



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2014-0131366  
(43) 공개일자 2014년11월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B22D 21/00 (2006.01) B22D 27/04 (2006.01)  
B22D 27/09 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7026751
- (22) 출원일자(국제) 2013년01월30일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년09월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/051998
- (87) 국제공개번호 WO 2013/129012  
국제공개일자 2013년09월06일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2012-042613 2012년02월29일 일본(JP)

- (71) 출원인  
**헤이신 테크노 베루쿠 가부시카이사**  
일본 효고켄 고베시 효고쿠 미사키혼마치 1쵸메 1방 54고  
**도호쿠 다이가쿠**  
일본 미야기켄 센다이시 아오바쿠 가타히라 2쵸메 1반 1고
- (72) 발명자  
**하시마 다카시**  
일본 6520852 효고켄 고베시 효고쿠 미사키혼마치 1쵸메 1방 54고 헤이신 테크노 베루쿠 가부시카이사 내  
**이노우에 요오이치**  
일본 6520852 효고켄 고베시 효고쿠 미사키혼마치 1쵸메 1방 54고 헤이신 테크노 베루쿠 가부시카이사 내  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**장수길, 김명곤, 성재동**

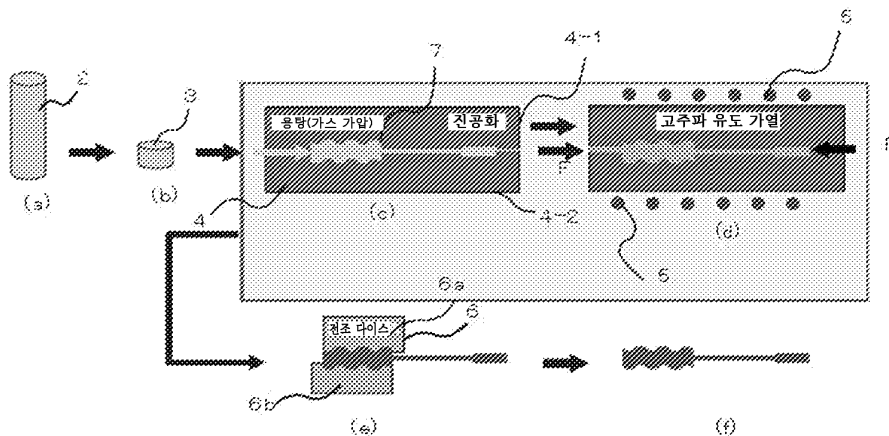
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **비결정질 합금의 성형 방법 및 상기 성형 방법으로 제작한 성형물**

**(57) 요약**

비정질 합금, 특히 금속 유리의 성분이나 성형품의 형상 등을 막론하고 가공의 자유도가 높고, 또한 성형품의 포어를 저감시키는 것이 가능한 비정질 합금의 성형 방법 및 이 성형 방법을 이용하여 제작된 성형물을 제공한다. 본 비정질 합금의 성형 방법은, 비정질 합금을 용해하는 용해 공정과, 상기 비정질 합금의 용탕의 하방에 위치하는 주조형에 용탕을 주입하고, 진공화하는 차압 주조 공정과, 상기 주조형 내의 용탕을 가열하고 가압함으로써 용탕을 과냉각 상태로 유지하면서 가공하는 가공 공정을 구비하고 있다.

**대표도 - 도3**



(72) 발명자

**사오토메 야스노리**

일본 9808577 미야기켄 센다이시 아오바쿠 가타히  
라 2쵸메 1방 1고 도호쿠 다이가쿠 내

**아미야 겐지**

일본 9808577 미야기켄 센다이시 아오바쿠 가타히  
라 2쵸메 1방 1고 도호쿠 다이가쿠 내

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

합금을 용해하는 용해 공정과, 상기 합금의 용탕의 하방에 위치하는 주조형에 용탕을 주입하고, 진공화하는 차압 주조 공정과, 상기 주조형 내의 주입 금속을 고온 상태에서 가압함으로써 용탕을 과냉각 상태로 유지하면서 가공하는 가공 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는, 비정질 합금의 성형 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 합금은, 금속 유리인, 비정질 합금의 성형 방법.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 가공 공정에 있어서의 주입 금속의 가공할 때의 온도는, 금속의 결정화 온도보다 낮고, 상기 금속의 유리 천이 온도보다 높은, 그 중간으로 되는 과냉각 온도 영역에서 가압하는 것을 특징으로 하는, 비정질 합금의 성형 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 상기 주조형 내의 상기 고온 상태는, 주조형의 주위에 배치한 코일에 고주파 전류를 흘림으로써 온도 제어하는 것을 특징으로 하는, 비정질 합금의 성형 방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 주조형 내의 상기 고온 상태는, 적외선을 주조형에 방사함으로써 온도 제어하는 것을 특징으로 하는, 비정질 합금의 성형 방법.

**청구항 6**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가공 공정에 있어서의 용탕의 가압은, 주조형에 형성된 구멍으로부터 가스에 의해 용탕을 가압함으로써 행해지는 것을 특징으로 하는, 비정질 합금의 성형 방법.

**청구항 7**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가공 공정에 있어서의 용탕의 가압은, 주조형에 형성된 구멍으로부터 액추에이터에 의해 용탕을 가압함으로써 행해지는 것을 특징으로 하는, 비정질 합금의 성형 방법.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항에 기재되는 비정질 합금의 성형 방법에 의한 성형 물품은, 1축 편심 나사 펌프의 로터인 것을 특징으로 하는, 비정질 합금으로 제작한 성형물.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은, 품질이 우수하고, 형상 자유도가 높은 비결정질 합금의 성형 방법 및 상기 성형 방법으로 제작한 성형물에 관한 것이다. 특히, 주조형 내에서 과냉각 상태를 유지하면서 금속 유리를 가공하는 것이 가능한 성형 방법 및 그 성형 방법으로 제작한 1축 편심 나사 펌프의 로터 등의 성형품에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로, 비정질 합금의 일종인 금속 유리는 고강도, 고경도와 같은 기계적 강도를 유지하면서 저영률(휨 용이성)을 갖는다고 하는 통상의 금속에 없는 특이한 기계적 성질을 갖는다. 이로 인해 다양한 재료에 활용이 기대되고 있고, 직경이 작은 막대 형상 부재, 예를 들어 후술하는 1축 편심 나사 펌프의 로터 등에의 적용이 기대된다.

[0003] 종래, 비정질 합금의 성형 방법은, 수냉 주형에 용탕을 주입하여 제조하고 있었다. 예를 들어, 특허문헌 1(일본 특허 공개 제2002-224249)에서는, 고주파 유도 가열 코일에 의해 가열하여 비정질 합금 부재의 합금 재료를 용해하고, 용탕을 수냉 주조형에 주입하여, 형 내에서 용탕을 급냉하고 있다.

[0004] 그러나, 특허문헌 1의 주조형에의 주입은 단순한 용탕의 흘러넘음일 뿐이므로, 주위 분위기 가스를 말려들게 하기 쉽고, 또한 급냉하므로 상기 말려들어감 가스나 용해시에 주위 분위기 가스를 흡장한 흡장 가스의 방출이 행해지기 전에 응고되어 버려, 이들이 금속 유리 내에 가두어져, 다양한 크기의 포어가 발생한다고 하는 문제가 있었다. 이 포어는, 금속 유리의 재료 내에 존재하는 세공 등의 공극 부분을 말하며, 주조 성형물에 있어서는 재료의 기계적 강도를 대폭 감소시키는 원인으로 된다.

[0005] 또한, 예를 들어 특허문헌 2(일본 특허 공개 제2006-175508)에서는, 비정질 합금을 용해하고, 용탕을 주조형에 흘러넣고, 그 주조형 내의 용탕을 프레스함으로써 가압하여 급냉하는 비정질 합금의 성형 방법이 개시되어 있다. 이 성형 방법에 의하면, 주조형 내의 용탕을 프레스하여 가압 급냉하므로, 포어의 원인으로 되는 용탕 내의 가스가 강제적으로 압출되어, 내부의 포어를 저감시킬 수 있는 점에서 유리하다.

[0006] 그러나, 특허문헌 2의 비정질 합금의 성형 방법의 경우, 주형 내에 용탕을 흘러넣은 후에 가압하여 포어를 압출하고, 급냉하는 공정을 채용하므로, 작은 성형품을 제조할 때에는 주형 내에 용탕을 흘러넣고 있는 동안에 서서히 냉각되어 결정화가 진행되어 버려 비정질 합금을 형성하지 않는 경우가 있고, 용탕의 재질이나 탕량에 성형품의 형상이나 크기가 의존해 버려 성형품의 가공 자유도가 작은 것으로 된다고 하는 결점이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2002-224249 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2006-175508 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은, 상기 과제를 해결하기 위해 창작된 것이며, 비정질 합금, 특히 금속 유리의 성분이나 성형품의 형상 등을 막론하고 가공의 자유도가 높고, 또한 성형품의 포어를 저감시키는 것이 가능한 비결정질 합금의 성형 방법 및 상기 성형 방법으로 제작한 성형물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명의 비정질 합금의 성형 방법은, 합금을 용해하는 용해 공정과, 상기 합금의 용탕의 하방에 위치하는 주조형에 용탕을 주입하고, 진공화하는 차압 주조 공정과, 상기 주조형 내의 주입 금속을 고온 상태에서 유지하고 가압함으로써 용탕을 과냉각 상태로 유지하면서 가공하는 가공 공정을 구비하고 있다.

[0010] 본 발명에 따르면, 비정질 합금을 성형함에 있어서 그 용탕을 주조형에 흘러넣은 상태에서 진공화함으로써 작은 주조형 내에 신속하게 용탕을 충전하고, 그때 발생한 포어 등을 용탕 가압함으로써 감소시킨다. 이때, 금속의 결정화 온도보다 낮고 금속의 유리 천이 온도보다 높은, 그 중간으로 되는 온도 범위(과냉각 온도 영역)로 강하게 온 온도 영역에서, 주조형에 충분히 용탕을 충전시킬 수 있다. 따라서, 작은 형상 또는 세로 길이비가 큰 형상이나, 주조형 내에서 용탕에 높은 유동성을 요구하는 성형물을 포어를 저감시키면서 제공할 수 있다.

[0011] 특히 여기서 말하는 비정질 합금은, 바람직하게는 금속 유리이다.

[0012] 금속 유리는 비정질 합금의 일종인데, 유리 천이가 명확하게 보이는 금속이다. 본 발명에서는, 이 금속 유리를 과냉각 유체의 상태에서 가공한다. 즉, 금속 온도가 저하되어도 결정상으로 되지 않는 시간 영역에서 가공하여 그 유동성을 확인하면서, 그 후 주조형 중에서 온도를 유지하면서 강하게 가압 가공한다. 이에 의해 포어가 찌부러져 결함이 없는 형상의 금속 유리 성형물을 벌크 형상으로 제작할 수 있다. 따라서, 가공 공정의 조건을 최적화함으로써 성형물의 양산성 효과를 기대할 수 있어, 저비용화가 도모되게 된다.

[0013] 또한, 상기 가공 공정에 있어서의 주입 금속의 가열은, 주조형의 주위에 배치한 코일에 고주파 전류를 흘림으로

써 행해진다.

- [0014] 주입 금속의 가열은, 예를 들어 주조형의 주위에 권취한 코일에 고주파 전류를 흘림으로써 주조형의 외부로부터 내부에까지 열전도된다(고주파 유도 가열). 이 방법에 의하면, 코일 전류를 제어함으로써 용탕의 온도를 제어할 수 있어, 용탕이나 외부 분위기의 변화에 따른 온도 제어가 용이한 점에서 유리하다.
- [0015] 이 밖에 주입 금속의 가열은, 적외선을 주조형에 방사에 의해 행해도 되고, 적외선을 주조형에 방사하여, 방사열을 이용하여 가열해도 된다.
- [0016] 한편, 가공 공정에 있어서의 용탕의 가압은, 주조형에 형성된 구멍으로부터 가스에 의해 용탕을 가압함으로써 행해지는 방법이 생각된다.
- [0017] 용탕의 가압을 가스에 의해 행하는 것으로 하는 주조형의 출입 구멍에의 가스 유입 수단과 기밀성까지 확보해 두면 특별히 기계적인 가압 장치를 준비하는 일 없이 용탕에 골고루 압력을 가할 수 있다.
- [0018] 이 밖에 가공 공정에 있어서의 용탕의 가압은, 주조형에 형성된 구멍으로부터 액추에이터에 의해 용탕을 가압하는 방법을 채용해도 된다.
- [0019] 용탕의 가압을 액추에이터에 의해 행하는 경우, 직접 기계적으로 용탕을 가압하므로, 가스 가압과 같이 가스의 압축 등에 의한 응답의 편차가 없다고 하는 점에서 유리하다.
- [0020] 상술한 비정질 합금의 성형 방법에 의한 성형품은, 금속 유리라도 고정밀도로 벌크 형상으로 제작할 수 있다. 따라서, 미세하고 세로 길이비가 큰 형상의 1축 편심 나사 펌프의 로터라도 가열·가공 조건을 최적화하는 것으로 기계적 강도 및 반복 피로 강도가 높은 것을 제작할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0021] 본 발명에 따르면, 용탕 가압에 의해 포어 등을 저감시키면서 주조형 내에서 과냉각 상태를 유지하면서 형상 가공할 수 있으므로, 다양한 형상·크기·성분의 비정질 합금의 성형품을 용이하게 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0022] 도 1의 (a)에는 비정질 합금의 비열 곡선이 나타내어져 있고, (b)에는 금속 유리의 비열 곡선이 나타내어져 있다.
- 도 2는 종래의 비정질 합금과 금속 유리의 변태도를 나타내고 있다.
- 도 3은 금속 유리제의 1축 편심 나사 펌프의 로터(1)의 성형 공정을 시계열적으로 모식화한 도면을 나타내고 있다.
- 도 4는 도 3의 모식도를 흐름도화한 것이다.
- 도 5는 본 발명의 비정질 합금의 성형 방법의 가공 공정(점성 유동 가공 공정)에 있어서의 주조형 내의 금속 유리 용탕의 비열 곡선을 참조하면서 설명한다.
- 도 6은 본 발명의 성형 방법을 실행하는 성형 장치를 측방으로부터 본 모습을 모식화한 부분 측면도이다.
- 도 7의 (a)는 도 6의 성형 장치에 있어서의 주조형을 확대하여 본 횡단면도, (b)는 우측 단부 근방의 주입구를 상방으로부터 본 확대 평면도, (c)는 (a)의 측면도를 나타내고 있다.
- 도 8은 1축 편심 나사 펌프를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0023] 우선, 본 발명의 비정질 합금의 성형 방법에 있어서 성형 대상으로 되는 비정질 합금(아몰퍼스 합금), 특히 금속 유리에 대해 설명한다.
- [0024] 통상의 금속·합금은 원자가 주기적으로는 배열된 결정 구조를 갖지만, 일단, 가열하여 녹이면 액체로 되어, 원자가 밀하게 랜덤하게 막힌 구조로 변화된다. 이러한 주기적인 구조를 갖지 않는 상태를 비정질(아몰퍼스)이라 하며, 통상 액체로부터 응고되면 결정으로 변화되지만, 소정의 합금은 급냉하면 비결정질의 구조 그대로 고체를 형성한다. 이러한 합금을 비정질 합금이라 한다. 이 비정질 합금 중, 유리의 특징 중 하나인 유리 천이를 나타내는 합금을 금속 유리라 한다.

- [0025] 도 1의 (a)에는 비정질 합금의 비열 곡선이 나타내어져 있고, (b)에는 금속 유리의 비열 곡선이 나타내어져 있다. 도 1의 (a)의 비열 곡선에 보여지는 바와 같이, 일반적으로 비정질 합금은 가열에 의해 유리 전이점 Tg에 도달하기 전에 결정화 온도에 도달하여 결정화가 진행된다. 따라서, 유리 전이는 관찰되지 않는다. 한편, 도 1의 (b)에 나타내는 바와 같이 과냉각 액체가 안정, 즉, 비정질 구조가 안정적이며, 결정화에 대해 저항력이 있는 비정질 합금의 경우, 승온에 의해 결정화 온도 Tx보다도 먼저 유리 전이점 Tg에 도달하고, 그것보다도 고온으로 되면 비로소 결정화가 진행된다. 이와 같이 결정화 온도 Tx보다 저온에서 유리 전이점 Tg가 있는 비정질 합금을 금속 유리라 하며, 단순한 비정질 합금(Tx<Tg)과 금속 유리(Tx>Tg)를 구별한다.
- [0026] 다음으로 도 2에 비정질 합금과 금속 유리의 변태도를 보면서 그 차이에 대해 설명한다.
- [0027] 좌측의 점선 (a)는, 통상의 비정질 합금을 나타내고 있다. 통상의 금속은 용점 Tm 이하로 되면 고화되고, 또한 고속 급냉되지 않는 한 유리 천이 온도 Tg 이하에서는 결정화가 진행되고, 가공 경화도 증대된다. 한편, 우측의 점선 (b)는, 금속 유리를 나타내고 있다. 금속 유리는 용점 Tm 이하로 되어도 과냉각 영역이 넓어, 천천히 시간을 들여도 어느 정도 두께가 있는 벌크 형상 제품이라도 성형할 수 있다.
- [0028] 다음으로, 본 발명의 비정질 합금의 성형 방법에 있어서의 기본적인 구성에 대해 설명한다.
- [0029] 상술한 바와 같이 본 성형 방법에서는, 금속 유리의 용탕을 주조형에 주입하고, 주조형 내의 용탕을 가열·가압함으로써 용탕을 과냉각 상태로 유지하면서 가공한다. 여기서는 본 성형 방법으로 성형하는 성형품으로서 금속 유리체의 1축 편심 나사 펌프의 로터의 경우로 예시한다. 또한, 1축 편심 나사 펌프 및 그 활용예에 대해서는 후술한다.
- [0030] 도 3에는, 금속 유리체의 1축 편심 나사 펌프의 로터(1)의 성형 공정을 시계열적으로 모식화한 도면을 나타내고 있고, 이것을 도 4에 흐름도화하고 있다(구체적인 장치 구성에는 후술함). 금속 유리 재료는 도 3의 (a)에 도시하는 바와 같은 금속 유리 재료의 기준 재료로서 기둥 형상의 표준 로드(2)를 사용한다. 표준 로드(2)는, 기계적 물성을 고려하여 선정과 합금의 배합을 행하여 제작한다. 여기서는 로터(1)의 후보재로서 주조성이 우수한 Pd기 합금이나 저비용이며 양산성이 우수한 Ni기 합금 등이 생각된다. 표준 로드(2)는, 도 3의 (b)에 도시하는 바와 같이 표준 로드(2)를 축 방향으로 분할하고, 로터(1)의 1개 분량인 펠릿(3)을 적층하여 저류해 둔다. 그리고, 이 펠릿(3)을 가열함으로써 금속 유리의 용탕을 생성한다[도 4의 STEP1 참조(이하, STEP 번호만 기재)].
- [0031] 다음으로, 금속 유리의 용탕(7)을 주조형(4)에 주입하는 공정으로 이행한다(STEP2). 여기서의 공정은 차압 주조 공정이라 칭하고, 가스에 의해 가압한 용탕(7)을 도 3의 (c)의 지면 좌측 단부의 입구로부터 주조형(4)에 주입하고(STEP3), 도 3의 (c)의 지면 우측 단부의 출구로부터 진공 펌프(후술)에 의해 진공화한다(STEP4). 용탕(7)의 주입에 대해, 도 3의 (c)에서는 주조형(4)의 상형(4-1)과 하형(4-2)의 간극의 좌측 단부의 입구부터 행해지고 있지만, 도 6에 도시하는 바와 같이 상방에 주입구(4a)를 설치하고, 그곳으로부터 주입하는 것도 생각된다. 차압 주조 공정을 실행하면 성형품이 로터(1)와 같이 세로 길이비가 큰 가느다란 형상 등인 경우라도 주조형(4) 내에 용탕(7)이 충분히 충전되는 점에서는 유리하지만, 한편, 용탕(7)에 포어 등이 많이 발생한다. 이 포어가 다수 발생한 상태에서 그대로 냉각하여 성형품을 제작하면 성형품의 기계적 강도를 충분히 확보할 수 없다. 이 포어를 저감시키기 위해, 본 발명의 성형 방법에서는 도 3의 (d)에 도시하는 점성 유동 가공 공정이 추가된다(STEP5).
- [0032] 도 3의 (d)에 도시하는 바와 같이, 점성 유동 가공 공정(STEP5)에서는 주조형(4) 내의 용탕(7)을 가열하고, 가압한다. 즉, 점성 유동 가공 공정은, 고온 제어(STEP6)와 가압 처리(STEP7)를 주조형(4) 내에서 동시에 행하고 있고, 가압 처리는 화살표 F로 나타내는 바와 같이 주조형(4)의 출입구를 양측으로부터 가압하고, 고온 제어는 주조형(4)의 주위에 권취한 코일(5)에 교류 전원으로부터의 고주파의 코일 전류를 흘림으로써 주조형(4)을 가열하는 것으로 하고 있다. 고주파 가열의 경우, 열전도에 의해 주조형(4)의 외표면으로부터 내부의 용탕(7)을 가열하지만, 그 온도 제어로서 예를 들어 PID 제어가 채용된다. 고온 제어(STEP6)로서의 고주파 가열은 코일 전류와 온도 승강의 편차가 작기 때문에 바람직하지만, 그 밖에, 적외선이나 방사열을 사용하는 것도 생각된다. 또한, 가압 처리(STEP7)로서는, 불활성 가스에 의해 압력을 부가하는 방법을 간단한 구성으로 제공할 수 있는 점에서 유리하다. 그 밖에, 가압 처리로서 액추에이터를 이용하여 주조형(4)의 출입구를 직접 가압하는 방법도 생각된다.
- [0033] 이 점성 유동 가공에 있어서의 주조형(4) 내의 용탕(7)의 가공 프로세스를 도 5의 비열 곡선을 참조하면서 설명한다. 여기서는 성형물[로터(1)]의 재료로서 금속 유리 Pd 합금의 경우를 나타내고 있다.

- [0034] 점성 유동 가공이라 함은, 과냉각 유체의 상태에서 가공하는 것을 말하며, 용점  $T_m$ 으로부터 유리 천이점  $T_g$ 까지의 사이의 온도에서의 가공을 의미한다. Pd 합금의 금속 온도가 저하되어도 결정상으로 되지 않는 시간 영역에서 가공하여 그 유동성을 확인하면서, 그 후 주조형(4) 중에서 온도를 유지하면서 강하게 가압 가공하면 포어가 쪼부러져 그 수가 크게 저감되어, 결함이 없는 형상을 얻을 수 있다. 도 5에서는 용점  $T_m$ 이  $400^\circ\text{C}$ 인 Pd 합금이 고, 주조 후에 결정화 온도  $T_x$ 인  $380^\circ\text{C}$ 로부터 유리 천이점  $T_g$   $350^\circ\text{C}$ 의 온도 영역 내에 있어서, 냉각 속도가 약  $1^\circ\text{C}/\text{sec}$  이상의 속도 구배로 되도록 점성 유동성을 유지하여 가압 가공을 행한다. 이에 의해, 비정질인 금속 유리를 형성한다. 이 점성 유동 가공의 최적 조건을 설정하면, 성형품의 양산성 효과를 기대할 수 있어, 저비용화가 도모되게 된다.
- [0035] 다시 도 3으로 되돌아가 설명한다. 도 3의 (d)에서 점성 유동 가공을 행한 후, 냉각함으로써 과냉각 상태가 종료되고, 고화된다(STEP8). 이 냉각 처리는 도시하지 않았지만, 통상 용탕(7)이 들어간 상태의 주조형(4)을 유리 천이점  $T_g$  이하로 수냉함으로써 행한다(상세예는 후술함). 예를 들어, 도 5에서 상술한 바와 같이 Pd 합금의 경우는  $350^\circ\text{C}$  이하로 급냉한다. 그 후, 주조형(4)은 그 상형(4-1)과 하형(4-2)을 분할(형 분할)하여, 고화된 금속 유리(7)를 주조형(4)으로부터 취출한다(STEP9).
- [0036] 주조형(4)으로부터 취출된 금속 유리는 대체로 성형품으로서의 로터(1)는, 파팅 라인이 발생하고 있다. 따라서, 도 3의 (e)에 도시하는 바와 같이 전조(轉造) 마무리 가공을 행한다(STEP10). 전조 마무리 가공은, 치수 정밀도를 높이기 위해 전조 다이스(6)에 의해 행하는 것이며, 여기서는 로터(1)의 형상에 합치시킨 형상의 상부 전조 다이스(6a)와 하부 전조 다이스(6b)를 축 회전시키면서 로터(1)를 끼워 넣는 경우를 예시하고 있다. 또한, 전조 다이스(6)로서는 2개의 회전하는 둥근 다이스를 끼워 넣음으로써 전조하는 방법이어도 된다. 그리고, 도 3의 (f)에 도시하는 바와 같이 전조 마무리 가공이 행해진 로터(1)는, 최종적으로 전해 연마 등으로 표면을 연마 마무리함으로써 완성된다(STEP11).
- [0037] 다음으로, 도 3~도 4를 참조하면서 상술한 본 발명의 성형 방법을 실제로 행하는 금속 유리의 성형 장치의 구체적인 구성예가 도 6~도 7에 도시되어 있다. 도 6은 본 성형 방법을 실행하는 성형 장치를 측방으로부터 본 모습을 모식화한 부분 측면도이다. 또한, 도 7은 도 6의 성형 장치에 있어서의 주조형(4)을 측방으로부터 확대하여 본 단면도를 도시하고 있다. 도 6에 도시하는 바와 같이 금속 유리의 용탕은, 상방으로부터 주입되는 구성을 채용하고 있고, 주조형(4)의 우측의 상부 표면의 주입구(5a)로부터 주조형(4)에 주입된다. 주조형(4)에 용탕을 주입하는 주입 관(11)은 화살표 X로 나타내는 바와 같이 그 하단부가 승강하여, 주입시에는 주입구(5a)에 접촉하고, 비주입시에는 주입구(5a)로부터 이격된다. 또한, 금속 유리 재료는 표준 로드(2)를 주조형(4)의 1회분으로 절단한 펠릿(3)[도 3의 (a), (b) 참조]을 펠릿 저류관(13) 내에 배치하고, 그 하방에 위치하는 세라믹 히터로 가열함으로써 용융한다. 그리고, 금속 유리의 용탕은 주탕용 관(11)을 통과하여 하단부로부터 불활성 가스에 의해 가압하면서 주조형(4) 내에 주입해 간다. 여기서 용탕의 주입시에 가압용으로 이용하는 불활성 가스는 펠릿 저류관(13)보다 상방에 설치된 가스 도입구(14)로부터 주입용 관(11)의 하단부까지 안내된다.
- [0038] 주조형(4)은 그 주위에 코일(5)이 권취되어 있고, 전술한 바와 같이 이 코일(5)에 교류 전원으로 부터의 고주파 전류가 흐름으로써 주조형(4)이 가열 처리[도 3의 (d) 및 도 4의 STEP6 참조]된다. 또한, 주조형(4)은 지지 부재(10)에 의해 지지되어 있다. 이 주조형(4) 및 지지 부재(10)는, 점선으로 나타내는 진공 챔버(15) 내에 배치되어 있고, 주조형(4)에 용탕이 주입될 때, 주조형(4)의 간극이나 좌측 단부 개구(4b) 및 우측 단부 개구(4c)로부터 진공화됨으로써 용탕(금속 유리)이 금형 내부에 충분히 골고루 미치도록 하고 있다. 또한, 상술한 용탕(7)은 주조형(4)의 내부에서 가열 처리와 동시에 가압 처리되지만[도 3의 (d) 및 도 4의 STEP7 참조], 도 6에서 채용하는 구성에서는 좌측 단부 개구(4b)와 우측 단부 개구(4c)를 양측으로부터 가압용 피스톤(참조 번호 8의 내부에 배치됨)으로 끼움으로써 가압한다. 이 가압용 피스톤(8)의 운동은 도시하지 않지만 화살표 Y 방향으로 왕복 운동하는 리니어 슬라이더(9)에 의해 행해져도 되고, 그 밖에 전용의 액추에이터를 배치해도 된다. 또한, 용탕(7)의 가압 처리의 방법으로서 좌측 단부 개구(4b) 및/또는 우측 단부 개구(4c)로부터 불활성 가스에 의해 가압하는 방법이어도 된다.
- [0039] 다음으로, 도 6에 도시하는 주조형(4)의 상세예에 대해 도 7의 (a)의 측단면도를 참조하면서 설명한다. 이 도 7의 (a)에서는 코일(5)은 생략하고 있다. 우선, 주입용 관(11)(도 6에만 도시)의 하단부 노즐이 주조형(4)의 우측에 위치하는 주입구(4a)에 접촉함으로써 금속 유리의 용탕(7)을 주입한다. 도 7의 (b)에 도시하는 바와 같이 주입구(4a)는 타원 형상의 오목 부분인 수용부(4d)의 최심부로부터 내부의 성형용 간극(4j)을 향해 관통한다. 이 수용부(4d)는 주입용 관(11)의 하단부 노즐을 주입구(4a)에 안내하기 위한 가이드 구멍으로서 기능한다. 용탕(7)을 주입구(4a)로부터 주입하기 위해서는 아르곤 가스 등의 불활성 가스에 의해 가압하여 압입하는 점은 전술한 바와 같다. 주조형(4) 내에는 성형용 간극(4j)을 측방향에 걸쳐 연장하고 있고, 이 성형용

간극(4j)에 용탕이 충전된다.

- [0040] 주조형(4)의 주위에는 축선 방향으로 냉각수가 흐르는 냉각수로가 배치되고, 주조형(4)을 냉각한 물은 좌측의 냉각수 파이프에 의해 외부로 배출된다. 예를 들어, 상형(4-1)의 내부에는 축방향을 향해 연장되는 상형용 냉각수로(4g)가 형성된다. 그리고, 상형용 냉각수로(4g)는 주조형(4)의 좌측 단부에서 상형용 냉각수 파이프(4e)에 접속되고, 냉각수가 외부로 배출된다. 여기서 상형용 냉각수로(4g)는, 주조형(4)의 좌측 단부 근방으로부터 축방향 우측으로 진행하고, 우측 단부 근방에 도달하면 되꺾어 축방향 좌측으로 되돌아 가, 상형용 냉각수 파이프(4e)까지 도달한다. 도 7의 (c)에는 (a)의 좌측면도가 나타나어져 있는데, 이 도면으로부터도 명확하다. 예를 들어, 도 7의 (c)의 우측의 상형용 냉각수 파이프(4e)로부터 냉각수가 유입되고, 좌측의 상형용 냉각수 파이프(4e)로부터 냉각수가 배출된다. 또한, 상기 설명에서는 상형용 냉각수로(4g)를 1회 되꺾은 경우로 설명하였지만, 더욱 복수회 되꺾어 냉각 성능을 향상시키는 경우도 생각된다.
- [0041] 또한, 상형(4-1)의 냉각 구성과 동일한 것이 하형(4-2)에도 배치된다. 예를 들어, 하형(4-2)의 내부에는 축방향을 향해 연장되는 상형용 냉각수로(4g)가 형성되고, 하형용 냉각수로(4h)는 주조형(4)의 좌측 단부에서 상형용 냉각수 파이프(4f)에 접속되고, 냉각수가 외부로 배출된다. 하형용 냉각수로(4h)가 주조형(4)의 좌측 단부 근방으로부터 축방향 우측으로 진행하고, 우측 단부 근방에 도달하면 되꺾어 축방향 좌측으로 되돌아 가, 하형용 냉각수 파이프(4f)까지 도달하는 점도 마찬가지이다. 또한, 주조형(4)은 그 양단부가 지지 부재(10)에 의해 끼움 지지되어 있는 점은 도 6 등에서 진술한 바와 같다.
- [0042] 다음으로, 본 발명의 금속 유리 등의 비정질 합금의 성형 방법을 사용하여 성형된 성형물에 대해 설명한다. 여기서는 성형물로서 1축 편심 나사 펌프의 로터를 예시한다. 이하, 금속 유리 성형물로서의 로터(도 8에서는 참조 번호 130이라 표기)와 이것을 일 부품으로 하는 1축 편심 나사 펌프(100)를 설명한다.
- [0043] 도 8에 1축 편심 나사 펌프(100)가 도시되어 있다. 이 1축 편심 나사 펌프(100)는, 예를 들어 산업용 로봇의 아암 선단 등에 장착하여, 그 선단 노즐(112a)로부터 적정량의 액체 등을 토출시킴으로써 원하는 장소에 액체를 도포한다. 1축 편심 나사 펌프(100)는, 이른바 회전 용적형의 펌프이며, 도 8에 도시하는 바와 같이, 케이싱(112)의 내부에 스테이터(120)나, 로터(130), 동력 전달 기구(150) 등이 수용된 구성으로 되어 있다. 케이싱(112)은, 금속재이며 통 형상의 부재이고, 길이 방향 일단부측에 장착된 노즐(112a)에 니들(제1 개구부)(114a)이 설치되어 있다. 또한, 케이싱(112)의 외주 부분에는, 개구부(제2 개구부)(114b)가 설치되어 있다. 부호 114b는, 케이싱(112)의 길이 방향 중간 부분에 위치하는 중간부(112d)에 있어서 케이싱(112)의 내부 공간에 연통되어 있다.
- [0044] 니들(114a), 개구부(114b)는, 각각 펌프(100)의 흡입구 및 토출구로서 기능하는 부분이다. 더욱 상세하게 설명하면, 1축 편심 나사 펌프(100)는 로터(130)를 정방향으로 회전시킴으로써, 니들(114a)이 토출구로서 기능하고, 개구부(114b)가 흡입구로서 기능하도록 유체를 압송하는 것이 가능하다. 또한 이와는 반대로, 1축 편심 나사 펌프(100)는 로터(130)를 역방향으로 회전시킴으로써, 니들(114a)이 흡입구로서 기능하고, 개구부(114b)가 토출구로서 기능하도록 유체를 압송시키는 것이 가능하다. 이 1축 편심 나사 펌프(100)에서는, 니들(114a)이 토출구로서 기능하고, 개구부(114b)가 흡입구로서 기능하도록 로터(130)가 작동한다.
- [0045] 스테이터(120)는, 고무로 대표되는 탄성체나 수지 등으로 제작되고, 대략 원통형의 외관 형상을 갖는 부재이다. 스테이터(120)의 재질은, 1축 편심 나사 펌프(100)를 이용하여 수송하는 피반송물인 유체의 종류나 성상 등에 맞추어 적절하게 선택된다. 스테이터(120)는, 케이싱(112)에 있어서 니들(114a)에 인접하는 위치에 있는 스테이터 장착부(112b) 내에 수용되어 있다. 스테이터(120)의 외경은, 스테이터 장착부(112b)의 내경과 대략 동일하다. 그로 인해, 스테이터(120)는 그 외주면이 스테이터 장착부(112b)의 내주면에 대략 밀착하는 상태로 장착되어 있다. 또한, 스테이터(120)는 일단부측이 케이싱(112)의 단부에 있어서 노즐(112a)에 의해 끼워 넣어져 있다.
- [0046] 도 8에 도시하는 바와 같이, 스테이터(120)의 내주면(124)은 2줄로 다단의 암나사 형상으로 되어 있다. 더욱 구체적으로는, 스테이터(120)의 내부에는, 스테이터(120)의 길이 방향을 따라 신장되어, 전술한 피치로 비틀린 관통 구멍(122)이 형성되어 있다. 스테이터(120)는, 내부에 형성된 암나사 형상 부분의 리드의 길이 L(피치의 길이에 줄수를 곱한 길이)을 기준 길이 S로 한 경우에, 이 기준 길이 S의 d배(d=자연수)의 길이를 갖는 다단(d단)의 암나사 형상으로 되어 있다. 또한, 관통 구멍(122)은 스테이터(120)의 길이 방향의 어느 위치에 있어서 단면에서 보아도, 그 단면 형상(개구 형상)이 대략 타원형으로 되도록 형성되어 있다.
- [0047] 스테이터(120)의 내주면(124)에 의해 형성된 암나사 형상의 부분의 내경 Di는, 흡입구로 되는 개구부(114b)측(도

8 우측)으로부터 토출구로 되는 니들(114a)측(도 10 좌측)을 향해 길이 L만큼 길이 방향으로 진행할 때마다 직경 확장되도록, 단차 형상으로 형성되어 있다.

[0048] 로터(130)는 금속제의 축체이며, 1줄로 다단의 편심된 수나사 형상으로 되어 있다. 더욱 상세하게는, 로터(130)의 리드의 길이 L은, 상술한 스테이터(120)와 동일하다. 또한, 로터(130)는 리드의 길이 L에 상당하는 기준 길이 S의 d배(d=자연수)의 길이를 갖는 다단(d단)의 수나사 형상으로 되도록 형성되어 있다. 로터(130)는, 길이 방향의 어느 위치에서 단면에서 보아도, 그 단면 형상이 대략 원형으로 되도록 형성되어 있다. 로터(130)는, 상술한 스테이터(120)에 형성된 관통 구멍(122)에 삽입 관통되고, 관통 구멍(122)의 내부에 있어서 자유롭게 편심 회전 가능하게 되어 있다.

[0049] 로터(130)의 수나사 형상으로 형성된 부분의 외경은, 흡입측(도면 중 우측)으로부터 토출구측[니들(114a)측(도면 중 좌측)]을 향해 길이 L만큼 길이 방향으로 진행할 때마다 직경 축소되도록, 단차 형상으로 형성되어 있다. 로터(130)를 스테이터(120)에 대해 삽입 관통하면, 로터(130)의 외주면(132)과 스테이터(120)의 내주면(124)이 양자의 접선으로 정확히 접한 상태로 되어, 스테이터(120)의 내주면(124)과 로터(130)의 외주면 사이에 유체 반송로(140)가 형성된다. 유체 반송로(140)는, 상술한 스테이터(120)나 로터(130)의 리드의 길이 L을 기준 길이 S로 한 경우에, 스테이터(120)나 로터(130)의 축방향으로 리드의 기준 길이 S의 d배의 길이를 갖는 다단(d단)의 유로로 되어 있다. 또한, 유체 반송로(140)는 스테이터(120)나 로터(130)의 길이 방향을 향해 나선 형상으로 신장되어 있다.

[0050] 또한, 유체 반송로(140)는, 로터(130)를 스테이터(120)의 관통 구멍(122) 내에서 회전시키면, 스테이터(120) 내를 회전하면서 스테이터(120)의 길이 방향으로 진행한다. 그로 인해, 로터(130)를 회전시키면, 스테이터(120)의 일단부측으로부터 유체 반송로(140) 내에 유체를 흡입함과 함께, 이 유체를 유체 반송로(140) 내에 가둔 상태에서 스테이터(120)의 타단부측을 향해 이송하고, 스테이터(120)의 타단부측에 있어서 토출시키는 것이 가능하다. 본 실시 형태의 펌프(110)는, 로터(130)를 정방향으로 회전시킴으로써, 개구(114b)로부터 흡입한 유체를 압송하고, 니들(114a)로부터 토출시키는 것이 가능하게 되어 있다.

[0051] 동력 전달 기구(150)는, 케이싱(112)의 외부에 설치된 모터 등의 동력원(도시하지 않음)으로부터 상술한 로터(130)에 대해 동력을 전달하기 위해 설치되어 있다. 동력 전달 기구(150)는, 동력 전달부(152)와 편심 회전부(154)를 갖는다. 동력 전달부(152)는, 케이싱(112)의 길이 방향의 일단부측, 더욱 상세하게는 상술한 노즐(112a)과는 반대측(이하, 단순히 「기단부측」이라고도 칭함)에 설치되어 있다. 동력 전달부(152)는 드라이브 샤프트를 갖고, 이것을 통해 서보 모터와 감속기로 구성되는 구동기(165)에 접속되어 있다. 이 구동기(165)를 작동시킴으로써, 드라이브 샤프트를 회전시키는 것이 가능하다. 동력 전달부(152) 근방에는, 바리시일(163)이나 그 밖에 메커니컬 시일이나 그랜드 패킹 등으로 이루어지는 축봉 장치(161)가 설치되어 있고, 이에 의해 구동기(165)측에 피반송물인 유체가 누출되지 않는 구조로 되어 있다.

[0052] 편심 회전부(154)는, 드라이브 샤프트와 로터(130)를 동력 전달 가능하도록 접속하는 부분이다. 편심 회전부(154)는, 연결축(162)과, 2개의 연결체(164, 166)를 갖는다. 연결축(162)은 종래 공지의 커플링 로드나, 스크류 로드 등에 의해 구성되어 있다. 연결체(164)는, 연결축(162)과 로터(130)를 연결하는 것이고, 연결체(166)는, 연결축(162)과 드라이브 샤프트(156)를 연결하는 것이다. 연결체(164, 166)는, 모두 종래 공지의 유니버설 조인트 등에 의해 구성되어 있고, 드라이브 샤프트를 통해 전달되어 온 회전 동력을 로터(130)에 전달하고, 로터(130)를 편심 회전시키는 것이 가능하다.

[0053] 이상, 본 발명의 비정질 합금의 성형 방법 및 이 성형 방법으로 제작된 성형물에 대한 실시 형태 및 그 개념에 대해 설명해 왔지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니며, 특허청구범위 및 명세서 등에 기재된 정신이나 교시를 벗어나지 않는 범위에서 다른 변형예, 개량예가 얻어지는 것을 당업자는 이해할 수 있을 것이다.

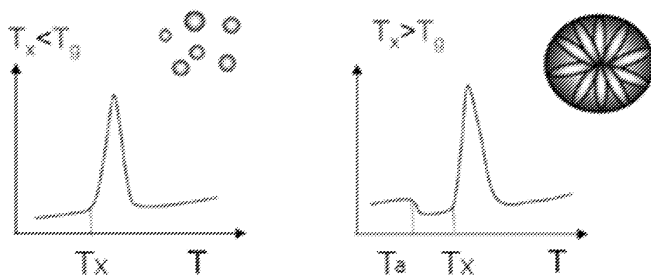
**부호의 설명**

- [0054] 1 : 로터
- 2 : 표준 로드
- 3 : 펠릿
- 4 : 주조형
- 4a : 주입구

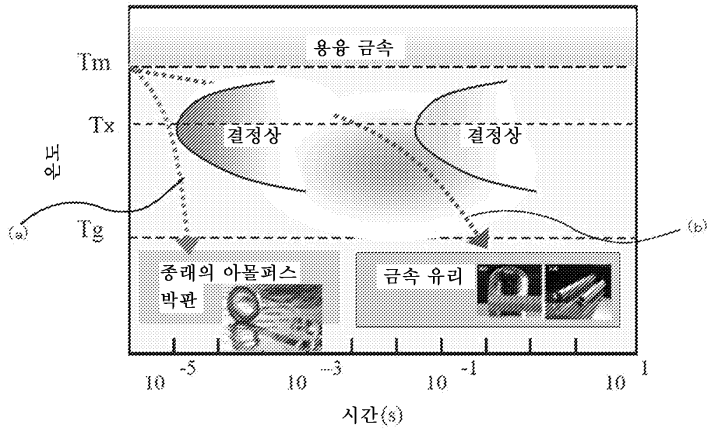
- 4b : 좌측 단부 개구
- 4c : 우측 단부 개구
- 4d : 수용부
- 4e : 상형용 냉각수 파이프
- 4f : 하형용 냉각수 파이프
- 4g : 상형측 냉각수로
- 4h : 하형측 냉각수로
- 4i : 주입 구멍
- 4j : 성형용 간극
- 5 : 코일
- 6 : 전조 다이스
- 6a : 상부 전조 다이스
- 6b : 하부 전조 다이스
- 7 : 용탕(금속 유리)
- 8 : 가압용 피스톤
- 9 : 리니어 슬라이더
- 10 : 지지 부재
- 11 : 주탕용 관
- 12 : 세라믹 히터
- 13 : 펠릿 저류관
- 14 : 가스 도입구
- 15 : 진공 챔버
- 16 : 액추에이터

**도면**

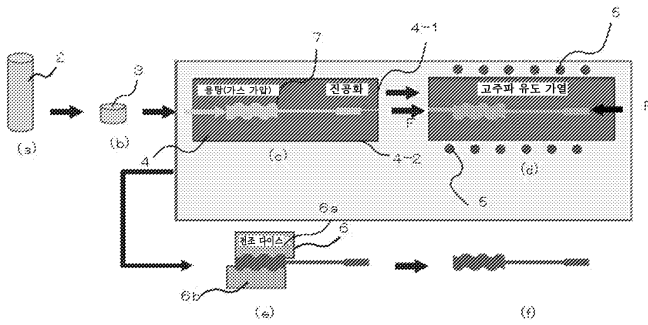
**도면1**



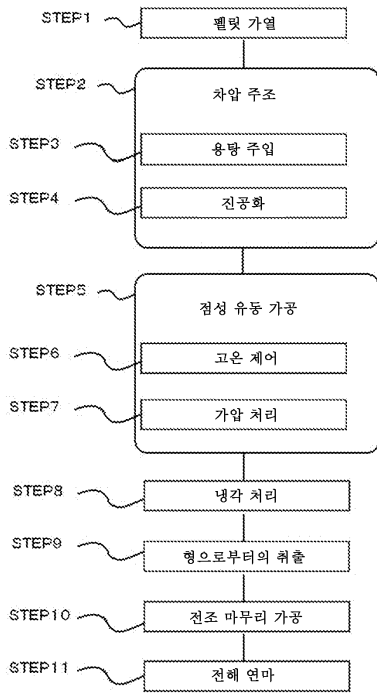
도면2



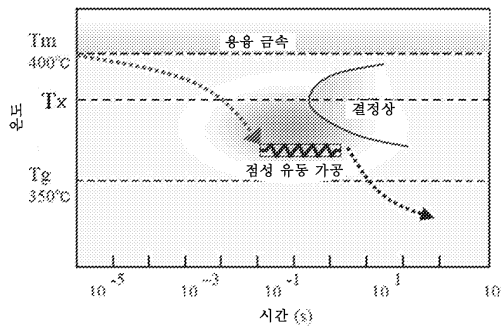
도면3



도면4



도면5



도면6

