적인 특성을 최종적으로 확보하기 위한 고온소둔을 1050℃에서 2분간 수소 25% 질소 75%의 분위기중에서 표 1과 같이 행하였다. 상기와 같이 제조된 무방향성 전기강판의 시편에 대하여 엡스타인 자성 측정기로 자기적 특성을 측정하고 표 1에 나타내었다.

[표 1]

시편번호	산세상태	냉연판소둔 승온속도 (700℃ ~ 균열온도)	철손 (W15/50)	자속밀도 (B50)	(100)면집합 조직 강도	
발명재	1	○	5℃/초	2.80	1.72	0.52
	2	○	7℃/초	2.75	1.71	0.49
	3	○	9℃/초	2.55	1.71	0.56
비교재	1	×	2℃/초	3.12	1.69	0.27
	2	×	3℃/초	2.95	1.70	0.38
	3	×	4℃/초	2.90	1.70	0.40

주1) 산세상태 ○:1회 산세후 강판의 스케일이 완전히 제거된 양호한 상태

×:1회 산세후 표면 스케일 미제거로 재작업이 필요한 상태

주2) W15/50:주파수 50Hz의 교류자계에서 최대자속밀도 1.5 테슬러(Tesla)

일때의 철손

주3) B50:자화력 5000A/m 에서의 자속밀도

상기 표 1에 나타난 바와 같이 본발명에 부합되는 열연 권취온도, 열연판소둔조건 및 냉연판 소둔시 승온속도 조건에서 산세 상태 및 자기적 특성이 비교재와 대비하여 우수함을 알 수 있다. 자기적 특성이 우수한 것은 냉연판소둔시 승온속도를 발명의 조건으로 작업함으로써 자기적 특성에 유리한 집합조직의 강도를 크게 하였으며, 따라서 비교재 대비 우수한 특성을 얻을 수 있었다.

[실시예 2]

중량%로, C:0.005%, Si:0.55%, Mn:0.28%, P:0.05%, S:0.005%, Al:0.27%, N:0.003%, Sn:0.1%, Ni:0.25%, Cu:0.22%, 잔부 Fe 및 기타 불가피하게 첨가되는 불순물로 조성되는 강슬라브를 가열로에 장입 후 1180℃로 가열 후 열간압연의 마무리 압연시 오스테나이트상에서 열간압연하고 열연판 권취온도를 400℃, 500℃, 600℃ 및 700℃로 하여 공기중에 냉각하였다. 열연판소둔은 발명강 및 비교재 공히 950℃에서 3분간 행하였다. 냉각된 열연판은 1000℃에서 5분간 소둔 후 15%의 염산용액에서 산세를 거친 후 2.0mm 두께에서 0.5mm 두께로 냉간압연하였다. 자기적인 특성을 최종적으로 확보하기 위한 고온소둔을 1000℃에서 2분간 수소 20% 질소 80%의 분위기중에서 표 1과 같은 조건으로 행하였다. 이와 같이 제조된 무방향성 전기강판의 시편에 대하여 엡스타인 자성 측정기로 자기적 특성을 측정하고 그 결과를 표 2에 나타내었다.

[표 2]

시편번호	산세상태	냉연판소둔 승온속도 (700℃ ~ 균열온도)	철손 (W15/50)	자속밀도 (B50)	(100)면집합 조직 강도	
비교재	4	×	15℃/초	4.01	1.72	0.32
발명재	4	○	15℃/초	3.84	1.77	0.47
발명재	5	○	15℃/초	3.80	1.78	0.50
비교재	5	×	4℃/초	3.96	1.75	0.34

주1) 산세상태 ○:1회 산세후 강판의 스케일이 완전히 제거된 양호한 상태

×:1회 산세후 표면 스케일 미제거로 재작업이 필요한 상태

주2) W15/50:주파수 50Hz의 교류자계에서 최대자속밀도 1.5테슬라(Tesla)

일때의 철손

주3) B50:자화력 5000A/m 에서의 자속밀도

[발명의 효과]

따라서, 상기 설명한 바와 같은 본 발명의 열연판의 산세성과 자성이 우수한 무방향성 전기 강판의 제조 방법에 의하면, 미량의 원소인 Sn, Ni 및 Cu 가 함유된 무방향성 전기강판의 열간압연후 권취시 권취온도를 600℃ 이하로 낮추어서 열연판내에 열간압연후의 잔류응력을 많이 보유하고 열연판 소둔을 실시함으로써 결정립을 크게 하여 자성을 향상시킬 수 있으며, 열연 권취온도를 낮춤으로써 열연판의 산화층의 두께로 얇게 하고, 산세성이 우수한 무방향성 전기강판을 제조할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

중량비로, C:0.02%이하, Si:3.5%이하, Mn:0.5%이하, P:0.15%이하, S:0.015%이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물로 조성되는 강 슬라브를 가열로에 넣어 1100-1300℃로 재가열하고, 열간압연후 열연판을 그 표면에서 발생하는 산화물인 마그네타이트의 발생을 억제하고 산세의 용이성을 제공하는 온도인 500-600℃에서 권취하며, 이어 판의 표면결함을 방지하고 결정립성장이 용이한 온도인 850-1100℃로 소둔 및 산세한 다음 냉간압연후 800-1100℃로 최종 마무리소둔하는 과정을 거쳐 제조되는 무방향성 전기강판의 제조 방법에 있어서, 냉간압연된 상기 열연판을 재차 재결정온도인 700℃이상의 온도에서 5-10℃/s의 가열속도로 가열한 다음 최종 마무리소둔하는 것을 특징으로 하는 열연판의 산세성과 자성이 우수한 무방향성 전기강판의 제조방법.