

과공정 Al-Si 합금의 Si 초정의 P에 의한 미세화

W. Vogel and W. Schneider
Giesserei 78(1991) 848-853

요약 : 이진형, 한국과학기술원

1. 서 론

과공정 Al-Si 합금은 주조성이 좋고 열팽창계수가 작으며 내마모성과 열간강도가 좋아 피스톤 합금으로 많이 쓰이며 25% Si까지 사용된다. 초정 Si의 미세화는 P를 용탕에 첨가하여 AlP가 형성되어 많은 핵을 제공하여 이루어진다. P의 첨가는 공해를 없애기 위하여 P-정제 보다는 CuP 모합금으로 행한다. 이때 단점으로는 (1) AlP 형성을 위하여 850°C 정도의 용탕온도가 필요하고 (2) 최소 40분의 유지시간이 필요하며 (3) 이것으로 인하여 로브이 P로 오염되어 다음

용탕에 오염된다. (4) 또한 이 방법으로는 약 200ppm의 P가 용탕에 필요하고 손실이 크기 때문에 다량의 CuP 모합금을 첨가하여야 한다.

이러한 문제를 해결하고자 이미 AlP가 미세하게 형성되어 있는 모합금을 분말야금법과 열처리법으로 개발하여 공업적으로 사용하고 있다. Al 분말과 Cu-P 합금분말을 섞어 Al-20%Cu-1.4%P가 되게하여 빌레트로 만들고 이것을 봉형태로 압출하였다. 이 봉의 내부에는 Al-기지조직에 Cu-P 합금분말이 섞여 있으며 Al이 Cu-P 합금 분말 속을 확산하여 들어가 Al-Cu층, Al-P-Cu층, 층을 형성하고 내부에는 이 Cu-P core가 남아 있는 조직을 나타내고 있다(그림 1).

모합금의 첨가량과 첨가후 유지시간이 Si 초정의 미세화에 미치는 효과를 조사하기 위하여 Al-18%Si 이원합금을 사용하였으며 첨가온도와 금형에 주입온도는 모두 730°C로 하였다. P의 회수율은 모든 경우 첨가량의 85% 이상이었다. 첨가된 P의 양으로 계산할때 40ppm까지는 Si 초정의 평균 크기가 150 μ m에서 38 μ m까지 감소하였고 그 이상의 첨가는 더이상 미세화 효과가 없었다. 모합금으로 40ppm의 P를 첨가한 후 30초 되

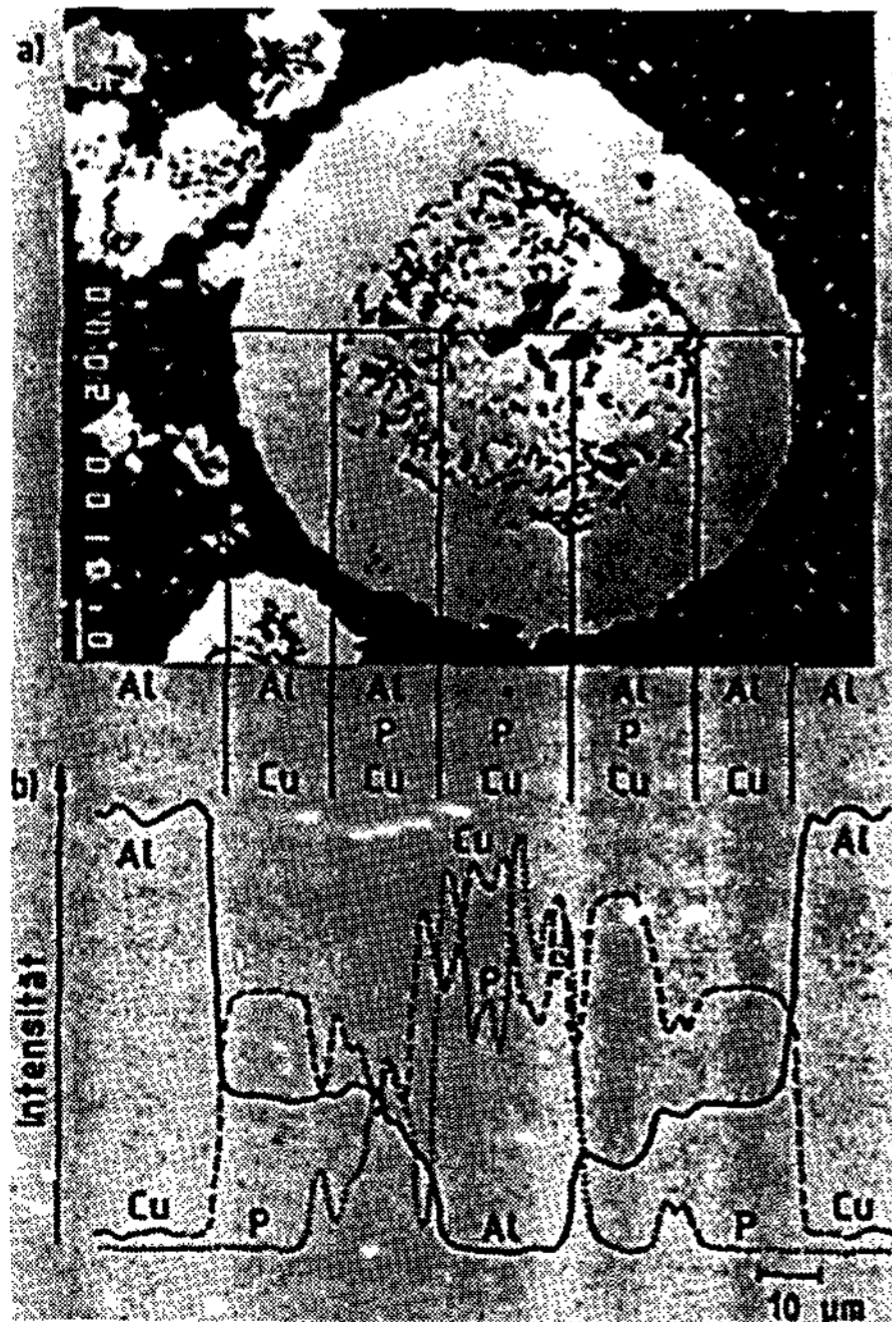


그림 1. AlCuP-모합금의 조직사진 (a)과 EPMA 성분분석결과 (b)

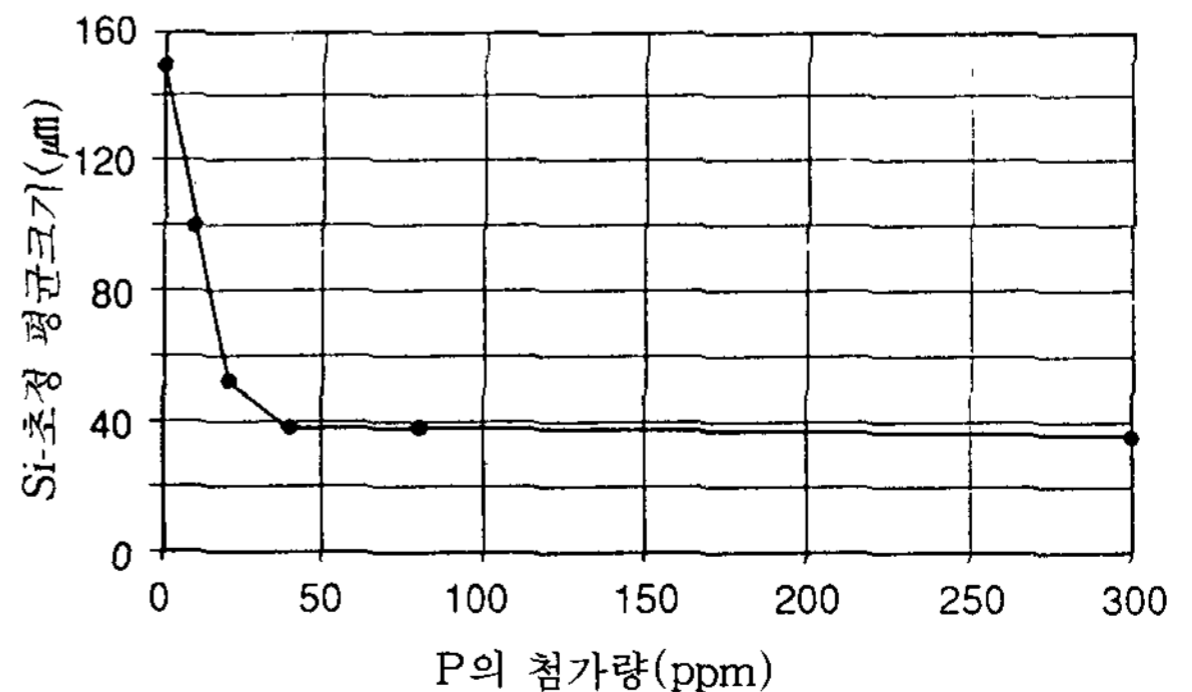


그림 2. AlCuP-모합금 첨가량이 Si-초정의 미세화에 미치는 효과

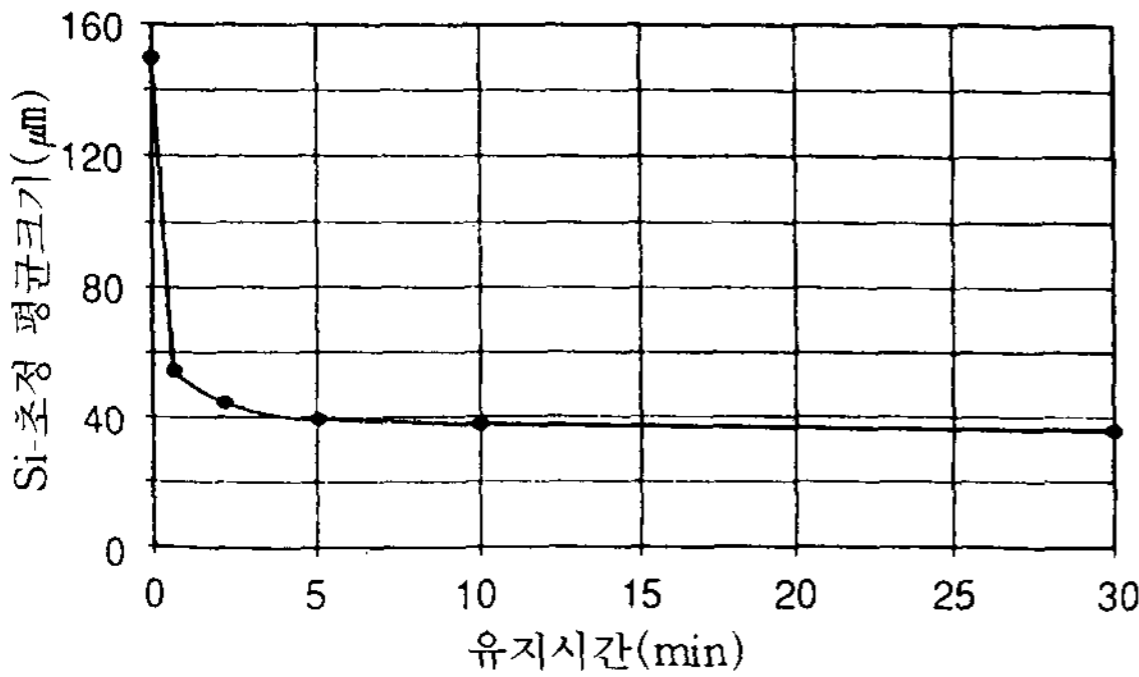


그림 3. AlCuP-모합금 첨가후 유지시간이 Si-초정의 미세화에 미치는 효과

있을때 주조한 시편은 Si 초정의 평균 크기가 이미 약 52 μm 이었고 2분후에는 45 μm 로 감소하였으며 30분까지 유지하여도 fading 효과는 나타나지 않았고 오히려 36 μm 까지 감소하였다(그림 3).

엔진블럭합금으로 쓰이는 AlSi18CuNiMg 합금에 40 ppm P를 첨가한 경우는 Si 초정이 100 μm 에서 30 μm 로 감소하였다. 이는 합금원소(Cu, Ni, Mg)가 이미 약간의 초정미세화 효과가 있기 때문에 Al-18%Si 이원합금보다 더 미세한 초정이 형성된 것이다. 미세화된 초정 Si의 중심에는 항상 검은점을 발견할 수 있었으며 이는 AlP가 있었던 자리로 추정된다. AlP는 매우 흡수성이 강해서 조식사진 준비과정에서 녹아나온다.

열분석 결과에서도 초정미세화 효과는 확실히 파악할 수 있다. 예로 AlSi18CuNiMg 용탕에서 초정미세화제를 첨가하지 않은 경우는 초정응고

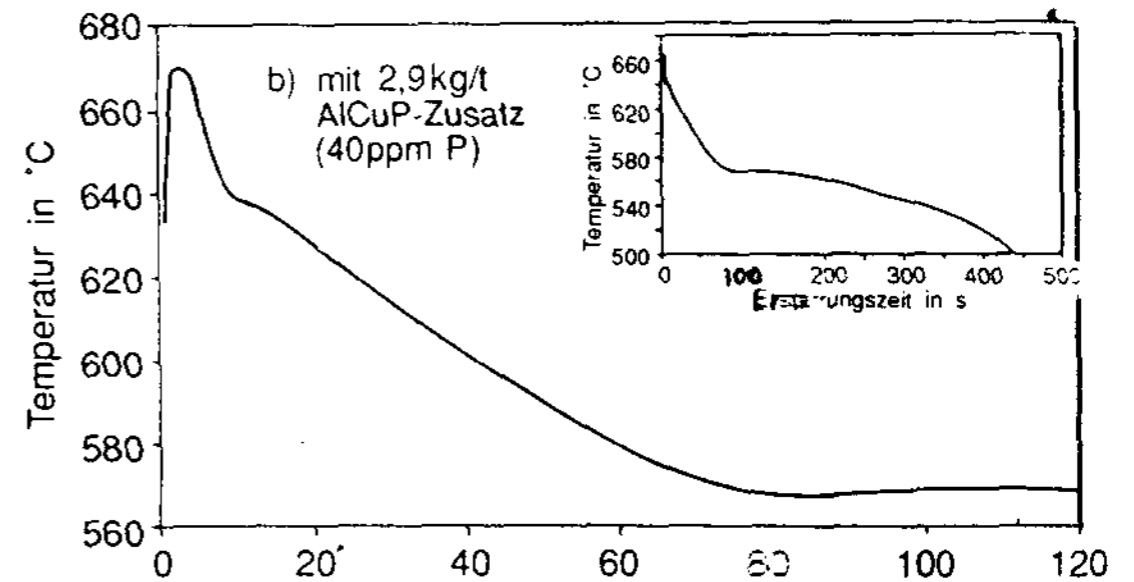
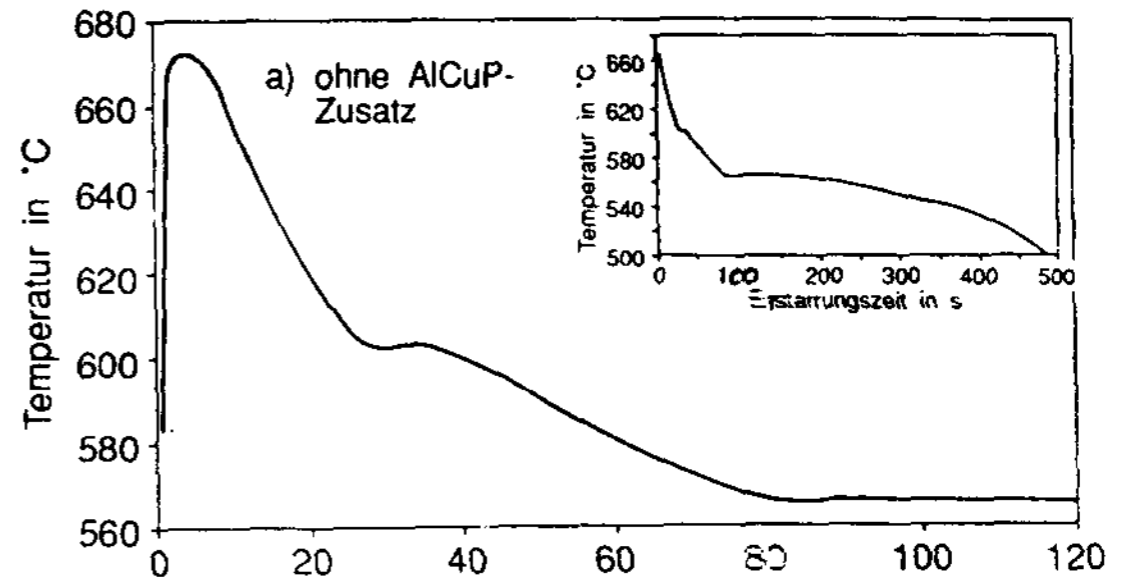


그림 4. AlSi18CuNiMg 합금에 AlCuP-모합금을 a) 첨가하지 않은 경우와 b) 40ppm의 P가 되게 첨가한 경우의 냉각곡선

가 602 $^{\circ}\text{C}$ 에서 시작되며 곧 1~2 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도회복이 일어나고 40 ppm의 P가 첨가된 경우는 640 $^{\circ}\text{C}$ 에서 초정응고가 시작되고 온도회복은 전혀 나타나지 않는다. 이러한 열분석으로 현장에서는 간단히 용탕을 주입하기 전에 Si-초정의 미세화를 확인할 수 있다(그림 4).