
기계적 특성이 향상된 Sn계 합금



대표발명자 : 김기범 교수

기계적 특성이 향상된 Sn계 합금

□ 기술개요

- 종래 Sn계 합금은 높은 연성 및 낮은 용점을 갖는 반면, 강도가 낮아 응용범위가 제한적이라는 단점이 있음
- 본 발명은 Sn계 합금에서 신규한 조성 및 함량비를 제안함으로써, 높은 연성 및 낮은 용점과 함께 기계적 특성이 우수한 Sn계 합금 제공

□ 기술적인 차별성

※ 기계적 특성이 향상된 Sn계 합금

- 하기 화학식에서, M1과 M2는 서로 다른 금속이고, M1 또는 M2는 Al의 용점과 같거나 이보다 낮은 용점을 갖는 금속이며, A는 Ca 또는 미시메탈(Misch metal)인 Sn계 합금



[화학식]

- a, 상기 b, 및 상기 c가 각각 $30 \leq a \leq 40$, $30 \leq b \leq 40$, $30 \leq c \leq 40$ 범위에 있을 때, 합금을 이루는 Sn, M1, 및 M2 원자들이 동일원자(equiatomic) 또는 유사 동일원자(near-equiatomic) 비율로 제어됨에 따라 균질한 조성을 가지면서 무질서한 조밀 충전 구조를 가질 수 있어 기계적 특성이 향상됨
- M1과 M2는 Al의 용점과 비교하여 용점이 같거나 낮은 용점 특성을 나타내기 때문에, 합금은 낮은 온도에서 쉽게 용해될 수 있으므로 엔트로피가 높고 연성이 우수하므로, Sn계 합금은 우수한 기계적 특성을 가지고, 뛰어난 마모 및 부식 저항성, 및 우수한 연성을 가짐

※ Sn계 합금의 제조 및 물성확인

- Sn계 합금은 유사 동일원자 비율로 제어됨에 따라 강도가 우수하고, Ca을 포함함 따라 강도가 더욱 향상되며 용점이 더 낮아지고, 특히, 화학식에서 $2 \leq x \leq 6$ 범위에 해당하는 제조예 2, 3, 및 4의 연성 특성이 우수하고, $0 \leq x \leq 10$ 범위에 해당하는 제조예 7 내지 12의 변형의 정도가 모두 25%를 초과하여 우수한 유연성을 가짐

구분	조성	T_p (K)	σ (MPa)	ϵ_p (%)
제조예 1	$Sn_{22}Mg_{33}Al_{33}$	475.7	172.2	> 25
제조예 2	$(Sn_{22}Mg_{33}Al_{33})_{98}Ca_2$	459.2	300.4	2.8
제조예 3	$(Sn_{22}Mg_{33}Al_{33})_{96}Ca_4$	474.1	346.6	9.2
제조예 4	$(Sn_{22}Mg_{33}Al_{33})_{94}Ca_6$	471.6	387.8	5.9
제조예 5	$(Sn_{22}Mg_{33}Al_{33})_{92}Ca_8$	472.0	452.5	0.3
제조예 6	$(Sn_{22}Mg_{33}Al_{33})_{90}Ca_{10}$	471.9	448.1	0.9
제조예 7	$Sn_{22}Zn_{33}Al_{33}$	474.2	129.3	> 25
제조예 8	$(Sn_{22}Zn_{33}Al_{33})_{98}Ca_2$	469.2	166.0	> 25
제조예 9	$(Sn_{22}Zn_{33}Al_{33})_{96}Ca_4$	468.8	198.3	> 25
제조예 10	$(Sn_{22}Zn_{33}Al_{33})_{94}Ca_6$	468.6	209.1	> 25
제조예 11	$(Sn_{22}Zn_{33}Al_{33})_{92}Ca_8$	468.8	293.7	> 25
제조예 12	$(Sn_{22}Zn_{33}Al_{33})_{90}Ca_{10}$	470.3	211.6	> 25
제조예 13	$Sn_{22}Mg_{33}Zn_{33}$	457.9	297.0	> 25
제조예 14	$(Sn_{22}Mg_{33}Zn_{33})_{98}Ca_2$	451.56	433.6	1.0
제조예 15	$(Sn_{22}Mg_{33}Zn_{33})_{96}Ca_4$	451.8	571.0	0.3
제조예 16	$(Sn_{22}Mg_{33}Zn_{33})_{94}Ca_6$	451.89	631.5	< 0.1
제조예 17	$(Sn_{22}Mg_{33}Zn_{33})_{92}Ca_8$	451.95	711.5	< 0.1
제조예 18	$(Sn_{22}Mg_{33}Zn_{33})_{90}Ca_{10}$	451.92	455.8	< 0.1

T_p (K) : 시편의 용융점
 σ (MPa) : 시편의 변형이 시작될 때의 응력
 ϵ_p (%) : 변형의 정도

제조된 합금 시편들의 조성 및 기계적 특성

□ 기술적 효과

- 종래 높은 연성 및 낮은 용점의 Sn계 합금에 대해서 기계적 강도를 향상시킨 합금 조성을 제안하고, 또한 함량범위에 따른 유연성을 제어하는 기술을 제공할 수 있으므로, Sn계 합금에 대한 적용범위를 보다 확대할 수 있음

□ 경제적 효과

- 전기전도도 및 열전도도가 높아야 하는 적용분야에 적용이 가능하고, 실험실 수준에서 합금에 대한 물성평가가 완료되었으므로 관련 기업과 협업하여 추가 연구를 통하여 본 합금을 기반으로 한 기구, 기계 등을 제작이 가능할 것으로 판단됨

○ 자동차, 전자재료, 건축재료 등 다양한 업체와의 협업이 가능할 것으로 판단됨

적용분야

○ 솔더(solder), 냉각재, 가용플러그, 스프링 쿨러

특허현황

구분	발명의 명칭	출원번호 (출원일)	등록번호 (등록일)	출원 국가
1	기계적 특성이 향상된 Sn계 합금	10-2014-0195027 (2014.12.31.)	10-1640691 (2016.07.12.)	한국