



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0087069
(43) 공개일자 2021년07월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 1/18 (2006.01) C09J 133/04 (2006.01)
C09J 163/00 (2006.01) H01F 3/02 (2006.01)
H02K 15/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02K 1/18 (2013.01)
C09J 133/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7016714
- (22) 출원일자(국제) 2019년12월17일
심사청구일자 2021년06월01일
- (85) 번역문제출일자 2021년06월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2019/049257
- (87) 국제공개번호 WO 2020/129921
국제공개일자 2020년06월25일
- (30) 우선권주장
JP-P-2018-235865 2018년12월17일 일본(JP)

- (71) 출원인
닛폰세이테츠 가부시카이가이사
일본 도쿄도 치요다쿠 마루노우찌 2쵸메 6방 1고
- (72) 발명자
다케다 가즈토시
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가이사 내
히라야마 류
일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2쵸메 6방 1고 닛폰세이테츠 가부시카이가이사 내
- (74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

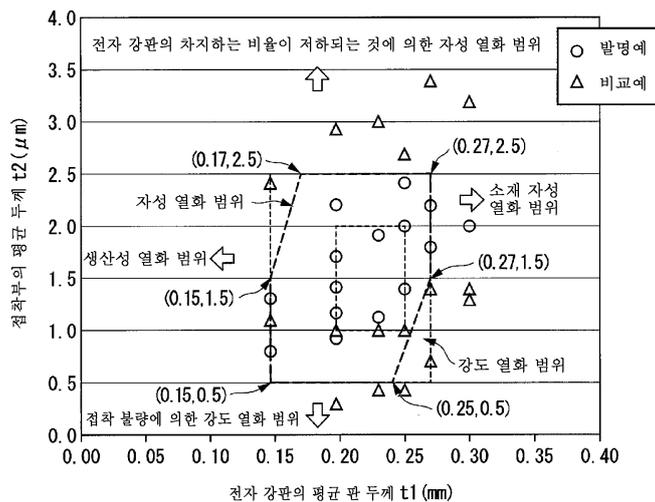
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 스테이터용 접착 적층 코어 및 회전 전기 기기

(57) 요약

이 스테이터용 접착 적층 코어는, 각 전자 강판의 화학 성분이, 질량%로 2.5% 내지 3.9%의 Si를 함유하고, 각 접착부의 평균 인장 탄성률이, 2500MPa 내지 5000MPa이며, 상기 각 전자 강판의 평균 판 두께를 단위 mm로 t1, 상기 각 접착부의 평균 두께를 단위 μm로 t2, 상기 각 전자 강판의 항복 강도의 평균값을 단위 MPa로 YP로 한 경우에, 하기의 식 1, 식 2, 식 3을 충족하는 조건 A와, 하기의 식 3, 식 4, 식 5를 충족하는 조건 B 중 적어도 한쪽을 충족한다. $50 \times t1 - 12 \leq t2 \leq 50 \times t1 - 6$... (식 1) $0.15 \leq t1 \leq 0.27$... (식 2) $0.5 \leq t2 \leq 2.5$... (식 3) $0.025 \times YP - 12 \leq t2 \leq 0.025 \times YP - 8$... (식 4) $380 \leq YP \leq 540$... (식 5)

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

C09J 163/00 (2013.01)

H01F 3/02 (2013.01)

H02K 15/02 (2013.01)

C09J 2203/326 (2020.08)

H02K 2213/03 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 적층되고 양면이 절연 피막에 의해 피복된 복수의 전자 강판과,
 적층 방향에 인접하는 상기 각 전자 강판끼리의 사이에 복수의 점상으로 배치되고, 상기 각 전자 강판끼리를 접착하는 접착부를
 구비하고,
 상기 각 전자 강판의 화학 성분이, 질량%로 2.5% 내지 3.9%의 Si를 함유하고,
 상기 각 접착부의 평균 인장 탄성률이, 2500MPa 내지 5000MPa이며,
 상기 각 전자 강판의 평균 판 두께를 단위 mm로 t1, 상기 각 접착부의 평균 두께를 단위 μm로 t2, 상기 각 전자 강판의 항복 강도의 평균값을 단위 MPa로 YP로 한 경우에,
 하기의 식 1, 식 2, 식 3을 충족하는 조건 A와,
 하기의 식 3, 식 4, 식 5를 충족하는 조건 B,
 중 적어도 한쪽을 충족하는
 것을 특징으로 하는 스테이터용 접착 적층 코어.

$$50 \times t1 - 12 \leq t2 \leq 50 \times t1 - 6 \dots (\text{식 1})$$

$$0.15 \leq t1 \leq 0.27 \dots (\text{식 2})$$

$$0.5 \leq t2 \leq 2.5 \dots (\text{식 3})$$

$$0.025 \times YP - 12 \leq t2 \leq 0.025 \times YP - 8 \dots (\text{식 4})$$

$$380 \leq YP \leq 540 \dots (\text{식 5})$$

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 조건 A만을 충족하는 또는 상기 조건 A 및 상기 조건 B의 양쪽을 충족하고,
 상기 평균 판 두께 t1이 0.20mm 내지 0.25mm이며 또한,
 상기 평균 두께 t2가 1.0μm 내지 2.0μm인 것을 특징으로 하는 스테이터용 접착 적층 코어.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 조건 B만을 충족하거나 또는 상기 조건 A 및 상기 조건 B의 양쪽을 충족하고,
 상기 평균 두께 t2가 1.0μm 내지 2.0μm이며 또한,
 상기 항복 강도의 평균값 YP가 450MPa 내지 500MPa인 것을 특징으로 하는 스테이터용 접착 적층 코어.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 각 접착부가, 아크릴계 및 에폭시계의 적어도 한쪽의 유면 접착제를 오일 성분으로서 포함하는 것을 특징으로 하는 스테이터용 접착 적층 코어.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각 접착부가, 엘라스토퍼 함유 아크릴계 접착제로 이루어지는 SGA를 포함하는 상온 경화형의 아크릴계 접착제인 것을 특징으로 하는 스테이터용 접착 적층 코어.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 스테이터용 접착 적층 코어를 구비한 것을 특징으로 하는 회전 전기 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스테이터용 접착 적층 코어 및 회전 전기 기기에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2018년 12월 17일에, 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2018-235865호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 종래부터, 하기 특허문헌 1에 기재되어 있는 적층 코어가 알려져 있다. 하기 특허문헌 1에서는, 전자 강판 사이의 접착 강도 및 전기 절연성을 확보하면서, 적층 방향의 열전도 성능을 개선하는 것이 과제로 되어 있다. 그리고, 이 과제를 해결하기 위해, 표면에 절연성 피막이 존재하는 전자 강판을 적층하여 이루어지는 적층 코어이며, 전자 강판 사이에 적어도 접착성 유기물로 이루어지는 유기물층이 존재하고, 해당 유기물층의 평균 두께가 4 μ m 이하인 구성을 채용하고 있다. 상기 접착성 유기물은, 경화 반응 전의 유동성이 필요해지는 온도에서의 점도가, 1.0Pa·s 이하가 되어 있다. 또한, 상기 유기물층은 진공 함침법에 의해 각 전자 강판 사이에 주입되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 2004-88970호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 전자 강판과 접착성 유기물(이하, 접착부)은 열팽창 계수가 서로 다르다. 그 때문에, 상기 특허문헌 1과 같이 각 전자 강판끼리를 단순하게 접착하고, 그리고 접착부를 경화시키기 위해 가온한 경우, 접착부가 열 수축해서 전자 강판에 압축 응력이나 인장 응력을 가한다. 이들 응력이 전자 강판에 가해짐으로써, 적층 코어로서의 자기 특성이 저하될 우려가 있다. 이 자기 특성의 저하는, 전자 강판이 얇게 접착부가 두꺼운 경우일수록, 현저하게 나타나기 쉽다.

[0006] 한편, 상온 경화형의 접착제의 경우도, 경화 시에 수축한다. 따라서, 열경화형 및 상온 경화형의 어느 것에 있어서도, 경화 시의 수축에 의해서 자기 특성의 저하를 초래할 우려가 있다.

[0007] 본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것이며, 접착제의 경화 시 수축에 의한 자기 특성의 저하를 억제할 수 있는 스테이터용 접착 적층 코어와, 이 스테이터용 접착 적층 코어를 구비한 회전 전기 기기의 제공을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 이하의 수단을 채용하고 있다.

- [0009] (1) 본 발명의 일 양태에 관한 스테이터용 접착 적층 코어는, 서로 적층되고, 양면이 절연 피막에 의해 피복된 복수의 전자 강판과, 적층 방향에 인접하는 상기 각 전자 강판끼리의 사이에 복수의 점상으로 배치되고, 상기 각 전자 강판끼리를 접착하는 접착부를 구비하고, 상기 각 전자 강판의 화학 성분이, 질량%로 2.5% 내지 3.9%의 Si를 함유하고, 상기 각 접착부의 평균 인장 탄성률이, 2500MPa 내지 5000MPa이며, 상기 각 전자 강판의 평균 판 두께를 단위 mm로 t1, 상기 각 접착부의 평균 두께를 단위 μm 로 t2, 상기 각 전자 강판의 항복 강도의 평균값을 단위 MPa로 YP로 한 경우에, 하기의 식 1, 식 2, 식 3을 충족하는 조건 A와, 하기의 식 3, 식 4, 식 5를 충족하는 조건 B 중 적어도 한쪽을 충족한다.
- [0010] $50 \times t1 - 12 \leq t2 \leq 50 \times t1 - 6 \dots$ (식 1)
- [0011] $0.15 \leq t1 \leq 0.27 \dots$ (식 2)
- [0012] $0.5 \leq t2 \leq 2.5 \dots$ (식 3)
- [0013] $0.025 \times YP - 12 \leq t2 \leq 0.025 \times YP - 8 \dots$ (식 4)
- [0014] $380 \leq YP \leq 540 \dots$ (식 5)
- [0015] 여기서, 상기 절연 피막을 구성하는 물질로서는, 예를 들어, (1) 무기 화합물, (2) 유기 수지, (3) 무기 화합물과 유기 수지의 혼합물 등을 채용할 수 있다. 이들 중, 상기 절연 피막이, (1) 무기 화합물의 경우, 또는 (3) 무기 화합물 및 유기 수지의 혼합물인 경우에 있어서, 현저하게, 접착제의 경화 시 수축에 의한 자기 특성의 저하를 억제할 수 있다.
- [0016] (2) 상기 (1)에 기재된 양태에 있어서, 이하의 구성을 채용해도 된다. 상기 조건 A만을 충족하는, 또는 상기 조건 A 및 상기 조건 B의 양쪽을 충족하고, 상기 평균 판 두께 t1이 0.20mm 내지 0.25mm이며 또한 상기 평균 두께 t2가 1.0 μm 내지 2.0 μm 이다.
- [0017] (3) 상기 (1)에 기재된 양태에 있어서, 이하의 구성을 채용해도 된다. 상기 조건 B만을 충족하는, 또는 상기 조건 A 및 상기 조건 B의 양쪽을 충족하고, 상기 평균 두께 t2가 1.0 μm 내지 2.0 μm 이며 또한 상기 항복 강도의 평균값 YP가 450MPa 내지 500MPa이다.
- [0018] (4) 상기 (1) 내지 (3) 중 어느 한 항에 기재된 양태에 있어서, 상기 각 접착부가, 아크릴계 및 에폭시계의 적어도 한쪽의 유면 접착제를 오일 성분으로서 포함해도 된다.
- [0019] (5) 상기 (1) 내지 (3) 중 어느 한 항에 기재된 양태에 있어서, 상기 각 접착부가, 엘라스토머 함유 아크릴계 접착제로 이루어지는 SGA를 포함하는 상온 경화형의 아크릴계 접착제이어도 된다.
- [0020] (6) 본 발명의 일 양태에 관한 회전 전기 기기는, 상기 (1) 내지 (5) 중 어느 한 항에 기재된 스테이터용 접착 적층 코어를 구비한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 상기 각 양태에 의하면, 접착제의 경화 시 수축에 의한 자기 특성의 저하를 억제할 수 있는 스테이터용 접착 적층 코어와, 이 스테이터용 접착 적층 코어를 구비한 회전 전기 기기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 스테이터용 접착 적층 코어를 구비한 회전 전기 기기의 단면도이다.
- 도 2는 동 스테이터용 적층 코어의 측면도이다.
- 도 3은 도 2의 A-A 단면도이며, 동 스테이터용 접착 적층 코어에 있어서의 접착부의 형성 패턴예를 도시하는 도면이다.
- 도 4는 스테이터용 접착 적층 코어의 실시예를 제조하기 위해 사용한 제조 장치의 측면도이다.
- 도 5는 동 실시예에 있어서의 전자 강판의 평균 판 두께 t1과 접착부의 평균 두께 t2의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 동 실시예에 있어서의 전자 강판의 항복 강도의 평균값 YP와 접착부의 평균 두께 t2의 관계를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 스테이터용 접착 적층 코어와, 이 스테이터용 접착 적층 코어를 구비한 회전 전기 기기에 대해서 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 회전 전기 기기로서 전동기, 구체적으로는 교류 전동기, 보다 구체적으로는 동기 전동기, 보다 한층 구체적으로는 영구 자석 계자형 전동기를 일례로 들어 설명한다. 이러한 종류의 전동기는, 예를 들어, 전기 자동차 등에 바람직하게 채용된다.
- [0024] 도 1에 도시한 바와 같이, 회전 전기 기기(10)는 스테이터(20)와, 로터(30)와, 케이스(50)와, 회전축(60)을 구비한다. 스테이터(20) 및 로터(30)는 케이스(50) 내에 수용된다. 스테이터(20)는 케이스(50) 내에 고정된다.
- [0025] 본 실시 형태에서는, 회전 전기 기기(10)로서, 로터(30)가 스테이터(20)의 직경 방향 내측에 위치하는 이너 로터형을 채용하고 있다. 그러나, 회전 전기 기기(10)로서, 로터(30)가 스테이터(20)의 외측에 위치하는 아우터 로터형을 채용해도 된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 회전 전기 기기(10)가 12극 18 슬롯의 3상 교류 모터이다. 그러나, 극수, 슬롯수, 상수 등은, 적절히 변경할 수 있다.
- [0026] 회전 전기 기기(10)는, 예를 들어, 각 상에 실효값 10A, 주파수 100Hz의 여자 전류를 인가함으로써, 회전수 1000rpm으로 회전할 수 있다.
- [0027] 스테이터(20)는 스테이터용 접착 적층 코어(이하, 스테이터 코어)(21)와, 도시하지 않은 권선을 구비한다.
- [0028] 스테이터 코어(21)는 환상의 코어백부(22)와, 복수의 티스부(23)를 구비한다. 이하에서는, 스테이터 코어(21)(또는 코어백부(22))의 중심 축선 0 방향을 축방향이라고 하고, 스테이터 코어(21)(또는 코어백부(22))의 직경 방향(중심 축선 0에 직교하는 방향)을 직경 방향이라고 하고, 스테이터 코어(21)(또는 코어백부(22))의 둘레 방향(중심 축선 0 주위에 주회하는 방향)을 둘레 방향이라고 한다.
- [0029] 코어백부(22)는 스테이터(20)를 축방향에서 본 평면으로 보아 원환상으로 형성되어 있다.
- [0030] 복수의 티스부(23)는 코어백부(22)의 내주로부터 직경 방향 내측을 향하여(직경 방향을 따라서 코어백부(22)의 중심 축선 0를 향하여) 돌출된다. 복수의 티스부(23)는 둘레 방향과 동등한 각도 간격을 두고 배치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 중심 축선 0를 중심으로 하는 중심각 20도 간격으로 18개의 티스부(23)가 마련되어 있다. 복수의 티스부(23)는 서로 동등한 형상이고 또한 동등한 크기로 형성되어 있다. 따라서, 복수의 티스부(23)는 서로 동일한 두께 치수를 갖고 있다.
- [0031] 상기 권선은 티스부(23)에 권회되어 있다. 상기 권선은 집중 권취되어 있어도 되고, 분포 권취되어 있어도 된다.
- [0032] 로터(30)는 스테이터(20)(스테이터 코어(21))에 대하여 직경 방향의 내측에 배치되어 있다. 로터(30)는 로터 코어(31)와, 복수의 영구 자석(32)을 구비한다.
- [0033] 로터 코어(31)는 스테이터(20)와 동축에 배치되는 환상(원환상)으로 형성되어 있다. 로터 코어(31) 내에는, 상기 회전축(60)이 배치되어 있다. 회전축(60)은 로터 코어(31)에 고정되어 있다.
- [0034] 복수의 영구 자석(32)은 로터 코어(31)에 고정되어 있다. 본 실시 형태에서는, 2개 1조의 영구 자석(32)이 1개의 자극을 형성하고 있다. 복수조의 영구 자석(32)은 둘레 방향과 동등한 각도 간격을 두고 배치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 중심 축선 0를 중심으로 하는 중심각 30도 간격으로 12조(전체에서는 24개)의 영구 자석(32)이 마련되어 있다.
- [0035] 본 실시 형태에서는, 영구 자석 계자형 전동기로서, 매립 자석형 모터가 채용되어 있다. 로터 코어(31)에는, 로터 코어(31)를 축방향으로 관통하는 복수의 관통 구멍(33)이 형성되어 있다. 복수의 관통 구멍(33)은 복수의 영구 자석(32)의 배치에 대응해서 마련되어 있다. 각 영구 자석(32)은 대응하는 관통 구멍(33) 내에 배치된 상태에서 로터 코어(31)에 고정되어 있다. 각 영구 자석(32)의 로터 코어(31)에 대한 고정은, 예를 들어 영구 자석(32)의 외면과 관통 구멍(33)의 내면을 접착제에 의해 접착하는 것 등에 의해, 실현할 수 있다. 또한, 영구 자석 계자형 전동기로서, 매립 자석형 대신에 표면 자석형 모터를 채용해도 된다.
- [0036] 스테이터 코어(21) 및 로터 코어(31)는 모두 적층 코어이다. 예를 들어 스테이터 코어(21)는 도 2에 도시한 바와 같이, 복수의 전자 강판(40)이 적층 방향으로 적층됨으로써 형성되어 있다.
- [0037] 또한, 스테이터 코어(21) 및 로터 코어(31) 각각의 적층 두께(중심 축선 0를 따른 전체 길이)는, 예를 들어

50.0mm가 된다. 스테이터 코어(21)의 외경은, 예를 들어 250.0mm가 된다. 스테이터 코어(21)의 내경은, 예를 들어 165.0mm가 된다. 로터 코어(31)의 외경은, 예를 들어 163.0mm가 된다. 로터 코어(31)의 내경은, 예를 들어 30.0mm가 된다. 단, 이들 값은 일례이며, 스테이터 코어(21)의 적층 두께, 외경이나 내경 및 로터 코어(31)의 적층 두께, 외경이나 내경은, 이들 값만으로 한정되지 않는다. 여기서, 스테이터 코어(21)의 내경은, 스테이터 코어(21)에 있어서의 티스부(23)의 선단부를 기준으로 한다. 즉, 스테이터 코어(21)의 내경은, 모든 티스부(23)의 선단부에 내접하는 가상 원의 직경이다.

[0038] 스테이터 코어(21) 및 로터 코어(31)를 형성하는 각 전자 강판(40)은, 예를 들어, 모재가 되는 전자 강판을 편칭 가공하는 것 등에 의해 형성된다. 전자 강판(40)으로서, 공지된 전자 강판을 사용할 수 있다. 전자 강판(40)의 화학 조성은, 이하에 질량% 단위로 나타낸 바와 같이, 2.5% 내지 3.9%의 Si를 함유한다. Si 이외는 특별히 한정하는 것은 아니지만, 본 실시 형태에 있어서의 양호한 범위를 하기에 명시한다. 화학 조성을 이 범위로 함으로써, 각 전자 강판(40)의 항복 강도의 평균값 YP를, 380MPa 이상 540MPa 이하로 설정할 수 있다.

[0039] Si:2.5% 내지 3.9%

[0040] Al:0.001% 내지 3.0%

[0041] Mn:0.05% 내지 5.0%

[0042] 잔부:Fe 및 불순물

[0043] 본 실시 형태에서는, 전자 강판(40)으로서, 무방향성 전자 강판을 채용하고 있다. 무방향성 전자 강판으로서, JISC2552:2014의 무방향성 전자 강판을 채용할 수 있다. 그러나, 전자 강판(40)로서, 무방향성 전자 강판 대신에 방향성 전자 강판을 채용해도 된다. 이 경우의 방향성 전자 강판으로서, JISC2553:2012의 방향성 전자 강판을 채용할 수 있다.

[0044] 전자 강판(40)의 가공성이나, 스테이터 코어(21)(이하, 단순히 「적층 코어」라고 하는 경우가 있음)의 철손을 개선하기 위해, 전자 강판(40)의 양면은 절연 피막으로 피복되어 있다. 절연 피막을 구성하는 물질로서는, 예를 들어, (1) 무기 화합물, (2) 유기 수지, (3) 무기 화합물과 유기 수지의 혼합물 등을 채용할 수 있다. 이들 중, 상기 절연 피막이, (1) 무기 화합물인 경우 또는 (3) 무기 화합물 및 유기 수지의 혼합물인 경우에 있어서, 현저하게, 각 접착부의 경화 시 수축에 의한 자기 특성의 저하를 억제할 수 있다. 무기 화합물로서는, 예를 들어, (1) 중크롬산염과 붕산의 복합물, (2)인 산염과 실리카의 복합물 등을 들 수 있다. 유기 수지로서는, 에폭시계 수지, 아크릴계 수지, 아크릴 스티렌계 수지, 폴리에스테르계 수지, 실리콘계 수지, 불소계 수지 등을 들 수 있다.

[0045] 서로 적층되는 전자 강판(40) 사이에서의 절연 성능을 확보하기 위해, 절연 피막의 평균 두께(전자 강판(40) 편면당의 평균 두께)의 상한값으로서, 1.5 μ m, 보다 바람직하게는 1.2 μ m로 하는 것이 좋다.

[0046] 한편, 절연 피막이 두꺼워지는 것에 따라 절연 효과가 포화한다. 또한, 절연 피막이 두꺼워지는 것에 따라, 적층 코어에 있어서 전자 강판(40)의 차지하는 비율이 저하되고, 적층 코어로서의 성능이 저하된다. 따라서, 절연 피막은, 절연 성능을 확보할 수 있는 범위에서 얇은 쪽이 좋다. 절연 피막의 평균 두께(전자 강판(40) 편면당의 두께)의 하한값으로서, 0.3 μ m, 보다 바람직하게는 0.5 μ m로 하는 것이 좋다. 절연 피막의 평균 두께로서는, 상기의 상하한 범위 내에 있어서, 예를 들어 0.8 μ m를 채용할 수 있다.

[0047] 절연 피막의 평균 두께는, 적층 코어 전체로서의 평균값이다. 절연 피막의 두께는 그 적층 방향을 따른 적층 위치나 적층 코어의 중심 축선 주위의 둘레 방향 위치에서 거의 변하지 않도록 조립되어 있다. 그로 인해, 절연 피막의 평균 두께는, 적층 코어의 상단 위치에서 측정한 수치로써 그 값으로 할 수 있다. 또한, 절연 피막이 형성된 전자 강판(40)을 대신하여, 절연 피막이 형성되어 있지 않은 전자 강판을 사용해도 된다.

[0048] 후술하는 접착부(41)의 경화 시 수축이 각 전자 강판(40)의 자기 특성에 미치는 영향 등, 기타 요인도 고려하고, 각 전자 강판(40)의 평균 두께 t1로서는, 0.15mm 이상 0.27mm 이하를 채용하는 것이 바람직하지만, 이 범위 외에 있어서도 본 발명은 유효하다.

[0049] 각 전자 강판(40)의 평균 두께 t1이 0.15mm 미만까지 얇아지면, 접착부(41)가 경화될 때의 수축에 의한 압축 응력이나 인장 응력이 각 전자 강판(40)에 발생하기 쉬워지고, 그 결과로서 각 전자 강판(40)의 자기 특성이 열화될 우려가 있다. 한편, 각 전자 강판(40)의 평균 두께 t1이 0.27mm를 초과하면 철손의 절댓값이 증대하고, 효과가 얻어지기 어려워질 우려가 있다. 또한, 전자 강판(40)의 두께에는, 절연 피막의 두께도 포함된다.

- [0050] 각 전자 강판(40)의 평균 두께 t_1 은, 적층 코어 전체로서의 평균값이다. 각 전자 강판(40)의 두께는 그 적층 방향을 따른 적층 위치나 적층 코어의 중심 축선 주위의 둘레 방향 위치에서 거의 변함하지 않도록 조립되어 있다. 그로 인해, 각 전자 강판(40)의 평균 두께 t_1 은, 적층 코어의 상단 위치에서 측정된 수치로써 그 값으로 할 수 있다.
- [0051] 스테이터 코어(21)를 형성하는 복수의 전자 강판(40)은 도 3에 도시한 바와 같이, 복수의 점상으로 배치된 접착부(41)를 개재시켜 적층되어 있다. 각 접착부(41) 각각은, 분단되는 일 없이 경화된 접착제이다. 접착부(41)에는, 예를 들어 중합 결합에 의한 열경화형의 접착제 등이 사용된다. 접착부(41)를 형성하기 위한 접착제로서는, (1) 아크릴계 수지, (2) 에폭시계 수지, (3) 아크릴계 수지 및 에폭시계 수지를 포함한 유면 접착제를 사용할 수 있다. 따라서, 접착부(41)로서는, 아크릴계 및 에폭시계의 적어도 한쪽의 유면 접착제를 오일 성분으로서 포함한다.
- [0052] 접착부(41)를 형성하기 위한 접착제로서는, 열경화형의 접착제 외에, 라디칼 중합형의 접착제 등도 사용 가능하고, 생산성의 관점에서는, 상온 경화형의 접착제를 사용하는 것이 바람직하다. 상온 경화형의 접착제는, 20℃ 내지 30℃로 경화된다. 상온 경화형의 접착제로서는, 아크릴계 접착제가 바람직하다. 대표적인 아크릴계 접착제에는, SGA(제2 세대 아크릴계 접착제. Second Generation Acrylic Adhesive) 등이 있다. 본 발명의 효과를 손상시키지 않는 범위에서, 혐기성 접착제, 순간 접착제, 엘라스토머 함유 아크릴계 접착제가 모두 사용 가능하다.
- [0053] 또한, 여기서 말하는 접착제는, 경화 전의 상태를 말하고, 접착제가 경화된 후에는 접착부(41)가 된다.
- [0054] 접착부(41)의 상온(20℃ 내지 30℃)에 있어서의 평균 인장 탄성률은, 2500MPa 내지 5000MPa의 범위 내가 된다. 접착부(41)의 평균 인장 탄성률은, 2500MPa 미만이면, 적층 코어의 강성이 저하되는 문제가 생긴다. 그 때문에, 접착부(41)의 평균 인장 탄성률의 하한값은, 2500MPa, 보다 바람직하게는 3000MPa가 된다. 반대로, 접착부(41)의 평균 인장 탄성률 5000MPa를 초과하면, 전자 강판(40)에 부여하는 응력 변형이 커지고 코어 자성이 열화되는 문제가 생긴다. 그 때문에, 접착부(41)의 평균 인장 탄성률의 상한값은, 5000MPa, 보다 바람직하게는 4500MPa가 된다. 각 접착부(41)의 평균 인장 탄성률은, 적층 스테이션(140)에서의 접착시에 가하는 가열 가압 조건 및 경화제 종류의 한쪽 또는 양쪽을 변경함으로써 조정할 수 있다.
- [0055] 또한, 평균 인장 탄성률은, 공진법에 의해 측정된다. 구체적으로는, JIS R 1602:1995에 준거해서 인장 탄성률을 측정한다.
- [0056] 보다 구체적으로는, 먼저, 측정용의 샘플(도시하지 않음)을 제작한다. 이 샘플은, 2매의 전자 강판(40) 사이를, 측정 대상의 접착제에 의해 접착하고, 경화시켜서 접착부(41)를 형성함으로써 얻어진다. 이 경화는, 접착제가 열경화형의 경우에는, 실제 조업상의 가열 가압 조건에서 가열 가압함으로써 행한다. 한편, 접착제가 상온 경화형인 경우에는 상온 하에서 가압함으로써 행한다.
- [0057] 그리고, 이 샘플에 대한 인장 탄성률을, 공진법으로 측정한다. 공진법에 의한 인장 탄성률의 측정 방법은, 상술한 바와 같이, JIS R 1602:1995에 준거해서 행한다. 그 후, 샘플의 인장 탄성률(측정값)로부터, 전자 강판(40) 자체의 영향분을 계산에 의해 제외함으로써, 접착부(41) 단체의 인장 탄성률이 구해진다.
- [0058] 이와 같이 하여 샘플로부터 구해진 인장 탄성률은, 적층 코어 전체로서의 평균값과 동등하므로, 이 수치로써 평균 인장 탄성률로 간주한다. 평균 인장 탄성률은, 그 적층 방향을 따른 적층 위치나 적층 코어의 중심 축선 주위의 둘레 방향 위치에서 거의 변함없도록, 조성이 설정되어 있다. 그로 인해, 평균 인장 탄성률은, 적층 코어의 상단 위치에 있는 경화 후의 접착부(41)로써 그 값으로 할 수도 있다.
- [0059] 복수의 전자 강판(40) 사이의 접착 방법으로서, 전자 강판(40)의 하면(한쪽 면)에 접착제를 점상으로 도포한 후에 중첩하고, 그리고 가열 및 압착의 어느 한쪽 또는 양쪽을 행하여 경화시켜 접착부(41)를 형성함으로써, 접착하는 방법을 채용할 수 있다. 또한, 가열 수단은, 예를 들어 고온조나 전기로 내에서 스테이터 코어(21)를 가열하는 수단, 또는, 스테이터 코어(21)에 직접 통전해서 가열하는 방법 등, 어떠한 수단이어도 된다. 한편, 상온 경화형의 접착제를 사용하는 경우에는, 가열을 행하지 않고 압착에 의해서만 접착한다.
- [0060] 도 3에, 접착부(41)의 형성 패턴의 일례를 나타낸다. 각 접착부(41)는 원형을 이루는 복수의 점상으로 형성되어 있다. 보다 구체적으로 말하면, 코어백부(22)에 있어서는, 그 둘레 방향으로 등각도 간격을 두고 평균 직경이 12mm의 점상으로 형성되어 있다. 또한, 각 티스부(23)의 선단 위치에도, 접착부(41)가 평균 직경으로 8mm의 점상으로 형성되어 있다. 여기서 나타낸 평균 직경은 일례이며, 2mm 내지 20mm의 범위 내로부터 적절히 선정할

수 있다. 또한, 도 3의 형성 패턴은 일레이며, 각 접착부(41)의 수 및 배치는 필요에 따라서 적절히 변경할 수 있다. 또한, 각 접착부(41)의 형상은, 원형만으로 한정되지 않고, 필요에 따라서 직사각형이나 그 밖의 다각형상이어도 된다.

[0061] 접착부(41)의 평균 두께 t2는, 0.5 μ m 이상 2.5 μ m 이하가 된다. 접착부(41)의 평균 두께 t2가 0.5 μ m 미만이면, 충분한 접착력을 확보할 수 없다. 그 때문에, 접착부(41)의 평균 두께 t2의 하한값은, 0.5 μ m, 보다 바람직하게는 0.8 μ m가 된다. 반대로, 접착부(41)의 평균 두께 t2가 2.5 μ m를 초과해서 두꺼워지면, 열경화 시의 수축에 의한 전자 강판(40)의 변형량이 대폭으로 증가하는 등의 문제를 발생한다. 그 때문에, 접착부(41)의 평균 두께 t2의 상한값은, 2.5 μ m, 보다 바람직하게는 2.0 μ m가 된다.

[0062] 접착부(41)의 평균 두께 t2는, 적층 코어 전체로서의 평균값이다. 접착부(41)의 평균 두께 t2는 그 적층 방향을 따른 적층 위치나 적층 코어의 중심 축선 주위의 둘레 방향 위치에서 거의 변함없다. 그로 인해, 접착부(41)의 평균 두께 t2는, 적층 코어의 상단 위치에 있어서, 원주 방향 10군데 이상으로 측정된 수치의 평균값으로써 그 값으로 할 수 있다.

[0063] 또한, 접착부(41)의 평균 두께는, 예를 들어, 접착제의 도포량을 바꿔서 조정할 수 있다.

[0064] 또한, 이 스테이터용 접착 적층 코어에서는, 각 전자 강판(40)의 평균 판 두께를 단위 mm로 t1, 각 접착부(41)의 평균 두께를 단위 μ m로 t2, 각 전자 강판(40)의 항복 강도의 평균값을 단위 MPa로 YP로 한 경우에, 하기의 식 1, 식 2, 식 3을 충족하는 조건 A와, 하기의 식 3, 식 4, 식 5를 충족하는 조건 B 중 적어도 한쪽을 충족한다.

[0065] $50 \times t1 - 12 \leq t2 \leq 50 \times t1 - 6 \dots$ (식 1)

[0066] $0.15 \leq t1 \leq 0.27 \dots$ (식 2)

[0067] $0.5 \leq t2 \leq 2.5 \dots$ (식 3)

[0068] $0.025 \times YP - 12 \leq t2 \leq 0.025 \times YP - 8 \dots$ (식 4)

[0069] $380 \leq YP \leq 540 \dots$ (식 5)

[0070] 상기 식 1에 대해서 말하면, 접착부(41)의 평균 두께 t2가 50 \times t1-12보다도 얇아지면, 강판끼리의 접착 강도가 저하된다. 한편, 접착부(41)의 평균 두께 t2가 50 \times t1-6보다도 두꺼워지면, 접착제의 경화 시의 수축에 의한 전자 강판(40)의 변형량이 대폭으로 증가한다. 이상으로, 접착부(41)의 평균 두께 t2는 식 1의 범위 내가 된다.

[0071] 계속해서 상기 식 4에 대해서 말하면, 접착부(41)의 평균 두께 t2가 0.025 \times YP-12보다도 얇아지면, 스테이터 코어(21)의 기계 강도를 유지할 수 없다. 한편, 접착부(41)의 평균 두께 t2가 0.025 \times YP-8보다도 두꺼워지면, 접착제의 경화 시의 수축에 의해 적층 코어에 부여되는 응력이 커져 코어 자성이 열화된다. 이상으로, 접착부(41)의 평균 두께 t2는 식 4의 범위 내가 된다.

[0072] 이상의 규정에 추가하여, 상기 조건 A만을 충족하거나 또는 상기 조건 A 및 상기 조건 B의 양쪽을 충족하는 경우에 있어서, 평균 판 두께 t1이 0.20mm 내지 0.25mm이며 또한, 평균 두께 t2가 1.0 μ m 내지 2.0 μ m인 것이 보다 바람직하다.

[0073] 또한, 상기 조건 B만을 충족하는 또는 상기 조건 A 및 상기 조건 B의 양쪽을 충족하는 경우에 있어서, 상기 평균 두께 t2가 1.0 μ m 내지 2.0 μ m이며 또한, 상기 항복 강도의 평균값 YP가 450MPa 내지 500MPa인 것이 보다 바람직하다.

[0074] 본 실시 형태에서는, 로터 코어(31)를 형성하는 쪽의 복수의 전자 강판은, 도 1에 도시하는 코오킹(42)(다우 열)에 의해 서로 고정되어 있다. 그러나, 로터 코어(31)를 형성하는 복수의 전자 강판도, 스테이터 코어(21)와 마찬가지로 접착제에 의해 고정된 적층 구조를 가져도 된다.

[0075] 또한, 스테이터 코어(21)나 로터 코어(31) 등의 적층 코어는, 소위 둘러쌓기에 의해 형성되어 있어도 된다.

[0076] 실시예

[0077] 도 4에 도시하는 제조 장치(100)를 사용하고, 각종 제조 조건을 바꾸면서 상기 스테이터 코어(21)를 제조하였다.

- [0078] 우선 먼저, 제조 장치(100)에 대해서 설명한다. 상기 제조 장치(100)에서는, 코일 C(후프)로부터 전자 강판 P를 화살표 F 방향을 향하여 송출하면서, 각 스테이지에 배치된 금형에 의해 복수회의 편칭을 행하여 전자 강판(40)의 형상에 서서히 형성해도 되고, 전자 강판(40)의 하면에 접착제를 도포하고, 편칭한 전자 강판(40)을 적층해서 승온하면서 가압 접착하여 각 접착부(41)를 형성한다.
- [0079] 도 4에 도시한 바와 같이, 제조 장치(100)는 코일 C에 가장 가까운 위치의 1단계의 편칭 스테이션(110)과, 이 편칭 스테이션(110)보다도 전자 강판 P의 반송 방향을 따른 하류측에 인접 배치된 2단계의 편칭 스테이션(120)과, 이 편칭 스테이션(120)보다도 더 하류측에 인접 배치된 접착제 도포 스테이션(130)을 구비하고 있다.
- [0080] 편칭 스테이션(110)은 전자 강판 P의 하방에 배치된 압형 금형(111)과, 전자 강판 P의 상방에 배치된 수형 금형(112)을 구비한다.
- [0081] 편칭 스테이션(120)은 전자 강판 P의 하방에 배치된 압형 금형(121)과, 전자 강판 P의 상방에 배치된 수형 금형(122)을 구비한다.
- [0082] 접착제 도포 스테이션(130)은 접착제의 도포 패턴에 따라서 배치된 복수개의 인젝터를 구비하는 도포기(131)를 구비한다.
- [0083] 제조 장치(100)는, 접착제 도포 스테이션(130)보다도 하류 위치에 적층 스테이션(140)을 더 구비한다. 이 적층 스테이션(140)은 가열 장치(141)와, 외주 편칭 압형 금형(142)과, 단열 부재(143)와, 외주 편칭 수형 금형(144)과, 스프링(145)을 구비하고 있다.
- [0084] 가열 장치(141), 외주 편칭 압형 금형(142), 단열 부재(143)는 전자 강판 P의 하방에 배치되어 있다. 한편, 외주 편칭 수형 금형(144) 및 스프링(145)은 전자 강판 P의 상방에 배치되어 있다. 또한, 부호 21은 스테이터 코어를 나타내고 있다.
- [0085] 이상 설명의 구성을 갖는 제조 장치(100)에 있어서, 먼저 코일 C로부터 전자 강판 P를 도 4의 화살표 F 방향으로 순차 송출한다. 그리고, 이 전자 강판 P에 대하여 먼저 편칭 스테이션(110)에 의한 편칭 가공을 행한다. 계속해서, 이 전자 강판 P에 대하여 편칭 스테이션(120)에 의한 편칭 가공을 행한다. 이들 편칭 가공에 의해, 전자 강판 P에, 도 3에 도시한 코어백부(22)와 복수의 티스부(23)를 갖는 전자 강판(40)의 형상을 얻는다. 단, 이 시점에서는 완전하게는 편칭되어 있지 않으므로, 화살표 F 방향을 따라서 다음 공정으로 진행한다. 다음 공정의 접착제 도포 스테이션(130)에서는, 도포기(131)의 상기 각 인젝터로부터 공급되는 접착제가 점상으로 도포된다.
- [0086] 그리고 마지막으로, 전자 강판 P는 적층 스테이션(140)으로 송출되고, 외주 편칭 수형 금형(144)에 의해 편칭되어 고정밀도로 적층된다. 이 적층 시, 전자 강판(40)은 스프링(145)에 의해 일정한 가압력을 받는다. 이상 설명과 같은, 편칭 공정, 접착제 도포 공정, 적층 공정을 순차 반복함으로써, 소정 매수의 전자 강판(40)을 적층할 수 있다. 또한, 이와 같이 하여 전자 강판(40)을 적층해서 형성된 적층 코어는, 가열 장치(141)에 의해 예를 들어 온도 200℃까지 가열된다. 이 가열에 의해 접착제가 경화되어 접착부(41)가 형성된다.
- [0087] 이상의 각 공정에 의해, 스테이터 코어(21)가 완성된다.
- [0088] 이상 설명의 제조 장치(100)를 사용하여, 표 1A 및 표 1B의 No.1 내지 No.31에 나타내는 스테이터 코어(21)를 제조하였다. 각 스테이터 코어(21)의 제조에 사용한 전자 강판(40)의 화학 성분은, 이하에 통일하였다. 또한, 각 성분값은 모두 질량%를 나타낸다. 또한, 각 전자 강판(40)의 항복 강도의 평균값 YP에 대해서도, 표 1A에 나타낸다.
- [0089] Si:3.1%
- [0090] Al:0.7%
- [0091] Mn:0.3%
- [0092] 잔부:Fe 및 불순물

[0093] [표 1A]

| No. | 전자 강판 | | 절연 피막 | 접착부 | | | | | | |
|-----|--------------------|-----------------------------|----------|------------------------|------------------------------|--------------------------|----------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| | 평균 두께 t1(mm) | 항복 강도의 평균값 YP(MPa) | | 평균 두께 (μ m) | 평균 두께 t2 (μ m) | 평균 인장 탄성률 (MPa) | 배치 패턴 | 식 1(*a)를 충족하는지 여부 | 식 4(*b)를 충족하는지 여부 | 조건 A를 충족하는지 여부 |
| 1 | 0.15 | 380 | 0.8 | 2.4 | 4000 | 점상 배치 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 2 | 0.15 | 380 | 0.8 | 0.8 | 4000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 3 | 0.15 | 380 | 0.8 | 1.3 | 4000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 4 | 0.15 | 380 | 0.8 | 1.1 | 5800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 5 | 0.20 | 415 | 1.0 | 0.3 | 2000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 6 | 0.20 | 415 | 1.0 | 0.9 | 3800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 7 | 0.20 | 415 | 1.0 | 1.4 | 3800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 8 | 0.20 | 415 | 1.0 | 1.7 | 3800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 9 | 0.20 | 415 | 1.0 | 2.9 | 3800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 10 | 0.20 | 415 | 1.0 | 1.0 | 5800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 11 | 0.23 | 460 | 0.8 | 0.4 | 4000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 12 | 0.23 | 460 | 0.8 | 1.1 | 4000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 13 | 0.23 | 460 | 0.8 | 1.9 | 4000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 14 | 0.23 | 460 | 0.8 | 3.0 | 4000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 15 | 0.23 | 460 | 0.8 | 1.0 | 5800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 16 | 0.25 | 500 | 0.8 | 0.4 | 3000 | 점상 배치 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 17 | 0.25 | 500 | 0.8 | 1.4 | 3000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 18 | 0.25 | 500 | 0.8 | 2.0 | 3000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 19 | 0.25 | 500 | 0.8 | 2.4 | 3000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 20 | 0.25 | 500 | 0.8 | 2.7 | 3000 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 21 | 0.25 | 500 | 0.8 | 1.0 | 2100 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 22 | 0.27 | 530 | 0.9 | 0.7 | 4500 | 점상 배치 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 23 | 0.27 | 530 | 0.9 | 1.8 | 4500 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 24 | 0.27 | 530 | 0.9 | 2.2 | 4500 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 25 | 0.27 | 530 | 0.9 | 3.4 | 4500 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 26 | 0.27 | 530 | 0.9 | 1.4 | 2100 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 |
| 27 | 0.30 | 555 | 1.1 | 1.3 | 2700 | 점상 배치 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 28 | 0.30 | 555 | 1.1 | 1.4 | 2700 | 점상 배치 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 29 | 0.30 | 555 | 1.1 | 3.2 | 2700 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족되지 않음 |
| 30 | 0.20 | 360 | 1.0 | 1.2 | 3800 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 |
| 31 | 0.30 | 475 | 1.1 | 2.0 | 2700 | 점상 배치 | 충족됨 | 충족됨 | 충족되지 않음 | 충족됨 |

[0094]

[0095] [표 1B]

| No. | 기계 강도 | | 자기 특성 | | 발명예 / 비교예 |
|-----|----------|----|-------------|----|-----------|
| | MPa | 판단 | W15/50 | 판단 | |
| 1 | 8 | 우량 | <u>2.67</u> | 불가 | 비교예 |
| 2 | 7 | 우량 | 2.33 | 우량 | 발명예 |
| 3 | 8 | 우량 | 2.39 | 양호 | 발명예 |
| 4 | 9 | 우량 | <u>2.70</u> | 불가 | 비교예 |
| 5 | <u>1</u> | 불가 | 2.32 | 우량 | 비교예 |
| 6 | 8 | 우량 | 2.33 | 우량 | 발명예 |
| 7 | 9 | 우량 | 2.32 | 우량 | 발명예 |
| 8 | 8 | 우량 | 2.36 | 우량 | 발명예 |
| 9 | <u>1</u> | 불가 | <u>2.54</u> | 불가 | 비교예 |
| 10 | 6 | 우량 | <u>2.66</u> | 불가 | 비교예 |
| 11 | <u>1</u> | 불가 | 2.32 | 우량 | 비교예 |
| 12 | 9 | 우량 | 2.31 | 우량 | 발명예 |
| 13 | 9 | 우량 | 2.29 | 우량 | 발명예 |
| 14 | 8 | 우량 | <u>2.57</u> | 불가 | 비교예 |
| 15 | 5 | 양호 | <u>2.55</u> | 불가 | 비교예 |
| 16 | <u>1</u> | 불가 | 2.38 | 양호 | 비교예 |
| 17 | 5 | 양호 | 2.37 | 양호 | 발명예 |
| 18 | 10 | 우량 | 2.38 | 양호 | 발명예 |
| 19 | 8 | 우량 | 2.39 | 양호 | 발명예 |
| 20 | 6 | 양호 | <u>2.64</u> | 불가 | 비교예 |
| 21 | <u>3</u> | 불가 | 2.40 | 양호 | 비교예 |
| 22 | <u>2</u> | 불가 | 2.39 | 양호 | 비교예 |
| 23 | 10 | 우량 | 2.40 | 양호 | 발명예 |
| 24 | 9 | 우량 | 2.41 | 양호 | 발명예 |
| 25 | 6 | 양호 | <u>2.63</u> | 불가 | 비교예 |
| 26 | <u>1</u> | 불가 | <u>2.64</u> | 불가 | 비교예 |
| 27 | <u>3</u> | 불가 | 2.41 | 양호 | 비교예 |
| 28 | <u>3</u> | 불가 | 2.42 | 양호 | 비교예 |
| 29 | <u>2</u> | 불가 | 2.41 | 양호 | 비교예 |
| 30 | 6 | 양호 | 2.46 | 양호 | 발명예 |
| 31 | 5 | 양호 | 2.44 | 양호 | 발명예 |

[0096]

[0097]

구체적으로 설명하면, 상기 화학 성분을 갖는 후프(코일 C)를 복수개, 제작하였다. 각 후프의 지철의 판 두께는, 0.15mm, 0.20mm, 0.23mm, 0.25mm, 0.27mm, 0.30mm의 6종류로 하였다. 이들 후프의 각각에 인산 금속염 및 아크릴 수지 에멀션을 함유하는 절연 피막 처리액을 도포하고, 300℃에서 베이킹을 행하고, 편면에서 0.8μm의 절연 피막을 형성하였다.

[0098]

각 후프를 상기 제조 장치(100)에 의해 외경 300mm 및 내경 240mm의 링 형상을 갖고 또한, 내경측에 길이 30mm로 폭 15mm의 직사각형의 티스부(23)를 18군데 마련한 단판 코어(전자 강판(40))를 편칭에 의해 형성하였다.

[0099]

계속해서, 편칭한 단판 코어를 순차 보내면서, 도 3에 도시한 각 위치에 접착체를 점상으로 도포하고, 그리고 적층한 후에, 소정의 압력으로 가압하면서 가열해서 경화시켜 각 접착부(41)를 형성하였다. 마찬가지로의 작업을 130매의 단판 코어에 대하여 반복 행함으로써, 적층 코어(스테이터 코어(21))를 제조하였다.

[0100]

이상 설명의 방법에 의해 제조된 적층 코어를, 그 축선을 포함하는 단면에 있어서 절단하였다. 그리고, 절연 피막에 있어서는 그 평균 두께를 구하였다. 또한, 접착부(41)에 있어서는, 그 평균 두께 t2(μm)와, 경화 후의 평균 인장 탄성률을 구하였다. 평균 인장 탄성률은, 상술한 방법으로 구하였다. 또한, 각 접착부(41)의 외경은 평균적으로 5mm이었다. 단판 코어의 항복 강도의 평균값 YP의 구하는 방법은, JIS Z 2241에 준한 방법을 사용하였다.

- [0101] 그리고, 평균 두께 t1(mm), 평균 두께 t2(μ m), 항복 강도의 평균값 YP(MPa)를 상술한 식 1 및 식 4에 대입하고, 각 식을 충족하는지 여부를 판정하였다. 그 결과도 표 1A에 나타낸다. 또한, 평균 두께 t1(mm) 및 평균 두께 t2(μ m)의 측정은, 상술한 규정대로로 하였다.
- [0102] 또한, 적층 코어로서의 기계 강도도 평가하였다. 기계 강도의 평가에는, 폭 20mm, 선단 각 10°, 0.15mmR의 날 끝을 적층 코어의 적층부(서로 인접하는 한 쌍의 전자 강판(40) 사이)에 대해, 하중을 증가하면서 압박해도 되고, 균열되었을 때의 하중의 크기로 평가하였다. 이 하중은 높을수록 바람직하고, 4MPa 이상인 것을 양호 또는 우량이라고 판단하였다. 표 1B의 기계 강도에 있어서, 「우량」은 높은 기계 강도를 확보할 수 있는 것을 나타내고, 「양호」는 필요 충분한 기계 강도가 확보되어 있는 것을 나타내고, 「불가」는 필요 최저한의 기계 강도가 충분하지 않은 것을 나타낸다.
- [0103] 또한, 적층 코어의 자기 특성도 평가하였다. 자기 특성을 평가할 때에는, 전자 강판(40)의 적층 매수를 20매로 하고, 절연지로 적층 코어를 커버하고 나서 권선을 행하고, 주파수 50Hz, 자속 밀도 1.5 테슬라로, 코어 철손(표 1B의 W15/50)을 측정하였다. 여기서, 자기 특성 평가 시의 전자 강판(40)의 적층 매수로서는, 130매의 경우와 거의 동일한 결과가 얻어지므로, 20매로 하였다.
- [0104] 코어 철손(표 1B의 W15/50)은 낮을수록 바람직하고, 2.50 이하인 것을 양호 또는 우량이라고 판단하였다. 표 1B의 자기 특성에 있어서, 「우량」은 매우 높은 자기 특성을 확보할 수 있는 것을 나타내고, 「양호」는 필요 충분한 자기 특성이 확보되어 있는 것을 나타내고, 「불가」는 필요 최저한의 자기 특성보다도 낮은 것을 나타낸다.
- [0105] 또한, 표 1A에 나타내는 결과를, 전자 강판(40)의 평균 판 두께 t1과 접착부(41)의 평균 두께 t2의 관계로서 통합한 그래프를 도 5에 도시한다. 마찬가지로, 표 1A에 나타내는 결과를, 전자 강판(40)의 항복 강도의 평균값 YP와 접착부(41)의 평균 두께 t2의 관계로서 통합한 그래프를 도 6에 도시한다.
- [0106] 표 1A 및 표 1B에 나타낸 바와 같이, No.1에 나타내는 비교예에서는, 식 1 및 식 4가 충족되지 않으므로, 자기 특성이 저하되었다.
- [0107] 또한, No.4에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 단위 강도가 너무 높았기 때문에, 전자 강판에 부여하는 응력이 너무 높아서 자기 특성이 저하되었다.
- [0108] 또한, No.5에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 평균 두께 t2가 너무 얇아서 충분한 접착력을 확보할 수 없었다.
- [0109] 또한, No.9에 나타내는 비교예에서는, 전자 강판이 얇은 평균 판 두께 t1에 대하여 접착부의 평균 두께 t2가 너무 두꺼워졌다. 그 결과, 전자 강판에 변형이 발생하고, 자기 특성이 낮아졌다.
- [0110] 또한, No.10에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 단위 강도가 너무 높았기 때문에, 전자 강판에 부여하는 응력이 너무 높아서 자기 특성이 저하되었다.
- [0111] 또한, No.11에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 평균 두께 t2가 너무 얇아서 충분한 접착력을 확보할 수 없었다.
- [0112] 또한, No.14에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 평균 두께 t2가 너무 두꺼워서, 적층 코어에 있어서 전자 강판이 차지하는 비율이 저하되고, 적층 코어로서의 자기 특성이 저하되었다.
- [0113] 또한, No.15에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 단위 강도가 너무 높았기 때문에, 전자 강판에 부여하는 응력이 너무 높아서 자기 특성이 저하되었다.
- [0114] 또한, No.16에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 평균 두께 t2가 너무 얇아서 충분한 접착력을 확보할 수 없었다.
- [0115] 또한, No.20에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 평균 두께 t2가 너무 두꺼워서, 적층 코어에 있어서 전자 강판이 차지하는 비율이 저하되고, 적층 코어로서의 자기 성능이 저하되었다.
- [0116] 또한, No.21에 나타내는 비교예에서는, 접착부가 너무 유연해서 기계 강도가 저하되었다.
- [0117] 또한, No.22에 나타내는 비교예에서는, 식 1 및 식 4가 충족되지 않으므로, 기계 강도가 저하되었다.
- [0118] 또한, No.25에 나타내는 비교예에서는, 접착부의 평균 두께 t2가 너무 두꺼워서 전자 강판에 변형이 발생하고,

자기 특성에 영향을 미쳤다.

- [0119] 또한, No.26에 나타내는 비교예에서는, 접착부가 너무 유연해서 전자 강판에 변형이 발생하고, 기계 강도와 자기 특성의 양쪽이 저하되었다.
- [0120] 또한, No.27 내지 29에 나타내는 비교예에서는, 전자 강판의 평균 판 두께 t1이 너무 두꺼우므로, 상대적으로 접착부의 강도가 저하되고, 적층 코어로서의 기계 강도가 저하되었다.
- [0121] 한편, 발명예인 No.2, 3, 6 내지 8, 12, 13, 17 내지 19, 23, 24, 30, 31에 있어서는, 적층 코어로서의 기계 강도 및 자기 특성의 양쪽에 있어서 원하는 성능을 확보하는 것이 확인되었다. 이들 발명예 중, No.2, 3, 6 내지 8, 12, 13, 17 내지 19, 23, 24는, 조건 A 및 조건 B의 양쪽을 충족하므로, 조건 A 및 조건 B의 한쪽만을 충족하는 No.30, 31보다도 더욱 바람직한 결과가 얻어졌다.
- [0122] 이상, 본 발명의 일 실시 형태 및 실시예에 대해서 설명하였다. 단, 본 발명의 기술적 범위는 상기 실시 형태 및 실시예에만 한정되는 것은 아니라, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에 있어서 여러가지 변형을 가하는 것이 가능하다.
- [0123] 예를 들어, 스테이터 코어(21)의 형상은, 상기 실시 형태에서 나타난 형태만으로 한정되는 것은 아니다. 구체적으로는, 스테이터 코어(21)의 외경 및 내경의 치수, 적층 두께, 슬롯수, 티스부(23)의 둘레 방향과 직경 방향의 치수 비율, 티스부(23)와 코어백부(22)의 직경 방향의 치수 비율 등은, 원하는 회전 전기 기기의 특성에 따라서 임의로 설계 가능하다.
- [0124] 상기 실시 형태에 있어서의 로터(30)에서는, 2개 1조의 영구 자석(32)이 1개의 자극을 형성하고 있지만, 본 발명은 이 형태만으로 한정되지 않는다. 예를 들어, 1개의 영구 자석(32)이 1개의 자극을 형성하고 있어도 되고, 3개 이상의 영구 자석(32)이 1개의 자극을 형성하고 있어도 된다.
- [0125] 상기 실시 형태에서는, 회전 전기 기기(10)로서, 영구 자석 계자형 전동기를 일례로 들어 설명했지만, 회전 전기 기기(10)의 구조는, 이하에 예시한 바와 같이 이것만으로 한정되지 않고, 또한 이하에 예시하지 않는 여러가지 공지된 구조도 채용 가능하다.
- [0126] 상기 실시 형태에서는, 회전 전기 기기(10)로서, 영구 자석 계자형 전동기를 일례로 들어 설명했지만, 본 발명은 이것만으로 한정되지 않는다. 예를 들어, 회전 전기 기기(10)가 릴럭턴스형 전동기나 전자석 계자형 전동기(권선 계자형 전동기)이어도 된다.
- [0127] 상기 실시 형태에서는, 교류 전동기로서, 동기 전동기를 일례로 들어 설명했지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 회전 전기 기기(10)가 유도 전동기이어도 된다.
- [0128] 상기 실시 형태에서는, 회전 전기 기기(10)로서, 교류 전동기를 일례로 들어 설명했지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 회전 전기 기기(10)가 직류 전동기이어도 된다.
- [0129] 상기 실시 형태에서는, 회전 전기 기기(10)로서, 전동기를 일례로 들어 설명했지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 회전 전기 기기(10)가 발전기이어도 된다.
- [0130] 그 밖의, 본 발명의 취지에 일탈하지 않는 범위에서, 상기 실시 형태에 있어서의 구성 요소를 주지의 구성 요소로 치환하는 것은 적절히 가능하고, 또한 상기한 변형예를 적절히 조합해도 된다.

산업상 이용가능성

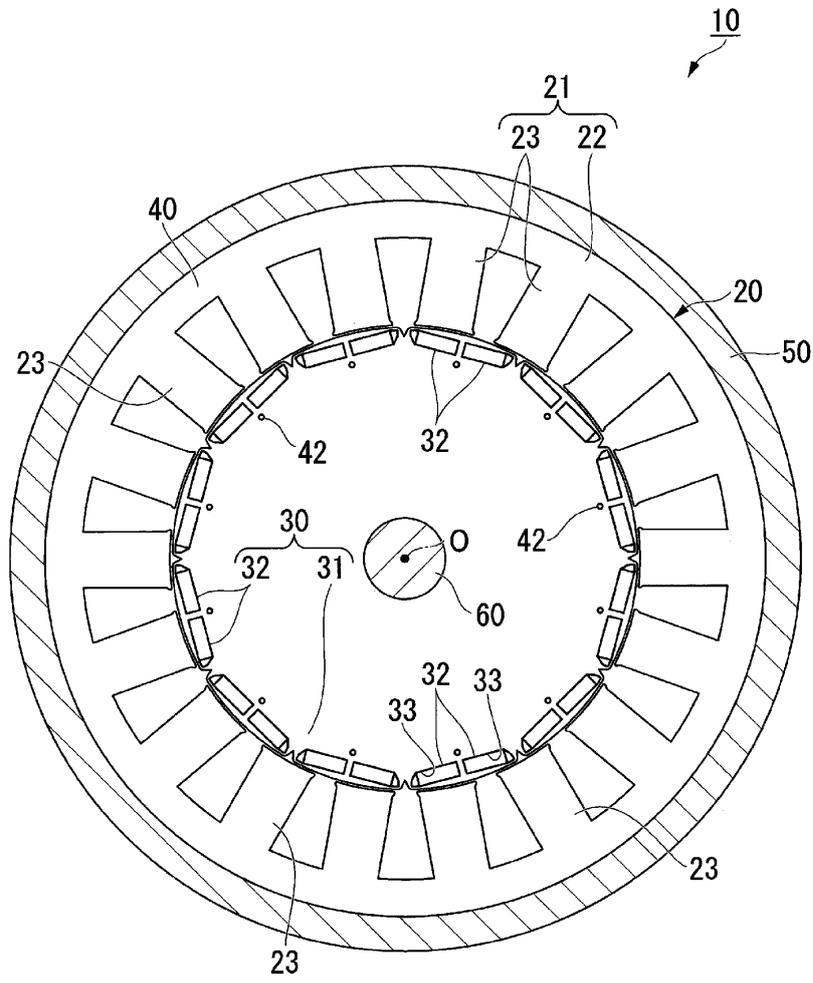
- [0131] 본 발명에 따르면, 접착제의 경화 시 수축에 의한 자기 특성의 저하를 억제할 수 있는 스테이터용 접착 적층 코어와, 이 스테이터용 접착 적층 코어를 구비한 회전 전기 기기를 제공할 수 있다. 따라서, 산업상의 이용 가능성은 크다.

부호의 설명

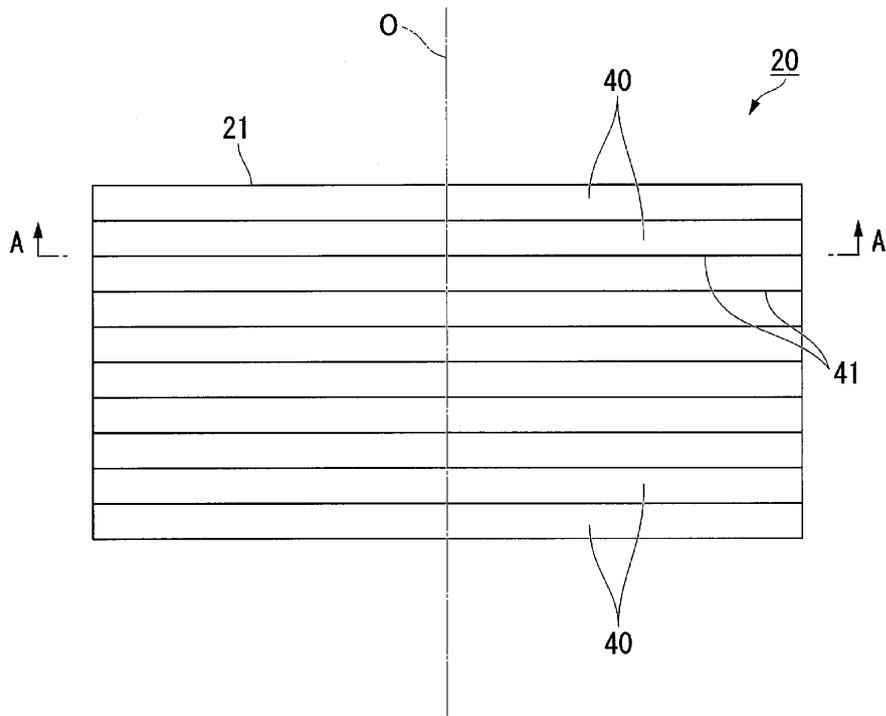
- [0132] 10 회전 전기 기기
- 21 스테이터용 접착 적층 코어
- 40 전자 강판
- 41 접착부

도면

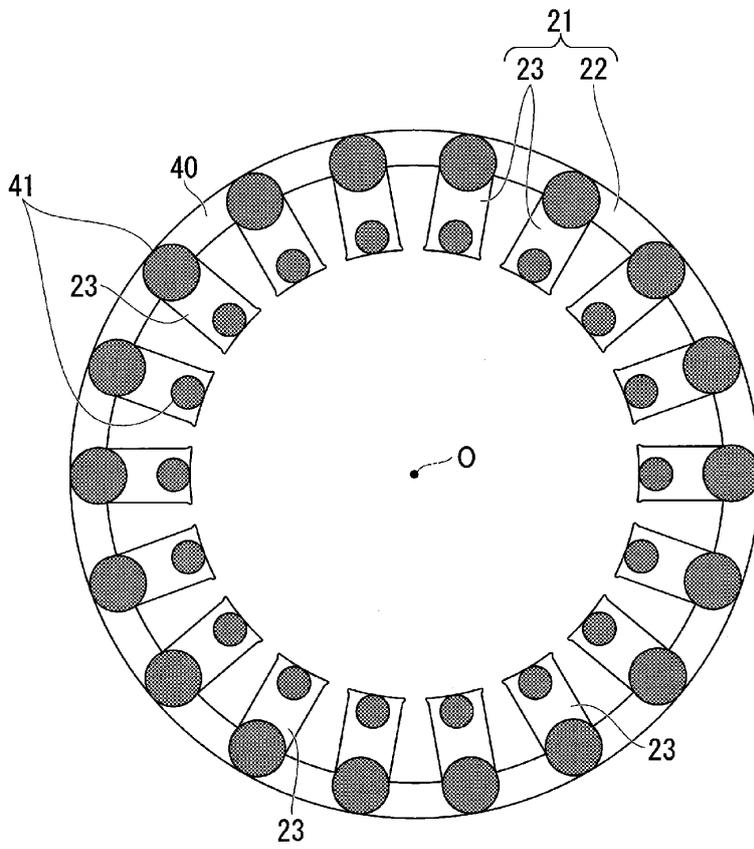
도면1



도면2



도면3



도면6

