

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 특허공보(B1)(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
C21D 9/00(45) 공고일자 1986년01월30일  
(11) 공고번호 특허1986-0000040

(21) 출원번호	특 1980-0003323	(65) 공개번호	특 1983-0003585
(22) 출원일자	1980년08월22일	(43) 공개일자	1983년06월21일
(30) 우선권주장	68,989 1979년08월23일 미국(US)		
(71) 출원인	웨스팅하우스 일렉트릭 코오폰레이션 디. 디. 스타크 미합중국 펜실베이니아주 15222, 피츠버그그시, 게이트웨이 센터, 웨스팅하우스빌딩		
(72) 발명자	찰스 에스 쿡 미합중국, 펜실베이니아주, 머리스빌시, 포베스트레일 드라이브 3615 사무엘 대몬 미합중국 펜실베이니아주, 몬로에빌시, 히든 밸리드라이브 116		
(74) 대리인	유영대, 나영환		

심사관 : 심창섭 (책자공보 제1135호)

## (54) 필거다이의 경화방법

## 요약

내용 없음.

## 대표도

## 도1

## 명세서

[발명의 명칭]

필거다이의 경화방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 필거다이(pi:ger die)를 부위에 따라 다른 경도를 갖게 경화시키는 방법의 일례를 도시하는 사시도.

제2도는 본 발명의 방법에 의해 경화된 필거다이에 있어서의 경도를 나타내는 선도.

제3도는 필거다이의 부분 단면도.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 필거머신에 있어서의 필거다이의 경화방법에 관한 것이다.

필거머신은 돌게상에 테이퍼진홈이 있는 대향된 다이쌍을 구비한 것으로, 멘드릴에 지지되어 있는 가공 중인 관위로 상기 다이쌍을 로울링시킴에 따라 관의 직경을 냉간적으로 감소시킬 수 있게 되어있다.

다이성능은 다이의 수명이 다한후에도 얼마간 더 관을 생산할 수 있는가에 의해 결정될 수 있는데, 전형적으로 다이는 관표면에 결함이 발생할정도로 다이의 홈표면이 불량하게 될때까지 사용되게 된다. 그와 같은 결함이 발생하게 되면 그러한 결함을 제거킬시수 있도록 연마등에 의해 다이의 홈 및 돌레부분을 재가공한 후 다시 사용하게 되며, 이와같이 하여 다이는 다이 및 필거머신칩수의 허용범위내에서 가능한 한 여러번 가공하여, 재사용하게 되어있고, 이 가공회수는 6번이상도 될수 있는데, 이러한 예로는 원자로용지르칼로 이관을 생산하는데 사용하는 필거머신을 들수 있다.

핵연료 피복용 지르칼로이-4관을 생산하는데 있어 반드시 고려해야할 점은 최종제품에 있어서의 수소화물의 거동이다. 관재료에 수소화물이 형성되는 것은 고온냉각수에 의해 지르칼로 이-4가 부식됨으로써 발생하는 자연적인 현상으로, 이는 부식반응으로 발생된 수소의 일부가 관재료내로 확산하여 판상의 지르코늄 수소화물을 형성하는 것에 기인되는데, 이런 수소화물이 존재하면, 관의 기계적 성질에 나쁜 영향이 미치고, 특히 관벽에서 반경방향으로 배향되어 있으면 더욱 해롭다.

이와같이 반경방향으로 배향되는 수소화물의 형성을 최소로 줄이기 위한 방법으로는 판상수소화합물을 원주방향으로 형성시킬수 있게끔 관의 결정학적 조직을 조절하는 것을 들수 있는데, 이 방법은 무엇보다도 관제조공정, 특히 필거밀에 의한 관의 최종냉각 직경감소를 통해이루게할 수 있다. 지르칼로이 -4관에

서 방향성을 가진 수소화물이 반경방향으로 형성되는 것을 최소화시키기 위한 방법으로는, 냉각가공시 관의 직경감소율에 대한 관벽두께의 감소율의 비율을 최대로 하는 것을 들 수 있다. 즉, 이와같이 관직경 감소율에 대한 관벽두께 감소율의 비율이 최대로 되는 관을 제조하게 되면 관의 조직이 조밀 6방정조직으로 되어, 그 결정학적 C축(basal pole)이 주로 반경방향으로 향하게 되는데, 이와같은 조직이 생성됨으로써 관의 사용중에 반경방향으로의 방향성을 갖는 수소화물이 형성되는 것에 대해 크게 저항하게 된다.

이상과 같이 관직경감소율에 대한 관벽감소율의 비율을 최대화시킨관을 제조하기 위해서는, 그러한 관을 가공하는 필거다이의 홈 및 돌레부를 경도가 크고 잔류압축 응력을 갖게하고, 몸체부는 인성을 갖게하면 된다.

따라서, 본 발명의 목적은 필거다이를 그의 홈 및 돌레부가 높은 경도 및 잔류압축응력을 갖고 몸체부가 큰인성을 갖게끔 경화시키기 위한 방법을 제공하는 것으로, 본 발명의 이러한 목적은 본 발명에 따라, 다이를 오스테나이트화 온도범위까지 가열한 후 다이의 홈 및 돌레부가 그외의 다이부분보다 빠른속도로 냉각될 수 있게끔 다이로부터 열을 선택적으로 제거하고, 그뒤에 다이를 뜨임하여, 다이에 경도가 크고 잔류압축응력을 가진 케이스(다이의 홈 및 돌레부)와 인성이 큰 몸체부를 제공케하는 것을 특징으로 하는 필거다이경화방법을 제공함으로써 달성되게 된다.

다이의 재료로는 특정용도에 따라 공기중 경화나 유중경화 및 수중경화될 수 있고, 열처리를 통해 표면 경도가 커지는 합금을 사용할 수 있는데, 52100과 같은 조성의 강을 유중경화하여 사용한 경우 냉간필거머신에서 큰 성공을 거두었다. 또한, 위와 아주 유사한 강으로는 SR1855를 들 수 있다. 전형적으로 이들의 조성은 탄소가 약 1%, 규소가 약 1.5망간이 약 1%, 크롬이 1.25%와 나머지는 철 및 불순물로 되어있다.

이런 다이재료를 방위적으로 경도를 다르게 경화시키는데에는, 다이의 가공면에는 충분히 경화되고 뜨임된 케이스를 형성시키게 하고 그외의 몸체부분은 케이스보다 경도가 낮고 인성을 가질 수 있게끔 다이재료를 열조질시키는 것이 필요하다.

이런 점에서 돌레면과 홈은 다이의 가공면을 구성하는 것으로, 다이중심부 혹은 몸체부의 불충분한 경화로 인하여 잔류압축응력을 받게된다. 케이스에 제공되는 잔류압축응력은 사용중 다이홈 표면의 결함을 막아주고, 조요은 경도는 사용시 필요한 강도를 제공해 준다. 이와동시에, 케이스를 제외한 다이의 몸체부는 인장응력을 받는 상태가 된다. 경화시켜야할 다이 돌레면과 홈을 제외한 모든 노출면과 다이의 보어에 절연재를 설치하여 적당하게 다이재료를 절연시키고 열처리하게 되면, 다이가 지향성경화를 하게 되므로, 돌레면 및 홈은 높은 경도 및 잔류압축응력을 가지게 되며, 그외의 다이부분은 인성을 가지게 되며 본질적으로 상기 압축응력에 상반되는 인장응력을 갖는 상태에 놓이게 된다.

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 관해 설명한다.

본 발명의 방법을 실시하는데 있어서 다이강의 선택은 적절히 경화된 케이스와 인성을 같은 몸체를 제공할 수 있고, 자체로서 실제기계장치에 적용될 수 있을 뿐만 아니라 외부돌레에 필요한 다이형상을 부여할 수 있게 기계가공될 수 있는 다이강을 선택한다. 지르칼로이 -4핵연료 피복관을 제조하는데 있어서는 수중경화한 강과 공기중 경화한 강을 사용할 수도 있으나, 이보다는 유중경화한 강이 훨씬더 적합하다는 것을 알게되었는데, 특히 성공적으로 사용되어온 강의 조성으로는 다음의 두가지를 들 수 있다. 즉, 1.0%의 탄소, 1.5%의 규소, 0.8%의 망간, 1.0%의 크롬과, 잔부로서 철과 함께 불순물을 함유하는 'SR1855'와, 1.0%의 탄소, 0.3%의 규소, 0.4%의 망간, 1.4%의 크롬과, 잔부로서 철과 함께 불순물을 함유하는 '52100'을 들 수 있다. 이러한 재료는 적합하게 어니일링된 상태에서, 요구되는 특성의 필거다이홈을 형성시킬 수 있게끔 기계가공될 수 있고, 또한 필거다이를 필거머신에 정착시킬 수 있게끔 드릴링가공될 수 있게 된다. 이와같이 다이에 최종형상을 부여한 후에, 즉 다이를 드릴링가공하여 필거머신에 장착할 보어(bore)를 형성하고, 지르칼로이 -4핵 연료피복관을 가공하게 될 홈을 다이돌레에 형성하는 마무리가공을 한후에, 본 발명의 처리법을 다이에 적용한다.

즉, 제1도에 도시된 바와같은 필거다이(10)는 보어(12)를 가지고 있고, 다이(10)의 돌레(14)에는 소정형상의 홈(16)이 적당한 방법에 의하여 미리 형성되어 있는데, 상기 보어(12)에는 적당한 열전연재(18)가 설치되어 보어(12)를 폐쇄시키게 되며, 다이(10)의 양측벽에도 그에 인접하여 판형의 열전연재(20)가 설치되어 있다. 또한 열전연재(20)의 외측에는 그에 인접하여 강으로 된 단판(22)이 설치되어 있다. 이러한 열전연재 구성부품은 단판(22)의 외측에 위치하는 볼트(24)와 너트(26)로써 조립되며, 조립이 완료되면, 필거다이는 본 발명에 따른 열처리를 받게된다.

상술한 내화성의 열전연재는 카보런덤 코포레이션에서 'Fiber Frax'란 상품명으로 시판하고 있는 재료와, 히코회사에서 'Refrasil'이란 상품명으로 시판하고 있는 재료를 사용하여 제조할 수 있다. 이와같이 열전연재가 필거다이의 측벽과 보어에 설치됨으로써, 그 측벽과 보어는 필거다이의 돌레부 및 홈보다 서서히 냉각되게 된다.

이와같이 조립된 필거다이를 오스테나이트화온도까지 가열한 다음 약 1시간동안 이온도에서 유지하여 다이내부까지 모두 오스테나이트화온도에 도달할 수 있게한 다음 급냉시킨다. 이를 좀더 구체적으로 설명하여 보면, 상기 열처리하는 다이를 830℃내지 950℃의 온도, 바람직하게는 870℃ $\pm$ 7℃의 온도까지 가열하는 것이 효과적이다. 상기 온도에서 1시간정도 유지한 후, 약 50℃내지 70℃의 온도까지 유중에서 급냉시켰을때, 다이의 돌레부는 약Rc61의 경도를, 그리고 보어는 약 Rc45의 경도를 가져야 한다.

이러한 급냉후 보어와 돌레부에서 각기 요구되는 경도와 인성에 따라 약 275℃내지 350℃사이의 온도에서 다이를 이중 뜨임(double tempering)처리시키는데, 그 이유는 오스테나이트화온도로부터 다이를 유중에서 급냉하게 되면 오스테나이트상이 일부 잔류하기 때문이다. 따라서 다이의 미세조직중에 그러한 오스테나이트상이 잔류하는 경우에는 상기와 같이 다이를 이중 뜨임시키는 것이 바람직하다.

본 발명의 경화방법에 의해 제공되는 효과를 제2도에 도시하였는데, 제2도는 본 발명의 방법에 따라 처리된 다이의 돌레면으로부터의 각 거리상에서의 경도를 나타낸 것으로서, 곡선(30)은 제3도의 다이

단면(38)에서의 홈(34)의 저면으로부터의 각 거리상에서의 경도를 나타내는 것이며, 반면에 곡선(32)는 제3도의 선(36)을 따라 측정한 것으로 다이의 돌레면으로부터의 각 거리상에서의 경도를 나타내는 것이다.

제2도를 참조하면 알수 있는 바와같이, 본 발명의 방법에 따르면 필거밀에 사용되는 다이(38)를 돌레면에서는 경도가 크면서 그외의 부분에서는 인성이 크게할 수 있게 된다.

이하, 본 발명의 실시예에 따라 열처리된 필거다이와 타방법에 따라 열처리된 필거다이에서의 홈의 평균 수명을 비교설명하겠는데, 그 평균수명은 최후 3번의 직경감소공정시에 형성된 지르칼로이 -4피복관의 길이(feet)로서 표시되게 된다. 최후의 직경 감소공정은 다른 공정에 비해 비용이 많이드므로 다이의 수명을 연장시킨다는 것을 아주 유익한 것이다. 슬랙담금질(slack quench)을 시행한 경우에는 다이의 평균 수명이 연간 25,276피이트였으며, 슬랙담금질을 여러번 시행한 경우에는 다이의 평균수명이 3개월동안에 20,045피이트였다.

이에 반하여, 본 발명의 방법을 시행한 경우에는 다이의 평균수명이 41,530피이트였다.

상술한 바와같이 본 발명의 방법에 따르면 다이교환까지의 사용기간을 연장시킬수 있어 그 만큼 제작비용을 절감시킬수 있게되는데, 일례로 다이 한개당 일년에 약 50,000달러를 절약할 수 있게된다. 또한, 본 발명에 따르면 다이는 약 55-63Rc의 높은경도를 갖는 뜨임된 마르텐사이트 케이스와, 약 38-45Rc의 경도를 갖는 베이나이트 또는 뜨임된 베이나이트로된 몸체부를 갖게되는데, 이 몸체부는 인성이 크며, 인장응력을 받고 있는 상태에 있으며 반면에 케이스는 압축응력을 받고있는 상태에 있게된다.

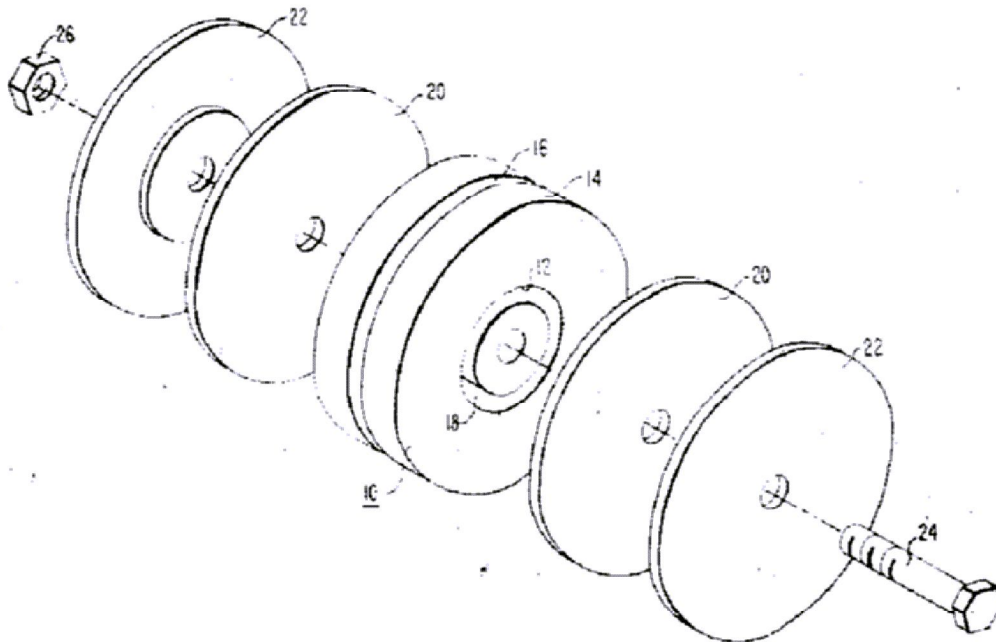
## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

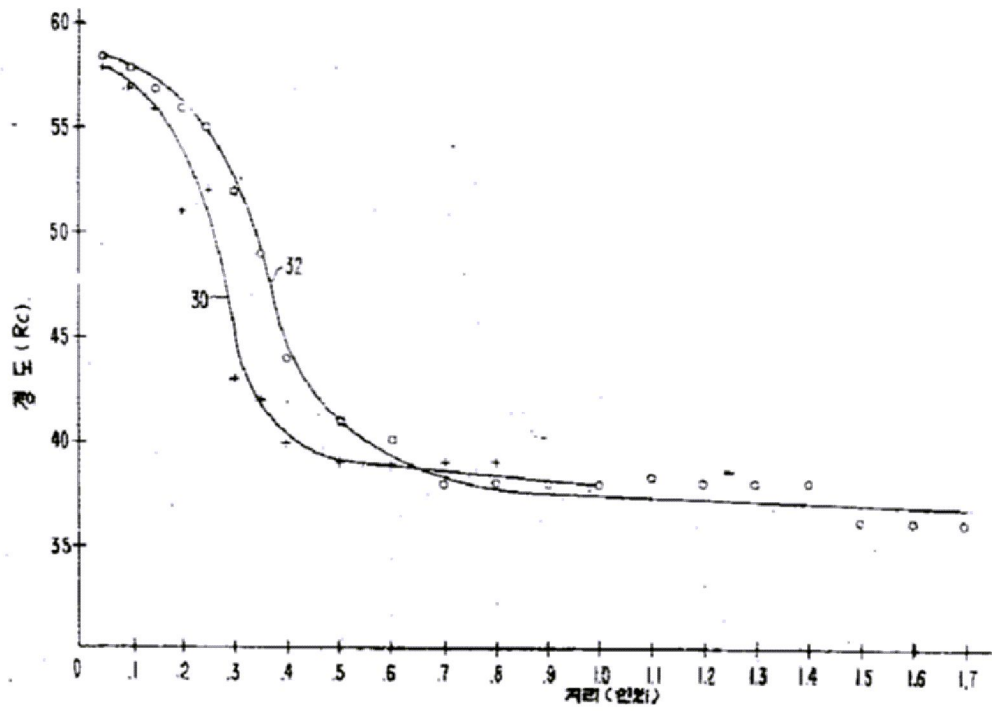
중앙보어(12)와 측벽을 가진 필거다이의 돌레면과 그 내에 테이퍼지게 형성된 홈(16)의 유효작동수명을 증가시키기 위한 필거다이의 경화방법에 있어서, 다이를 830℃내지 950℃범위의 온도까지 가열한 후, 다이의 중앙보어(12)와 측벽이 냉각되는 속도가 다이의 돌레부분과 홈이 냉각되는 속도보다 느리게 되도록 하여 상기 다이를 50-70℃의 온도까지 급냉시키고, 그뒤에 상기 다이를 275-350℃의 온도에서 뜨임처리하여 다이의 케이스(다이돌레부분과 다이홈)에 Rc55-Rc63의 경도의 잔류압축응력을 부여함과 동시에 다이몸체부에 소정의 인성을 부여하는 것을 특징으로 하는 필거다이의 경화방법.

## 도면

### 도면1



도면2



도면3

