



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0006448
(43) 공개일자 2014년01월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/06 (2006.01) H01B 12/14 (2006.01)
B29C 39/00 (2006.01) B05C 3/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0073376
(22) 출원일자 2012년07월05일
심사청구일자 2012년07월05일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가)
(72) 발명자
이해근
서울특별시 동대문구 장한로 119, 삼성쉐르빌오피스텔 548호 (장안동)
권오준
충청북도 충주시 지곡10길 8 (지현동, 지현현대아파트) 103동 203호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

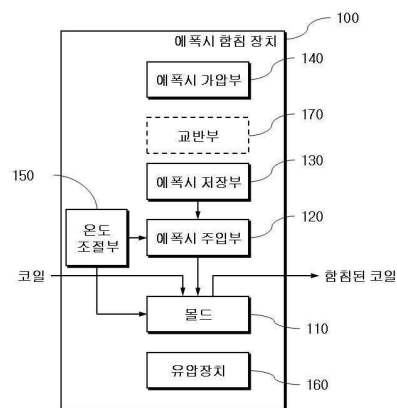
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 레이스트랙형 초전도 코일의 에폭시 함침 장치

(57) 요약

본 발명은 에폭시 함침 장치에 관한 것으로서 코일이 위치하고, 에폭시가 주입되어 상기 코일을 함침시킬 수 있는 몰드; 상기 몰드에 상기 에폭시를 주입하는 에폭시 주입부; 상기 에폭시 주입부에 상기 에폭시를 공급하는 에폭시 저장부; 상기 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 압력을 가하는 에폭시 가압부; 및 상기 에폭시 주입시, 상기 몰드에 주입된 에폭시가 경화되도록 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부의 온도를 조절하는 온도 조절부를 포함하며, 에폭시를 코일에 균질하게 함침시키고 에폭시 내 기포를 제거한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김광록

경기도 부천시 소사구 소안로 20 삼익세라믹아파트
103동 805호(괴안동, 삼익세라믹아파트)

신현진

서울특별시 성북구 인촌로7가길 42, 태민빌딩 201
호 (안암동2가)

특허청구의 범위

청구항 1

코일이 위치하고, 에폭시가 주입되어 상기 코일을 함침시킬 수 있는 몰드;

상기 몰드에 상기 에폭시를 주입하는 에폭시 주입부;

상기 에폭시 주입부에 상기 에폭시를 공급하는 에폭시 저장부;

상기 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 압력을 가하는 에폭시 가압부; 및

상기 에폭시 주입시, 상기 몰드에 주입된 에폭시가 경화되도록 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부의 온도를 조절하는 온도 조절부를 포함하는 에폭시 함침 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 몰드를 상하로 이동시켜 상기 에폭시 주입부에 맞닿게 하고, 상기 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복하여 상기 에폭시를 상기 코일에 함침시키고, 상기 에폭시 내 기포를 제거하는 유압장치를 더 포함하는 에폭시 함침 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 에폭시 가압부는,

상기 몰드와 상기 에폭시 주입부가 맞닿을 때, 상기 에폭시 저장부에 저장되어 있는 에폭시에 압력을 가하여 상기 에폭시가 상기 에폭시 주입부를 통해 상기 몰드로 주입되도록 하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 에폭시 주입부는 상기 에폭시 저장부 하부에 위치하고, 상기 몰드의 모양으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 에폭시 저장부에 저장되어 있는 에폭시와 경화제를 혼합하는 교반부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 몰드와 상기 에폭시 주입부에는 이형제가 코팅되어 있는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 에폭시 주입은 진공상태에서 주입되는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 8

코일을 몰드에 위치시키는 단계;

상기 몰드의 유압장치를 이용하여 상기 몰드를 에폭시 주입부까지 상승시키는 단계;

상기 에폭시 주입부를 통해 에폭시를 상기 몰드에 주입하는 단계;

상기 몰드의 유압장치를 이용하여 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복함으로써, 상기 에폭시를 상기 코일에 함침시키고, 상기 에폭시 내 기포를 제거하는 단계;

상기 몰드에 주입된 에폭시가 경화되도록 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부의 온도를 조절하는 단계; 및
상기 에폭시를 경화하는 단계를 포함하는 에폭시 함침 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 에폭시 함침 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 에폭시를 코일에 균질하게 함침시키고 에폭시 내 기포를 제거하는 에폭시 함침 장치 및 에폭시 함침 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 전기장치에서 고온 초전도 선재(HTS, High Temperature Superconductor)는 여러 형태와 목적으로 사용되고 있으며, 특히 최근에는 모터(motor) 및 발전기(generator) 등의 회전기기에 적용하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다. 초전도 회전기기의 경우에는 회전 시 발생하는 시변자계의 변화와 코일의 견고함을 위해서 에폭시 함침이 필수적이다. 현재 회전자 코일의 함침과정을 살펴보면, 초전도 선재를 이용하여 보빈에 권선을 하게 되고 코일이 흐트러지지 않게 절연 테이프를 코일 전체를 그라운드 테이핑을 한 다음 에폭시를 붓으로 코일 바깥 부위만 칠하거나 에폭시를 통에 부어 코일을 담근 후 빼내어 오븐기에서 가열하여 경화시키거나 자연 건조시키는 방법으로 코일을 함침하고 있다.

[0003] 한편, 코일을 이용하여 에폭시 함침 장치의 일례가 [대한민국 등록특허 제10-0758976호]에 개시되어 있다. 상기 기술은 권선된 코일의 진공함침 장치에 관한 것이다. 도 1에 도시된 바와 같이 권선된 코일이 안착되어 있는 진공함침용 지그(1)를 진공함침용 탱크(60) 내에 넣고 열경화성수지 혼합물(20)로 진공 함침하는 방법으로써, 믹싱탱크(30)와 진공함침용 탱크(60) 사이에 에폭시 공급관(32)을 형성하고, 믹싱탱크(30)와 진공함침용 지그(1)가 안착되어 있는 진공함침용 탱크(60) 내부에 진공상태를 유지하기 위해 진공펌프(31, 51)를 작동하되, 이 때 각 탱크 내부의 진공도는 2×10^{-3} Torr가 될 때까지 펌핑을 한다. 상기 믹싱탱크(30)와 진공함침용 탱크(60) 내부의 진공작업이 완료되면, 진공함침용 지그(1) 내부로 열경화성수지 혼합물(20)을 주입하게 된다. 상기 주입시, 상기 진공함침용 탱크(60) 내부는 진공펌프(51)의 작동에 의해 2×10^{-3} Torr의 진공도가 유지되도록 하면서 믹싱탱크(30) 내부는 진공펌프(31)를 정지하여 진공상태를 해제시켜 밸브를 개방하면, 기압차에 의해 공급관(32)을 통해 에폭시 수지가 진공함침용 지그(1) 내부의 와인딩된코일에 주입이 된다. 이 때, 주입량을 확인하면서 서서히 주입되도록 밸브를 이용하여 조절할 수 있도록 한다.

[0004] 상기와 같은 방법으로 열경화성수지 혼합물로 진공함침을 하는 경우 진공함침용 지그(1) 내부의 진공도와 믹싱탱크(30) 내부의 진공도는 2×10^{-3} Torr 이하가 유지되어야 하고, 상기 믹싱탱크(30)의 진공도가 2×10^{-3} Torr까지 도달하는 시간은 약 1시간 이내에 완료할 수 있도록 한다. 만약, 상기 진공함침용 지그(1)의 용량이 커서 믹싱탱크(30)의 진공작업보다 오랜 시간이 요구될 때에는 미리 진공작업을 하도록 하고, 에폭시 혼합 후, 주입 완료되는 시간은 5 시간 이내에 이루어지게 하여야 한다. 상기 열경화성수지 혼합물(20)을 주입함에 있어서 빨리 주입하게 되면, 기포와 공동이 발생하게 되고, 열경화성수지 혼합물(20)의 주입이 늦어지게 되면, 주입 중에 경화되는 문제점이 있으므로 적절한 주입 조절이 요구된다. 상기 열경화성수지 혼합물의 주입량은 수축하는 하는 양을 감안하여 보충용 호스의 상부까지 열경화성수지혼합물이 주입되도록 하여 충분한 주입이 이루어지고 난 후에 진공함침용 지그(1)의 진공상태를 해제하도록 한다.

[0005] 상기의 공정을 통해 권선된 코일에 열경화성수지 혼합물이 주입되어 진공함침이 완료되면, 진공함침용 지그(1) 내부의 진공상태를 해제한 후, 경화시키도록 한다. 경화에 필요한 열을 제공하는 방법은 진공함침용 지그(1)를 오븐기에 넣거나 크기가 대형일 경우에는 히팅 테이프로 진공함침용 지그(1)를 감싸거나 코일에 물을 순환하는 홀이 있으면 그 홀을 이용하여 온수를 순환함으로써, 열을 가할 수 있도록 해준다.

[0006] 따라서, 이와 같은 종래 기술에 따른 에폭시 함침 장치는 권선된 코일에 에폭시를 코일의 표면에 균질하게 도포하지 못한다는 단점이 있으며, 내부에 잔류되어 있는 기포를 모두 제거하지 못한다는 문제점이 있다. 또한 함침

공정이 끝난 후에 두께가 일정하지 않은 부분에 대한 2차 수작업을 거쳐야 하므로 대량생산 및 공정시간의 단축화에 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 에폭시를 코일에 균질하게 함침시키고 에폭시 내 기포를 제거하는 에폭시 함침 장치를 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 에폭시를 코일에 균질하게 함침시키고 에폭시 내 기포를 제거하는 에폭시 함침 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 코일이 위치하고, 에폭시가 주입되어 상기 코일을 함침시킬 수 있는 몰드; 상기 몰드에 상기 에폭시를 주입하는 에폭시 주입부; 상기 에폭시 주입부에 상기 에폭시를 공급하는 에폭시 저장부; 상기 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 압력을 가하는 에폭시 가압부; 및 상기 에폭시 주입시, 상기 몰드에 주입된 에폭시가 경화되도록 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부의 온도를 조절하는 온도 조절부를 포함하는 에폭시 함침 장치를 제공한다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 몰드를 상하로 이동시켜 상기 에폭시 주입부에 맞닿게 하고, 상기 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복하여 상기 에폭시를 상기 코일에 함침시키고, 상기 에폭시 내 기포를 제거하는 유압장치를 더 포함하는 에폭시 함침 장치일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 에폭시 가압부는 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부가 맞닿을 때, 상기 에폭시 저장부에 저장되어 있는 에폭시에 압력을 가하여 상기 에폭시가 상기 에폭시 주입부를 통해 상기 몰드로 주입되도록 하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 에폭시 주입부는 상기 에폭시 저장부 하부에 위치하고, 상기 몰드의 모양으로 배열되어 있을 있으며, 상기 에폭시 저장부에 저장되어 있는 에폭시와 경화제를 혼합하는 교반부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 몰드와 에폭시 주입부에는 이형제가 코팅되어 있을 수 있으며, 상기 에폭시 주입은 진공상태에서 주입되는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치일 수 있다.
- [0014] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 코일을 몰드에 위치시키는 단계; 상기 몰드의 유압장치를 이용하여 상기 몰드를 에폭시 주입부까지 상승시키는 단계; 상기 에폭시 주입부를 통해 에폭시를 상기 몰드에 주입하는 단계; 상기 몰드의 유압장치를 이용하여 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복하여 상기 에폭시를 상기 코일에 함침시키고, 상기 에폭시 내 기포를 제거하는 단계; 상기 몰드에 주입된 에폭시가 경화되도록 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부의 온도를 조절하는 단계; 및 상기 에폭시를 경화하는 단계를 포함하는 에폭시 함침 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따르면, 에폭시를 기포의 발생 없이 코일 표면에 균일하게 함침시킬 수 있기 때문에 에폭시가 극저온에 들어가면서 발생할 수 있는 크래킹을 방지할 수 있으며 자동화된 기계구성으로 인하여 기존의 코일의 에폭시 함침 시 필요했던 수작업 과정을 제거할 수 있으며, 대량으로 코일의 함침을 필요로 할 경우 더욱 빠르고 정교하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 종래의 에폭시 함침 장치이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치의 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치의 사시도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치는 코일이 위치하고, 에폭시가 주입되어 상기 코일을 함침시킬 수 있는 몰드; 상기 몰드에 상기 에폭시를 주입하는 에폭시 주입부; 상기 에폭시 주입부에 상기 에폭시를 공급하는 에폭시 저장부; 상기 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 압력을 가하는 에폭시 가압부; 및 상기 에폭시 주입시, 상기 몰드에 주입된 에폭시가 경화되도록 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부의 온도를 조절하는 온도 조절부를 포함한다.
- [0019] 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.
- [0020] 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.
- [0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치의 블록도이다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치(100)는 몰드(110), 에폭시 주입부(120), 에폭시 저장부(130), 에폭시 가압부(140), 온도 조절부(150), 및 유압장치(160)로 구성되며, 교반부(170)를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치(100)는 코일에 에폭시를 함침시키는 장치로써, 상기 코일은 초전도 코일일 수 있다. 초전도 코일에 에폭시를 함침시킬때 상기 에폭시에 기포가 포함되어 있는 경우, 상기 초전도 코일을 극저온에서 사용시 상기 기포에 의해 크랙킹이 발생할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치(100)는 코일에 에폭시를 함침시킬 때 상기 에폭시를 균질하게 함침시키고 상기 기포를 제거하는바, 상기 기포에 의한 크랙킹을 방지할 수 있다.
- [0024] 몰드(110)는 코일이 위치하고, 에폭시가 주입되어 코일을 함침시킬 수 있다.
- [0025] 보다 구체적으로, 몰드(110)는 상기 코일에 에폭시를 함침시킬 틀이고, 코일이 위치할 수 있는 공간이 구비되어 있어, 상기 코일을 몰드(110)에 위치시키고, 에폭시를 주입함으로써 상기 코일을 상기 에폭시로 함침시킬 수 있다. 몰드(110)는 에폭시 주입부(120)와 맞닿음으로써, 상기 코일의 높이 및 외경보다 여유가 있는 공간을 만들 수 있다. 상기 공간에 코일을 위치시키고, 에폭시를 상기 공간에 주입함으로써, 코일을 함침시킨다. 에폭시가 함침된 코일은 몰드(110) 내에서 경화될 수 있고, 경화가 완료되면 몰드(110)에서 꺼내어지고, 코일의 에폭시 함침이 완료된다. 몰드(110)에 주입된 에폭시가 경화되도록 온도조절부(150)가 몰드(110)의 온도를 조절할 수 있다. 에폭시 함침이 완료된 코일을 몰드(110)에서 용이하게 분리할 수 있도록 몰드(110)의 외면에는 이형제가 코팅되어 있을 수 있다. 몰드(110)는 코일의 형태에 따라 그 모양이 달라질 수 있으며, 코일이 레이스트랙형 코일인 경우, 레이스트랙 형태로 형성될 수 있다. 몰드(110)는 금속재질로 형성될 수 있다.
- [0026] 에폭시 주입부(120)는 몰드(110)에 상기 에폭시를 주입한다.
- [0027] 보다 구체적으로, 에폭시 주입부(120)는 에폭시를 상기 코일이 위치한 몰드(110)가 에폭시 주입부(120)까지 상승하여 서로 맞닿아, 코일을 함침시킬 수 있는 공간이 밀폐되면 몰드(110)에 에폭시를 주입한다. 에폭시 주입부(120)는 에폭시 저장부(130) 하부에 위치하고, 몰드(110)의 모양으로 배열되어 있을 수 있다. 몰드(110)는 공간을 만들며 안으로 들어가 있는 형태이고, 에폭시 주입부(120)는 주입부가 외부로 나와 있는 형태로, 몰드(110)는 암의 역할을 하고, 에폭시 주입부(120)는 수의 역할을 한다. 상기 몰드(110)와 에폭시 주입부(120)는 결합됨으로써, 코일을 함침시킬 수 있는 밀폐된 공간이 형성된다. 상기 공간이 밀폐되면, 에폭시 저장부(120)에 저장된 에폭시가 에폭시 주입부(120)를 통해 상기 공간으로 주입된다.

- [0028] 에폭시 주입부(120) 내부에는 에폭시 주입관이 구비되어 있을 수 있으며, 상기 에폭시 주입관에는 밸브와 같은 주입구가 구비되어 있을 수 있다. 상기 주입구는 닫혀있다가 몰드(110)가 상승하여 에폭시 주입부(120)와 결합되면, 상기 주입구가 열림으로써 에폭시 저장부(130)에 저장되어 있던 에폭시가 몰드(110)로 주입될 수 있다.
- [0029] 에폭시 주입부(120)는 몰드(110)와 함께 상기 주입된 에폭시가 경화되는 공간을 형성하는바, 상기 에폭시가 경화되도록 온도 조절부(150)가 에폭시 주입부(120)의 온도를 조절할 수 있다. 에폭시 함침이 완료되면 완료된 코일을 용이하게 분리할 수 있도록 에폭시 주입부(120)의 상기 함침공간을 형성하는 면에는 이형체가 코팅되어 있을 수 있다. 또한, 에폭시가 주입될 때, 상기 에폭시가 통과하는 상기 주입관에도 이형체가 코팅되어 있어, 에폭시가 상기 주입관에 남아 있는 것을 방지할 수 있다.
- [0030] 에폭시 저장부(130)는 에폭시 주입시, 에폭시 주입부(120)에 에폭시를 공급한다.
- [0031] 보다 구체적으로, 에폭시 저장부(130)는 에폭시를 저장하고 있다가, 에폭시 주입부(120)에 에폭시를 공급한다. 에폭시 저장부(130)에는 에폭시와 경화제가 저장되어 있을 수 있다. 상기 에폭시와 경화제는 에폭시 주입시, 빠르게 주입될 수 있는 비율로 혼합되어 있을 수 있고, 및 몰드(120)에서 코일에 함침된 후, 경화될 때 빠르게 경화될 수 있는 비율로 혼합되어 있을 수 있다. 또한, 온도 조절부(150)는 에폭시를 저장하기 적합한 온도로 에폭시 저장부(130)의 온도를 조절할 수 있다.
- [0032] 에폭시 가압부(140)는 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 압력을 가한다.
- [0033] 보다 구체적으로, 에폭시 주입시, 에폭시 저장부(130)에 저장되어 있는 에폭시에 압력을 가하여 에폭시 주입부(120)를 통해 몰드(120)로 상기 에폭시가 주입되도록 한다. 몰드(110)와 에폭시 주입부(120)가 맞닿을 때, 에폭시 저장부(130)에 저장되어 있는 에폭시에 압력을 가하여 상기 에폭시가 에폭시 주입부(120)를 통해 몰드(110)로 주입되도록 한다. 에폭시 가압부(140)는 에폭시 저장부(130)의 에폭시에 압력을 가할 수 있는 에폭시 저장부(130)의 단면 형태와 같은 판의 형태일 수 있다. 에폭시 가압부(140)의 상부에 압력을 가할 수 있는 유압장치 등이 구비되어 있어, 상기 판을 하강시켜 에폭시 저장부(130)의 압력을 높임으로써 상기 저장된 에폭시가 에폭시 주입부(120)로 밀려나갈 수 있도록 할 수 있다. 상기 가하는 압력은 몰드(110)에 에폭시가 주입될 수 있는 정도로 미리 설정되어 있을 수 있다.
- [0034] 온도 조절부(150)는 에폭시 주입시, 몰드(110)에 주입된 에폭시가 경화되도록 몰드(110)와 에폭시 주입부(120)의 온도를 조절한다.
- [0035] 보다 구체적으로, 코일에 함침된 에폭시를 경화시키는데 오랜 시간이 걸릴 수 있다. 따라서, 상기 에폭시를 빠른 시간 내에 경화시키기 위하여, 경화제를 혼합하고, 경화의 속도를 높이기 위하여 에폭시의 온도를 조절한다. 상기 에폭시의 온도를 조절하기 위하여, 상기 에폭시가 함침되는 공간을 형성하는 몰드(110)와 에폭시 주입부(120)의 온도를 조절한다.
- [0036] 온도 조절부(150)는 에폭시 저장부(130)의 온도를 조절할 수도 있다. 에폭시 저장부(130)에는 에폭시와 경화제가 혼합되어 있기 때문에, 에폭시 저장부(130)에 저장된 에폭시가 경화되지 않도록 온도를 조절할 수도 있다.
- [0037] 유압장치(160)는 몰드(110)를 상하로 이동시켜 에폭시 주입부(120)에 맞게 하고, 상기 에폭시 주입시, 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복하여 상기 에폭시를 상기 코일에 함침시키고, 상기 에폭시 내 기포를 제거한다.
- [0038] 보다 구체적으로, 유압장치(160)는 몰드(110)의 높낮이를 조절한다. 몰드(110)에 코일이 위치하면 몰드(110) 높이를 상승시켜 몰드(110)가 에폭시 주입부(120)에 맞닿도록 한다. 또한, 에폭시가 몰드(110)에 주입되면, 몰드(110)에 압력을 가하여 에폭시가 코일에 빈 공간이 없이 균질하게 함침될 수 있도록 하고, 가압과 감압을 한 번 이상 반복함으로써, 에폭시 내 기포가 에폭시 외부로 빠져나오도록 하여 상기 기포를 제거할 수 있다. 코일에 함침된 에폭시의 경화가 완료되면, 유압장치(160)는 몰드(110)의 높이를 하강시킴으로써, 몰드(110)와 에폭시 주입부(120)가 분리되도록 한다. 상기 가압과 감압을 반복하는 횟수는 미리 설정되어 있을 수 있고, 또는 상기 에폭시의 기포여부를 확인하여 반복을 정지할 수도 있다. 유압장치(160)의 가압과 감압의 반복에 의해 에폭시에서 제거된 기포는 기포배출구를 통해 외부로 배출될 수도 있다. 유압장치(160) 이외에 모터 등의 다른 장치를 이용하여 몰드(110)의 높낮이를 조절할 수도 있다.
- [0039] 교반기(170)는 에폭시 저장부(130)에 저장되어 있는 에폭시와 경화제를 혼합한다.
- [0040] 보다 구체적으로, 에폭시 저장부(130)에는 에폭시와 경화제가 함께 저장되어 있는바, 교반기(170)가 회전하면서 에폭시와 경화제를 균질하게 혼합한다. 또한, 교반기(170)가 회전함으로써 상기 경화제에 의해 에폭시가 경화되는 것을 방지할 수 있다. 교반기(170)는 교반기동을 통해 에폭시 가압부(140)에 연결되어 있을 수 있다. 교반기

(170)는 계속 회전하거나, 주기적으로 회전할 수 있다.

[0041] 상기 에폭시 주입은 진공상태에서 주입될 수도 있다.

[0042] 보다 구체적으로, 에폭시 함침 장치를 진공 공간 내에 설치하고, 진공 공간에서 에폭시 함침을 수행함으로써, 에폭시 내 생성되는 기포를 방지할 수 있다. 진공에서 함침을 수행하는 경우, 교반기의 회전에 의한 에폭시와 경화제의 혼합과정에서 에폭시 내부에 유입될 수 있는 기체를 제거할 수 있는바, 에폭시 내부에 기포가 발생하는 것을 방지할 수 있다. 먼지 등의 이물질 또한, 제거된 공간에서 에폭시 함침을 수행함으로써, 에폭시 내 이물질 유입을 방지할 수도 있다.

[0043] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치이다.

[0044] 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치는 진공 공간(250) 내에 위치하고, 진공펌프(260)를 통해 진공 공간(250)을 진공으로 만든다. 에폭시 함침의 틀이 되는 몰드(110)에 코일(210)이 위치하면, 몰드의 유압장치(160)는 몰드(110)의 높이를 상승시켜 몰드(110)가 에폭시 주입부(120)에 맞닿도록 한다. 상기 코일이 위치한 공간이 닫히면, 에폭시 저장부(130)에 저장되어 있던 에폭시(220)는 에폭시 가압부(140)의 유압장치(240)에 의해 압력을 받는다. 압력을 받은 에폭시(220)는 에폭시 주입관(230)을 통해 에폭시 주입부(120)로 밀려나오고 몰드(110)의 공간으로 주입되어 코일(210)에 함침된다. 에폭시 저장부(130)에는 에폭시(220)와 경화제가 저장되어 있을 수 있으며, 에폭시 가압부(140)에 연결된 교반기(170)에 의해 에폭시(220)와 경화제가 혼합된다. 에폭시 가압부(140)에 의해 에폭시 주입부(120)를 통해 에폭시가 몰드(110)로 주입되면, 몰드의 유압장치(160)는 가압과 감압을 반복함으로써, 에폭시가 코일에 균질하게 함침되도록 하고, 에폭시 내 기포를 제거한다. 기포가 제거된 후, 온도 조절부가 에폭시가 경화되도록 몰드(110)와 에폭시 주입부(120)의 온도를 조절한다. 에폭의 경화가 완료되면 몰드의 유압장치(160)는 몰드(110)의 높이를 하강하여 상기 에폭시가 함침된 코일을 분리할 수 있도록 한다. 이로써, 에폭시 함침 과정은 완료되고, 에폭시가 함침된 코일이 생산된다. 상기 과정으로 생성된 초전도 코일은 에폭시가 균질하게 함침되어 있으며, 에폭시 내부에 기포가 제거된바, 극저온에서도 크랙킹이 발생하지 않는다.

[0045] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치의 사시도이다.

[0046] 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치의 사시도는 도 4와 같다. 에폭시 함침 장치는 크게 상, 중, 하로 구분할 수 있다. 상단부는 에폭시 가압부(140), 에폭시 가압부 유압장치(240), 및 교반기(170)로 구성될 수 있고, 중앙부는 에폭시 저장부(130)와 에폭시가 주입되는 에폭시 주입부(120)로 구성될 수 있으며, 하단부는 코일이 함침되는 틀에 해당하는 몰드(110)와 몰드(110)의 높낮이를 조절하는 몰드 유압장치(160)로 구성될 수 있다. 코일에 에폭시를 함침하는 과정은 도 2 내지 도 3의 과정에 대응한다.

[0047] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 방법의 흐름도이다.

[0048] 510단계는 코일을 몰드에 위치시키는 단계이다.

[0049] 보다 구체적으로, 에폭시에 함침할 코일을 몰드에 위치시킨다. 상기 코일은 초전도 코일일 수 있으며, 상기 몰드는 상기 코일을 함침 시키기 위한 틀로써 금속재질일 수 있다. 상기 코일의 형태에 따라 몰드의 형태가 정해지며, 상기 코일이 레이스트랙형 코일인 경우, 몰드의 형태 또한, 레이스트랙의 형태로 형성된다. 상기 몰드에 에폭시가 함침되지 않은 코일을 위치한다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 2의 몰드(110)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 2의 몰드(110)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.

[0050] 520단계는 상기 몰드의 유압장치를 통해 상기 몰드를 에폭시 주입부까지 상승시키는 단계이다.

[0051] 보다 구체적으로, 510단계에서 코일이 위치한 몰드에 에폭시를 주입하기 위하여 몰드의 유압장치가 상기 몰드의 높이를 상승시켜 상기 몰드가 에폭시 주입부와 맞닿게 한다. 상기 몰드와 에폭시 주입부는 압수의 관계로 서로 맞닿음으로써, 코일이 위치한 공간이 밀폐된 공간이 된다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 2의 에폭시 주입부(120) 및 유압장치(160)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 2의 에폭시 주입부(120) 및 유압장치(160)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.

[0052] 530단계는 상기 에폭시 주입부를 통해 에폭시를 상기 몰드에 주입하는 단계이다.

[0053] 보다 구체적으로, 520단계에서 밀폐된 공간에 에폭시를 주입한다. 상기 에폭시를 상기 공간에 위치한 코일에 함침시키기 위해, 상기 에폭시를 상기 몰드에 주입한다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 2의 에폭시 주입부(120)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 2의 에폭시 주입부(120)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.

- [0054] 540단계는 상기 몰드의 유압장치를 통해 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복하여 상기 에폭시를 상기 코일에 함침시키고, 상기 에폭시 내 기포를 제거하는 단계이다.
- [0055] 보다 구체적으로, 530단계에서 주입된 에폭시가 코일에 균질하게 함침되고, 에폭시 내 기포를 제거하기 위하여 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복한다. 에폭시 내 기포가 포함된 상태에서 에폭시가 경화되면, 이후 극저온에서 코일을 사용시 크랙킹이 발생할 수 있는바, 상기 에폭시 내 기포를 제거하기 위하여, 몰드의 유압장치의 상하운동을 통해 상기 에폭시에 가압과 감압을 반복한다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 2의 유압장치(160)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 2의 유압장치(160)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0056] 550단계는 상기 몰드에 주입된 에폭시가 경화되도록 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부의 온도를 조절하는 단계이다.
- [0057] 보다 구체적으로, 540단계에서 균질하게 함침되고 기포가 제거된 에폭시를 경화시킨다. 상기 에폭시의 빠른 경화를 위하여, 상기 에폭시가 주입된 공간을 형성하는 몰드와 에폭시 주입부의 온도를 조절한다. 상기 경화에 적합한 온도로 조절 유지시킴으로써 빠른 시간 내에 에폭시의 경화가 이루어질 수 있다. 본 단계에 대한 상세한 설명은 도 2의 온도 조절부(150)에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 도 2의 온도 조절부(150)에 대한 상세한 설명으로 대신한다.
- [0058] 560단계는 상기 에폭시를 경화시키는 단계이다.
- [0059] 보다 구체적으로, 550단계에서 온도가 조절된 몰드와 에폭시 주입부에 의해 형성되는 공간 내에서 상기 에폭시를 경화시킨다. 상기 경화가 완료되면, 몰드의 유압장치를 통해 몰드의 높이를 하강시킴으로써 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부를 분리시키고, 에폭시가 함침된 코일을 몰드에서 꺼낸다. 상기 몰드와 상기 에폭시 주입부에는 이형제가 코팅되어 있어, 상기 에폭시가 함침된 코일이 쉽게 꺼내질 수 있다.
- [0060] 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.
- [0061] 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.
- [0062] 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

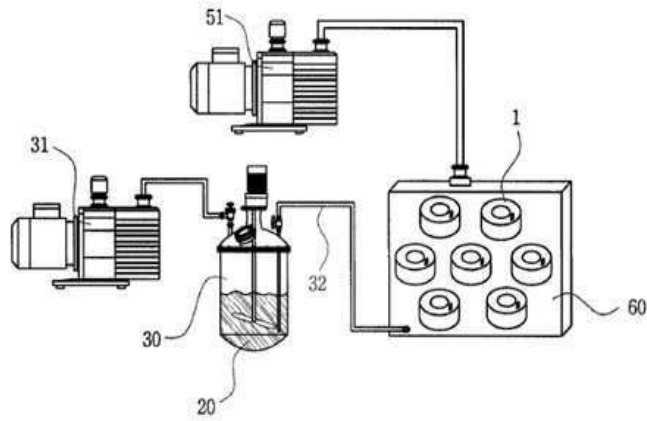
- [0063] 100: 에폭시 함침 장치
- 110: 몰드
- 120: 에폭시 주입부
- 130: 에폭시 저장부
- 140: 에폭시 가압부
- 150: 온도 조절부

160: 유압장치

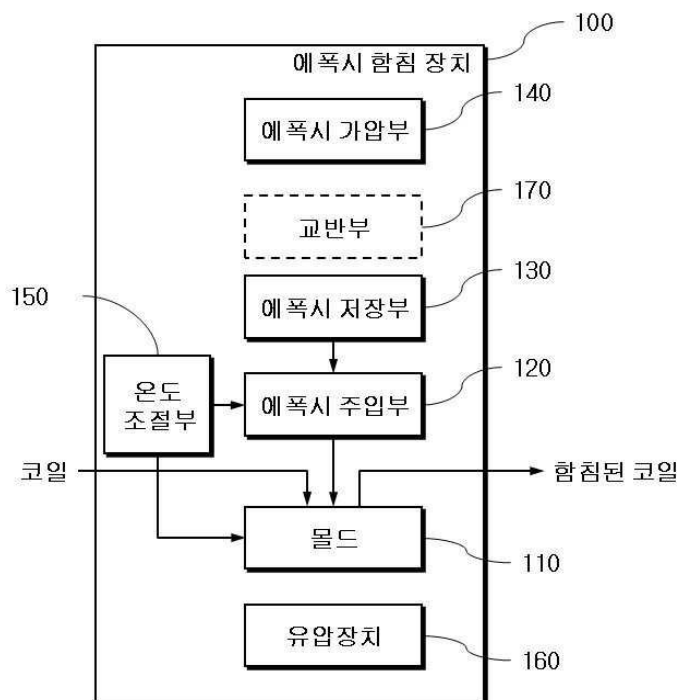
170: 교반부

도면

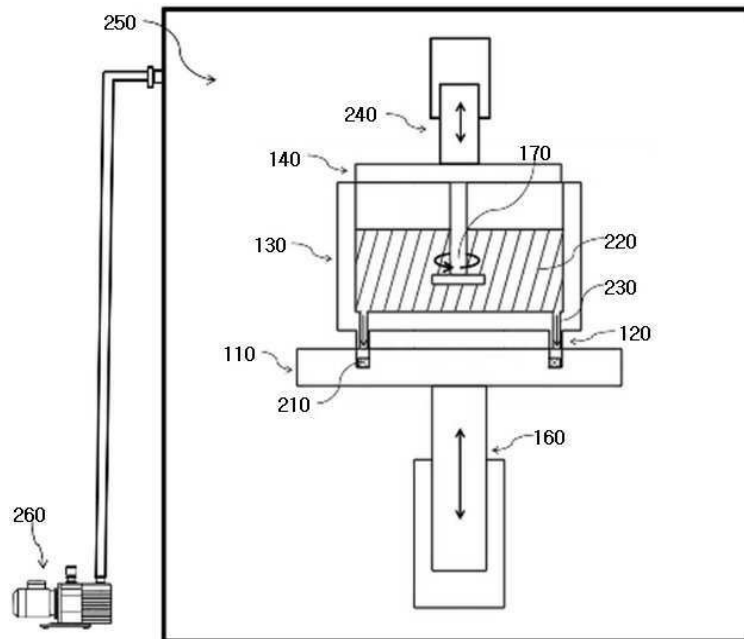
도면1



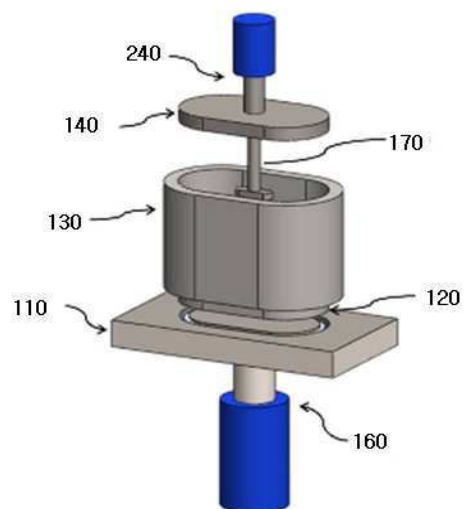
도면2



도면3



도면4



도면5

