(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
C22F 1/16

(11) 공개번호 특2001-0075460
(43) 공개일자 2001년08월09일

(21) 출원번호 10-2001-7004023
(22) 출원일자 2001년03월29일
번역문 제출일자 2001년03월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US1999/22564
(86) 국제출원출원일자 1999년09월30일
(87) 국제공개번호 WO 2000/18973
(87) 국제공개일자 2000년04월06일

(81) 지정국 국내특허 : 중국, 체코, 이스라엘, 일본, 대한민국, 미국, 인도,
EP 유럽특허: 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀랜드, 사이프러스,

(30) 우선권주장 98117983 1998년10월01일 러시아(RU)

(71) 출원인 제너럴 일렉트릭 캄파니
제이 엘. 차스킨, 버나드 스나이더, 아더엠. 킹
미합중국 뉴욕, 쉐넥테디, 원 리버 로우드
인스티튜트 포어 메탈즈 수퍼플라스티시티 프로블럼스 오브 더 러시안 아카데미 오브 사이언시즈
추후기재
러시아 우파 450001 바슈코르토스탄 칼투리나 스트리트 39

(72) 발명자 우트야셰브화리드자인울라에비키
러시아450096바쉬코르토스탄우파41샤피에바스트리트아파트먼트5
카이비셰브오스카아크라모비키
러시아45005바쉬코르토스탄우파31/33레니나스트리트아파트먼트28
발리아크메토브올레그라야조비키
러시아450059바쉬코르토스탄우파9/2나베레쯔나야스트리트아파트먼트76

(74) 대리인 김창세

심사청구 : 없음

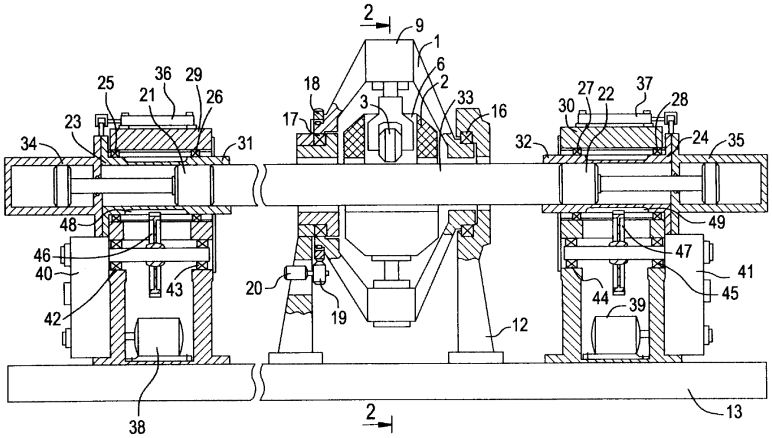
(54) 금속 및 합금 처리 방법과 그에 따라 형성된 제품

요약

본 발명은 세립 조직에 고유한 물리적 및 기계적 성질이 압력 처리를 이용하여 금속 빌릿내에 형성될 수 있는 방법에 관

한 것이다. 본 방법은 로드, 바 및 기타 특별히 긴 빌릿을 처리하도록 설계된다. 본 방법은 긴 로드 및 큰 직경의 빌릿에 대한 변형 처리 비용을 절감하도록 설계되며 미소-결정 구조 및 특정한 물리적 기계적 성질을 포함하는 미리 특정된 미크로 조직을 생성한다. 이것은 다양한 처리 기술을 사용하여 달성될 수 있는데, 이러한 기술 중 하나는 빌릿 단면의 감소를 통하여 빌릿의 적어도 일부의 변형을 포함한다. 이러한 방법에 있어서, 긴 로드형 빌릿이 사용된다. 단면 감소는 빌릿의 축을 따라 그것을 가로지르는 이동시키며 그 표면에 대해 압연되도록 하는 공구 예컨대 롤러를 사용하여 달성된다. 이 경우에 있어서, 빌릿의 정확한 설치를 위해 적어도 하나의 지지 스탠드가 적용된다. 또한, 미리 특정된 변형 레벨은 예컨대 상기 스탠드와 같은 공구를 사용하는 비틀림, 세팅 및 신장 등의 변형 기술 중 적어도 하나를 사용하여 달성된다. 스탠드는 빌릿의 변형된 섹션에 특정 온도에서 특정된 계획의 변형을 가하도록 설계된다. 이것은 고유한 물리적 및 기계적 성질을 갖는 특정 구조를 얻는다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 세립(fine grain) 조직 특성으로부터 도출된 특정 물리적 및 기계적 성질을 갖는 금속 빌릿(billet)을 가압 처리하는 방법에 관한 것이다. 본 방법은 로드, 바 및 기타 특별히 긴 빌릿을 처리하는 것에 관한 것이다.

배경기술

물리적 및 기계적 성질 예컨대 강도 및 가소성은 물질의 미크로 조직(microstructure)에 의존한다고 알려져 있다. 따라서, 미크로 조직에 대한 변화는 이들 성질을 변화시킬 수 있다. 예를 들면, 물질을 강화하기 위해 물질내에 세포상 또는 아립자(sub-grain)의 미크로 조직을 형성하는 것이 대개 필요하다.

물질 성질의 큰 물리적 및 기계적 변화는 미소 결정 입자 예컨대 10 내지 0.1㎛의 크기를 갖는 입자를 정제함으로써 달성될 수 있다. 이들 물질은 조립(coarse grain) 물질에 비해 상당히 높은 강도 특성을 나타낸다. 보다 높은 온도에서, 이들 물질은 낮은 유동 압력 및 보다 높은 레벨의 가소성 즉 심지어 초가소성(superplasticity)을 나타낸다. 미소 결정 구조를 형성하기 위해, 다른 유형의 분해된 미크로 조직 예컨대 아립자 미크로 조직을 생성하는데 사용된 것보다 보다 근본적인 변형 기술을 사용할 필요가 있다.

공지된 빌릿 변형 처리 방법은 동일한 채널 각도 압출 및 압력 비틀림을 포함한다. 이들 방법은 특정한 물리적 및 기계적 특성을 갖는 빌릿을 생성하는데 사용되는데, 이는 이 방법들이 공지된 미소 결정 구조를 생성하기 때문이다. 이들 방법은 또한 작은 질량 및 크기의 세립 빌릿의 개발을 허용한다. 그러나, 이들 방법은 노동력 및 에너지가 많이 든다.

다른 금속 및 합금 변형 처리 방법은 다수의 축소 단계에 의해 행해지며 대체로 그 뒤 압출 및 업세팅(upsetting)이 행해지는 변형을 포함한다. 이러한 방법은 로드가 보다 작은 물리적 및 화학적 성질을 갖는 연한 물질로부터 작은 크기의 로드의 개발을 허용한다.

빌릿 처리는 상당한 에너지 소비를 포함하는데, 이는 압출 예를 들면 배수(backwater)를 이용하는 압출동안 생성된 정수압을 극복하기 위해 기계적 공구의 표면 및 빌릿이 만날 때 발생되는 마찰을 극복하는데 요구되는 힘에 기인한다. 이 방법은 대체로 큰 크기의 빌릿 예를 들면 변형이 어려운 합금으로 형성된 150 내지 200㎜의 최소 직경을 갖는 5 내지 6 미터 길이의 로드의 형태인 빌릿의 생산에 대해서는 적합하지 않다. 이러한 상황에 있어서, 수만 톤 압력까지 전개할 수 있는 프레스를 프레스 및 적합한 가공 공구를 포함하는 장치를 사용할 필요가 있다. 통상적으로, 미소 결정 구조 즉 3 내지 8㎛의 입자 크기와 30 내지 40㎜의 직경을 갖는 로드는 400㎜ 이상의 초기 직경을 갖는 빌릿으로부터 여러번의 단조 또는 압연에 의해 생성된다.

발명의 요약

본 방법은 미소 결정 미크로 조직을 포함하는 특정 내부 미크로 조직 및 특정 물리적 및 기계적 성질을 필요로 하는 긴 로드 및 큰 직경의 빌릿에 대한 변형 처리 비용을 감소시킨다. 이 특정 내부 미크로 조직은 빌릿 단면의 감소를 통한 빌릿 단면의 변형을 포함하는 다양한 처리 방법을 사용하여 달성될 수 있다. 단면의 감소는 빌릿의 축선을 따르며 그것을 가로지르는 운동 및 그 표면 주위로 빌릿을 회전시키는 운동을 허용하는 롤러와 같은 공구를 사용한다. 적어도 하나의 지지 스탠드가 빌릿의 정확한 위치설정 및 설치에 사용될 수 있다. 또한, 사전에 특정된 변형 레벨이, 상기 스탠드와 같은 기계를 사용하는 비틀림, 업세팅 및 드로잉(drawing) 중 하나를 포함하는 변형을 사용하여 달성될 수 있다. 스탠드는 미리 특정된 온도에서 변형된 섹션에서 특정 변형을 빌릿에 적용한다. 이러한 변형은 고유의 물리적 및 기계적 특성을 갖는 특정 미크로 조직을 얻는다.

고온-금속 롤러를 이용한 빌릿 단면의 감소는 스탠드 및 클램프를 사용하여 빌릿의 축선을 따라 가압하고, 빌릿을 롤러를 통해 측방향으로 이동시킴으로써 빌릿 단면을 감소시키고, 그 회전축이 빌릿의 축과 교차각을 이루는 롤러를 통해 빌릿을 이동시킴으로서 단면을 감소시키고, 빌릿을 서로 120° 로 위치된 롤러를 통과시킴으로써 빌릿을 축소시키고, 처리된 섹션의 길이를 로드의 감소된 단면의 3개의 최소 직경을 초과하지 않도록 선택함으로써 행해진다. 또한, 고온-금속 롤러를 이용하는 빌릿 단면의 감소는 스탠드 및 롤러를 사용하여 비틀림을 가하고, 역방향 비틀림을 가하고, 형상 롤러(figure roller)를 사용하여 빌릿 단면에 변형을 가하는 동안 행해질 수 있다. 롤러 프로파일은 가장 큰 단면을 포함하는 중앙 섹션과 가장 작은 단면을 갖는 중앙 섹션의 양측에 있는 중간 섹션과 두 개의 단부 섹션을 포함하는 수개의 섹션을 포함한다.

변형예로서, 고온-금속 롤러를 사용하는 빌릿 축소 방법은 빌릿이 종방향 축을 따른 압축을 통해 단면을 감소시키거나 또는 그 측방향 축을 중심으로 빌릿을 롤러를 통과하도록 한 후 빌릿을 업세팅시키고(여기서, 운동 길이는 축소동안 본 섹션에 대한 측방향 변형 양보다 크지 않다), 빌릿의 축을 중심으로 빌릿을 종방향 및 측방향으로 압연시킨 후 빌릿을 업세팅시키고, $б_u > б_i < б_e$의 조건하에서 빌릿을 압연하는 동안 빌릿을 업세팅시키는 것인데, 여기서, $б_i$는 압연동안 롤러에 의해 발생된 변형 저항을 고려하여 결정된 변형된 섹션에 대한 응력 레벨이고, $б_u$는 빌릿의 안정성의 손실에 의해 야기된 응력이고, $б_e$는 빌릿의 변형되지 않은 섹션의 압축에 의해 야기된 응력이다.

또한, 빌릿 단면의 감소는 처리하에서 빌릿의 길이를 연속적으로 변형시키는 동안 고온-금속 롤러를 사용하여 압연시키는 것과, 각 섹션간의 거리가 처리후 빌릿 직경의 3배 이하인 빌릿의 섹션을 처리하는 것이다.

단일-상 합금으로 형성된 빌릿에 대해서, 변형 방법은 3이상의 실제 변형량 특히 $(0.3-0.5)T_{melt}$ 의 온도에서 1.4의 변형 양, $10^{1}-10^{-2}\ s^{-1}$ 의 변형율로 행해지는 변형을 포함하며, 여기서 T_{melt} 는 용융점이다. 다중-상 합금으로 형성된 빌릿에 대해서, 3이상의 실제 변형량 특히 $(0.5-0.85)T_{melt}$ 의 온도에서 1.4의 변형 양, $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 변형이 행해지며, 여기서 T_{melt} 는 용융점이다.

박막 구조를 포함하는 티타늄 합금 빌릿에 대해서, 3이상의 실제 변형량을 갖는 변형 방법은 압연 및 압연과 동시에 발생하는 업세팅에 의한 축소 및 비틀림 인가를 포함한다. 이들 단계는 축소, 업세팅 및 변형에 부가하여 $700-T_{a.t.}$ 의 온도및 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 행해지며, 여기서 $T_{a.t.}$ 는 동소체 변형 온도이다. 박막 구조를 갖는 티타늄의 섹션에 대해서, 방법은 $T_{a.p.}-T_{a.p.}+(10-50)$의 온도에서 빌릿 단면을 1.1배 이상 감소시키고, 1°/s 이상의 속도로 코일 단계를 행하고, $700-T_{a.p.}$ 이하의 온도 및 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 비틀림 및 업세팅을 가함으로써 수행된다.

내열성 니켈 빌릿에 대해서, 방법은 γ'-상의 완전 용해 온도 이하인 온도에서 변형시키고, 5%-10%보다 크게 응력 유동 σ_f이 변경되지 않도록 특정 온도 및 변형량의 10%-20%내에서 각각의 빌릿 섹션을 변형시키고, 변형량의 변경이 민감도의 계수 m="$(\log N_1-\log N_2)/(\log \xi_1-\log \xi_2)$가 0.3-0.8의 양까지 증가하지 않을 때까지 특정 온도 및 변형량 ξ로 각각의 빌릿 섹션을 변형시키는 것을 포함한다. 여기서, N_1 및 N_2는 양 ξ_1에서 양 ξ_2로의 변형량의 변경 전 및 후에, 빌릿에 가해지는 압력량(모멘트, 압축 압력 또는 대응하는 변형에서의 신장)이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의해 구현되는 방법에 대한 장치의 구성요소를 도시하는 도면,

도 2는 도 1의 장치의 A-A선을 따라 취한 단면도,

도 3a 내지 도 3h는 본 발명에 의해 구현되는 처리 방법의 개략도로서, 방법의 여러 스테이지를 도시하는 도면,

도 4는 본 발명에 의해 구현되는 장치를 도시하는 도면,

도 5는 처리전의 BT8 티타늄 합금 샘플의 미크로 조직을 도시하는 도면,

도 6은 본 발명에 의해 구현된 방법을 사용하여 처리된 후의 BT8 티타늄 합금 샘플(도 5)의 미크로 조직을 도시하는 도면.

발명의 상세한 설명

본 발명에 따른 방법에 있어서, 처리되는 섹션은 롤러를 사용하여 단면 감소를 통해 " 기하학적" 복원처리(de-hardening)를 겪는다. 본 발명의 방법은 빌릿의 중앙부의 섹션을 포함하여 빌릿을 변형시킨다. 변형은 전체 빌릿에 걸쳐 분포되거나 또는 흩어지지 않는다. 대신에, 변형은 빌릿의 선택된 감소 구역내에 국한된다. 압연, 신장, 압축 및 전단(비틀림)을 포함하는 다수의 상이한 변형 기술 및 단계가 본 방법에 적용된다. 또한, 변형의 양 및 지배적인 방향은 빌릿의 구조 변경의 형성을 용이하게 한다. 임의의 기계적 성질을 갖는 특정 미크로 조직을 형성하는데 사용되는 온도는 변형의 국부화를 돕는다. 이러한 온도 의존성은 재료의 열적 복원처리에 기인한다. 빌릿 섹션에 가해지는 온도 및 임의의 온도 변화는 여러 특정 미크로 조직, 예컨대 변형된 물질의 초기 및 동적 재결정의 결과로 전개되는 미소-결정 구조의 형성에 영향을 준다. 조정 미소-결정 구조의 형성은 넓은 온도 범위에 걸쳐 발생된다. 빌릿 섹션 또는 전체 빌릿의 열처리에 대한 온도 범위의 선택은 방법의 요망되는 빌릿 물질 또는 미크로 조직에 좌우된다. 예를 들면, 금속 및 단일-상 합금의 세립 미크로 조직의 생성에 있어서, 다중-합금 및 다중-상 금속 물질에 비해 보다 낮은 온도에서 변형이 행해진다.

본 발명에 의해 구현된 변형은 통상적으로 빌릿의 압연 축소를 포함하며, 비틀림 인가, 업세팅 또는 드로잉 공정 중 하나를 포함한다. 변형 공정 및 고정이 사용되는 범위는 변형의 세기, 소망되는 미크로 조직, 빌릿의 초기 조성, 빌릿의 토기 크기 및 형상, 빌릿의 최종 크기 및 형상 중 적어도 하나에 좌우된다.

대개 하나의 변형 공정만이 비교적 작은 단면을 갖는 빌릿에 적용된다. 예를 들면, 비틀림이 작은 단면의 빌릿에 가해져서 중앙 섹션에 비해 표면층상의 입자 크기를 축소시킨다. 비틀림은 빌릿의 단면 변경이 요구되지 않는 경우에도 사용될 수 있다. 빌릿 단면내에 보다 단일화된 미크로 조직을 형성하기 위해, 드로잉 및 업세팅 공정이 사용될 수 있다. 업세팅 공정은 일반적으로 로드의 초기 단면에 근사하거나 또는 그보다 큰 단면을 갖는 로드를 생성한다. 업세팅과 관련된 신장은 빌릿이 초기에 처리된 것보다 작은 빌릿 단면을 생성할 수 있다.

비틀림의 인가가 초 소성 변형(super plastic deformation: SPD)이 발생하는 온도에 가까운 온도에서 행해지는 경우, 비틀림은 드로잉 또는 업세팅없이 소정 빌릿 단면내에 균일한 미크로 조직을 생성하도록 인가될 수 있다. 따라서, 소정 입자 크기의 축소가 발생된다. 비틀림의 인가동안, 변화가 빌릿의 내부 영역내에서 발생되며, 대체로 약한 변화가 공지된 SPD이 특성에 기인하여 외부 층에서 발생된다. 이러한 단계는 빌릿내에 균일한 세립 미크로 조직이 형성되도록 한다.

비교적 넓은 단면을 갖는 로드를 처리하기 위해 수개의 변형 기술(단계)가 사용될 수 있다. 이들 기술은 연속적으로 또는 동시에 적용될 수 있다. 동시에 사용된 여러 변형 기술은 변형동안 축방향 압력을 감소시킨다. 또한, 동일한 섹션의 처리는 이전의 변형 기술의 조합을 재적용하거나 또는 변형된 기술의 조합을 사용하여 반복될 수 있다. 예를 들면, 순차적인 열처리 기간동안 가열 온도를 감소시키는 것은 단지 하나의 열처리에 의한 것보다 미세한 세립 미크로 조직을 초래할 수 있다. 여러 처리의 조합의 전체적인 결과는 변형 특성의 변화를 발생시킨다. 따라서, 빌릿의 특정 물리적 및 기계적 성질의 형성에 충분한 처리가 행해진다.

특정 기술 및 이들이 특정 미크로 조직을 달성하는데 사용되는 정도는 물질의 변형 특성에 의해 영향을 받을 수 있다. 티타늄 합금과 같은 국소적 변형을 일으키기 쉬운 물질에 대해서, 수개의 기술을 사용하여 빌릿을 동시에 처리하는 것이 필요할 수 있다. 이러한 처리는 변형의 균질성을 증가시킨다. 내열성 니켈 합금과 같은 저가소성 합금에 대해 유사한 처리가 유용하다. 내열성 니켈에 대해, 변형 균질성의 증가는 빌릿의 변형의 증가를 초래한다. 또한, 단일-상 니켈 합금과 같은 매우 다양한 크리프 시스템을 갖는 물질에 대해, 상기 기술 중 적어도 하나가 가능하다.

본 발명에 의해 구현되는 경제적 효율성은 소비된 에너지 및 물잴의 양과 관련하여 결정된다. 조립 미크로 조직을 세립 미크로 조직으로 변형시키기 위해, 비교적 작은 빌릿 섹션의 광대한 변형이 요구될 수 있다. 광대한 빌릿 변형은 빌릿의 압출 및 업세팅과 같은 다수의 반복적인 기술을 이용함으로써 행해질 수 있다. 그러나, 이들 기술은 매우 에너지 집약적이다. 다른 에너지 집약적인 방법은 균질한 세립 미크로 조직을 생성하는데 종종 사용되는 광범위한 빌릿 단조이다. 빌릿을 다수 회 가열하는 것이 요구될 수 있는데, 이는 한번의 가열 처리가 이들 물질의 균일한 입자 크기 축소를 달성할 수 없기 때문이다. 다수 회 가열하는 것은 매우 에너지 집약적이며, 압축 방향을 교대로 바꾸면서 빌릿의 업세팅을 요구하는 다수의 단조 기술이다. 이들 기술은 격렬한 변형, 약간의 변형 및 변형이 존재하지 않는 섹션을 갖는 빌릿 섹션을 발생시킨다. 이러한 유형의 변형 분포는 과도한 에너지 사용을 초래하는데, 이는 변형 회복이 부족하게 처리된 섹션에서 발생되기 때문이다. 따라서, 이들 섹션에 있어서, 재결정 방법에 요구되는 구조적 결함을 축적하는데 보다 많은 에너지가 사용된다.

본 발명에 의해 구현된 방법에 있어서, 변형이 빌릿에서 국소화된다. 따라서, 재결정 단층(dislocation) 밀도가 업세팅 및 단조에 비해 국소화 변형에서 보다 딸리 도달될 수 있다. 또한, 마찰력을 극복하기 위한 에너지 소비가 감소된다. 이러한 감소는 압출 및 업세팅 동안 발생되는 크리프 마찰이 롤러에 의해 구름 마찰로 대체되기 때문이다.

단조와 대조적으로 본 발명에 의해 구현되는 방법을 사용한 결과에 따른 원료 절감은 특정 미크로 조직을 달성하기 위

한 생산 단계의 수의 감소에 기인한다. 본 방법은 일 단계의 방법으로 이루어질 수 있으므로, 반복 가열 및 플래시 제거에 기인한 금속의 손실이 방지된다. 본 발명에 의해 구현된 방법은 또한 단면 직경의 미소한 감소가 없는 빌릿의 제조를 허용한다. 작은 초기 직경의 로드는 단조보다는 본 발명에 따른 방법에 의해 처리될 수 있다. 따라서, 화학 성분, 상 및 입자 균질성이 결여된 큰 직경의 빌릿을 사용하는 것을 회피할 수 있다.

본 발명에 의해 구현된 방법은 무거운 장비 및 무거운 부하의 프레스를 필요로 하지 않는다. 업세팅을 달성하기 위한 힘은 공지된 업세팅 동안 관련된 것보다 작다. 또한, 본 발명에 의해 구현된 방법은 로드의 곡률 및 원주와 같은 로드의 형상을 보정하는데 사용될 수 있다. 이 방법은 또한 재료 절감을 촉진하며 압연은 형상 정확도 및 표면의 명확성(" 마무리 가공" 으로도 알려짐)을 촉진시킨다.

본 발명에 의해 구현된 방법은 세립 조직의 물질에 대응하는 물리적 및 기계적 성질을 갖는 큰 직경의 긴 로드의 제조를 허용한다. 본 방법은 일부가 비교적 조립 구조의 결과로 증가된 내열성을 포함하며 다른 부분이 입자 정제에 의한 고강도 특성을 포함하는 샤프트의 제조를 허용한다. 본 발명에 의해 구현된 방법은 또한 다양한 크기의 단면, 직경 및 길이를 갖는 빌릿의 제조를 허용하며 초기 빌릿 크기를 유지할 수 있다.

본 발명에 의해 구현된 방법의 다음의 예들은 빌릿에 재료 가소성을 제공한다. 압연하고 롤러에 의해 변위된 재료로부터 리지 형성을 제거하기 위해 축소동안 빌릿의 축을 따라 신장력을 가하는 것과, 측면의 유체 정력학적인 배수에 의해 생성된 서로 120° 로 이격되게 위치될 수 있는 적어도 3개의 롤러를 통해 빌릿을 압연하는 것과, 변형 방향의 변경 및 크리프의 증가가 나타날 때 역방향 비틀림을 가하고, 빌릿의 축을 따라 압축력을 가함으로써 축소시키는 것. 또한, 업세팅 단계는 압연과 동시에 행해질 수 있다.

처리 동안 빌릿의 안정성을 증가시키기 위해, 다음의 기술(단계)가 적용될 수 있다. 빌릿을 그 축방향 축을 중심으로 압연시킨 후 업세팅하는 것(여기서, 이동량은 측방향 변형량보다 커서는 안된다)과, $б_u > б_i < б_e$의 조건하에서 압연과 동시에 업세팅하는 것.

본 발명에 의해 구현된 부가적인 방법은 빌릿의 축을 중심으로 종방향 측방향 압연을 행한 후 업세팅하는 단계와, 처리 압력하에서 빌릿의 길이를 연속적으로 변형시키는 단계와, 회전축이 서로 120° 로 위치된 빌릿 축 롤러와 교차 각을 이루도록 빌릿을 압연하는 단계를 포함한다.

3개의 빌릿 직경보다 크지 않은 길이를 갖는 빌릿 섹션을 변형시키는 것은 구조적으로 균질하지 않은 빌릿 섹션을 생성할 수 있다. 빌릿 단부는 세립 미크로 조직을 가지며, 중앙부는 조립 미크로 조직을 갖는다. 업세팅 후, 빌릿은 균질한 디스크로 형성될 수 있다.

본 발명에 의해 구현된 방법은, 특정 온도로 가열하여 소정 변형률의 변형 $_{tr}$ 을 겪게하여 세립 미크로 조직을 생성한다. 작게 각진 입자(아립자)를 갖는 재료를 생성하기 위해, ε_{tr} 이 진 변형(true strain)인 경우 ε_{tr} ="0.3-0.6의" 변형량이 적절하다. 10㎛까지 정제하는 경우, 변형량은 $\varepsilon_{tr} \geq 3$이어야 하며, 하부-미소-결정 또는 나노-구조를 형성하기 위해, 진 변형은 $\varepsilon_{tr} \geq 5$이다. 따라서, 보다 많은 변형이 보다 작은 크기의 입자에 대응한다.

단일-상 재료에 대하여, 보다 낮은 가열 온도가 사용될 수 있는데, 이는 다중-상 재료에 비한 입자 성장 특성 차 때문이다. 다중-상 재료의 미크로 조직은 보다 안정하므로 입자의 성장을 억제하는 용해 온도는 상한 온도를 제한한다. 하한 온도는 재료의 확산 활동성에 의해 결정된다. 예를 들면, 내열성 내켈 합금에 대해, 가열 온도는 $0.5T_{melt}$ 이며, 여기서 T_{melt} 는 용융 온도이면서 경화하는 상호금속 상에 대한 용해 온도이다. 티타늄 합금 빌릿에 대해, 가열 온도는 ($T_{a.t.}$ -150℃)로 제한되는데, 여기서 $T_{a.t.}$ 는 동소체 변형의 온도이다.

본 발명에 의해 구현된 변형률은 초가소성 조건에 상응하는데, 이는 변형이 증강되기 때문이다. 티타늄 합금에 대해, 세립 미크로 조직으로의 완전한 변형을 달성하기 위해, 수개의 변형 기술이 동시에 사용될 수 있다. 이들 기술은 비틀림 인가, 압연 및 업세팅을 포함할 수 있다. 본 발명에 의해 구현되는 다른 방법은 큰 단면의 티타늄 합금 로드를 처리하기 위해, $T_{a.t.}$ - $T_{a.t.}$ +(10-50)℃의 온도까지 빌릿을 가열하며 1.5-2배로 그 단면을 감소시키는 것이다. 처리된 섹션은 그 뒤 1℃/s 이상의 속도로 냉각 또는 담금질된다. 그 뒤 예컨대 롤러에 의해 $T_{a.t.}$ 이하의 온도에서 비틀림 및 업세팅이 가해질 수 있다. 이 방법은 경화능력을 증가시키며, α-상 입자의 얇은 군체(colony)의 전개를 야기한다. 또한, 이 방법은 동소체 변형 온도 아래의 온도에서의 변형 처리 동안 보다 균질적으로 분산된 미크로 조직의 전개를 촉진시킨다.

본 발명에 의해 구현된 방법은 응력 유동의 민감도의 계수 m과 같은 기계적인 변형 파라미터를 모니터하도록 한다. 이 계수는 인장, 신장 및 압축 처리동안 모니터된다. 비틀림 처리동안의 단계에서의 정밀한 모니터링은 초기 구조의 요구되는 미소-결정 미크로 조직로의 변형을 평가하는 것을 가능하게 한다. m이 0.3보다 크면, 또는 변형 압력량의 추가 증가에 의해 현저히 변하지 않으며, 주된 구조적 변경이 완료되어, 세립 미크로 조직이 형성된다.

도 1 및 도 2는 본 발명에 의해 구현된 방법의 단계를 적용하는 장치를 도시한다. 장치는 프레임(1), 노(2) 및 3개의 롤러(3, 4, 5)를 포함한다. 이 롤러는 윈도우(6, 7, 8)를 통해 노내로 삽입된다. 장치는 또한 롤러의 측방향 변형을 위해 유압 실린더(9, 10, 11)를 내포한다. 캐리지(12)가 프레임 또는 플레이트(13)상에 장착되어 프레임(13)내에서 가이드(14, 15)를 따라 점진적으로 이동될 수 있다. 베어링(16, 17), 기어(18, 19) 및 구동장치(20)는 프레임(1)을 회전시킨다. 이동성 스탠드(21, 22)는 핀(23, 24)의 본체내에 위치된다. 핀은 대응적으로 좌우측 스톡(29, 30)의 본체내에서 베어링(25, 26, 27, 28)상에 장착된다. 스톡(29, 30)은 또한 프레임(13)상에 장착되어 가이드(14, 15)를 따라 이동한다. 핀(23, 24)의 단부(31, 32)는 빌릿의 비틀림 및 신장동안 클램프로서 작용한다. 클램프 사이에 빌릿을 파지하기 위한 기구는 도 1에 도시되어 있지 않다. 또한, 장치는 스탠드(21, 22)를 이동시키고 빌릿(33)에 축방향 힘을 가하기 위한 구동장치(34, 35)를 갖는다. 구동장치(36, 37)는 교정기(40, 41), 베어링(42, 43, 44, 45) 및 기어쌍(46, 47; 48, 49)를 통해 빌릿(33)에 비틀림력을 제공한다.

도 3a 내지 도 3h는 본 발명에 의해 구현된 빌릿을 처리하기 위한 시스템을 도시한다. 도면은 스탠드(21, 22)가 빌릿의 축을 따라 이동될 수 있으며 클램프(31, 32)와 120° 의 각도로 위치된 3개의 롤러(3, 4, 5)를 사용하여 역방향의 비틀림 인가를 허용하는 것으로 도시한다. 롤러(5)는 도 5에 도시되어 있지 않다.

도 4는 장치의 작동을 설명하는 도면이다. 스탠드(51, 52)는 샘플의 축을 따라 이동될 수 있으며, 클램프(53, 54)를 사용하여 역방향의 비틀림을 인가하도록 한다. 노(55)는 빌릿을 가열하는 가열원(56)을 제공한다. 빌릿의 두꺼운 단부(50)에, 슬롯(57, 58)이 형성되어 비틀림 동안의 이동을 돕는다. 업세팅 동안 롤러의 역할을 하며 빌릿을 안정화하는 인서트(59, 60) 처리된 섹션을 고정시킨다. 클램프(61)는 업세팅 및 비틀림 인가의 단계 동안 인서트를 안정화시킨다. 클램프 및 인서트는 처리하에 있는 빌릿보다 연질의 재료로 제조된다.

예 1. 본 발명에 의해 구현된 방법은 도 1에 도시된 장치내에서 수행된다. 도 3a 내지 도 3h를 참조로 방법에 대해 설명한다. 로드형 빌릿(33)은 길이가 폭의 수배이다. 처리가 시작될 때, 빌릿은 스탠드(21,22)상에 장착되어 클램프(23,24) 사이에 유지된다. 롤러(3, 4, 5)는 노(2)와 함께 캐리지(12)상의 섹션을 프레임(13)을 따라 이동시킨다. 노(2)는 도면에 도시되어 있지 않다.

일반적으로, 처리를 위한 특정한 섹션 선택이 제한되지 않는다. 그러나, 소정 섹션의 선택은 후에 사용되는 목적에 좌우된다. 빌릿(33)의 중앙이 처리되는 경우, 빌릿의 단부는 스탠드(21, 22)상에 위치되어 클램프(23, 24)로 고정된다. 따라서, 롤러(3, 4, 5)는 노(2)와 함께 캐리지(12)상의 처리된 부분을 이동시킨다. 전체 빌릿(33)의 처리가 요망된다면, 노(2) 및 롤러(3, 4, 5)는 빌릿의 일단부 예컨대 우측 단부로부터 이동된다. 이러한 계획에서, 롤러는 스탠드로 작용한다.

빌릿(33)을 변형 온도까지 가열한 후에, 빌릿은 전기 모터(38, 39), 교정기(40, 41) 및 기어 쌍(46 내지 49)에 의해 회전된다. 빌릿의 섹션에 대한 압연 및 빌릿의 측방향 축으로의 롤러 이송의 결과로 축소가 실행된다. 이러한 이동은 유압 실린더(9, 10, 11)에 의해 달성될 수 있다. 빌릿 단부의 축소를 향상시키고 축소되지 않은 섹션 표면상에 리지(버클링)가 형성되는 것을 방지하기 위해, 회전축은 빌릿축내에서 특정 교차각을 이룬다. 이 경우에 있어서, 힘이 빌릿 축을 따라 지향된다. 이 힘은 처리된 섹션의 부분을 빌릿의 축방향으로 변위되도록 한다. 이 변위량은 롤러에 의해 변위된 양과 동일하다. 도 3c는 빌릿 단부에 위치되지 않은 부분의 단면 감소를 도시한다. 클램프(31, 32)를 통해 신장력(F)이 가해진다. 앞의 경우에서와 같이, 리지가 생성되지 않는데, 이는 롤러와 클램프의 충돌이 빌릿의 양 단부에서의 변위를 제공하기 때문이다. 앞에서와 같이, 이 변위량은 롤러에 의해 변위된 금속의 양과 동일하다. 도 3c에 있어서, 이 변위는 점선으로 도시되어 있다. 축소된 섹션의 길이는 변형 온도까지 가열된 빌릿 부분에 의해 제한된다. 도 3d는 축소된 섹션의 길이가 롤러의 길이보다 큰 것을 도시한다. 반대 방향의 힘을 갖는 모멘트(M)가 빌릿의 단부에 가해진다. 이들 모멘트(M)는 처리된 섹션의 가소성 비틀림을 제공한다(도 3e). 가소성 비틀림 동안, 표면은 압연되고, 비틀림 후, 로드의 단면 크기에 따라, 롤러와 노가 빌릿의 축을 따라 이동되거나 또는 업세팅이 가해진다. 그 뒤 다음 섹션의 처리가 시작된다.

새로운 빌릿 섹션에 대한 이동은 빌릿으로부터 롤러를 측방향으로 제거하고, 빌릿의 축을 따라 롤러를 설치하고 빌릿의 축을 따라 롤러를 설치함으로써 다음 빌릿 섹션에 대해 단계를 반복함으로써 단계적으로 수행될 수 있다. 롤러 회전 축은 빌릿의 축과 각도를 이루고, 동시에 신장력을 가하면서 빌릿을 따라 빌릿을 가로질러 롤러를 이동시킨다.

업세팅은 빌릿에 대해 압축력(P)을 인가함으로써 수행된다. 처리하에 있는 빌릿 섹션의 압연은 업세팅과 동시에 수행되어 변형 균질성을 제공한다. 업세팅은 여러 단계를 이용할 수 있다. 일 단계는 도 3d 및 3e에 도시되어 있다. 업세팅이 시작되기 전에, 롤러는 빌릿의 일 단부 예컨대 우측 단부로 이동된다. 따라서, 갭롤러와 빌릿의 좌측면 사이에 갭(δ)이 형성된다. 우측 롤러와 스탠드의 위치설정은 고정된다. 좌측 스탠드는 그 뒤 양(Δ)만큼 변위된다. 이 양은 힘(P)을 인가함으로써 처리된 섹션의 좌측면에 대한 업세팅을 수행하기에 충분하다. 업세팅은 갭이 사라질 때까지 계속된다.

또한, 업세팅은 처리된 빌릿 섹션의 전체 길이를 따라 수행된다. 스탠드는 운동력과 함께 빌릿에 압력(P)을 인가한다. 또한, 롤러는 측방향으로 이동하고 변형된 섹션의 직경을 증가시켜 빌릿 표면을 압연하고 배럴 형성을 방지한다. 변형 압력을 감소시키고 균질한 변형을 증가시키기 위해, 빌릿 섹션은 가소성 비틀림 및 업세팅을 인가하도록 동시에 처리된다. 업세팅은 상기 압연과 동시에 적용될 수 있다. 이 방법은 도 3f 및 도 3g에 도시된 바와 같이, 스탠드 사이의 모든 섹션이 처리될 때까지 계속된다. 빌릿의 두꺼운 단부는 빌릿의 초기에 적용된 것과 동일한 단계를 이용하여 처리된다. 빌릿에 대한 업세팅 단계는 도 3h에 도시되어 있다.

예 2. 수개의 합금이 본 발명에 의해 구현된 방법을 사용하여 처리된다. 처리는 초기의 거친 박막 구조를 갖는 2-상 티타늄 합금 "BT8"을 사용하여 수행된다. 티타늄(α+β) 합금은 국소 변형을 나타내는 경향이 있지만, 박막 α-상은 안정하다. 따라서, 이들 합금은 내열성 니켈 합금만큼 쉽게 균질한 미소-결정 구조를 형성하지 못한다. BT8 합금에 부가하여, 다중-상 내열성 니켈 합금 "YI962"는 처리된다. 비용을 절감하기 위해, 도 4에 도시된 장치를 사용하여 직경 15mm 및 길이 50mm의 합금에 대해 처리가 수행되었다.

예 2.1. 2-상 티타늄 합금 BT8 샘플의 일 섹션내에 균질한 구형 미고-결정 미크로 조직을 포함하는 특정 미크로 조직을 생성하는데 연구된 처리. 수개의 샘플이 제조된다. 처음에, 샘플들은 박막 미크로 조직(도 5)를 갖는다. 변형된 β-

상 입자의 크기는 1500-2000㎛ 및 α-상 입자의 군체는 200-300㎛이다. 처리될 섹션은 10mm의 직경 및 길이를 갖는다. 압축 동안, 섹션의 단면 크기는 그것의 초기 직경에 가깝다. 샘플 1, 2, 3은 본 발명에 의해 구현된 방법을 사용하여 950℃에서 처리되며, 샘플 4는 표 1의 조건에 따라 처리된다. 이 표는 또한 처리의 결과를 포함한다.

표 1

샘플 번호	처리 조건	처리 결과
1	진 변형 1로 섹션을 축소시키는 업세팅	플레이트를 부분적 구조적 구형태를 갖는 파편으로 굽히고 붕괴함
2	축소된 섹션을 2회 비틀고 그 다음 진 변형 1로 업세팅. 빌릿의 평균 총 변형은 3임.	5㎛의 평균 입자 크기를 갖는 구형 구조의 85% 변형.
3	축소된 섹션을 8회 비틀고 진 변형 1로 업세팅.빌릿의 평균 총 변형은 8.5임.	5㎛의 평균 입자 크기를 갖는 구형 구조의 95% 변형.
4	축소된 섹션을 8회 비틀고 진 변형 1로 업세팅.빌릿의 평균 총 변형은 8.5임.	단면 전체에 걸쳐 균질한 구형 구조 형성.

예 2.2. 이 처리는 본 발명에 의해 구현된 방법 및 단계를 사용하여 내열성 니켈 합금내에 미소-결정 구조를 생성하도록 설계된다. 100㎛이 평균 입자 크기를 갖는 조립 내열성 니켈 합금(YI962)의 샘플이 도 3a 내지 도 3h에 도시된 바와 같이 클램프내에 고정된다. 샘플은 1080℃의 온도로 가열되었다. 가열후, 소성 비틀림이 빌릿에 가해진다.

비틀림의 인가는 샘플이 평균 양으로부터 5%까지 더 이상 안정하지 않을 때까지 행해진다. 업세팅은 섹션의 직경이 대략 그 초기 직경과 동일할 때까지 행해진다. 비틀림은 변형의 인가와 동시에 가해진다. 평균 총 변형량은 3.8이다. 금속 조직학적 분석은 미소-복식 미크로 조직은 3-4㎛ 범위의 매트릭스 입자 크기 및 1-2μ범위의 내부-금속 상 입자 크기를 갖도록 형성된다는 것을 나타낸다. 본 발명에 의해 구현된 방법은 상이한 재료내에 입자 정제를 발생시킨다. 또한, 방법은 구조적으로 불균질한 빌릿이 생성될 수 있음을 확인시켜 준다.

예 2.3. 박막 구조를 갖는 티타늄 합금(BT8)의 샘플이 처리되었다. 이러한 처리는 15mm의 직경과 20mm의 길이를 갖는 불균질한 구조를 생성한다. 두꺼운 단부의 미크로 조직(단부로부터 약 5mm 떨어진 거리)는 중앙 섹션이 박막 미크로 조직의 조립을 갖는 미소-결정 미크로 조직이어야 한다. 서로 20mm 떨어져 위치된 두 개의 10mm 섹션은 예 2.1에서와 같이 처리된다. 중앙 섹션은 그 뒤 절단된다. 샘플은 그 뒤 업세팅된다. 950℃ 및 $10^{-3}\ s^{-1}$ 의 변형률에서 변형량은 80%이다. 비교를 위해, 균질한 조립 빌릿이 동일한 조건하에서 업세팅된다. 결과는, 구조적으로 불균질한 샘플에 있어서는, " 배럴 형상" 및 미형성 구역이 없으며 구형의 균질한 미크로 조직이 형성된다는 것을 나타낸다. 그러나, 조립의 균질한 샘플은 " 배럴 형상" 의 측면, 변형이 없는 단부 구역 및 구형 미크로 조직을 나타내었다. 본 예는 본 발명에 의해 구현된 방법의 장점을 나타낸다.

과도한 길이의 빌릿에 적용하였을 때의 본 발명의 이론적 결과 및 평가

충분한 길이의 큰 직경을 갖는 빌릿을 사용하는 처리는 고가이므로, 본 발명에 의해 구현된 상이한 조건 및 단계의 이론적 평가가 행해졌다. 처리 시간에 요구되는 인가 힘의 변형량 및 빌릿의 구조적 안정의 손실없이 업세팅을 시작하는데 필요한 초기 압력량이 평가되었다. 결과는 본 발명에 의해 구현된 방법은 동시에 적용된 수개의 변형 단계를 포함할 수 있음을 나타낸다. 예를 들면, 축소 인가, 드로잉, 업세팅 및 비틀림 인가는 동시에 정제된 입자를 생성할 수 있다. 입자 정제를 위해 변형을 유지하는 단계 및 축방향 압력을 감소시키는 단계는 소망의 결과를 제공한다. 예를 들면, 비틀림의 인가 동안, 100 내지 250mm 범위의 직경을 갖는 소정의 빌릿 섹션을 업세팅하기 위한 압력은 5mm/분의 변형률에서 10톤보다 작고 50mm/분의 변형률에서 60톤보다 작다. 비틀림없는 업세팅을 위해, 상기의 3 내지 5배의 인가 압력이 필요할 수 있다. 비교시, 내열성 니켈 및 티타늄 합금으로 형성된 100-250mm 직경의 미고-결정 굿의 로드가 압출(

프레싱) 및 수천톤의 힘을 인가함으로써 생성될 수 있다. 계산에 의하면, 비틀림 압력을 갖는 업세팅은 구조적 안정성의 손실을 야기하지 않고 빌릿을 변형시킨다. 따라서, 인가된 힘은 빌릿이 휘어지도록 하는 임계 힘보다 작다. 따라서, 100 내지 300mm의 직경을 갖는 빌릿에 요구되는 비틀림 모멘트는 1-14tm이다.

상기 변형률에서 100mm 길이 섹션내에 세립 미크로 조직을 생성하는 시간은 2-10분이며, 100-300mm의 직경을 갖는 2m 길이의 로드에 대해서는 약 2시간이다. 이들 시간은 200mm의 직경 및 400-500mm의 길이를 갖는 빌릿의 등온 단조에 대한 시간과 비교될 수 있다.

본 명세서에 여러 실시예가 개시되어 있지만, 당업자에 의해 다양한 요소의 조합, 변형 또는 개선이 행해질 수 있으며, 이러한 것들은 본 발명의 범위내에 있음이 인식될 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

빌릿의 단면 감소를 통한 빌릿의 적어도 일 섹션의 변형을 포함하는 금속 및 합금 처리 방법에 있어서,

긴 로드형 빌릿을 제공하는 단계와,

빌릿을 그 축을 따라 또한 그 축을 가로질러 이동시킴으로써 빌릿의 단면을 감소시키는 단계와,

빌릿을 그 표면에 대해 압연하는 단계와,

빌릿을 위치시키기 위한 적어도 하나의지지 스탠드를 제공하는 단계와,

미리 특정된 변형 레벨로 변형(strain)을 인가하는 단계를 포함하며, 상기 변형 인가 단계는 빌릿을 변형시키는 단계를 포함하며, 이 변형 단계는 빌릿에 비틀림을 인가하는 단계와 빌릿에 신장력을 가하는 단계에서 선택되며,

상기 스탠드는 고유한 물리적 및 기계적 특성을 갖는 미크로 조직을 제공하기에 충분한 온도에서 빌릿을 변형시킬 수 있는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 스탠드 및 클램프를 사용하여 빌릿의 축을 따라 압력을 가하는 단계를 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 롤로에 의해 빌릿을 측방향으로 압연하는 단계를 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 롤러들을 통하여 빌릿을 종방향 및 측방향으로 압연하는 단계를 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 상기 빌릿을 압연하는 단계와 그 회전축이 빌릿의 축과 교차각을 이루는 롤러들을 통하여 빌릿에 소정 각도로 지향된 힘을 발생시키는 단계를 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 빌릿을 서로 120 ° 간격으로 위치된 3개의 롤러를 통과시키는 단계를 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

변형된 빌릿의 길이는 로드의 감소된 단면의 3개의 최소 직경을 초과하지 않는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 빌릿을 축소시키는 단계는 빌릿의 종방향 축을 따라 압축력을 가하는 단계를 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 변형 단계는 스탠드 및 롤러를 사용하여 비틀림을 인가하는 단계를 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 10.

제 1 항에 있어서,

역방향 비틀림을 인가하는 단계를 추가로 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

상기 빌릿을 변형시키는 단계는 형상 롤러를 사용하여 압연하는 단계를 포함하며, 상기 롤러의 프로파일은 가장 큰 단면을 갖는 중앙 섹션과, 상기 중앙 섹션의 양측에 있으며 가장 작은 단면을 갖는 중간 섹션과, 두 개의 단부 섹션을 포함하는 수개의 섹션을 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

그 측방향 축을 중심으로 롤러를 통해 압연함으로써 빌릿을 변형시킨 후 빌릿을 업세팅하는 단계를 추가로 포함하며, 변형된 빌릿 섹션은 빌릿 섹션의 측방향 변형보다 이동되는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 업세팅 단계는 빌릿의 축을 중심으로 종방향 및 측방향으로 압연한 후에 행해지는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 14.

제 12 항에 있어서,

상기 업세팅 단계는 $\sigma_u > \sigma i < \sigma e$의 조건(여기서, σi는 압연동안 롤러에 의해 발생된 변형 저항을 고려하여 결정된 변형된 섹션에 대한 응력 강도이고, σu는 빌릿의 안정성의 손실에 의해 야기된 응력이고, σe는 빌릿의 변형되지 않은 섹션의 압축에 의해 야기된 응력임)하에서 롤러에 의한 빌릿의 압연과 동시에 수행되는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 15.

제 1 항에 있어서,

상기 변형 단계는 연속적으로 계속해서 빌릿에 적용되는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 16.

제 1 항에 있어서,

$(0.3-0.5)T_{melt}$ (여기서, T_{melt} 는 용융점임)의 온도에서 1.4의 변형 양 및 $10^{1}-10^{-2}\ s^{-1}$ 의 변형율로 3이상의 실제 변형량으로 단일-상 합금 빌릿의 섹션을 변형시키는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 17.

제 1 항에 있어서,

$(0.5-0.85)T_{melt}$ (여기서, T_{melt} 는 용융점임)의 온도에서 1.4의 변형 양 및 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 3이상의 실제 변형량으로 다중-상 합금 빌릿의 섹션을 변형시키는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 18.

제 1 항에 있어서,

압연과 함께 축소 및 비틀림을 인가하는 단계에 의해 3이상의 실제 변형량으로 박막 미크로 조직을 갖는 티타늄 합금 빌릿의 섹션을 변형시키며, 압연 단계와 동시에 수행되는 업세팅 단계와, $700-T_{a.t.}$ (여기서, $T_{a.t.}$ 는 동소체 변형 온도의 온도임)의 온도에서 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 변형시키는 단계를 추가로 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 19.

제 1 항에 있어서,

축소 단계에 의해 3이상의 변형량으로 박막 구조를 갖는 티타늄 합금 빌릿의 섹션을 변형시키고, 상기 비틀림 인가 단계는 압연 단계와 동시에 수행되며, 압연 동안 업세팅하는 단계와, 비틀림을 인가하고 $700-T_{a.t.}$ (여기서, $T_{a.t.}$ 는 동소체 변형 온도의 온도임)의 온도에서 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 축소, 업세팅 및 변형시키는 단계를 통하여 정렬시키는 단계를 추가로 포함하는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 20.

제 1 항에 있어서,

$T_{a.p.}-T_{a.p.}+(10-50)$의 온도에서 단면이 1.1배 이상 축소되는 박막 미크로 조직의 타타늄 합금 빌릿이 섹션을 변형시키고, 상기 섹션은 $1\ ^{\circ}/s$ 이상의 속도로 냉각되며, 그 뒤 $700-T_{a.p.}$ 이하의 온도에서 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 비틀림을 인가하는 단계 및 업세팅 단계가 수행되는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 21.

제 17 항에 있어서,

γ′-상의 완전 용해 온도 이하인 온도에서 내열성 니켈 빌릿이 섹션을 변형시키는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 22.

제 1 항에 있어서,

변형량의 단일-양 증분이 특정 온도 및 변형량의 10%-20%내에 있지만, 5%-10%보다 큰 응력 유동 σ_f의 변경을 초래하지 않을 때까지 빌릿을 변형시키는

금속 및 합금 처리 방법.

청구항 23.

제 1 항에 있어서,

상기 변형량의 변경 단계가 0.3-0.8의 양까지 민감도의 계수 m="$(\log N_1 - \log N_2)/(\log \xi_1 - \log \xi_2)$(여기서, N_1 및 N_2는 양 ξ_1에서 양 ξ_2로의 변형량의 변경 전 및 후에, 빌릿에 가해지는 모멘트 압력, 압축 압력 또는 신장 압력으로부터 선택된 압력의 양임)의 증가를 더 이상 초래하지 않을 때까지 특정 온도 및 변형량 ξ로 빌릿을 변형시키는

금속 및 합금 처리 단계.

청구항 24.

빌릿의 단면 감소를 통한 빌릿의 적어도 일 섹션의 변형을 포함하는 방법에 있어서,

빌릿을 제공하는 단계와,

빌릿을 이동시킴으로써 빌릿 축소시키는 단계와,

빌릿을 압연하는 단계와,

빌릿을 위치시키고 변형시키기 위한 적어도 하나의 지지 스탠드를 제공하는 단계와,

미리 특정된 변형 레벨로 변형을 인가하는 단계를 포함하며, 상기 변형 인가 단계는 빌릿을 변형시키는 단계를 포함하며, 이 변형 단계는 빌릿에 비틀림을 인가하는 단계와 빌릿에 신장력을 가하는 단계로부터 선택되며,

상기 스탠드는 고유한 물리적 및 기계적 특성을 갖는 미크로 조직을 제공하기에 충분한 온도에서 빌릿을 변형시킬 수 있는

방법.

청구항 25.

제 24 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 압력을 가하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 26.

제 24 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 빌릿을 측방향으로 압연하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 27.

제 24 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 종방향 및 측방향으로 압연하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 28.

제 24 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 상기 빌릿을 압연하는 단계와 빌릿에 소정 각도로 지향된 힘을 발생시키는 단계를 포함하는

방법.

청구항 29.

제 24 항에 있어서,

상기 빌릿의 단면을 감소시키는 단계는 다수의 롤러를 통하여 빌릿을 압연하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 30.

제 24 항에 있어서,

변형된 빌릿의 길이는 로드의 감소된 단면의 3개의 최소 직경을 초과하지 않는

방법.

청구항 31.

제 24 항에 있어서,

상기 빌릿을 감소시키는 단계는 빌릿의 종방향 축을 따라 압축력을 가하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 32.

제 24 항에 있어서,

상기 변형 단계는 비틀림을 인가하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 33.

제 24 항에 있어서,

역방향 비틀림을 인가하는 단계를 추가로 포함하는

방법.

청구항 34.

제 24 항에 있어서,

상기 빌릿을 변형시키는 단계는 압연하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 35.

제 34 항에 있어서,

상기 압연 단계는 가장 큰 단면을 갖는 중앙 섹션과, 상기 중앙 섹션의 양측에 있으며 가장 작은 단면을 갖는 중간 섹션과, 두 개의 단부 섹션을 갖는 수개의 섹션을 구비한 롤러에서 압연을 행하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 36.

제 24 항에 있어서,

압연에 의한 변형을 행한 후에 빌릿을 업세팅하는 단계를 추가로 포함하며, 변형된 빌릿 섹션은 빌릿 섹션의 측방향 변형보다 이동되는

방법.

청구항 37.

제 36 항에 있어서,

상기 업세팅 단계는 종방향 및 측방향으로 압연한 후에 행해지는

방법.

청구항 38.

제 37 항에 있어서,

상기 업세팅 단계는 압연과 동시에 수행되는

방법.

청구항 39.

제 38 항에 있어서,

상기 압연 단계는 $\sigma_u > \sigma_i < \sigma_e$의 조건(여기서, σ_i는 압연동안 롤러에 의해 발생된 변형 저항을 고려하여 결정된 변형된 섹션에 대한 응력 강도이고, σ_u는 빌릿의 안정성의 손실에 의해 야기된 응력이고, σ_e는 빌릿의 변형되지 않은 섹션의 압축에 의해 야기된 응력임)하에서 수행되는

방법.

청구항 40.

제 24 항에 있어서,

상기 변형 단계는 연속적으로 계속해서 빌릿에 수행되는

방법.

청구항 41.

제 24 항에 있어서,

$(0.3-0.5)T_{melt}$ (여기서, T_{melt} 는 용융점임)의 온도에서 1.4의 변형 양 및 $10^{1}-10^{-2}\ s^{-1}$ 의 변형율로 3이상의 실제 변형량으로 단일-상 합금 빌릿의 섹션을 변형시키는

방법.

청구항 42.

제 24 항에 있어서,

$(0.5-0.85)T_{melt}$ (여기서, T_{melt} 는 용융점임)의 온도에서 1.4의 변형 양 및 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 3이상의 실제 변형량으로 다중-상 합금 빌릿의 섹션을 변형시키는

방법.

청구항 43.

제 24 항에 있어서,

압연과 동시에 축소 및 비틀림을 인가하는 단계에 의해 3이상의 실제 변형량으로 박막 미크로 조직을 갖는 티타늄 합금 빌릿의 섹션을 변형시키며, 압연 단계와 동시에 수행되는 업세팅 단계와, $700-T_{a.t.}$ (여기서, $T_{a.t.}$ 는 동소체 변형 온도의 온도임)의 온도에서 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 변형시키는 단계를 추가로 포함하는

방법.

청구항 44.

제 24 항에 있어서,

축소 단계에 의해 3이상의 변형량으로 박막 구조를 갖는 티타늄 합금 빌릿의 섹션을 변형시키고, 상기 비틀림 인가 단계는 압연 단계와 동시에 수행되며, 압연 동안 업세팅하는 단계와, 비틀림을 인가하고 $700-T_{a.t.}$ (여기서, $T_{a.t.}$ 는 동소체 변형 온도의 온도임)의 온도에서 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 축소, 업세팅 및 변형시키는 단계를 통하여 정렬시키는 단계를 추가로 포함하는

방법.

청구항 45.

제 24 항에 있어서,

$T_{a.p.}-T_{a.p.}+(10-50)$의 온도에서 단면이 1.1배 이상 축소되는 박막 미크로 조직의 타타늄 합금 빌릿이 섹션을 변형시키고, 상기 섹션은 1°/s 이상의 속도로 냉각되며, 그 뒤 $700-T_{a.p.}$ 이하의 온도에서 $10^{1}-10^{-4}\ s^{-1}$ 의 변형율로 비틀림을 인가하는 단계 및 업세팅 단계가 수행되는

방법.

청구항 46.

제 45 항에 있어서,

γ'-상의 완전 용해 온도 이하인 온도에서 내열성 니켈 빌릿의 섹션을 변형시키는

방법.

청구항 47.

제 24 항에 있어서,

변형량의 단일-양 증분이 특정 온도 및 변형량의 10%-20%내에 있지만, 5%-10%보다 큰 응력 유동 σ_f의 변경을 초래하지 않을 때까지 빌릿을 변형시키는

방법.

청구항 48.

제 24 항에 있어서,

상기 변형량의 변경 단계가 0.3-0.8의 양까지 민감도의 계수 $m="(\log N_1-\log N_2)/(\log \xi_1-\log \xi_2)$(여기서, N_1 및 N_2는 양 ξ_1에서 양 ξ_2로의 변형량의 변경 전 및 후에, 빌릿에 가해지는 모멘트 압력, 압축 압력 또는 신장 압력으로부터 선택된 압력의 양임)의 증가를 더 이상 초래하지 않을 때까지 특정 온도 및 변형량 ξ로 빌릿을 변형시키는

단계.

청구항 49.

제 1 항에 따른 방법에 의해 형성된 제품.

청구항 50.

제 24 항에 따른 방법에 의해 형성된 제품.

청구항 51.

빌릿의 단면 감소를 통한 빌릿의 적어도 일 섹션의 변형을 포함하는 금속 및 합금 처리용 시스템에 있어서,

긴 로드형 빌릿을 제공하는 수단과,

빌릿을 그 축을 따라 또한 그 축을 가로질러 이동시킴으로써 빌릿의 단면을 감소시키는 수단과,

빌릿을 그 표면에 대해 압연하는 수단과,

적어도 하나의 지지 스탠드를 포함하는 빌릿 위치설정 수단과,

미리 특정된 변형 레벨(strain level)로 변형을 인가하는 수단을 포함하며, 상기 변형 인가 수단은 빌릿을 변형(deformation)시키는 수단을 포함하며, 이 변형 수단은 빌릿에 비틀림을 인가하는 수단과 빌릿에 신장력을 가하는 수단으로부터 선택되며,

상기 스탠드는 고유한 물리적 및 기계적 특성을 갖는 미크로 조직을 제공하기에 충분한 온도로 빌릿을 변형시킬 수 있는

시스템.

청구항 52.

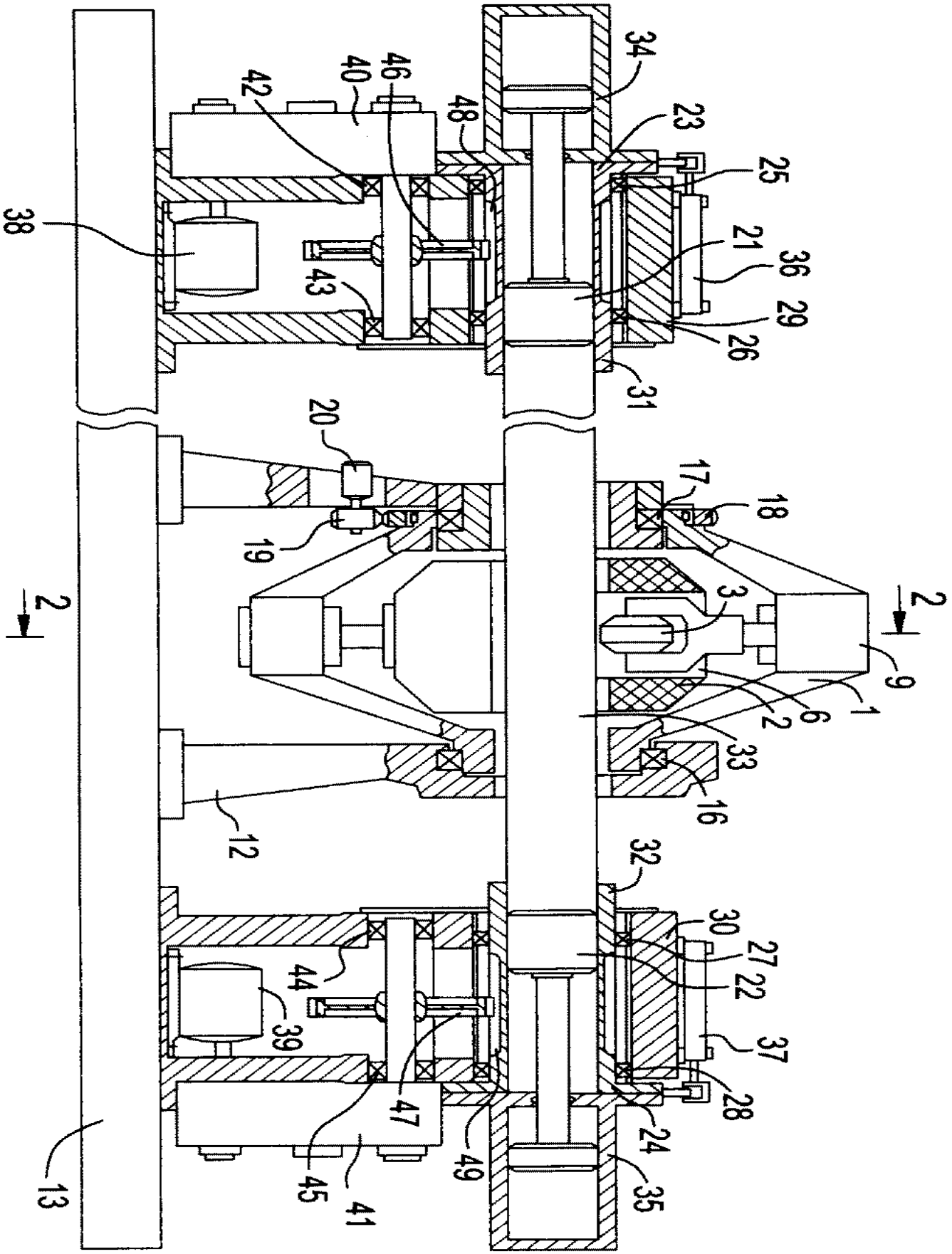
제 51 항에 있어서,

상기 빌릿을 업세팅시키는 수단을 포함하는

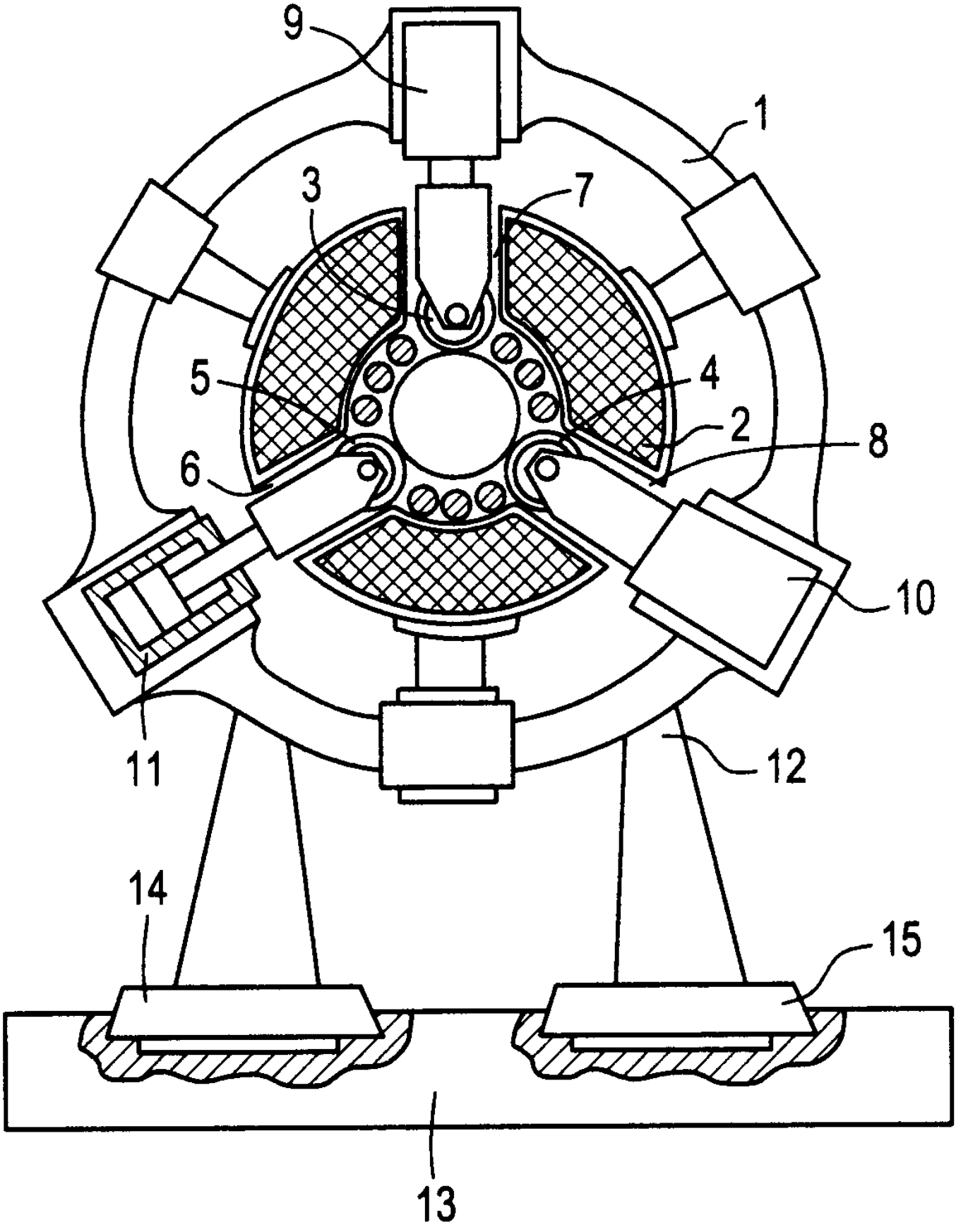
시스템.

도면

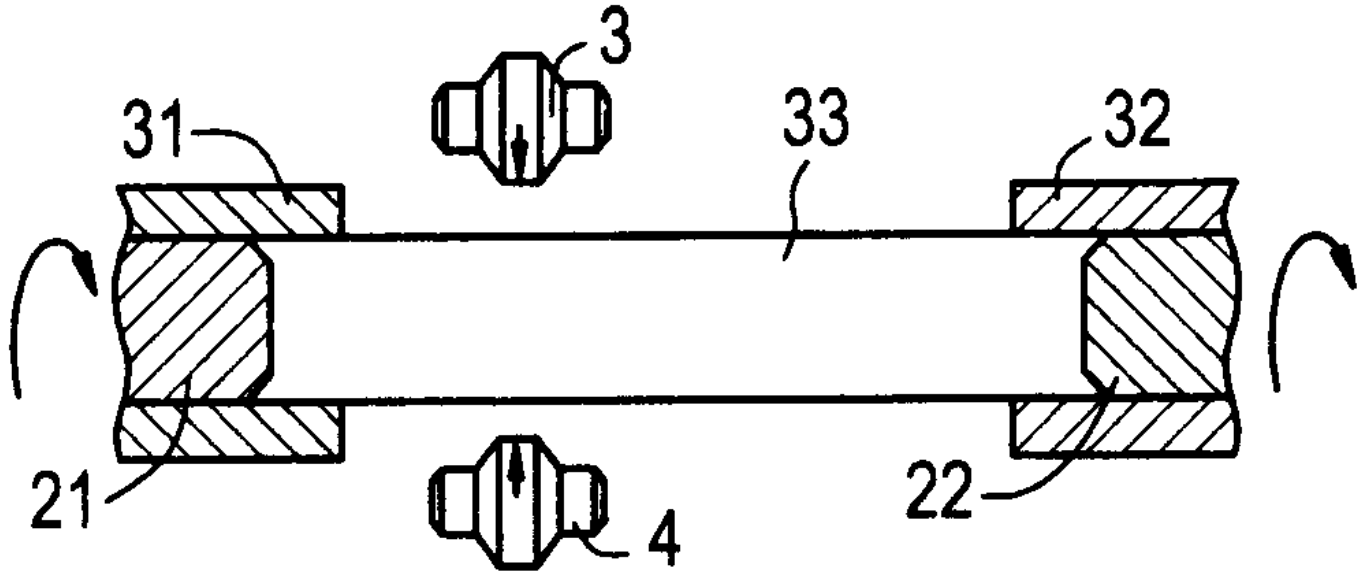
도면 1


34
23
25
21
36
29
26
31
38
43
42
40
46
48
20
19
17
18
3
9
1
2
6
33
16
12
32
30
27
22
37
28
24
35
44
39
47
45
41
49
13
2
2

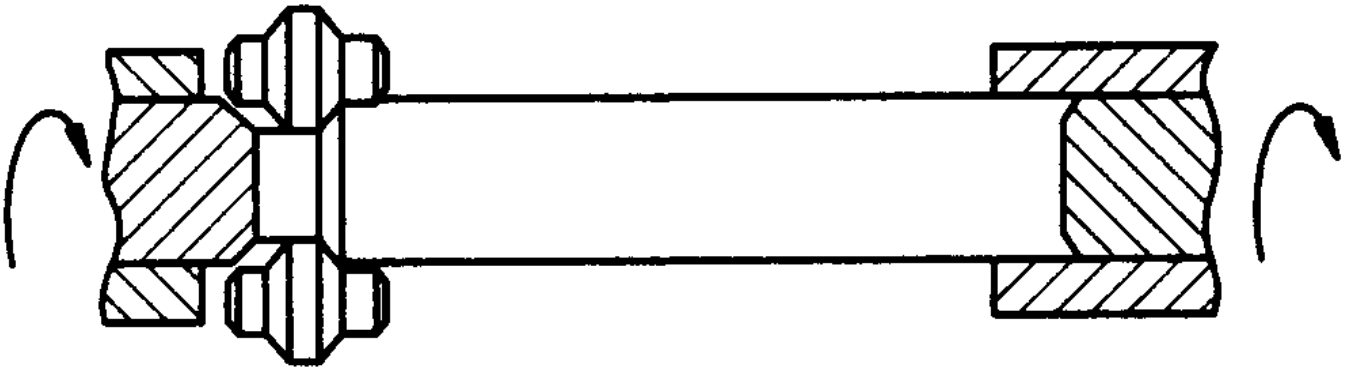
도면 2



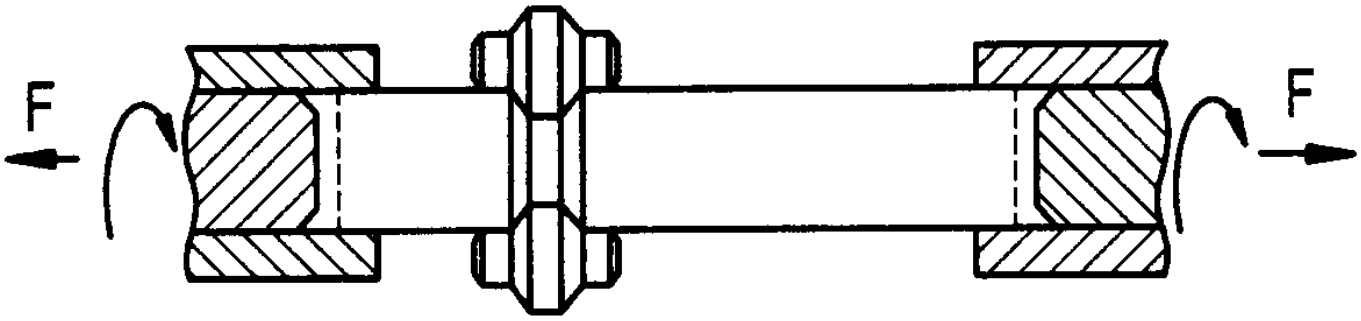
도면 3a



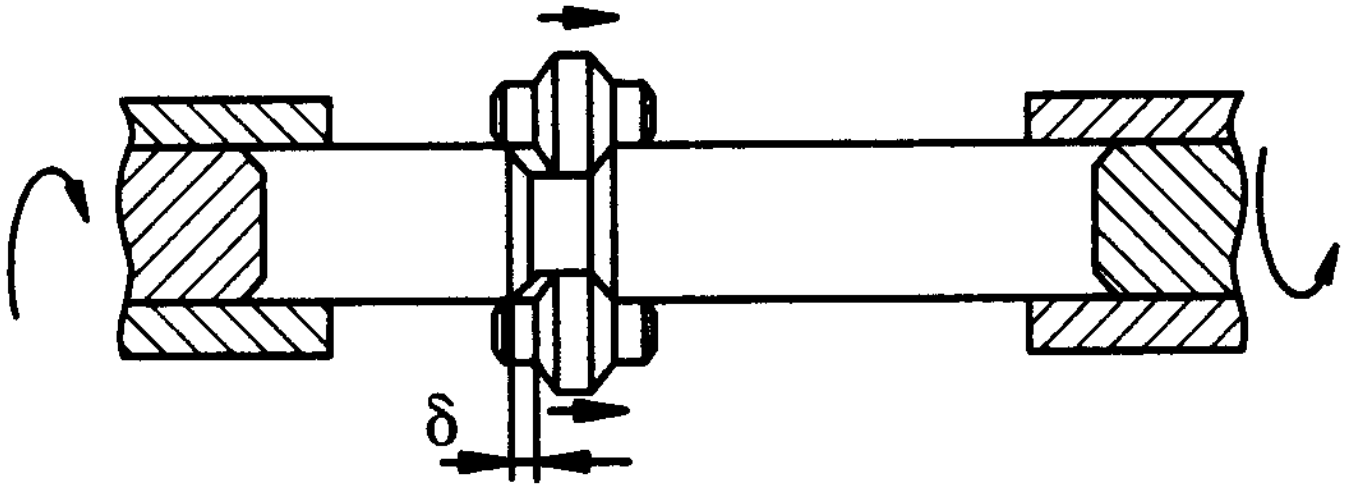
도면 3b



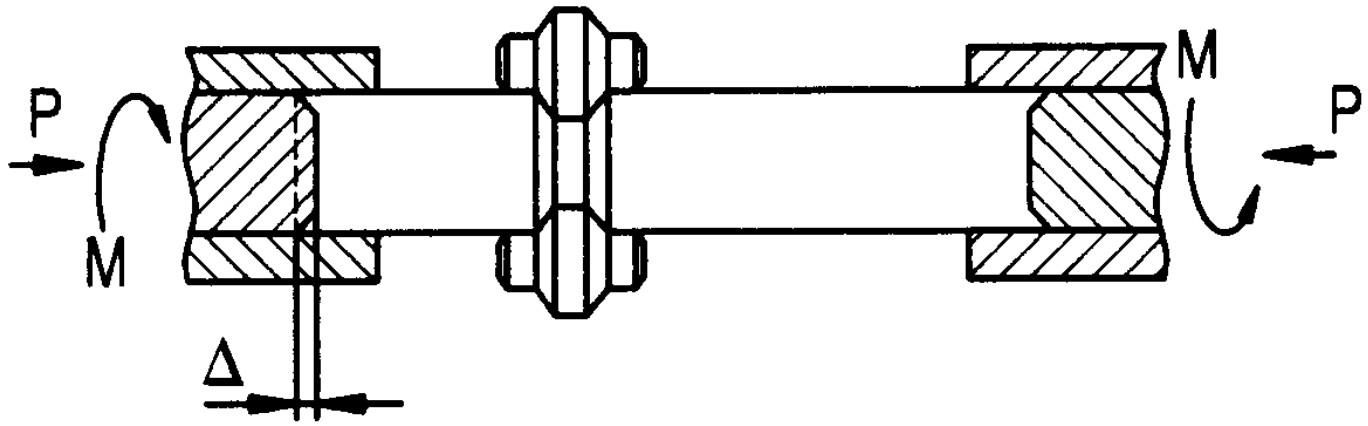
도면 3c



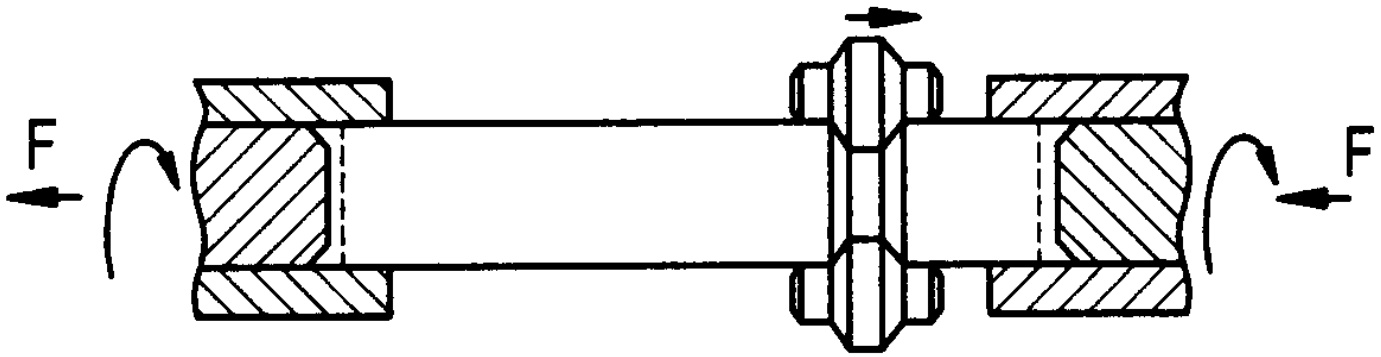
도면 3d



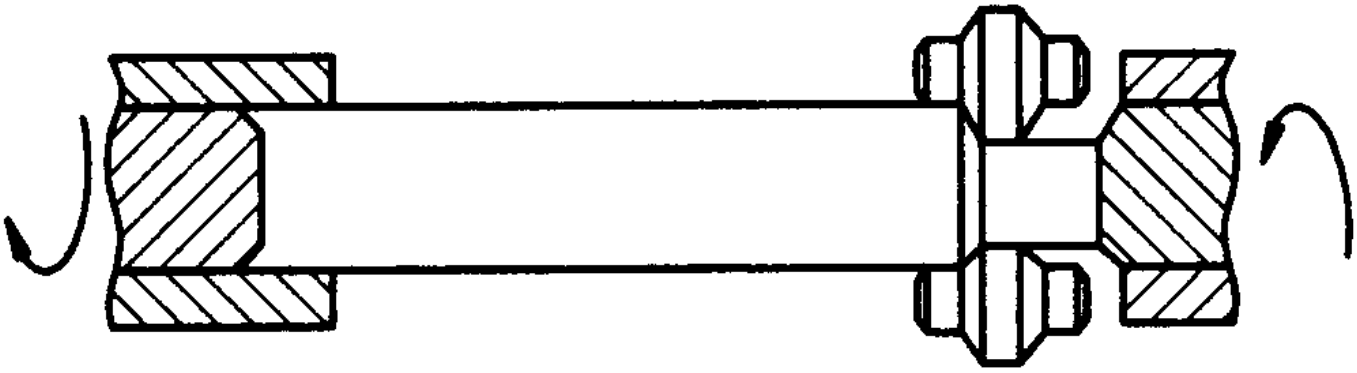
도면 3e



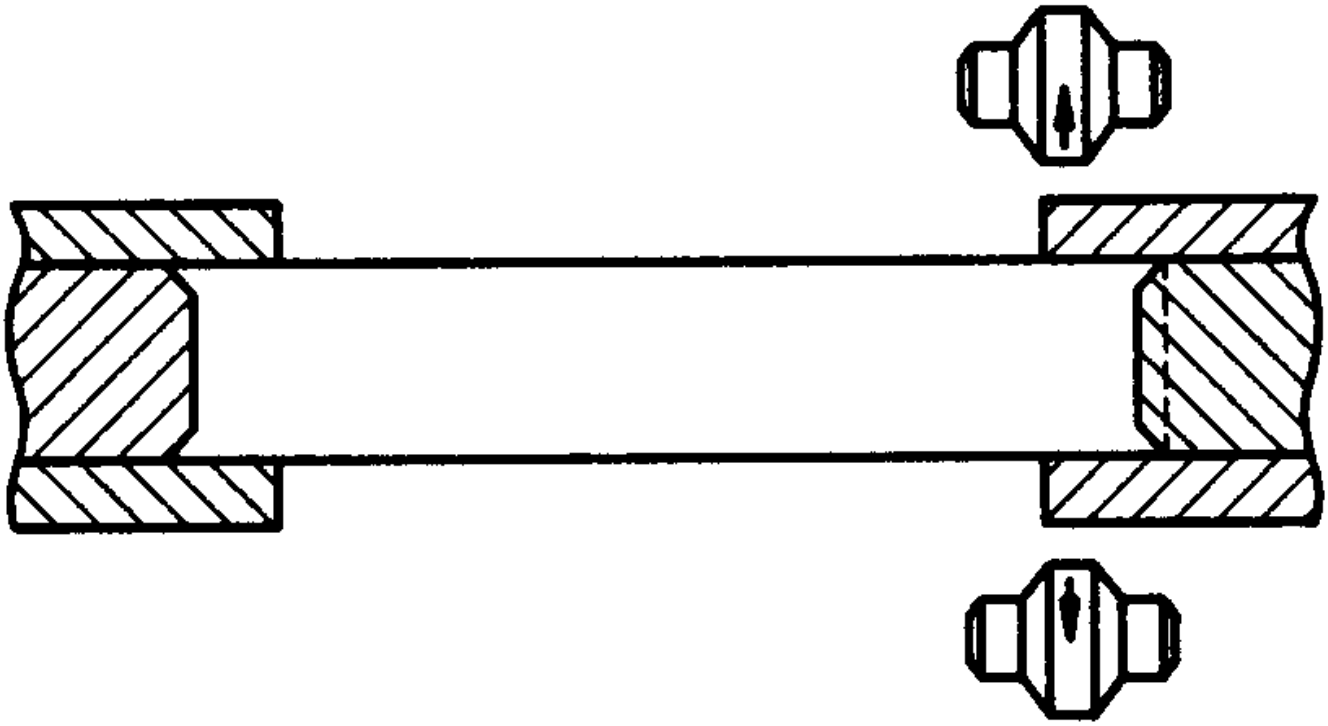
도면 3f



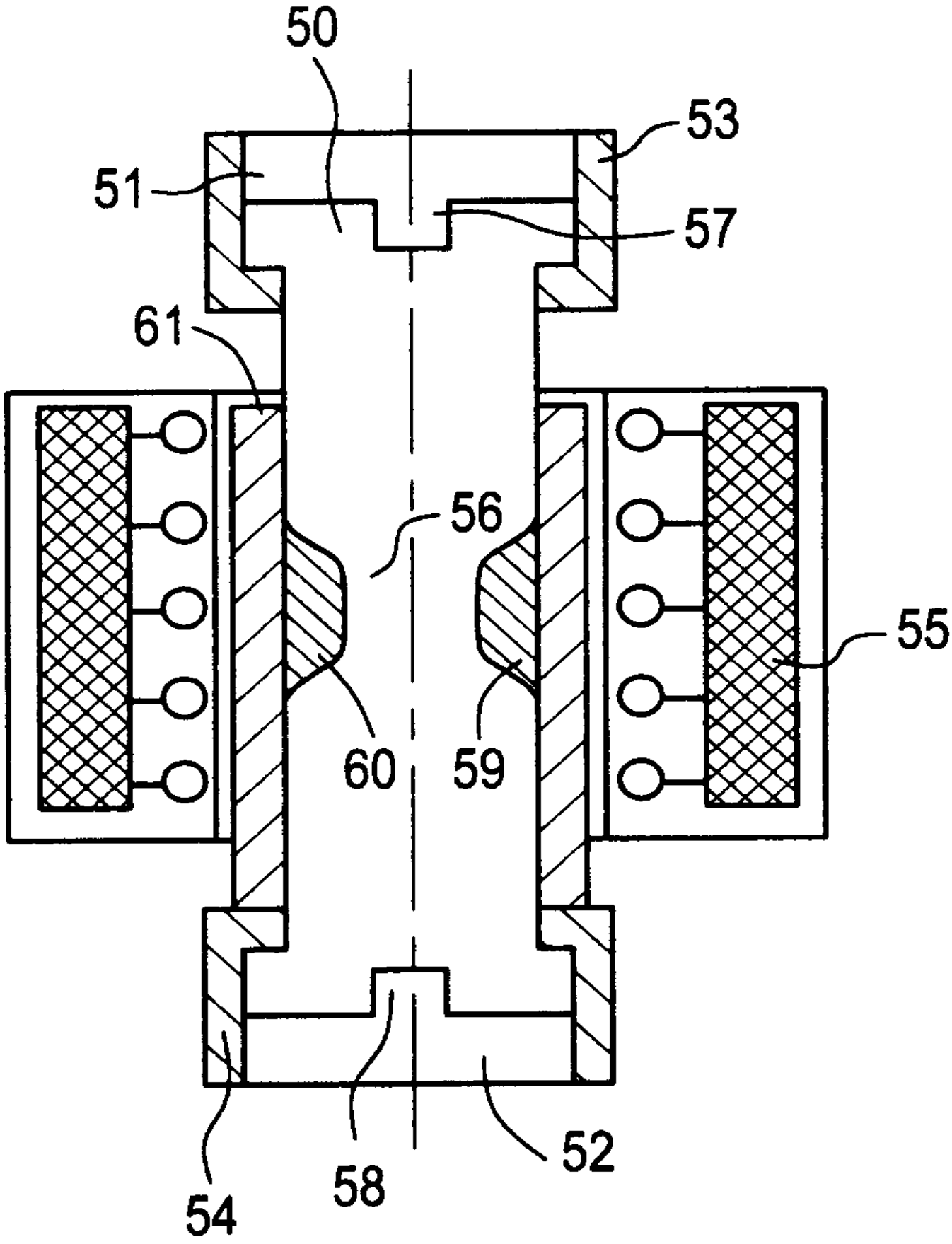
도면 3g



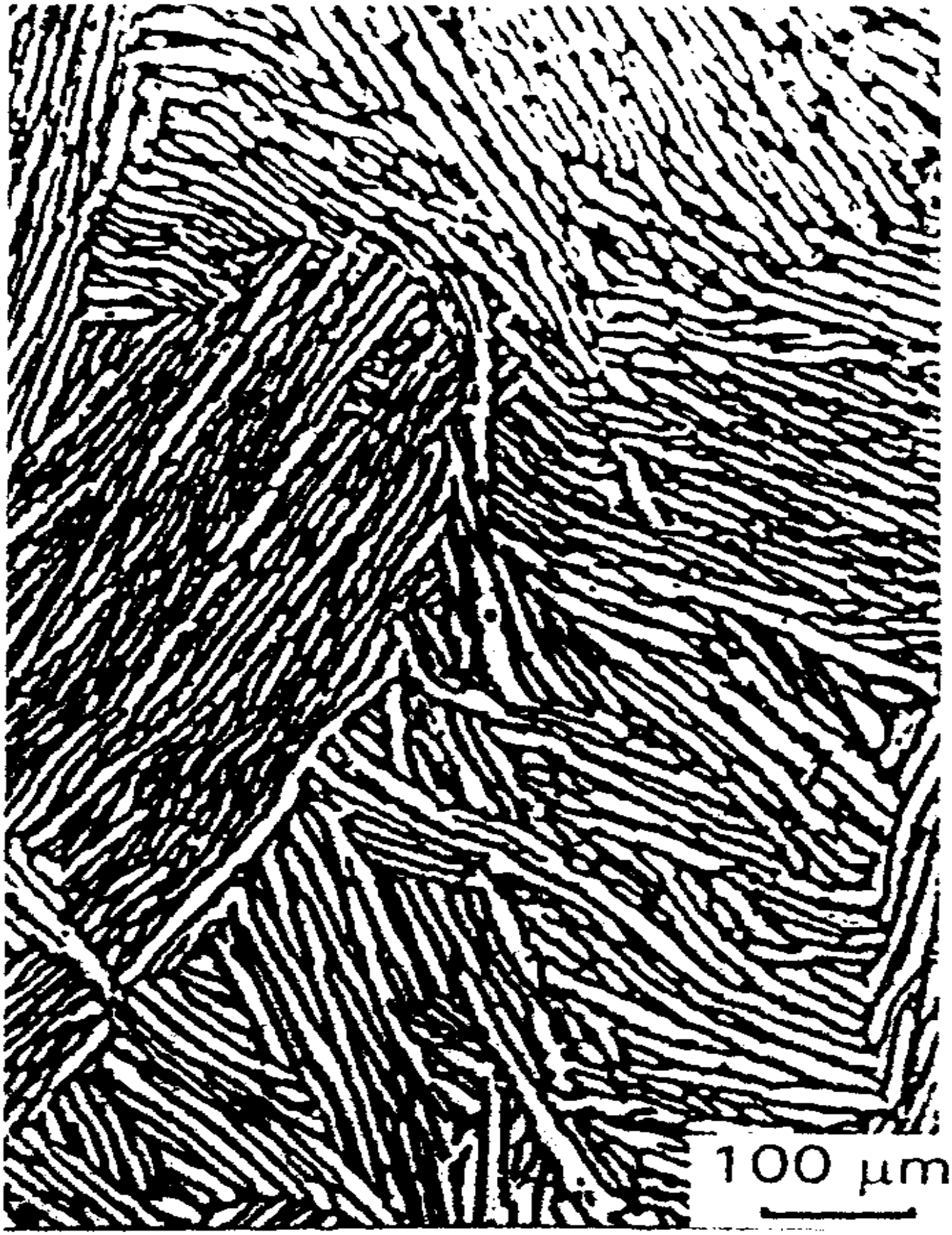
도면 3h



도면 4



도면 5



도면 6