(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월25일
(11) 등록번호 10-1547204
(24) 등록일자 2015년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 41/12 (2006.01) *H01F 6/06* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0141777
(22) 출원일자 2014년10월20일
심사청구일자 2014년10월20일
(56) 선행기술조사문헌
JP평성05152118 A
JP2008060290 A
KR100758976 B1
KR1020140006448 A

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이해근
서울특별시 동대문구 장한로 119, 548호(장안동, 장안삼성쉐르빌)
신현진
부산광역시 금정구 옥봉로 2 (서동)
(74) 대리인
특허법인충현

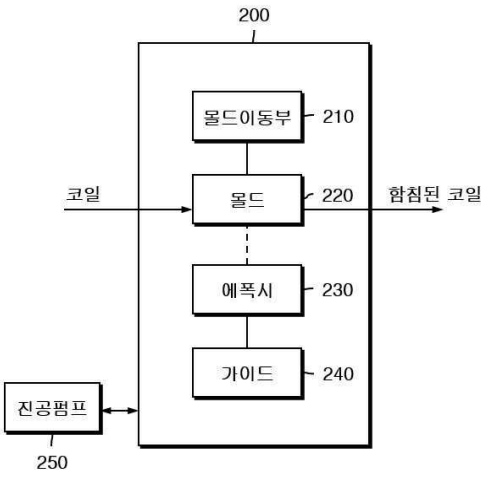
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 임영국

(54) 발명의 명칭 **무절연 고온초전도 코일의 에폭시 함침 장치 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 에폭시 함침 장치에 관한 것으로서 코일이 위치하고, 코일과 함께 이동하여 에폭시에 맞닿아 코일을 함침시킬 수 있는 몰드; 몰드와 연결되어 몰드를 상하로 이동시키거나 좌우로 회전시킬 수 있는 몰드이동부; 가이드 내부의 소정 높이까지 에폭시를 채울 수 있도록 캐비티를 형성하면서 몰드이동부의 이동 반경을 둘러싼 기둥 형태의 가이드; 및 몰드, 몰드이동부 및 가이드가 위치하고 내부에 진공상태의 캐비티를 형성하는 챔버를 포함하며, 함침 전 에폭시 내 잔류기포를 제거하고 함침 후 몰드의 회전하여 코일에 도포되는 에폭시의 양을 조절한다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

코일이 위치하고, 코일과 함께 이동하여 에폭시에 맞닿아 코일을 함침시킬 수 있는 몰드;

상기 몰드와 연결되어 몰드를 상하로 이동시키거나 좌우로 회전시킬 수 있는 몰드이동부;

가이드 내부의 소정 높이까지 에폭시를 채울 수 있도록 캐비티를 형성하면서 상기 몰드이동부의 이동 반경을 둘러싼 기둥 형태의 가이드; 및

상기 몰드, 상기 몰드이동부, 상기 에폭시 및 상기 가이드가 위치하고, 내부에 진공상태의 캐비티를 형성하는 챔버;를 포함하는 에폭시 함침 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 코일은 무절연 고온초전도 코일인 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 몰드에 고정된 코일이 상하로 이동하였을 때 상기 에폭시와 맞닿을 수 있기 위한 몰드의 일면에 상기 코일이 위치하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 몰드는 상기 몰드로부터 상기 코일이 분리되지 않도록 고정시키기 위한 코일고정부 및 코일의 중심 위치를 유지하기 위한 코일지지부를 포함하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 챔버와 연결되어 챔버 내부를 진공 상태로 만들거나 진공 상태를 유지하기 위한 진공펌프를 더 포함하는 에폭시 함침 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 몰드이동부를 통해 몰드 및 코일을 회전시켜 도포되는 에폭시의 양을 조절하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 에폭시를 상기 코일에 함침하기 전에, 진공 상태를 형성하여 에폭시 내에 존재하는 잔류 기포를 제거하는 것을 특징으로 하는 에폭시 함침 장치.

청구항 8

코일을 몰드의 일면에 위치시키는 단계;

에폭시 함침 전, 진공상태를 형성하여 에폭시 내에 존재하는 잔류 기포를 제거하는 단계;

몰드와 연결된 몰드이동부를 에폭시가 위치한 방향으로 움직여 코일의 외부에만 에폭시가 도포될 만큼 에폭시와

코일이 맞닿게 이동시켜 에폭시를 함침시키는 단계;

에폭시 함침 후, 상기 몰드 이동부를 통해 몰드 및 코일을 에폭시가 위치한 반대방향으로 움직여 에폭시로부터 분리시키는 단계;

상기 몰드이동부를 회전하여 상기 코일에 잔류된 에폭시를 제거하여 코일에 도포되는 에폭시의 양을 조절하는 단계; 및

상기 코일을 경화시키는 단계;를 포함하는 에폭시 함침 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무절연 고온초전도 코일을 위한 에폭시 함침 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 에폭시 함침 시 발생되는 초전도 특성 감소 및 무절연 특성 저하 방지를 위한 에폭시 함침 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 2세대 고온초전도체는 산화물계 세라믹으로서 금속화합물로 이루어진 저온초전도체에 비해 열전달 속도가 현저히 느리기 때문에 퀜치 발생 시 열의 국부적인 축적으로 인해 초전도체의 영구적인 손상을 야기할 수 있다. 따라서 2세대 고온초전도체를 이용한 코일 제작 시 시스템의 성공적인 운전을 위하여 별도의 퀜치 보호기술이 필요하다. 이에 따라 최근, 고온초전도 코일의 퀜치 보호기술의 한 방편으로 턴 간 절연물질을 삽입하지 않는 무절연 권선기술이 개발되었다. 해당 기술을 적용하게 되면, 턴 간 절연물질이 제거되기 때문에, 코일의 소형/경량화 및 기계적 강도 향상을 꾀할 수 있으며, 뿐만 아니라 퀜치 시 발생되는 과도한 열 및 전류를 인접 턴 간 직접적인 접촉을 통하여 자동적으로 우회시킴으로써 별도의 보호 장치 없이 마그넷의 안정적인 운용이 가능하다.

[0003] 그 중 초전도 회전기기에 적용되는 무절연 고온초전도 계자 코일의 경우 일반적인 계자 코일과 마찬가지로 회전 시 발생되는 기계적 스트레스로부터 코일을 보호하기위하여 에폭시 함침이 필수적이다. 코일의 함침과정을 살펴보면, 코일의 외부에 에폭시를 도포한 후, 에폭시의 견고성 향상을 위하여 진공 분위기 하에서 에폭시 내 잔류 기포를 제거한다. 이후 오븐기를 이용하여 경화시키거나 자연건조 시키는 방법으로 코일을 함침하고 있다.

[0004] 한편, 코일을 이용하여 에폭시 함침 장치의 일례가 [대한민국 등록특허 제 10-0758976호]에 개시되어 있다. 이 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 열경화성 수지 혼합물(20)을 주입하게 된다. 상기 주입 시, 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 와인딩된 코일에 주입이 된다. 이 때, 주입량을 확인하면서 서서히 주입되도록 밸브를 이용하여 조절할 수 있도록 한다. 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 열경화성수지 혼합물이 주입되도록 하여 충분한 주입이 이루어지고 난 후에 진공함침용 지그(1)의 진공상태를 해제하도록 한다. 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 지

그(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.

[0005] 한편, 2세대 고온초전도체는 초전도 층을 포함한 박막 구조로 제작되기 때문에 에폭시가 함침된 상태에서 냉각을 진행할 경우, 에폭시와 초전도 선재간의 열 수축률 차이로 인한 기계적 스트레스가 발생하고 이로부터 초전도 선재의 층간 분리가 발생하여, 이로 인한 초전도 코일 자체의 전/자기적인 특성 저하가 발생하게 된다.

[0006] 따라서 위와 같은 일반적인 에폭시 함침 방법을 이용하여 고온초전도 코일을 함침 할 경우 코일 내 에폭시가 침투하게 되며, 침투된 에폭시는 턴 간 절연 물질로 작용함으로써 무절연 코일의 무절연 특성을 저하시키는 문제점이 발생한다. 또한, 침투된 에폭시는 냉각 시 초전도 선재와 다른 열 수축률로 인하여 초전도 선재에 기계적 스트레스를 가하게 되므로 초전도 특성의 저하를 발생한다는 문제점을 가진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제 10-0757976호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 종래의 에폭시 함침 장치가 무절연 고온초전도 코일의 턴 간에 에폭시가 침투되어 턴 간 절연 물질로 작용함에 따라 무절연 특성을 저하시키는 문제점을 극복하고, 냉각시 초전도 선재와 침투된 에폭시가 다른 열 수축률을 가짐에 따라 초전도 선재에 기계적 스트레스를 가하는 문제점을 해결하는 것이다. 나아가 에폭시 함침의 전체 공정을 단순화시켜 효과적으로 코일에 에폭시를 함침시키는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치는 코일이 위치하고, 코일과 함께 이동하여 에폭시에 맞닿아 코일을 함침시킬 수 있는 몰드; 상기 몰드와 연결되어 몰드를 상하로 이동시키거나 좌우로 회전시킬 수 있는 몰드이동부; 가이드 내부의 소정 높이까지 에폭시를 채울 수 있도록 캐비티를 형성하면서 상기 몰드이동부의 이동 반경을 둘러싼 기둥 형태의 가이드; 및 상기 몰드, 상기 몰드이동부, 상기 에폭시 및 상기 가이드가 위치하고, 내부에 진공상태의 캐비티를 형성하는 챔버;를 포함한다.

[0010] 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치에서 상기 코일은 무절연 고온초전도 코일인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치는 상기 몰드에 고정된 코일이 상하로 이동하였을 때 상기 에폭시와 맞닿을 수 있기 위한 몰드의 일면에 상기 코일이 위치하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치에서 상기 몰드는 상기 몰드로부터 상기 코일이 분리되지 않도록 고정시키기 위한 코일고정부 및 코일의 중심 위치를 유지하기 위한 코일지지부를 더 포함한다.

[0013] 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치는 상기 챔버와 연결되어 챔버 내부를 진공 상태로 만들거나 진공 상태를 유지하기 위한 진공펌프를 더 포함한다.

[0014] 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치는 상기 몰드이동부를 통해 몰드 및 코일을 회전시켜 도포되는 에폭시의 양을 조절할 수 있다.

[0015] 일 실시예에 따른 에폭시 함침 장치는 상기 에폭시를 상기 코일에 함침하기 전에, 진공 상태를 형성하여 에폭시 내에 존재하는 잔류 기포를 제거할 수 있다.

[0016] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 방법은 코일을 몰드의 일면에 위치시키는 단계; 에폭시 함침 전, 진공상태를 형성하여 에폭시 내에 존재하는 잔류 기포를 제거하는 단계; 몰드와 연결된 몰드이동부를 에폭시가 위치한 방향으로 움직여 코일의 외부에만 에폭시가 도포될 만큼 에폭시와 코일이 맞닿게 이동시켜 에폭시를 함침시키는 단계; 에폭시 함침 후, 상기 몰드 이동부를 통해 몰드 및 코일을

에폭시가 위치한 반대방향으로 움직여 에폭시로부터 분리시키는 단계; 상기 몰드이동부를 회전하여 상기 코일에 잔류된 에폭시를 제거하여 코일에 도포되는 에폭시의 양을 조절하는 단계; 및 상기 코일을 경화시키는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예들에 따르면, 고온초전도 코일의 외부에만 최적 양의 에폭시를 도포하게 함으로써 초전도 특성 저하를 최소화할 수 있다. 또한, 무절연 고온초전도 코일의 경우 코일 내 턴간 에폭시 유입을 방지하여 무절연 특성 저하 또한 방지할 수 있다. 나아가 함침 전에 진공상태를 형성하여 잔류 기포를 먼저 제공하기 때문에 함침 후 별도의 진공 과정을 생략할 수 있게 함으로써, 공정을 단순화시켜 궁극적으로 전체 공정을 효율적으로 개선하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 종래의 에폭시 함침 장치이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 에폭시 함침 장치의 블록도이다.

도 3은 도 2에 도시된 에폭시 함침 장치의 구성 중 몰드의 세부 구성을 나타낸 블록도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치이다.

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

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.

[0020] 일반적인 에폭시 함침 방법은 코일 권선 후, 에폭시 용액에 권선된 코일을 담궈서 함침을 수행한다. 이러한 에폭시 함침 방법은 액체상의 에폭시가 코일의 턴 간 틈새로 침투함으로써 선재와의 접촉면이 커지고, 그에 따라 냉각 시 수축률 차이로 인한 기계적 스트레스의 크기가 증가하여 결과적으로 코일의 초전도 특성이 심각한 수준으로 감소하게 된다.

[0021] 또한, 턴 간 침투된 에폭시는 무절연 권선 코일의 접촉 저항 변화를 야기할 수 있다. 이 때문에 설계상의 무절연 코일의 운전 특성과 달리 작동할 수 있어 궁극적으로 무절연 초전도 코일을 사용한 시스템의 오동작 및 영구적인 손상을 가져오는 문제점을 가진다.

[0022] 이러한 문제들을 해결하고자 본 발명에서는 무절연 고온초전도 코일에 에폭시를 함침할 때, 턴간 에폭시 용액의 침투를 최소화할 수 있는 에폭시 함침 장치 및 방법을 개시한다.

[0023] 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.

[0024] 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 실시 예에 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.

[0025] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 에폭시 함침 장치의 블록도로서, 에폭시 함침 장치는 챔버(200), 몰드이동부(210), 몰드(220), 에폭시(230) 및 가이드(240)를 포함한다.

[0026] 챔버(200)는 내부에 진공상태의 캐비티를 형성하면서 몰드(220), 몰드이동부(210), 에폭시(230) 및 가이드(240)가 위치하게 된다. 부가적으로 챔버(200) 내부에 진공상태를 만들어 주기 위한 진공펌프(250)가 챔버(200)와 연결될 수 있고, 진공펌프(250)는 진공상태를 형성하고 이를 유지하는 역할을 한다.

[0027] 코일에 대한 에폭시(230) 함침이 수행되기 전에, 챔버(200) 내부에 진공상태를 만들어 에폭시(230) 내에 존재하는 잔류 기포를 제거할 수 있다. 이는 에폭시(230)의 물리적 견고성을 향상시키는 역할을 한다. 함침 전 잔류기포를 먼저 제거하기 때문에 코일 함침 후에 별도의 진공 과정을 생략할 수 있으며, 함침 후에 잔류기포를 제거할 때보다 코일에 에폭시(230)가 더 잘 도포되는 효과도 가진다. 나아가 별도의 진공 과정을 생략함으로써, 코일 내 에폭시 침투를 최소화할 수 있다. 이는 궁극적으로 공정을 단순화시켜 전체 공정을 효율적으로 개선하게 한다.

[0028] 몰드(220)는 코일이 위치하고, 코일과 함께 이동하여 에폭시(230)에 맞닿아 코일을 함침시킬 수 있는 역할을 한다. 사용되는 코일의 형태에 따라 몰드(220)의 형태가 결정되며, 일반적으로는 사각형의 형태로 제작될 수 있을 것이다.

[0029] 코일의 위치는 에폭시(230)의 위치에 따라 몰드(220)의 어느 면에 고정될 것인지 결정될 수 있다. 일 실시예로써 에폭시 함침 장치를 구현하는 경우, 챔버(200) 내에 에폭시(230)의 위치를 결정하면 에폭시(230)와 맞닿을 수 있도록 반대편에 몰드(220)를 위치시키고, 몰드(220)의 일면 중 에폭시(230)와 마주하는 방향에 코일을 위치시키게 되는 것이다.

[0030] 한편, 몰드(220)는 몰드이동부(210)와 연결되어 있으며, 둘이 결합되어 함께 움직이기 때문에 몰드이동부(210)에 의해 몰드(220)가 상하로 이동하거나 좌우로 회전할 수 있다. 따라서 몰드(220)에 고정된 코일이 상하로 이동하였을 때 에폭시(230)와 맞닿을 수 있도록 몰드(220)의 일면에 코일이 위치하는 것을 특징으로 할 수 있다. 만약 챔버의 바닥에 에폭시(230)가 위치해 있는 경우 에폭시(230)와 맞닿을 수 있도록 몰드(220)의 바닥면에 코일을 위치시킬 수 있다. 이는 코일이 몰드(220)에 거꾸로 장착되는 형상이 된다. 그러므로 몰드(220)에 코일이 거꾸로 장착되기 때문에 에폭시(230(를 함침시킬 때 코일의 내부로 에폭시(230)가 침투하는 것을 구조적으로 방지할 수 있다.

[0031] 몰드(220)는 몰드(220)로부터 코일이 분리되지 않도록 고정시키기 위한 코일고정부(222) 및 코일의 중심 위치를 유지하기 위한 코일지지부(224)를 포함할 수 있다. 도 3은 이와 같은 몰드(220)의 세부 구성을 블록도로 나타낸 것이다. 세부 구성들은 특히 코일이 몰드이동부(210)에 의하여 움직여질 때를 대비하여 코일을 몰드(220)의 중심에 고정하고 진동을 방지하는 역할을 하게 된다.

[0032] 몰드이동부(210)는 몰드(220)와 연결되어 몰드(220)를 이동시키는 역할을 한다. 축과 같은 형태로 구현될 수 있으며, 길이조절을 통해 몰드(220)를 상하로 이동시키거나 원회전을 통해 좌우로 몰드(220)를 회전시킬 수 있다. 몰드이동부(210)는 몰드(220)를 이동시키기 위한 원동력으로 구동모터 등을 사용할 수 있다.

[0033] 몰드이동부(210)가 상하로 이동하는 것은 에폭시(230)가 위치하는 곳에 코일을 접근시켜 코일과 에폭시(230)를 맞닿게 함으로써 코일의 외부에만 에폭시(230)가 도포될 수 있도록 위치시키기 위함이다. 에폭시(230)가 코일의 내부에 침부하는 것으로부터 발생하는 문제점을 방지하고자 코일의 외부에만 에폭시(230)가 도포될 수 있도록 몰드이동부(210)를 이용하여 코일에 에폭시(230)를 함침시키게 된다. 또한, 상하로 이동하면서 함침이 수행된 후 에폭시(230)로부터 코일을 분리할 수 있게 된다.

[0034] 한편 몰드이동부(210)가 좌우로 회전하는 것은 코일에 에폭시(230)를 함침한 후, 코일을 회전함으로써 도포되는 에폭시의 양을 조절하기 위함이다. 코일에 도포된 에폭시가 경화되기 전이므로 코일을 회전하는 것만으로 에폭시가 코일로부터 쉽게 떨어질 수 있으며, 회전 속도를 조절하여 적절한 양의 에폭시만 코일에 남길 수 있을 것이다. 본 발명의 실시예들은 1차적으로 코일의 외부에만 에폭시가 도포될 수 있을 만큼 몰드(220)를 상하로 움직여 코일에 에폭시(230)를 함침시키고, 2차적으로 함침 후 몰드이동부(210)를 통해 코일을 회전시켜 도포된 에폭시의 양을 줄임으로써 결과적으로 코일에 에폭시가 침투되는 양을 최소화시키게 된다.

[0035] 에폭시 함침 장치는 챔버(200) 내에 액체 상의 에폭시(230)를 채워서 저장하기 위해 가이드(240)를 구비한다. 구체적으로 가이드(240)는 그 내부의 소정 높이까지 에폭시(230)를 채울 수 있도록 캐비티를 형성하면서 몰드이동부(210)의 이동 반경을 둘러싼 기둥 형태가 될 수 있다. 가이드(240)는 몰드이동부(210)에 의해 몰드(220)가 이동하는 영역을 둘러싸게 되어 에폭시(230)로부터 코일이 분리될 때나. 함침 후 몰드(220)를 회전시킬 때 에폭시가 튀어나가는 것을 방지하는 역할을 하게 된다. 따라서 몰드(220)가 위로 가장 높이 이동한 지점까지 기둥 형태로 몰드(220)를 둘러싸고, 가이드(240) 내부에는 몰드(220)가 가장 아래로 이동한 지점보다 높은 소정의 높이까지만 에폭시(230)를 채우는 것이 바람직하다. 그렇게 함으로써 몰드이동부(210)에 의해 몰드(220)가 이동하는 반경 범위를 가이드(240)가 둘러싸서 에폭시(230)의 함침 과정에 관여할 수 있게 된다.

[0036] 본 발명에 따른 실시예들에서 함침시키고자 하는 코일은 무절연 고온초전도 코일이 될 수 있다. 무절연 고온초

전도 코일인 경우, 최소한의 양만큼 에폭시를 도포하여 코일 내 침투하는 에폭시를 방지함으로 인해 무절연의 특성을 유지할 수 있는 점에서 종래의 기술에 비해 본 발명의 실시예에 의한 경우 큰 효과를 가질 수 있을 것이다.

[0037] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 장치이다. 진공상태를 유지하기 위한 챔버(320)을 기준으로 챔버(320)과 연결된 진공펌프(310)이 있고, 챔버(320)의 내부에 몰드(330), 코일고정부(340), 코일지지부(350), 회전축(360)과 기어박스(370), 에폭시(380) 및 가이드(390)를 포함한다. 도 4의 구성요소는 도 3의 각 구성요소와 대응되기 때문에 대응관계를 중심으로 기술하고 구체적인 설명은 중복 기술하지 않는다. 또한, 도면 번호가 상이하더라도 구성의 이름이 동일한 경우 도 2와 도 4의 구성요소는 동일한 것으로 간주한다.

[0038] 회전축(360)과 기어박스(370)는 도 3의 몰드이동부(210)와 같은 역할을 한다. 기어박스(370)는 구동모터와 동력전달기어 등을 구비하는데, 회전축(360)은 기어박스(370)를 통해 구동모터와 연결되어 회동력을 전달받을 수 있도록 연결구성된다. 또한, 기어박스(370) 내부에 설치되는 동력전달기어의 기어비를 조절함으로써 몰드가 회전 구동되는 속도를 감속 제어할 수 있다.

[0039] 챔버(320)의 천장에 기어박스(370)가 부착되고, 챔버(320)의 바닥에 가이드(390)를 위치시켜 에폭시(380)를 바닥에 저장하고 코일을 에폭시(380)에 맞닿게 하기 위해 몰드(330)를 기어박스(370)로부터 에폭시(380)가 저장된 방향으로 회전축(360)과 연결되게 된다. 도 4를 참조하면 중력을 이용하여 쉽게 에폭시(380)와 코일이 맞닿을 수 있는 구조를 형성한 것으로 코일이 몰드(330)의 하부에 거꾸로 고정되어 회전축(360)이 아래로 진행하여 에폭시와 맞닿게 됨으로써 함침이 수행되게 된다. 가이드(390)는 회전축(360)이 최대한 위로 이동하는 지점까지 높게 형성되어 함침과정 및 회전과정에서 코일에 붙었던 에폭시가 다른 곳으로 튀어나가는 것을 방지하게 된다.

[0040] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 에폭시 함침 방법의 흐름도이다. 도 5의 각 단계는 도 2의 각 구성의 기능 및 역할과 대응되므로 중복되는 설명은 기재하지 않고 대응관계를 중심으로 설명한다.

[0041] S510 단계는 코일을 몰드의 일면에 위치시키는 단계이다. 몰드와 함께 코일이 이동하여 에폭시와 맞닿을 수 있도록 에폭시의 위치를 고려하여 몰드의 일면에 코일을 고정시켜야 한다. 에폭시를 바닥면에 두는 경우 몰드의 하부에 코일을 위치하게 되고, 코일이 거꾸로 장착됨으로 인해 에폭시와 맞닿게 되더라도 중력에 의해 코일 내부로 침투되는 에폭시의 양을 줄일 수 있게 되어 구조적으로 에폭시의 양을 최소화하는 역할을 하게 한다. 도 2의 몰드에 대응되는 구성이다.

[0042] S520 단계에서는 에폭시 함침 전, 진공상태를 형성하여 에폭시 내에 존재하는 잔류 기포를 제거한다. 에폭시 내 잔류 기포가 포함된 상태에서 에폭시가 경화되면, 이후 극저온에서 코일을 사용시 크렉(crack)이 발생할 수 있기 때문에 에폭시 함침 장치 내부 전체를 진공 유지함으로써 에폭시 내 잔류 기포를 제거하고자 함이다. 또한, 함침 전 에폭시에 잔류기포 제거를 선행함으로써, 코일 함침 후 별도의 진공 과정을 생략하게 된다. 상기 과정을 생략함으로써, 코일 내 에폭시 침투를 최소화 할 수 있을 뿐만 아니라 공정의 단순화로 효율적인 함침이 실시될 수 있음은 물론이다.도 2의 챔버에 대응되는 구성이다.

[0043] S530 단계에서 몰드와 연결된 몰드이동부를 에폭시가 위치한 방향으로 움직여 코일의 외부에만 에폭시가 도포될 만큼 에폭시와 코일이 맞닿게 이동시켜 에폭시를 함침시킨다. 에폭시가 코일 내부에 침투하여 턴 간 절연물질로써 역할하는 것을 방지하고자 최소한의 에폭시를 코일에 도포할 수 있는 만큼 코일을 에폭시와 맞닿게 이동시키게 된다. 보다 구체적으로 에폭시 용액에 코일을 담그는 과정으로 몰드에 고정되어 있는 몰드이동부(혹은 회전축)이 아래로 하강하여 초전도 선재부분까지 에폭시가 함침되도록 한다. 도 2의 몰드이동부 및 몰드에 대응되는 구성이다.

[0044] S540 단계에서는 에폭시 함침 후, 몰드이동부를 통해 몰드 및 코일을 에폭시가 위치한 반대방향으로 움직여 에폭시로부터 분리시킨다. 도 2의 몰드이동부 및 몰드에 대응되는 구성이다.

[0045] S550 단계에서 몰드이동부를 회전하여 코일에 잔류된 에폭시를 제거하여 코일에 도포되는 에폭시의 양을 조절한다. 회전속도를 조절하면 코일이 회전하면서 코일로부터 떨어지는 에폭시의 양을 조절할 수 있는데, 보다 구체적으로 코일에 도포된 에폭시 외 잔류 여분의 에폭시를 몰드 회전을 통해 제거하는 단계이다. 이 단계를 통해 코일 외부에 도포된 최소의 에폭시만을 남기고 모두 제거함으로써 코일 내부로의 에폭시 침투를 방지하며, 에폭시 두께 또한 일정하고 얇게 형성시킴으로써 극저온 냉각 시 크랙킹(cracking) 현상을 방지하게 된다. 도 2의 몰드이동부 및 몰드에 대응되는 구성이다.

[0046] S560 단계에서 코일을 경화시킨다. 경화가 완료되면 몰드에서 코일을 분리하면 된다. 이때 보조적으로 유압장치

를 통해 몰드의 높이를 상승시켜 몰드로부터 코일을 분리할 수 있다. 도 2의 몰드에 대응되는 구성이다.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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

[0050] 도 2

200: 챔버 210: 몰드이동부

220: 몰드 230: 에폭시

240: 가이드 250: 진공펌프

도 3

310: 진공펌프 320: 챔버

330: 몰드 340: 코일고정부

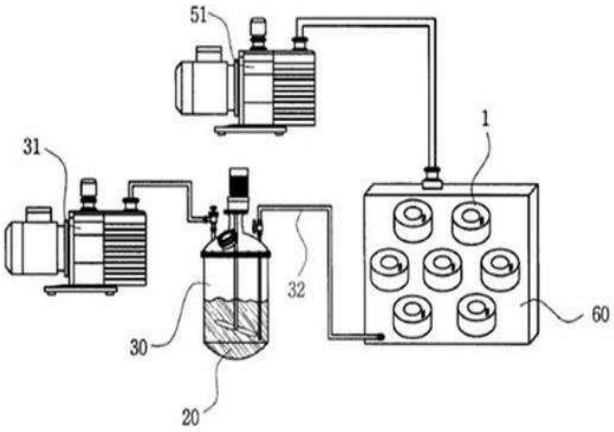
350: 코일지지부 360: 회전축

370: 기어박스 380: 에폭시

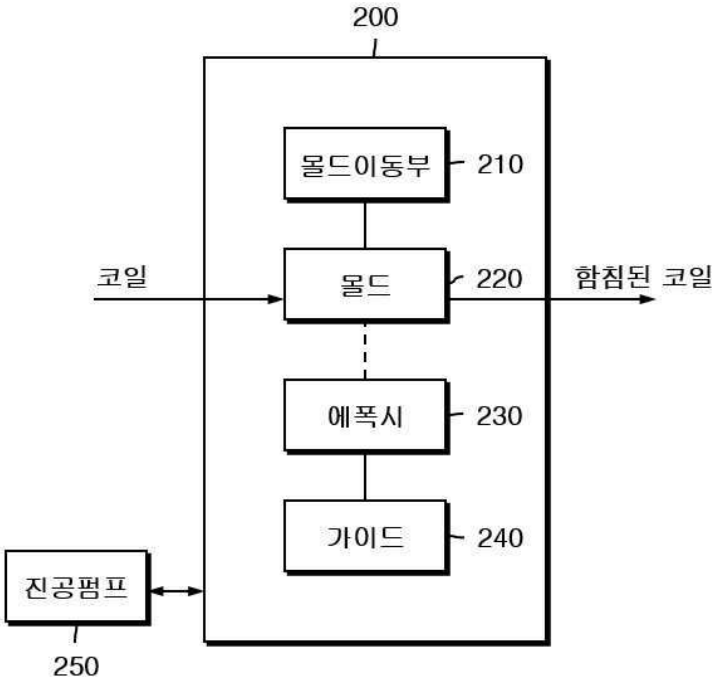
390: 가이드

도면

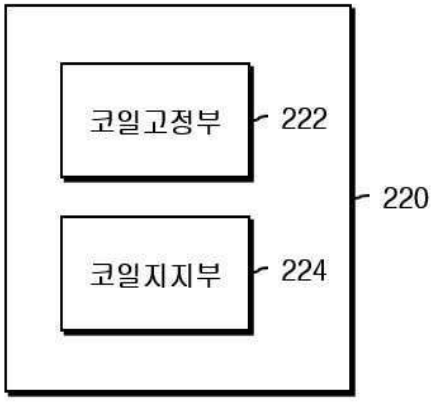
도면1


51
31
1
32
60
30
20

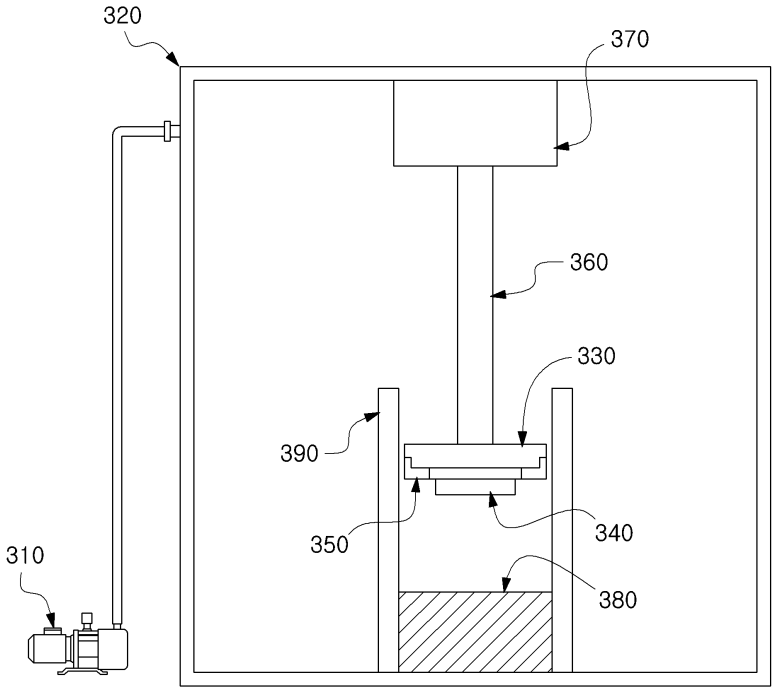
도면2


200
몰드이동부
210
코일
몰드
220
함침된 코일
에폭시
230
가이드
240
진공펌프
250

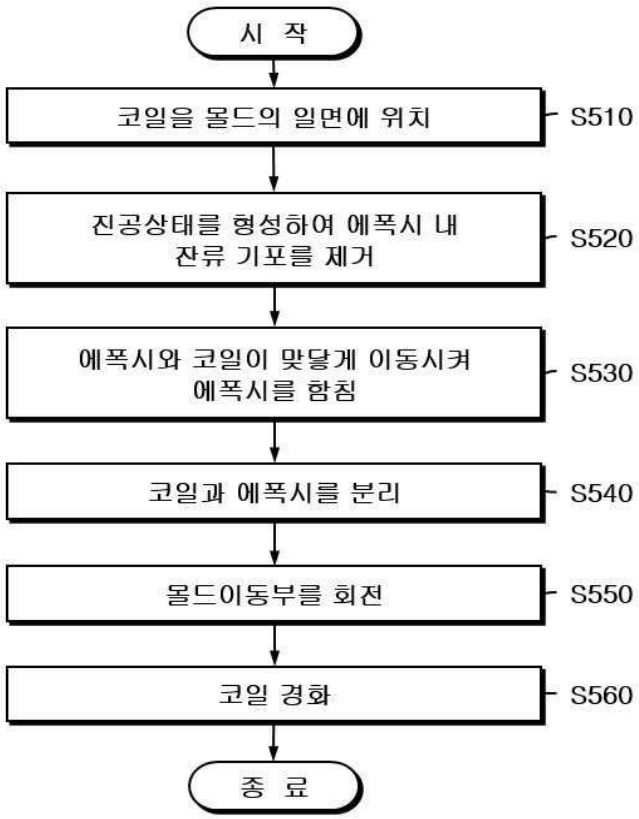
도면3



도면4



도면5


시 작
코일을 몰드의 일면에 위치
S510
진공상태를 형성하여 에폭시 내
잔류 기포를 제거
S520
에폭시와 코일이 맞닿게 이동시켜
에폭시를 함침
S530
코일과 에폭시를 분리
S540
몰드이동부를 회전
S550
코일 경화
S560
종 료