



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0064755
(43) 공개일자 2020년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G21C 3/20 (2006.01) B23K 31/02 (2006.01)
B24C 7/00 (2006.01) B23K 101/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G21C 3/20 (2013.01)
B23K 31/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0151262

(22) 출원일자 2018년11월29일

심사청구일자 2018년11월29일

(71) 출원인

국제희토류금속 주식회사

경상북도 경주시 천북면 천북산단로 50

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

부산대학교 산학협력단

부산광역시 금정구 부산대학로63번길 2 (장전동, 부산대학교)

(72) 발명자

장준호

부산광역시 해운대구 센텀동로 25, 102동 3502호
(우동, 대우월드마크센텀)

반치범

부산광역시 금정구 금강로 225, 208동 101호 (장전동, 벽산블루밍아파트)

김지현

울산광역시 울주군 범서읍 구영로 101-7, 501동
1202호 (구영2차푸르지오아파트)

(74) 대리인

특허법인남춘

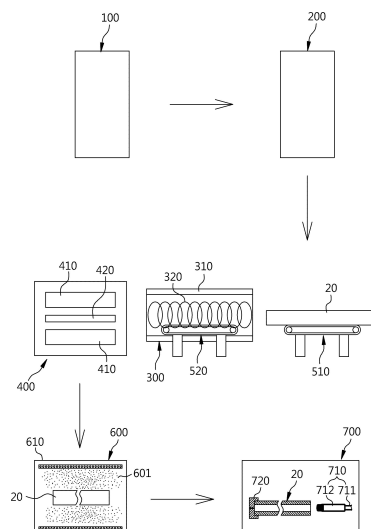
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법

(57) 요약

본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 심레스 튜브를 가열한 상태로 필거장치를 이용하여 필거 작업을 수행한 후 상기 1차 응력 제거장치에 의한 1차 응력 제거 작업 및 2차 응력 제거 장치에 의한 2차 응력 제거 작업이 순차적으로 수행되면서 심레스 피복관의 내외면에 대한 잔류 표면응력을 제거할 수 있도록 한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B24C 7/0046 (2013.01)

B23K 2101/06 (2018.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415156665

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지국제공동연구(전력기금)

연구과제명 사고 저항성 및 크러드 흡착 저항성 향상을 위한 다중 금속층 복합구조 경수로 핵연료 피
복판 제조 응용기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 부산대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

심레스 튜브의 내주면 혹은, 외주면에 하나 혹은, 둘 이상 복수의 피복층을 성형하는 피복층 성형단계;

상기 피복층이 성형된 심레스 튜브를 필거장치에 투입하여 필거 작업을 수행하는 필거단계;

상기 필거 작업된 심레스 튜브의 외면에 대한 잔류 응력을 제거하는 외면 응력 제거단계;

상기 심레스 튜브의 내면에 대한 잔류 응력을 제거하는 내면 응력 제거단계;가 순차적으로 이루어짐을 특징으로 하는 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 외면 응력 제거단계 및 내면 응력 제거단계는

유리로 이루어진 미세 입자를 고압공기로 상기 외면 혹은, 내면에 고속 분사하여 수행됨을 특징으로 하는 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법.

청구항 3

제 1 항 또는, 제 2 항에 있어서,

상기 내면 응력 제거단계는

상기 심레스 튜브의 개방된 양측 중 어느 한 측을 진공홀이 형성된 덮개로 폐쇄하는 일측 폐쇄과정과,

상기 심레스 튜브의 다른 한 측으로 플러그를 삽입하여 폐쇄하는 플러그 삽입과정과,

상기 진공홀을 통해 상기 심레스 튜브의 내측 공간의 공기를 배출하여 진공화하는 진공과정과,

상기 플러그를 상기 심레스 튜브 내의 어느 일측에 도달하기까지 진입하면서 해당 플러그의 외면을 통해 유리로 이루어진 미세 입자를 고압공기로 고속 분사하는 쇼트과정을 포함하여 진행됨을 특징으로 하는 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 쇼트과정의 수행후에는 상기 플러그를 심레스 튜브의 내부로부터 취출함과 더불어 덮개를 분리하여 심레스 튜브의 양측이 개방되도록 한 후 상기 심레스 튜브의 어느 한 측을 통해 고압 공기를 강제 분사하여 해당 심레스 튜브 내에 잔존하는 잔재물을 배출하는 잔재물 배출과정이 더 진행됨을 특징으로 하는 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 플러그는

내부가 빈 파이프로 형성되는 플런저부와,

상기 플런저부의 선단에 연장 형성되면서 플런저부에 비해서는 확관된 관체로 형성됨과 더불어 선단은 폐쇄되도록 형성되며, 둘레면에는 다수의 입자 통과홀이 관통되어 이루어진 헤드부를 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 다중 구조 심레스 피복관에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다중 구조 심레스 피복관의 제조시 발생되는 내외면의 각 부위별 서로 다른 응력을 제거하여 이후 공정시 야기되는 크랙을 방지할 수 있도록 하면서도 심레스 피복관의 내면 또는, 외면에 대한 표면 클리닝도 함께 이루어질 수 있도록 한 새로운 방법의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 심레스 튜브는 웰디드 튜브와는 달리 강관을 굽혀 이음매를 접합하여 만든 것이 아니라 강괴에서 롤(roll)을 써서 심봉을 이용하여 중공관을 만든 것으로 이음매가 없는 강관을 의미한다.
- [0003] 이와 같은 심레스 튜브의 구조는 다양한 용도로 사용되고 있으며, 특히 핵연료 피복관과 같은 고온에서 충분히 견딜수 있는 구조물 등에 주로 적용되고 있다.
- [0004] 한편, 상기 핵연료 피복관의 경우 심레스 튜브의 내외측에 탄화규소 섬유나 세라믹, 지르코늄 합금 등과 같은 다양한 피복을 다중 구조로 형성함으로써 고온에서의 기계적 강도와 열전달 효율의 향상 및 부식저항성의 향상을 얻을 수 있도록 하고 있으며, 이에 관련하여는 등록특허 제10-1526305호, 등록특허 제10-1595436호, 특허공보 특1992-0009646호 등에 기재된 바와 같다.
- [0005] 그러나, 전술된 종래 기술에 따른 핵연료 피복관과 같은 다중 구조 심레스 피복관은 심레스 튜브를 미리 설정된 치수로 가공한 후 각 피복층을 형성함에 따라 해당 심레스 피복관의 내외경에 대한 치수를 정밀하게 맞추기가 매우 어려웠던 단점이 있었다.
- [0006] 물론, 필거 작업을 통해 심레스 피복관의 내외경에 대한 치수를 정밀하게 성형하는 것이 가능할 수는 있다.
- [0007] 하지만, 이러한 필거 작업은 급격한 치수 변화로 인해 필거 작업 후 각 피복층에 다양한 응력이 잔존하게 되며, 이렇게 각 피복층에 잔존하는 응력으로 인해 후공정 작업(예컨대, 열처리 작업 등)에서 크랙이 발생되었던 문제점이 있었다.
- [0008] 즉, 심레스 피복관과 재질 및 특성이 서로 다른 피복층의 경우 이종 금속간 물성치 차이로 인해 상기 심레스 피복관의 필거 작업을 수행하는 과정에서 응력의 편차가 발생되고, 이러한 응력의 편차로 인한 심레스 피복관의 내외면에 잔류하게 되는 응력이 후공정시 크랙 발생 확률을 상승시켰던 것이다.
- [0009] 또한, 필거 작업을 이용하여 제조된 심레스 피복관의 경우 해당 심레스 피복관의 내주면에 형성되는 다층의 코팅층에 다양한 이물질이 잔존할 수밖에 없다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-1526305호
(특허문헌 0002) 등록특허 제10-1595436호
(특허문헌 0003) 특허공보 특1992-0009646호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 다중 구조 심레스 피복관의 제조시 발생되는 내외면의 각 부위별 서로 다른 응력을 제거하여 이후 공정시 야기되는 크랙을 방지할 수 있도록 하면서도 심레스 피복관의 내면 또는, 외면에 대한 표면 클리닝도 함께 이루어질 수 있도록 한 새로운 방법의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법에 따르면 준비된 빌렛 소재의 중앙을 천공하여 심레스 튜브로 성형하는 천공단계; 상기 성형된 심레스 튜브의 내주면 혹은, 외주면에 하나 혹은, 둘 이상 복수의 피복층을 성형하는 피복층 성형단계; 상기 피복층이 성형된 심레스 튜브를 필거장치에 투입하여 필거 작업을 수행하는 필거단계; 상기 필거 작업된 심레스 튜브의 외면에 대한 잔류 응력을 제거하는 외면 응력 제거단계; 상기 심레스 튜브의 내면에 대한 잔류 응력을 제거하는 내면 응력 제거단계;가 순차적으로 이루어짐을 특징으로 한다.
- [0013] 여기서, 상기 외면 응력 제거단계 및 내면 응력 제거단계는 유리로 이루어진 미세 입자를 고압공기로 상기 외면 혹은, 내면에 고속 분사하여 수행됨을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 내면 응력 제거단계는 상기 심레스 튜브의 개방된 양측 중 어느 한 측을 진공홀이 형성된 덮개로 폐쇄하는 일측 폐쇄과정과, 상기 심레스 튜브의 다른 한 측으로 플러그를 삽입하여 폐쇄하는 플러그 삽입과정과, 상기 진공홀을 통해 상기 심레스 튜브의 내측 공간의 공기를 배출하여 진공화하는 진공과정과, 상기 플러그를 상기 심레스 튜브 내의 어느 일측에 도달하기까지 진입하면서 해당 플러그의 외면을 통해 유리로 이루어진 미세 입자를 고압공기로 고속 분사하는 쇼트과정을 포함하여 진행됨을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 쇼트과정의 수행후에는 상기 플러그를 심레스 튜브의 내부로부터 취출함과 더불어 덮개를 분리하여 심레스 튜브의 양측이 개방되도록 한 후 상기 심레스 튜브의 어느 한 측을 통해 고압 공기를 강제 분사하여 해당 심레스 튜브 내에 잔존하는 잔재물을 배출하는 잔재물 배출과정이 더 진행됨을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 플러그는 내부가 빈 파이프로 형성되는 플런저부와, 상기 플런저부의 선단에 연장 형성되면서 플런저부에 비해서는 확관된 관체로 형성됨과 더불어 선단은 폐쇄되도록 형성되며, 둘레면에는 다수의 입자 통과홀이 관통되어 이루어진 헤드부를 포함하여 이루어짐을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0017] 이상에서와 같이, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 다중 구조 심레스 피복관에 대한 필거 작업 후 유리볼로 이루어진 미세 입자를 해당 심레스 피복관의 외면 및 내면에 각각 분사하여 잔류 응력을 제거함으로써 후공정시 크랙 발생이 방지될 수 있게 된 효과를 가진다.
- [0018] 또한, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 필거단계가 심레스 튜브(20)의 가열이 이루어진 직후 해당 심레스 튜브(20)의 온도 저하가 이루어지기 전에 연속적으로 압연하여 수행되도록 함으로써 온도 변화로 인한 압연시의 각 피복층(30)에 대한 파단이나 물성 변형이 방지될 수 있게 된 효과를 가진다.
- [0019] 또한, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 미세한 유리볼을 고압공기로 각 표면을 향해 고속 분사하여 수행되는 방식이기 때문에 표면 응력뿐 아니라 표면에 존재하는 각종 이물질의 제거가 추가로 이루어질 수 있음과 더불어 표면 조도의 향상을 이룰 수 있게 된 효과를 가진다.
- [0020] 또한, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 심레스 튜브의 내면에 대한 응력 제거 작업시 해당 심레스 튜브의 내부를 진공화한 상태로 수행되도록 함으로써 미세 유리볼이 심레스 튜브 내면으로 분사되는 과정에서 어느 한 측으로 쏠리지 않고 전 부위에 걸쳐 균일하게 분사될 수 있게 되어 내면의 잔류 응력을 원활히 제거할 수 있게 된 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 제조를 위한 장치를 설명하기 위해 개략화하여 나타낸 구성도
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 제조 과정을 설명하기 위해 나타낸 순서도
- 도 3 내지 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 제조 과정을 설명하기 위해 나타낸 상태도
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 외면에 대한 응력 제거 과정을 설명하기 위해 나타낸 상태도

도 7 및 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 내면에 대한 응력 제거 과정을 설명하기 위해 나타낸 상태도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법에 대한 바람직한 실시예를 첨부된 도 1 내지 도 8을 참조하여 설명하도록 한다.
- [0023] 먼저, 첨부된 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 제조를 위한 장치를 설명하기 위해 개략화하여 나타낸 구성도이다.
- [0024] 이에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 제조를 위한 장치는 크게 천공장치(100)와, 피복장치(200)와, 가열장치(300)와, 필거장치(400)와, 1차 응력 제거장치 및 2차 응력 제거장치를 포함하여 이루어지며, 특히 상기 필거장치(400)에 의한 필거 작업의 수행 후 상기 1차 응력 제거장치(600)에 의한 1차 응력 제거 작업 및 2차 응력 제거장치(700)에 의한 2차 응력 제거 작업이 순차적으로 수행되면서 심레스 피복관의 내외면에 대한 잔류 표면응력을 제거할 수 있도록 한 것이다.
- [0025] 이를 각 구성별로 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0026] 먼저, 상기 천공장치(100)는 빌렛 소재(10)를 천공하기 위한 장치이다.
- [0027] 이와 같은 천공장치(100)는 통상의 드릴링기기 및 보링기기가 될 수 있다.
- [0028] 다음으로, 상기 피복장치(200)는 상기 천공된 빌렛 소재(이하, “심레스 튜브”라 함)(20)의 내면 혹은, 외면에 피복층(30)을 형성하도록 제공되는 장치이다.
- [0029] 이때, 상기 피복층(30)은 통상의 증착 과정에 의해 형성되는 증일 수도 있고, 심레스 튜브(20)와는 별도의 증공 형상으로 만들어진 관으로 형성될 수도 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에서는 상기한 피복장치(200)가 오버레이용접(overlay welded)으로써 서로 다른 이종 금속의 피복층이 심레스 튜브(20)에 육성되도록 하여 형성하는 장치임을 그 예로 한다.
- [0031] 특히, 상기 오버레이용접으로써 피복층(30)을 육성 형성하도록 함에 따라 내마모 및 내부식성의 향상을 이룰 수 있을 뿐 아니라 후술될 가열장치(300)에서의 가열시 심레스 튜브(20)가 외부 환경에 노출될 수 있음에 따라 발생될 수 있는 산화 현상이 저감될 수 있게 된다.
- [0032] 다음으로, 상기 가열장치(300)는 상기 복수의 피복층(30)이 형성된 심레스 튜브(20)를 필거 작업전 가열하기 위해 제공되는 장치이다.
- [0033] 즉, 상기한 가열장치(300)에 의한 필거 작업 전의 심레스 튜브(20)에 대한 가열을 통해 각 피복층(30)이 급격한 치수 변화에도 불구하고 파단 혹은, 박리되는 현상이 방지될 수 있도록 한 것이다.
- [0034] 이와 같은 가열장치(30)는 전후로 개방됨과 더불어 둘레면은 폐쇄된 파이프 형의 덕트(310) 내부에 코일형의 인덕션히터(320)를 설치하여 구성되며, 이로써 상기 심레스 튜브(20)가 상기 덕트(310) 내부를 통과하는 도중 인덕션히터(320)에 의한 순차적인 가열이 이루어질 수 있도록 한다.
- [0035] 특히, 상기한 가열장치(300)의 입구측 및 출구측으로는 아르곤(Ar) 가스가 분사되도록 하여 상기 가열장치(30)의 덕트(310) 내부로 산소가 유입됨을 방지하여 상기 심레스 튜브(20)의 가열 도중 산소로 인한 피복층(30)의 산화 현상이 방지될 수 있도록 한다.
- [0036] 다음으로, 상기 필거장치(400)는 복수의 피복층(30)이 피복된 심레스 튜브(20)를 압연하여 환관(또는, 축관)되도록 하는 장치이다.
- [0037] 이와 같은 필거장치(400)는 복수의 다이스(410)와 맨드릴(420)을 포함하는 필거밀로 이루어진다.
- [0038] 특히, 본 발명의 실시예에서는 상기 필거장치(400)가 상기 가열장치(300)의 덕트(310)와 동일한 수평선상에 위치되면서 인라인 배치를 이루도록 설치됨과 더불어 상기 심레스 튜브(20)는 컨베이어(510, 520)를 이용하여 상기 인덕션히터(320)와 필거장치(400)를 연속하여 통과하도록 구성됨을 제시한다.
- [0039] 즉, 심레스 튜브(20)가 가열장치(300)의 인덕션히터(320)를 통과하면서 가열된 직후 곧장 필거장치(400)로 제공되어 필거 작업이 연속하여 수행되도록 함으로써 심레스 튜브(20)에 피복된 각 피복층(30)의 파단 현상을 방지

하면서도 심레스 튜브(20)에 스트레스를 주지않고 안정적인 압연이 이루어질 수 있도록 한 것이다.

- [0040] 다음으로, 상기 1차 응력 제거장치(600)는 심레스 튜브(20)의 외면에 대한 잔류 응력을 제거하기 위해 제공되는 장치이다.
- [0041] 이와 같은 1차 응력 제거장치(600)는 외부 환경으로부터 폐쇄된 챔버(610) 내에 심레스 튜브(20)를 위치시킨 상태에서 해당 심레스 튜브(20)의 외면으로 미세한 경질입자를 분사하여 미세한 충격을 반복하여 가함으로써 표면의 잔류 응력이 제거될 수 있도록 이루어진다. 이때, 상기 미세한 경질입자는 유리볼(601)로 이루어짐을 제시하며, 상기 1차 응력 제거장치(600)는 고압공기를 이용하여 상기 유리볼(601)을 고속 분사하는 쇼트 블라스트 작업을 수행하는 장치로 제공된다. 이에 대하여는 첨부된 도 1 및 도 6에 도시된 바와 같다.
- [0042] 다음으로, 상기 2차 응력 제거장치(700)는 심레스 튜브(20)의 내면에 대한 잔류 응력을 제거하기 위해 제공되는 장치이다.
- [0043] 이와 같은 2차 응력 제거장치(700)는 상기 심레스 튜브(20)의 내면으로 미세한 경질입자를 분사하여 미세한 충격을 반복하여 가함으로써 표면의 잔류 응력이 제거될 수 있도록 이루어진다. 이때, 상기 미세한 경질입자는 유리볼(701)로 이루어짐을 제시하며, 상기 2차 응력 제거장치(700)는 상기 심레스 튜브(20) 내부를 따라 이동 가능하게 설치되는 플러그(710)를 이용하여 수행된다.
- [0044] 여기서, 상기 플러그(710)는 내부가 빈 파이프로 형성되는 플런저부(711)와, 상기 플런저부(711)의 선단에 연장형성되면서 플런저부(711)에 비해서는 확관된 관체로 형성됨과 더불어 선단은 폐쇄되도록 형성되며 둘레면에는 다수의 입자 통과홀(713)이 관통되어 이루어진 헤드부(712)를 포함하여 이루어진다. 이에 대하여는 첨부된 도 1 및 도 7에 도시된 바와 같다.
- [0045] 또한, 상기 2차 응력 제거장치(700)는 덮개(720)를 더 포함하여 이루어진다.
- [0046] 상기 덮개(720)는 상기 심레스 튜브(20)의 개방된 양측 중 어느 한 측을 폐쇄하는 마개이며, 이러한 덮개(720)에는 진공홀(721)이 형성되어 이루어진다. 이때 상기 덮개(720)는 실시예로 도시되는 바와 같이 미리 만들어진 개별 제품이 될 수 있지만, 실리콘이나 파라핀 등을 이용하여 해당 심레스 튜브(20)의 개방된 일측을 폐쇄하도록 도포하여 형성되는 구조물이 될 수도 있다.
- [0047] 하기에서는, 진술된 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 제조 과정을 각 순서대로 더욱 상세히 설명하도록 한다.
- [0048] 첨부된 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거 과정을 포함하는 다중 구조 심레스 피복관의 제조 과정을 설명하기 위해 나타낸 순서도이다.
- [0049] 이에 따르면 본 발명의 실시예에 따른 다중 구조 심레스 피복관의 제조방법은 소재 준비단계(S100)와, 천공단계(S200)와, 피복층 성형단계(S300)와, 튜브 가열단계(S400)와, 필거단계(S500)와, 응력 제거단계가 순차적으로 수행되어 이루어지며, 특히 상기 필거단계를 거쳐 만들어진 다중 구조 심레스 튜브(20)의 후처리 작업을 수행하기 전에 응력 제거단계(S600, S700)의 추가 수행을 통해 후처리 작업시 발생하는 각 코팅층 간의 박리나 균열 발생을 방지할 수 있도록 한 것이다.
- [0050] 이를 첨부된 도 2의 순서도 및 도 3 내지 도 8의 상태도를 참조하여 각 과정별로 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0051] 먼저, 빌렛 소재(10)를 준비하는 소재 준비단계(S100)가 수행된다.
- [0052] 이와 같은 빌렛 소재(10)는 첨부된 도 3과 같은 환봉 형태 혹은, 블럭 형태로 제공되며, 지르코늄 합금과 같은 금속 재질로 형성된다.
- [0053] 그리고, 상기한 빌렛 소재(10)가 준비되면 상기 준비된 빌렛 소재(10)의 중앙을 천공하여 심레스 튜브(20)로 성형하는 천공단계(S200)를 수행한다.
- [0054] 이때, 상기 천공단계(S200)에서 천공되는 부위는 피복층(30)의 두께를 고려한 내경을 갖도록 형성된다. 이는 첨부된 도 4에 도시된 바와 같다.
- [0055] 물론, 상기 천공단계(S200)에 의한 천공이 완료된 후 별도의 기계 가공이나 압연 작업을 통해 심레스 튜브(20)의 두께 및 내경을 설정된 치수로 맞추도록 함이 더욱 바람직하다.
- [0056] 다음으로, 상기 성형된 심레스 튜브(20)의 내주면 혹은, 외주면에 첨부된 도 5와 같이 하나 혹은, 둘 이상 복수

의 피복층(30)을 성형하는 피복층 성형단계(S300)가 수행된다.

- [0057] 이때, 상기 피복층(30)은 세라믹이나, 실리콘, 복합 섬유 등이 될 수 있다.
- [0058] 또한, 상기한 복수의 피복층(30)은 피복장치(200)에 의한 오버레이용접으로 서로 다른 이종 금속의 피복층(30)을 순차적으로 피복함으로써 성형된다.
- [0059] 한편, 천공단계(S200)의 완료 후 상기 피복층 성형단계(S300)를 수행하기 전에 천공된 심레스 튜브(20)의 내외경에 대한 치수를 일차적으로 조절하는 압연작업이 추가로 수행될 수가 있다. 즉, 이러한 압연작업의 추가 수행을 통해 차후 피복층 성형단계(S300) 후 수행하는 필거단계(S500)시 급격한 치수 변화량을 감소시킬 수 있도록 하여 피복층 성형단계(S300)시 성형되는 각 피복층(30)의 손상이 더욱 방지되도록 하며, 이의 경우 상기 압연작업은 냉간 압연으로 수행함으로써 해당 심레스 튜브(20)의 물성 변화를 방지할 수 있도록 한다.
- [0060] 다음으로, 상기 피복층(30)이 성형된 심레스 튜브(20)를 가열시키는 튜브 가열단계(S400) 및 가열된 심레스 튜브(20)를 압연하는 필거단계(S500)가 연속하여 수행된다.
- [0061] 즉, 필거단계(S500)에 의한 필거 작업이 냉간으로 수행하는 것이 아니라 열간으로 수행될 수 있도록 함으로써 피복층(30)을 이루는 다종의 이종 소재 간 파단 발생이 방지될 수 있도록 하면서도 필거 작업 중 심레스 튜브(20)에 제공되는 스트레스를 최소화할 수 있도록 하였으며, 특히 상기 심레스 튜브(20)의 가열과 이 가열된 튜브(20)의 압연이 연속적으로 이루어지도록 함으로써 급격한 온도 변화로 인해 야기되는 피복층(30)의 손상 발생이 방지될 수 있도록 한 것이다.
- [0062] 뿐만 아니라, 열간 필거 작업의 수행에 의해 심레스 튜브(20)에 가해지는 스트레스를 최소화할 수 있음에 따라 소재의 강성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0063] 상기한 튜브 가열단계(S400)는 심레스 튜브의 취출 온도가 800~900℃ 사이의 온도 범위를 이루도록 상기 인덕션 히터(320)의 가열 제어가 이루어지도록 한다. 이때 상기 튜브 가열단계(S400)가 상기 800℃ 미만의 온도 범위로 수행될 경우 각 피복층(30)이 충분히 가열되지 못함에 따라 각 피복층(30)의 파단이 발생할 우려가 있고, 상기 튜브 가열단계(S400)가 900℃를 초과한 온도 범위로 수행될 경우 각 피복층(30)의 물성 변화가 야기될 우려가 있기 때문에 심레스 튜브(20)의 가열이 800~900℃ 사이의 온도 범위로 수행되도록 하여 각 피복층(30) 간의 파단이 방지되도록 하면서도 각 피복층(30)의 물성 변화가 방지될 수 있도록 한 것이다.
- [0064] 이와 함께, 상기한 인덕션히터(320)를 이용한 심레스 튜브를 가열하는 도중에는 상기 인덕션히터(320)의 입구측 및 인덕션히터(320)의 출구측으로 아르곤 가스를 분사하여 상기 심레스 튜브(20)가 인덕션히터(320)를 통과하면서 가열되는 도중 상기 심레스 튜브(20)로 산소가 유입됨을 방지할 수 있도록 한다.
- [0065] 다음으로, 상기 필거단계(S500)를 통한 필거 작업이 완료되면 이렇게 작업된 심레스 튜브(20)의 외면에 대한 잔류 응력을 제거하는 외면 응력 제거단계(S600)가 진행된다.
- [0066] 이러한 외면 응력 제거단계(S600)는 외부 환경으로부터 차단된 챔버(610) 내에 심레스 튜브(20)를 안치시킨 상태에서 상기 심레스 튜브(20)의 외면 전 부위를 향해 미세한 유리볼(601)을 고압공기로 고속 분사함으로써 수행된다.
- [0067] 즉, 상기한 외면 응력 제거단계(S600)의 수행에 의해 전술된 필거 작업시 각 피복층(30)별로 물성치가 서로 다름에 따른 응력의 편차로 심레스 튜브(20)의 외면에 발생된 잔류 응력이 제거된다.
- [0068] 그리고, 상기 과정에 의한 외면 응력 제거단계(S600)가 완료되면 상기 심레스 튜브(20)의 내면에 대한 잔류 응력을 제거하는 내면 응력 제거단계(S700)가 수행된다.
- [0069] 이와 같은 내면 응력 제거단계(S700)는 심레스 튜브(20)의 내부를 진공화시킨 상태로 해당 심레스 튜브(20) 내면에 미세한 유리볼(701)을 고속 분사함으로써 수행된다.
- [0070] 상기 심레스 튜브(20)의 내부에 대한 진공화는 상기 심레스 튜브(20)의 개방된 양측 중 어느 한 측을 진공홀(721)이 형성된 덮개(720)로 폐쇄함과 더불어 상기 심레스 튜브(20)의 다른 한 측으로는 플러그(710)를 삽입하여 폐쇄한 다음 상기 진공홀(721)을 통해 상기 심레스 튜브(20)의 내측 공간의 공기를 배출하여 진공화함으로써 진행된다.
- [0071] 이후, 상기 플러그(710)를 상기 심레스 튜브(20) 내의 어느 일측에 도달하기까지 진입하면서 해당 플러그(710)의 외면을 통해 미세한 유리볼(701)을 고압공기로 고속 분사하는 쇼트과정을 수행함으로써 상기 심레스 튜브

(20)의 내면에 대한 잔류 응력을 제거한다.

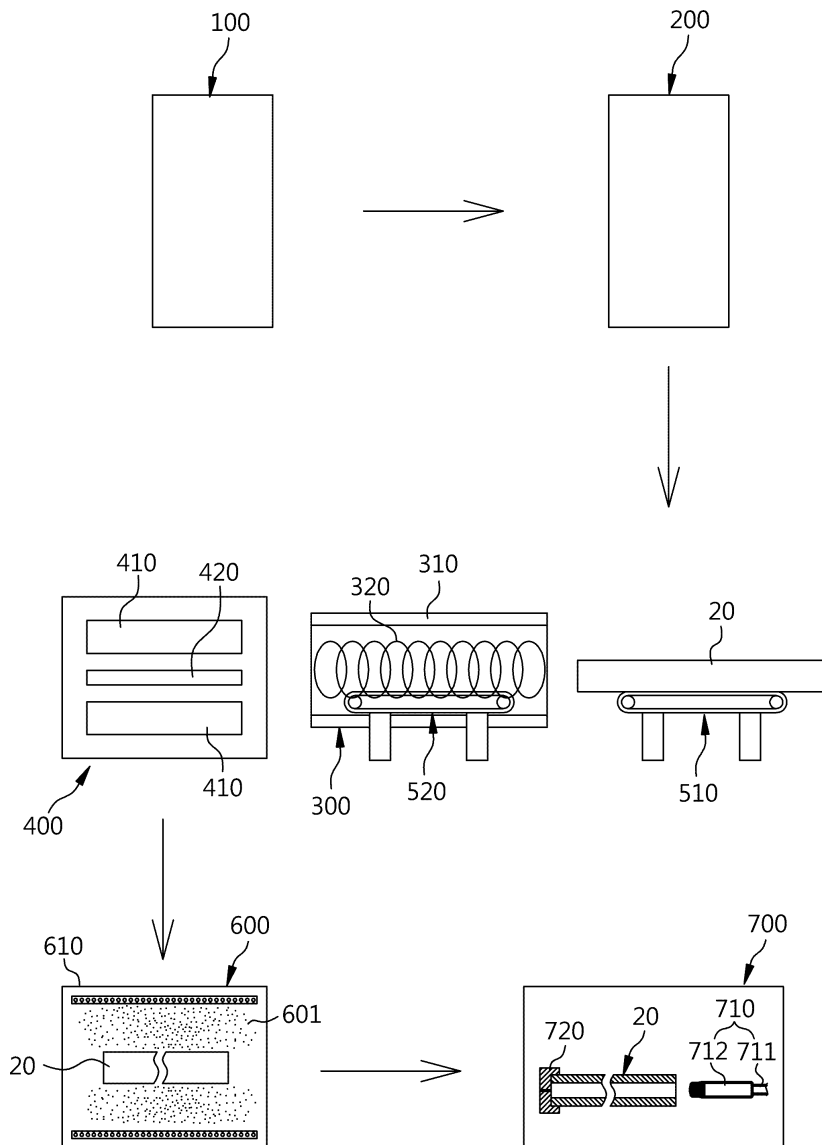
- [0072] 이때, 상기 쇼트과정의 수행 전 상기 심레스 튜브(20)의 내부를 진공화하는 이유는 상기 심레스 튜브(20) 내면으로 분사되는 미세한 유리볼(701)이 어느 한 측으로 쏠리지 않고 전 부위에 걸쳐 균일하게 분사될 수 있도록 하기 위함이다.
- [0073] 또한, 상기 쇼트과정의 수행후에는 상기 플러그(710)를 심레스 튜브(20)의 내부로부터 취출함과 더불어 덮개(720)를 분리하여 심레스 튜브(20)의 양측이 개방되도록 한 후 상기 심레스 튜브(20)의 어느 한 측을 통해 고압 공기를 강제 분사하여 해당 심레스 튜브(20) 내에 잔존하는 잔재물(필거작업 후 심레스 튜브 내부에 잔존하는 윤활유 및 미세한 유리볼의 분사에 의해 상기 심레스 튜브 내면으로부터 제거되는 미세 이물질 등)을 배출하는 잔재물 배출과정이 추가로 수행된다.
- [0074] 결국, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 다중 구조 심레스 피복관에 대한 필거 작업 후 유리볼(601,701)로 이루어진 미세 입자를 해당 심레스 튜브(20)의 외면 및 내면에 각각 분사하여 잔류 응력을 제거함으로써 후공정(예컨대, 열처리 공정 등)시 크랙 발생이 방지될 수 있게 된다.
- [0075] 또한, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 필거단계(S500)가 심레스 튜브(20)의 가열이 이루어진 직후 해당 심레스 튜브(20)의 온도 저하가 이루어지기 전에 연속적으로 압연하여 수행되도록 함으로써 온도 변화로 인한 압연시의 각 피복층(30)에 대한 파단이나 물성 변형이 방지될 수 있게 된다.
- [0076] 또한, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 미세한 유리볼(601,701)을 고압공기로 심레스 튜브(20)의 내외면을 향해 고속 분사하여 수행되는 방식이기 때문에 표면 응력뿐 아니라 표면에 존재하는 각종 이물질의 제거가 추가로 이루어질 수 있음과 더불어 표면 조도 역시 향상시킬 수 있게 된다.
- [0077] 또한, 본 발명의 다중 구조 심레스 피복관의 내외면 표면 클리닝 및 응력 제거방법은 심레스 튜브(20)의 내면에 대한 응력 제거 작업시 해당 심레스 튜브(20)의 내부를 진공화한 상태로 수행되도록 함으로써 미세 유리볼(601,701)이 심레스 튜브(20) 내면으로 분사되는 과정에서 어느 한 측으로 쏠리지 않고 전 부위에 걸쳐 균일하게 분사될 수 있게 되어 내면의 잔류 응력을 원활히 제거할 수 있게 된다.

부호의 설명

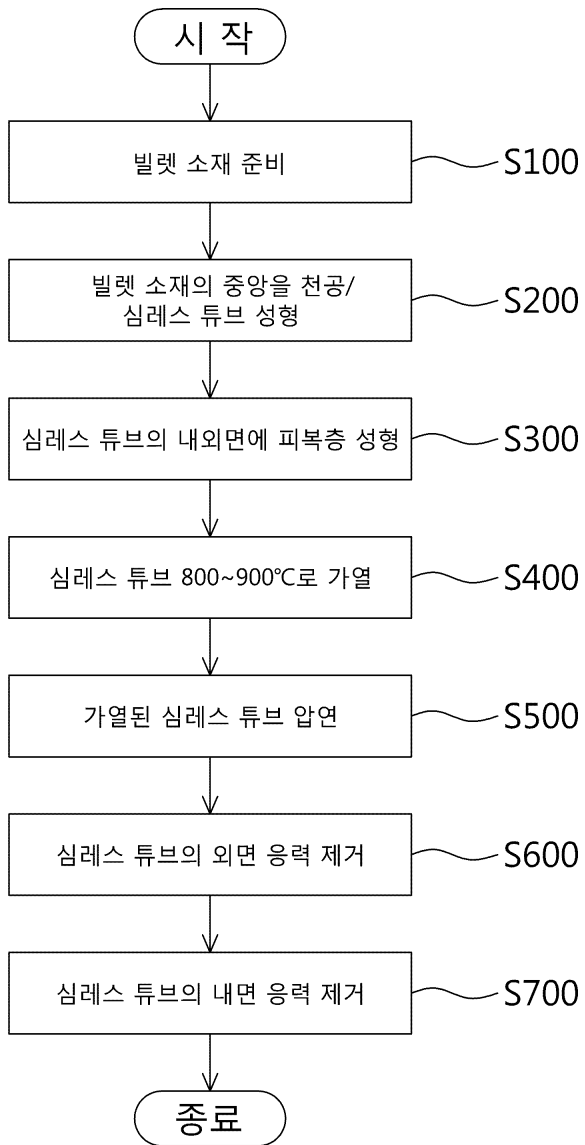
- [0078]
- | | |
|-----------------|-----------------|
| 10. 빌렛 소재 | 20. 심레스 튜브 |
| 30. 피복층 | 100. 천공장치 |
| 200. 피복장치 | 300. 가열장치 |
| 310. 덕트 | 320. 인덕션히터 |
| 400. 필거장치 | 410. 다이스 |
| 420. 멘드렐 | 510,520. 컨베이어 |
| 600. 1차 응력 제거장치 | 601,701. 유리볼 |
| 610. 챔버 | 700. 2차 응력 제거장치 |
| 710. 플러그 | 711. 플랜지부 |
| 712. 헤드부 | 713. 입자 통과홀 |
| 720. 덮개 | 721. 진공홀 |

도면

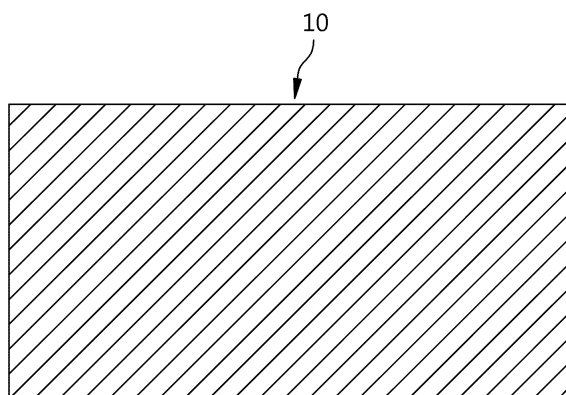
도면1



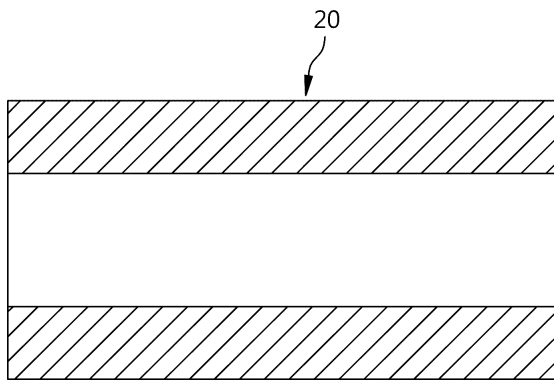
도면2



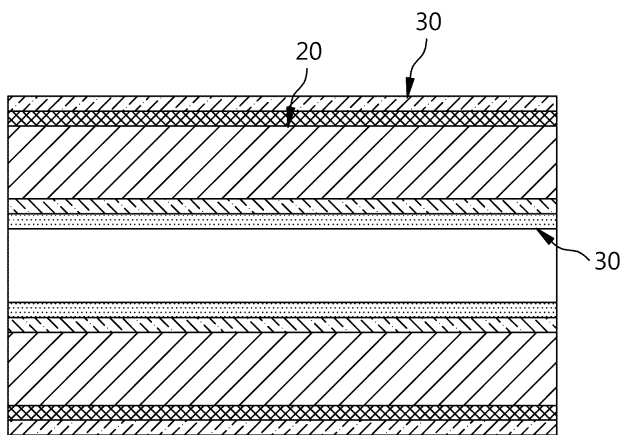
도면3



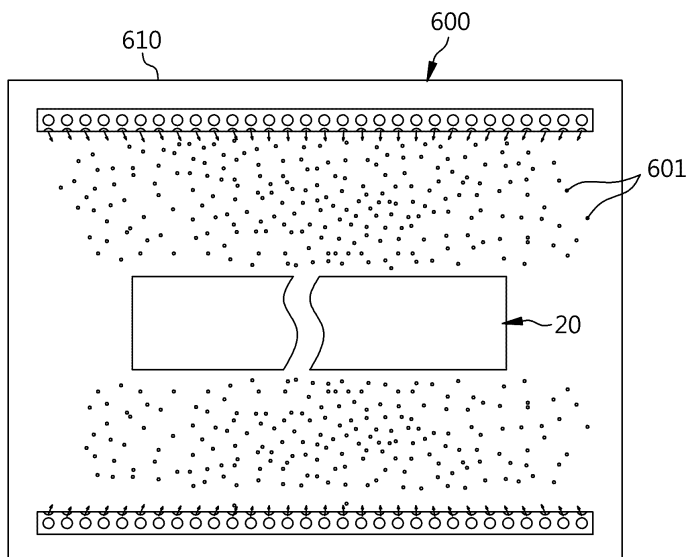
도면4



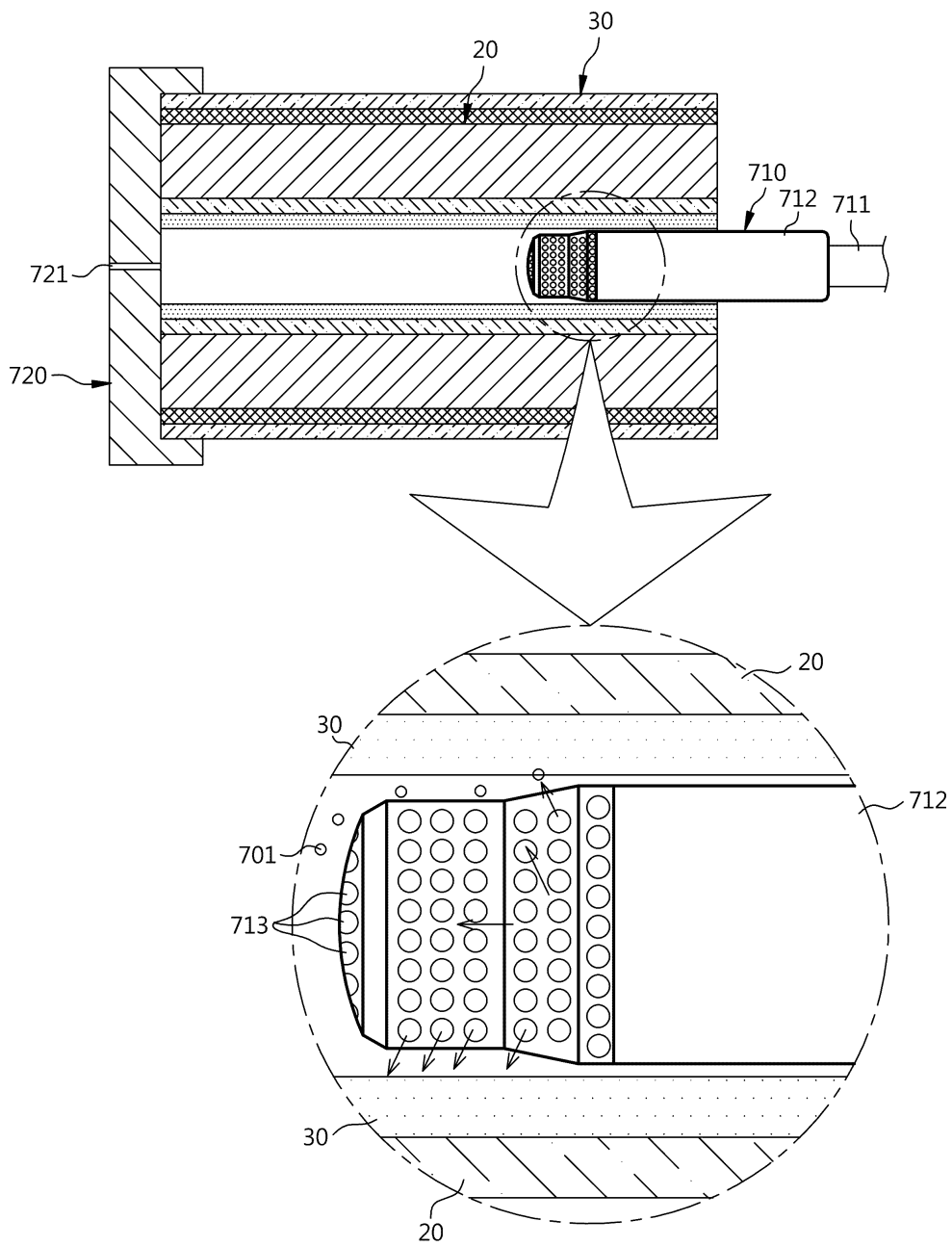
도면5



도면6



도면7



도면8

