



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0064968
(43) 공개일자 2013년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B22D 25/02 (2006.01) H01H 85/041 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0131616
(22) 출원일자 2011년12월09일
 심사청구일자 없음
(71) 출원인
 인천대학교 산학협력단
 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동)
(72) 발명자
 윤기병
 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 내 (송도동, 인천대학교)
(74) 대리인
 특허법인 충청

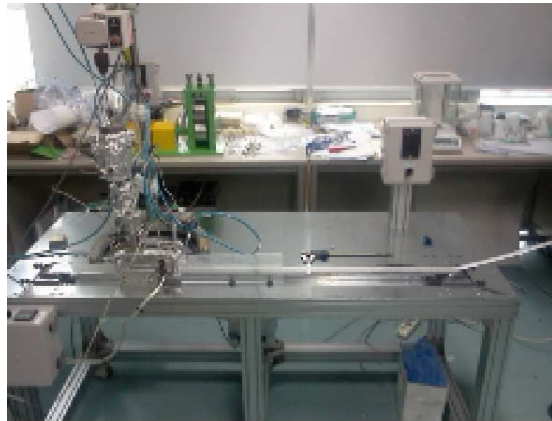
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법 및 이에 의한 캐스팅 테이프

(57) 요약

본 발명은 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법 및 이에 의한 캐스팅 테이프에 관한 것으로서, 온도퓨즈용 가용합금은 한 쌍의 금속단자 선단부 사이에 접속시켜 각종 온도 이상에서 플럭스와 반응하여 용락됨으로써 전류를 차단하는 기능을 가지며, 이러한 기능을 위해서 일반적으로 0.1~0.4mm 두께의 얇은 판상의 형태로 가공되어 사용되는데, 본 발명에서는 테이프 캐스팅 기술을 적용하여 저융점 가용합금 소재를 주조에 의해 박판화하여 합금테이프로 제조함으로써 에너지 절감형의 단순화된 제조공정 기술로 사용할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-3-7-1

부처명 교육과학기술부/지식경제부

연구사업명 산학협력중심 대학육성사업 기술개발과제

연구과제명 온도퓨즈용 가용합금의 에너지저감형 가공공정기술 개발

주관기관 인천대학교 산학협력단

연구기간 2011.03.01 ~ 2011.10.31

특허청구의 범위

청구항 1

캐스터와 캐리어 및 닥터 블레이드를 이용하는 테이프 캐스팅에 의해 연속적으로 테이프를 주조하는 방법에 있어서,

상기 캐스터 내에 저융점을 갖는 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액을 주입구를 통해 공급하는 단계;

상기 캐스터 내의 용액을 배출구를 통해 닥터 블레이드의 하단부로 통과시켜 캐리어 상으로 공급하는 단계; 및

상기 캐리어 상의 가용합금 소재의 용액을 일정속도로 이동시켜 응고시키는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 온도퓨즈용 가용합금소재의 테이프 캐스팅 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가용합금 소재의 용액은 용융점보다 10~50℃ 높은 온도범위를 유지하는 것을 특징으로 하는 온도퓨즈용 가용합금소재의 테이프 캐스팅 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 닥터 블레이드의 하단부와 캐리어 사이의 배출구 간격은 0.05~0.1mm 범위 내인 것을 특징으로 하는 온도퓨즈용 가용합금소재의 테이프 캐스팅 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가용합금 소재의 용액을 이동시키는 캐리어의 이동속도는 10~100cm/min. 범위 내인 것을 특징으로 하는 온도퓨즈용 가용합금소재의 테이프 캐스팅 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액으로 테이프 캐스팅할 때 발생하는 welling 현상을 최소화하기 위해, 상기 닥터 블레이드(doctor blade)의 하단부는 $\wedge$ 형상의 이중 칼날로 형성한 것을 특징으로 하는 온도퓨즈용 가용합금소재의 테이프 캐스팅 방법.

청구항 6

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항의 테이프 캐스팅 방법에 의해 생산된 온도퓨즈용 가용합금 소재의 박판화된 합금테이프인 것을 특징으로 하는 캐스팅 테이프.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 온도퓨즈용 가용합금 소재의 캐스팅 방법 및 이에 의한 캐스팅 테이프에 관한 것으로서, 상세히는 저융점을 갖는 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액을 용융점보다 약간 높은 온도에서 테이프 캐스팅 방법에 의해 박판화된 합금테이프로 생산하는 온도퓨즈용 가용합금 소재의 캐스팅 방법 및 이에 의한 캐스팅 테이프에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 이차전지 사용량이 증대됨에 따라 충전 및 과부하에 의한 전지폭발의 위험성을 차단하기 위한 온도퓨즈가

개발되어 사용되고 있다. 온도퓨즈 시스템의 핵심부품은 약 100℃의 온도에서 용락되어 전원을 차단하는 기능을 갖는 저융점 가용합금으로 인듐(In)계 합금이 사용되고 있다.

[0003] 본원발명의 배경기술로 이차전지 온도퓨즈 시스템은 한 쌍의 금속단자 선단부 사이에 가용합금 박판을 접속시키고 소량의 플럭스(flux)를 가용합금 박판 위에 위치시킨 후, 윗면과 아랫면을 절연필름(insulator film)으로 봉합시킨 구조를 갖는다. 따라서 일정온도 이상에서 가용합금은 플럭스(flux)와 반응하여 용락되면서 전류를 차단하는 기능을 하게 되며, 이러한 기능을 위해서 일반적으로 가용합금은 얇은 박판의 형태로 가공되어 사용된다.

[0004] 이러한 이차전지 온도퓨즈 시스템에 사용되는 가용합금의 형상은 두께가 0.1~0.4mm 정도의 얇은 판 형태로써, 이러한 얇은 판 소재의 일반적 제조공정은 제조된 합금용액을 냉각하여 잉고트로 제조한 후 여러 차례의 압출, 인발 공정을 거쳐 가는 선으로 제조한 다음 압연공정을 거쳐 판상화 하는 공정으로 되어 있다.

[0005] 그런데, 현재 사용되고 있는 온도퓨즈용 가용합금은 합금제조, 잉고트 제조, 압출, 인발, 압연의 다단계 공정을 거쳐 얇은 판 상으로 제조, 사용되고 있으나, 이러한 종래 온도퓨즈용 가용합금 판의 제조공정은 각 공정에서 냉각, 가열을 반복함으로써 에너지 소모가 많고, 표면산화에 따른 조직 불균질 및 내부결함 등에 의한 불량품의 발생율이 높다. 또한, 잉고트의 압출과정에서 마지막 부분의 절단손실 등에 의한 낮은 회수율 및 시설투자비와 생산단가도 높은 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 제10-0551216호
(특허문헌 0002) 한국 등록특허 제10-0699576호
(특허문헌 0003) 한국 등록특허 제10-0849995호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기한 바와 같은 제반 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 그 목적은 인듐(In)계 합금과 같은 저융점의 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액을 직접 테이프 캐스팅 방법에 의해 응고시키면, 캐스팅 합금의 제조 공정에서 용융금속에 가해지는 에너지만을 이용해서 온도퓨즈에 적합한 요구두께의 가용합금 소재의 박판으로 된 합금테이프를 제조할 수 있도록 하는 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법을 제공함에 있다.

[0008] 다른 목적은 상기 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액을 캐스터와 닥터 블레이드 및 캐리어로 테이프 캐스팅 방법에 의해 주조함에 있어, 온도퓨즈용으로 사용하기 적합한 박판으로 주조하기 위해 용융점보다 약간 높은 용액의 온도와 2개의 칼날을 갖는 닥터 블레이드 및 일정속도로 이동하는 캐리어의 조건으로 테이프 캐스팅하도록 한 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법을 제공함에 있다.

[0009] 또 다른 목적은 상기한 바와 같은 테이프 캐스팅 방법에 의해 저융점의 온도퓨즈용 가용합금 소재로 제조한 박판화된 합금테이프를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법은, 캐스터와 캐리어 및 닥터 블레이드를 이용하는 테이프 캐스팅에 의해 연속적으로 테이프를 주조하는 방법에 있어서, 상기 캐스터 내에 저융점을 갖는 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액을 주입구를 통해 공급하는 단계; 상기 캐스터 내의 용액을 배출구를 통해 닥터 블레이드의 하단부로 통과시켜 캐리어 상으로 공급하는 단계; 및 상기 캐리어 상의 가용합금 소재의 용액을 일정속도로 이동시켜 응고시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하고 있다.

[0011] 또, 상기 가용합금 소재의 용액은 용융점보다 10~50℃ 높은 온도범위를 유지하며, 상기 닥터 블레이드의 하단부와 캐리어 사이의 배출구 간격은 0.05~0.1mm 범위 내이고, 상기 가용합금 소재의 용액을 이동시키는 캐리어의 이동속도는 10~100cm/min. 범위 내인 것이 바람직하다.

- [0012] 또, 상기 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액으로 테이프 캐스팅할 때 발생하는 welling 현상을 최소화하기 위해, 상기 닥터 블레이드(doctor blade)의 하단부는 $\wedge$ 형상의 이중 칼날로 형성한 것이 바람직하다.
- [0013] 또, 상기한 테이프 캐스팅 방법에 의해 생산된 온도퓨즈용 가용합금 소재의 박판화된 합금테이프를 사용하는 것에 다른 특징이 있다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명의 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법 및 이에 의한 캐스팅 테이프에 의하면, 가공공정의 단순화에 의해 시설 및 관리유지비를 줄일 수 있고, 아울러 가공공정에 소모되는 에너지도 절감할 수 있으며 생산성 및 생산효율도 크게 향상될 수 있어 산업에 적합하게 이용될 수 있는 효과가 있다.
- [0015] 또한, 종래 박판 제조공정에 비하여 에너지 소모를 줄이고 박판 가공공정을 단순화 할 수 있어 박판 가공공정 원가를 절감하며 시설투자비, 시설유지 관리인원 및 공장면적 등을 줄일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명에 따른 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법에 사용되는 테이프 캐스팅 장치
- 도 2는 본 발명에 따른 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법에 의해 제조된 합금테이프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 본 발명에 따른 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법 및 이에 의한 캐스팅 테이프의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다. 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다.
- [0018] 현재까지 많은 소재, 특히 세라믹 소재의 테이프 캐스팅 기술에 관한 연구 및 산업분야에 적용은 많이 보고되어 왔지만, 가용합금에 테이프 캐스팅 기술을 적용하여 박판화를 시도한 연구보고는 없다.
- [0019] 즉, 금속은 용융점이 높고 금속용액의 고온에서의 속도는 $1 \sim 10 \text{ mPa} \cdot \text{S}(\text{cp})$ 정도로 테이프 캐스팅에서 일반적으로 사용되는 슬립(slip)의 속도 $500 \sim 6,000 \text{ mPa} \cdot \text{S}(\text{cp})$ 보다 매우 낮아 테이프 캐스팅 방법의 적용이 어렵다.
- [0020] 그러나, 용융점 바로 위의 온도에서 합금용액이 주입구를 통해 캐스터 내에 주입된 후, 닥터 블레이드(doctor blade) 밑의 배출구를 통해 캐리어 상에서 이동하는 용융금속, 즉 합금용액의 테이프는 순간적으로 냉각되면서 속도는 급격히 증가하고, 상기 용융금속(합금용액)의 표면 장력은 수백 mN/m 이상으로 크게 되므로 테이프의 형상이 유지되어 가용합금 소재의 박판으로 응고될 수 있다.
- [0021] 따라서, 인듐(In)계 합금과 같은 이차전지 온도퓨즈용 가용합금 소재는 용융점이 100°C 정도로 낮아 용융상태의 합금용액을 슬립(slip)으로 하여 온도를 조절함으로써, 상기 합금용액의 속도 및 표면 장력을 제어하여 닥터 블레이드 밑으로 통과시켜 냉각시키면, 테이프 형태로 박판화된 가용합금 박판을 제조할 수 있다.
- [0022] 또한, 고온의 용융점을 갖는 금속은 테이프 캐스팅 방법에 사용되는 캐스터 및 캐리어 사용에 어려움이 있어 테이프 캐스팅에 의한 박판화를 달성하기 어렵지만, 온도퓨즈용 가용합금 소재의 경우에는 용융점이 100°C 부근의 저융점 합금이므로 용융점 이상의 수~수십 $^\circ\text{C}$ 이상의 온도에서 닥터 블레이드 테이프 캐스팅 방법을 적용함으로써 박판화가 가능하다.
- [0023] 다음은 저융점의 온도퓨즈용 가용합금 소재를 이용하여 합금테이프를 제조하는 실시예를 설명하도록 한다.

실시예 1

- [0024] 가용합금 소재를 테이프 캐스팅으로 제조한 테이프의 형상, 두께 등에 주요한 영향을 미치는 테이프 캐스팅 방법의 주요 인자는 캐스터 내의 합금용액 온도, 높이(질량), 캐리어의 이동속도 및, 닥터 블레이드의 높이이다.
- [0025] 여기서 캐스터 내의 가용합금 소재의 용액의 온도는 용액의 속도를 결정하는 중요한 인자이다. 일반적으로 금속 용액의 속도(v)는 $v = A \exp(-BT)$ 로 표시되며 용융점보다 $40 \sim 50^\circ\text{C}$ 높은 온도에서 20°C 물의 속도인 1 cp 보다 약간 큰 5 cp 이하 정도의 속도를 보인다. 그러나 용융점 부근의 낮은 온도에서는 원자 사이의 거리가 급격히 감소함에 따라 속도는 급격히 증가하므로, 용융점 부근의 적절한 온도에서 테이프 캐스팅을 할 때 주조된 가용합금

소재는 테이프 형태로 형상을 유지하여 응고될 수 있다.

[0026] 용융점과 용융점보다 10℃ 정도 높은 온도 사이의 온도범위를 갖는 가용합금 소재의 용액을 테이프 캐스팅하면, 합금용액의 유동성이 좋지 않아 캐리어의 이동속도가 매우 느릴 때(10cm/min. 미만) 주조되는 테이프의 표면이 거칠고 형상이 완전하지 못하며, 특히 0.3mm 이하의 얇은 두께의 테이프를 제조할 때 균일한 테이프 형상을 얻기 어렵다.

[0027] 용융점보다 10~50℃ 정도 높은 온도범위에 있는 가용합금 소재의 용액은 테이프 캐스팅에 의하여 매우 균일한 두께의 합금테이프를 주조할 수 있어 테이프 캐스팅에 적절한 온도 범위이다. 용융점보다 50℃ 이상의 높은 온도범위의 합금용액의 경우 테이프의 캐스팅이 가능한 것으로 관찰되었으나, 매우 빠른 캐리어 이동속도 외에는 테이프 형상을 유지하기 어렵고 닥터 블레이드를 통과한 용액의 웰링(welling) 현상이 크게 발생하므로 테이프의 두께를 조절하기 어렵다.

[0028] 다음의 표 1은 본 발명의 테이프 캐스팅 방법에서 가용합금 소재의 용액의 바람직한 온도 조건을 나타내기 위한 표이다.

표 1

온도 범위	테이프캐스팅 결과
105±5℃	합금용액의 유동성이 좋지 않고 테이프 양쪽 끝면 및 표면 형태가 균일치못함. 0.3mm 이하의 얇은 두께의 테이프 캐스팅에 적절치못함.
110±40℃	합금용액의 테이프 캐스팅에 적절한 유동성을 가지며 균일한 형태의 테이프 형상 유지가능.
150℃ 이상	합금용액의 속도가 낮아 유동성이 크므로 캐리어의 빠른 이동속도에서만 테이프 형상 유지

[0030] 온도퓨즈용 인듐(In)계 합금의 경우, 캐스터 내의 합금용액의 온도를 용융점보다 10~50℃ 높은 온도로 일정하게 유지하면서 테이프캐스팅 하는 것이 바람직하다.

실시예 2

[0031] 캐리어는 스테인리스스틸 판이 열전도도가 좋아 주조되는 합금테이프의 냉각속도가 빠르고 캐리어의 산화도 없어 적합하다. 연속된 테이프 캐스팅 공정에 의하여 원하는 길이의 균일한 두께를 갖는 가용합금 테이프를 얻기 위하여, 0.1~1mm, 바람직하게는 0.4mm 두께 스테인리스스틸 판의 양쪽 끝을 레이저용접하고 가공하여 벨트로 만들어 캐리어로 사용함으로써 본 발명의 테이프 캐스팅 연속공정이 가능하게 된다.

[0032] 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용액을 테이프 캐스팅할 때 캐리어의 이동속도가 테이프 캐스팅에 미치는 영향은 매우 크다. 너무 낮은 캐리어의 이동속도의 경우 합금용액이 닥터 블레이드 밑을 통과한 후 웰링(welling) 현상이 크게 발생하여 두꺼운 테이프가 형성되며, 테이프 캐스팅 방법에 의한 생산성이 낮아지는 문제점이 있다.

[0033] 또한, 너무 빠른 캐리어의 이동속도에서는 웰링(welling) 현상은 작아 얇은 두께의 합금테이프를 얻을 수 있으나, 연속되는 테이프 캐스팅 공정 중에 캐스터 내의 합금용액이 배출될 때 완전하고 균일한 테이프 형상을 유지하지 못할 수 있는 위험이 발생할 수 있다. 온도퓨즈용 가용합금 소재의 용융점 및 캐스터 내의 용융금속 량 등 다른 공정 인자들에 따라 최적의 캐리어의 이동속도는 달라질 수 있으나, 캐리어의 이동속도가 10~100cm/min.의 경우에는 두께와 형상이 균일하고 적절한 두께를 갖는 합금테이프의 제조가 가능하다.

[0034] 다음의 표 2는 본 발명의 테이프 캐스팅 방법에 사용되는 캐리어의 바람직한 이동속도의 조건을 나타내기 위한 표이다.

표 2

캐리어의 이동속도(cm/min.)	테이프캐스팅 결과
10 미만	- 웰링(welling) 현상이 커서 합금테이프의 두께가 두꺼워짐. - 생산성이 낮음
30~60	- 적절한 두께 및 형상을 갖는 합금테이프 제조 가능
100 이상	- 웰링(welling) 현상은 작아 얇은 두께의 테이프캐스팅이 가능하나 균일한 합금테이프의 형상을 계속 얻기 어려움

[0036] *합금용액의 온도 120℃, 닥터 블레이드의 높이 0.05mm

실시예 3

[0037] 이차전지의 온도퓨즈용 시스템에 사용되는 인듐(In)계 가용합금 소재는 0.1~0.4mm 정도의 두께가 요구되고 있다. 가용합금 소재의 두께는 시스템의 전기저항 등의 특성을 고려하여 0.15mm 정도가 일반적으로 사용되므로, 테이프 캐스팅 공정에서 0.15mm 보다 약간 두꺼운 0.1~0.3mm 정도의 두께를 갖는 합금테이프를 제조하고 압연 과정을 거쳐 정확히 0.15mm의 두께를 갖는 가용합금 박판을 제조할 수 있다.

[0038] 테이프 캐스팅을 할 때 닥터 블레이드의 밀을 통과하는 합금용액의 웰링(welling) 현상 때문에 제조되는 합금테이프의 두께는 닥터 블레이드 높이보다 두꺼워 지므로 0.15~0.3mm 정도의 두께를 갖는 합금테이프를 제조하기 위해서는 닥터 블레이드의 높이를 이보다 낮게 조절해야 한다. 여기서 닥터 블레이드의 높이를 높게 하거나 낮게 하는 것은 블레이드의 하단부 칼날과 캐리어 사이의 가용합금 용액이 배출되는 배출구의 높이를 높게 하거나 낮게 하는 것에 해당한다.

[0039] 또한, 상기 캐스터 내의 합금용액의 배출압력에 의한 웰링(welling) 현상을 줄이기 위하여 닥터 블레이드의 하단부 $\wedge$ 형상의 이중 칼날을 갖도록 한다. 캐스터 내의 합금용액의 온도를 120℃, 캐리어의 이동속도를 42cm/min.로 하는 조건에서 테이프 캐스팅하였을 때, 닥터 블레이드의 높이가 0.05mm일 때 얻어진 합금테이프의 두께는 0.15mm로 0.1mm 정도의 웰링(welling) 현상이 발생하였으며, 닥터 블레이드의 높이가 0.1mm에서는 0.3mm 두께의 합금테이프가 얻어짐으로써 0.2mm 정도의 웰링(welling) 현상이 발생하였다.

[0040] 다음의 표 3은 닥터 블레이드의 높이에 따른 합금테이프의 두께를 나타내고 있다.

표 3

블레이드의 높이(mm)	테이프 캐스팅 결과 얻어진 합금테이프의 두께(mm)
0.05	0.15mm
0.1	0.31mm

[0042] * 합금용액의 온도 120℃, 캐리어의 이동속도 42cm/min.

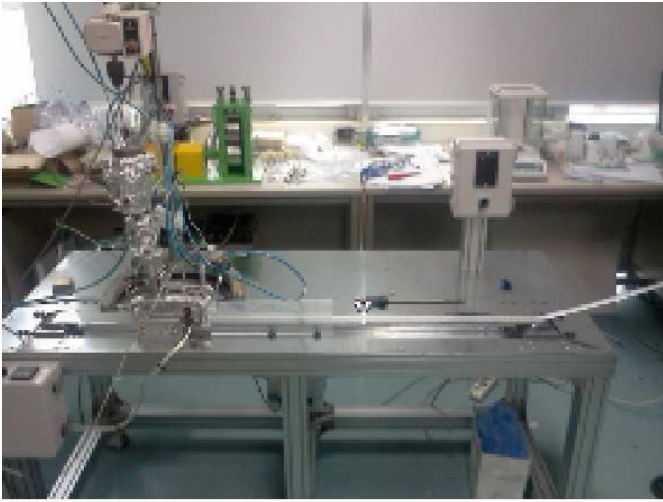
[0043] 도 1에 도시한 본 발명에 따른 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법에 사용되는 테이프 캐스팅 장치는 실제 온도퓨즈용 가용합금 소재를 사용하여 합금테이프를 제조하는 장치를 보여주고 있으며, 도 2는 상기 테이프 캐스팅 장치에 의해 실제 제조된 합금테이프를 보여주고 있다.

[0044] 이와 같이 온도퓨즈용의 효율적인 기능을 위하여, 가용합금 소재를 박판으로 주조하여 합금테이프로 사용되는데, 종래와 같이 가용합금 소재의 압출, 인발, 압연에 의한 가공공정에 비해 가용합금 소재의 용액을 직접 테이프 캐스팅하는 기술을 적용하면, 제조공정의 단순화에 의한 시설 및 관리유지비를 줄일 수 있고, 아울러 제조공정에 소모되는 에너지도 절할할 수 있으며, 생산성 및 생산효율도 크게 향상될 수 있어 산업에 적합하게 이용될 수 있다. 또한, 종래의 박판 제조공정에 비해 에너지 소모를 줄이고 박판 제조공정을 단순화할 수 있어 박판 제조공정의 원가를 절감하고 시설투자비, 시설유지 관리인원 및 공장면적 등을 줄일 수 있다.

[0045] 이상과 같이 본 발명에 따른 온도퓨즈용 가용합금 소재의 테이프 캐스팅 방법 및 이에 의한 캐스팅 테이프에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

도면

도면1



도면2

