



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0052497
(43) 공개일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 15/12 (2014.01) H02K 3/34 (2006.01)
H02K 3/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 15/12 (2013.01)
H02K 3/345 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0144870
(22) 출원일자 2016년11월02일
심사청구일자 2016년11월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2015-216871 2015년11월04일 일본(JP)

(71) 출원인
도요타 지도샤 (주)
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지
(72) 발명자
나가이 신고
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요
타 지도샤 (주) 내
핫토리 히로유키
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요
타 지도샤 (주) 내
(74) 대리인
특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 4 항

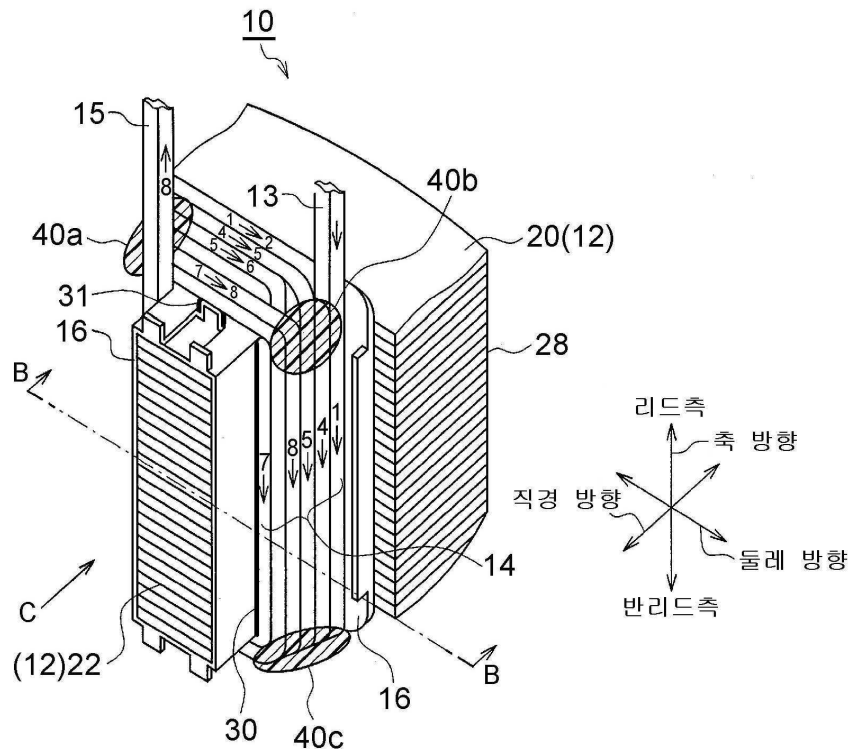
(54) 발명의 명칭 회전 전기 기계 스테이터

(57) 요약

회전 전기 기계 스테이터는 스테이터 코어, 다층 와인딩 코일, 제 1 절연 수지층, 및 제 2 절연 수지층을 포함한다. 상기 스테이터 코어는 원환 형상의 스테이터 요크, 및 상기 스테이터 요크로부터 내주측으로 돌출되는 복수의 티스를 포함한다. 상기 다층 와인딩 코일은 상기 티스의 직경 방향에 수직인 직사각형 단면의 주위에 권회된

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



다. 상기 다층 와인딩 코일은 상기 티스의 직경 방향을 따라 소정의 단수로 배치된다. 상기 다층 와인딩 코일의 각 단은 1와인딩의 최하층의 코일과 다른 1와인딩의 표면층의 코일을 포함한다. 상기 제 1 절연 수지층은 상기 티스와 상기 최하층의 코일의 사이, 또는 상기 티스에 고정된 인슐레이터와 상기 최하층의 코일의 사이에 배치된다. 제 2 절연 수지층은 상기 티스의 상기 직사각형 단면의 4모퉁이의 모서리부에 대응하는 상기 다층 와인딩 코일의 굴곡부에 국소적으로 배치된다. 상기 제 2 절연 수지층은 상기 다층 와인딩 코일의 복수의 단에 걸쳐 배치된다.

(52) CPC특허분류

H02K 3/521 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

회전 전기 기계 스테이터에 있어서,

원환 형상의 스테이터 요크 및 상기 스테이터 요크로부터 내주측으로 돌출되는 복수의 티스를 포함하는 스테이터 코어;

상기 티스의 직경 방향에 수직인 직사각형 단면의 주위에 권회되는 다층 와인딩 코일 - 상기 다층 와인딩 코일은 상기 티스의 직경 방향을 따라 소정의 단수로 배치되고, 상기 다층 와인딩 코일의 각 단은 1와인딩의 최하층의 코일과 다른 1와인딩의 표면층의 코일을 포함함 - ;

상기 티스와 상기 최하층의 코일의 사이, 또는 상기 티스에 고정된 인슐레이터와 상기 최하층의 코일의 사이에 배치되는 제 1 절연 수지층;

상기 티스의 상기 직사각형 단면의 4모퉁이의 모서리부에 대응하는 상기 다층 와인딩 코일의 굴곡부에 국소적으로 배치되는 제 2 절연 수지층 - 상기 제 2 절연 수지층은 상기 다층 와인딩 코일의 복수의 단에 걸쳐 배치됨 - 을 포함하는 회전 전기 기계 스테이터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 절연 수지층은, 인접하는 상기 티스의 사이의 슬롯에 배치된 2개의 상기 다층 와인딩 코일에 관한 것으로서, 서로 마주 보는 상기 굴곡부에 걸쳐 배치되는 회전 전기 기계 스테이터.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 절연 수지층은, 상기 굴곡부에 대해 상기 표면층의 코일과 이것보다 하층층의 코일의 사이에도 배치되는 회전 전기 기계 스테이터.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 절연 수지층은, 상기 다층 와인딩 코일의 상기 각 단에 걸쳐 상기 굴곡부에 배치되고,

상기 제 2 절연 수지층은, 인접하는 상기 티스의 사이의 슬롯의 상기 스테이터 요크측의 벽면과 상기 표면층의 코일의 사이에 배치되는 회전 전기 기계 스테이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 회전 전기 기계 스테이터에 관한 것이며, 특히, 스테이터 코어에 권회(卷回)된 코일의 고정에 수지를 이용하는 회전 전기 기계 스테이터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 회전 전기 기계의 스테이터에 권회된 코일을 고정하기 위해, 바니시(vernish) 등의 수지가 이용된다. 예를 들면, 일본 공개특허 특개2010-136571에는, 미리 권회 상태로 형성된 코일을 티스에 장착하여 수지 몰드할 때에, 티스와 코일의 사이에 열전도성이 높은 전기 절연 부재를 이용하고, 코일 엔드의 부분 등에 열전도성이 낮은 전기 절연 재료를 이용하는 것이 개시되어 있다.

[0003] 일본 공개특허 특개2014-087225에는, 티스에 복수층으로 권회된 코일에 대해, 하층부에는 액상이며 점도가 낮은

바니시를 함침하고, 바니시가 축적되기 어려운 표면층부에는 분체상(粉體狀)의 수지를 얹고, 이것을 용착하여 표면층부를 덮는 것이 개시되어 있다.

발명의 내용

- [0004] 회전 전기 기계 스테이터에 있어서 수지를 이용하여 코일을 고정함으로써, 외부의 진동이나 온도 변동 등에 있어서 코일이 이동하는 것을 방지할 수 있다. 그 반면, 수지로 코일을 덮음으로써, 냉매 등이 직접적으로 코일에 접촉하지 않으므로, 회전 전기 기계 스테이터의 냉각 성능이 저하된다. 따라서, 냉매 등에 의한 직접적인 냉각을 가능하게 하여 냉각 성능을 향상시키면서 코일의 이동을 방지할 수 있는 회전 전기 기계 스테이터가 요구된다.
- [0005] 본 발명의 일 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터는 스테이터 코어, 다층 와인딩 코일, 제 1 절연 수지층, 및 제 2 절연 수지층을 포함한다. 상기 스테이터 코어는 원환(圓環) 형상의 스테이터 요크, 및 상기 스테이터 요크로부터 내주측으로 돌출되는 복수의 티스를 포함한다. 상기 다층 와인딩 코일은 상기 티스의 직경 방향에 수직인 직사각형 단면의 주위에 권회된다. 상기 다층 와인딩 코일은 상기 티스의 직경 방향을 따라 소정의 단수(段數)로 배치된다. 상기 다층 와인딩 코일의 각 단은 1와인딩의 최하층의 코일과 다른 1와인딩의 표면층의 코일을 포함한다. 상기 제 1 절연 수지층은 상기 티스와 상기 최하층의 코일의 사이, 또는 상기 티스에 고정된 인슐레이터와 상기 최하층의 코일의 사이에 배치된다. 제 2 절연 수지층은 상기 티스의 상기 직사각형 단면의 4모퉁이의 모서리부에 대응하는 상기 다층 와인딩 코일의 굴곡부에 국소적으로 배치된다. 상기 제 2 절연 수지층은 상기 다층 와인딩 코일의 복수의 단에 걸쳐 배치된다.
- [0006] 이 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터에 의하면, 티스 또는 인슐레이터와 최하층의 코일의 사이에 제 1 절연 수지층이 형성되어, 다층 와인딩 코일에 있어서 최하층의 코일이 티스에 고정된다. 또한, 제 2 절연 수지층은, 각 단에 걸쳐, 다층 와인딩 코일의 굴곡부에 국소적으로 형성되므로, 다층 와인딩 코일의 각 단의 사이가 서로 고정된다. 그리고, 제 2 절연 수지층은, 각 단에 있어서 굴곡부에 국소적으로 형성되어, 다층 와인딩 코일의 전체를 덮지 않는다. 제 2 절연 수지층으로 덮이지 않은 부분은, 냉매 등에 의해 직접적으로 냉각된다. 이에 따라, 냉각 성능을 향상시키면서 코일의 이동을 방지할 수 있다. 또한, 절연 수지의 사용량을 저감할 수 있다.
- [0007] 상기 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터에 있어서, 제 2 절연 수지층은, 인접하는 티스의 사이의 슬롯에 배치된 2개의 다층 와인딩 코일에 관한 것으로, 서로 마주 보는 굴곡부에 걸쳐 배치되어도 된다.
- [0008] 이 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터에 의하면, 2개의 다층 와인딩 코일에 대해 1개의 제 2 절연 수지층으로 충분하므로, 절연 수지층의 형성에 필요한 공정 수를 단축할 수 있어, 절연 수지의 사용량을 더 저감할 수 있다.
- [0009] 상기 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터에 있어서, 제 2 절연 수지층은, 굴곡부에 대해 표면층의 코일과 이것보다 하층층의 코일의 사이에도 배치되어도 된다.
- [0010] 이 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터에 의하면, 각 단에 걸친 표면층의 코일의 사이뿐만 아니라 각 층의 코일의 사이도 제 2 절연 수지층으로 고정된다. 이 때에도, 제 2 절연 수지층은, 다층 와인딩 코일의 각 단에 있어서 굴곡부에 국소적으로 형성되므로, 제 2 절연 수지층으로 덮이지 않은 부분은, 냉매 등에 의해 직접적으로 냉각된다. 이에 따라, 다층 와인딩 코일의 층수가 증가해도 코일의 이동을 방지할 수 있어, 냉각 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0011] 상기 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터에 있어서, 상기 제 2 절연 수지층은, 상기 다층 와인딩 코일의 상기 각 단에 걸쳐 상기 굴곡부에 배치되어도 된다. 상기 제 2 절연 수지층은, 인접하는 상기 티스의 사이의 슬롯의 상기 스테이터 요크측의 벽면과 상기 표면층의 코일의 사이에 배치되어도 된다.
- [0012] 이 양태와 관련된 회전 전기 기계 스테이터에 의하면, 제 2 절연 수지층은, 각 단에 걸쳐 형성될 뿐만 아니라, 슬롯의 스테이터 요크측의 벽면과 표면층의 코일의 사이에도 형성된다. 이에 따라, 다층 와인딩 코일의 층수가 증가해도 코일의 이동을 방지할 수 있어, 냉각 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0013] 본 발명의 실시 형태의 회전 전기 기계 스테이터에 의하면, 냉각 성능을 향상시키면서 코일의 이동을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 본 발명의 예시적인 실시 형태의 특징, 이점, 및 기술적 그리고 산업적 중요성이 첨부 도면을 참조하여 하기에 기술될 것이며, 첨부 도면에서 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 지시한다.
- 도 1은, 본 발명과 관련된 실시 형태의 회전 전기 기계 스테이터의 구성도이다.
- 도 2는, 도 1의 A부의 사시도이다.
- 도 3은, 도 2의 B-B면을 따른 단면도이다.
- 도 4는, 도 2의 C방향에서 본 도면이다.
- 도 5는, 도 3의 코일의 권회에 있어서, 티스의 선단측을 향해 베이스측으로부터 2단째의 권회에 대해, 제 1 절연 수지층과 제 2 절연 수지층의 배치를 나타내는 도면이다.
- 도 6은, 2층 와인딩에 대해, 모식도를 이용하여 제 1 절연 수지층과 제 2 절연 수지층의 배치를 나타내는 도면이다.
- 도 7은, 4층 와인딩에 대해, 모식도를 이용하여 제 1 절연 수지층과 제 2 절연 수지층의 배치를 나타내는 도면이다.
- 도 8은, 다른 실시 형태에 대해, 4층 와인딩의 모식도를 이용하여 제 1 절연 수지층과 제 2 절연 수지층의 배치를 나타내는 도면이다.
- 도 9는, 별도의 실시 형태에 대해, 4층 와인딩의 모식도를 이용하여 제 1 절연 수지층과 제 2 절연 수지층의 배치를 나타내는 도면이다.
- 도 10은, 도 1의 구성의 변형예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하에 도면을 이용하여 본 발명과 관련된 실시 형태에 대해 상세하게 설명한다. 이하에서는, 차량에 탑재되는 회전 전기 기계에 이용되는 스테이터를 서술하지만, 이것은 설명을 위한 예시로서, 집중 와인딩된 코일을 이용하는 회전 전기 기계 스테이터이면, 다른 용도여도 상관없다. 이하에서는, 집중 와인딩된 코일로서, 플랫폼 와이어를 이용하여 다층 와인딩된 코일을 서술하지만, 이것은 설명을 위한 예시로서, 플랫폼 와이어 이외의 원형 단면의 환선(丸線), 타원 단면의 도선(導線) 등을 이용해도 상관없다.
- [0016] 이하에서 서술하는 형상, 티스의 수, 와인딩 수, 재질 등은, 설명을 위한 예시로서, 회전 전기 기계 스테이터의 사양에 맞춰, 적절히 변경이 가능하다. 예를 들면, 다층 와인딩으로서, 2층 와인딩과 4층 와인딩을 서술하지만, 이것은 설명을 위한 일례로서, 이 이외의 층수의 다층 와인딩이어도 된다. 2층 와인딩의 예로, 다층 와인딩의 총 와인딩 수를 8로 했지만, 이것도 예시로서, 이 이외의 총 와인딩 수여도 된다. 이하에서는, 모든 도면에 있어서 동일한 요소에는 동일한 부호를 붙여, 중복하는 설명을 생략한다.
- [0017] 도 1은, 차량에 탑재되는 회전 전기 기계에 이용되는 회전 전기 기계 스테이터(10)의 구성을 나타내는 도면이다. 도 2는, 도 1의 A부에 대한 사시도이다. 이하에서는, 회전 전기 기계 스테이터(10)를 특별히 언급하지 않는 한, 스테이터(10)라고 부른다. 스테이터(10)가 이용되는 회전 전기 기계는, 구동 회로의 제어에 의해, 차량이 역행(力行)할 때에는 전동기로서 기능하고, 차량이 제동 시에 있을 때에는 발전기로서 기능하는 모터·제너레이터이며, 삼상(三相) 동기형 회전 전기 기계이다. 회전 전기 기계는, 도 1에 나타나는 고정자인 스테이터(10)와, 스테이터(10)의 내경측에 소정의 간극을 두고 배치되는 원환 형상의 회전자인 로터로 구성된다. 도 1에서는 로터의 도시를 생략했다.
- [0018] 도 1은, 스테이터(10)의 축 방향에서 본 상면도이다. 스테이터(10)는, 스테이터 코어(12)와, 스테이터 코어(12)에 장착되어 와인딩 개시단(端)(13)과 와인딩 종료단(端)(15)을 가지는 코일(14)과, 스테이터 코어(12)와 코일(14)의 사이에 배치되는 인슐레이터(16)를 포함하여 구성된다. 스테이터(10)는, 또한, 코일(14)의 고정을 위해 이용되는 제 1 절연 수지층(30, 31)과, 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)을 포함한다(도 5 참조). 도 1에서는, 제 1 절연 수지층(30, 31)과 제 2 절연 수지층(40c, 40d)은 가려져 도시되지 않는다. 도 2에서는 제 2 절연 수지층(40d)은 가려져 도시되지 않는다.
- [0019] 도 1, 도 2에, 스테이터 코어(12)의 둘레 방향, 직경 방향, 축 방향을 각각 나타낸다. 둘레 방향은, 스테이터 코어(12)의 원주 방향을 따른 방향이며, 직경 방향은 스테이터 코어(12)의 내경측과 외경측을 따른 방향이고, 축 방향은, 스테이터 코어(12)의 중심축을 따른 방향이다. 축 방향에 있어서, 스테이터 코어(12)에 권회된 코

일(14)의 와인딩 개시단(13) 및 와인딩 종료단(15)이 인출되는 방향이 리드측이며, 그 반대 방향이 반(反)리드측이다. 도 3 이하에 있어서도 마찬가지이다. 도 1은, 축 방향에 대해 리드측에서 본 도면이다.

[0020] 스테이터 코어(12)는, 원환 형상의 자성체 부품이며, 원환 형상의 스테이터 요크(20)와 스테이터 요크(20)로부터 내주측으로 돌출되는 복수의 티스(22)를 포함한다. 인접하는 티스(22)의 사이의 공간은, 슬롯(24)이다.

[0021] 이러한 스테이터 코어(12)는, 스테이터 요크(20)와 티스(22)를 포함하고, 슬롯(24)이 형성되도록 소정의 형상으로 성형된 원환 형상의 자성체 박판(28)을 소정의 매수로 적층한 것이 이용된다. 자성체 박판(28)의 양면에는 전기 절연성의 표면 처리가 실시된다. 자성체 박판(28)의 재질로서는, 전자 강판을 이용할 수 있다. 자성체 박판(28)의 적층체 대신에, 자성 분말을 소정의 형상으로 성형한 것을 이용할 수도 있다.

[0022] 코일(14)은, 집중 와인딩된 코일이며, 1개의 티스(22)에 1개의 상(相) 권선(卷線)이 다층 와인딩에 의해 소정의 와인딩 수로 권회된 다층 와인딩 코일이다. 인접하는 티스(22)의 사이의 1개의 슬롯(24)에는 상이한 상의 코일(14)이 배치된다.

[0023] 다층 와인딩 코일이란, 티스(22)의 직경 방향에 수직인 직사각형 단면의 주위에 도선이 연속적으로 권회된 코일로서, 티스(22)의 직경 방향을 따라 소정의 단수로 권회되어 배치되고, 각 단이 복수층의 코일로 구성된다. 바꿔 말하면, 다층 와인딩 코일인 코일(14)은, 절연 피막된 도선을 다층 와인딩으로 소정의 층수로 소정의 단수를 권회하여 소정의 총 와인딩 수로 한 것이다. 층수가 2일 때에는 2층 와인딩 코일이며, 층수가 4일 때에는 4층 와인딩 코일이라고 불린다.

[0024] 이하에서는, 층수에 관계없이, 1개의 티스(22)에 권회된 1개의 다층 와인딩 코일의 전체를 간단히 「코일(14)」이라고 부르고, 코일(14)을 구성하는 각 층의 1와인딩을 「하층의 코일」, 「표면층의 코일」 등이라고 부른다. 도 1, 도 2의 예에서는, 층수=2, 단수=4, 총 와인딩 수=8의 2층 와인딩 코일의 코일(14)이 나타난다. 2층 와인딩 코일인 코일(14)에 있어서의 도선의 권회의 방법에 대해서는, 도 3, 도 4를 이용하여 후술한다.

[0025] 코일(14)의 절연 피막된 도선의 소선(素線)으로서, 구리선, 구리 주석 합금선, 은 도금된 구리 주석 합금선 등을 이용할 수 있다. 소선으로서, 단면 형상이 대략 직사각형의 플랫 와이어가 이용된다. 절연 피막으로서, 폴리이미드이미드의 에나멜 피막이 이용된다. 이 대신에, 폴리에스테르이미드, 폴리이미드, 폴리에스테르, 포르말 등을 이용할 수 있다.

[0026] 코일(14)은, 스테이터 코어(12)의 각 티스(22)에 각각 1개씩 장착된다. 도 1의 예에서는, 스테이터 코어(12)는, U상용의 티스(22)가 3개, V상용의 티스(22)가 3개, W상용의 티스(22)가 3개이며, 이 9개의 티스(22)의 각각 1개씩 코일(14)이 장착된다. 코일(14)이 장착된 티스(22)에 대해, 도 1에서는, U상용의 U1~U3, V상용의 V1~V3, W상용의 W1~W3을 나타낸다. 도 2는, 도 1의 A부에 있어서의 U1 코일을 발췌한 도면이다.

[0027] 동상(同相)의 코일(14)끼리는, 도시하지 않은 연결선 등으로 서로 접속된다. 예를 들면, U상에 이용되는 티스(U1~U3)에 장착되는 코일(14)은, 서로 연결선으로 접속되어 1개의 U상 코일이 되고, 그 일방단(端)은 동력선의 U단자에 접속된다. V상에 이용되는 티스(V1~V3)에 장착되는 코일(14), W상에 이용되는 티스(W1~W3)에 장착되는 코일(14)도 동일하며, 연결선으로 접속되어 각각 1개의 V상 코일, W상 코일이 되고, 각각의 일방단은 동력선의 V단자, W단자에 접속된다. U상 코일, V상 코일, W상 코일의 각각의 타방단은, 서로 접속되어 중성점이 된다.

[0028] 인슐레이터(16)는, 코일(14)의 최하층의 코일과 스테이터 코어(12)가 서로 마주 보는 사이에 배치되는 통상(筒狀) 형상을 가지는 절연체이다. 인슐레이터(16)는 접착 등의 고정 수단에 의해 스테이터 코어(12)에 고정된다. 이러한 인슐레이터(16)는, 전기 절연성을 가지는 시트를 소정의 형상으로 성형한 것을 이용할 수 있다. 전기 절연성을 가지는 시트로서는, 종이 외, 플라스틱 필름을 이용할 수 있다. 코일(14)의 절연 피막의 전기 절연 성능이 충분할 때에는 인슐레이터(16)를 생략해도 된다. 그 때에는, 코일(14)은 티스(22)의 주위면에 직접적으로 마주 보게 배치된다. 이하에서는, 인슐레이터(16)를 설치하는 것으로 한다.

[0029] 도 3, 도 4는, 2층 와인딩 코일인 코일(14)에 있어서의 도선의 권회의 방법을 나타내는 도면이다. 도 3은, 도 2의 B-B면을 따른 단면도이며, 도 4는, 도 2의 C 방향에서 본 도면이다. 도 4에, B-B면에 대응하는 B'-B' 선을 나타낸다.

[0030] 도 3, 도 4에 나타내는 바와 같이, 코일(14)에는, 단면 형상이 직사각형의 플랫 와이어를 이용한다. 티스(22)는, 직경 방향에 수직인 단면이 직사각형이며, 직경 방향을 따라 베이스측으로부터 선단측을 향해 직사각형의 둘레 방향을 따른 폭 치수가 점차 작아지는 테이퍼 형상을 가진다. 인슐레이터(16)는, 티스(22)의 형상을 따른 통 형상 부분(16a)과, 티스(22)를 통과하는 관통 구멍을 가지며 스테이터 요크(20)에 접촉하는 벽면 부분(16b)

을 포함하여 구성된다. 통 형상 부분(16a)의 축 방향을 따른 측면에는, 티스(22)의 테이퍼 형상에 코일(14)의 플랫 와이어 형상을 맞추도록, 계단 형상의 단차가 설치된다. 또한, 통 형상 부분(16a)의 축 방향의 양단측에는, 코일(14)의 만곡부에 맞춰 돌출되는 돌출부(17)가 설치된다. 이하에서는, 특별히 언급하지 않는 한, 통 형상 부분(16a), 벽면 부분(16b), 돌출부(17)를 구별하지 않고, 간단히 인슐레이터(16)라고 부른다.

[0031] 도 3, 도 4에서는, 총 와인딩 수=8의 코일(14)의 각 와인딩을 화살표가 포함된 숫자로 나타낸다. 예를 들면, 「화살표가 포함된 1」은, 와인딩 개시단(13)으로부터 시작되는 1와인딩째이며, 「화살표가 포함된 2」는, 1와인딩째에 이어지는 2와인딩째이다. 이하 마찬가지로 「화살표가 포함된 3」 등이 이어지고, 「화살표가 포함된 8」이 와인딩 종료단(15)에서 종료되는 8와인딩째이다. 「1-화살표-2」는, 1와인딩째부터 2와인딩째로 바뀌는 부분을 나타내고, 마찬가지로 「4-화살표-5」, 「5-화살표-6」 「7-화살표-8」은, 각각 4와인딩째부터 5와인딩째로 바뀌는 부분, 5와인딩째부터 6와인딩째로 바뀌는 부분, 7와인딩째로부터 8와인딩째로 바뀌는 부분을 나타낸다. 도 1, 도 5에 대해서도 마찬가지이다.

[0032] 2층 와인딩 코일인 코일(14)에 있어서, 티스(22)의 직경 방향을 따라 권회하여 배치되는 복수의 단에 대해, 도 3에 나타내는 바와 같이, 티스(22)의 스테이터 요크(20)측의 베이스측으로부터 선단측을 향해, 1단째, 2단째, 3단째, 4단째의 순으로 한다. 각 단에 있어서의 2층의 권회에 대해, 티스(22)측의 1와인딩 코일을 하층의 코일(60), 하층의 코일(60)의 외측의 1와인딩 코일을 표면층의 코일(70)이라고 부른다.

[0033] 도 3에 나타내는 바와 같이, 1단째는, 와인딩 개시단(13)으로부터 1와인딩째는 표면층의 코일(70)로서 권회되고, 1와인딩째에 이어지는 2와인딩째는 하층의 코일(60)로서 권회된다. 2단째는, 2와인딩째로부터 이어져 3와인딩째가 하층의 코일(60)로서 권회되고, 3와인딩째에 이어지는 4와인딩째는 표면층의 코일(70)로서 권회된다. 3단째는, 4와인딩째에 이어지는 5와인딩째는 표면층의 코일(70)로서 권회되고, 5와인딩째에 이어지는 6와인딩째는 하층의 코일(60)로서 권회된다. 4단째는, 6와인딩째로부터 이어져 7와인딩째가 하층의 코일(60)로서 권회되고, 7와인딩째에 이어지는 8와인딩째는 표면층의 코일(70)로서 권회되어, 와인딩 종료단(15)이 된다.

[0034] 이 와인딩 방법에서는, 동일한 단의 곳에서 하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 2층 와인딩이 행해지고, 상이한 단의 사이는, 하층의 코일(60)끼리, 또는 표면층의 코일(70)끼리 접속된다. 이에 따라, 2층 와인딩의 다수단의 배치에 있어서, 도선의 총 길이를 최단으로 할 수 있다. 그 반면, 동일한 단의 곳에서, 표면층의 코일(70)의 권회의 다음에 하층의 코일(60)의 권회를 행하므로, 도선을 티스(22)에 직접적으로 연속 와인딩하는 것이 어렵다. 이 와인딩 방법의 코일(14)은, 티스(22)에 직접적으로 권회하는 것 보다는, 미리 와인딩형(型) 등의 지그를 이용하여 도선을 성형하여 카세트 코일로 하고, 성형한 카세트 코일을 티스(22)에 장착하는 방식을 취하는 것이 바람직하다.

[0035] 도 4에 나타내는 바와 같이, 티스(22)의 선단측에서 본 상태는, 도 3의 와인딩 방법을 반영하여, 약간 복잡한 와인딩 형상이 된다. 도 4에 있어서, 2층 와인딩 코일인 코일(14)의 권회의 4모통이의 굴곡부(50a, 50b, 50c, 50d)는, 티스(22)의 직사각형 단면의 4모통이의 모서리부(52a, 52b, 52c, 52d)에 대응하는 개소이다. 굴곡부(50b, 50c, 50d)에서는, 각 권회에 대해 축 방향의 높이 위치는 가지런하게 되어 있다. 이에 대하여, 굴곡부(50a)에서는, 3와인딩째로부터 4와인딩째로 바뀌는 굴곡부와, 7와인딩째로부터 8와인딩째로 바뀌는 굴곡부의 축 방향을 따른 높이는, 4와인딩째로부터 5와인딩째로 바뀌는 굴곡부의 축 방향을 따른 높이와 상이하다. 이것은, 도 3에 나타내는 바와 같이, 3와인딩째로부터 4와인딩째로 바뀌는 부분과, 7와인딩째로부터 8와인딩째로 바뀌는 부분은, 하층의 코일(60)의 축 방향의 높이인 채이지만, 4와인딩째로부터 5와인딩째로 바뀌는 부분은, 표면층의 코일(70)의 높이의 상태가 되기 때문이다.

[0036] 도 5는, 도 3의 2단째의 권회 부분을 발출하여, 제 1 절연 수지층(30, 31), 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)의 배치 관계를 나타내는 도면이다. 도 5에서는, 인슐레이터(16)와 하층의 코일(60)의 사이의 간극, 하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 사이의 간극을 과장하여 넓게 나타낸다. 또한, 도 5에 있어서의 2단째에서는, 하층의 코일(60)은 「화살표가 포함된 3」의 코일이며, 표면층의 코일(70)은 「화살표가 포함된 4」의 코일이다.

[0037] 제 1 절연 수지층(30, 31)도 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)도 모두, 코일(14)의 이동을 방지하기 위해 설치된다. 제 1 절연 수지층(30, 31)은 코일(14)과 인슐레이터(16)의 사이를 고정하는 것에 비해, 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)은 코일(14)의 각 단의 표면층의 코일(70)의 사이를 국소적으로 고정한다. 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)이 표면층의 코일(70)을 전면적으로 덮지 않는 것은, 코일(14)을 노출시켜, 냉매 등과의 사이의 방열성을 향상시키기 위해서이다.

- [0038] 제 1 절연 수지층(30, 31)은, 하층의 코일(60)인 「화살표가 포함된 3」의 코일과 인슐레이터(16)의 사이에 형성된다. 제 1 절연 수지층(30)의 형성은, 코일(14)을 인슐레이터(16)에 장착한 후, 하층의 코일(60)과 인슐레이터(16)의 사이의 간극에 대해, 티스(22)의 선단측으로부터 소정의 액상의 수지를 주입, 적하 등의 수단으로 흘려 넣음으로써 행해진다. 소정의 액상의 수지로서는, 4단계부터 1단계까지의 전부의 하층의 코일(60)과 인슐레이터(16)의 사이의 간극에 넓게 침투하도록, 비교적 낮은 점도의 절연 수지를 이용하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 비교적 낮은 점도의 바니시를 이용할 수 있다. 절연 수지란, 전기 절연성을 가지는 수지이다.
- [0039] 제 1 절연 수지층(30)은, 인슐레이터(16)의 축 방향을 따른 측면과, 각 단의 하층의 코일(60)의 사이에 형성되고, 제 1 절연 수지층(31)은, 인슐레이터(16)의 돌출부(17)와 각 단의 하층의 코일(60)의 사이에 형성된다. 도 5의 예에서는 제 1 절연 수지층(30)과 제 1 절연 수지층(31)은 떨어져 형성되지만, 이것을 서로 접속해도 된다.
- [0040] 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)은, 표면층의 코일(70)인 「화살표가 포함된 4」의 코일의 4모통이의 굴곡부(50a, 50b, 50c, 50d)에 대응한 개소에 각각 국소적으로 형성된다. 굴곡부(50a)와 굴곡부(50b)의 사이, 굴곡부(50b)와 굴곡부(50c)의 사이, 굴곡부(50c)와 굴곡부(50d)의 사이, 굴곡부(50d)와 굴곡부(50a)의 사이에는 절연 수지층의 형성이 행해지지 않는다. 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)의 형성은, 각 단의 표면층의 코일(70)에 걸쳐 행해진다. 이에 따라, 2층 와인딩 코일(14)은, 각 단의 표면층의 코일(70)의 사이가 절연 수지에 의해 서로 접속된다. 여기서, 굴곡부(50a~50d)는, 코일(14)의 축 방향과 직경 방향과 둘레 방향에 걸친 개소이다. 따라서, 제 2 절연 수지층(40a~40d)을 4모통이의 굴곡부(50a~50d)에 설치함으로써, 예를 들면, 코일(14)의 직선부의 4곳에 설치하는 경우에 비해, 코일(14)의 이동을 보다 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0041] 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)은, 코일(14)의 표면층의 코일(70)의 외측으로부터 소정의 수지를 도포 등의 수단에 의해 배치하여 설치된다. 소정의 수지로서는, 비교적 높은 점도의 액상의 절연 수지, 반고체화 상태의 절연 수지, 가열에 의해 발포되는 발포성의 절연 수지, 가열에 의해 유동하여 고화(固化)되는 분체상의 절연 수지 등을 이용할 수 있다. 제 1 절연 수지층(30, 31)의 형성을 위한 수지의 흘려 넣기, 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)의 형성을 위한 배치가 종료되면, 수지의 고화를 위한 가열이 행해진다. 이 가열에 의해, 제 1 절연 수지층(30, 31)과, 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)은, 모두 고화되고, 코일(14)은, 각 단의 하층의 코일(60)이 인슐레이터(16)에 고정되어, 각 단의 표면층의 코일(70)이 서로 고정 상태로 접속된다.
- [0042] 2층 와인딩 코일의 와인딩 방법은, 도 3, 도 4에서 서술한 이외에도, 스테이터(10)의 사양에 따라 몇 개의 방식이 있다. 예를 들면, 1단계에 있어서 먼저 하층의 코일(60)을 티스(22)에 권회하고, 이에 이어서 하층의 코일(60)에 겹쳐 표면층의 코일(70)을 권회하고, 1단계의 표면층의 코일(70)로부터 2단계로 바뀌어 2단계의 하층의 코일(60)을 권회하고, 이에 이어서 2단계의 표면층의 코일(70)을 권회하고, 이것을 반복한다. 이 방식에 의하면, 도선의 총 길이는 약간 길어지지만, 카세트 코일로 하지 않고, 티스(22)측에 직접 와인딩 방식으로 코일(14)을 권회할 수 있다.
- [0043] 또한, 집합 도선과 같이, 2개의 도선을 겹쳐 한번에 권회하는 방식을 이용해도, 하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 2층 와인딩 코일로 할 수 있다. 이 방식에서는, 와인딩 개시단과 와인딩 종료단이 각각 2개의 도선이 되므로, 코일 엔드 등에 있어서 직렬 접속 또는 병렬 접속의 처리가 필요해지지만, 티스(22)측에 직접 와인딩 방식으로 권회할 수 있다.
- [0044] 또한, 각 단마다 하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)을 형성하는 방식을 취하지 않는 방식도 있다. 그 방식에서는, 하층의 코일(60)을 티스(22)의 베이스측으로부터 선단측을 향해 소정의 단수로 권회하고, 이에 이어서, 표면층의 코일(70)을 티스(22)의 선단측으로부터 베이스측을 향해 소정의 단수로 권회한다. 이 방식에서는, 2층 와인딩의 경우, 와인딩 개시단과 와인딩 종료단이 모두 티스(22)의 베이스측이 되지만, 티스(22)측에 직접 와인딩 방식으로 권회할 수 있다.
- [0045] 상기에서는 2층 와인딩에 대해 서술했지만, 다층 와인딩에 있어서도 마찬가지로 몇 개의 다층 와인딩의 방식이 있고, 방식에 따라서는 티스(22)측에 직접 와인딩이 어려워, 카세트 코일로 성형하여 이용하는 경우가 있다. 또한, 방식에 따라, 굴곡부(50a) 등에서 각 단의 코일의 축 방향의 높이가 가지런하지 않게 되는 일이 발생한다. 도 1, 도 2, 도 5에서 서술한 제 1 절연 수지층(30, 31)과 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)은, 어느 다층 와인딩의 방식을 이용해도 적용이 가능하다.
- [0046] 도 5에 나타내는 바와 같이, 하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 사이의 간극에는, 제 1 절연 수지층(30, 31)은 형성되지 않고, 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)도 형성되지 않는다. 하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 접속부(54)는 짧은 길이이므로, 그 강성은 매우 높고, 하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 사이

가 간극인 채라도, 코일(14)의 이동을 방지할 수 있다.

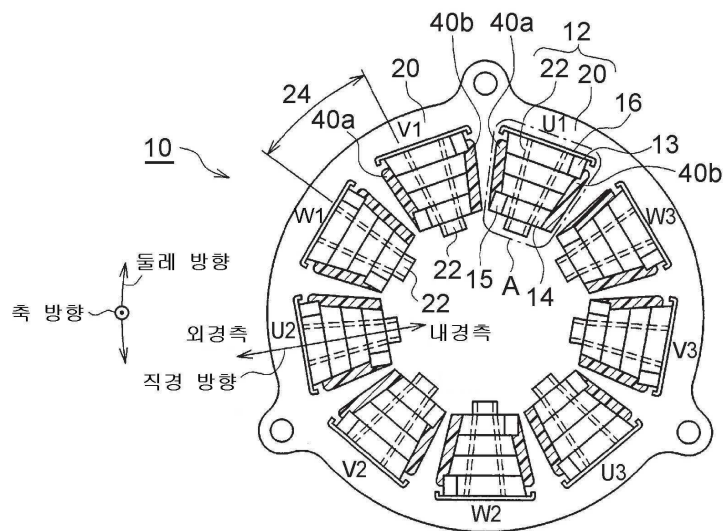
- [0047] 2층 와인딩의 코일(14)에 대해, 도 6에 그 것을 모식적으로 나타낸다. 2층 와인딩의 코일(14)에서는, 제 1 절연 수지층(30, 31)에 의해 하층의 코일(60)이 인슐레이터(16)에 고정되고, 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)에 의해 표면층의 코일(70)은 복수단의 사이에서 고정되어 일체화되어 있다. 표면층의 코일(70)과 하층의 코일(60)의 사이는, 접속부(54)로 접속되므로, 접속부(54)가 하층의 코일(60)에 대한 표면층의 코일(70)의 이동의 저항으로서 작용한다. 접속부(54)의 길이가 짧은 등으로 저항으로서의 강성이 충분하게 높으면, 표면층의 코일(70)의 하층의 코일(60)에 대한 이동을 방지할 수 있다.
- [0048] 코일(14)의 총 와인딩 수가 증가하여 층수나 단수가 커져, 접속부(54)의 수가 많아져 그 길이가 길어지는 등에 의해 접속부(54)의 강성이 진동 등의 외력에 대해 상대적으로 낮아지면, 하층의 코일(60)에 대한 표면층의 코일(70)의 이동의 방지가 불충분해질 우려가 있다. 예시로서, 4층 와인딩의 코일(80)에 대해, 도 7에 그 것을 모식적으로 나타낸다.
- [0049] 도 8의 코일(80)은, 4층 와인딩이므로, 티스(22)측에 가장 가까이 배치되고, 제 1 절연 수지층(30, 31)에 의해 고정되는 1와인딩 코일을 최하층의 코일(60)이라고 부른다. 또한, 가장 표면측에 배치되어, 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)에 의해 각 단의 권회가 서로 고정되는 1와인딩 코일을 표면층의 코일(70)이라고 한다. 최하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 사이에 배치되는 2개의 1와인딩 코일을 중간층의 코일(61, 62)이라고 부른다. 도 8의 코일(80)은, 최하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 사이가, 3개의 접속부(54, 55, 56)에 의해 접속되므로, 도 6의 코일(14)에 비해, 최하층의 코일(60)과 표면층의 코일(70)의 사이를 접속하는 강성이 낮아진다. 이에 따라, 최하층의 코일(60)에 대한 표면층의 코일(70)의 이동의 방지가 불충분해질 우려가 있다.
- [0050] 도 8에 나타내는 코일(82)은, 4층 와인딩 코일에 있어서, 최하층의 코일(60)에 대한 표면층의 코일(70)의 이동을 효과적으로 방지할 수 있는 구조의 예를 나타내는 도면이다. 여기서는, 제 2 절연 수지층(42a, 42b, 42c, 42d)은, 굴곡부(50a, 50b, 50c, 50d)에 대해, 표면층의 코일(70)뿐만 아니라, 이것보다 하층측의 중간층의 코일(62, 61), 최하층의 코일(60)의 사이에도 형성된다. 즉, 제 2 절연 수지층(42a, 42b, 42c, 42d)은, 표면층의 코일(70)과 중간층의 코일(62)의 사이, 중간층의 코일(62)과 중간층의 코일(61)의 사이, 중간층의 코일(61)과 최하층의 코일(60)의 사이에도, 각각 형성된다. 이에 따라, 표면층의 코일(70)은, 중간층의 코일(62, 61)을 개재하여 제 2 절연 수지층(42a, 42b, 42c, 42d)에 의해 최하층의 코일(60)에 고정되므로, 표면층의 코일(70)의 최하층의 코일(60)에 대한 이동을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0051] 제 2 절연 수지층(42a, 42b, 42c, 42d)은, 코일(82)의 표면층의 코일(70)의 외측으로부터 소정의 수지를 도포 등의 수단에 의해 배치하여 행해진다. 소정의 수지로서는, 도 5, 도 6에서 서술한 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)와 비교하여, 적당히 점도가 낮은 액상의 절연 수지가 이용된다. 이 경우에도, 제 2 절연 수지층(42a, 42b, 42c, 42d)은 서로 분리하여 배치되고, 그 분리 영역에 있어서는, 표면층의 코일(70), 중간층의 코일(62, 61), 최하층의 코일(60)의 표면층측의 면은, 절연 피막된 도선의 상태로 노출된다. 이에 따라, 냉매 등에 의한 냉각 성능을 확보할 수 있다.
- [0052] 도 9에 나타내는 코일(84)은, 4층 와인딩 코일에 있어서, 최하층의 코일(60)에 대한 표면층의 코일(70)의 이동을 효과적으로 방지할 수 있는 별도의 구조의 예를 나타내는 도면이다. 도 9는, 도 7의 D-D선을 따른 단면도이다. 도 8에 있어서의 제 2 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)에 대해서는, D-D선을 따른 단면도에서는 나타나지 않으므로, 2점 쇄선으로 나타낸다.
- [0053] 도 9에 나타내는 바와 같이, 제 2 절연 수지층(44)은, 도 8에서 서술한 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)의 부분에 추가하여, 코일(84)의 스테이터 요크(20)측의 벽면과 인슐레이터(16)의 벽면 부분(16b)의 사이에 형성되는 부가적인 절연 수지층(46)을 포함한다. 부가적인 절연 수지층(46)은, 절연 수지층(40a, 40b, 40c, 40d)의 각각과, 제 1 절연 수지층(30, 31)과 일체적으로 접속되어 형성된다. 이에 따라, 표면층의 코일(70)은, 부가적인 절연 수지층(46)을 개재하여 최하층의 코일(60)에 고정되므로, 표면층의 코일(70)의 최하층의 코일(60)에 대한 이동을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0054] 도 8, 도 9는, 4층 와인딩 코일에 대해 서술했지만, 이 경우에 한정되지 않고, 코일(14)의 총 와인딩 수가 증가하여 층수나 단수가 커져, 접속부(54)의 수가 많아져 그 길이가 길어지는 등에 의해 접속부(54)의 강성이 진동 등의 외력에 대해 상대적으로 낮아지는 경우에 적용 가능하다. 예를 들면, 2층 와인딩의 경우에도, 와인딩 방법의 이유 등으로, 접속부(54)의 강성을 증가시킬 필요가 있을 때에는, 도 8, 도 9에서 서술한 방법을 적절히 적용해도 된다.

[0055]

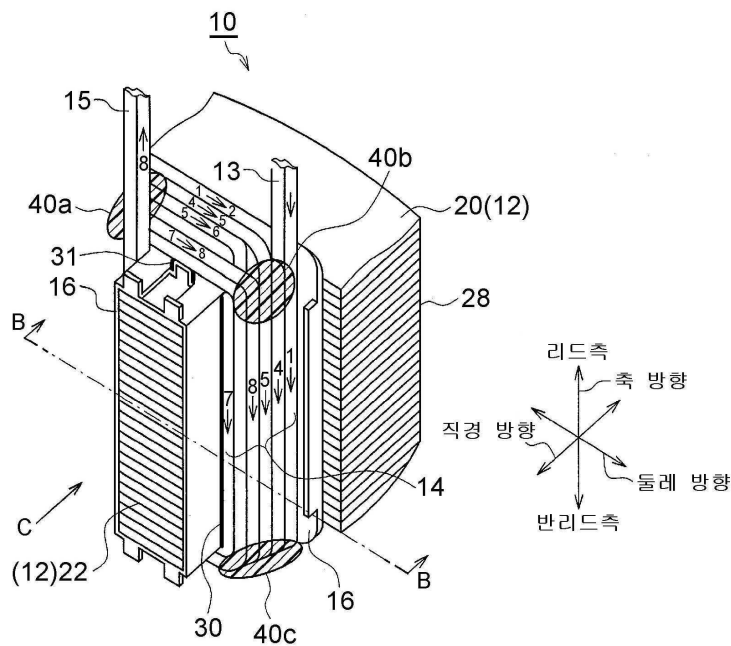
도 10에 나타내는 스테이터(11)는, 도 1의 구성에 관한 변형예이다. 스테이터(11)에 있어서는, 제 2 절연 수지층(48)은, 동일 슬롯(24)에 배치된 2개의 코일(14)에 대해, 서로 마주 보는 굴곡부에 걸쳐 형성된다. 도 10에는 리드측으로서, 도 4에서 진술한 4개의 굴곡부(50a, 50b, 50c, 50d) 중, 동일 슬롯(24) 내의 2개의 코일(14)에 있어서 서로 마주 보는 2개의 굴곡부(50a, 50b)에 걸쳐 형성되는 제 2 절연 수지층(48)이 나타난다. 도 10에서는 도시되지 않지만, 반리드측에서는, 동일 슬롯(24) 내의 2개의 코일(14)에 있어서 서로 마주 보는 2개의 굴곡부(50c, 50d)에 걸쳐 형성되는 제 2 절연 수지층(49)이 나타난다. 도 10의 구성을 이용함으로써, 절연 수지의 사용량을 삭감할 수 있어, 절연 수지의 도포 등의 공정 수를 더 삭감할 수 있다.

도면

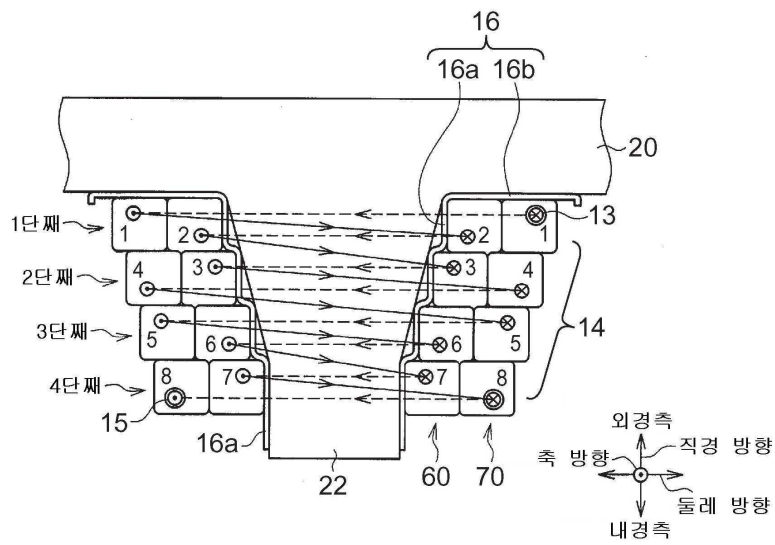
도면1



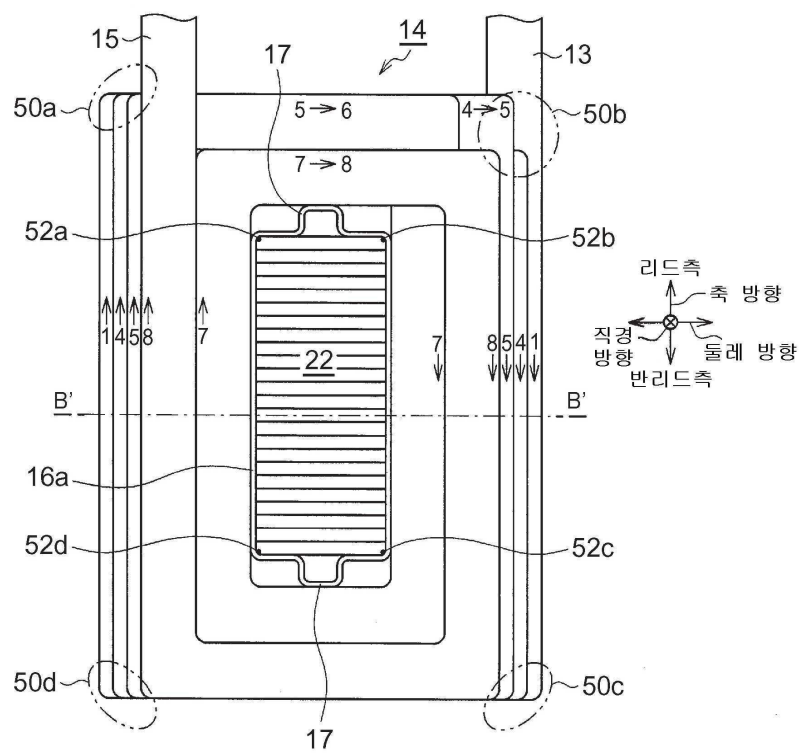
도면2



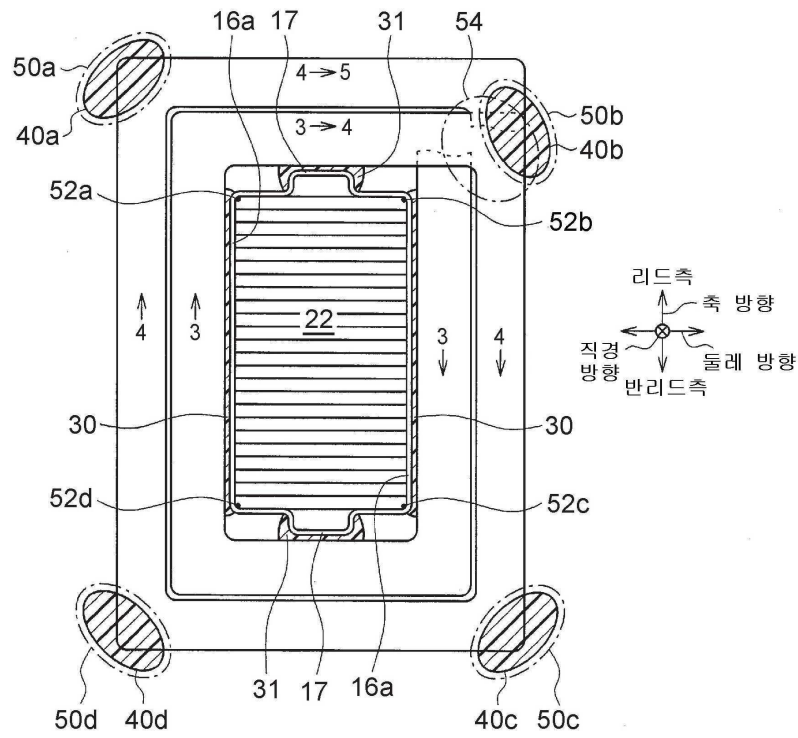
도면3



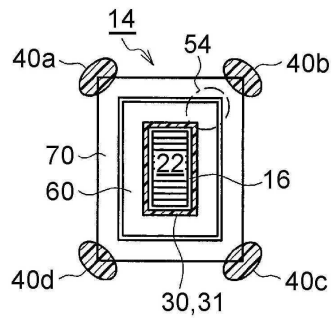
도면4



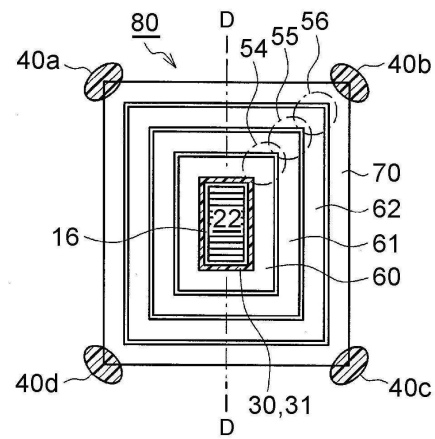
도면5



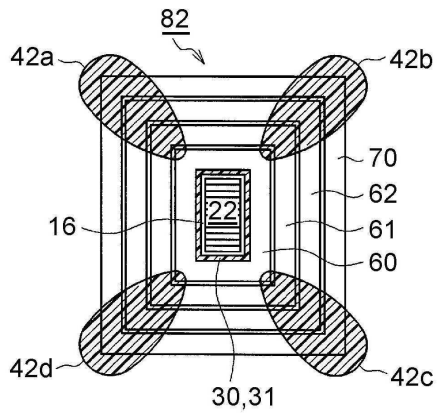
도면6



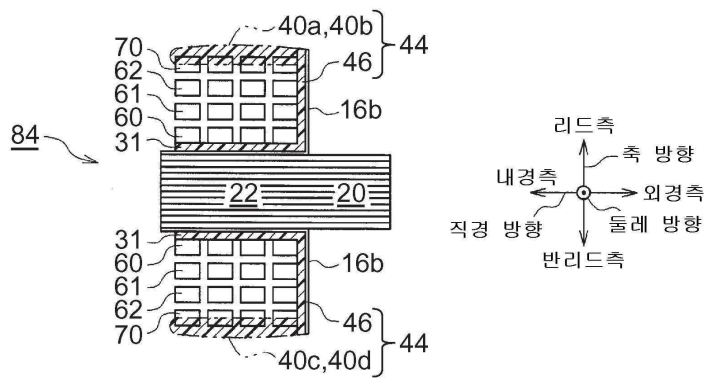
도면7



도면8



도면9



도면10

