



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년02월04일
(11) 등록번호 10-2072794
(24) 등록일자 2020년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21D 26/035 (2011.01) B21D 26/051 (2011.01)
B21D 26/053 (2011.01) B23K 10/02 (2006.01)
B23K 9/16 (2006.01) B23K 101/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21D 26/035 (2013.01)
B21D 26/051 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0173182
(22) 출원일자 2017년12월15일
심사청구일자 2017년12월15일
(65) 공개번호 10-2018-0110573
(43) 공개일자 2018년10월10일
(30) 우선권주장
1020170039939 2017년03월29일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR100963423 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
클래드코리아포항 주식회사
경상북도 포항시 남구 대송로101번길 57 (장흥동)
클래드코리아원주 주식회사
강원도 원주시 문막읍 동화공단로 130-2, 원주벤
처공장2 104호
씨알에이파이엥코리아(주)
강원도 원주시 문막읍 동화공단로 130-2, 원주벤
처2공장 104호
(72) 발명자
이유철
경기도 성남시 분당구 수내로 206, 307동 1703호
(수내동, 푸른마을 아파트)
(74) 대리인
특허법인태동

전체 청구항 수 : 총 1 항

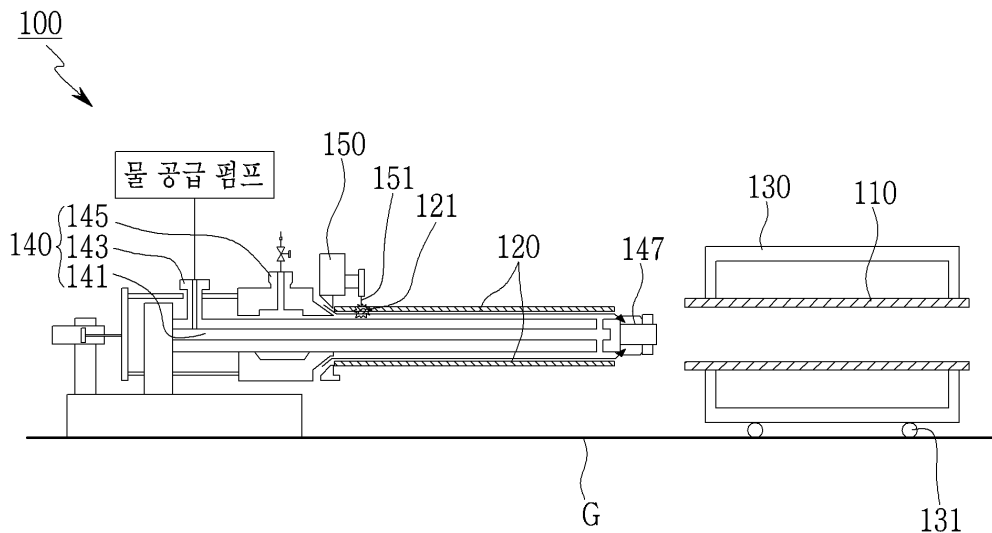
심사관 : 강창수

(54) 발명의 명칭 수압팽창식 클래드강관 제조장치 및 이를 이용한 클래드강관 제조방법

(57) 요약

본 발명은 클래드강관 제조장치에 관한 것으로서, 외부관의 외부를 지지하며 이동가능하게 구비되는 외부관지그와; 상기 외부관의 내경에 비해 외경이 설정값만큼 작게 형성된 내부관을 지지하며, 상기 내부관의 내부로 물을 공급 및 배출할 수 있게 구비되는 내부관고정부를 포함하되, 상기 외부관은 강관으로 형성되고, 상기 내부관은 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



내부식 합금강으로 형성되며, 상기 내부관고정부는, 상기 내부관의 내부에 삽입되어 상기 내부관의 위치를 고정하는 내부프레임과; 상기 내부관의 일단부에 결합되어 상기 일단부를 밀폐시키는 내부관밀폐지지부와; 상기 내부프레임에 결합되어 상기 내부관의 개방된 타단부로 물을 공급하는 물공급관과; 상기 물공급관의 일측에 구비되어 상기 내부관 내부의 물을 외부로 배출시키는 물배출관을 포함하며, 상기 외부관 내부에 상기 내부관이 수용되도록 상기 외부관지그가 이동되고, 상기 물공급관이 상기 내부관으로 상기 내부관의 항복강도보다 큰 수압을 형성하는 물을 공급하여 상기 내부관이 상기 설정값만큼 소성변형되어 상기 외부관의 내벽면에 상기 내부관의 외벽면이 밀착결합되어 클래드강관이 제조되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

B21D 26/053 (2013.01)

B23K 10/02 (2013.01)

B23K 9/16 (2013.01)

B23K 2101/06 (2018.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0005157

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 지역특화산업육성

연구과제명 에너지 채굴/ 정제를 위한 플랜트용 수압팽창 방식의 인코넬 625 클래드 강관제조 및 용접 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 클래드코리아포항 주식회사

연구기간 2016.03.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

수압팽창식 클래드강관 제조장치를 이용하여, 외부관은 강관으로 형성되고 내부관은 내부식 합금강으로 형성되는 클래드강관을 제조하는 방법으로서,

상기 수압팽창식 클래드강관 제조장치는 외부관의 외부를 지지하며 이동가능하게 구비되는 외부관지그와; 상기 외부관의 내경에 비해 외경이 설정값만큼 작게 형성된 내부관을 지지하며, 상기 내부관의 내부로 물을 공급 및 배출할 수 있게 구비되는 내부관고정부와; 수압에 의해 상호 밀착된 상기 외부관과 상기 내부관의 양단부를 용접하여 고정시키며, 내부관의 양단부에 두께조절용접밴드를 형성하는 용접부를 포함하며, 상기 내부관고정부는 상기 내부관의 내부에 삽입되어 상기 내부관의 위치를 고정하는 내부프레임과; 상기 내부관의 일단부에 결합되어 상기 일단부를 밀폐시키는 내부관밀폐지지부와; 상기 내부프레임에 결합되어 상기 내부관의 개방된 타단부로 물을 공급하는 물공급관과; 상기 내부프레임에 결합되며 상기 물공급관의 일측에 구비되어 상기 내부관 내부의 물을 외부로 배출시키는 물배출관을 포함하며, 상기 내부프레임은 상기 내부관 내부에 방사상의 단면으로 상기 내부관의 길이방향으로 배치되어 상기 내부관의 형상을 고정하며,

내부식 합금관을 원통형상으로 말고 가용접한 상태로 상기 내부프레임에 삽입한 후, 상기 용접부로 경계영역을 용접하여 내부관을 형성하는 단계와;

상기 내부관의 일단부에 상기 내부관밀폐지지부가 결합되어 상기 내부관의 일단부를 밀폐시키는 단계와;

상기 외부관지그를 이동시켜, 상기 내부관보다 설정값만큼 직경이 크게 형성된 외부관을 상기 내부관의 외부를 덮도록 이동시키는 단계와;

상기 물공급관을 통해 상기 내부관의 내부에 상기 내부관의 항복강도보다 큰 수압을 형성하는 물을 연속하여 공급하는 단계와;

상기 내부관이 상기 수압에 의해 상기 설정값만큼 늘어나 소성변형되어 상기 외부관의 내벽면과 상기 내부관의 외벽면이 밀착되면, 상기 물배출관을 통해 상기 내부관 내부의 물을 외부로 배출시키는 단계와;

상기 내부관의 양단을 상기 용접부로 상기 외부관에 용접하여 상기 내부관과 상기 외부관의 위치를 고정하여 클래드강관의 제조를 완료하는 단계와;

상기 용접부로 상기 내부관의 양단에 두께조절용접밴드를 형성하고, 상기 내부관의 내측에 형성되는 두께조절용접밴드의 두께와 상기 내부관의 두께 및 상기 외부관의 두께를 더한 총 두께의 합이 이웃하는 클래드강관 양단에서 동일하도록 상기 두께조절용접밴드의 두께를 가공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수압팽창식 클래드강관 제조방법.

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 클래드강관 제조장치 및 이를 이용한 클래드강관 제조방법에 관한 것으로서, 보다 자세히는 수압을

[0001]

이용하여 다양한 구경의 클래드강관을 접합성이 우수하게 제조할 수 있는 수압팽창식 클래드강관 제조장치 및 이를 이용한 클래드강관 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 클래드강관(Clad pipe)은 부식성이 강한 기름 또는 가스의 채굴/정제 및 수송을 위해 사용된다. 클래드강관은 오일 또는 가스과 직접 접하는 내벽은 내부식 합금강(Corrosion Resistant Alloy, CRA)으로 형성되고, 외벽은 일반 강재로 형성된다. 즉, 클래드강관은 두개의 다른 재질이 결합되어 형성된 강관이다.
- [0003] 클래드강관이 두 개의 다른 재질로 형성되는 것은 내부식합금강이 고가이기 때문이다. 즉, 오일 또는 가스가 직접 접촉하는 내벽만 내부식합금강으로 만들고 응력은 외벽의 일반강이 받게 하는 것이다.
- [0004] 종래 클래드강관의 제조방법은 크게 클래드 접합(Clad bonding) 기술에 따라 금속 접합(Metallurgical bonding) 방식과 기계적 접합(Mechanical bonding) 방식으로 나눌 수 있다.
- [0005] 금속 접합 방식의 강관은 일반적으로 알려진 오버레이(Overlay) 용접을 통해 내벽을 내부식합금강을 접합하여 형성하거나, 이미 가공된 클래드관을 롤링 또는 압입하고 심(Seam) 용접을 수행하여 제작한다.
- [0006] 기계적 결합 방식은 두 개의 다른 재질의 강관(내관은 내부식합금강으로 제조, 외관은 스틸로 제조)을 프레스 또는 액압성형틀에서 압력을 가하여 두 개의 관을 하나로 접합한다.
- [0007] 그런데, 금속 접합 방식으로 클래드강관을 제조하는 경우 접합성이 우수하고 24인치 이상의 대구경 강관에도 적용할 수 있는 장점이 있으나, 가격이 높고 생산성이 낮은 단점이 있다. 또한, 대구경 강관에는 적용할 수 없고 심리스(seamless) 관에는 적용할 수 없는 단점이 있다.
- [0008] 한편, 기계적 접합 방식으로 클래드강관을 제조하는 경우 생산성이 매우 높고 가격이 낮고 심리스(seamless) 관에도 적용할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 금속 접합 방식에 비해 접합성이 떨어지는 단점이 있다.
- [0009] 한편, 도 1은 종래 클래드강관 제조방법에 의해 제조된 두 개의 클래드강관(10,10a)가 서로 연결된 상태를 도시한 사시도와 단면도이다.
- [0010] 작업현장에서 가스 이송을 위해 클래드강관은 수 킬로미터의 길이로 연장되므로, 복수개의 클래드강관이 용접에 의해 서로 연결된다. 도 1의 (a)에 도시된 바와 같이 이웃하는 두 개의 클래드강관(10,10a)은 서로 단부가 맞게 배치되고 조인트 용접(20)을 하게 된다.
- [0011] 그런데, 도 1의 (b)에 도시된 바와 같이 각각의 클래드강관(10,10a)은 외벽(10,10a)의 두께는 동일하나 내부식 합금강으로 형성되는 내벽(11,11a)의 두께($d1 \neq d2$)는 균일하지 않게 된다.
- [0012] 이에 따라 두 관의 연결부위의 두께에 차이(h)가 발생된다. 이 상태로 조인트 용접(20)을 하게 되면 용접불량이 발생된다. 이러한 용접불량을 방지하기 위해 양측의 두께를 동일하게 하기 위해 두께가 두꺼운 측의 내벽을 깎아 두께를 맞추기도 하나 이 경우 오버레이 용접영역이 깎여나가면서 용접부 두께 감소와 화학성분 스펙 불만족으로 용접부 건전성이 떨어지는 추가 문제가 발생되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-1579080호 "이종 재질의 강관을 열융착방식으로 결합시키는 클래드 강관 제조방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 목적은 상술한 문제를 해결하기 위한 것으로 생산성이 높으면서 클래드강관의 접합성을 향상시킬 수 있는 새로운 방식의 클래드강관 제조장치 및 이를 이용한 클래드강관 제조방법을 제공하는 것이다.
- [0016] 본 발명의 다른 목적은 복수개의 클래드강관을 서로 연결할 때, 연결영역의 용접불량을 해소할 수 있는 클래드

강관 제조방법을 제공하는 것이다.

[0017] 본 발명의 상기 목적과 여러 가지 장점은 이 기술분야에 숙련된 사람들에 의해 본 발명의 바람직한 실시예로부터 더욱 명확하게 될 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명의 목적은 수압팽창식 클래드강관 제조장치에 의해 달성될 수 있다. 본 발명의 클래드강관 제조장치는, 외부관의 외부를 지지하며 이동가능하게 구비되는 외부관지그와; 상기 외부관의 내경에 비해 외경이 설정값만큼 작게 형성된 내부관을 지지하며, 상기 내부관의 내부로 물을 공급 및 배출할 수 있게 구비되는 내부관고정부를 포함하되, 상기 외부관은 강관으로 형성되고, 상기 내부관은 내부식 합금강으로 형성되며, 상기 내부관고정부는, 상기 내부관의 내부에 삽입되어 상기 내부관의 위치를 고정하는 내부프레임과; 상기 내부관의 일단부에 결합되어 상기 일단부를 밀폐시키는 내부관밀폐지지부와; 상기 내부프레임에 결합되어 상기 내부관의 개방된 타단부로 물을 공급하는 물공급관과; 상기 물공급관의 일측에 구비되어 상기 내부관 내부의 물을 외부로 배출시키는 물배출관을 포함하며, 상기 외부관 내부에 상기 내부관이 수용되도록 상기 외부관지그가 이동되고, 상기 물공급관이 상기 내부관으로 상기 내부관의 항복강도보다 큰 수압을 형성하는 물을 공급하여 상기 내부관이 상기 설정값만큼 소성변형되어 상기 외부관의 내벽면에 상기 내부관의 외벽면이 밀착결합되어 클래드강관이 제조되는 것을 특징으로 한다.

[0020] 일 실시예에 따르면, 수압에 의해 상호 밀착된 상기 외부관과 상기 내부관의 양단부를 용접하여 고정시키는 용접부를 더 포함할 수 있다.

[0021] 한편, 본 발명의 목적은 수압팽창식 클래드강관 제조방법에 의해 달성될 수 있다. 본 발명의 클래드강관 제조방법은, 내부식 합금관을 원통형상으로 만들고, 경계영역을 용접하여 내부관을 형성하는 단계와; 상기 내부관 보다 설정값만큼 직경이 크게 형성된 외부관을 상기 내부관의 외부로 덮도록 이동시키는 단계와; 상기 내부관의 일단부를 밀폐시키는 단계와; 상기 내부관의 내부에 상기 내부관의 항복강도 보다 큰 수압을 형성하는 물을 연속하여 공급하는 단계와; 상기 내부관이 상기 수압에 의해 상기 설정값만큼 늘어나 소성변형되어 상기 외부관의 내벽면과 상기 내부관의 외벽면이 밀착되면, 상기 내부관 내부의 물을 외부로 배출시키는 단계와; 상기 내부관의 양단을 상기 외부관에 용접하여 클래드강관 제조를 완료하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 일 실시예에 따르면, 상기 내부관의 양단을 상기 외부관에 용접할 때, 상기 내부관의 내측에 형성되는 두께조절 용접밴드의 두께와 상기 내부관의 두께 및 상기 외부관의 두께를 더한 총 두께의 합이 상기 클래드강관 양단에서 동일하도록 상기 두께조절용접밴드의 두께를 가공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치와 이를 이용한 클래드강관 제조방법은 외부관에 비해 설정값 만큼 작게 형성된 내부관을 외부관 내부에 동심원 상으로 배치하고, 내부관 내부로 항복압력 보다 큰 수압을 형성하도록 물을 공급하여 내부관을 수압에 의해 팽창시켜 외부관 내벽면에 밀착시키고, 양단을 용접하여 클래드강관을 제조한다.

[0025] 이러한 본 발명에 따른 클래드강관은 내부관 내부에 균일한 수압이 인가되어 제조되므로 내부관과 외부관의 접합성이 향상되게 된다. 또한, 수압에 의해 내부관을 소성변형시켜 제조하므로 종래 금속접합방식에 비해 생산성이 높아질 수 있고, 기계적접합방식에 비해 seamless 강관에도 적용할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종래 복수개의 클래드강관의 연결부위의 구조를 도시한 예시도,
 도 2는 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치의 구성을 개략적으로 도시한 개략도,
 도 3은 도 2의 상태에서 외부관과 내부관의 상태를 도시한 예시도,
 도 4 내지 도 6은 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치를 이용한 클래드강관 제조과정을 개략적으로 도시한 예시도,
 도 7은 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치를 이용해 제조된 클래드강관을 도시한 예시도,
 도 8은 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치를 이용해 제조된 복수개의 클래드강관의 연결부위의 형상을 도시한

예시도,

도 9와 도 10은 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치에 의해 제조된 클래드 강관의 접합부 압력을 구조해석한 결과를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

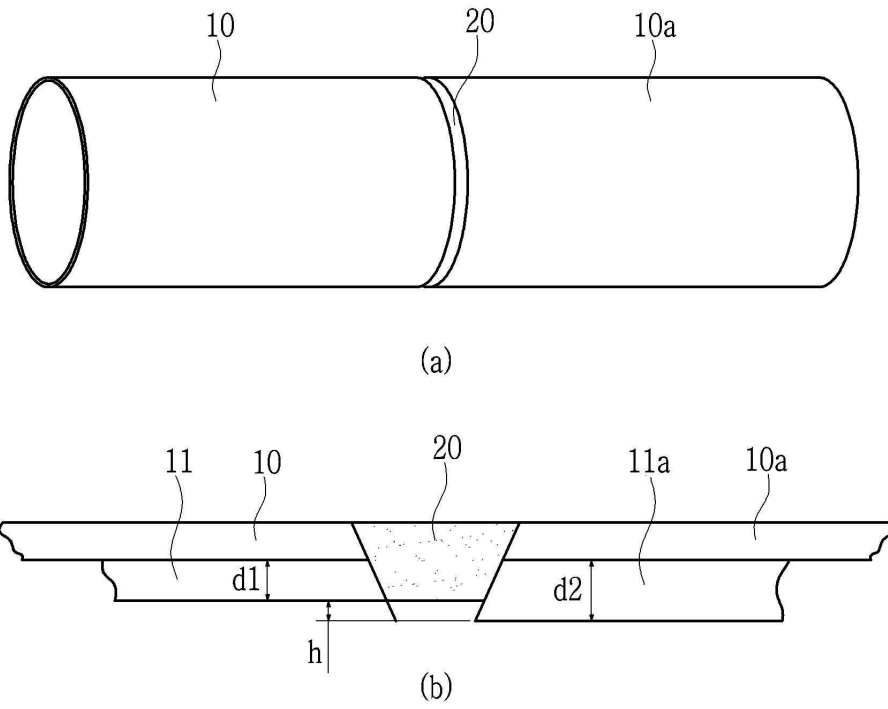
- [0028] 본 발명을 충분히 이해하기 위해서 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상세히 설명하는 실시예로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어 표현될 수 있다. 각 도면에서 동일한 부재는 동일한 참조부호로 도시한 경우가 있음을 유의하여야 한다. 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략된다.
- [0030] 도 2는 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치(100)의 구성을 개략적으로 도시한 개략도이다.
- [0031] 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치(100)는 스틸로 제조되는 외부관(110)과, 내부식합금강으로 제조되는 내부관(120)을 서로 접합하여 제조된다. 이 때, 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치(100)는 내부관(120)을 수압에 의해 팽창시켜 외부관(110)의 내벽면에 밀착시켜 제조되므로 전 영역의 접착성이 균일하게 향상될 수 있으며, 제조방법이 간단하여 생산성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0032] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 외부관(110)은 스틸로 제조되고, 내부관(120)은 내부식합금강 중 인코넬 625에 의해 제조되나, 이는 일례일 뿐이며 다양한 내부식합금강이 사용될 수 있다.
- [0034] 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치(100)는 외부관(110)을 지지하는 외부관지그(130)와, 내부관(120)을 지지하는 내부관고정부(140)와, 내부관(120)을 용접하며 두께조절용접밴드(160)를 형성하는 용접부(150)를 포함한다.
- [0035] 외부관지그(130)는 외부관(110)과 내부관(120)이 서로 접합되는 과정 중에 외부관(110)의 위치를 고정한다. 외부관지그(130)는 외부관(110)의 내부로 내부관(120)이 삽입될 수 있도록 외부관(110)의 외면을 고정한다. 외부관지그(130)는 도시된 바와 같이 내부에 외부관(110)이 삽입되도록 외부관(110)의 외경에 대응되는 삽입공이 형성될 수 있다. 이 외에도 외부관(110)을 지지할 수 있는 다양한 형태로 구비될 수 있다.
- [0036] 외부관지그(130)는 이동가능하도록 하부에 이동바퀴(131)가 구비된다.
- [0038] 내부관고정부(140)는 외부관(110)과 내부관(120)이 결합되도록 내부관(120)을 지지하고, 내부관(120) 내부로 물(W)을 공급한다.
- [0039] 내부관고정부(140)는 내부관(120) 내부로 삽입되어 내부관(120)을 고정하는 내부프레임(141)과, 내부프레임(141)에 결합되어 내부관(120)으로 물(W)을 공급하는 물공급관(143)과, 내부프레임(141)에 결합되어 내부관(120) 내부의 물(W)을 외부로 배출하는 물배출관(145)과, 내부관(120)의 일단을 밀폐하는 내부관밀폐지지부(147)를 포함한다.
- [0040] 내부프레임(141)은 내부관(120) 내부에 방사상의 단면으로 내부관(120)의 길이방향으로 배치되어 내부관(120)의 형상을 고정한다. 내부프레임(141)은 내부관(120) 내부로 공급된 물이 내부관(120)의 내벽면과 접촉되는 것을 최대한 간섭하지 않는 형태로 설계된다.
- [0041] 물공급관(143)은 내부프레임(141)에 연장형성되어 내부관(120)으로 물(W)을 공급한다. 물공급관(143)은 물공급펌프와 결합되어 물을 공급한다. 물배출관(145)은 물공급관(143)의 일측에 구비되어 내부관(120) 내부의 물을 외부로 배출한다. 물배출관(145)에는 개폐밸브가 구비된다. 물공급펌프가 구동되어 물공급관(143)을 통해 내부관(120)으로 물이 공급될 때는 개폐밸브는 닫혀지고, 물공급펌프의 구동이 멈추지고 내부관(120)의 소성변형이 완료되면 개폐밸브가 개방되어 내부관(120)의 물을 외부로 배출한다.
- [0042] 내부관밀폐지지부(147)는 내부관(120)의 일단부에 결합되어 내부관(120)의 일단부를 개방한다. 도 2에 도시된 바와 같이 내부관(120)의 일단부는 내부관밀폐지지부(147)에 의해 밀폐되고 타단부는 개방된다. 개방된 내부관(120)의 타단부에 물공급관(143)과 물배출관(145)이 구비된다.
- [0043] 여기서, 내부관고정부(140)에는 도면에 도시되지 않았으나 압력게이지가 구비되어 내부로 공급되는 물에 의해 내부관(120)으로 인가되는 압력이 표시된다. 내부관(120)의 재질별, 두께별로 항복강도에 이르는 항복압력을 실험에 의해 미리 도출하여 데이터화한다. 내부관고정부(140)에 결합된 내부관(120)의 종류에 대응되는 항복압력

보다 큰 수압이 인가되도록 물공급펌프가 내부관(120)으로 연속하여 물을 공급한다.

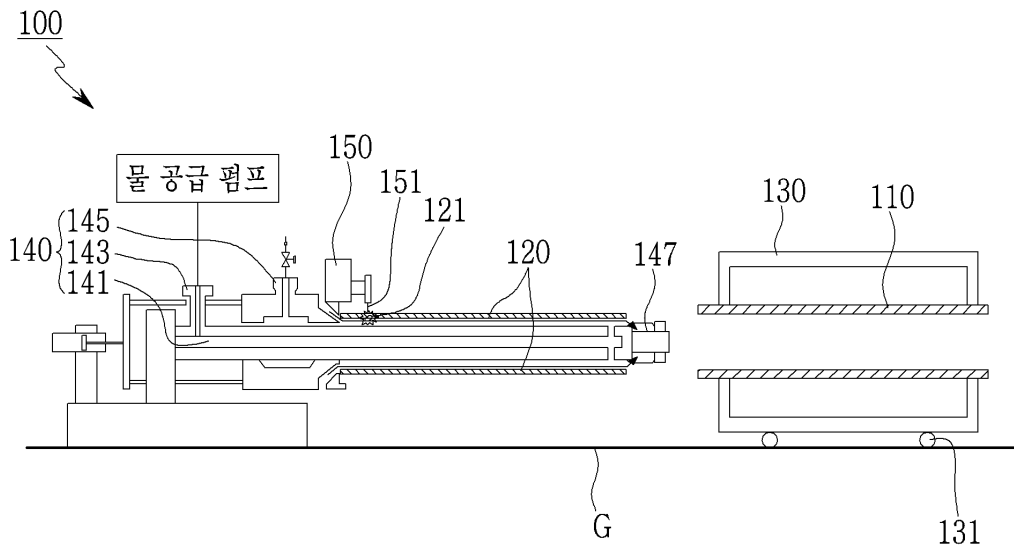
- [0045] 용접부(150)는 가용접된 상태로 내부관고정부(140)에 결합되는 내부관(120)을 용접하여 내부관(120)의 성형을 완료한다. 용접부(150)는 내부관(120)의 길이방향을 따라 이음부분을 용접한다.
- [0046] 이 때, 용접부(150)는 플라즈마 아크 용접(PAW) 방식이 사용되거나, 가스 텅스텐 아크 용접(GTAW) 방식이 사용될 수 있다.
- [0047] 용접이 완료된 내부관(120)은 도 3에 도시된 바와 같이 용접비드(121)가 형성된다.
- [0048] 한편, 용접부(150)는 수압에 의해 내부관(120)이 팽창되어 외부관(110)의 내벽면에 밀착되면, 도 6에 도시된 바와 같이 내부관(120)의 양단부를 외부관(110)과 용접하여 내부관(120)과 외부관(110)의 위치를 고정한다.
- [0050] 이러한 구성을 갖는 본 발명에 따른 클래드강관 제조장치(100)를 이용한 클래드강관 제조방법을 설명한다.
- [0051] 도 2에 도시된 바와 같이 스틸재질의 외부관(110)은 외부관지그(130)에 결합되어 위치가 고정된다. 내부관(120)은 판상의 내부식 합금강을 둥글게 말고 가용접한 상태로 내부프레임(141)에 삽입된다.
- [0052] 그리고, 도 3에 도시된 바와 같이 용접부(150)의 용접봉(151)이 가용접한 접합부를 본용접하여 용접비드(121)를 형성하여 내부관(120)의 성형을 완료한다. 내부관(120)의 일단부에는 내부관밀폐지부(147)가 결합되어 내부관(120)을 밀폐한다.
- [0053] 이 때, 도 3에 도시된 바와 같이 외부관(110)은 외경이 R1이고, 두께는 t1으로 구비된다. 내부관(120)은 외경이 외부관(110)의 내경보다 작게 R2로 형성되고, 두께는 t2로 형성된다. 내부관(120)의 외경은 외부관(110)의 내경보다 설정갭(G)만큼 작게 형성된다. 설정갭(G)은 수압에 의해 내부관(120)이 소성변형될 수 있는 범위로 설정된다.
- [0054] 도 4에 도시된 바와 같이 외부관지그(130)를 내부관고정부(140)로 이동시키고, 외부관(110) 내부로 내부관(120)을 삽입한다. 외부관(110)과 내부관(120)은 동심원상으로 서로 중첩되게 배치된다.
- [0055] 이 상태에서, 물공급펌프가 구동하여 물공급관(143)을 통해 내부관(120)으로 공급한다. 물공급펌프는 내부관(120)의 내벽면에 작용하는 수압이 내부관(120) 항복압력을 초과하여 소성변형이 일어날 때까지 물을 공급한다.
- [0056] 일례로, 도 9에 도시된 바와 같이 외부관(110)이 스틸재질로 외경(R1)이 254mm, 두께(t1)가 12.7mm로 형성되고, 내부관(120)이 인코넬 625재질로 외경(R2)이 222.6mm, 두께(t2)가 3mm로 형성되고 갭(G)은 3mm이고, 전체 길이는 6000mm인 경우를 예로 설명한다.
- [0057] 내부관(120)의 항복강도는 507.3MPa이고, 이에 대응되는 항복압력은 최소 16.3MPa이다. 내부관(120)의 전체 항복을 위한 최소 성형압력은 19.5MPa이다.
- [0058] 도 5에 도시된 바와 같이 내부관(120) 내부에 가득찬 물(W)의 수압이 내부관(120)의 내벽면에 작용하면 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이 천천히 소성변형이 진행된다. 도 10의 (b)는 내부관(120)의 응력분포와 접촉압력 분포를 나타낸 데이터이다.
- [0059] 최소 성형압력인 19.5MPa의 압력이 30초간 유지되면 내부관(120)의 전영역에 소성변형이 진행되며 내부관(120)이 늘어나 내부관(120)의 외벽면이 외부관(110)의 내벽면과 접촉된다. 즉, 내부관(120)의 외경(d3)이 외부관(110)의 내경에 대응되게 늘어나게 된다.
- [0060] 30초 동안 성형압력이 유지된 후, 개폐밸브가 개방되어 내부관(120) 내부의 물(W)이 외부로 배출된다. 물이 완전히 배출되고 내부관(120) 내부가 건조되면 도 6에 도시된 바와 같이 서로 밀착된 내부관(120)과 외부관(110)의 양단부를 용접부(150)로 용접하여 고정한다.
- [0061] 이에 의해 도 7에 도시된 바와 같이 클래드강관(125)의 제조가 완료된다.
- [0063] 여기서, 도 8에 도시된 바와 같이 제조가 완료된 각각의 클래드강관(125, 125a)은 소성변형되는 정도에 따라 내부관(120, 120a)의 두께(d3, d4)가 상이하게 제조된다.
- [0064] 이웃하는 클래드강관(125) 사이의 연결영역의 전체 두께에 내부관의 두께차(h1) 만큼 차이가 발생된다. 이러한 차이는 조인트 용접시 용접불량을 야기하게 된다.
- [0065] 본 발명에서는 이러한 두께차이에 의한 용접불량을 방지하기 위해 도 10의 하부에 도시된 바와 같이 각 클래드강관(125, 125a) 양측에 두께조절용접밴드(160, 160a)를 형성하여 높이차를 해소한다.

도면

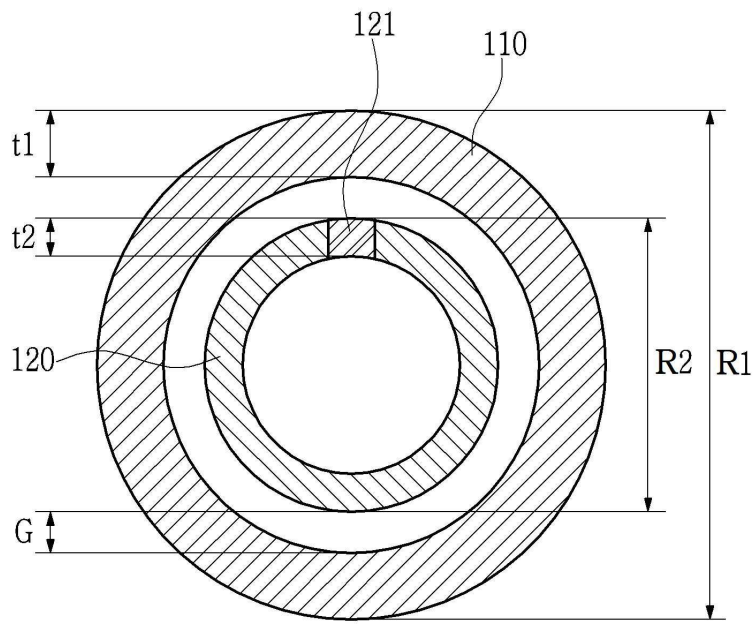
도면1



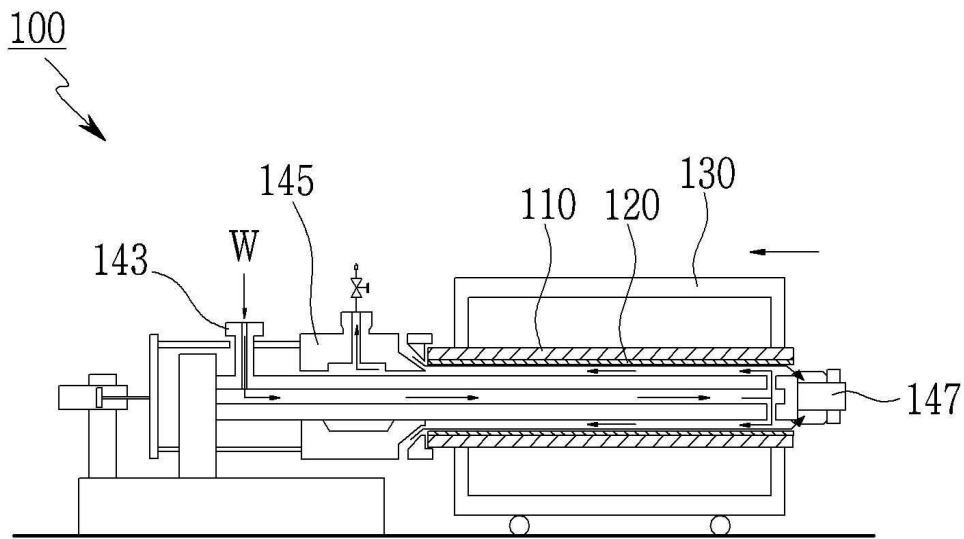
도면2



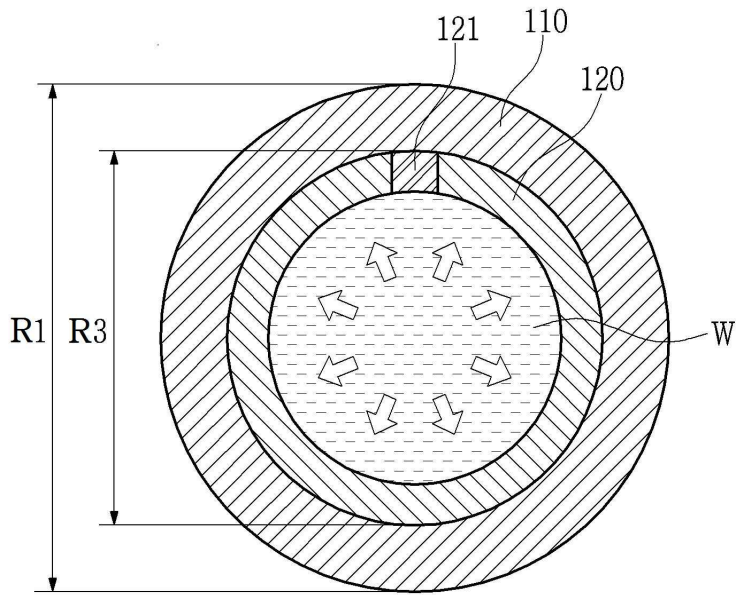
도면3



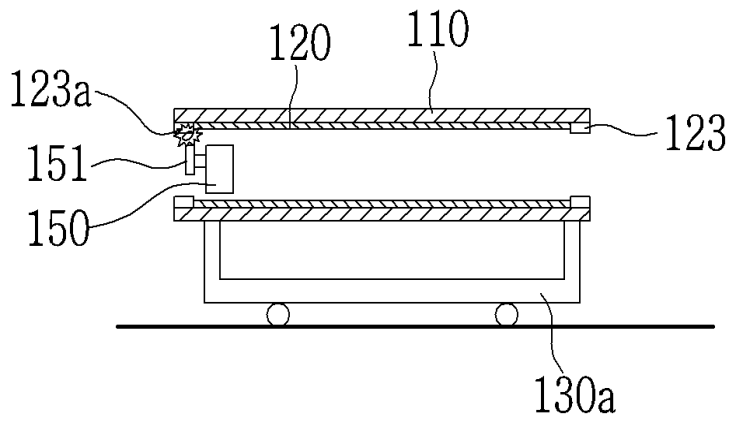
도면4



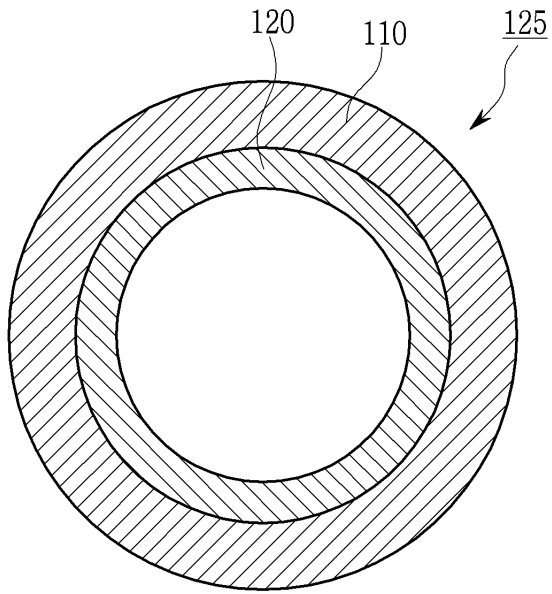
도면5



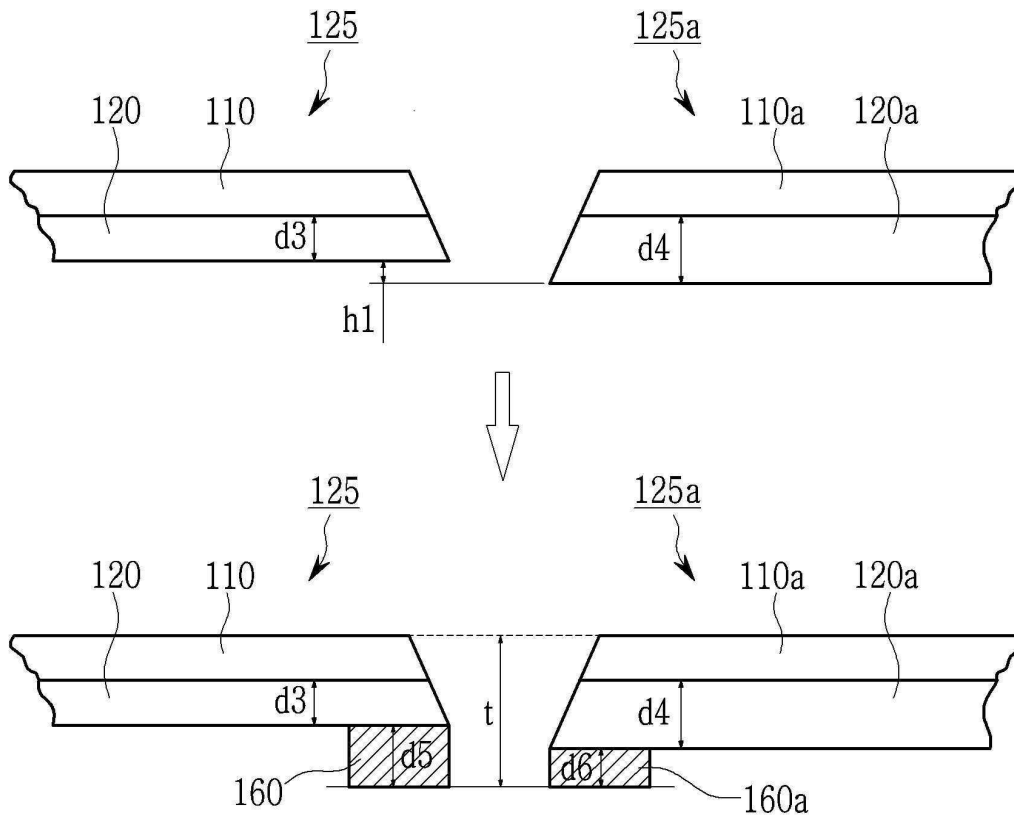
도면6



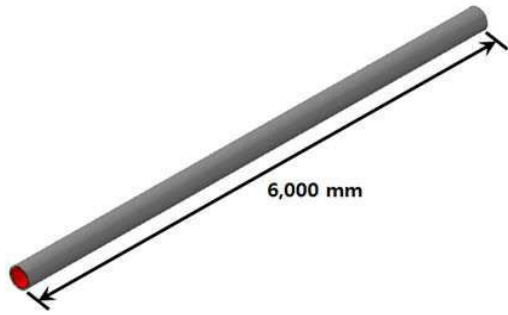
도면7



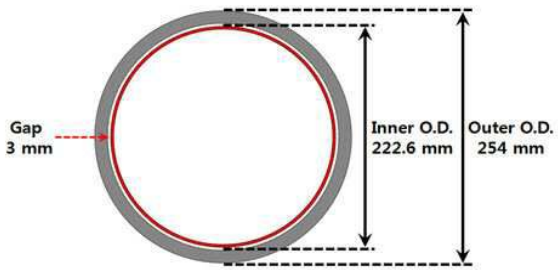
도면8



도면9

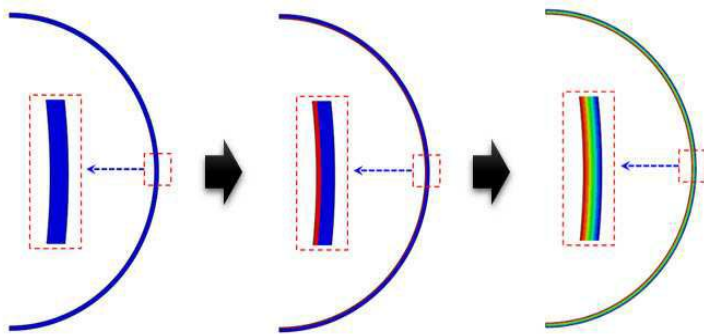


(a)

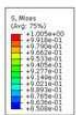


(b)

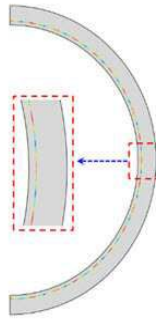
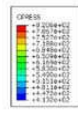
도면10



(a)



(b)



(c)