(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C21D 9/40
C21D 1/18
C21D 8/10

(45) 공고일자 1999년02월18일
(11) 등록번호 특0170537
(24) 등록일자 1998년10월15일

(21) 출원번호	특1995-052483	(65) 공개번호	특1996-023142
(22) 출원일자	1995년12월20일	(43) 공개일자	1996년07월18일

(30) 우선권주장 94-316757 1994년12월20일 일본(JP)
95-328712 1995년12월18일 일본(JP)

(73) 특허권자 닛뽄 세이꼬 가부시기가이샤 세끼야 데쯔오
일본국 도꾜도 시나가와꾸 오오사끼 1죠메 6반 3고

(72) 발명자 오끼따 시게루
일본국 가나가와겐 후지사와시 구게누마신메이 1죠메 5반 50고 닛뽄 세이꼬 가부시기가이샤나이
미쯔하시 시즈오
일본국 가나가와겐 후지사와시 구게누마신메이 1죠메 5반 50고 닛뽄 세이꼬 가부시기가이샤나이
하야까와 가즈오
일본국 가나가와겐 후지사와시 구게누마신메이 1죠메 5반 50고 닛뽄 세이꼬 가부시기가이샤나이
기우찌 아끼히로
일본국 가나가와겐 후지사와시 구게누마신메이 1죠메 5반 50고 닛뽄 세이꼬 가부시기가이샤나이

(74) 대리인 서대석

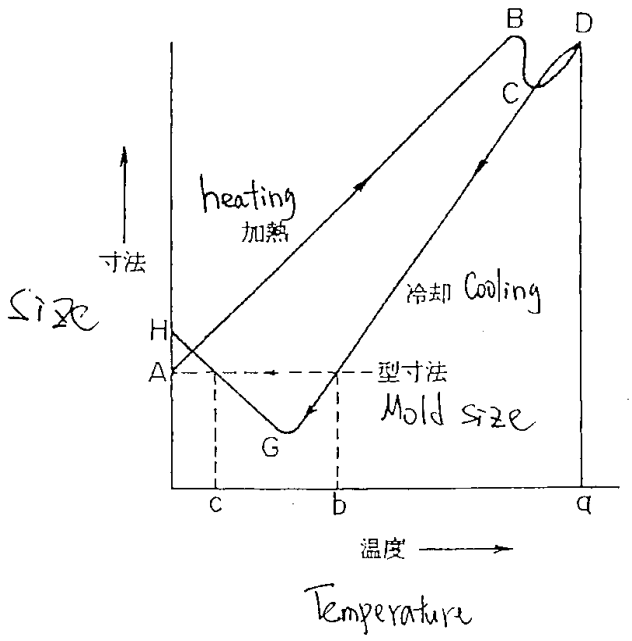
심사관 : 박기학

(54) 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하는 방법 및 장치

요약

강으로 만들어진 환상 엘레먼트(1)의 경화변형을 교정하기 위한 방법 및 장치에서, 경화의 냉각 단계중에, 아직 오스테나이트 구조를 가지고 있는 환상 엘레먼트(1)는 몰드내로 압축되고 있는 환상 엘레먼트(1)의 외경상에 가공이 행해지면 0.05 - 1.0%인 가공률로, 가공이 내경상에 행해지면 0.5 - 3.0%인 가공률로 외경 또는 내경상에 작업이 행해진다. 따라서, 열처리로 인해 환상의 강 엘레먼트(1)내에 발진하는 변형은 효과적으로 교정되어 완전한 원형이 되고, 스트레인이 없거나 또는 변형이 없는 환상 엘레먼트(1)를 발생할 수 있다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하는 방법 및 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 마르텐사이트 변태를 포함하는 탄소강의 가열 및 냉각중에 발생하는 치수 변화를 도시하는 그래프이다.

제2a도는 본 발명의 경화변형 교정 방법에 의한 환상 엘레먼트에의 가공율과 교정후에 남은 변형도 사이의 관계를 도시하는 그래프이며, 특히(구속된) 환상 엘레먼트의 외경에 가공하는 경우에 관한 그래프이다.

제2b도는 (구속된) 환상 엘레먼트의 내경을 가공하는 경우에 관한 것을 제외하고는 제2a도와 동일한 관계를 도시하는 그래프이다.

제2c도는 교정온도가 변하는 동안에 교정이 행해지는 것 외에는 제2a도와 동일한 관계를 도시하는 그래프이다.

제3도는 본 발명의 방법을 실행함으로써 얻어진 데이타와 비교하여 다양한 종래의 경화방법을 실행할 때 발생하는 변형도에 관한 평균치, 최대치, 최소치의 데이타를 도시하는 그래프이다.

제4도는 종래방법 및 본 발명의 방법에 따라 구름베어링의 환상 엘레먼트에서 발생하는 치수변화에 관한 데이타를 도시하는 그래프이다.

제5a도 및 제5b도는 본 발명의 방법에 의한 교정을 수행하는데 요구되는 시간과 수정후에 남은 변형도 사이의 관계를 도시하는 그래프로서, 특히, 제5a도는 일정온도하에서 교정이 행해질 경우의 그래프이고, 제5b도는 교정온도가 변화하는 상태에서 교정이 행해질 경우의 그래프이다.

제6a도는 환상 엘레먼트들의 경화변형을 교정하는 종래 방법의 교정 사이클을 개념적으로 도시하는 도면이다.

제6b도는 본 발명의 방법에 따른 교정 사이클을 개념적으로 도시하는 도면이다.

제7a도 내지 제7e도는 각각 본 발명의 제1실시예에 따라 환상 엘레먼트들의 경화변형을 교정하기 위한 장치의 작동에 있어서의 일련의 단계들을 단면도로 도시하는 도면이다.

제8도는 본 발명의 상기 제1실시예에서, 구속된 내경을 가지고 있는 환상 엘레먼트들의 경화변형을 교정하기 위한 장치를 부분적으로 확대해 도시한 도면이다.

제9도는 본 발명의 제2실시예에 따라 환상 엘레먼트들의 경화변형을 교정하기 위한 장치를 부분적으로 확대해 도시한 도면이다.

제10a도 내지 제10c도는 본 발명의 제3실시예에 따른 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하기 위한 공정 도해를 부분 단면도로 도시한 도면이다.

제11도는 경화직전에 교정을 달성하는 제10a도 내지 제10c도에 도시된 공정도해에 의해 환상 엘레먼트에

의 작업도와 교정후에 남겨진 변형도 사이의 관계를 도시하는 그래프이다.

제12도는 환상 엘레먼트를 경화하는 냉각단계의 공정에서 온도 변화에 관한 표본적인 데이타를 도시하는 그래프이다.

제13a도는 본 발명의 제2실시에에 따라 경화직전에 환상 엘레먼트들의 경화변형을 교정하는데 사용하기 위한 지그를 도시하는 도면이다.

제13b도는 본 발명의 제1실시예에 따라 경화의 냉각단계중에 환상 엘레먼트들의 경화변형을 교정하는데 사용하기 위한 지그를 도시하는 도면이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 환상 엘레먼트 2 : 로(furance)

3 : 롤러 컨베이어 4 : 냉각조(Cooling bath)

5 : 교정장치 6 : 벨트 컨베이어

10 : 압축 실린더 11 : 메인실린더

12 : 서브실린더(sub-cylinder) 13 : 피스톤 로드

14 : 외경구속지그(또는 몰드) 14A : 외경구속지그(또는 몰드)

14b : 외경구속지그 15 : 파지지그

15A : 파지지그 15b : 내경구속지그

16,17 : 경화조(hardening bath) 18 : 프레트폼(platform)

19 : 퀀칭오일 20 : 퀀칭오일 파이프

21 : 실린더 유니트 22 : 피스톤 로드

24 : 시트(seat) 30 : 스파우트(spout)

31 : 냉각제 반출 포트 32 : 냉각제 스파우트

40 : 외경구속지그 41 : 평면홀더

50, 50a : 교정면 51 : 테이퍼면

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 구름베어링의 레이스웨이 링(raceway ring)과 같은 환상의 강 엘레먼트의 경화변형을 교정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

잠정적으로 마르텐사이트 변태를 겪을 수 있는 강으로 만들어진 환상 엘레먼트는 열처리 중에 변형되므로, 최종 제품의 품질과 가격에 실질적으로 영향을 미친다. 그 변형은 다음과 같은 이유로 발생할 수 있다.

(1)원재료는 경화되기 전에 이미 변형되어 있다. 예를들어, 선삭이나 냉간단조와 같은 예비 작업으로 인해 가공 스트레인을 받을 수 있으며, 또는 침탄처리와 같은 열처리는 잔류 스트레인을 일으킬 수 있다. 만일 원재료가 이미 이와같은 스트레인을 가지고 있으면, 원재료는 경화의 냉간단계 이전의 가열에 따라 풀리며, 따라서 변형이 야기된다.

(2)또한, 경화의 냉각 단계에서 발생하는 열 및 변태 스트레인으로 인해 변형이 발전할 수 있다. 변형량은 비균일 가열 또는 냉각에 따라 증가한다. 오일 퀀칭에서의 증기막 형성 단계를 예로서 설명하면 다음과 같다. 즉 만일 증기막의 어떤 부분이 찢어진다면, 증기막의 열-절연 효과를 상실하고, 그 부분은 증기막이 없어지지 않은 다른 부분보다 빨리 냉각하기 시작하며, 따라서 상기 두 부분의 공존은 결과적으로 변형을 가져오는 비균일 냉각을 야기한다.

(3)경화중에, 변태응력은 (2)에서 진술한 비균일한 열응력으로 인해 변형뿐만 아니라 잔류내부 스트레인을 야기한다. 특히 변형의 교정이 마르텐사이트 변태중에 행해지는 경우에 있어서는, 변태에 포함되는 외력이 환상 엘레먼트에 인가되기 때문에 내부 스트레인이 증가한다. 스트레인은 변형되고, 변형의 교정을 마친후에 경화의 냉각단계중에, 이어서 크리닝단계와 탬퍼링단계중에 잔류 오스테나이트가 스트레인을 풀어주는 방향으로 팽창한다. 간단히 말해서, 환상 엘레먼트의 변형력이 증가된다.

전술된 3가지 이유중에서, (2)는 일반적으로 경화변형의 기본 원인이다; 그러나 (1)과 (3)에서 서술된 변형도 또한 변형량의 분산에 대한 인자로써 중요하다.

전통적으로, 본 발명에 의해 시도된 종류의 환상 엘레먼트의 경화변형들, 특히 이유(1) 및 (2)로 인해 발생하는 변형들은 경화의 냉간단계에서 발생하는 수축과 마르텐사이트 변태로 인한 팽창에 의해 교정된다. 제1도는 마르텐사이트 변태로 인해 탄소강의 가열 및 냉각중에 발생하는 치수 변화를 도시한다. 도시된 경우에 있어서, 상온에서 가열되는 강은 크기A로 부터 점차 팽창하기 시작한다. 온도가 변태점에 이르는 때에는, 오스테나이트가 되는 크기B 또는 C로부터 수축한다. 만일 온도[a]까지 연속해서 가열하면, 크기C로부터 크기D까지 팽창한다. 만일 오스테나이트 영역에 있는 강이 경화된 후 급격히 냉각되면, 강은 수축한다. 그러나, 만일 강이 냉각과정중에 있는 Ms점을 관통한다면, 강은 오스테나이트로 부터 마르텐사이트로 변태되어서 팽창한다. 간단히 말해서, 강은 변태로 인한 팽창이 증가온도로 인한 수축을 초과하는 크기G에서 다시 팽창한다. 온도가 더욱 증가함에 따라, 변태로 인한 팽창이 진행되고 강의 치수는 계속 증가한다. 강이 상온까지 냉각된 경우에는, 그 크기는 그것이 먼저 가열되기 전보다 크기차이 H-A만큼 더 크다.

변형을 교정하는 일반적인 방법에 따라, 환상 엘레먼트의 진원도(roundness)는 제1도에 표시된 몰드 크기와 비교하여 경화의 냉각단계의 수축 또는 팽창효과를 이용함으로써 몰드와 함께 교정된다. 환상 엘레먼트의 내경을 교정하기 위하여, Ms보다 높은 온도 t_1까지 냉각되며, 그에 의해 몰드는 환상 엘레먼트의 내경을 구속하기 시작하고 그 내경의 교정은 그것이 연속적으로 Ms까지 수축되도록 영향을 받는다. Ms의 통과후에, 환상 엘레먼트는 팽창하기 시작하고 그것이 상온까지 냉각된 경우 몰드보다 크게 되고 몰드로 부터 저절로 떨어진다. 반면에, 몰드가 Ms를 통과하고 팽창하기 시작한 후에 몰드는 온도 t_2에서 환상 엘레먼트의 외경을 구속하기 시작한다. 환상 엘레먼트 외경의 구속은 더욱 낮은 온도에 이르를 때까지 계속된다. 냉각된 환상 엘레먼트는 몰드에서 강제적으로 제거되어야 한다.

환상의 강 엘레먼트의 경화변형을 교정하는 종래의 방법은 일본국 실용신안공고공보제 소55-13405호뿐만 아니라 일본국 특허공개공보제 평3-44421호 및 제 소62-37315호와 제 소58-31369호에 기술되어 있다.

그러나, 이들 종래의 방법은 실행상 심각한 문제들을 가지고 있다. 만일 환상 엘레먼트의 내경이 경화의 시작부터 그 완성에 이르기까지 계속 교정될 수 있도록 몰드가 환상 엘레먼트의 구멍으로 삽입된다면, 생산효율은 통상적인 연속 경화공정을 채용하는 경우와 비교하여 현저하게 떨어진다. 또한, 만일 작업편이 마르텐사이트 변태로 인해 팽창한다면, 그것이 몰드내로 몰려 들어가서 구속링은 일련의 연속적인 마감 및 다른 작업 동작에 해로운 홈들을 남긴다.

경화 개시의 바로 직후에 그리고 온도가 Ms보다 높지는 않지만 실제적인 한 교정은 효과가 있다. 그러나, 이와같은 방법에 있어서, 경화전의 환상 엘레먼트의 치수(침탄처리 또는 침탄질화 처리후의 치수 또는 선삭후의 치수)에서의 분산은 교정력을 불충분하게 하거나 또는 역으로 소정의 교정을 달성하기 위해 극히 큰 하중이 필요하게 된다. 이와같은 문제들을 해결하기 위해, 경화전에 환상 엘레먼트를 연마하는 추가적인 단계를 수행하는 것이 필수적이 되지만 생산비용이 증가하고 생산 효율은 떨어진다.

전술된 두개의 종래 접근방법에 있어서, 교정은 마르텐사이트 변태전에 그리고 그 중간에 수행된다. 작업편의 변태부는 강도가 상당히 증가하여 탄성이 커지며 교정되는데 상당히 큰 힘을 요구한다. 좀 더 상세히 설명하면, 변태의 결과 마르텐사이트 조직을 갖게 된 작업편 부분은 강제적인 교정에 의해 탄성변형을 겪게 되고, 반면에 잔류 오스테나이트는 교정 방향에서 발생하는 변형으로 인해 소성변형을 겪는다. 그 결과 탄성변형 및 소성변형으로 인해 스트레인이 큰 구조가 생산된다.

이미 타원형인 작업편이 마르텐사이트 변태중에 교정을 수행할 수 있도록 둥근 몰드위에 놓여져 있어도, 작업편은 완전하게 교정될 수 없지만, 그것은 단지 둥근 형태에 접근하는 것이며, 타원도에 따라 경화전에 일부 환상 엘레먼트들은 만족스러운 양만큼 교정이 되지 않는다. 따라서, 마르텐사이트 변태 중의 교정은 고정밀의 진원도를 달성하기 곤란하다.

열처리후에 연마되는 형식의 구름베어링들은 작업효율이 열처리로 인한 변형에 의해 감소될 뿐만 아니라 연마 허용량에서의 변화로 인한 분산을 다양하게 한다고 하는 2가지 문제를 가진다. 좀 더 상세히 설명하면, 환상 엘레먼트에서 발생하는 변형량이 마르텐사이트 변태전에 발생하는 수측과 그 후에 발생하는 팽창을 이용하는 변형의 교정을 수행함으로써 감소된다고 해도, 경화에 이어서 행해지는 연마 단계의 연마 허용량은 교정된 환상 엘레먼트의 절대치수가 다양한 경우에는 크게 감소될 수는 없다. 예를들어 같은 종류의 베어링을 크게 연마할 경우 변형량이 감소하여도 교정된 환상엘레먼트의 절대치수에서 그 분산으로 인해 연마허용에 필요한 큰 감소량을 얻는 것이 불가능하다.

환상 엘레먼트의 절대치에서의 분산치는 선행공정에서의 연삭정밀도에 대부분 의존한다. 치수균일성을 얻기 위해서는 이미 전술한 바와같이 연마를 선행공정에서 행하거나 미심사 일본국특허공개평6-83872호에서 제안한 바와같이 냉간압연성형을 행한다. 전술한 바와같이 첫 번째 방법은 제조효율 및 비용면에서 불리하다. 냉간압연성형과 같이 냉간가공을 행하는 두 번째 방법의 경우에는 원재료에 많은 스트레인이 유지되어 다음의 열처리 공정에서 치수변화 또는 변형확대현상이 발생할 잠재력이 있다.

본 발명은 종래의 환경하에서 달성되었으며 예비작업으로 인한 경화 또는 침탄과 같은 열처리의 가열 단계중에 환상 엘레먼트에 발전하는 변형이 오스테나이트 조직인 상태에서 스트레인이나 변형을 가지고 있지 않지만 균일한 치수를 가지고 있는 둥근 제품을 생산하기 위하여 엘레먼트가 그보다 조금 작은 몰드내로 압축해 들어가는 것과 같은 엘레먼트의 소성작업에 의해 교정되는 방법 및 장치를 제공하는 목적을 가지고 있다.

이와같은 본 발명의 목적은 환상의 강 엘레먼트의 경화변형을 교정하는 방법에 의해 달성될 수 있으며, 상기 방법은 경화의 냉각단계 동안에, 아직 오스테나이트 조직을 가지고 있는 상기 환상 엘레먼트는 오스테나이트 조직이 외경상에 존재할때는 0.05 - 1.0%인 가공률을 가지고 있고 내경상에 존재할때는 0.5 - 3.0%인 가공률을 가지고 있으며 내경 또는 외경 또는 양자에 가공된다는 점에 특징이 있다.

다른 관점에 따라서, 본 발명의 목적은 환상의 강 엘레먼트의 경화변형을 수정하는 방법에 의해 달성될 수 있으며, 경화의 냉각단계 바로 직전에, 환상 엘레먼트는 0.05 - 1.0%인 가공률로 그 외경상에 가공되며, 그후 경화의 냉각단계를 겪는다.

또한, 상기 목적은 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하기 위한 장치에 의해 달성되며, 상기 장치는 경화 매체로 채워진 경화조, 오스테나이트 영역까지 가열되고 오스테나이트 조직을 가지고 있는 환상 엘레먼트, 환상 엘레먼트를 가공하는 가공률의 0.05 - 1.0%만큼 환상 엘레먼트의 외경보다 작은 내경을 가지고 있는 몰드 및 동시에 또는 환상 엘레먼트를 밀어 넣은후에 Ms점보다 높지 않은 온도에서 경화조내에서 환상 엘레먼트를 경화하기 위해 환상 엘레먼트를 몰드내로 밀어넣는 가공장치로 구성된다.

본 발명은 일반적으로 경화중의 작업편이 몰드 등에 의해 강제적으로 구속되는 것과 같은 교정작업을 받는 소위 프레스 퀀칭에 관한 것이다. 본 발명의 발명가들은 작업편을 구속하는 방법, 그것을 구속하는 정당한 시간 및 압력 적용예의 방법을 포함하는 이와같은 기술의 다양한 관점에 대해 광범위한 실험을 행했다. 결과적으로 본 발명가들은 다음과 같은 것을 알아냈다.

1.만일 변형이 마르텐사이트 변태가 시작한후에, 특히 마르텐사이트 변태로 인해 열적인 수축으로 부터

팽창에 이르기까지 작업편(환상 엘레먼트)의 변화만을 사용함으로써 교정된다면, 스트레인은 교정된 작업편에 잔류하며 스트레인이 일련의 자발적인 냉각에 의해 해제될 때 또는 청소, 템퍼링 및 마감작업과 같은 일련의 단계들 중에, 변형이 다시 발생한다.

2.경화중에, 환상 엘레먼트가 팽창 또는 수축하는 양은 온도와 같은 경화조건들 및 그 매체(물 또는 오일) 및 탄소함유량과 같은 조건들에 의해 강 시료에 따라 다양하다. 반면에 교정된 환상 엘레먼트의 절대치수는 교정전의 치수에 의존한다. 간단히 말해서, 교정전에 환상 엘레먼트에 존재하는 치수적인 분산은 교정된 엘레먼트내에 잔류하며 그것은 상대적인 분산의 관점이 아닌 절대치수의 관점에서 변할 수 있었다.

이와같이 연구결과를 기초로 본 발명자들은 연구를 더욱 거듭하여 환상 엘레먼트의 경화변형이 종래 기술이 가진 문제점을 갖지 않고 교정될 수 있는 방법을 개발하였다. 결과적으로, 환상 엘레먼트의 변형을 교정하는 완전히 새로운 방법이 개발되었고 그에 의해 본 발명을 개시하게 되었다.

이하에서 환상 엘레먼트들의 경화변형을 교정하는 방법으로서의 본 발명의 원리들과, 다양한 수치적 제한의 임계성 및 본 발명의 다른 특징을 상세하게 설명한다.

환상의 강 엘레먼트의 경화변형을 수정하기 위한 본 발명의 방법에서, 작업편(환상 엘레먼트)은 강 구조가 아직 오스테나이트인 동안에 미세하게 서로 다른 치수를 가진 몰드내로 압축되고 스트레인이나 변형을 가지고 있지 않은 둥근 제품을 생산하기 위하여 변형이 소성작업에 의해 교정된다. 열간단조에 대하여 전형적으로 알려진 바와같이, 오스테나이트 상태에 있는 강은 경도 및 인장 강도에 있어서 더욱 낮으나 그 연신 및 드로잉이 충분히 증가하여 소성작업을 하기 용이하다.

소성작업에 의해 변형을 교정하는 것은 가공률이 다양하다. 제2a도와 제2b도는 각각 환상 엘레먼트의 오스테나이트 상태에 있는 동안에 본 발명의 방법에 의한 환상 엘레먼트들에의 작업도와 교정후에 잔류하는 변형도률의 관계를 도시한다. 제2a도는(외경이 구속된) 환상 엘레먼트의 외경에 대한 가공 결과에 관한 것이고 제2b도는 (내경이 구속된) 환상 엘레먼트의 내경에 대한 가공 결과에 관한 것이다.

먼저, 가공률을 측정하는 방법이 서술된다. 외경이 구속된 경우에, 가공률은 다음과 같이 표시된다;

$$\text{외경이 구속된 경우의 가공률} = [\ (D\text{-}i)/D\ ]\times 100\% \text{ --- } (1)$$

여기에서 D는 환상 엘레먼트의 외경이고 i는 그 안에 환상 엘레먼트가 세트되는 몰드의 내경이다.

내경이 구속된 경우에, 가공률은 다음과 같이 표시된다;

$$\text{내경이 구속된 경우에 가공률} = [\ (I\text{-}d)/d\ ]\times 100\% \text{ --- } (2)$$

여기에서 d는 환상 엘레먼트의 내경이고 I는 환상 엘레먼트내에 세트되는 몰드이 외경이다.

환상 엘레먼트와 몰드의 각각의 치수는 가공률의 결정을 위해 상온(20-30℃)에서 측정되어야 한다. 소성가공에 의한 교정하의 환상 엘레먼트의 실제 치수는 열팽창의 결과로 증가하고 강이 오스테나이트 상태에 있는 경우에 환상 엘레먼트상의 가공률은 외경이 구속된 경우의 방정식(1)에 의해 계산된 값보다 높지만 내경이 구속된 경우의 방정식(2)에 의해 계산된 값보다는 낮다. 따라서, 외경이 구속된 경우에 있어서, 교정된 가공률은 다음과 같이 표현된다;

$$\text{외경이 구속된 경우의 교정된 가공률} = Wo+(T\text{-}300)/500(\%) \text{ --- } (3a)$$

여기에서 Wo는 상온(20-30℃)에서 측정되는 환상 엘레먼트의 외경을 사용하는 방정식(1)을 통해 계산된 값이고, T는 교정온도(℃)이다.

내경이 구속된 경우에 있어서, 교정된 가공률은 다음과 같다.

$$\text{내경이 구속된 경우의 교정된 가공률} = Wi\text{-}(T\text{-}300)/500(\%) \text{ --- } (3b)$$

여기에서 Wi는 상온(20-30℃)에서 측정되는 환상 엘레먼트의 외경을 사용하는 방정식(2)를 통해 계산된 값이고, T는 교정온도(℃)이다.

다음에, 변형률을 측정하는 방법을 서술한다. 참고로 채택되는 환상 엘레먼트의 외경(D)에 있어서, Dmax(D의 최대값)와 Dmin(D의 최소값)이 측정되고 그 차이 Dmax-Dmin는 환상 엘레먼트의 진원도로 취해진다. 진원도(mm)는 Dmin로 나누어져 퍼센트로 표현된다. 경화 및 템퍼링이 행해진 60개의 환상 엘레먼트 샘플들에 대한 측정값의 평균치가 변형률이라 정의되고 다음과 같이 표시된다;

$$\text{변형률} = [\ (Dmax\text{-}Dmin)\ ]/Dmin\times 100(\%) \text{ --- } (4)$$

제2a도와 제2b도로부터 명백하듯이, 만일 가공률이 외경이 구속된 경우에 대하여 0.05% 내지 1.0%의 범위내에 있다면 그리고 내경이 구속된 경우에 대하여 0.5% 내지 3.0%의 범위내에 있다면 번형률은 안정적이다.

반면에, 만일 변형률이(외경이 구속된 경우에 대하여) 0.05%보다 낮고(내경이 구속된 경우에 대하여) 0.5%보다 낮다면, 변형률이 너무 높아서 소성작업의 의도된 교정효과는 발전될 수 없다. 그러므로, 본 발명에 따라서, 가공률에 대한 하한치는 외경이 구속된 경우에 대하여 0.05%로 설정되고 내경이 구속된 경우에 대하여는 0.5%로 설정된다.

가공률의 증가는 한 종류의 에너지가 가동되어야 하는 작업편에 인가되도록 하기 때문에 가공률은 무한정

으로 증가할 수 없고, 따라서 스트레인-유도 마르텐사이트 변태가 증진되어서 작업편에 강성을 증가한다; 결과적으로, 변형을 교정하기 위한 소성가공성이 점차적으로 감소되어 가공률에 불안정성을 도입한다. 또한, 더욱 높은 압력이 인가되어야 하고 환상 엘레먼트의 크기 또는 벽두께에 따라 종래의 프레스퀀칭 장비에 의해 의도된 교정작업을 행하기 어렵게 된다. 그러므로, 본 발명에 따라서, 가공률에 대한 상한치는 외경이 구속된 경우에 대하여 0.1%로 설정되고 내경이 구속된 경우에 대하여 3.0%로 설정된다.

더욱이, 외경이 구속된 경우에 있어서, 더욱 높은 가공률은 교정된 표면을 거칠게 할 수 있고 일련의 단계에서 가공에 바람직하지 못한 영향을 미칠 수 있다; 따라서, 가공률은 외경이 구속된 경우에 있어서 바람직하게는 0.7% 또는 그 이하로 제한된다.

원칙적으로, 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하기 위한 본 발명의 방법은 마르텐사이트 변태가 시작되기 전에 완성되는 소성작업에 의한 교정을 요구한다.

반면에, 종래의 방법에 따라서, 만일 변형이 마르텐사이트 변태로 인해 열팽창으로 부터 수축에 이르기까지 작업편의 천이만을 사용하여 교정된다면, 스트레인은 교정된 작업편에 잔류되고, 크리닝, 템퍼링 및 피니싱과 같은 다른 일련의 단계들중에 또는 연속적인 자연적 냉각공정에서 스트레인이 해제된다면 변형이 다시 발생한다.

이것은 강도가 현저하게 개선되었고, 교정 공정이 마르텐사이트 변태중에 발생하는 초가소성 현상(트립(trip)현상)만을 사용함으로써 가능한 소성변형을 일으키지 않는 변태로 인한 탄성변형을 겪은 부품과, 소성변형을 겪지 않는 다른 부품들을 혼합하는 구조를 만들기 때문이다. 결합된 구조는 내부 스트레인이 교정된 작업편내에 잔류하도록 한다.

만일 작업편의 경화변형이 작업편의 구조가 아직 마르텐사이트 변태를 겪기전의 오스테나이트 상태에서 본 발명에 따라 교정된다면, 경화된 구조에 내부 스트레인이 확실히 존재하지 않도록 하기 위하여 의도된 진원도는 짧은 시간내에서 만들어질 수 있다. 결과적으로, 내부 스트레인으로 인한 변형의 발생은 무시할 수 있다.

일단 교정작업이 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하기 위한 본 발명의 방법으로 완료되면, 작업편은 더 이상 교정될 필요는 없지만 마르텐사이트 변태중에 균일하게 냉각되는 것이 바람직하다. 이미 언급한 바와같이, 작업편이 마르텐사이트 변태를 겪기전인 아직 오스테나이트 상태에 있는 중에 본 발명이 작업편의 변형을 교정하기 시작하지만 교정은 마르텐사이트 변태가 발생하기 전에 반드시 완료되어야 하는 것은 아니다. 대부분의 실질적인 경우에 있어서(특히 작업편이 작은 환상 엘레먼트인 경우에), 교정은 그것이 시작된 후 3초내에 완료되며, 이것은 교정이 마르텐사이트 변태전에 완료되어야 하는 것을 의미하는 것은 아니지만 원칙적으로 교정은 오스테나이트 영역에서 행해진다. 바람직하게는, 교정은 마르텐사이트 변태가 발생하기 전에 완료된다.

따라서, 환상 엘레먼트의 퀀칭 변형을 수정하기 위한 본 발명의 방법에 있어서, 교정작업은 마르텐사이트 변태가 시작하기 전에 반드시 완료될 필요가 없었고, 일단 환상 엘레먼트가 오스테나이트 상태에서의 가공에 의해 교정되면, 어떠한 중요한 교정작업도 그 후에 마르텐사이트 변태가 시작되어도 행해지지 않는다. 대신에, 미세한 교정은 마르텐사이트 변태중에 발생하는 초가소성 현상(일반적으로 트립현상으로 알려짐)을 사용함으로써 행해지고, 이것은 작은양의 잔류 스트레인만을 내포하고 변형되지 않은 둥근 형태를 가지고 있는 환상 엘레먼트의 생산에 공헌한다. 이와같은 접근법은 선택사항으로 채택될 수 있다.

환상 엘레먼트들이 연속로에서 큰 양이 경화된 경우에, 공통적으로 사용되는 방법은 자유낙하경화이고, 여기에서 가열로를 관통하여 벨트위에서 반송되고 있는 작업편은 불규칙하게 도일조내로 낙하된다. 이와같은 접근법이 가지고 있는 문제점은 그들의 양 및 형상뿐만 아니라 환상 엘레먼트들의 낙하조건에 따라, 불균일한 냉각이 발생하기 쉽고 변형이 크게되는 경향이 있다는 것이다. 경화되는 작업편들이 전 경화공정을 통해 일정하게 그들의 위치를 유지하기 위하여 바스킷들내에 함유되는 위치제어 방법이라 불리우는 선택적인 접근법에 따라, 불균일한 냉각이 발생하기 쉽다. 반면에, 이와같은 선택적인 방법은 경화전의 잔류 스트레인으로 인해 발전하는 것들 또는 가령 냉각, 크리닝 및 템퍼링과 같은 사후-경화 단계에서 진행하는 변태로 인해 발전하는 것들과 같은 불균일한 냉각이외에 다른 이유 때문에 발생하는 변형을 효과적으로 방지할 수 없다. 교정 경화의 종래 방법인 프레스 퀀칭의 거의 모든 경우에, 위치제어 방법이 채용된다. 그러나 자유낙하 및 위치제어 방법 양자는 변형을 교정하기 위해 지금까지 마르텐사이트 변태를 사용해 왔지만 오스테나이트 영역에서의 가공에는 효과가 없었다.

환상 엘레먼트의 경화변형을 수정하기 위한 본 발명 방법을 실행하는데 사용되는 교정 경화장치는 교정 지그가 냉각 용량을 낮추지 않는 것을 확보하기 위하여 냉각방법과 지그들을 포함하는 특징을 가지고 있다. 좀 더 상세히 설명하면, 환상 엘레먼트의 보어(내경)를 구속하기 위한 지그는 그를 통해 냉각제 기류가 관통하여 작업편을 냉각하기 위해 냉각편에 대해 취출되는 구멍들을 포함한다(제7c도 참조). 그 외경이 구속되기 전에, 환상 엘레먼트는 외측으로 부터 공급되는 냉각제 기류에 의해 냉각되며, 그 바로 직후에 교정은 외경구속지그에 의해 행해진다(제7d도 참조); 그 후에, 지그는 제거되고 환상 엘레먼트는 냉각제 기류에 의해 다른 냉각을 받는다(제7e도 참조). 이와같은 절차를 채택함으로써, 다른 현상으로 인한 불균일한 냉각 및 변형의 발생이 동시에 감소될 수 있다.

본 발명 방법을 실행함으로써 얻어진 데이타와 비교한 종래의 교정방법의 수행에 있어서 각각의 일련의 경화, 크리닝 및 템퍼링의 단계를 완료한 후에 발생하는 평균 변형률을 아래의 표1에 표시한다. 본 발명 방법과 비교한 3개의 종래 교정방법의 수행상 발생한 변형률에 대한 평균, 최대 및 최소값에 대한 데이타를 아래의 표2 및 제3도에 표시한다.

[표 1]

방법	경화직후의 변형률%	크리닝직후의 변형률%	템퍼링직후의 변형률 %
종래의 방법	0.065	0.069	0.090
발명의 방법	0.021	0.022	0.023

[표 2]

방법	최소변형%	최대변형%	평균변형%	가공률%
자유낙하	0.180	0.710	0.380	-
위치제어	0.150	0.450	0.260	-
종래의 방법	0.040	0.180	0.090	-
발명의 방법	0.018	0.053	0.023	0.26

그러므로, 본 발명의 방법에 따라서 균일한 냉각이 달성될 뿐만 아니라 크리닝 및 템퍼링 단계들 중에 발전하는 변형 뿐만 아니라 열변형도 최소수준까지 감소될 수 있었고, 결과적으로 확보할 수 있었던 변형수준은 종래 교정방법에 의해 얻어진 것보다 훨씬 낮아지고 이것은 환상 엘레먼트들이 감소된 변형과 함께 냉각될 수 있도록 하였으며 따라서 개선된 치수 안정성을 가지고 냉각될 수 있었다.

환상 엘레먼트들의 경화변형을 수정하기 위한 본 발명의 방법에 있어서는 연마시간이 상당히 절약될 수 있기 때문에 열처리후에 연마가 행해지는 구름베어링에 적용된다면 특히 유용하다.

열처리후의 연마는 구름베어링에 필수적이지만 연마비용이 소요되는 것은 본질적인 것이다. 이와같이 높은 비용을 절약하기 위하여, 일정한 크기 또는 형식의 구름베어링은 연마 여유를 감소시킬 수 있도록 하기 위하여 변형교정이 행해진다. 만일 교정이 종래 방법에서와 같이 마르텐사이트 변태를 이용함으로써 행해진다면, 변형량은 감소될 수 있지만 구름베어링의 환상부재의 절대치수는 모든 교정된 부품들에 대하여 동일할 수 없다.

치수변화가 종래의 변형 교정방법에 의해 교정될 때 구름베어링의 환상 엘레먼트에 발생한 치수변화에 관한 전형적인 데이타를 제4도에 도시한다. 마르텐사이트 변태가 시작한 후에, 마르텐사이트 변태로 인한 팽창을 이용함으로써 교정이 행해진다. 따라서, 작업편에 존재하는 변형이 교정될 수 있었지만 작업편의 절대치수를 변화시키기에 충분히 발생하지 않을 정도로 소성변형이 발생한다. 그러므로, 교정전에 존재하는 치수차이(분산)는 사후 교정단계로 이행된다. 교정의 종래방법의 실행에서 발생된 작은 소성 변형에 대한 예상되는 이유는 마르텐사이트 변태만이 이용되기 때문에, 작업편은 증가된 탄성한계를 가지고 있으며, 동일한 양의 스트레인을 주기 때문에 용이하게 소성적으로 변형되지 않지만 탄성적 복구를 겪는 것이다. 따라서, 구름베어링의 레이스웨이는 둥근 표면으로부터 벗어난 비진원과 같은 어떠한 변형에 대해서도 교정될 수 있지만 선삭 및 단조와 같은 사전 단계들의 낮은 정밀성으로 인해 발생하는 내경 및 외경과 같은 그들 치수에서의 분산은 교정이 수행된 후에도 잔류한다. 간단히 말해서, 교정이전에 전술된 치수내에 존재하는 모든 분산이 사후 교정단계로 이행된다. 이것이 교정이 구름베어링의 환상 엘레먼트의 진원도를 개선하기 위해 현존하는 변형을 줄일수는 있지만 연마 여유에 관한 실질적인 절삭을 실현할 수 없는 이유이다.

이와는 대조적으로, 본 발명에 따르면 환상 엘레먼트의 경화변형의 교정은 환상 엘레먼트가 더욱 낮은 탄성 오스테나이트 상태에 존재하는 중에 이루어지며, 그 결과 작은 힘만이 환상 엘레먼트의 절대치수를 변화시킬 수 있는 완전한 소성 변형을 실현하는데 요구된다. 종래의 방법에 의해 얻어진 데이타와 대조하여 본 발명에 따라 치수 변화의 교정이 이루어지는 경우 구름베어링의 외경에 발생하는 치수 변화에 관한 전형적인 데이타를 제4도에 도시한다. 명백하게, 외경은 교정전에 약간의 차이(분산)를 가지고 있었지만 교정후에는 거의 동일함을 알 수 있다.

그러므로, 본 발명의 방법에 따라서, 변형량(또는 변형률)은 종래의 교정방법(프레스 퀀칭)이 적용된 경우보다 더욱 작게할 수 있으며, 동시에 교정후에 잔존하는 변형도에서의 분산 또한 감소될 수 있다. 더욱 중요한 것은, 선삭에서의 정밀도와 선반에의 연속적인 적재사이에 존재하는 치수분산이 모든 작업편에 대해 동일한 외경을 제공하기 위하여 효과적으로 교정될 수 있었고, 그에의해 연마 여유 하에서 실질적인 절삭이 가능하였다.

환상 엘레먼트의 절대치수에서의 분산을 제거하기 위하여, 선삭 후에는 연마단계가 이어질 수 있지만, 전술한 바와같이, 이것은 연마비용의 추가와 연속적인 생산 효율에서의 감소를 포함하는 경제적인 단점들을 표현한다. 냉간압연성형(Cold roll forming, 이하에서는 간략히 CRF라 함)은 환상 엘레먼트들을 가공하기 위해 채택될 수 있는 선삭에 저렴한 비용의 대안으로써 최근에 제안되었다. CRF는 그후 마감단계로서의 미세한 선삭이 이어지거나 최종 형상이 얻어지는 단계까지 수행된다. 전자의 경우에 있어서, 선삭은 마감단계로서 효과적이며, 따라서 작업편의 절대치수에 발생하는 분산이 종래 방법에 있어서보다 많이 다르지 않다. 후자의 경우에 있어서 가공된 환상엘레먼트의 절대치수와 그 벽두께의 정밀도는 선삭에 의해 달성될 수 있는 것보다 훨씬 양호하며, 더욱 중요한 것은 가공 비용이 감소된다는 것이다. 그러나, 냉간 작업공정인 CRF는 환상 엘레먼트가 선삭에 의해 가공될 경우보다 환상 엘레먼트에 더욱 큰 스트레인이 잔존하도록 한다. 이것은 만일 작업편이 교정없이 경화된다면 더욱 큰 변형의 발생을 야기하도록 한다. 또한, CRF에 의한 가공률에 따라, 환상 엘레먼트는 연속적인 열처리중에 잠재적으로 비정상적으로 팽창할 수 있다.

따라서, 이와는 달리 선삭에서 CRF에 의한 비용이 감소될 수 있는 경우에도, 연속적인 열처리들에서 발생하는 큰 변형은 전체 비용이 감소되도록 하기 보다는 증가하도록 한다.

만일 CRF에 의해 가동된 환상 엘레먼트가 본 발명의 방법에 따라 그 변형에 대해 교정되면, 만족스러운 진원도가 얻어질 수 있다. 특히 최종 형상이 얻어지는 단계에 이르기까기 CRF에 의해 가공된 환상 엘레먼트에 있어서, 그 벽 두께에 요구되는 본래적인 높은 정밀도는 또한 직접적인 교정을 행하지 않은 내경의 진원도에 개선을 가져온다. 결과적으로 연마 여유는 현저하게 감소될 수 있다.

최종 형상이 얻어지는 단계에 이르기까지 적용되는 선삭 또는 CRF에 의해 환상 엘레먼트가 가공된 후에 경화되는 환상 엘레먼트의 내경 및 외경상의 변형률이 아래의 표3에 표시된다. 먼저 CRF에 의해 가공되고 그후에 자유낙하 또는 위치제어에 의해 경화된 시료가 종래의 선삭후에 경화된 시료보다 내경 및 외경상에서 더욱 높은 변형도를 가지고 있다. CRF 시료는 종래의 교정 방법에 의해 교정된 경우에도, 만족스럽게 교정될 수 없을 정도로 가열시 많이 변형되었다. 따라서, 변형도는 외경에서 높다. 이와는 대조적으로, 본 발명의 방법이 적용된 경우에는, CRF 시료도 외경에 대한 변형도가 선삭된 시료 만큼 낮은 상태에서 효과적으로 교정될 수 있었다. 선삭된 시료들의 내경에 대한 변형률은 외경에 대한 변형률에 비교하여 조금 높다. 이것은 외경상에의 교정작업의 결과로서 비균일한 벽두께와 치수오류와 같은 선삭에 의해 야기되는 모든 치수적인 문제가 내경에 의해 흡수되어야 하기 때문이다. 반면에, CRF 시료는 벽두께에 높은 정밀도를 가지고 있어서 그 외경상의 교정작업은 외경 뿐만 아니라 내경의 관점에서 만족스러운 완전한 원형을 가진 제품을 만든다.

CRF 환상 엘레먼트에 관한 실험 조건

시료	재료	SUJ 2
	환상 엘레먼트	구형롤러베어링 222214의 외륜 (규정 외경 125mm ; 규정폭 31mm)
CRF 조건	작업 기계	교에이 세이코사의 CRF 140
	CRF 1.4-1.7에서의 퍼짐비(flare ratio)	
열처리조건	열처리	850℃로 30분간 행함
	퀜칭오일온도	80℃
	템퍼링 조건	170℃ × 2시간

[표 3]

	종래의 선삭에 의해 가공된 환상 엘레먼트			CRF에 의해 작업된 환상 엘레먼트		
	변형률 %			변형률 %		
교정방법	외경	내경	가공률 %	외경	내경	가공률 %
자유낙하경화	0.384	0.391	-	0.435	0.442	-
위치제어	0.259	0.257	-	0.389	0.379	-
종래의방법	0.106	0.132	-	0.130	0.138	-
발명의방법	0.025	0.051	0.26	0.024	0.025	0.26

환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하기 위한 본 발명의 방법은 종래 기술에 의해 달성될 수 있었던 것보다 더욱 높은 효율로 목표환상 엘레먼트를 제조하는 또다른 장점을 가지고 있다.

변형 교정 및 경화 방법은 일반적으로 열처리 비용의 상승을 수반한다는 단점을 가지고 있다. 이들 방법은 변형을 교정하기 위해 특별한 장비를 필요로 하며, 환상 엘레먼트의 크기에 따라 각각에 맞는 서로 다른 몰드(mold)지그가 필요하다. 또한 경화변형의 교정은 경화변형의 시작으로 부터 완료에 이르기까지 연속하며, 따라서 환상 엘레먼트는 연속적으로 보다는 개별적으로 처리되어야 하므로 생산 효율은 매우 낮다. 그러나, 환상 엘레먼트가 구름베어링의 레이스웨이 링의 경우에서와 같이 열처리 후에 연마와 다른 마감 단계를 거쳐야 한다면, 그 이후 변형의 교정은 연마 여유가 감소되기 때문에 때때로 전체 비용을 낮출 수 있다.

본 발명의 방법에 따라서, 환상의 강 엘레먼트의 경화변형은 강이 아직 오스테나이트 상태에 있는 동안에 소성가공에 의해 교정된다. 일단 작업이 완료되면, 더 이상 교정 동작을 계속할 필요가 없다. 본 발명의 방법에 의해 교정을 행하는데 필요한 시간과 교정후에 잔존하는 변형률간의 관계를 제5a도에 도시한다. 명백하게, 교정시간이 3초 이하인 경우에는, 교정효과는 변형률의 증가를 방지하는데는 불충분하다: 반면에, 변형률은 교정에 3초 이상이 소요되는 경우에도 변하지 않았다. 따라서 완전한 교정을 달성하기 위해 필요한 최소한의 처리 시간은 3초에 불과하다. 제5b도에 도시한 바와같이 이 사실은 교정온도가 변화해도 동일한 결과가 된다.

본 발명에 따른 방법과 비교하여 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하는 종래의 방법이 교정 사이클을 개념적으로 제6a도 및 제6b도에 도시하고 있다. 제6a도에 도시된 종래방법은 목표교정을 완료하는데 긴 시간을 요구하므로 환상 엘레먼트(1)는 연속적으로 처리될 수 없다. 환상 엘레먼트(1)는 개별적으로 롤러 콘베이어(3)에 의해 반송되면서 가열로(2)내에서 가열되고, 그후 가열로의 출구측에 있는 냉각조(3) 내에서 경화된다. 경화기간내내 교정장치(5)는 상기 엘레먼트의 변형을 교정한다. 그러므로, 경화의 시작으로부터 벨트 콘베이어(6)에 의한 픽업(pickup)에 이르는 교정 사이클은 전체 생산효율을 떨어뜨릴 정도로 길다. 이와는 달리, 제7b도에 도시된 본 발명의 방법은 목표교정 사이클을 완성하는데 매우 짧은 시간만을 필요로하고 연속적인 처리를 가능하게 한다. 환상 엘레먼트(1)는 매우 짧은 간격으로 롤러 콘베이어(3) 위에서 반송되면서 가열로(2)내에서 가열되고 그후에 경화 및 냉각조(4)내로 적재된다. 냉각을 시작한 바로 직후에, 각 엘레먼트의 변형은 강 구조가 아직 오스테나이트 상태인 동안 교정장치(5)에 의해 약 3초동안 교정된다. 그후에, 교정은 해제되고 작업편은 그것이 냉각조(4)를 관통해 이동되면서 계속 냉각된다. 그때 다음의 환상 엘레먼트(1)의 변형에 대해 교정이 실행된다. 경화 동작이 완료됨에 따라, 환상 엘레먼트(1)는 연속적으로 냉각조(4)로부터 나와서 벨트콘베이어(6)에 의해 픽업된다. 이와같은 방법으로, 본 발명의 방법은 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하는데 있어 종래 방법에 비해 매우 높은 효율로 목표환상 엘레먼트를 생산할 수 있다.

이하에서, 본 발명의 여러 실시예를 첨부도면을 참고로 하여 설명한다.

제1실시예에서 처리된 환상 엘레먼트는 원통형 롤러 베어링과 구면 롤러 베어링의 외륜에 상당한다.

먼저, 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하기 위한 본 발명의 방법을 실행하기 위해 제1실시예에서 사용되는 장치에 대하여 제7a도 내지 제7e도를 참고로 하여 설명된다.

교정장치는 프레트폼(18)상에 장착된 경화조(17), 경화조(17)위에 구비되고 프레임(도시되지 않음)에 고착된 압축실린더(10), 압축실린더(10)의 피스톤로드(13)에 이동가능하게 장착된 외경구속지그(14) 및 피스톤 로드(13)의 바닥 단부에 고착된 평면 파지지그(15)로 구성되어 있다. 여기서 지그(14)(15)는 몰드를 구성한다. 외경구속지그(14)의 내경은 그것이 교정전에 환상 엘레먼트(1) 전처리 외경보다 미세하게 작고 (환상 엘레먼트의 외경을 구속함으로써) 환상 엘레먼트(1)를 외경구속지그(14)내로 밀어넣어서 변형을 교정할 수 있는 정도의 크기로 마감된다.

경화조(17)는 환상 엘레먼트(1)를 운반하기 위해 그 상단의 중심에 탈착시트(24)를 가지고 있다. 설명중인 제1실시예에서, 퀀칭오일(19)은 냉각제로서 사용된다. 시트(24)는 중심에 형성된 냉각제 취출구멍(도시되지 않음)을 가지고 있다. 구멍은 하방으로 뻗은 퀀칭 오일 파이프(20)와 연통한다. 퀀칭 오일 파이프

(20)는 퀀칭 오일 피더(feeder)(도시되지 않음)에 연결되며, 그로부터 퀀칭 오일(19)은 그것이 필요할 때에만 시트(24)내의 구멍을 관통하여 흐르는 제어된 방법으로 퀀칭 오일 파이프내로 공급된다.

퀀칭 오일 파이프(20)의 수직 이동용 실린더 유니트(21)는 이 파이프밑에 배치된다. 퀀칭 오일 파이프(20)는 피스톤 로드(22)에 연결되고 환상 엘레먼트의 시트(24)와 함께 상하로 이동할 수 있다.

경화조(17)은 그곳을 통해 피더(도시되지 않음)로 부터 퀀칭 오일(19)이 경화조(17)내로 공급되는 다수의 스파우트(30)를 가지고 있다.

압축 실린더(10)는 메인 실린더(11)와 그 밑에 배치된 서브 실린더(12)로 구성된다. 압축 실린더(10)의 피스톤 로드(13)는 어떤 경우가 필요하건 간에 피스톤 로드(13)와 독립적으로 또는 그와 결합하여 이동될 수 있는 것과 같은 방법으로 수직 운동을 할 수 있도록 되어잇는 메인 실린더(11) 및 서브 실린더(12) 양자에 공통한다.

외경구속지그(14)와 평면파지지그(15)의 형상은 환상 엘레먼트(1)의 기하학적 구조에 따라 결정될 수 있다.

이와같이 구성되어서, 교정장치(5)는 다음과 같은 방법으로 작동한다. 먼저, 가열로에서 뜨거운 상태로 나오는 환상 엘레먼트(1)(설명중인 제1실시예에서의 원통형 롤러 베어링의 외륜)는 시트(24)위에 배치된다(제7a도 참조). 이와같은 모드에서, 실린더 유니트(21)는 작동상태에 있고 시트(24)는 가장 높은 위치, 즉 퀀칭 오일(19)의 높이 상부에 있는 경화조의 상단에 배치된다.

다음 단계에서, 메인 실린더(11)가 작동하여 피스톤 로드(13)를 밑으로 내리고 평면파지지그(15)는 환상 엘레먼트(1)를 반송하는 시트(24)에 대하여 압축되고 따라서 시트는 하방으로 압축된다. 피스톤 로드(13)가 밑으로 내려옴에 따라, 실린더(12)와 외경구속지그(14)도 동시에 내려온다(제7도).

제7c도에 도시한 일련의 단계에서, 실린더 유니트(21)는 계속 상방으로 작동되지만 하방을 향하는 메인 실린더(11)의 강력한 힘 때문에, 시트(24)는 지그(15)에 의해 하방으로 계속 유지되고 피스톤 로드(22)와 퀀칭 오일 파이프(20)와 함께 계속해서 내려간다. 시트(24)가 경화조(17)의 바닥에 도달했을 때, 그것은 멈추고 시트(24) 위에서 반송된 환상 엘레먼트(1)는 경화조(17)내의 퀀칭 오일(19)내로 사라진다. 동시에 퀀칭 오일 기류는 파이프(20)와 스파우트(30)를 통해 공급되어서 환상 엘레먼트를 급격히 강제적으로 냉각하기 위하여 환상 엘레먼트(1)의 내주면 및 외주면 양자에 대하여 취출된다.

연속적으로, 서브 실린더(12)는 환상 엘레먼트(1)의 외경을 구속하는 단계가 시작할 수 있도록 서브 실린더(12)가 환상 엘레먼트(1)의 외주면과 접촉할때까지 외경구속지그(14)를 내려가도록 작동된다(제7d도 참조). 제7a도 내지 제7d도에 도시된 바와같은 단계들을 수행하는데 약 10초를 필요로 하며 환상 엘레먼트(1)의 외경을 구속하는 제7d도에 도시된 단계는 환상 엘레먼트가 오스테나이트 상태에 있는 중에 3-5초의 짧은 기간내에 수행되며, 그에의해 변형을 교정하는 공정이 완료된다.

그후에, 서브 실린더(12)는 지그(14)가 상승되어지그의 외경 구속 동작으로부터 환상 엘레먼트를 해제할 수 있도록 역방향으로 작동된다(제7e도를 참조하라). 연속적으로, 메인 실린더(11)는 서브 실린더(12) 및 지그(14)와 함께 피스톤 로드(13)를 상승시킬 수 있도록 역방향으로 회전되고, 그에의해 1 사이클의 교정 절차가 완성된다.

경화가 완료될때까지, 환상 엘레먼트(1)는 경화조(17)내의 퀀칭오일(19)내에 잠겨있지만 동일한 장소에서 냉각될 필요는 없다; 대신에, 환상 엘레먼트(1)는 냉각을 위해 퀀칭 오일을 관통해 옆으로 이동될 수 있고, 이와같은 방법으로 다른 환상 엘레먼트(1)에서의 변형을 교정하는 다음 사이클을 시작하기 위해 공간이 구비된다.

이러한 구성에 따라 몰드에 상당하는 지그(14)(15) 및 환상 엘레먼트(1)를 제외한 모든 부분은 환상 엘레먼트(1)에 몰드를 밀어넣는 과정에서 경화를 행하기 위한 가공장치(청구항 제4항의 가공장치에 해당)가 된다.

그 밖에 만일 교정장치(5)내의 평면 파지 지그(15)가 외경구속지그에 의해 교체된다면, 환상 엘레먼트의 경화변형은 그 내경을 구속함으로써 교정될 수 있다.

[실시예들]

교정장치(5)를 사용하는 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하도록 하는 실험예를 이하에서 서술한다.

실험예에 사용되는 환상 엘레먼트들, 그들의 구성 재료 및 행해지는 열처리 조건의 상세한 설명을 이하에서 서술한다.

재료	SUJ2
열처리	850℃ × 30분
퀀칭오일온도	80℃
템퍼링조건	170℃ × 2시간
환상 엘레먼트	원통롤러 베어링 NU312의 외륜
	(링 TP : 호칭 외경, 130mm ; 호칭 폭, 31mm)

환상 엘레먼트의 외경이 작업도, 교정시간 및 변하는 값으로 설정되는 교정개시 온도로 구속되는 발생된 변형도에 관한 데이타를 표4,5 및 6에 표시한다.

[표 4]

일련번호	교정온도,℃	가공률,%	교정시간,초	변형률,%
발명				
1	300	0.07	10	0.050
2	300	0.12	10	0.034
3	300	0.18	10	0.026
4	300	0.26	10	0.023
5	300	0.38	10	0.023
6	300	0.68	10	0.035
7	300	0.94	10	0.048
비교예				
8	300	-0.03	10	0.280
9	300	-0.01	10	0.250
10	300	0.00	10	0.210
11	300	0.02	10	0.200
12	300	0.03	10	0.180
13	300	1.05	10	0.086
14	300	1.12	10	0.120
15	300	0.18	1.5	0.075
발명				
16	300	0.18	3	0.034
17	300	0.18	5	0.028
18	300	0.18	10	0.026
19	300	0.18	15	0.028
20	300	0.18	20	0.027

표4는 안정적인 교정효과가 예상되는 300℃에서 경화의 냉각 단계중에 행해지는 교정에 대한 실험예들에 관한 데이타를 표시한다. 비교 시료로서 일련번호 8 및 9는 작업도에 대하여 음(-)의 값을 가지며, 그에 대한 교정효과는 만일 실질적인 변형이 교정작업중에 발생하지 않는다면 무시할 수 있다. 가공률은 일정량의 교정작업을 수납하는 0.05% 보다 낮지만 교정된 환상 엘레먼트들 내의 변형률이 높은 시료들은 교정효과가 없는 것을 표시한다. 가공률이 일련번호 13, 14 및 15로서 1.0%를 초과하는 경우에는, 강한 작업의 적용예는 변형률을 증가하도록 한다.

목표교정을 달성하는데는 최소 3초가 필요하다. 더욱 긴 시간에서도 변형률은 그다지 변하지 않았다. 그러나, 교정시간이 일련번호 15에서와 같이 3초보다 짧으면, 변형률은 증가하고, 교정효과에서의 열화를 표시한다.

초기 단계에서, 즉 더욱 높은 온도에서 행해지는 교정에 대한 실험예에 관한 데이타가 표5 및 표6에 표시된다. 교정이 300℃에서 수행된 실험예에서, 변형률은 가공률이 0.05% 이하이거나 1.0% 이상인 경우에는 증가한다. 유사하게 변형률은 교정시간이 3초보다 짧은 경우에는 높다.

교정온도는 그 온도에서 교정이 시작되는 온도를 의미하며 이와같은 정의는 유사하게 다음의 설명에도 적용된다. 교정온도는 경화되는 환상 엘레먼트의 냉각시간과 온도간의 미리 결정된 관계에 따라 제어된다.

제2a(표4)에 도시된 데이타와 표5 및 표6에 표시된 데이타들을 결합하여 제2c도에 도시하였다. 여기서는 300℃에서 관찰된 양상이 교정온도가 더욱 높이 올라가는 경우에도 거의 동일하다는 것을 알 수 있다.

[표 5]

일련번호	교정온도,℃	가공률,%	교정시간,초	변형률,%
발명				
1B	450	0.08	10	0.038
2B	450	0.20	10	0.028
3B	450	0.56	10	0.034
4B	450	0.98	10	0.046
5B	630	0.09	10	0.035
6B	630	0.21	10	0.026
7B	630	0.44	10	0.032
8B	630	0.92	10	0.045
9B	830	0.09	10	0.031
10B	830	0.21	10	0.028
11B	830	0.49	10	0.029
12B	830	0.96	10	0.038
비교예				
13B	450	0.02	10	0.210
14B	450	1.08	10	0.132
15B	630	-0.03	10	0.226
16B	630	1.04	10	0.115
17B	830	0.03	10	0.186
18B	830	1.13	10	0.144

[표 6]

일련번호	교정온도,℃	가공률,%	교정시간,초	변형률,%
발명				
1C	450	0.20	3	0.031
2C	450	0.20	5	0.029
3C	450	0.20	10	0.028
4C	450	0.20	15	0.031
5C	450	0.20	20	0.027
6C	630	0.21	3	0.030
7C	630	0.21	5	0.029
8C	630	0.21	10	0.026
9C	630	0.21	15	0.028
10C	630	0.21	20	0.027
11C	830	0.21	3	0.029
12C	830	0.21	5	0.028
13C	830	0.21	10	0.030
14C	830	0.21	15	0.032
15C	830	0.21	20	0.029
비교예				
16C	450	0.20	1.5	0.068
17C	630	0.21	1.5	0.075
18C	830	0.21	1.5	0.095

종래 방법에 의해 얻어진 데이타와 비교하여, 본 발명의 방법에 의해 구속되는 외경을 가지는 동시에 경화변형에 대해 교정되는 환상 엘레먼트에 발생하는 치수변화를 표7에 표시한다.

[표 7]

교정전의 치수,mm	종래방법,mm	발명방법,mm	가공률,%
130.34	130.43	130.32	0.07
130.40	130.49	130.32	0.12
130.45	130.54	130.32	0.15
130.48	130.57	130.33	0.18
130.59	130.67	130.33	0.26
130.75	130.83	130.34	0.38

몰드 크기 : 130.25mm

몰드크기는 교정장치(5)내의 외경구속지그(14)의 내경을 의미한다. 가공률의 열에 있는 것을 제외한 숫자들은 시료 환형 엘레먼트들의 외경을 표시한다.

표7의 데이타는 동일한 양의 스트레인이 있다는 전제아래, 마르텐사이트 변태를 이용하는 종래 방법에 의해 교정된 시료가 소성적으로 용이하게 변형되지 않았지만 대신에 탄성복귀원을 하고, 이것에 의해 선행단계에서 형성된 외경의 분산이 후-교정 단계로 이행되었음을 보여준다. 반면에, 시료들이 아직 오스테나이트 상태에 있는 동안에 변형을 교정하는 본 발명의 방법은 완전히 소성변형을 일으키고, 따라서 교정전에 시료의 외경에 존재하는 분산이 효과적으로 제거되므로 교정된 시료에 대해 거의 동일한 치수를 제공한다.

다음에, 다른 실험예를 통해 환상 엘레먼트의 내경을 구속함으로써 경화변형을 교정하는 것을 설명한다.

상기 실험예에 사용된 교정장치(5)는 제8도에 도시된 바와같이 외경구속지그(40)(내경몰드)와 평면홀더(41)를 가지고 있다. 시료인 환상 엘레먼트(1A)는 원추형 롤러 베어링이다.

작업도에 대한 실험결과, 교정시간 및 변형률이 본 발명의 경우와 비교예의 경우에 대하여 아래 표8에 표시되어 있다.

[표 8]

일련번호	가공률,%	교정시간,초	변형률,%
발명			
21	0.56	10	0.060
22	0.75	10	0.035
23	0.89	10	0.030
24	1.02	10	0.026
25	1.53	10	0.023
26	2.05	10	0.032
27	2.85	10	0.038
비교예			
28	0.00	10	0.215
29	0.28	10	0.206
30	0.42	10	0.165
31	3.35	10	0.083
32	4.12	10	0.103

실험예들에서 행해진 열처리 조건들은 외경 구속 시료들에 관한 실험예에서 채택된 것들과 동일하다. 환상 엘레먼트는 공칭내경이 90mm인 원통형 롤러 베어링 NU218의 내륜이었다. 내경 구속 지그로서 사용된 몰드는 89.7mm의 호칭 외경을 가지고 있었다.

표8에 표시된 데이타는 내경이 구속된 경우에 0.5 - 3.0% 만큼 가공되는 본 발명에 따른 일련번호 21 - 27이 변형률에 있어서 매우 안정적이었다는 것을 표시한다. 반면에, 구속된 내경을 가지며 0.5% 이하 또는 3.0% 이상 만큼 가공된 비교예인 일련번호 28 - 32에서는 변형도가 매우 높아서 가공작업에서의 목표 교정효과를 얻을 수 없었다.

제3실험예에서, 시료 환형 엘레먼트의 강 시료들은 다양한 형식들로 변경되었고 그들은 구속되는 외경을 가진 본 발명에 의해 경화변형을 교정하였다.

실험예에서 사용된 환형 엘레먼트의 구성재료 및 열처리 조건에 관한 명세는 다음과 같다.

재료	S17C, SCr420, SCr440 및 SAE1060
열처리	상온으로 냉각한후 12시간 동안의 규정 침탄 처리(경화)후, 850℃에서 30분동안 가열됨
퀜칭오일온도	80℃
템퍼링조건	170℃ × 2시간
환상엘레먼트	원통형 롤러 베어링 NU 312의 내륜 (링 TP : 공칭외경, 130mm ; 공칭 폭, 31mm)

일정한 교정시간에 대하여 변화하는 값으로 설정된 가공률과 함께, 환형 엘레먼트의 외경이 구속된 경우에 발생하는 변형률에 관한 데이타가 제9도에 표시되어 있다.

[표 9]

일련번호	강시료	교정온도℃	가공률,%	교정시간,초	변형률,%	Ms℃
발명						
33	SCr420	450	0.10	10	0.053	430
34	SCr420	450	0.21	10	0.030	430
35	SCr420	450	0.35	10	0.035	430
36	SCr420	450	0.68	10	0.048	430
37	SCr440	450	0.09	10	0.052	355
38	SCr440	450	0.22	10	0.042	355
39	SCr440	450	0.38	10	0.031	355
40	SCr440	450	0.69	10	0.033	355
41	SAE1060	450	0.08	10	0.046	315
42	SAE1060	450	0.25	10	0.034	315
43	SAE1060	450	0.33	10	0.026	315
44	SAE1060	450	0.66	10	0.031	315
비교예						
45	S17C	450	0.08	10	0.105	465
46	S17C	450	0.35	10	0.101	465
47	S17C	450	0.68	10	0.115	465
발명						
48	S17C	630	0.12	10	0.049	465
49	S17C	630	0.45	10	0.038	465
50	S17C	630	0.78	10	0.052	465

환상 엘레먼트의 경화변형을 수정하는 효과는 만일 교정이 시작되기 전에 마르텐사이트 변태가 시작된다면 상당히 증가한다. 코어에 낮은 탄소함유량을 가지고 있는 강 시료들, 특히 표피경화강에 있어서는 Ms 온도(코어내에서 마르텐사이트 변태가 시작하는 온도)가 높고, 교정개시의 타이밍에 따라, 교정이 개시되기 이전에 마르텐사이트 변태가 이미 시작될 수 있다. 간단히 말해서, (비교예인 일련번호 45 - 47에 있어서와 같이) 낮은 탄소 함유량을 가진 표피 경화강은 만일 코어내의 Ms 온도가 교정 시작온도에 비해 높을 수 있다면, 마르텐사이트 변태가 교정전에 이미 개시되었을 수도 있고, 그에 의해 교정단계의 효과를 잠정적으로 열화할 가능성을 가지고 있다. 명백하게, S17C로된 비교예 45 - 47은 변형률이 매우 높아서 변형에 대하여 효과적으로 교정될 수 없었다.

이와는 대조적으로, 본 발명의 범주내에 표함되는 일련번호 33 - 44는 450℃보다 높지 않은 Ms 온도를 가진 강 시료로 만들어지며 교정효과가 현저하다는 점에 특징이 있었다.

일련번호 48 - 50도 또한 본 발명의 범주내에 있다. 뚜렷이 증가된 교정온도를 채택함으로써 높은 Ms 온도를 가진 S17C와 같은 강 시료는 만족스럽게 교정될 수 있었다. 그러나, 교정이 경화의 냉각 단계중의 높은 온도에서 시작되어야하는 경우에는 작업편(환상 엘레먼트)은 제12도에 도시된 바와 같이 그 온도가 급격히 변화하고 있는 상태에 있다(다음에 다시 설명함). 따라서, 가공률은 조정하기 어렵고 교정효과에서의 안정성은 잠정적으로 열화될 수 있다.

(Ms 온도는 1963년 4월 코로나 주식회사 출판 테코 자이료(철 및 강재료) 111 - 112 페이지에서 설명된 방정식(2)을 사용하는 합금 엘레먼트들에 기초하여 계산되었다).

제9도는 본 발명의 제2실시예를 도시한다. 전술된 제1실시예에서, 작업편으로서의 환상 엘레먼트의 변형은 퀀칭 오일(냉각제) 내에서 경화됨으로써 교정된다. 후술하는 제2실시예에서, 환상 엘레먼트는 경화가 연속적으로 행해지기 바로 직전에 변형에 대해 교정된다.

좀 더 상세히 설명하면, 가열로(2)에서 방금 나온 환상 엘레먼트(1)는 경화조(17)의 상단 부분에 배치된 시트(24) 위에 위치한다. 환상 엘레먼트(1)는 교정장치 내의 지그(15A)에 의해 하방으로 지지되면서 경화조(17) 외측의 배치위치에서 유지된다. 환상 엘레먼트에서의 변형은 외경구속지그(14A)에 의한 작업으로 교정된다. 지그(15A)(14A)는 몰드를 구성한다. 작업 환경은 질소가스 등과 같은 산화 방지 대기인 것이 바람직하다. 동일한 절차가 외경 구속 지그 대신에 내경 구속 지그를 사용하는 경우에 채택될 수 있다.

이미 설명한 바와같이, 높은 Ms 온도를 가진 강 시료로 만들어진 환상 엘레먼트는 경화의 냉각 단계중에 교정을 행하는 제6도 및 제7도에 도시된 장치에 의해 성공적으로 처리될 수 있지만, 이와같은 방법에 의해서 일관된 결과를 얻는 것은 조금 어렵다. 그러나, 본 발명의 경화 방법의 제2실시예에 따라서는, 높은 Ms 온도를 가진 재료로 만들어진 환상 엘레먼트도 변형에 대하여 용이하게 교정될 수 있다. 여기서 몰드

에 상당하는 지그(14A)(15A)와 엘레먼트를 제외한 모든 구성은 엘레먼트(1)를 몰드에 밀어넣은 후에 경화를 행하는 가공장치 (청구항 제5의 가공장치에 상당)가 된다.

제10a도 내지 제10c도는 환상 엘레먼트가 경화의 냉각 단계의 개시 바로 직전에 교정작업을 겪으며 그후에 오일조에서 냉각되는 본 발명의 제3실시예를 도시한다. 제3실시예는 제9도에 도시된 공정 도해를 변경한 것이며 교정이 고온 영역에서 행해지더라도 제2실시예와 유사하게 일관된 결과를 얻을 수 있다. 즉 제3실시예의 경우도 냉각단계 바로전에(즉 미리 몰드에 엘레먼트를 밀어넣는 공정 후에) 교정을 행하는 방식이라는 점에서는 제2실시예와 같다.

제3실시예에 있어서, 경화조(17)의 상단부에 배치된 환상 엘레먼트 시트(24)(제10a도 내지 제10c도 참조)는 외경교정용 외경구속지그(14A)의 내경 보다 약간 작은 지름을 가지고 있다. 시트(24)는 가열로(2)에서 방금 나온 환상 엘레먼트(1)를 반송한다. 반송되는 상태에서(즉, 경화조(17)의 외측에서), 환상 엘레먼트(1)는 교정장치내의 파지 지그(15A)에 의해 위로부터 인가되는 하중하에서 하방에서 파지된다. 이와같이 배열된 환상 엘레먼트(1)는 교정될 환상 엘레먼트보다 약간 작은 내경을 가지고 있는 지그(14A)의 보어내로 강제로 밀려들어 감으로써 교정된다. 시트(24)는 안내부로써 기능하고, 따라서 갤링(galling)과 같은 어떤 문제도 발생시키지 않고, 환상 엘레먼트(1)는 지그(14A)내로 경사지지 않고 곧 바르게 밀어넣는 기구를 가지고 있다. 환상 엘레먼트(1)는 교정용 지그(14A)를 관통하는 동안 가공작업에 의해 교정되므로 지그 통과 시간이 교정시간이 된다. 환상 엘레먼트(1)가 완전히 지그(14A)를 통과한 후에, 지그(15A)는 초기 위치로 올라가고 환상 엘레먼트(1)가 완전히 지그(14A)를 통과한 후에, 지그(15A)는 초기위치로 올라가고 환상 엘레먼트(1)를 반송하는 시트(24)는 경화조(17)의 바닥까지 천천히 하강하며, 그곳에서 환상 엘레먼트(1)는 퀀칭 오일에 의해 냉각되면서 천천히 움직인다. 그후에 시트(24)는 초기위치까지 상승하여 다음의 환상 엘레먼트를 수용한다. 다음의 강 시료와 열처리 조건들을 채용한 실험을 통해 제10a도 내지 제10c도에 도시된 공정 도해의 교정효과를 입증한다.

재료	S17C, SCr420, SCr440, SAE1060 및 SUJ2
열처리	12시간 동안 정상 침탄처리(침화), 그후 상온까지 냉각되도록 대기, 그다음에 850℃에서 30분간 가열, SUJ2인 경우에는 침탄 되지 않고 단순하게 850℃에서 30분간 가열됨.
퀀칭오일온도	80℃
템퍼링조건	170℃ × 2시간
환상엘레먼트	원통형 롤러 베어링 NU312의 외륜 (링 TP : 공칭외경, 130mm ; 공칭폭, 31mm)

일정한 교정시간(3-5초)동안 변하는 값인(방정식(1) 내지 (36)에 의해 결정되는 바와 같은) 작업도를 가지고, 환상 엘레먼트의 외경이 구속된 경우에 발생한 변형도에 관한 데이타를 표10 및 제11도에 표시하였다.

제1실시예와 유사하게, 변형률은 가공률이 0.05% 내지 1.0%에 이르는 범위내에 존재하는 경우에 일관되게 낮고 그 결과들은 강 시료와는 무관하다. 반면에, 변형률은 가공률이 0.05% 이하이거나 1.0%를 초과하는 경우에 증가한다.

교정시간은 환상 엘레먼트가 지그(14A)를 통과하는데 필요한 시간이며 목표교정을 달성하는데 3초면 충분하다. 흥미있는 베어링의 크기에 따라, 긴 통로는 환상 엘레먼트의 온도에 지나친 강하를 야기하고 그에 의해 경화가 불충분하게 된다. 그러므로 환상 엘레먼트는 통상적으로 5초 이내에 몰드를 통과해야 한다.

따라서, 코어에서 높은 Ms 온도를 갖는 표피경화강과 그 밖의 강 시료는 Ms 온도 보다 높은 온도에서 교정이 이루어진다. 이에따라 만일 교정이 제1실시예에서와 같이 경화의 냉각단계중에 행해져야 한다면, 매우 빠른 단계에서 교정을 실행할 필요가 있다. 표5 및 표6에 표시된 바와같이, 목표교정은 고온을 채택함으로써 달성될 수 있었다. 그러나, 환상 엘레먼트의 온도는 상승된 온도에서의 교정중에 급격히 변화한다. 환상 엘레먼트를 경화하는 냉각단계의 공정에서의 온도 변화에 관한 예시적인 데이타를 제12도에 도시한다. 명백하게, 환상 엘레먼트의 온도는 약 300℃까지 냉각됨으로써 급격히 변화했다. 반면에, 제10a도 내지 제10c도에 도시된 공정에 따라서, 가열로에서 나온 환상 엘레먼트의 온도는 퀀칭 오일(냉각제)내에서 교정될때보다 지그(14A)로 교정될때까지 훨씬 더 일관되게 제어될 수 있다. 간단히 말해서, 교정이 고온에서 행해져야 할 때, 특히 높은 Ms 온도를 가진 강 시료 상에서 행해져야 할 때, 작은 양의 잔류 스트레인만을 내포하고 변형되지 않은 둥근단면을 갖는 환상 엘레먼트가 일관되게 높은 효율로 생산될 수 있기 때문에 제10a도 내지 제10c도에 도시된 공정 도해가 유리하게 채택될 수 있다.

유사한 결과들이 냉각재로서 녹은 소금을 사용하는 소금 조(salt bath)경화에 의해 달성될 수 있다. 이와같은 적용예에 따라서, 소금조는 환상 엘레먼트(만일 그것이 표피 경화강으로 만들어졌다면 그 코어)의 Ms점에 있는 온도 또는 더욱 높은 온도에서 유지된다. 소금조에 놓여진 환상 엘레먼트는 먼저 경화온도로부터 냉각되고, 그후 즉시 제10a도 내지 제10c도에 도시된 장치에 의해 경화변형의 교정을 행한다(소위 말퀀칭(malquenching)). 말퀀칭 처리에 의해서, 높은 Ms 온도를 가지고 있는 원재료들은 마르텐사이트 변태가 시작하기 전에 작업에 의해 교정될 수 있으며, 따라서 일관된 방법으로 의도된 교정효과를 확실히 나타나도록 한다.

이하에서 본 발명의 방법을 실행하는데 효과적으로 사용될 수 있는 교정지그를 설명한다.

본 발명의 방법을 성공적으로 실행하기 위하여, 경화될 환상 엘레먼트의 크기보다 약간 더 작은 내경을 가지고 있는 1피스(one-piece) 몰드의 형태로 교정지그를 채용하는 것이 필수적이다.

마르텐사이트 변태로 인한 팽창만을 이용함으로써 환상 엘레먼트의 외경에 교정을 행하는 종래의 방법에 있어서, 가령 스프리트 몰드와 콜렛척과 같이 그 외경이 가변인 몰드들을 사용하는 것이 일반적이다. 제1도에 도시된 바와같이, 환상 엘레먼트의 치수가 몰드의 치수보다 작은 채 유지되는 시간이 짧다. 교정될 필요가 있는 변형량에 따라 이와같은 시간의 지속은 더욱 짧아진다. 상기와 같은 조건하에서, 가변몰드를 사용하는 작업자는 우선 그것을 넓히고, 다음에 그것을 가능하면 빨리 환상 엘레먼트 주위에 세트한다. 환상 엘레먼트를 교정하기 전에, 작업자는 환상 엘레먼트의 수축에 맞춰 몰드를 조정한다. 그것이 팽창하기 시작할 때 교정이 시작한다. 그러나, 이들 지그들을 가지고, 원재료가 아직 마르텐사이트 영역에 있는 중에 목표교정을 달성하는 것은 어렵다. 또한, 종래 방법의 설명과 관련하여 지적된 바와같이, 마르텐사이트 변태가 시작하여 원재료를 팽창하도록 한후에 행해지는 교정방법은 어느 정도 진원도를 개선할 수 있지만 결코 환상 엘레먼트의 절대치수를 변화시킬 수 없다. 따라서 환상엘레먼트가 균일한 크기가 되도록 교정하는 것을 보장하지 못한다.

본 발명의 교정방법을 실행하기 위해 채택될 수 있는 2개의 지그 실시예를 제13a도 및 제13b도에 도시한다. 제13a도에 도시된 지그(14A)는 본 발명의 제2실시예에 따라 경화직전에 작업편이 교정될 때 사용하기 위한 것이다. 지그(14A)는 환상 엘레먼트를 안내하기 위한 테이퍼면(51)과 교정면(50)으로 구성된다. 제13b도에 도시된 지그(114)는 제1실시예에 따른 냉각중에 작업편이 교정되는 경우에 사용하기 위한 것이다. 지그(114)는 외경구속지그(14b), 평탄면 유지 지그(15b), 냉각제 방출포드(31), 냉각제 스파우드(32) 및 교정면(50a)으로 구성된다. 양 경우에 있어서, 지그(14A)와 지그(114)는 일체적인 중공의 원통형 부재로서 형성된 교정부를 가진점에 특징이 있다. 환상 엘레먼트가 오스테나이트 상태에서 작업될 때에만 환상 엘레먼트는 만일 가공률이 본 발명에 의해 특정된 범위내에 있다면 짧은 시간내에 부드럽게 지그내로 밀려들어갈 수 있다. 이것이 본 발명의 방법이 제13a도 및 제13b도에 도시된 바와같이 교정작업을 행하는 부분에 얇은 벽을 가진 콤팩트한 지그들을 사용하여 행해질 수 있는 이유이다. 만일 작업이 마르텐사이트 변태가 시작된후에 실행된다면, 특정된 범위내에서 가공률을 달성하는 것은 거의 불가능하다. 이와같은 사후-작업을 실행하기 위하여 열처리되는 환상 엘레먼트는 치수가 정밀하게 제어되어야 할 뿐만 아니라 거대한 하중하에서 또한 큰 크기의 장치내에서의 아주 두꺼운 벽을 가진 몰드내로 밀어넣어져야 할 필요가 있다는 것을 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

종래의 스프리트 몰드는 다른 문제를 가지고 있다. 즉, 교정에 대한 조건들에 따라, 몰드의 윤곽은 교정되고 있는 환상 엘레먼트의 표면위로 부분적으로 이동되고 꽃의 페탈(petals)로 나타나는 표시가 남겨지고, 이것은 큰 잠재력을 가지고 있어 일련의 작업단계에 심각한 영향을 미친다. 본 발명에 사용되는 원-피스 몰드는 교정된 환상부재에 어떠한 불규칙성도 남기지 않으며, 더욱 중요한 것은, 교정된 환상 엘레먼트는 매우 균일한 치수를 가지고 있어서 일련의 가공단계에 큰 이점들을 제공한다.

경량이고 콤팩트한 지그는 전체 교정장비를 단순화하고 크기를 작게하는 장점을 가지고 있다. 또한, 교정시간은 3-5초 만큼 짧게 단축된다. 따라서, 목표 교정과 경화는 전술된 지그를 사용하는 본 발명의 방법을 실행함으로써 매우 능률적이고 연속적인 방법으로 달성될 수 있다.

[표 10]

일련번호	강시료	가공률,%	변형률,%
발명			
51	SCr420	0.10	0.035
52	SCr420	0.21	0.034
53	SCr420	0.35	0.032
54	SCr420	0.68	0.038
55	SCr440	0.09	0.034
56	SCr440	0.22	0.029
57	SCr440	0.38	0.035
58	S17C	0.08	0.041
59	S17C	0.25	0.034
60	S17C	0.33	0.026
61	S17C	0.66	0.045
62	SUJ2	0.11	0.036
63	SUJ2	0.22	0.028
64	SUJ2	0.35	0.026
65	SUJ2	0.85	0.044
비교예			
66	SCr420	0.01	0.160
67	SCr440	-0.02	0.183
68	S17C	0.02	0.194
69	SUJ2	0.01	0.156
70	SCr420	1.12	0.128
71	SCr440	1.05	0.116
72	S17C	1.13	0.138
73	SUJ2	1.18	0.169

열역학적 과정은 강에 대한 작업과 열처리의 조합이며 이와같은 기술의 공지된 실시예들은 가령 경화전의 작업과 경화공정에서의 작업을 행하는 아스포밍(ausforming) (1969년 10월 1일에 발간되고 일본 철강 협회에 의해 편집된 코 노네츠소리(강의 열처리). 72페이지 참고)과 같은 경화 작업을 포함한다. 그러나, 열역학적 과정의 이들 방법은 근본적으로 그들이 약 30%에서 약 95%에 이르는 넓은 범위를 달성하는 가공률과 경화된 강의 기계적 성질(예를들어, 강도 및 거칠기)을 개선하기 위해 개발된 것이다. 따라서, 그 목적의 관점에서 뿐만 아니라, 특정한 실행방법의 견지에서 환상 엘레먼트의 경화변형을 교정하는데 대하여 본 발명의 방법과 큰 차이가 있다.

전술된 바와같이, 환상의 강 엘레먼트의 경화변형을 교정하기 위한 본 발명의 방법은 강의 구조가 아직 오스테나이트인 상태에서, 환상 엘레먼트가 몰드내로 압축되고 특정된 정도만큼 교정되는 것이다. 바람직한 작업은 연신률과 드로잉을 증가시키는 외에 경도와 인장강도를 감소시키면서 소성변형에 의해 용이하게 실행될 수 있다. 결과적으로, 본 발명은 짧은 시간내에 완전한 원형이고, 스트레인이 없거나 또는 변형이 없는 환상 엘레먼트를 생산하는 장점을 제공한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

환상 엘레먼트(1)를 경화하는 냉각 단계중에 환상 엘레먼트(1)가 아직 오스테나이트 조직을 가지고 있는 상태에서 시작되는 가공단계로서 이 가공단계는 변형을 교정하기 위하여 그 내경 및 외경 중 하나 이상에서 환상 엘레먼트를 가공하며, 여기에서 외경이 가공된 경우에 가공률은 0.05 - 1.0%이고, 내경이 가공된 경우에 가공률은 0.5 - 3.0%인 것을 특징으로 하는 강으로 만들어진 환상 엘레먼트(1)의 경화변형을 교정하는 방법.

청구항 2

환상 엘레먼트(1)가 아직 오스테나이트 조직을 가지고 있는 상태에서 시작되는 가공단계로서 이 가공단계는 변형을 교정하기 위해서 그 내경 및 외경 중 하나 이상에서 환상 엘레먼트를 가공하며, 여기에서 외경

이 가공된 경우에 가공률은 0.05 - 1.0%이고, 내경이 가공된 경우에 가공률은 0.5 - 3.0%이며, 환상 엘레먼트(1)를 가공단계 후에 경화의 냉각단계로 들어가게 하는 것을 특징으로 하는 강으로 만들어진 환상 엘레먼트(1)의 경화변형을 교정하는 방법.

청구항 3

경화매체로 채워진 경화조(17); 오스테나이트 영역까지 가열되고 오스테나이트 조직을 가지고있는 환상 엘레먼트(1): 환상 엘레먼트(1)를 가공하는 가공률의 0.05 - 1.0% 만큼 환상 엘레먼트(1)의 외경보다 작은 내경과 환상 엘레먼트(1)를 가공하는 가공률의 0.5 - 3% 만큼 환상 엘레먼트의 내경보다 큰 외경을 가진 몰드; 및 Ms점보다 높은 온도에서 환상 엘레먼트(1)를 가공하기 위해 환상 엘레먼트(1)를 몰드내로 밀어넣는 가공장치로 구성되는 것을 특징으로 하는 환상 엘레먼트(1)의 경화변형을 교정하는 장치.

청구항 4

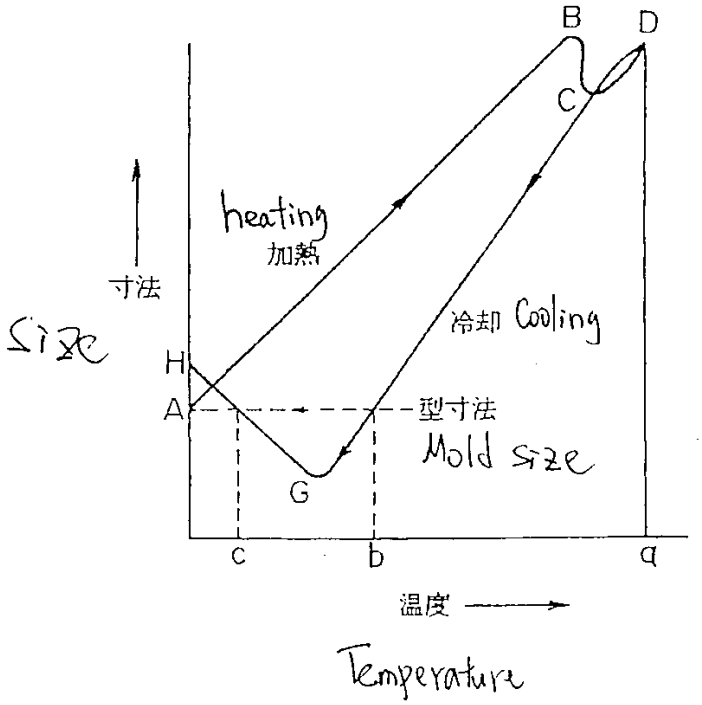
제3항에 있어서, 상기 가공장치는 환상 엘레먼트(1)를 몰드내로 밀어넣는 상태에서 경화조(17)내에서 환상 엘레먼트(1)를 경화하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 환상 엘레먼트(1)의 경화변형을 교정하는 장치.

청구항 5

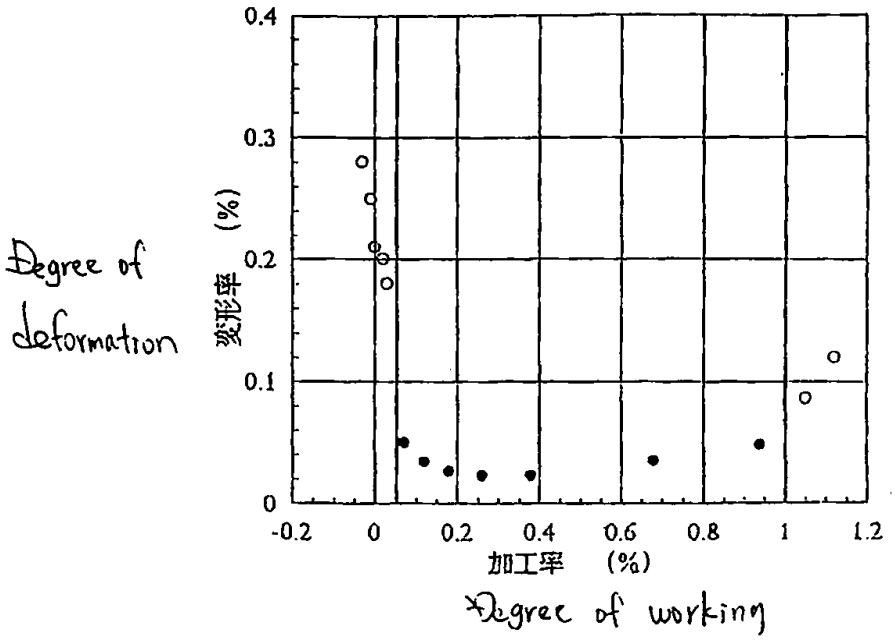
제3항에 있어서, 상기 가공장치는 환상 엘레먼트(1)를 몰드내로 밀어넣은 후에 경화조(17)내에서 환상 엘레먼트(1)를 경화하도록 구성된 것을 특징으로 하는 환상 엘레먼트(1)의 경화변형을 교정하는 장치.

도면

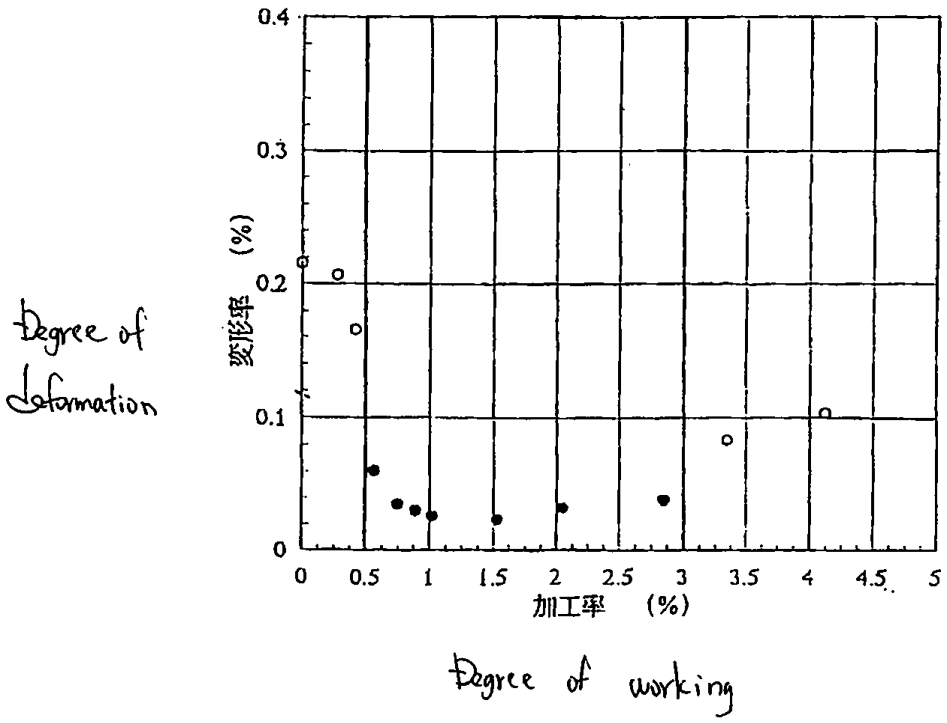
도면1



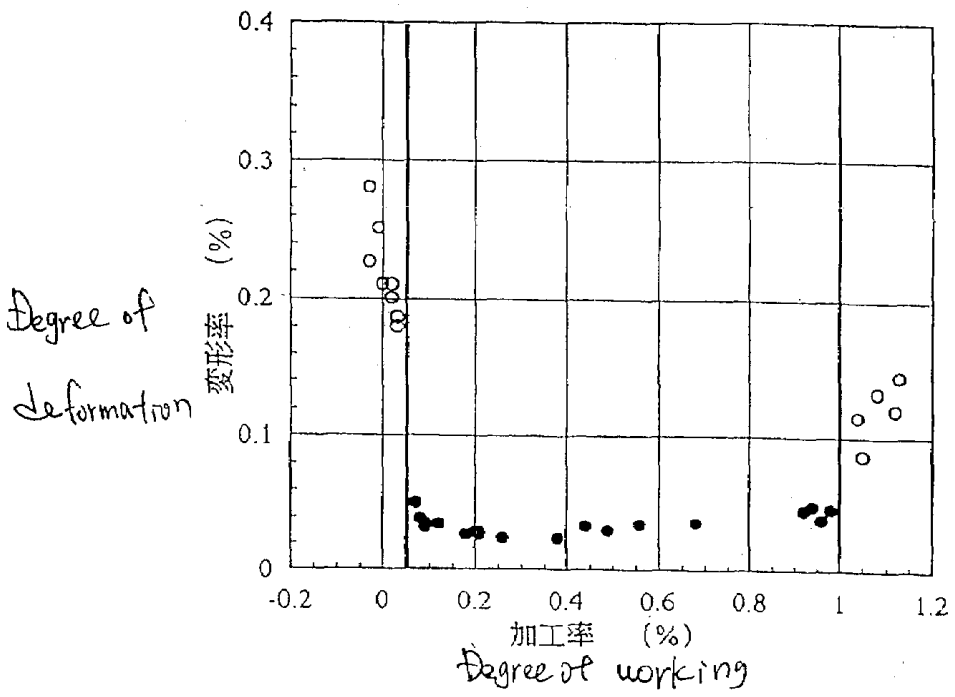
도면2a


Degree of deformation
0.4
0.3
0.2
0.1
0
変形率 (%)
-0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
加工率 (%)
Degree of working

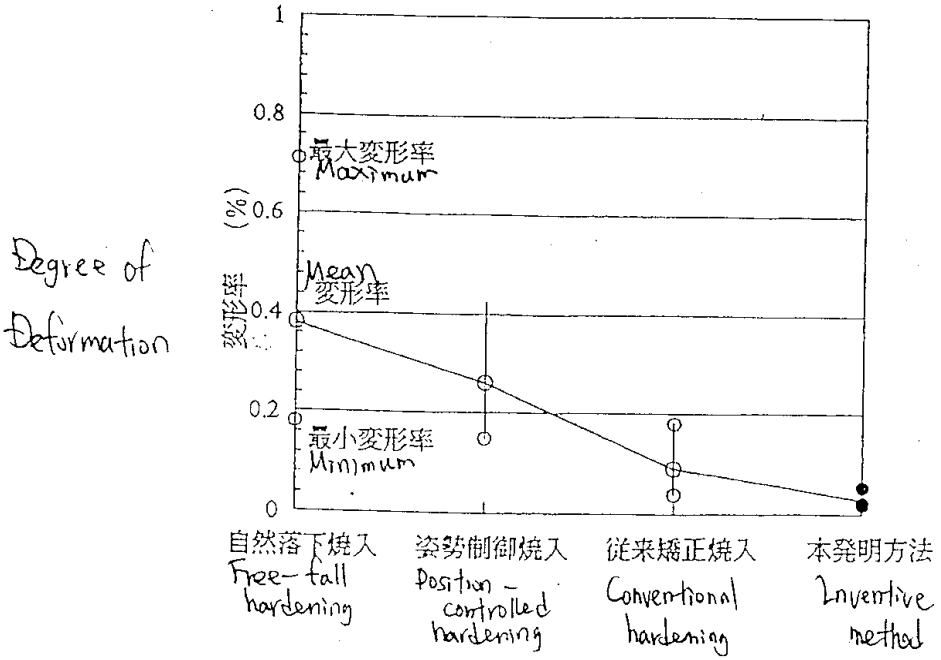
도면2b


Degree of deformation
0.4
0.3
0.2
0.1
0
変形率 (%)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
加工率 (%)
Degree of working

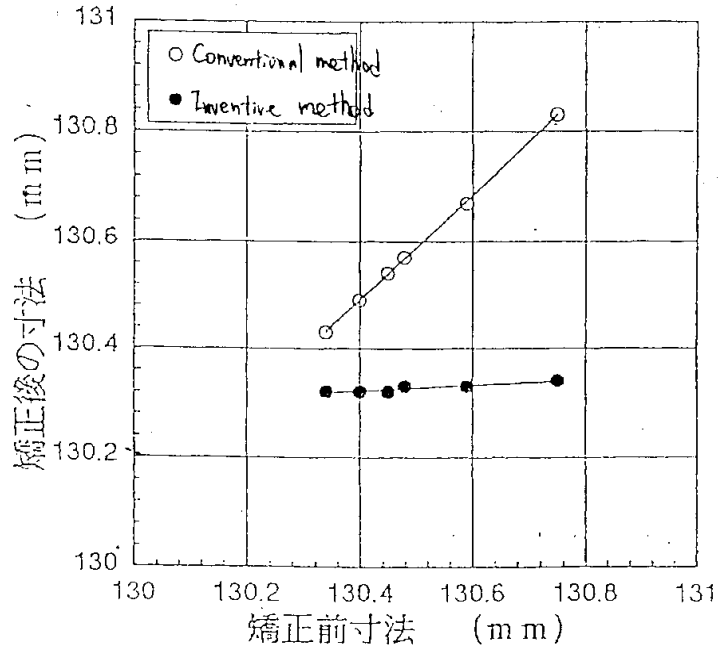
도면2c


Degree of Deformation
変形率 (%)
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
加工率 (%)
Degree of working

도면3


Degree of Deformation
変形率 (%)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
最大変形率 Maximum
Mean 変形率
最小変形率 Minimum
自然落下焼入 Free-fall hardening
姿勢制御焼入 Position-controlled hardening
従来矯正焼入 Conventional hardening
本発明方法 Inventive method

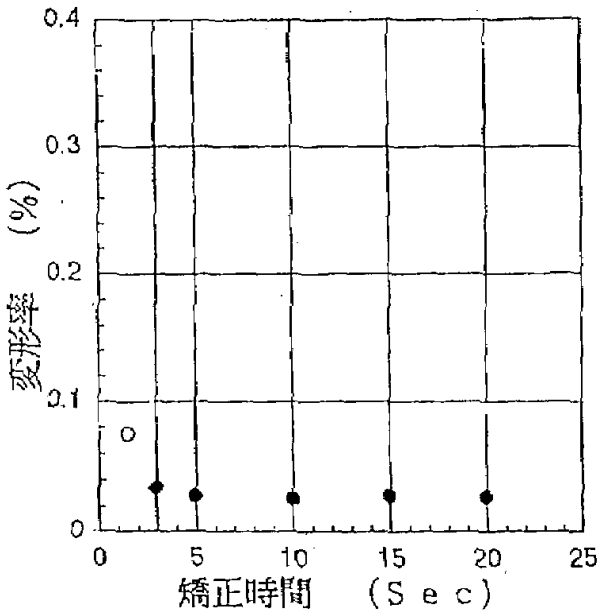
도면4



Dimension after Correction

Dimension before correction

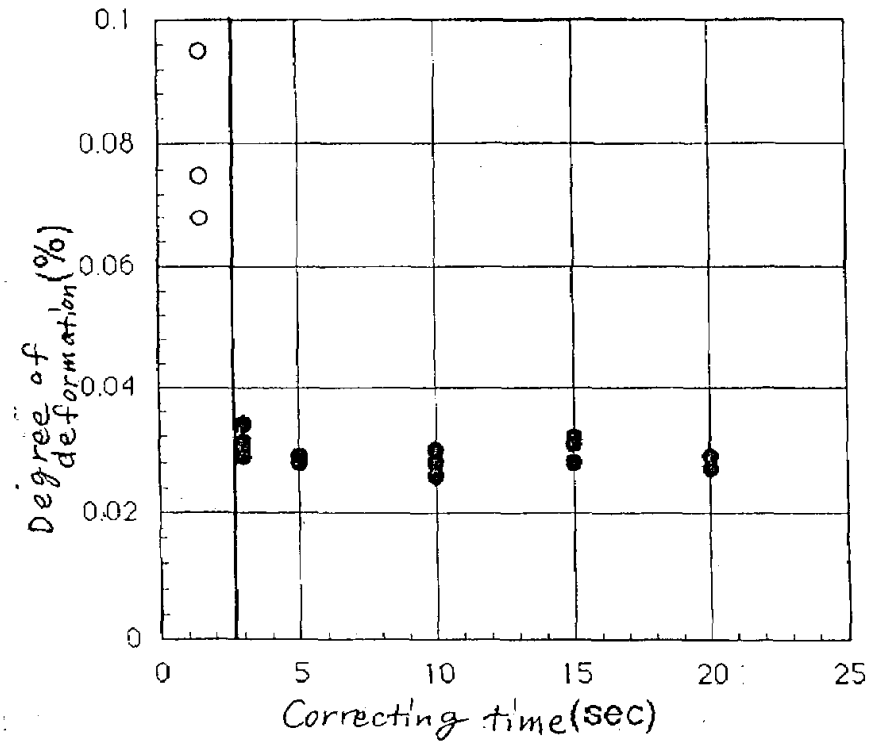
도면5a



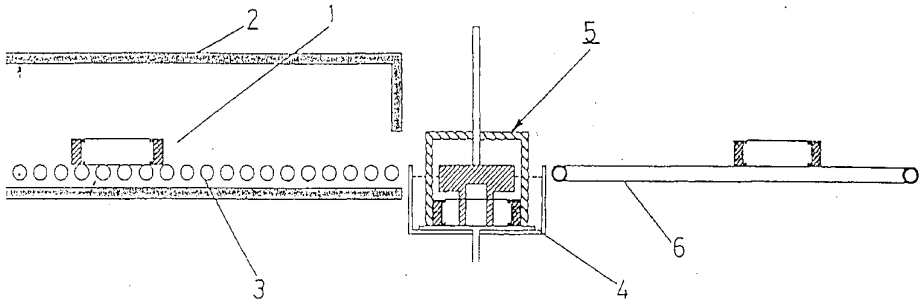
Degree of deformation

Correcting time

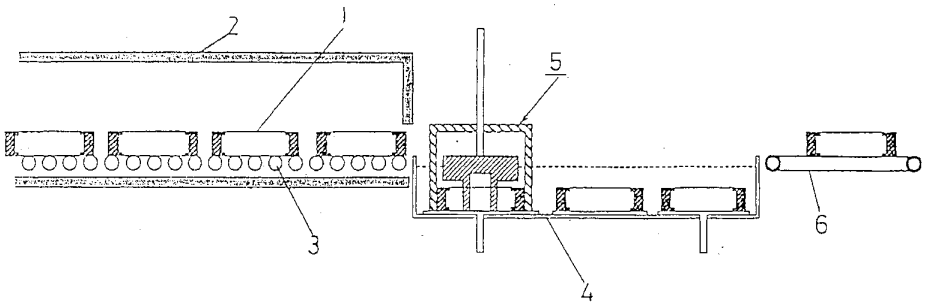
도면5b



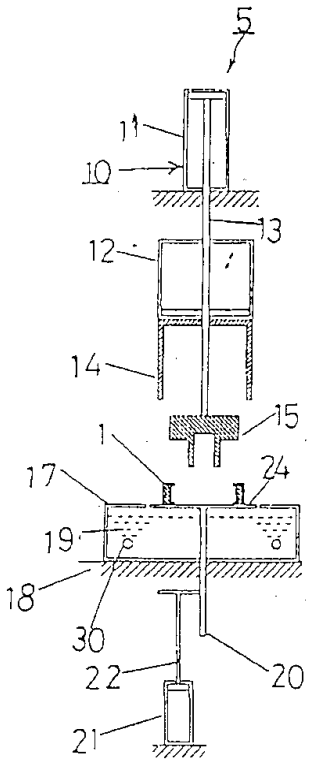
도면6a



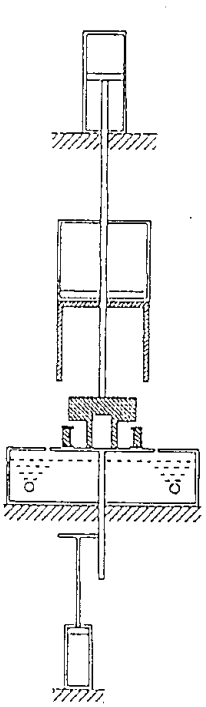
도면6b



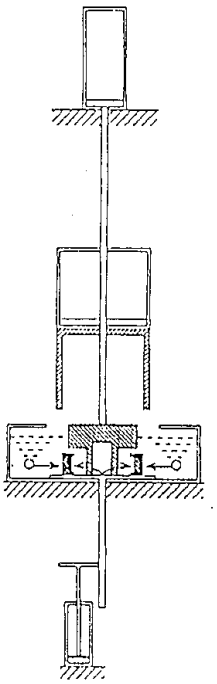
도면7a



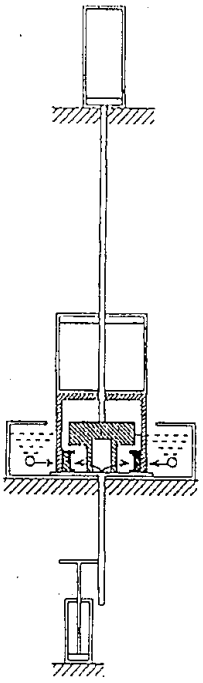
도면7b



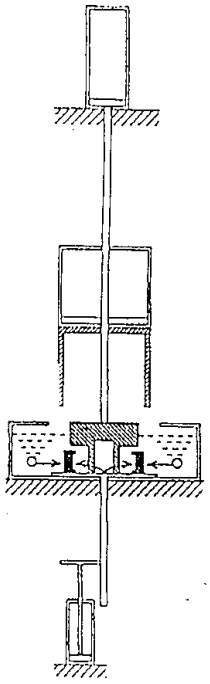
도면7c



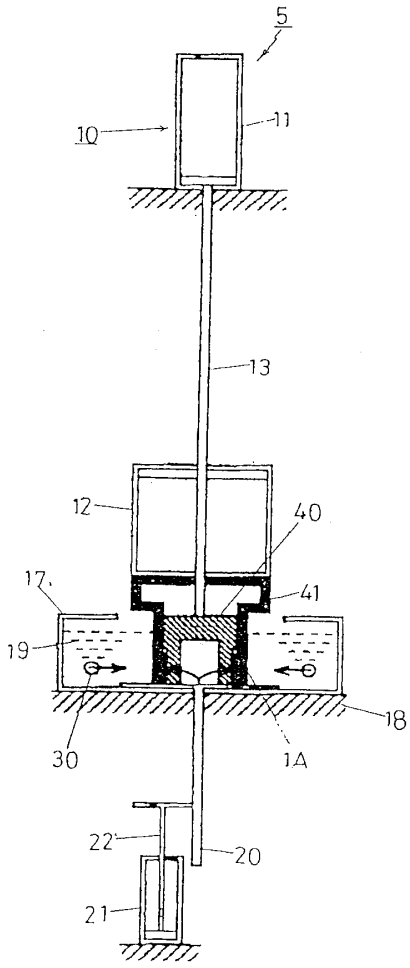
도면7d



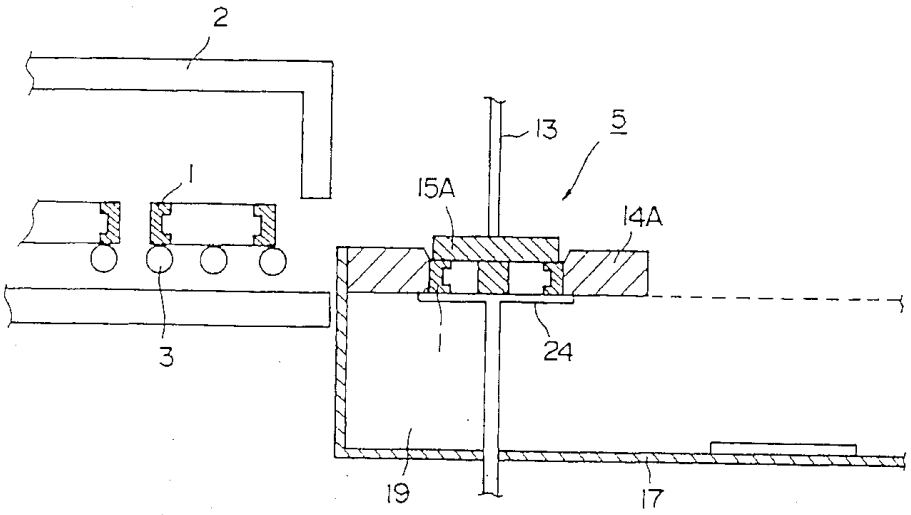
도면7e



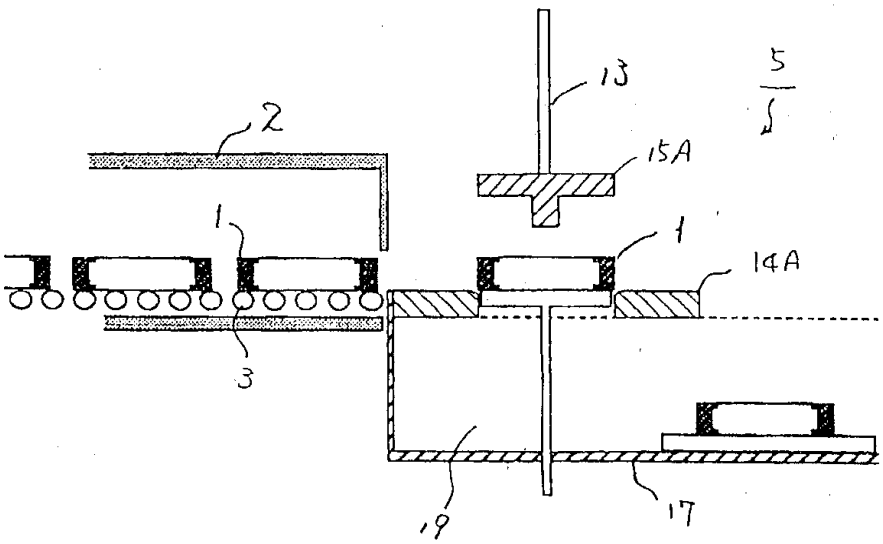
도면8



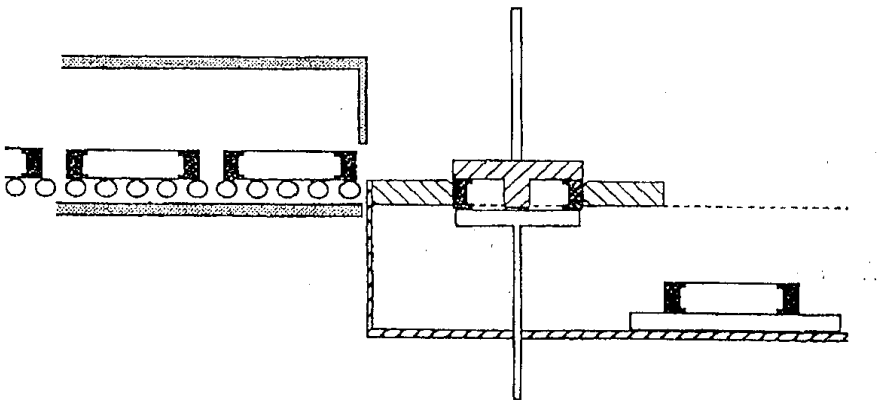
도면9



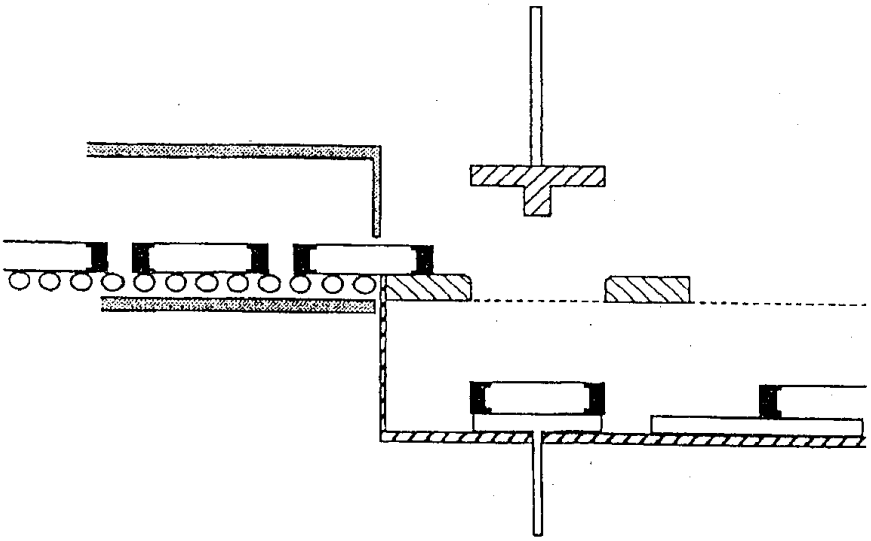
도면10a



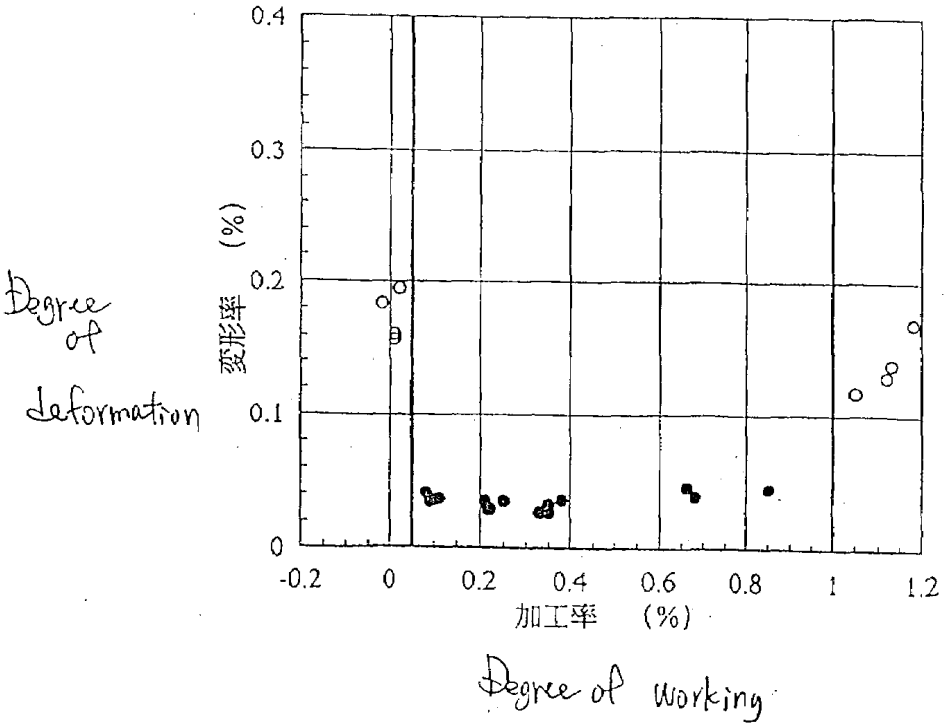
도면10b



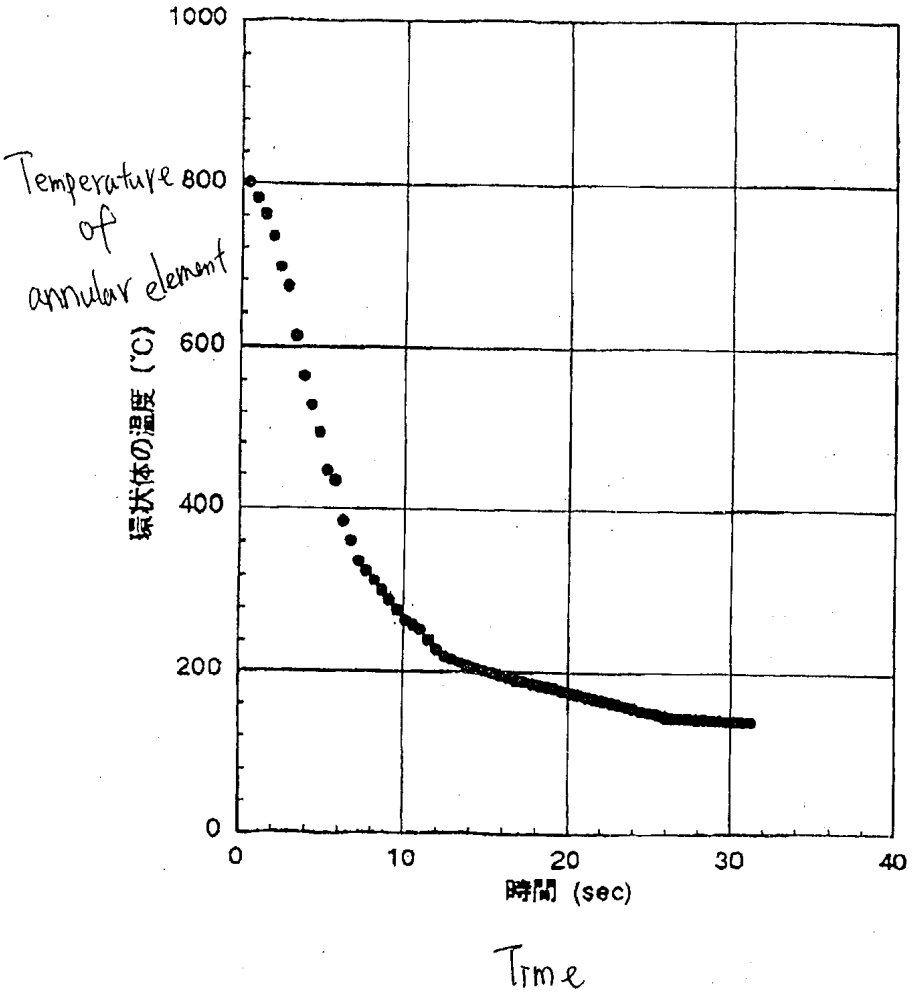
도면10c



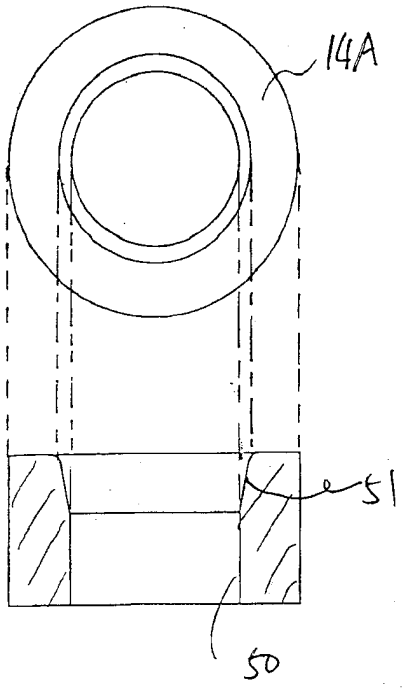
도면11


0.4
0.3
0.2
0.1
0
变形率 (%)
-0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
加工率 (%)
Degree of deformation
Degree of Working

도면12


1000
800
600
400
200
0
0
10
20
30
40
環状体の温度 (℃)
時間 (sec)
Temperature of annular element
Time

도면13a



도면13b

