



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0104678
(43) 공개일자 2024년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 6/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01F 6/06 (2013.01)
Y02E 40/60 (2020.08)

(21) 출원번호 10-2022-0187158

(22) 출원일자 2022년12월28일

심사청구일자 2022년12월28일

(71) 출원인

국립창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)

(72) 발명자

이창형

경상남도 창원시 성산구 용지로 229, 9-102 (용호동)

김석호

경상남도 김해시 율하3로 76, 805동 1802호(율하동, 신리마을 중앙하이츠아파트)

심기덕

경상남도 김해시 율하1로 90, 607동 1401호(율하동, 율상마을모아미래도6단지)

(74) 대리인

김연권

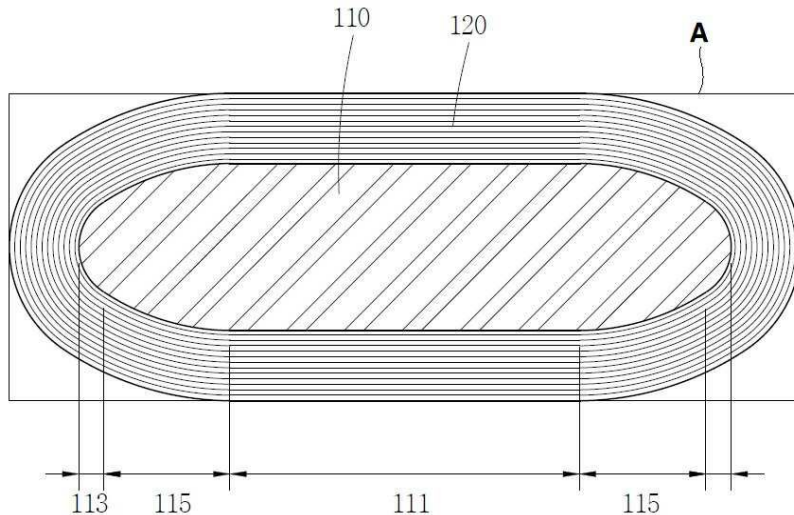
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일 보빈

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일 보빈은, HTS 코일이 권선되는 초전도 자석용 보빈으로서, 상기 보빈은 0의 곡률을 갖는 직선부(111)와 R의 곡률을 갖는 곡선부 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간을 형성하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈을 제공함으로써, HTS 코일이 보빈 직선부에서 들뜨는 것을 방지할 수 있고, 이로 인해 HTS 코일 외부에 공간이 추가될 필요없이 제한된 공간 내에서 더 넓은 면적을 사용할 수 있어 공간효율성이 높고, 높은 공간활용도로 인해 HTS 코일의 경량화 및 안정성을 향상시킬 수 있고, 직선부의 들뜸을 방지하기 위한 별도의 가압장치를 요구하지 않기 때문에 제작이 용이한 이점을 제공할 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류
Y10S 505/88 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711173028
과제번호	2022M3I9A1073187
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	고온초전도마그넷기술개발사업
연구과제명	고온초전도 레이스트랙 코일 냉각기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2022.04.20 ~ 2026.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711156840
과제번호	2019R1A5A8083201
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원
연구과제명	극한환경 스마트 기계 부품 설계/제조 혁신 센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

HTS 코일이 권선되는 초전도 자석용 보빈으로서, 상기 보빈은 0의 곡률을 갖는 직선부와 R의 곡률을 갖는 곡선부 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간을 형성하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 완화곡선구간은 클로소이드 곡선으로 형성되는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 클로소이드 곡선은 $R \times L = A^2$ (식1)로 정의되고, 상기 (식1)에서 R은 어떤 점에서의 곡선 반지름, L은 클로소이드의 원점으로부터 그 점까지의 곡선 길이, A는 클로소이드 파라미터일 때, 클로소이드 파라미터 A는 원하는 곡선 반지름 R과 곡선부 원호와 만나는 지점까지의 거리 L에 따라 변동 적용되며, 클로소이드 파라미터

A^2 이 0.5인 경우, 곡선의 x 및 y 좌표는 각각 $x = \int_0^L \cos(s^2) ds$ (식2)와, $y = \int_0^L \sin(s^2) ds$ (식3)으로 정의되는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 완화곡선구간의 곡률은 직선부의 끝지점에서 곡선부의 시작점까지의 거리에 비례하는 선형 그래프를 형성하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 곡선부 곡률을 R이라 할 때, 완화곡선구간의 구간거리를 2R이상으로 형성하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈.

청구항 6

제1항에 있어서,

초전도 자석이 설치되는 가상의 제한된 설치공간을 4각의 제한영역(A)으로 표시할 때, 보빈의 직선부에 권선된 HTS 코일의 외측경계면이 제한영역(A)의 장변과 일직선 상으로 접하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제한영역(A)의 단면에 보빈의 곡선부에 권선된 HTS 코일의 외측경계면이 접하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일 보빈에 관한 것으로서, 더 상세하게는 0의 곡률을 갖는 직선부와 R의 곡률을 갖는 곡선부 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간을 형성하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 고온 초전도 자석이라 함은 코일의 재질로 두께 0.1mm 내외의 ReBCO(희토류 Y, Gd, Sm + Ba, Cu, O)등의 초전도체를 사용한 공심(空心) 전자석으로서, 초전도 성질을 유지할 수 있도록 극저온에서 운전되며, 보다 가는 권선에서도 큰 전류를 흘릴 수 있어 강력한 자계를 경제적으로 발생시키는데 적합하므로 MHD 발전(Magneto Hydrodynamics generation)이나 자기부상식 철도 등에 사용되고 있다. 이 중 레이스트랙형 초전도 자석은 초전도 발전기의 계자 코일과 입자 가속기용 위글러(wiggler) 등에 사용되고 있다.

[0003] 도 1은 종래의 레이스트랙형 초전도 자석의 구성도이다. 도 1에서 보는 바와 같은 종래의 레이스트랙형 초전도 자석은 직선부(31)와 곡선부(32)가 서로 접하는 형태의 보빈(30)이 사용되었다.

[0004] 이때, 곡선부(32)는 제작과 작도의 용이성을 위해 원호의 형상을 가지며, HTS 선재의 손상을 방지하기 위하여 직선부(31)와 곡선부(32)가 서로 접하는 형태로 보빈(30)을 설계하고, 상기 보빈(30)에 HTS 코일(40)을 권선 제작한다.

[0005] 상기 종래기술에서는 HTS 코일(40)이 곡선부(32)를 지난 이후 직선부(31) 구간에서 들뜸 현상이 발생하게 된다.

[0006] 예컨대, 직선부(31)와 곡선부(32)가 혼합되어 있는 레이스트랙형에서는 HTS 코일(40)이 권선되는 보빈(30)의 표면형태가 일정하지 않기 때문에, 상기 보빈(30)의 측면 직선부(31)에 위치한 권선의 밀착력 보다 보빈(30)의 양단 반원형의 곡선부(32)에 위치한 권선의 밀착력이 더욱 좋게 되는 현상이 생기게 된다.

[0007] 이와 같은 문제를 해결하기 위한 선행기술로는 대한민국 등록특허 10-0302909호의 "코일이 권취된 레이스트랙형 초전도 자석 및 레이스트랙형 보빈"이 제안된 바 있다. 상기 선행기술은 보빈의 직선부를 완만한 만곡부로 제작하는 기술을 제안하고 있다.

[0008] 도 2는 종래기술의 코일이 권취된 레이스트랙형 초전도 자석의 구성도이고, 도 3은 종래기술의 레이스트랙형 보빈의 형상을 도시한 개념도이다.

[0009] 도 2, 도 3을 참조하면, 종래기술의 코일이 권취된 레이스트랙형 초전도 자석의 구성은 보빈(30)의 측면을 직선 대신 약간의 곡선형상을 부가한 만곡부(33)로 형성하고, 양측에는 반원형의 곡선부(32)를 형성한다.

[0010] 도 3은 도 2의 보빈의 형상을 도시한 것으로서, 상기 보빈(30) 양측단에 위치한 각각의 반원형 곡선부(32) 간의 최단 직선거리(b)에 대한, 상기 만곡부(33)가 형성하는 가상의 원의 반지름(a)의 비($=b/a$)가 0.05~0.2가 되도록 형성하고 있다.

[0011] 상기와 같이 구성된 종래의 코일이 권취된 레이스트랙형 초전도 자석은 만곡부(33)와 곡선부(32)에서 모두 비슷한 크기의 AE(Acoustic Emission) 신호가 검출되는 바, 만곡부(41)에서의 진동이 감소되는 효과를 갖는 것이다.

[0012] 그러나, 상기한 종래기술은 만곡부(41)의 곡률만큼을 직선부 외측으로 확장되는 추가공간을 필요로 하는 문제가 있다. 이는 초전도 자석이 사용되는 환경이 제한된 공간 내에서 설치되어야 하는 제약조건을 갖는다는 점을 감안할 때, 종래기술은 불필요한 공간을 과도하게 필요로 하여 공간효율이 좋지 않은 문제점을 갖는다. 또한, 기존의 제한된 공간 내에서 사용하기 위해서는 초전도 자석의 크기가 작아질 수 있고, 이로 인한 안정성이 자력성

능이 저하되는 문제가 있다.

- [0013] 또 다른 선행기술로는 대한민국 등록특허 10-1480765호의 "초전도 회전기기용 레이스트랙 코일의 직선구간 가압장치"가 제안된 바 있다.
- [0014] 도 4는 종래기술의 초전도 회전기기용 레이스트랙 코일의 직선구간 가압장치의 사시도로서, 도 4에서 보는 바와 같은 종래기술은 초전도 회전기기 내 형성된 회전자 코어의 상부에 레이스트랙(race track) 형태로 이루어진 보빈을 둘러싸며 초전도 선재가 권선되어 형성되는 초전도 코일(130); 상기 초전도 코일(130)의 레이스트랙 중 직선구간과 맞닿으며, 수평상태로 형성되어, 상기 초전도 코일의 직선구간에 압력을 인가하는 가압부(140); 상기 가압부(140)의 타단에 연결되어, 상기 가압부(140)를 상기 초전도 코일 방향 쪽으로 밀어내는 유압부(150); 및 상기 유압부(150)의 타단에 상기 가압부(140)와 마주보도록 형성되어, 상기 유압부(150)를 상기 회전자 코어의 상부에 고정시키는 고정부(160);를 포함하는 구성이 개시된다.
- [0015] 이와 같은 종래기술의 초전도 회전기기용 레이스트랙 코일의 직선구간 가압장치는 초전도 회전기기 내 회전자의 상부에 형성된 레이스트랙 형태의 보빈을 따라 권선되는 초전도 코일의 직선구간에 압력을 인가함으로써, 보빈과 초전도 코일 사이에 상기 초전도 코일의 직선구간에 들뜸 현상이 발생하는 것이다.
- [0016] 그러나, 상기한 종래기술은 직선부 외측으로 가압장치를 구성하기 위한 설치공간을 확보해야 하는 문제가 있었다.
- [0017] 이는 초전도 자석이 사용되는 환경이 제한된 공간 내에서 설치되어야 하는 제약조건을 갖는다는 점을 감안할 때, HTS 코일이 위치하는 공간이 줄어들어 자기장을 사용하는 영역이 작아지는 문제가 있었고, 이로 인해, 공간 효율이 낮아져 더 높은 통전 성능을 요구하게 되므로, HTS 코일의 안정성 하락 및 제작 비용이 증가하는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0018] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0302909호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1480765호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 본 발명의 실시예는 0의 곡률을 갖는 직선부와 R의 곡률을 갖는 곡선부 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간을 형성하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명의 일측면에 따르면, HTS 코일이 권선되는 초전도 자석용 보빈으로서, 상기 보빈은 0의 곡률을 갖는 직선부와 R의 곡률을 갖는 곡선부 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간을 형성하는 것을 특징으로 하는 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈을 제공한다.
- [0021] 바람직하게, 상기 완화곡선구간은 클로소이드 곡선으로 형성될 수 있다.
- [0022] 바람직하게, 상기 클로소이드 곡선은 $R \times L = A^2$ (식1)로 정의되고, 상기 (식1)에서 R은 어떤 점에서의 곡선 반지름, L은 클로소이드의 원점으로부터 그 점까지의 곡선 길이, A는 클로소이드 파라미터일 때, 클로소이드 파라미터 A는 원하는 곡선 반지름 R과 곡선부 원호와 만나는 지점까지의 거리 L에 따라 변동 적용되며, 클로소이드 파라미터 A^2 이 0.5인 경우, 곡선의 x 및 y 좌표는 각각 $x = \int_0^L \cos(s^2) ds$ (식2)와, $y = \int_0^L \sin(s^2) ds$ (식3)으로 정의될 수 있다.
- [0023] 바람직하게, 상기 완화곡선구간의 곡률은 직선부의 끝지점에서 곡선부의 시작점까지의 거리에 비례하는 선형 그

래프를 형성할 수 있다.

- [0024] 그리고, 상기 곡선부 곡률을 R이라 할 때, 완화곡선구간의 구간거리를 $2R$ 이상으로 형성할 수 있다.
- [0025] 바람직하게, 초전도 자석이 설치되는 가상의 제한된 설치공간을 4각의 제한영역(A)으로 표시할 때, 보빈의 직선부에 권선된 HTS 코일의 외측경계면이 제한영역(A)의 장변과 일직선 상으로 접할 수 있다.
- [0026] 여기서, 상기 제한영역(A)의 단변에 보빈의 곡선부에 권선된 HTS 코일의 외측경계면이 접하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일 보빈은, 0의 곡률을 갖는 직선부와 R의 곡률을 갖는 곡선부 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간을 형성하는 보빈을 제공함으로써, HTS 코일이 보빈 직선부에서 들뜨는 것을 방지할 수 있고, 이로 인해 HTS 코일 외부에 공간이 추가될 필요없이 제한된 공간 내에서 더 넓은 면적을 사용할 수 있어 공간효율성을 높일 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일 보빈은, 높은 공간활용도로 인해 HTS 코일의 경량화 및 안정성을 향상시킬 수 있고, 직선부의 들뜸을 방지하기 위한 별도의 가압장치를 요구하지 않기 때문에 제작이 편리성을 확보할 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일 보빈은, 수학적으로 정의되는 완화곡선구간을 적용하여 정확한 보빈 형상의 작도가 가능하기 때문에 HTS 코일의 안정성을 확보할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일 보빈은, 기존 레이스트랙 및 새들 코일의 형상을 그대로 유지할 수 있으므로, 공간효율을 높여 HTS 코일의 안정성 및 제작 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 종래의 레이스트랙형 초전도 자석의 구성도이다.
- 도 2는 종래기술의 코일이 권취된 레이스트랙형 초전도 자석의 구성도이다.
- 도 3은 종래기술의 레이스트랙형 보빈의 형상을 도시한 개념도이다.
- 도 4는 종래기술의 초전도 회전기기용 레이스트랙 코일의 직선구간 가압장치의 사시도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈을 도시한 개념도이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 보빈의 완화곡선구간의 작도법을 도시한 개념도이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 완화곡선구간을 형성하는 클로소이드 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0033] 도 5는 본 발명에 따른 직선부 들뜸을 방지하는 초전도 코일용 보빈을 도시한 개념도이고, 도 6은 본 발명에 따른 보빈의 완화곡선구간의 작도법을 도시한 개념도이며, 도 7은 본 발명에 따른 완화곡선구간을 형성하는 클로소이드 개념도이다.
- [0034] 도 5내지 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 레이스트랙 형상의 보빈(110) 둘레에 고온 초전도 선재(이하 HTS 코일이라 함)가 권선되는 구성을 갖는다.
- [0035] 이때, 제한된 범위 내에서 면적을 최대한 넓게 사용하기 위해, 보빈(110)의 형상을 직선부(111)와 곡선부(113)가 서로 접하는 형태로 제작한다.
- [0036] 이때, 본 발명에서는 보빈(110)의 곡선부(113)의 제작과 작도의 용이성을 위해 원호의 형상으로 제작하고, HTS 코일(120)의 손상을 방지하기 위하여 직선부(111)와 곡선부(113)가 서로 완만하게 접하는 형태로 보빈을 설계하였다.
- [0037] 이때, 상기 HTS 코일(120)은 임계온도 이하에서 직류저항이 0인 특성으로 인해 상전도 금속 선재보다 전류밀도

를 높일 수 있다.

- [0038] 이러한 HTS 코일(120)을 보빈(110)에 감은 전자석(이하 HTS 코일)은 상전도 전선을 사용하여 감은 전자석보다 동일 공간에서 더 큰 자기장을 만드는데 유리한 이점을 갖는다.
- [0039] 상기 HTS 코일(120)은 생산 방식의 특성상 테이프와 같은 얇은 두께와 상대적으로 넓은 폭을 갖는 형태로 제작되고, 박막형태의 세라믹 코팅층을 형성한다.
- [0040] 이와 같은 특성을 갖는 HTS 코일(120)은 과도한 굴곡시 세라믹 코팅층이 파손되기 때문에 이를 감는 틀인 보빈(110)은 완만한 곡선부를 형성하도록 설계된다.
- [0041] 보빈(110)은 HTS 코일(120)을 이용한 전자석의 형상을 결정하는 중요한 부품으로 사용되고, 넓은 면적의 자기장을 제공할 수 있는 레이스트랙 형상 또는 말 안장 모양(이하 새들)의 보빈 형태가 사용된다.
- [0042] 이와 같은 본 발명에 따른 초전도 코일용 보빈(110)은 곡선부(113)의 곡률을 보다 완만하게 설계하기 위해, 0의 곡률을 갖는 직선부(111)와 R의 곡률을 갖는 곡선부(113) 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간(115)을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 이때, 상기 완화곡선구간(115)은 클로소이드 곡선으로 형성될 수 있다.
- [0044] 상기 클로소이드 곡선은 $R \times L = A^2$ (식1)로 정의되고, 상기 (식1)에서 R은 어떤 점에서의 곡선 반지름, L은 클로소이드의 원점으로부터 그 점까지의 곡선 길이, A는 클로소이드 파라미터일 때, 클로소이드 파라미터 A는 원하는 곡선 반지름 R과 곡선부 원호와 만나는 지점까지의 거리 L에 따라 변동 적용되며, 클로소이드 파라미터 A^2 이 0.5인 경우, 곡선의 x 및 y 좌표는 각각 $x = \int_0^L \cos(\zeta^2) d\zeta$ (식2)와, $y = \int_0^L \sin(\zeta^2) d\zeta$ (식3)으로 정의되는 것을 특징으로 한다.
- [0045] 상기와 같은 본 발명은 직선부(111)와 곡선부(113)를 갖는 보빈(110) 형태에서 완화곡선구간(115)을 형성함으로써, HTS 코일(120)이 직선부(111)에서 들뜨는 현상을 방지할 수 있다.
- [0046] 이와 같은 본 발명은 도 6에서 보는 바와 같이 직선부(111)와 곡선부(113) 사이에 발생하는 곡률(선의 휨 정도; 선에 접하는 호 반지름의 역수)이 연속적으로 변할 수 있도록 완화곡선구간(115)을 설치하는 것으로서, 고속도로나 고속철도의 커브 구간을 설계하는 개념과 동일한 방식의 완화곡선구간으로 설계되는 것이다.
- [0047] 기존의 보빈 형상에서는 직선부와 곡선부가 접하며 만나는 지점에서 발생하는 곡률의 불연속적 변화로 인해, 곡선부에서 발생한 선재의 굽힘 응력이 직선부와 만나는 지점에서 즉각적으로 해소되지 못하여 변형의 꺾임이 발생하는 것이다.
- [0048] 이처럼, 1개의 소재 내에서의 변형과 응력은 연속적으로 변화하기 때문에 곡선부에서 직선부의 선을 밀어 올리는 힘이 발생하게 되고, 이러한 힘의 결과로서 직선부(111)에서의 HTS 코일(120)의 들뜨는 현상이 발생하게 되는 것인데 비해, 본 발명에서는 0의 곡률을 갖는 직선부(111)와 R의 곡률을 갖는 곡선부(113) 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간(115)을 적용함으로써 HTS 코일을 제작하는 권선 단계에서 직선부에서의 들뜸 현상을 방지할 수 있고, 보빈(110)에서 들뜸이 방지됨에 따라, 외부에 들뜸을 방지하는 가압장치 등의 추가적인 구조물이 필요하지 않아 코일 사용에 대한 공간효율을 높이고 제작 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [0049] 이때, 도 6에 도시된 바와 같이 상기 완화곡선구간(115)의 곡률은 직선부(111)의 끝지점에서 곡선부(113)의 시작점까지의 거리에 비례하는 선형 그래프를 형성할 수 있다.
- [0050] 또한, 상기 곡선부(113) 곡률을 R이라 할 때, 완화곡선구간(115)의 구간거리를 2R이상으로 형성하여 곡률을 최대한 완만하게 형성하는 것이 바람직하다.
- [0051] 그리고, 도 5에서 보는 바와 같이 초전도 자석이 설치되는 가상의 제한된 설치공간을 4각의 제한영역(A)으로 표시할 때, 보빈(110)의 직선부(111)에 권선된 HTS 코일(120)의 외측경계면이 제한영역(A)의 장변과 일직선 상으로 접하게 된다.
- [0052] 그리고, 상기 제한영역(A)의 단변에 보빈(110)의 곡선부(113)에 권선된 HTS 코일(120)의 외측경계면이 접하게 된다.
- [0053] 이와 같은 구조는 버려지거나 추가되는 면적없이 제한된 설치공간을 최대한 이용할 수 있는 효율적 구조를 제공

하는 것이다.

[0054] 본 발명에 따른 HTS 코일(120)은 세라믹인 고온 초전도체를 선재화한 것으로서, 완충층이 코팅된 금속기판에 고온 초전도층을 코팅한 테이프형 구조로 되어 있으며, 일반적으로 1 MA/cm² 이상의 임계 전류밀도로 전류를 저항 손실없이 통전할 수 있는데, 초전도 케이블, 회전기, 발전기, 변압기, 전력저장장치 등과 같은 대부분의 초전도 응용기기에서 널리 사용될 수 있다. 특히, 초전도 응용기기 중에서도 초전도 회전기는 모터 또는 발전기의 회전자를 고온 초전도 자석을 이용하여 제작함으로써, 모터 및 발전기의 효율을 증가시킬 뿐만 아니라 무게 또한 감소시켜 대용량, 고효율, 친환경의 동력을 생산하고 발전하는데 사용될 수 있다.

[0055] 앞서 살펴본 바와 같은 본 발명은 0의 곡률을 갖는 직선부와 R의 곡률을 갖는 곡선부 사이에 0에서 R까지 연속적으로 변하는 완화곡선구간을 형성하는 보빈을 제공함으로써, HTS 코일이 보빈 직선부에서 들뜨는 것을 방지할 수 있고, 이로 인해 HTS 코일 외부에 공간이 추가될 필요없이 제한된 공간 내에서 더 넓은 면적을 사용할 수 있어 공간효율성이 높고, 높은 공간활용도로 인해 HTS 코일의 경량화 및 안정성을 향상시킬 수 있고, 직선부의 들뜸을 방지하기 위한 별도의 가압장치를 요구하지 않기 때문에 제작이 용이한 이점을 갖는다.

[0056] 또한, 본 발명은 수학적으로 정의되는 완화곡선구간을 적용하여 정확한 보빈 형상의 작도가 가능하기 때문에 HTS 코일의 안정성을 확보할 수 있고, 기존 레이스트랙 및 새들 코일의 형상을 그대로 유지할 수 있으므로, 공간효율을 높여 HTS 코일의 안정성 및 제작 비용을 절감할 수 있게 된다.

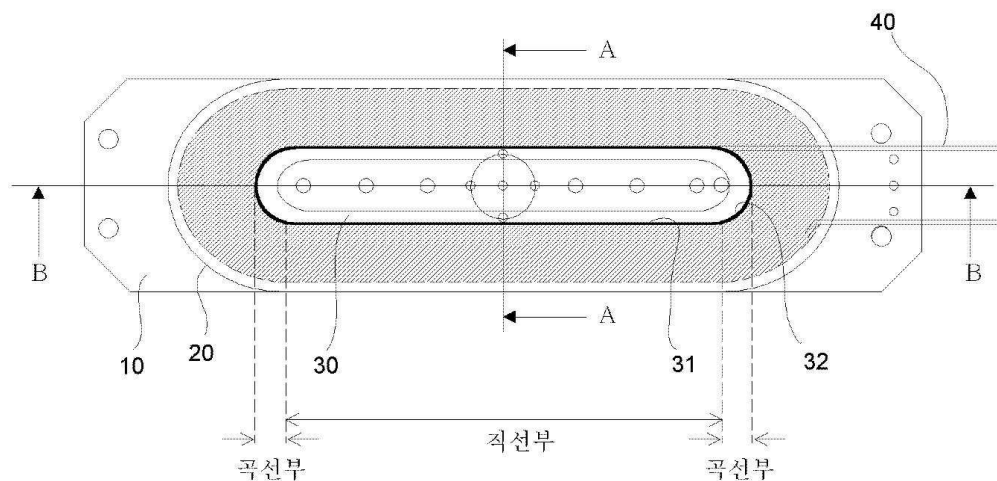
[0057] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

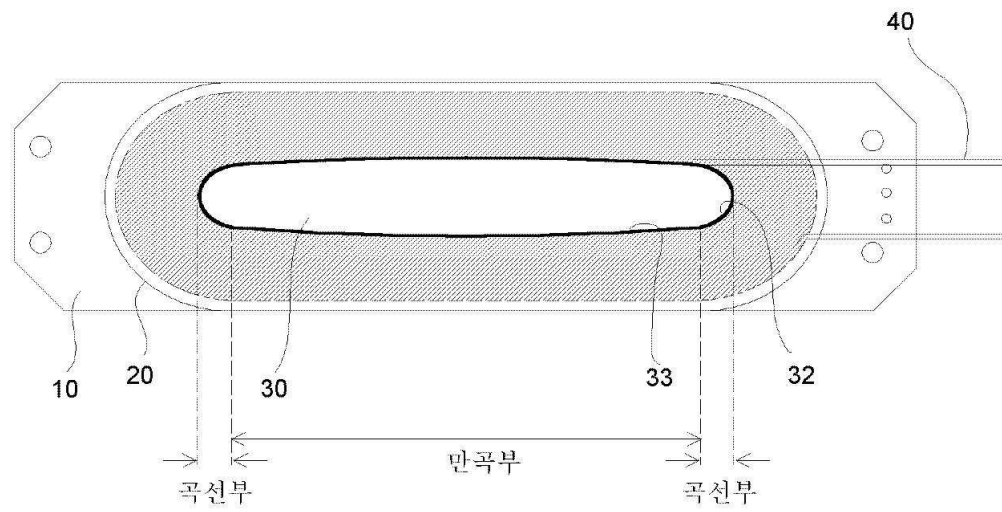
[0058] 110: 보빈
111: 직선부
113: 곡선부
115: 완화곡선구간
120: HTS코일
A: 제한영역

도면

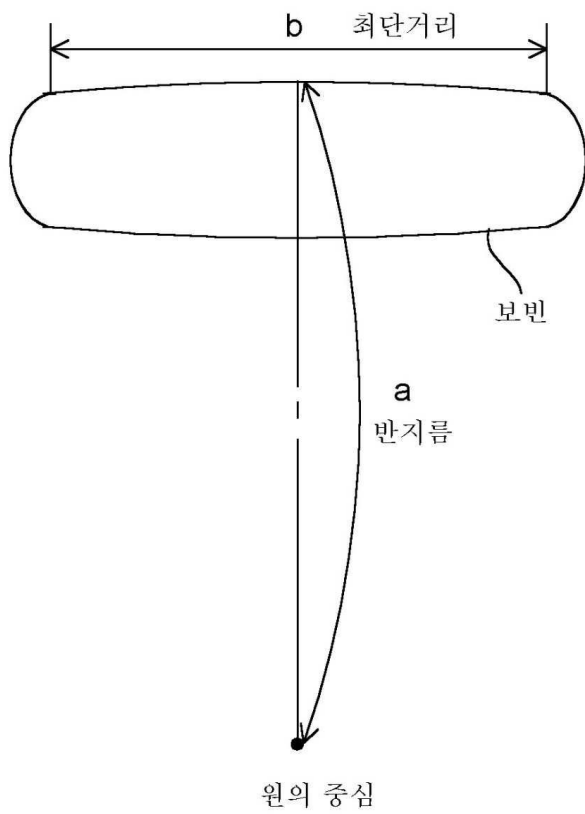
도면1



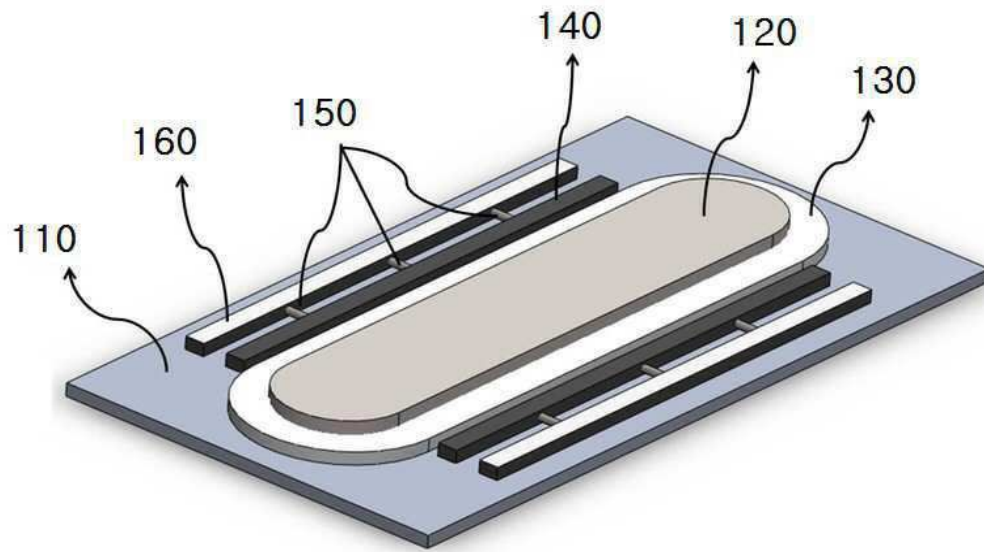
도면2



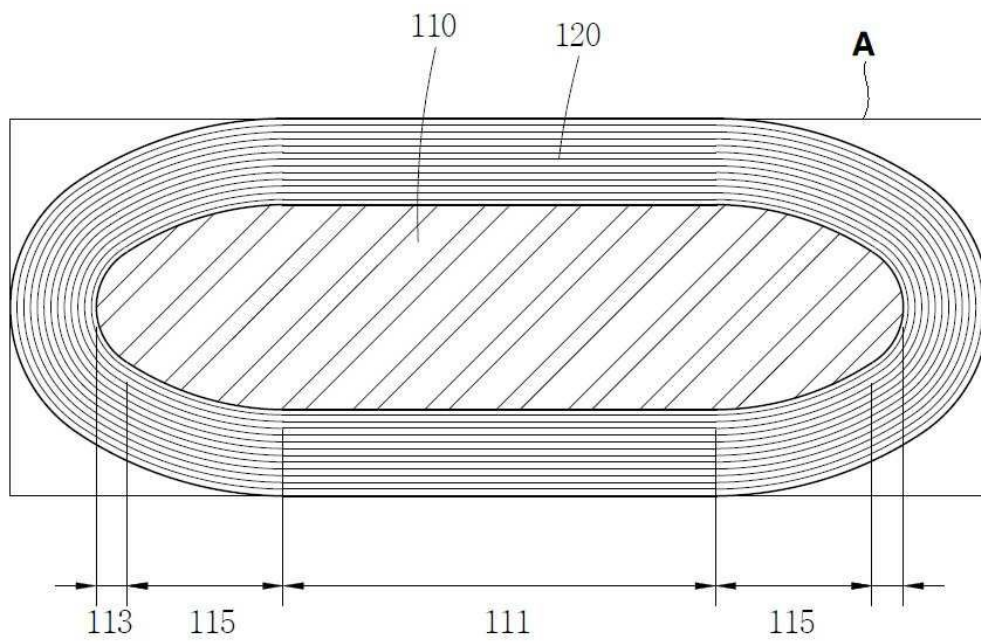
도면3



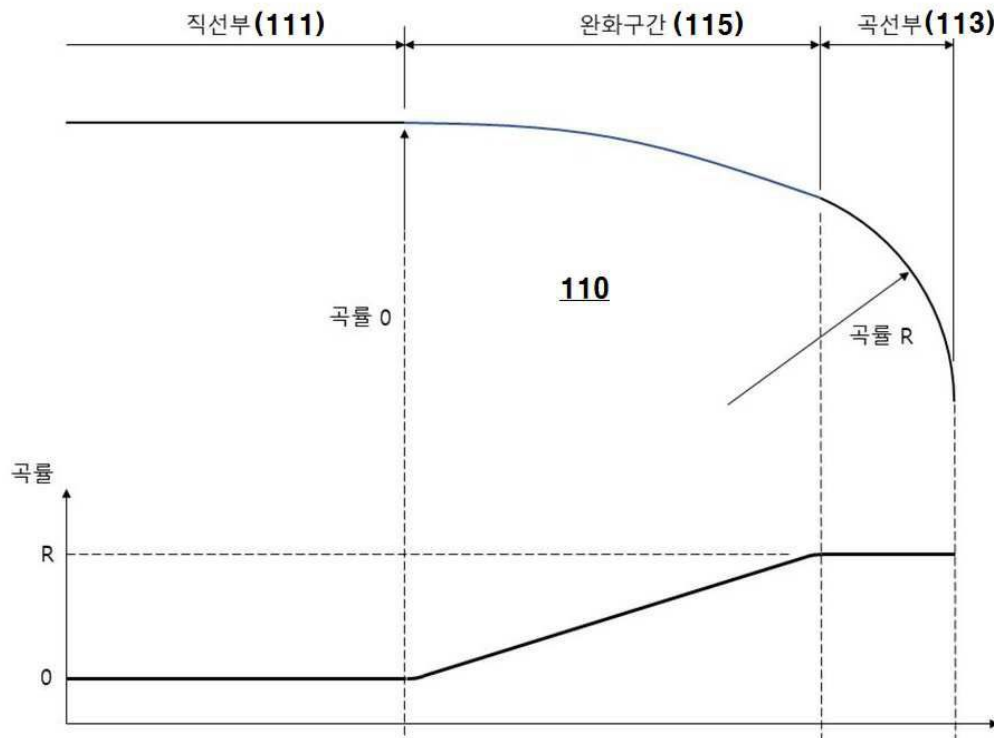
도면4



도면5



도면6



도면7

