



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월01일

(11) 등록번호 10-1549033

(24) 등록일자 2015년08월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01F 41/06 (2006.01) H01F 6/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0141787

(22) 출원일자 2014년10월20일

심사청구일자 2014년10월20일

(56) 선행기술조사문헌

KR100775986 B1

KR100030839 B1

KR1020070096558 A

KR1020070070345 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이해근

서울특별시 동대문구 장한로 119, 548호(장안동, 장안삼성쉐르빌)

강동형

경상남도 창원시 성산구 원이대로773번길 13, 201동 501호(사파동, 삼익아파트)

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 9 항

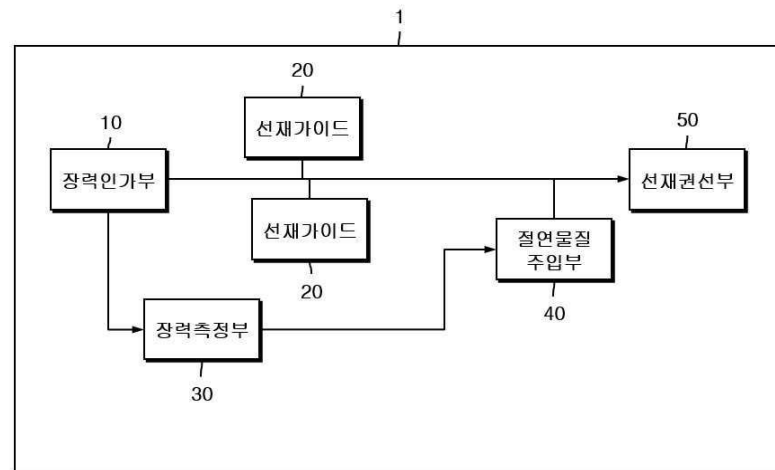
심사관 : 임영국

(54) 발명의 명칭 젤-타입 절연물질 삽입을 위한 초전도 코일 권선 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 코일 권선 장치에 관한 것으로서, 선재를 공급하되, 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 선재에 장력을 인가하는 장력인가부; 보빈을 고정하고, 권선 방향으로 회전하여 보빈에 상기 선재를 권선하는 선재권선부; 선재의 진행방향 양측에 위치하고, 선재에 접촉하여 선재의 이동궤도를 형성하게 하는 선재가이드; 장력인가부의 회전 속도를 이용하여 선재에 부여되는 장력을 측정하는 장력측정부; 및 선재의 너비, 절연물질의 점성 및 측정된 장력을 고려하여 주입량을 산출하고, 산출된 주입량에 따라 이동하는 선재의 일측에 접촉하여 절연물질을 주입하는 절연물질 주입부;를 포함하며, 선재의 장력에 따른 적정량의 절연물질을 자동으로 주입함으로써 불필요하게 소모되는 절연물질의 양을 최소화하고 제작 속도를 향상시킨다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

선재를 공급하되, 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 상기 선재에 장력을 인가하는 장력인가부;
보빈을 고정하고, 권선 방향으로 회전하여 상기 보빈에 상기 선재를 권선하는 선재권선부;
상기 선재의 진행방향 양측에 위치하고, 상기 선재에 접촉하여 선재의 이동궤도를 형성하게 하는 선재가이드;
상기 장력인가부의 회전 속도를 이용하여 선재에 부여되는 장력을 측정하는 장력측정부; 및
상기 선재의 너비, 절연물질의 점성 및 상기 측정된 장력을 고려하여 주입량을 산출하고, 산출된 주입량에 따라 이동하는 선재의 일측에 접촉하여 절연물질을 주입하는 절연물질 주입부;를 포함하는 코일 권선 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 절연물질은 젤-타입(gel-type)이고, 열전달 계수가 미리 정의된 기준 값보다 큰 것을 특징으로 하는 코일 권선 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 선재의 진행방향 양측에 마주보며 위치하고, 상기 선재에 밀착되어 선재가 진행할 때 함께 회전하는 두 개의 롤러; 및
상기 롤러의 회전 양에 따라 사용된 선재의 길이를 측정하는 길이측정부를 더 포함하는 코일 권선 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 절연물질 주입부는 절연물질의 잔여량을 감지하여 외부에 표시하는 것을 특징으로 하는 코일 권선 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 절연물질 주입부의 입구에 소정 온도 이상의 열을 가하는 온도조절부를 더 포함하는 코일 권선 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 절연물질 주입부는 상기 선재권선부에 의해 권선되는 속도에 대응하여 일정한 양의 절연물질을 주입하는 것을 특징으로 하는 코일 권선 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 절연물질 주입부의 입구에 일정 압력을 가하기 위한 압력조절부를 더 포함하는 코일 권선 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 절연물질의 점성에 비례하여 주입량을 산출하는 것을 특징으로 하는 코일 권선 장치.

청구항 9

보빈이 고정된 선재권선부는 권선 방향으로 회전하고, 선재를 공급하는 장력인가부는 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 일정한 크기의 장력을 상기 선재에 인가하는 단계;

제어부가 상기 장력인가부의 회전 속도를 이용하여 선재에 부여되는 장력을 측정하고, 측정된 장력, 상기 선재의 너비 및 절연물질의 점성을 고려하여 주입량을 산출하는 단계; 및

절연물질 주입부가 상기 산출된 주입량에 따라 이동하는 선재의 일측에 접촉하여 절연물질을 주입하는 단계;를 포함하는 코일 권선 방법.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 초전도 코일 권선 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 젤-타입(gel-type) 절연물질을 자동적으로 사출하여 턴 간 선재의 표면에 적당량만을 도포하기 위한 초전도 코일 권선 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

최근 상용화를 위해 노력 중인 2세대 고온초전도체는 세라믹인 고온초전도체를 선재화한 것으로서, 완충 층이 코팅된 금속기판에 고온 초전도 층을 증착한 테이프 형 구조로 되어 있으며, 일반적으로 1 MA/cm^2 이상의 임계 전류밀도로 전류를 저장 손실 없이 통전할 수 있다. 이러한 초전도 선재를 전자석의 형상으로 권선한 초전도 코일은 다양한 응용기기에 사용되고 있다.

[0003]

일반적으로 고온초전도 선재를 이용하여 전자석을 제작할 시 선재의 전기적 단락을 방지하기 위해서 턴과 턴 사이의 절연물질 삽입은 필수적인 과정으로 진행되었다. 하지만 절연물질은 열전달 특성이 낮기 때문에, 초전도 선재의 예기치 못한 켄치(quench)가 발생할 경우 절연물질이 반경 방향으로의 열 전파를 제한하게 되어 마그넷의 영구적인 손상을 초래하는 문제가 야기될 수 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 개선하기 위해 에폭시, 고분자 테이프, 금속 테이프 등의 다양한 절연물질의 적용에 대한 연구가 진행되어 왔다.

[0004]

한편, 최근 턴 간 절연물질이 제거한 ‘무절연 권선 기술’이 제안되었다. 이는 극저온에서 초전도 코일에 전류를 통전 시 ‘0’의 저항을 가지는 초전도 층에만 전류가 흐르게 되어 초전도 선재 내부의 기판 및 안정화재 층이 턴 간 절연물질의 역할을 한다는 개념에서 제안된 것이다. 기존의 턴 간 절연물질의 제거로 인해 소형화된 코일을 제작할 수 있을 뿐만 아니라 켄치 시 과도한 열 및 전류의 자연스러운 우회를 가능하게 하기 때문에 기존 절연 코일의 낮은 열/전기적 안정성을 극도로 향상시킬 수 있게 되었다. 하지만 선재의 턴 간 직접 접촉은 시정수를 증가시키고, 이는 코일에 전류 인가 시 자기장의 충/방전이 지연되는 ‘충/방전 지연현상’을 발생시켜 빠른 충/방전 속도가 요구되는 에너지저장장치(Superconducting Magnetic Energy Storage, SMES)와 같은 일부 전력기기에는 무절연 권선 기술로 제작된 초전도 코일을 사용할 수 없게 만드는 한계를 가진다.

[0005]

그러하여 기존 절연 코일의 낮은 열적 안정성과 무절연 코일의 느린 충/방전 속도를 개선하고자 턴 간 젤-타입(gel-type) 절연물질이 적용된 코일이 제안되었다. 특히 열전달 특성이 뛰어난 서멀 그리스(thermal grease)를 절연물질로 이용한 코일의 경우 기존의 절연 코일뿐 아니라 무절연 코일 보다도 높은 열적 안정성을 확보하였고, 이와 더불어 무절연 코일의 느린 충/방전 속도 역시 크게 개선되었음을 확인하였다.

[0006]

그러나, 기존 권선 장치에는 젤-타입 절연물질을 삽입하기 위한 수단이 없기 때문에 수작업을 통해 젤-타입 절연물질을 삽입할 수 밖에 없다. 수작업을 통해 젤-타입 절연물질을 주입하는 경우 일정하게 동일한 양을 주입하기 어려운 문제점이 있다. 이는 선재 표면에까지 절연물질이 도포될 가능성을 높이고, 권선 장력때문에 잔여 절연물질이 턴 사이에서 코일의 상단부분으로 빠져나오게 되는 단점을 가진다. 결과적으로 젤-타입 절연물질을 삽입한 초전도 코일의 특성을 저하시킬 뿐만 아니라 절연물질의 낭비를 가져오고, 다른 한편으로는 코일의 제작 시간이 길어짐으로 인해 초전도 코일 비용이 증가하는 문제점을 가진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007]

(특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 10-2010-0030839, 2010.03.19. 공개

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 기존 수작업으로 이루어지는 젤-타입 절연물질의 삽입 과정을 대체하기 위하여 젤-타입 절연물질을 자동으로 삽입할 수 있는 권선 장치를 제공하는 것이다. 젤-타입 절연물질이 삽입될 때 권선되는 코일의 장력으로 인해 절연물질이 도포되어야 할 부분 이외의 부분으로 절연물질이 빠져나오는 문제는 극복하고, 이로 인해 낭비되는 절연물질을 최소화하는 것이다. 또한, 제작비용을 절감하기 위하여 삽입 공정을 단순화시키는 동시에 권선 속도에 대응하여 일정량의 절연물질을 자동으로 주입하는 수단을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 권선 장치는 선재를 공급하되, 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 상기 선재에 장력을 인가하는 장력인가부; 보빈을 고정하고, 권선 방향으로 회전하여 상기 보빈에 상기 선재를 권선하는 선재권선부; 상기 선재의 진행방향 양측에 위치하고, 상기 선재에 접촉하여 선재의 이동궤도를 형성하게 하는 선재가이드; 상기 장력인가부의 회전 속도를 이용하여 선재에 부여되는 장력을 측정하는 장력측정부; 및 상기 선재의 너비, 절연물질의 점성 및 상기 측정된 장력을 고려하여 주입량을 산출하고, 산출된 주입량에 따라 이동하는 선재의 일측에 접촉하여 절연물질을 주입하는 절연물질 주입부;를 포함한다.
- [0010] 일 실시예에 따른 코일 권선 장치에서 상기 절연물질은 젤-타입(gel-type)이고, 열전달 계수가 미리 정의된 기준 값보다 큰 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따른 코일 권선 장치는 상기 선재의 진행방향 양측에 마주보며 위치하고, 상기 선재에 밀착되어 선재가 진행할 때 함께 회전하는 두 개의 롤러; 및 상기 롤러의 회전 양에 따라 사용된 선재의 길이를 측정하는 길이측정부를 더 포함한다.
- [0012] 일 실시예에 따른 코일 권선 장치에서 상기 절연물질 주입부는 절연물질의 잔여량을 감지하여 외부에 표시할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 코일 권선 장치는 상기 절연물질 주입부의 입구에 소정 온도 이상의 열을 가하는 온도조절부를 더 포함한다.
- [0014] 일 실시예에 따른 코일 권선 장치에서 상기 절연물질 주입부는 상기 선재권선부에 의해 권선되는 속도에 대응하여 일정한 양의 절연물질을 주입한다.
- [0015] 일 실시예에 따른 코일 권선 장치는 상기 절연물질 주입부의 입구에 일정 압력을 가하기 위한 압력조절부를 더 포함한다.
- [0016] 일 실시예에 따른 코일 권선 장치는 상기 절연물질의 점성에 비례하여 주입량을 산출할 수 있다.
- [0017] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 권선 방법은 보빈이 고정된 선재권선부는 권선 방향으로 회전하고, 선재를 공급하는 장력인가부는 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 일정한 크기의 장력을 상기 선재에 인가하는 단계; 제어부가 상기 장력인가부의 회전 속도를 이용하여 선재에 부여되는 장력을 측정하고, 측정된 장력, 상기 선재의 너비 및 절연물질의 점성을 고려하여 주입량을 산출하는 단계; 및 절연물질 주입부가 상기 산출된 주입량에 따라 이동하는 선재의 일측에 접촉하여 절연물질을 주입하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 실시예들에 따르면, 일정량의 젤-타입 절연물질을 자동으로 주입할 수 있는 구성을 포함하는 코일 권선 장치를 제안함으로써 기존의 수작업으로 이루어지던 절연물질 주입을 대체하고 코일의 제작 환경 및 제작 속도를 향상시킬 수 있다. 또한, 선재에 인가된 장력 및 절연물질의 점성을 고려하여 절연물질의 주입량을 결정함으로써 코일 제작에 사용되어야 하는 절연물질의 최소량을 산출할 수 있다.
- [0019] 나아가 최소량으로 적절하게 선재의 표면에만 절연물질을 도포하게 함으로써 권선 시 사용되는 절연물질의 낭비를 줄일 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 제작된 턴 간 젤-타입 절연물질이 삽입된 코일의 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 권선 장치의 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 권선 장치의 평면도이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따라 젤-타입 절연물질이 선재에 도포되는 과정을 나타낸 상세도이다.
- 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 코일 권선 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0022] 먼저, 초전도 코일은 초전도 선재를 감아서 전기코일로 만든 것이다. 전기저항이 없기 때문에 대전류를 흘릴 수 있고 따라서 매우 강력한 자기장을 만들 수 있다. 초전도 선재는 일반적으로 초전도체의 세산을 구리의 모재 속에 여러 개 집어 넣은 것으로서 초전도체로는 NbTi, Nb₃Sn, V₃Ga 등이 사용되고 있다.
- [0023] 절연물질은 전자의 이동을 차단하여 전기가 통하지 않는 물질을 의미하는데, 보통 열전달 특성이 낮아 초전도 코일에 절연물질을 삽입하는 경우 예기치 못한 켄치가 발생할 때 절연물질이 반경 방향으로의 열 전파를 제한하여 마그네틱의 영구적인 손상을 가져올 수 있다. 반면에, 무절연 권선 기술에 의하여 제작된 무절연 초전도 코일은 선재의 턴 간 직접 접촉으로 인한 시정수의 증가로 코일에 전류 인가 시 자기장의 충/방전이 지연되는 '충/장전 지연현상'을 발생시키는 한계를 가진다.
- [0024] 이에 따라 제안된 젤-타입 절연물질이 적용된 초전도 코일은 높은 열적 안정성을 가지는 동시에 무절연 코일의 단점인 느린 충/방전 속도를 크게 개선한 장점을 가진다. 다만, 기존의 코일 권선 장치는 젤-타입 절연물질을 삽입하기 위한 구성이 없기 때문에 수작업으로 절연물질을 삽입하여 초전도 코일을 제작하고 있다. 이 경우 일정하게 동일한 양의 절연물질을 선재에 도포하기 어렵기 때문에 절연물질의 낭비를 가져올 뿐만 아니라 너무 많이 주입된 절연물질이 선재 상단부까지 빠져나오게 되면 젤-타입 절연물질을 삽입한 초전도 코일의 성능을 저하시키는 문제점을 발생시킨다.
- [0025] 따라서 코일 권선 장치에 있어서 일정량의 절연물질을 자동으로 선재에 도포시키기 위한 수단이 필요하다. 이때 주의할 점은 코일의 권선 시 선재에 장력이 인가되기 때문에 젤-타입의 절연물질은 장력에 의해 주입했을 때보다 더 넓게 도포되는 특징을 가진다는 점이다. 그러므로 본 발명은 젤-타입 절연물질의 효율적인 주입을 위해 자동으로 일정량의 절연물질을 사출하는 수단을 제시하고자 한다.
- [0026] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.
- [0027] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 제작된 턴 간 젤-타입 절연물질이 삽입된 코일의 모식도이다. 도 1을 참조하면 보빈(130)을 중심으로 초전도 선재(120)가 감겨있고, 초전도 선재(120) 사이에 젤-타입 절연물질(110)이 삽입되어 있다. 이때, 초전도 선재(120) 사이에 적당량의 절연물질이 삽입되어야만 초전도 코일의 특성이 저하되지 않을 수 있다. 적당량이란, 초전도 선재의 턴 간에 고르고 일정하게 절연물질이 도포되고, 턴 간 외에 상부쪽이나 하부쪽으로 절연물질이 새어나오지 않는 정도를 의미한다. 본 발명의 실시예들은 권선 장력에 의해 젤-타입의 절연물질이 선재 표면에 고르게 도포되는 효과를 가진다.

- [0029] 보빈(130)은 코일을 감을 때 사용되는 틀이고, 제작하고자 하는 코일의 형태에 따라 보빈(130)의 형태도 달라진다. 초전도 선재(120)는 세라믹인 고온초전도체를 선재화한 것이며, 젤-타입 절연물질(110)은 전기가 통하지 않으면서 유동성을 가지는 형태의 물질을 말한다. 도 1을 참조하면, 초전도 선재(120)의 각 턴 사이에 젤-타입 절연물질(110)이 상부층으로 빠져나오지 않으면서 각 선재의 표면에 고르게 도포되어 있다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 권선 장치(1)의 블록도로서, 코일 권선 장치(1)는 턴 간 젤-타입 절연물질(110)이 삽입된 코일을 제작하기 위해 장력인가부(10), 선재가이드(20), 장력측정부(30), 절연물질 주입부(40) 및 선재권선부(50)를 포함한다.
- [0031] 장력인가부(10)는 선재를 공급하는 역할을 하며, 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 선재에 장력을 인가한다. 즉, 권선이 이루어지는 선재권선부(50)의 회전축이 권선방향으로 회전함에 따라 선재권선부(50)에 고정된 보빈에 선재가 감기면서 권선될 때 장력인가부(10)의 회전축은 선재권선부(50)의 그것과 반대방향으로 회전함으로써 선재를 팽팽하게 만들어 장력을 인가하게 된다. 권선 방향으로 선재를 이동시키기 위해서는 선재권선부(50)의 회전축의 속도보다 장력인가부(10)의 회전축의 속도가 작아야 하지만, 선재권선부(50)의 회전축의 속도보다 작은 범위 내에서 장력인가부(10)의 회전축의 속도를 달리하면 선재에 인가되는 장력의 크기를 조절할 수 있다. 이때, 원하는 회전속도를 만들기 위해서 제작하고자 하는 초전도 코일의 선재 특성(크기, 무게, 두께, 비중 등)에 따라 회전축을 움직이는 원동력을 달리할 수 있다.
- [0032] 선재권선부(50)는 보빈을 고정하고 권선 방향으로 회전하여 직접적으로 보빈에 선재를 권선하는 기능을 한다. 보빈은 도 1에서 살펴본 것과 같이 선재를 감아 초전도 코일을 형성하게 하는 고정축과 같은 역할을 한다. 선재권선부(50)는 회전축을 포함할 수 있고, 그 회전축을 이용하여 그에 고정된 보빈을 회전시켜 선재가 감기도록 할 수 있다. 이때, 선재권선부(50)의 회전 속도에 따라 시간당 감기는 선재의 길이가 달라질 것이므로 회전 속도를 조절하여 초전도 코일의 제작 속도를 제어할 수 있을 것이다.
- [0033] 또한, 앞서 살펴본 바와 같이 선재권선부(50)의 회전축과 장력인가부(10)의 회전축이 서로 다른 방향으로 회전하기 때문에 선재가 팽팽하게 장력이 인가될 수 있으며, 제작하고자 하는 초전도 코일의 특성에 따라 각 회전축의 회전 속도 및 장력의 크기가 결정될 것이다.
- [0034] 선재가이드(20)는 선재의 진행방향 양측에 위치하고, 선재에 접촉하여 선재의 이동궤도를 형성한다. 즉, 가이드로써 선재가 권선되는 궤도를 형성하는 축이 되어 보빈에 선재가 감기는 중 선재가 일정한 궤도를 유지하며 안정적으로 권선이 되도록 돕는 역할을 한다. 도 2를 참조하면 두 개의 선재가이드(20)를 도시하였으나, 제조환경에 따라 복수 개의 선재가이드(20)를 이용하여 이동궤도를 형성하게 할 수도 있을 것이다. 이때, 선재 가이드(20)가 일정한 궤도를 유지할 수 있게 하면서 선재에 가해진 장력이 유지되는 역할도 함께하게 된다. 다시말하면, 선재 가이드(20)는 장력의 크기를 변화시키지 않아야 한다.
- [0035] 장력측정부(30)는 장력인가부(10)의 회전 속도를 이용하여 선재에 부여되는 장력을 측정한다. 즉, 장력인가부(10)의 회전축이 회전하는 속도를 이용해 장력을 측정하고, 절연물질 주입부(40)에 측정된 장력 값을 전달한다. 이는 절연물질 주입부(40)에서 권선되는 선재의 장력을 고려하여 주입량을 결정하기 위함이다.
- [0036] 장력측정부(30)의 회전 속도가 클수록 반대 방향으로 회전하는 선재권선부(50)와의 회전 차이가 커지게 되어 선재에 부여되는 장력도 커지게 될 것이다.
- [0037] 절연물질 주입부(40)는 선재의 너비, 절연물질의 점성 및 측정된 장력을 모두 고려하여 주입량을 산출한다. 그리고 산출된 주입량에 따라 이동하는 선재의 일측에 접촉하여 절연물질을 주입한다. 이때, 절연물질은 젤-타입(gel-type)이고, 열전달 계수가 미리 정의된 기준 값보다 큰 것을 특징으로 한다. 일반적인 절연물질의 열전달 특성이 낮기 때문에 젤-타입의 열전달 특성이 높은 절연물질을 사용하면 기존의 초전도 코일의 퀵치 발생시 마그네틱 영구적인 손상을 방지할 수 있다. 따라서 제작하고자 하는 초전도 코일에 따라 열 전달 계수의 기준 값을 미리 정의할 수 있을 것이고, 이에 따라 본 발명의 실시예들은 젤-타입의 절연물질을 선택하여 초전도 코일을 제작할 수 있게 된다. 젤-타입 절연물질은 유동성을 가지고, 그 정도는 점성으로 표현되어 도포할 때 점성의 크기에 큰 영향을 받게 된다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들에서 이용가능한 절연물질은 열전달 특성이 뛰어난 서멀 그리스가 될 수 있다.
- [0038] 한편, 절연물질 주입부(40)에서 주입량이 너무 적으면 선재에 절연물질이 충분히 도포되지 않을 것이고, 주입량이 너무 많으면 선재의 턴 간에만 절연물질이 존재하지 않고 상부나 하부 층으로 절연물질이 새어나오기 때문에 주입량이 너무 적을 경우 초전도 코일의 열적 안정성을 저하시킬 것이며, 주입량이 너무 많을 경우 절연물질의 낭비를 유발하게 된다. 따라서 선재의 표면에 적당량의 절연물질을 도포하기 위해서 그 주입량을 결정하는 것은

매우 중요하다. 본 발명의 실시예들은 정확하게 주입량을 산출하기 위해서, 기본적으로 선재의 너비와 절연물질의 점성을 고려하는 동시에 권선 장력을 함께 고려함으로써 더 효과적으로 절연물질이 도포될 수 있도록 하였다.

[0039] 또한, 주입량이 결정되면 권선 속도에 따라 시간당 얼마나 배출해야 하는지 결정한다. 즉, 일정한 면적(예를 들어, 선재의 길이 방향 및 너비 방향에 해당하는 정사각형 면적 등)에 얼마만큼의 젤-타입 절연물질을 주입했을 때 적절히 도포되는지 산출하였다면, 권선 속도에 따라 시간당 권선 장치가 처리하는 선재의 길이가 결정되고 그에 따라 시간당 배출량을 결정하게 되는 것이다. 상세히 살펴보면, 동일한 양의 절연물질을 주입한다고 할 때, 권선 속도가 빠르면 주입량이 늘어나고, 권선 속도가 느리면 주입량이 줄어들게 된다. 따라서 권선 속도와 주입량은 비례관계에 있어야 일정량의 절연물질의 주입이 가능해진다.

[0040] 주입량 산출에 필요한 입력 값으로서, 선재에 부여된 장력은 장력측정부(30)로부터 입력 받고, 선재의 너비나 절연물질의 점성은 제작하고자 하는 초전도 코일이 결정되면 실시자가 직접 입력할 수 있을 것이다. 나아가 권선 속도는 장력측정부(30), 선재권선부(50) 또는 다른 구성에 의해서 입력받을 수도 있고, 직접 절연물질 주입부(40)에서 측정할 수도 있을 것이다.

[0041] 다음으로 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 권선 장치의 평면도로서, 초전도 선재(120)에 젤-타입 절연물질(110)을 삽입하여 초전도 코일을 제작하기 위해 상부판(210), 조작부(220), 장력 인가부(230), 선재 권선부(240), 젤-타입 절연물질 주입부(250), 장력 측정부(260), 선재 길이 측정부(270) 및 선재 가이드(280)를 포함한다. 도 3의 일부 구성요소는 도 2의 구성요소와 대응되는 역할을 한다. 따라서 대응관계를 기술하고, 구체적인 설명은 중복되어 기재하지 않기로 한다. 또한 도 3은 코일 권선 장치를 위에서 바라본 평면도에 해당한다.

[0042] 상부판(210)은 실제 작업 환경에서 바닥과 수평하게 이격되어 위치한다. 이는 권선 장치의 기본 구성 요소들이 고정 및 위치되어 있는 판으로써, 코일 권선 과정에서 에탄올, 물 등의 액체류에 대한 노출로부터 부식을 방지하기 위해 내식성이 강한 금속을 재질로 한다.

[0043] 조작부(220)는 권선 장치를 동작시키거나 멈추기 위한 전원과 장력 인가부(230)와 선재 권선부(240)의 회전축을 회전시키기 위한 구동 모터 등의 기본적인 작동들을 제어 할 수 있으며, 사용자의 조작을 편리하게 하기 위해서 터치형 디지털 디스플레이를 장착할 수 있다. 구체적으로 조작부(220)을 통해 제어 가능한 기능은 전원 및 구동 모터와 연관된 권선 속도, 장력, 권선 턴 수, 젤-타입 절연물질 주입 여부 등이 될 수 있고, 권선 완료된 코일에 대한 정보를 실시간으로 제공할 수 있을 것이다.

[0044] 장력 인가부(230)는 도 2의 장력인가부(10)와 대응되는 역할을 한다. 초전도 선재가 고정됨과 동시에 장력이 인가되어 보빈에 권선을 가능케 하는 부분으로 다양한 내부 직경을 가지는 초전도 선재 릴이 장착 가능하도록 다양한 사이즈의 고정 홀더를 장착할 수 있도록 설계된다. 또한, 조작부(220)를 통해 장력 인가부(230)의 중심에 위치한 회전축과 연결된 구동 모터를 작동하여 회전 속도를 조절할 수 있다. 특히, 장력 인가부(230)의 회전축은 권선 방향 반대방향으로 회전함으로써 선재에 장력을 인가하게 된다.

[0045] 선재 권선부(240)는 도 2의 선재권선부(50)와 대응되는 구성이다. 초전도 코일 제작 간 보빈이 고정되는 곳으로 다양한 금속 보빈을 장착할 수 있도록 내마모성이 강해야한다. 또한, 물 또는 에탄올 등의 액체류에 노출되기 때문에 부식을 방지하기 위해 강한 내식성을 가진 금속 재질로 한다. 실질적으로 권선이 이루어지는 부분이므로 조작부(220)를 통해 선재 권선부(240)의 중심에 위치한 회전축과 연결된 구동 모터를 작동하여 권선 속도를 조절할 수 있게 된다. 구조적으로 장력 인가부(230)와 선재 권선부(240)가 서로의 위치에 대하여 반대방향으로 회전함으로써 전체 권선 장치가 동작하게 될 것이다. 예를 들어, 도 3의 경우 상부판의 왼쪽에 장력 인가부(230)이 위치하고, 상부판의 오른쪽에 선재 권선부(240)가 위치하고 있어 선재 권선부(240)는 오른쪽으로 회전하고, 장력 인가부(230)는 왼쪽으로 회전하여 선재에 장력을 인가하면서 초전도 선재를 권선하게 된다.

[0046] 젤-타입 절연물질 주입부(250)는 도 2의 절연물질 주입부(40)와 대응되는 구성이다. 절연물질의 사용량을 최소화하기 위해 장력에 따른 적절한 정량의 절연물질이 권선 속도에 맞춰 일정하게 사출되며, 배출되는 양 및 젤-타입 절연물질 주입부에 남아있는 절연 물질의 양을 확인할 수 있다. 이때 젤-타입 절연물질 주입부(250)는 사용자에게 절연물질의 보충을 용이하게 하기 위해 절연물질의 잔여량을 감지하여 외부에 표시하는 것을 특징으로 할 수 있다. 권선 장치의 사용자는 외부에 표시된 잔여량을 참고하여 전체 공정을 멈추지 않는 수준에서 절연물질을 보충하면 시간적인 측면에서 제조 공정이 효율적으로 동작하게 될 것이다.

[0047] 젤-타입 절연물질은 젤-타입이라는 특성 때문에 주입부의 입구가 잉여 절연물질의 고화로 막히거나 입구의 크기가 줄어들 수 있다. 이를 방지하기 위해 젤-타입 절연물질 주입부(250)는 입구 부분에 압력조절부 또는 온도조

절부를 더 포함할 수 있다. 압력조절부는 주입부의 입구에 일정 압력을 가함으로써 입구가 막히는 것을 방지하게 되고, 온도조절부는 주입부의 입구에 소정 온도 이상의 열을 가함으로써 역시 입구가 막히는 것을 방지할 수 있다. 이때 일정 압력과 소정 온도는 젤-타입 절연물질의 점성 및 시간당 배출되는 주입량에 따라 결정될 수 있을 것이다. 점성이 높아서 유동성이 적으면 주입부(250)의 입구가 쉽게 막힐 수 있으므로 압력과 온도가 높아야 할 것이며, 시간당 배출되는 주입량이 적으면 역시 절연물질의 고화가 일어나기 쉬워 기준이 되는 압력 값과 온도 값이 높게 결정되어야 할 것이다. 이들 값은 실험적으로 최적의 값이 결정될 수 있다.

[0048]

장력 측정부(260)는 도 2의 장력측정부(30)과 대응되는 구성이다. 장력 인가부(230)에서 초전도 선재에 인가되는 장력을 정확히 측정하여 조작부(220)를 통해 값을 표시할 수 있으며, 측정된 장력에 부합되는 절연물질 양을 산출하게 하기 위해 젤-타입 절연물질 주입부(250)에 측정 장력 값을 전달한다. 구체적으로 선재에 밀착하여 위치한 롤러를 통해 코일에 가해지는 장력을 측정할 수 있으며, 측정된 장력 정보를 젤-타입 절연물질 주입부(250)에 전달한다. 절연물질의 소모를 최소화할 수 있기 때문에 궁극적으로 초전도 코일 제작의 비용을 절감하는 효과를 가진다.

[0049]

선재 길이 측정부(270)는 실제 코일에 사용되는 선재의 길이를 파악할 수 있게 해주는 구성으로써, 선재가 적절히 밀착이 될 수 있도록 이동이 가능해야하며, 상부 롤러는 내마모성이 강한 재질을 사용한다. 선재가 마찰되어 롤러가 돌아가면 롤러가 돌아간 바퀴에 의해 선재의 길이를 측정할 수 있다. 예를 들어, 30cm의 둘레를 가지는 롤러를 이용하는 경우 선재의 마찰에 의해 롤러가 3바퀴 돌아갔다면 사용된 선재의 길이는 90cm가 된다.

[0050]

선재 가이드(280)는 선재가 맞물릴 수 있도록 홈이 존재해야 하며, 다양한 보빈 사이즈에 적용 가능하도록 선재 가이드의 높이가 조정 가능해야한다. 또한 부식에 대비하기 위해 내마모성 및 강도가 높은 재질을 사용한다. 도 2의 선재가이드(20)와 동일한 역할을 하는 구성으로 보빈에 선재를 감는 중 선재가 일정한 궤도를 유지하며 안정적으로 권선이 되도록 돕는 기능을 한다.

[0051]

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따라 젤-타입 절연물질이 선재에 도포되는 과정을 나타낸 상세도이다. 초전도 선재(120)에 젤-타입 절연물질(110)이 젤-타입 절연물질 주입부(250)에 의해 주입되면 보빈(130)에 초전도 선재(120)가 권선되면서 권선 장력을 반영된 젤-타입 절연물질(110)이 넓게 도포되는 것을 나타낸다. 즉, 권선 장력에 부합하는 정량의 젤-타입 절연물질이 주입부(250)를 통해 선재의 중앙 부근에 위치하게 되며, 권선되면서 절연물질은 장력에 의해 선재의 표면에 고르게 도포가 된다. 이러한 특징을 반영하여 본 발명에 따른 실시예들에서 젤-타입 절연물질 주입부(250)는 주입량을 결정해야 적절한 양만을 초전도 선재(120)에 도포하게 된다.

[0052]

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 코일 권선 방법의 흐름도이다. 각 단계는 도 2의 코일 권선 장치의 각 구성요소의 역할과 대응되는바, 중복되는 내용은 기술하지 않고 대응관계를 중심으로 설명한다.

[0053]

S510 단계에서 선재권선부가 권선 방향으로 회전하고, 장력인가부는 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 선재에 장력을 인가하여 선재를 공급한다. 즉, 보빈이 고정된 선재권선부는 권선 방향으로 회전하고, 선재를 공급하는 장력인가부는 권선 방향의 반대방향으로 회전함으로써 일정한 크기의 장력을 선재에 인가하게 된다. 도 2의 장력인가부(10)와 선재권선부(50)가 동작하는 상호관계에 대응된다.

[0054]

S520 단계에서는 장력인가부의 회전 속도를 이용하여 선재에 부여되는 장력을 측정하고, 측정된 장력, 선재의 너비 및 절연물질의 점성을 고려하여 주입량을 산출한다. 제어부는 장력을 측정하고, 이를 이용하여 주입할 절연물질의 주입량을 결정하게 되는 것이다. 이때 선재의 너비가 넓으면 주입량도 커지게 되고, 절연물질의 점성이 낮다면 절연물질이 매우 유동적이기 때문에 주입량은 작아져야 할 것이다. 마지막으로 측정된 장력이 크면 비교적 넓게 선재에 도포될 수 있을 것이기 때문에 주입량이 작아지게 될 것이다. 도 2의 장력측정부(30)와 절연물질 주입부(40)의 역할을 포함한다.

[0055]

S530 단계에서는 절연물질 주입부가 산출된 주입량에 따라 이동하는 선재의 일측에 접촉하여 절연물질을 주입한다. 자동으로 일정량을 사출할 때, 권선 속도에 따라 사출속도도 영향을 받게 된다. 도 2의 절연물질 주입부(40)가 절연 물질을 주입하는 기능과 대응된다.

[0056]

이와 같이 본 발명의 실시예들에 따르면, 일정량의 젤-타입 절연물질을 자동으로 주입할 수 있는 구성을 포함하는 코일 권선 장치를 제안함으로써 기존의 수작업으로 이루어지던 절연물질 주입을 대체하고 코일의 제작 환경 및 제작 속도를 향상시킬 수 있다. 또한, 선재에 인가된 장력 및 절연물질의 점성을 고려하여 절연물질의 주입량을 결정함으로써 코일 제작에 사용되어야하는 절연물질의 최소량을 산출할 수 있다. 나아가 최소량으로 적절하게 선재의 표면에만 절연물질을 도포하게 함으로써 권선 시 사용되는 절연물질의 낭비를 줄일 수 있는 이점이 있다.

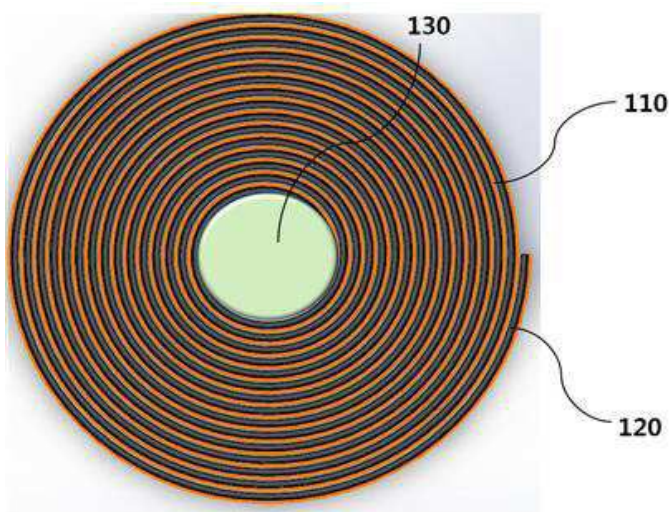
- [0057] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0058] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0059] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

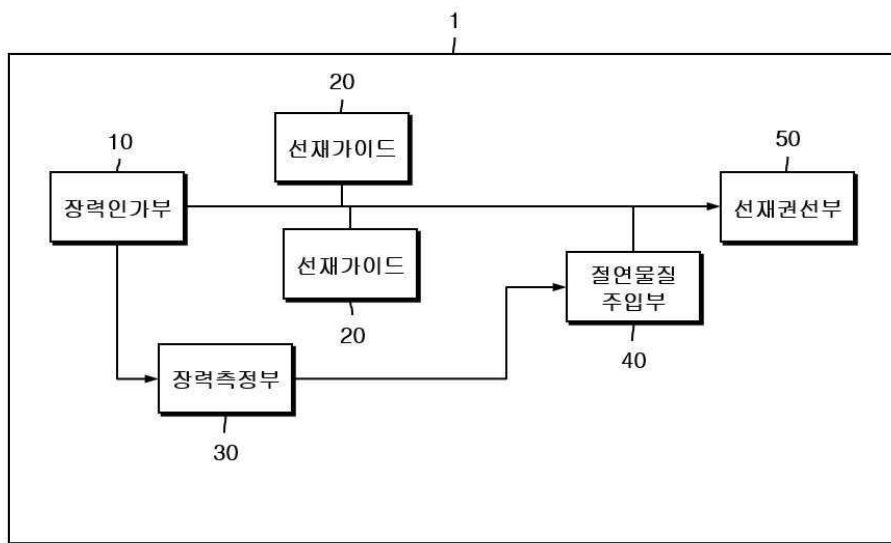
- [0060] 110: 젤-타입 절연물질
120: 초전도 선재
130: 보빈
1: 코일 권선 장치
10: 장력인가부
20: 선재가이드
30: 장력측정부
40: 절연물질 주입부
50: 선재권선부
210: 상부판
220: 조작부
230: 장력 인가부
240: 선재 권선부
250: 젤-타입 절연물질 주입부
260: 장력 측정부
270: 선재 길이 측정부
280: 선재 가이드

도면

도면1



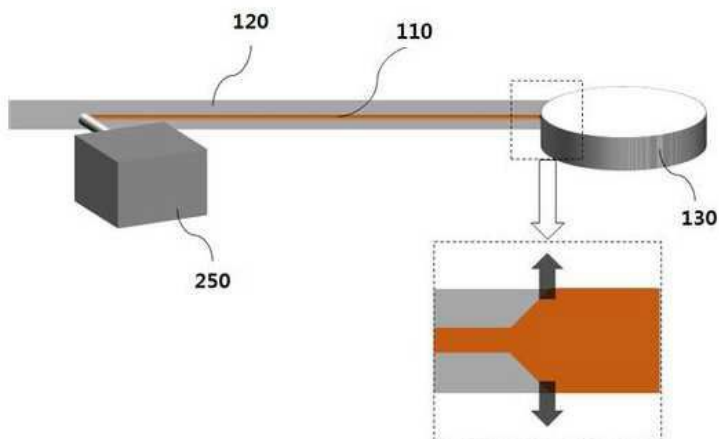
도면2



도면3



도면4



도면5

