

펄얼로이 주조합금의 자기적 특성에 미치는 산소불순물 농도의 영향 (Influence of Oxygen Contents on the Magnetic Properties of Supermalloy Cast Alloy)

안동 대학교 신소재공학부 *안상재, 노태환
포항산업과학연구원 남궁정, 이기안, 김문철

1. 서론

고투자율 연자성 합금으로 알려진 펄얼로이(Ni-Fe)합금은 전자파차폐재, 전자부품코아 등 전자통신분야에 중요한 소재로 사용되고 있으며, 일반적으로 사용되는 최종소재는 판재형태로 두께는 약 0.02~0.5mm의 극 박판이거나, 미세분말 형태를 필요로 하고 있다. 이러한 펄얼로이 합금은 제조과정 중 합금조성 및 불순물 농도가 결정되는 주조공정의 용해/분위기 합금조성조건에 따라 연자기적 특성이 절대적으로 결정되므로 용해 공정에서의 불순물관리 및 저감기술이 중요하다. 본 연구에서는 펄얼로이 합금의 분위기 용해조건에서의 용해온도 시간조건 및 탈산 합금원소 첨가에 따른 주조된 펄얼로이 합금의 산소농도 및 그에 따른 자기적 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

펄얼로이 합금의 조성은 Ni80-Fe합금을 기반으로 10 kg/ch.용량으로 분위기 유도 용해로에서 용해하고 용강의 온도변화, 용강의 유지시간 및 탈산 첨가원소의 농도에 따른 용강시료를 채취하여 산소농도를 분석하고 주괴의 시료를 열간압연 및 냉간압연 방법으로 약 0.2mm두께로 가공하여 준비하였다. 가공된 각 조건의 박판의 시료는 자기적 특성측정 및 미세조직 관찰을 위하여 내경 33mm, 외경 45mm 크기로 링(ring)형태로 펀칭(punching)가공하고 어닐링 열처리를 10^{-5} torr, 진공중 1150°C에서 3시간 동안 실시하고 2°C/min. 속도로 냉각하여 실시하였다. 열처리가 완료된 각조건의 시료에 대하여 미세조직에서의 기지내 비금속 개재물의 관찰 및 연자기적 특성을 평가하기 위하여 10Hz 주파수에서 외부자장에 따른 유효 투자율 특성 및 보자력 등을 측정하여 용해불순물 농도와 상관관계를 분석하여 최적의 대기용해조건 및 탈산첨가원소의 효과를 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

용해 분위기 조건(N₂, Ar, Air)에 따른 투자율 특성변화에서 Ar>N₂>Air순으로 높게 나타나고 있으나 효과는 미미한 것으로 나타났으며, 용해온도변화에 있어서는 용해온도가 증가됨에 따라 투자율 특성이 급격하게 하는 것으로 나타나고 있기 때문에 용강의 온도는 1500°C내외에서 유지함이 바람직한 것으로 사료된다.

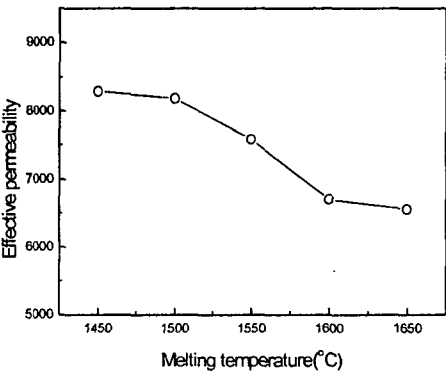
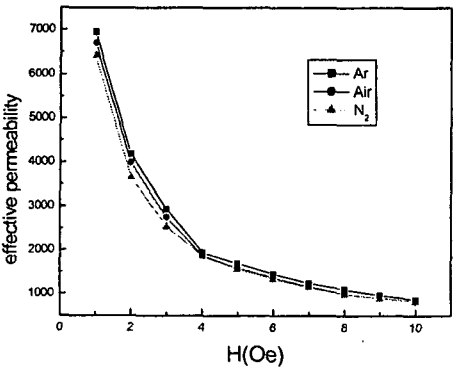


그림. 용해 분위기조건에 따른 유효 투자율변화 그림. 용해온도 조건에 따른 유효투자율변화

용해온도 증가에 따른 투자율 특성의 급격한 감소는 주요하게는 용강중 불순물 산소농도에 의한 것으로 판단되며 미세조직에서 관찰되는 크고 작은 비금속 개재물은 소재의 자벽의 이동을 방해하여 연자기 특성을 저해하는데 주요한 원인으로 사료된다.

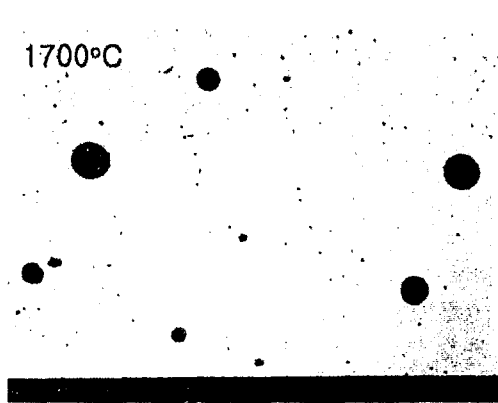
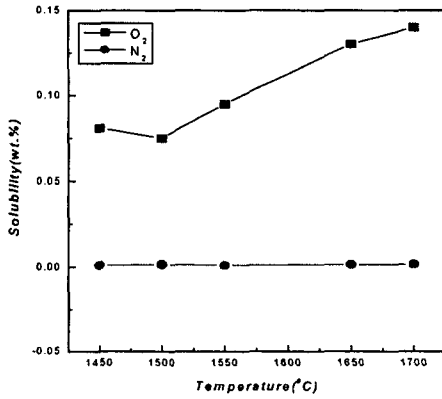


그림. 용해온도에 따른 주조품 산소농도 그림. 1700°C 용해온도 주조품중 내부 비금속 개재물 형상

이와 같이, 일반적인 분위기 가스 보호하에서의 대기용해방법은 용강중 불순물 산소를 저감하는 방법으로는 미약하며 용강의 온도가 증가됨에 따라 불순물의 영향은 심하게 악화됨을 알 수 알 수 있었다. 따라서 이러한 합금의 용해/주조공정중에 산소불순물을 적극적이고 효과적으로 제어할 수 있는 탈산합금의 첨가방법이 유효할 것으로 사료된다.

4. 결론

고투자율 Ni-Fe계 연자성 합금의 용해주조공정에서 대기중 불활성 분위기 가스 보호에 의한 용해주조방법은 불순물 산소농도를 저감하는데 미약하였다. 용해온도가 증가됨에 따라 불순물 산소농도가 급하게 증가되고 다양한 크기의 비금속 개재물의 형성이 증가되므로 투자율 특성이 심하게 저하되는 것으로 나타났다.

따라서, 고투자율 Ni-Fe계 합금의 대기용해 주조공정에서는 용강중 탈산원소를 첨가하여 효과적으로 산소농도를 제어하고 연자기 특성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다.

5. 참고문헌

- [1]H. Nagura, K. Saito, K. Takanashi, H. Fujimori, journal of Magnetism Materials 212(2000)53-58
- [2]R.J. Taunt and B. Ralph, Metal Science Vol.9 p.185-189 (1975)
- [3]Harumitsu Makita, Shuji Hanada and Osamu Izumi, Transactions of the Japan Institute of Metals, Vol.29, No.6(1988), pp.448-456