
우수한 강도 및 연성을 갖는 하이엔트로피 합금



대표발명자 : 김태근 교수

우수한 강도 및 연성을 갖는 하이엔트로피 합금

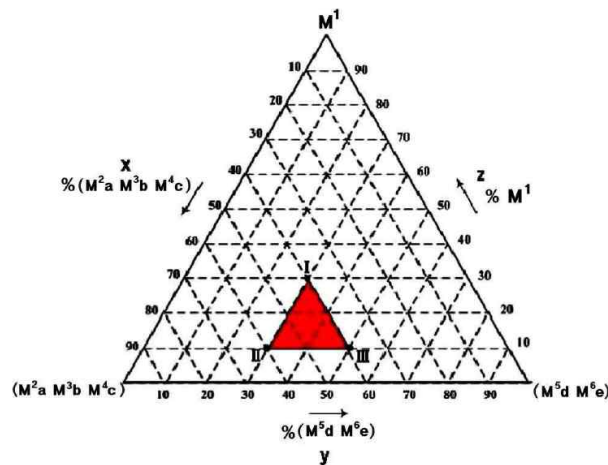
□ 기술개요

- 종래 하이엔트로피 합금은 제한된 유연성(plasticity)을 나타낼 뿐 아니라, 소성변형구간이 길지 않고 또한 항복강도가 적은 단점이 있음
- 본 발명은 우수한 강도와 함께 우수한 유연성을 갖는 하이엔트로피 합금에 대한 것으로, 본 발명에 따른 하이엔트로피 합금은 고온에서도 우수한 기계적 특성을 가지며 내열과 내부식이 뛰어난 재료로서, 자동차 실린더와 같이 내열구조재료와 같은 분야에 활용할 수 있음

□ 기술적인 차별성

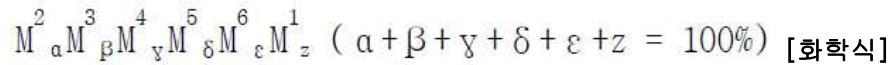
※ 하이엔트로피합금

- 5개 이상의 금속원소들이 균질한 조성을 가지면서 무질서한 조밀 충전 구조를 가지므로, 이러한 하이엔트로피 합금은 다원계의 결정질 합금에 비해 높은 강도를 가지고, 뛰어난 마모 및 부식 저항성, 및 우수한 연성을 가짐



<실시에들에 따른 합금 내에 함유되는 금속원소들의
 함량 관계를 나타내는 그래프>

- 하기 화학식으로 나타내어지는 조성을 갖는 합금으로, M2, M3 및 M4는 Ti, Zr, 및 Hf으로 이루어진 군에서 선택되는 서로 다른 전기전이금속들이고, M5 및 M6는 Ni와 Cu로 이루어진 군에서 선택되는 서로 다른 후기전이금속들이고, M1은 Co 또는 Nb이고, z는 $10\% \leq z \leq 30\%$, α , β , γ , δ , 및 ε 은 모두 동일한 값임



※ 하이엔트로피합금의 제조 및 물성확인

- 시편 1 내지 7은 모두 모두 6개의 금속 원소를 함유하는 합금임에도 불구하고 X선 회절 그래프들에서 비교적 간단한 피크들만 나타나고, 이로부터, 시편들 1 내지 7은 단순 고용체(simple solid solution)를 형성함을 확인함

	조성	σ_y (MPa)	σ_{max} (MPa)	ε_p (%)
시편 1	Ti _{16.6} Zr _{16.6} Hf _{16.6} Ni _{16.6} Cu _{16.6} Co ₁₇	2091.942	2209.268	2.283
시편 2	Ti _{16.6} Zr _{16.6} Hf _{16.6} Ni _{16.6} Cu _{16.6} Nb ₁₇	1635.183	2019.628	2.47
시편 3	Ti _{16.6} Zr _{16.6} Hf _{16.6} Ni _{16.6} Cu _{16.6} Fe ₁₇	2255.76	2353.159	1.5
시편 4	Ti _{16.6} Zr _{16.6} Hf _{16.6} Ni _{16.6} Cu _{16.6} Ag ₁₇	1137.352	1137.352	-
시편 5	Ti _{16.6} Zr _{16.6} Hf _{16.6} Ni _{16.6} Cu _{16.6} Al ₁₇	949.68	1010.183	0.353
시편 6	Ti _{16.6} Zr _{16.6} Hf _{16.6} Ni _{16.6} Cu _{16.6} Sn ₁₇	1209.42	1390.20	0.44
시편 7	Ti _{16.6} Zr _{16.6} Hf _{16.6} Ni _{16.6} Cu _{16.6} Mo ₁₇	1242.62	1242.62	-
σ_y (MPa) : 시편 변형이 시작될 때의 응력 σ_{max} (MPa) : 시편 파괴가 일어난 시점의 응력 ε_p (%) : 변형의 정도				

<제조된 합금 시편들의 조성 및 기계적 특성>

- 화학식들 1 내지 3에서 M1이 Co, Nb, 및 Fe인 경우(시편 1 내지 3)에는 M1이 그 외의 다른 금속들 즉, Ag, Al, Sn, Mo인 경우(시편 4 내지 7)에 비해 우수한 강도(σ_y (MPa), σ_{max} (MPa))를 나타내면서도, 소성구간(ε_p (%))이 증가하여 연성 또한 향상됨

□ 기술적 효과

- 5개 이상의 원소로 이루어진 하이엔트로피 합금은 우수한 강도, 고온에서의 기계적 물성과 함께 유연성 및 항복강도가 향상된 하이엔트로피 합금을 제공함으로써 하이엔트로피 합금에 대한 적용분야를 확대함

경제적 효과

- 자동차 실린더 등과 같이 내열구조재료뿐 아니라 하이엔트로피 합금의 적용 분야를 확대할 수 있으므로 다양한 업체와의 협업이 가능할 것으로 판단됨

적용분야

- 자동차 실린더, 내열구조재료

특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	우수한 강도 및 연성을 갖는 하이엔트로피 합금	10-2014-0095531 (2014.07.28.)	10-1728936 (2017.04.14.)	한국