



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월05일
(11) 등록번호 10-2726257
(24) 등록일자 2024년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 7/42 (2006.01) G01K 1/02 (2021.01)
H01B 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 7/423 (2013.01)
G01K 1/02 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2022-0142706
(22) 출원일자 2022년10월31일
심사청구일자 2022년10월31일
(65) 공개번호 10-2024-0061242
(43) 공개일자 2024년05월08일
(56) 선행기술조사문헌
JP2008288200 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한국생산기술연구원
충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
(72) 발명자
이재욱
대구광역시 달서구 조암로6길 20, 월성푸르지오
108동 801호
성지현
대구광역시 수성구 교학로 65, 108동 2105호 (만
촌동, 만촌 삼성 그린코아 에듀파크)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
차형석

전체 청구항 수 : 총 5 항

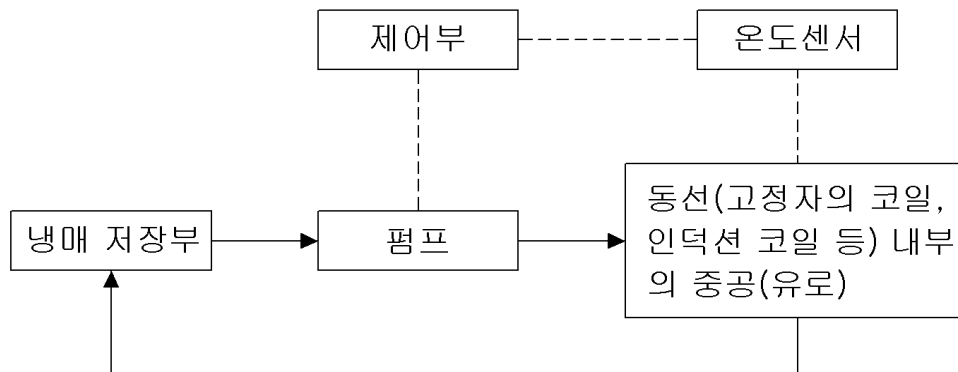
심사관 : 김은경

(54) 발명의 명칭 길이 방향으로 연속된 중공 유로를 갖고 이 중공 유로를 통해서 냉매가 순환하며 표피를 통해서 교류가 흐르는 동선을 갖는 교류용 전기 기기

(57) 요약

본 발명은 교류 전류가 동선을 따라 흐를 때 동선의 표피(skin)를 통해서 흐른다는 사실에 착안하여, 동선의 직경을 크게 하고 동선의 내부를 중공으로 하되 이 중공을 통해 냉매가 순환되도록 함으로써, 전류 밀도를 높이는 것과 냉각 효과를 모두 얻을 수 있다.

대표도 - 도1



- | | |
|--|---|
| <p>(52) CPC특허분류
H01B 1/026 (2013.01)</p> <p>(72) 발명자
김건우
대구광역시 달성군 유가면 테크노북로9길 16, 101동 2203호 (우미린더포레스트)</p> <p>김다혜
경기도 구리시 장자대로111번길 56, 상록아파트 505동 301호</p> <p>김우성
대구광역시 동구 송라로16길 11 동대구반도유보라 104동 1901호</p> <p>정효연
울산광역시 남구 테크노산업로29번길 40, 206호</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌
JP2014011221 A*
JP2015023133 A*
JP2021502673 A*
KR1019950001295 B1*
KR1020170076304 A*
KR1020210045776 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> |
|--|---|

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415181480
과제번호	20022006
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자시스템산업기술개발사업
연구과제명	DfAM기반 Cu부품 고효율화 설계기술 및 적층제조기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)대건테크
연구기간	2022.07.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

동선을 통해서 교류 전원을 공급받는 전기 기기에 있어서,
 상기 동선은,
 동선의 길이 방향을 따라 길게 연속되도록 형성되고, 교류 전류가 흐르는 동선 몸체(11); 및,
 동선 몸체(11)의 내부에서 상기 길이방향을 따라 길게 연속적으로 형성된 중공(12);을 포함하고,
 상기 중공(12)의 한쪽 끝단에는 유입구가 형성되고 다른쪽 끝단에는 유출구가 형성되며, 중공(12)은 유입구와 유출구를 연결하도록 형성되어 유로를 이루며,
 냉매가 유입구를 통해 유입되어 유로를 따라 흐르면서 동선을 냉각한 후 유출구를 통해서 배출되고,
 상기 전기 기기는 전기모터이고,
 상기 동선(10)은 전기모터 고정자(110)의 티스(120, teeth)에 집중권으로 권취되며,
 중공을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 외부면(15)과 내부면(14) 사이의 두께(t)는 침투 깊이(δ) 이상이고,
 침투 깊이(δ)는 아래 식으로 계산되며,
 상기 동선은 사각 단면을 갖는 각동선이고,
 상기 집중권은 1회 권취된 부분(21)과, 2회 권취된 부분(22) 및, 연결부(23)를 포함하며, 연결부(23)는 1회 권취된 부분(21)과 2회 권취된 부분(22)을 연결하고, 1,2회 권취된 부분(21)(22)과 연결부(23)는 삽입부(24)를 형성하며, 2회 권취된 부분(22)은 고정자(110)의 중심을 향하고 1회 권취된 부분(21)은 고정자(110)의 내주면을 향하며, 1회 권취된 부분(21)의 양쪽 중에서 적어도 어느 한쪽은 삽입부(24)를 향한 경사면(25)을 갖고, 이 경사면(25)은 삽입부(24)에 티스(120)가 잘 삽입되도록 가이드하는 역할을 하며,
 서로 인접한 두 개의 동선(10)에서 교류가 동일한 방향으로 흐르는 경우에 상기 중공(12)은 두 동선이 마주보는 쪽으로 편심되도록 형성되고,
 서로 인접한 두 개의 동선(10)에서 교류가 반대방향으로 흐르는 경우에는 중공(12)이 상기 마주보는 쪽의 반대 쪽으로 편심되도록 형성된 것을 특징으로 하는 교류용 전기 기기.

[식]

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu \sigma}}$$

위 식에서,

δ : 침투 깊이(m)

f : 교류의 주파수(Hz)

σ : 동선의 도전율(전도율) (S/m)

μ : 동선의 투자율(H/m)

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 전기 기기는,

냉매가 저장되는 냉매 저장부;

냉매 저장부로부터 냉매를 공급받아서 동선(10)에 공급하는 펌프;

동선(10) 또는 냉매의 온도를 측정하는 온도 센서; 및,

온도센서로부터 전달된 동선(10)의 온도 또는 냉매의 온도에 따라 펌프의 작동을 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 교류용 전기 기기.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유입구와 유출구는 고정자의 상단 또는 하단으로부터 소정 간격 이상 이격된 곳에 형성되고,

상기 소정 간격은 유입구와 유출구가 전기모터의 작동에 영향을 주지 않는 거리인 것을 특징으로 하는 교류용 전기 기기.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 중공(12)을 가로지르는 다수 개의 세선(13)이 형성되고, 세선(13)의 양쪽 끝단은 동선 몸체(11)와 연결되며, 세선(13)은 중공 양측 부분의 동선 몸체(11)의 열을 전달하는 것을 특징으로 하는 교류용 전기 기기.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

서로 인접한 두 개의 동선(10)에서 교류가 동일한 방향으로 흐르는 경우에 중공(12)을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 내부면(14)은 상기 마주보는 쪽의 반대쪽이 중공(12)쪽으로 볼록하게 되고 마주보는 쪽은 바깥쪽으로 볼록하게 되고,

서로 인접한 두 개의 동선에서 교류가 반대방향으로 흐르는 경우에 중공(12)을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 내부면(14)은 상기 마주보는 쪽이 중공(12)쪽으로 볼록하게 되고 마주보는 쪽의 반대쪽은 바깥쪽으로 볼록하게 되는 것을 특징으로 하는 교류용 전기 기기.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 전기모터, 인덕션 가열기구와 같은 교류용 전기 기기에 대한 것으로서, 더욱 구체적으로는 동선의 직경을 크게 하고 동선의 내부를 중공으로 하되, 이 중공을 통해서 냉매가 순환되도록 함으로써 전류 밀도를 높이

[0001]

는 것과 냉각 효과를 모두 얻을 수 있는 교류용 전기 기기에 대한 것이다.

배경 기술

- [0002] 교류는 그 주파수가 커질수록 동선(구리선)의 표피를 통해서 흐르는 특성을 갖고 있는데, 이를 표피 효과(skin effect)라고 한다. 이에 따라, 동선의 직경이 크더라도 대부분의 교류 전류는 동선의 외부표면에서부터 침투 깊이(δ)까지의 부분을 통해서 흐르고 침투 깊이(δ) 보다 안쪽의 동선 부분은 교류 전류의 흐름에 기여하지 못한다.
- [0003] 교류에 의해 작동되는 전기모터의 토크는 자속밀도와 전류밀도의 곱으로 계산될 수 있다. 따라서, 전류 밀도가 높아질수록 토크가 커지므로 큰 출력을 낼 수 있지만, 전류 밀도가 높을수록 동선의 온도가 상승하여 모터 효율이 떨어지고 손실이 커진다는 문제점이 있다.
- [0004] 이 문제점을 해결하기 위해, 구리 세션(가는 구리선)을 고정자에 권취하거나 박판 동선(박판으로 만든 동선)을 권취하기도 한다. 구리 세션과 박판 동선은 전기 저항을 줄이고 전류 밀도를 높일 수 있으므로 이를 이용한 전기 모터는 큰 출력을 낼 수 있지만, 냉각에 불리하다는 문제점을 갖고 있다.
- [0005] 한편, 인덕션 조리기구는 전자유도 가열 원리를 이용한 것으로서, 교류 전류가 흐르는 코일 속에 위치한 도전체(금속 용기)가 전자유도작용에 의하여 도전체에 생기는 와전류손실에 의한 발열과, 히스테리시스 손실에 의하여 도전체에 생기는 발열(자성재료의 각 분자가 교류자속에 의하여 진동, 마찰하기 때문에 발생하는 열량)에 의하여 급속하게 가열되는 현상을 이용한 것이다.
- [0006] 인덕션 조리기구의 코일을 구리 단선으로 만들면 교류 전류 크기가 커질수록 표피 효과로 인해 손실과 발열이 커진다는 문제점이 있다.
- [0007] 이 문제점을 해결하기 위해, 여러 가닥의 구리 세션을 꼬아서 구리 연선을 만들고 이 구리 연선으로 코일을 만드는 방안이 제안된 바 있다. 이 코일은 구리 단선으로 만든 코일 보다 전기 저항이 작고 전류 밀도를 높일 수 있다는 장점을 갖고 있지만, 발열 문제를 여전히 갖고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 동선의 직경을 크게 하고(예를 들어, 후판 동선) 동선의 내부를 중공으로 하되 중공을 통해서 냉매가 흐르도록(또는 순환되도록) 함으로써, 전류 밀도를 높이는 것과 냉각 효과를 모두 얻을 수 있는 교류용 전기 기기를 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0009] 본 발명의 또 다른 목적은 표피 효과 뿐만 아니라, 근접 효과와 링 효과도 고려한 교류용 동선을 갖는 전기 기기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명에 따른 교류용 전기 기기는 중공(12)이 내부에 형성된 동선(10)을 통해서 교류 전원을 공급받는다.
- [0011] 상기 동선(10)은, 동선(10)의 길이 방향을 따라 길게 연속되도록 형성되고 교류 전류가 흐르는 동선 몸체(11); 및, 동선 몸체(11)의 내부에서 상기 길이방향을 따라 길게 연속적으로 형성된 중공(12);을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 중공(12)의 한쪽 끝단에는 유입구가 형성되고 다른쪽 끝단에는 유출구가 형성되며, 중공(12)은 유입구와 유출구를 연결하도록 형성되어 유로를 이룬다. 냉매가 유입구를 통해 유입되어 유로를 따라 흐르면서 동선을 냉각한 후 유출구를 통해서 배출될 수 있다.
- [0013] 상기 전기 기기는, 냉매가 저장되는 냉매 저장부; 냉매 저장부로부터 냉매를 공급받아서 동선(10)에 공급하는 펌프; 동선(10) 또는 냉매의 온도를 측정하는 온도 센서; 및, 온도센서로부터 전달된 동선(10)의 온도 또는 냉매의 온도에 따라 펌프의 작동을 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 전기 기기는 전기모터일 수 있다. 이 경우, 동선(10)은 전기모터 고정자(110)의 티스(120, teeth)에 집중 권 또는 분산권으로 권취될 수 있다. 중공을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 외부면(15)과 내부면(14) 사이의 두께(t)는 침투 깊이(δ) 이상일 수 있다. 그리고, 침투 깊이(δ)는 아래 식으로 계산될 수 있다.

[0015] [식]

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu \sigma}}$$

[0016]

[0017] 위 식에서,

[0018] δ : 침투 깊이(m)

[0019] f : 교류의 주파수(Hz)

[0020] σ : 동선의 도전율(전도율) (S/m)

[0021] μ : 동선의 투자율(H/m)

[0022] 바람직하게, 상기 유입구와 유출구는 고정자의 상단 또는 하단으로부터 소정 간격 이상 이격된 곳에 형성된다. 상기 소정 간격은 유입구와 유출구가 전기모터의 작동에 영향을 주지 않는 거리일 수 있다.

[0023] 상기 전기 기기는 교류에 의해 발열되는 인덕션 가열기구일 수 있다. 이 경우, 동선(10)은 인덕션에 설치되는 코일(210)을 이룰 수 있다. 이 코일(210)에서, 중공(12)을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 외부면(15)과 내부면(14) 사이의 두께(t)는 침투 깊이(δ) 이상인 것이 바람직하다.

[0024] 바람직하게, 상기 중공(12)을 가로지르는 다수 개의 세선(13)이 형성될 수 있다. 세선(13)의 양쪽 끝단은 동선 몸체(11)와 연결되며, 세선(13)은 중공 양측 부분의 동선 몸체(11)의 열을 전달할 수 있다.

[0025] 서로 인접한 두 개의 동선(10)에서 교류가 동일한 방향으로 흐르는 경우, 상기 중공(12)은 두 동선이 마주보는 쪽으로 편심되도록 형성될 수 있다. 그리고, 서로 인접한 두 개의 동선(10)에서 교류가 반대방향으로 흐르는 경우에는 중공(12)이 상기 마주보는 쪽의 반대쪽으로 편심되도록 형성될 수 있다.

[0026] 서로 인접한 두 개의 동선(10)에서 교류가 동일한 방향으로 흐르는 경우에 중공(12)을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 내부면(14)은 상기 마주보는 쪽의 반대쪽이 중공(12)쪽으로 볼록하게 되고 마주보는 쪽은 바깥쪽으로 볼록하게 될 수 있다. 그리고, 서로 인접한 두 개의 동선에서 교류가 반대방향으로 흐르는 경우에 중공(12)을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 내부면(14)은 상기 마주보는 쪽이 중공(12)쪽으로 볼록하게 되고 마주보는 쪽의 반대쪽은 바깥쪽으로 볼록하게 될 수 있다.

[0027] 동선(10)이 일측으로 벤딩된 경우, 상기 벤딩된 부분의 중공(12)은 일측의 반대 방향으로 편심되도록 형성될 수 있다.

[0028] 상기 중공(12)을 둘러싸는 동선 몸체(11)의 내부면(14) 중에 상기 일측의 내부면(14)은 중공(12)을 향해서 볼록하게 형성되고 상기 일측의 반대방향쪽 내부면(14)은 바깥쪽을 향해서 볼록하게 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명은 다음과 같은 효과를 가진다.

[0030] 첫째, 동선의 직경을 크게 하고(예를 들어, 후관 동선) 동선의 내부를 중공으로 하되 이 중공을 통해 냉매가 흐르도록(또는 순환되도록) 함으로써, 전류 밀도를 높이는 것과 냉각 효과를 모두 얻을 수 있는 교류용 전기 기기를 제공한다.

[0031] 둘째, 교류용 동선의 표피 효과 뿐만 아니라 근접 효과와 링 효과도 고려한 전기 기기를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전기 기기의 동선을 냉각하기 위한 구성을 보여주는 도면.

도 2a는 동선(각동선)의 단면을 보여주는 도면.

도 2b는 동선의 변형예(원형 동선)를 보여주는 도면.

도 3a와 도 3b는 각각 서로 마주보는 동선에 서로 다른 방향으로 전류가 흐르는 경우의 단면을 보여주는 도면.

도 4a와 도 4b는 각각 서로 마주보는 동선에 동일한 방향으로 전류가 흐르는 경우의 단면을 보여주는 도면.

도 5는 한쪽으로 벤딩된 동선을 보여주는 도면.

도 6은 도 5의 VI-VI' 단면도.

도 7a는 본 발명에 따른 동선(각동선)으로 만들어진 헤어핀이 분산권으로 고정자에 설치된 것을 보여주는 사시도.

도 7b는 도 7a의 헤어핀이 연속적으로 설치되는 구조를 보여주는 사시도.

도 7c는 도 7a의 고정자와 헤어핀을 다른 방향에서 보여주는 사시도.

도 8a는 헤어핀이 분산권으로 고정자에 설치 완료된 것을 보여주는 사시도.

도 8b는 도 8a의 고정자와 헤어핀을 다른 방향에서 바라본 사시도.

도 9a는 본 발명에 따른 동선(각동선)으로 만들어진 집중권을 보여주는 사시도.

도 9b는 도 9a의 동선(집중권)이 고정자의 티스(teeth)에 설치된 것을 보여주는 사시도.

도 9c는 고정자에 동선 설치가 완료된 것을 보여주는 사시도.

도 9d는 도 9c에서 고정자를 생략하고 동선만을 보여주는 사시도.

도 10a는 본 발명에 따른 동선(각동선)으로 만들어진 인덕션 코일을 보여주는 사시도.

도 10b는 인덕션 코일의 끝 부분을 보여주는 사시도.

도 10c는 피가열체가 인덕션 코일에 설치된 것을 보여주는 사시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 첨부된 도면들을 참조로 본 발명에 대해서 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 실시예들에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 교류용 전기 기기의 동선을 냉각하기 위한 구성을 보여주는 도면이다. 도 1에서 실선은 냉매의 이동을 나타내고 점선은 각종 데이터 및/또는 제어 신호의 흐름을 나타낸다.
- [0035] 상기 전기 기기는 내부에 중공(유로)이 형성된 동선과, 중공(유로)에 냉매를 공급하는 펌프와, 냉매가 저장된 냉매 저장부와, 동선의 온도를 측정하여 제어부에 그 신호(온도 데이터)를 전송하는 온도센서 및, 온도 데이터에 따라 펌프의 작동을 제어하는 제어부를 구비할 수 있다.
- [0036] 상기 동선은 전기모터나 인덕션 가열기구와 같은 전기 기기에 교류 전원을 공급하는 전원선일 수 있다. 동선의 내부에는 동선의 길이방향을 따라 중공(유로)이 길게 연속적으로 형성된다. 동선에 대해서는 아래에서 상세히 설명될 것이다.
- [0037] 냉매는 상기 중공(유로)을 통해 이동하면서 동선을 냉각시킨다. 냉매는 물, 오일(예를 들어, 절연유), 공기일 수 있지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 이 기술분야에서 공지된 냉매가 사용될 수도 있다.
- [0038] 온도센서는 동선의 온도를 측정후 그 신호(온도 데이터)를 제어부에 전송한다. 한편, 온도센서는 중공의 유출구에서 배출되는 냉매의 온도를 측정하거나 동선과 냉매의 온도를 함께 측정할 수도 있다. 또한, 온도센서는 유입구에서의 냉매 온도와 유출구에서의 냉매 온도를 모두 측정하고, 제어부는 이 두 곳에서의 온도와, 온도 차이를 이용하여 펌프를 제어할 수도 있다.
- [0039] 제어부는 온도센서가 측정된 온도에 대응하여 펌프의 작동을 제어한다. 예를 들어, 상기 온도가 정상 온도 범위의 상한 보다 높으면 펌프의 냉매 배출량을 증가시켜 더 많은 냉매가 중공에 공급되도록 하고 상기 온도가 정상 온도 범위의 하한 보다 낮으면 펌프의 냉매 배출량을 감소시키거나 펌프의 작동을 중지시킬 수 있다.
- [0040] 바람직하게, 상기 제어는 PID 제어(proportional integral derivative control)일 수 있다. 이에 따라, 제어부는 사용자 등이 설정한 냉매의 목표 온도와 실제 측정된 온도의 차이를 계산하고, 이 차이에 따른 제어 신호를

펌프에 전송할 수 있다.

[0041] 한편, 도 2a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 동선(각동선)의 단면을 보여주는 도면이다.

[0042] 동선(10)은 동선 몸체(11)와 중공(12)을 포함한다.

[0043] 동선 몸체(11)는 동선(10)의 길이 방향으로 길게 연속되도록 형성된다. 동선 몸체(11)는 사각 단면, 예를 들어 직사각 단면을 가질 수 있지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 그리고, 동선 몸체(11)는 구리 또는 구리 합금으로 이루어질 수 있지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명에서 교류 전류는 동선 몸체(11)를 통해서 흐른다.

[0044] 그리고, 도면에는 도시되지 않았지만, 동선 몸체(11)의 적어도 내부면(14)(중공에 세선(13)이 형성된 경우에는 세선(13)도 포함함)은 절연 물질로 코팅될 수도 있다. 이 코팅은 냉매로서 물과 같은 전기 전도성 유체가 사용되는 경우에 필요할 수 있다.

[0045] 동선 몸체(11)의 내부면(14)과 외부면(15) 사이의 두께(t)는 침투 깊이(δ) 이상인 것이 바람직하다. 만약, 두께(t)가 침투 깊이(δ) 보다 작으면 교류 전류의 흐름에 장애물이 되기 때문이다.

[0046] 본 발명에서 침투 깊이(δ)는 아래 식으로 계산될 수 있다.

[0047] [식]

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu \sigma}}$$

[0048]

[0049] 위 식에서,

[0050] δ : 침투 깊이(m)

[0051] f : 교류의 주파수(Hz)

[0052] σ : 동선의 도전율(전도율) (S/m)

[0053] μ : 동선의 투자율(H/m)

[0054] 중공(12)은 동선 몸체(11)의 내부에서 동선(10)의 길이 방향을 따라 길게 연속적으로 형성될 수 있다. 중공(12)의 길이는 동선(10)의 길이와 동일할 수 있다. 그리고, 중공(12)의 한쪽 끝단에는 유입구가 형성되고 다른쪽 끝단에는 유출구가 형성될 수 있다. 즉, 유입구를 통해서 냉매가 중공(유로)에 유입되고 유출구를 통해서 냉매가 중공(유로)로부터 배출된다.

[0055] 상기 유입구와 유출구는 전기 기기의 정상 작동을 방해하지 않는 곳에 형성되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 동선(10)이 전기모터 고정자(110)에 권취되는 경우 전기모터의 작동에 영향을 주지 않도록 유입구와 유출구가 고정자의 상단, 하단, 또는 고정자의 측면으로부터 소정 간격 이상 이격된 곳에 형성되는 것이 바람직하다.

[0056] 그리고, 중공(유로)을 통한 냉매의 흐름 방향은 전류의 흐름 방향과는 별도로 정해질 수 있다. 따라서, 냉매의 흐름 방향은 전류 흐름방향과 동일하거나 반대방향일 수 있다.

[0057] 중공(12)은 동선(10)의 단면 형상과 형합하도록 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 2a와 같이 동선(10)이 직사각 단면인 경우에는 중공(12)도 직사각 단면을 갖도록 형성될 수 있고, 도 2b와 같이 동선(10)이 원형 단면인 경우에는 중공(12)도 원형 단면을 갖도록 형성될 수 있다.

[0058] 한편, 중공(12)은 동선(10)의 단면 형상과는 다른 단면 형상을 가질 수도 있는데, 이에 대해서는 아래에서 설명하기로 한다.

[0059] 바람직하게, 중공(12)에는 세선(13)이 형성될 수 있다. 세선(13)은 중공(12)을 가로지르도록 형성된 것으로서, 세선(13)의 한쪽 끝단은 중공(12)의 일측(내부면의 일측)에 연결되고 세선(13)의 다른쪽 끝단은 중공(12)의 타측(내부면의 타측)에 연결될 수 있다. 세선(13)은 동선 몸체(11)에서 발생된 열을 다른 부분으로 전달하는 역할과, 동선 몸체(11)를 지지하는 역할을 할 수 있다. 세선(13)은 동선 몸체(11)의 소재와 동일한 소재, 예를 들어 구리로 만들어질 수 있다. 그리고, 세선(13)은 DfAM으로 동선 몸체(11)와 중공(12)을 만들 때 함께 만들어진다.

[0060] 세선(13)은 '가는 선'을 의미하지만, 본 명세서에서는 반드시 가는 선만을 의미하지는 않고 중공(12)의 양측을

연결하되 중공 내부에서 냉매의 흐름을 방해하지 않는 정도의 부재도 포함하는 의미로 사용된다.

- [0061] 세션(13)은 동선(10)의 길이방향으로 길게 연속적으로 연장 형성되거나 소정 길이를 갖되 규칙적으로 또는 불규칙적으로 형성될 수 있다.
- [0062] 한편, 동선(10)의 교류 흐름은 근접한 동선(10)의 교류 흐름에 영향을 받는다. '근접 효과'라고 알려진 바와 같이, 근접한 두 개의 동선(10)에서 서로 반대 방향으로 교류가 흐르면 두 동선의 서로 마주보는 쪽에 전류가 집중해서 흐르고 반대쪽에는 전류가 상대적으로 작게 흐른다. 이 경우에는, 도 3a와 도 3b에 나타난 바와 같이, 서로 마주보는 쪽에 솔리드한 단면(중공이 없는 단면)을 형성하고 반대쪽에는 중공(12)을 배치할 수 있다.
- [0063] 도 3a는 중공(12)과 동선(10)의 단면 형상이 직사각으로서 동일한 경우를 보여주고 있으나, 도 3b와 같이 중공(12)과 동선(10)의 단면 형상이 다를 수도 있다.
- [0064] 도 3b에 도시된 바와 같이, 중공(12)을 둘러싸는 내부면(14) 중에서 서로 마주보는 쪽의 내부면(14)은 중공(12)을 향해서 볼록하게 돌출되고 서로 마주보는 쪽의 반대쪽 내부면(14)은 바깥쪽을 향해서 볼록하게 형성된다. 이 형상의 중공(12)은 냉매와 내부면(14) 사이의 접촉 면적을 증가시킴으로써 냉각 효율을 향상시킨다.
- [0065] 한편, 근접한 두 개의 동선(10)에서 동일한 방향으로 교류가 흐르면 두 동선의 서로 마주보는 쪽에 전류가 작게 흐르고 반대쪽에 전류가 집중해서 흐른다. 이 경우에는, 도 4a와 도 4b에 나타난 바와 같이, 서로 마주보는 쪽에 중공(12)을 배치하고 반대쪽에는 솔리드한 단면(중공이 없는 단면)을 형성할 수 있다.
- [0066] 도 4a는 중공(12)과 동선(10)의 단면 형상이 직사각으로서 동일한 경우를 보여주고 있으나, 도 4b와 같이 중공(12)과 동선(10)의 단면 형상이 다를 수도 있다.
- [0067] 도 4b에 도시된 바와 같이, 중공(12)을 둘러싸는 내부면(14) 중에서 서로 마주보는 쪽의 반대쪽 내부면(14)은 중공(12)을 향해서 볼록하게 돌출되고 서로 마주보는 쪽의 내부면(14)은 바깥쪽을 향해서 볼록하게 형성된다. 이 형상의 중공(12)은 냉매와 내부면(14) 사이의 접촉 면적을 증가시킴으로써 냉각 효율을 향상시킨다.
- [0068] 한편, 도 3b와 도 4b의 동선(12)에서 내부면(14)과 외부면(15) 사이의 최소 두께(t)는 침투 깊이(δ) 이상 되는 것이 바람직하다.
- [0069] 한편, 동선(10)은 벤딩될 수 있는데, 벤딩된 경우에는 링 효과를 고려하여 단면이 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 5에 나타난 바와 같이, 동선(10)이 우측으로 벤딩된 경우에는 벤딩된 쪽에 전류가 집중해서 흐르고 반대쪽에는 전류가 작게 흐르게 되므로, 도 6에 나타난 바와 같이 벤딩된 쪽에 솔리드한 단면(중공이 없는 단면)을 형성하고 반대쪽에는 중공(12)을 형성할 수 있다.
- [0070] 한편, 본 발명에서 동선(10)은 DfAM(Design for Additive Manufacturing), 예를 들어 3D 프린팅으로 제조될 수 있다. 알려진 바와 같이, DfAM은 사출, 프레스 금형, 주조 등과 같은 기존의 제조방식에 비해 정밀하게 제품을 제조할 수 있다. 따라서, DfAM을 이용하면 동선(10)의 형상과 두께(t), 세션(13)의 구조, 중공(12)의 형상과 위치 등을 정밀하게 조절할 수 있으므로 유리하다.
- [0071] **[동선이 고정자의 코일로서 사용된 경우]**
- [0072] [발명의 배경이 되는 기술]에서 설명한 바와 같이, 고정자에 권취된 동선에 교류가 흐를 경우, 표피 효과로 인해 전류의 대부분은 동선의 표피를 통해서 흐르게 되므로 손실이 커지고 전기 모터의 회전력이 작아진다. 기존에는 이 문제점을 해결하기 위해 직경이 작은 동선(또는 박판 동선)을 권취하였으나 발열 문제가 여전히 해결되지 않았다.
- [0073] 본 발명에서는, 기존의 상기 해결방안과는 정반대로, 동선의 직경을 크게 하되 내부에 중공을 형성함으로써, 교류 전류는 동선 몸체(11)를 통해 흐르게 하여 전류 밀도를 높이고 중공(12)과 냉매를 이용하여 냉각 효율을 높일 수 있었다.
- [0074] 도 7a~8b는 이 동선(10)을 권취한 고정자를 보여준다. 구체적으로, 도 7a~7b는 본 발명에 따른 동선(10, 각동선)으로 만들어진 헤어핀(10a)이 분산권으로 고정자(110)에 설치된 것을 보여주는 사시도이고, 도 7c는 도 7a의 고정자(110)와 헤어핀(10a)을 다른 방향에서 바라본 사시도이다. 그리고, 도 8a는 헤어핀(10a)이 분산권으로 고정자(110)에 설치 완료된 것을 보여주는 사시도이고, 도 8b는 도 8a의 고정자(110)와 헤어핀(10a)을 다른 방향에서 바라본 사시도이다.
- [0075] 헤어핀(10a)은 본 발명에 따른 동선(각동선, 10)을 이용하여 만들어진 것으로서, 고정자(110)의 티스(120)에 권

취된다(즉, 슬롯(130)에 삽입되어 설치된다).

- [0076] 헤어핀(10a)은 슬롯(130)에 삽입될 수 있도록 슬롯(130)의 폭에 대응되는 두께를 가진다. 헤어핀(10a)을 순차적으로 슬롯(130)에 삽입하여 설치하는 것에 의해 권선이 완료될 수 있다. 헤어핀(10a)은 직사각 단면을 가질 수 있는데, 직사각 단면의 헤어핀(10a)은 점적률을 높일 수 있으므로, 원형 단면의 동선 보다 유리하다.
- [0077] 상기 헤어핀(10a)도, 상술한 동선(10)과 마찬가지로, 근접 효과와 링 효과를 고려하여 중공(12)의 위치를 결정할 수 있다.
- [0078] 냉매는 헤어핀(10a)에 형성된 유입구를 통해 중공(유로)에 유입된 후 이동하면서 동선을 냉각시키고 이어서 유출구를 통해서 배출된다. 온도센서는 동선(헤어핀)의 온도를 측정하거나 유출구를 통해 배출되는 냉매의 온도를 측정하여 그 신호(온도 데이터)를 제어부에 전송하고, 제어부는 온도 데이터에 대응하여 펌프를 작동시킨다. 예를 들어, 측정된 온도가 정상 작동 범위의 상한 보다 높은 경우에는 펌프의 냉매 배출량을 증가시키고 정상 작동 범위의 하한 보다 낮은 경우에는 펌프의 냉매 배출량을 줄이거나 펌프의 작동을 중지시킨다. 그리고, 이 제어는 PID 제어로 이루어질 수 있다.
- [0079] 한편, 도 9a는 본 발명에 따른 동선(10, 각동선)으로 만들어진 집중권(10b)을 보여주는 사시도이고, 도 9b는 도 9a의 동선(10)이 고정자(110)의 티스(teeth, 120)에 설치된 것을 보여주는 사시도이다. 그리고, 도 9c는 고정자(110)에 동선(10) 설치가 완료된 것을 보여주는 사시도이고, 도 9d는 도 9c에서 고정자(110)를 생략하고 동선(10)만을 보여주는 사시도이다.
- [0080] 동선(10, 또는 집중권)은 사각 단면을 갖는 각동선일 수 있다. 하지만, 각동선을 대신하여 원형 단면을 갖는 동선이 사용될 수도 있다. 그리고, 집중권(10b)의 단면(횡단면) 형상은 그 위치에 따라 다를 수 있다.
- [0081] 아울러, 도면에는 동선(10)이 티스(120)를 2회 권취한 것으로 도시되어 있으나 필요에 따라 권취 회수는 증감될 수 있다.
- [0082] 집중권(10b)은 1회 권취된 부분(21)과, 2회 권취된 부분(22) 및, 연결부(23)를 포함할 수 있다. 연결부(23)는 1회 권취된 부분(21)과 2회 권취된 부분(22)을 연결한다. 권취된 부분(21)(22)과 연결부(23)는 삽입부(24)를 형성한다. 그리고, 2회 권취된 부분(22)은 고정자(110)의 중심을 향하고 1회 권취된 부분(21)은 고정자(110)의 내주면을 향하는데, 1회 권취된 부분(21)의 양쪽 중에서 적어도 어느 한쪽은 경사면(25)을 갖는 것이 바람직하다. 이 경사면(25)은 삽입부(24)에 티스(120)가 잘 삽입되도록 가이드하는 역할을 할 수 있다.
- [0083] 집중권(10b)은 후판 동선(두꺼운 두께(t)의 동선 몸체(11)로 만들어진 동선)으로 만들어지므로 기존 보다 전류 밀도를 높일 수 있고 냉매가 흐르는(순환하는) 중공(12)을 가지므로 냉각에 유리하다.
- [0084] 집중권(10b)에서 냉매를 이용한 동선 냉각은 분산권에서와 동일한 원리로 이루어질 수 있다.
- [0085] 한편, 상기 헤어핀(10a)과 집중권(10b)은 DfAM 예를 들어 3D 프린팅으로 만들어질 수 있다.
- [0086] **[동선이 인덕션 가열기구의 코일로서 사용된 경우]**
- [0087] 도 10a는 본 발명에 따른 동선(각동선)으로 만들어진 인덕션 코일(210)을 보여주는 사시도이고, 도 10b는 인덕션 코일(210)의 끝 부분을 보여주는 사시도이며, 도 10c는 피가열체(230)가 인덕션 코일(210)에 설치된 것을 보여주는 사시도이다.
- [0088] 상기 인덕션 코일(210)에 교류 전류가 흐르면 전자유도작용에 의하여 피가열체(230)가 가열된다. 동선(10)이 각동선인 경우 피가열체와의 간격을 줄이고 접촉면적을 늘릴 수 있으므로 유리하다.
- [0089] 그리고, 인덕션 코일(210)은 피가열체(230)에 최대한 접근(접촉)하도록 형성되는 것이 바람직하다. 특히, 코일(210) 중에서 피가열체(230)와 마주보는 부분이나 접촉하는 부분은 피가열체(230)의 해당 부분의 형상과 형합하는 형상을 갖는 것이 바람직하다. 예를 들어, 피가열체(230)가 오목한 부분(231)을 갖고 오목한 부분(231)이 평면으로 형성된 경우 코일(210)은 오목한 부분(231)에 삽입 및 형합되는 돌출부(211)를 갖고 돌출부(211)가 평면으로 형성된다.
- [0090] 그리고, 피가열체(230)가 관통부(233)를 갖는 경우, 인덕션 코일(210)은 관통부(233)에 삽입되되 관통부(233)와 형합하는 삽입부(212)를 가질 수 있다.
- [0091] 동선(10)의 단면에서, 중공(12)은 상술한 근접 효과와 링 효과를 고려하여 그 위치가 정해질 수 있다. 그리고, 중공(12)의 양쪽 끝단에는 유입구와 유출구가 각각 형성될 수 있다. 한편, 인덕션 코일(210)은 DfAM 예를 들어

3D 프린팅으로 만들어질 수 있다.

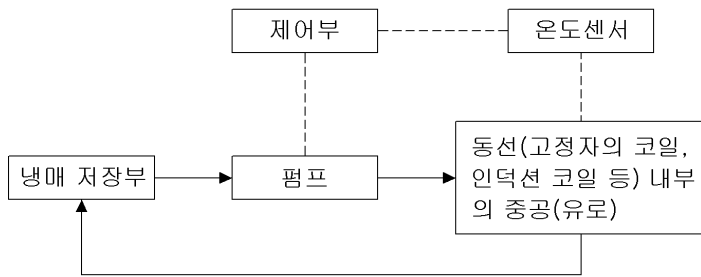
[0092] 냉매는 인덕션 코일(210)의 한쪽 끝단에 형성된 유입구를 통해서 중공(유로)에 유입된 후 중공(유로)을 통해 이동하면서 인덕션 코일(210, 동선)을 냉각시킨 후 유출구를 통해서 배출된다. 이 때, 온도센서는 동선의 온도를 측정하거나 유출구를 통해 배출되는 냉매의 온도를 측정하여 그 신호(온도 데이터)를 제어부에 전송하고, 제어부는 온도 데이터에 대응하여 펌프를 작동시킨다. 예를 들어, 측정된 온도가 정상 작동 범위의 상한 보다 높은 경우에는 펌프의 배출량을 증가시키고 정상 작동 범위의 하한 보다 낮은 경우에는 펌프의 배출량을 줄이거나 펌프의 작동을 중지시킨다. 그리고, 이 제어는 PID 제어로 이루어질 수 있다.

부호의 설명

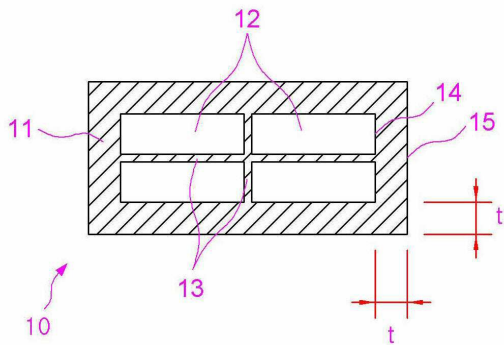
- [0093] 10 : 동선
- 10a : 헤어핀
- 10b : 집중권
- 11 : 동선 몸체
- 12 : 중공
- 13 : 중공의 세선
- 14 : 동선 몸체의 내부면
- 15 : 동선 몸체의 외부면
- 21 : 집중권의 1회 권취 부분
- 22 : 집중권의 2회 권취 부분
- 23 : 연결부
- 24 : 삼입부
- 25 : 경사면
- 110 : 고정자
- 120 : 티스
- 130 : 슬롯
- 210 : 인덕션 코일
- 211 : 돌출부
- 212 : 삼입부
- 230 : 피가열체
- 231 : 피가열체의 오목한 부분
- 233 : 관통부
- t : 동선 몸체의 내부면과 외부면 사이의 두께

도면

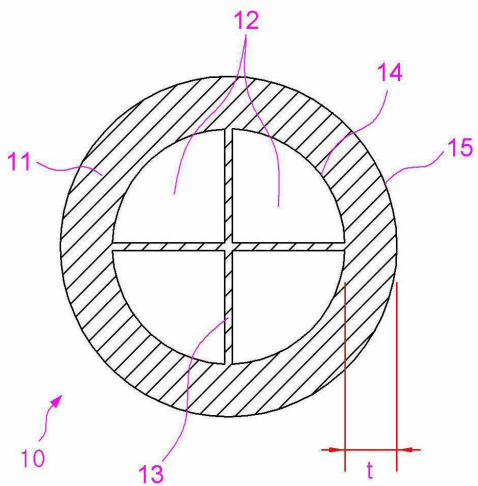
도면1



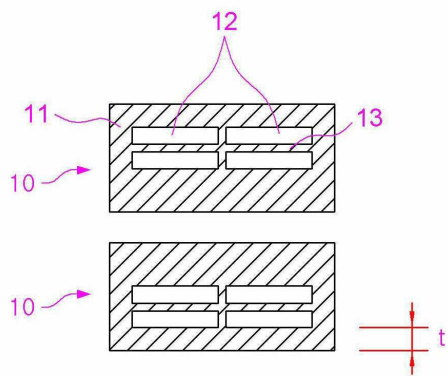
도면2a



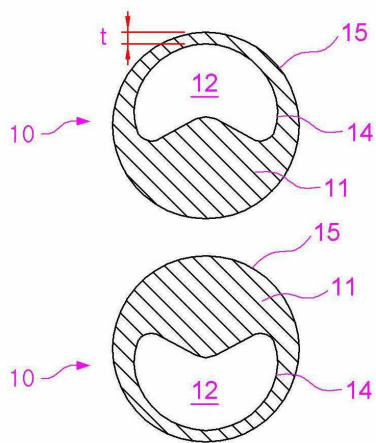
도면2b



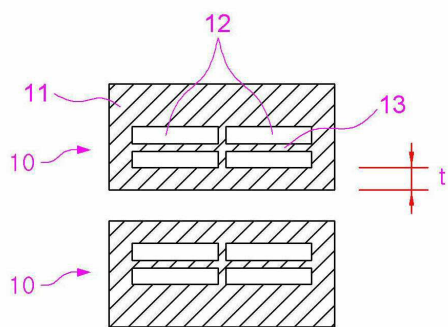
도면3a



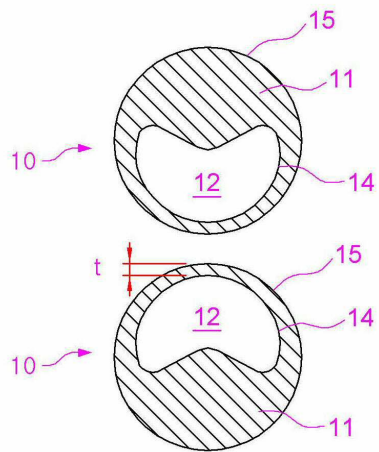
도면3b



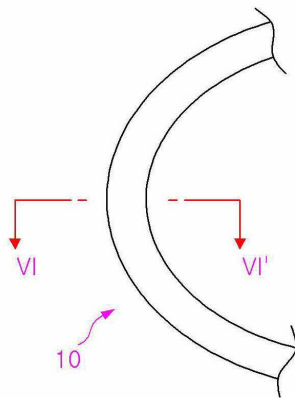
도면4a



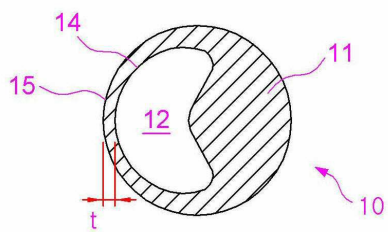
도면4b



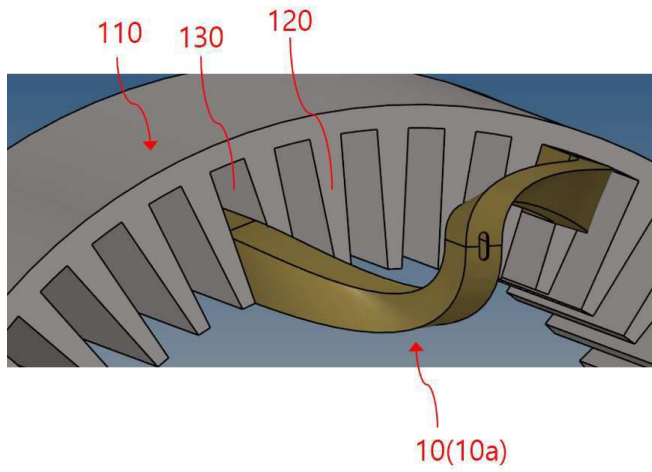
도면5



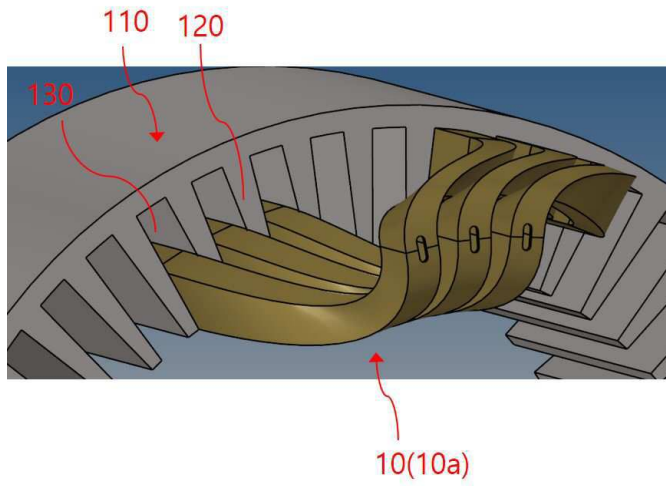
도면6



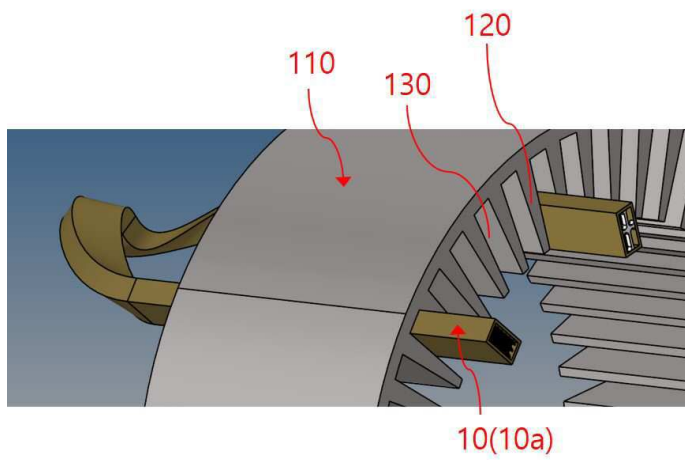
도면7a



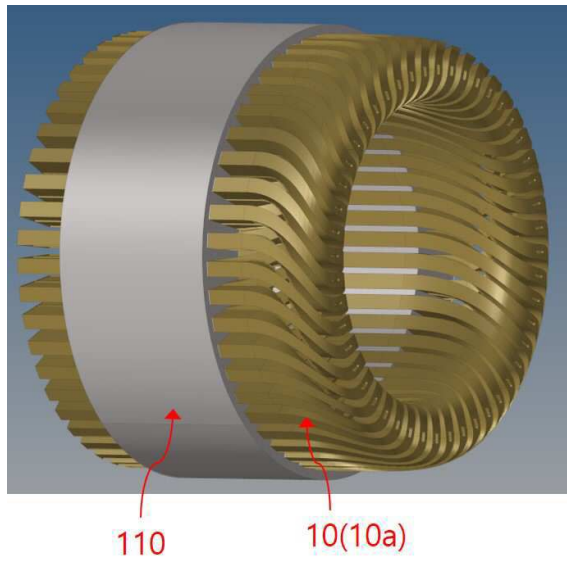
도면7b



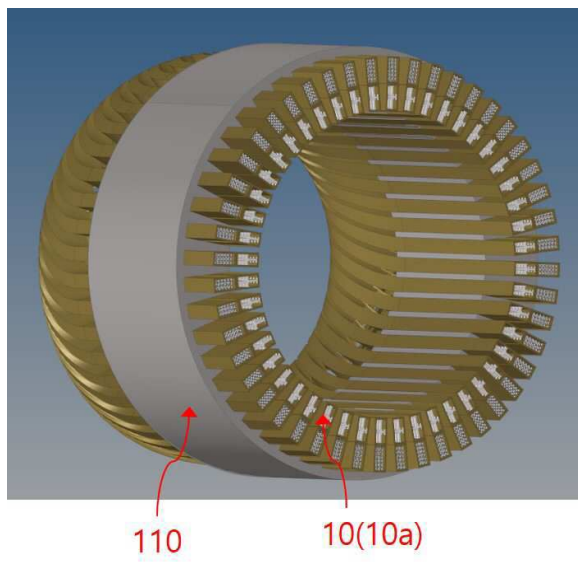
도면7c



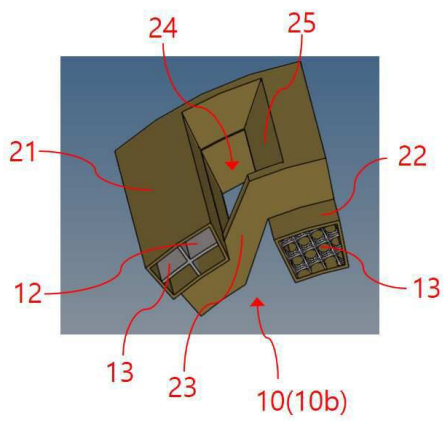
도면8a



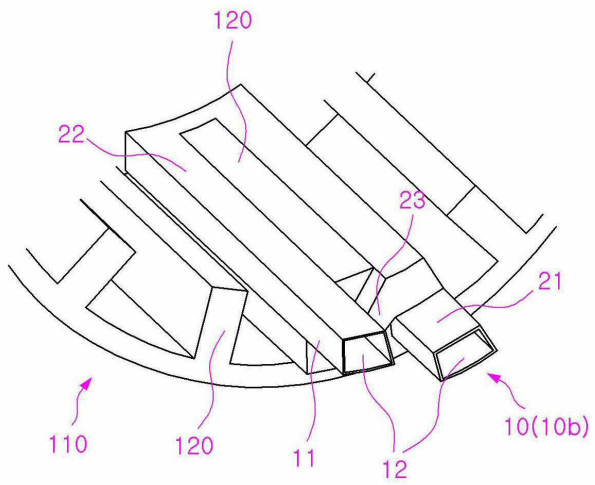
도면8b



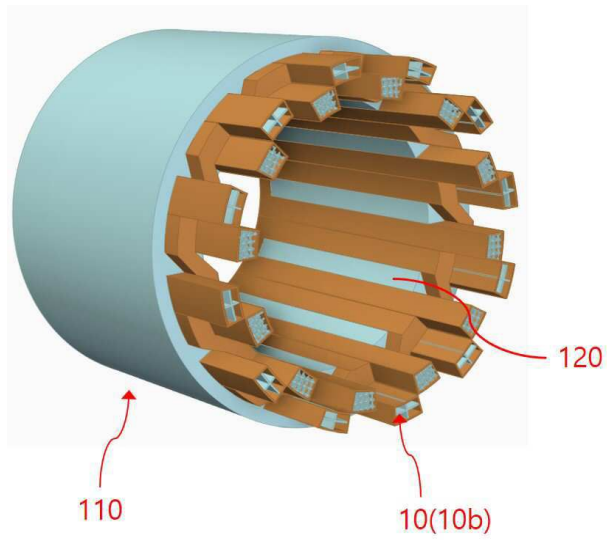
도면9a



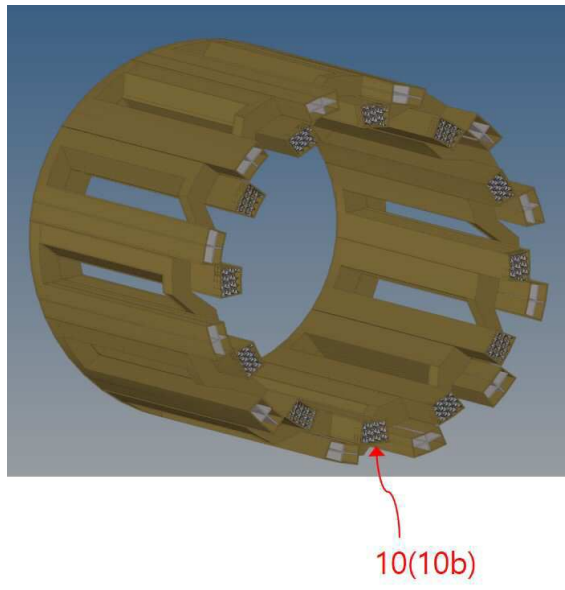
도면9b



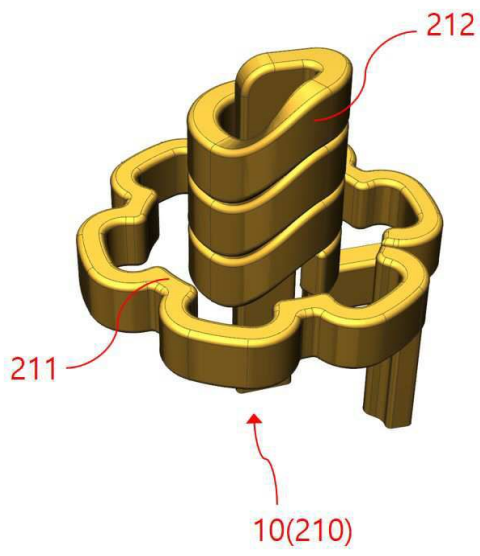
도면9c



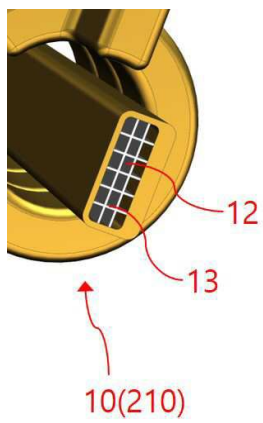
도면9d



도면10a



도면10b



도면10c

