

레이저빔에 의한 계면경사 Ni/Cu재료 제조에 관한 연구

A Study on the Fabrication of Graded-Boundary Ni/Cu Material by Laser Beam.

연세대학교 재료공학부 *정상용, 김도훈

I. 서론

계면경사재료는 기능이 다른 재료들 간의 조성을 연속적으로 경사시켜 복합기능을 가지도록 한 것으로, 단일 재료에서 얻지 못하는 여러 가지 기능을 동시에 만족시키도록 하는 재료이다. 본 연구에서는 내열성 구조재료 개발을 위한 기초연구로서 고밀도 열원인 레이저빔을 이용하여 표면합금화 방법을 이용해 계면경사 Ni/Cu재료의 제조에 관한 기초연구를 수행하였다.

II. 실험방법

Cu substrate로서는 $100 \times 70 \times 10\text{mm}$ 의 무산소동을 사용하였으며 합금화재료로서는 $50 \times 50 \times 0.5\text{mm}$ 의 Ni 판재를 사용하였다. 이 두 재료를 지그를 사용하여 밀착시킨후 예비실험에 의해 최적화된 조건으로 레이저빔을 조사하였고, 저배율현미경으로 그 합금화 된 층을 관찰하였으며, EDS분석을 통하여 조성이 연속적으로 변하고 있는가를 관찰하였다. 아울러 합금층의 열적 특성을 알아보기 위해 열전도도를 측정하였고, AIS system을 사용한 연속압입시험을 하여 합금층내의 항복강도 분포를 관찰하였으며, 마지막으로 기계적 특성을 알아보기 위해 미소경도를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

Fig.1은 본 실험에 의해 제조된 계면경사 Ni/Cu재료의 단면을 보여주고 있다. 최적화된 각 층별 주사조건에 의해 조사된 합금층의 전체 두께는 약 4.6mm로서 그 거시조직은 각 층 간격이 4개의 층으로 구분되는 형상으로 관찰되었으며, 상위 합금층으로 감에 따라 기공의 크기가 커짐이 관찰되었다. 이는 키홀의 생성에 따라 용융풀 내부로 유입된 기체가 급속응고 과정에 의해 밖으로 빠져나오지 못함에 의해 생성된 것으로 사료된다.

Fig.2는 EDS분석결과를 보여주고 있다. 여기서 알 수 있는 바와 같이 그 조성은 시편 표면으로부터 내부로 들어갈수록 연속적으로 그 조성이 각각 변하고 있음을 알 수 있다. 열적 특성인 열전도도 측정결과는 Fig.3에 Cu와 Ni의 조성에 따라서 나타내었다. 그 결과 그 전체적인 모양이 U자의 형태를 그림을 알 수 있다.

Fig.4는 연속압입시험의 결과가 나와있다. 연속압입시험결과 얻어진 load-depth의 곡선을 stress-strain곡선으로 해석한 결과 항복강도값을 조성에 따라 나타내었다. 그 항복강도의 분포를 보면 알 수 있듯이, 시편의 표면 즉 Ni의 함량이 많을수록 항복강도가 높았으며, Cu의 함량

이 많아질수록 항복강도 값은 낮아짐을 알 수 있다.

마지막으로 Fig.5에 나타낸 바와 같이 미소경도값은 표면으로부터 깊이방향으로 나타내었는데, 대략 monel합금의 조성인 Ni이 약 65%, Cu가 약 35%정도 함유되어있는 합금층 부분에서 그 값이 최대로 측정되었음을 알 수 있다.

IV. 결론

Cu위에 Ni판재를 4층까지 첨가시켜 레이저빔을 이용한 계면경사재료를 제조하였다. 비교적 양호한 합금층을 얻을 수 있었고, 그 합금층의 두께는 약 4.6mm이었다. Ni과 Cu는 모두 FCC구조로서 전형적인 전율고용체를 이루므로 급가열과 급냉에서도 합금층에서 균열을 관찰할 수는 없었으나, 상위층으로 갈수록 기공이 관찰되었다. 이는 합금층의 형성시 합금층의 두께는 작게 하고, aspect ratio를 1이하로 줄여 전도용융이 이루어지도록 하여 가해지는 에너지밀도를 감소시켜 조성의 변화를 더욱 점진적으로 변화시킨다면 이러한 기공을 없앨 수 있으리라 사료된다.

V. 참고문헌

1. 김도훈, 정재훈 : 대한금속학회지 35(4), p509-514, (1997)
2. 김도훈 : 레이저 가공학, 경문사, p235-252, (1996)
3. James D. Livingston : "Electronic Properties of Engineering Materials", WILEY, pp.3~14
4. 강낙원 외 : "금속재료", 형설출판사, p324
32. Jeong-Hoon Ahn, Yoel Choi and Dongil Kwon : "Evaluation of Plastic Flow Properties of Materials through the Analysis of Indentation Load-Depth Curve", J. Kor. Inst. Met. & Mater., vol.38, No.12 (2000)

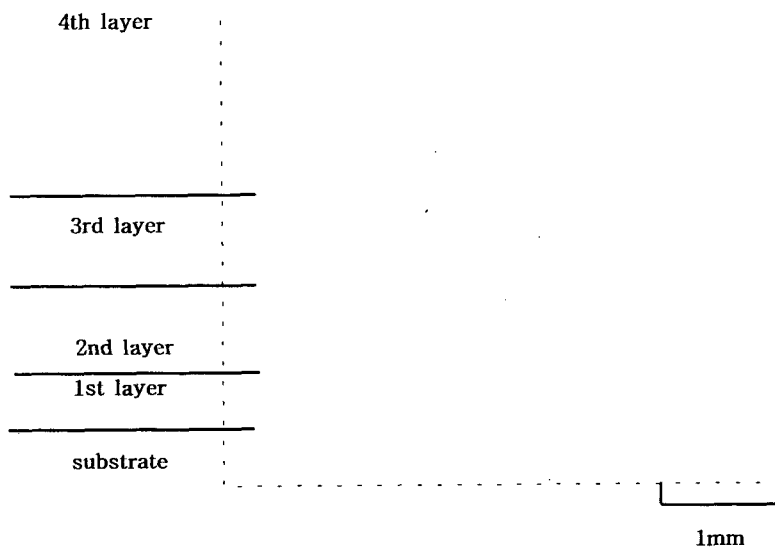


Fig.1 Cross-section of Graded-Boundary Ni/Cu Material

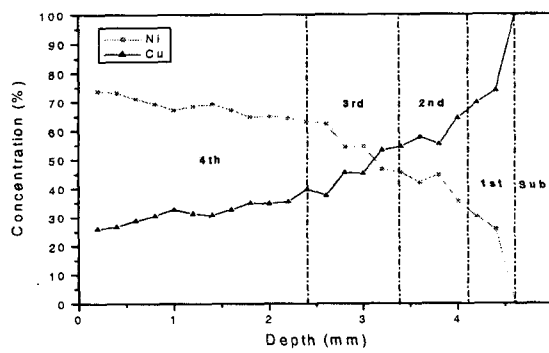


Fig.2 Compositional Profile of Ni and Cu from surface into depth

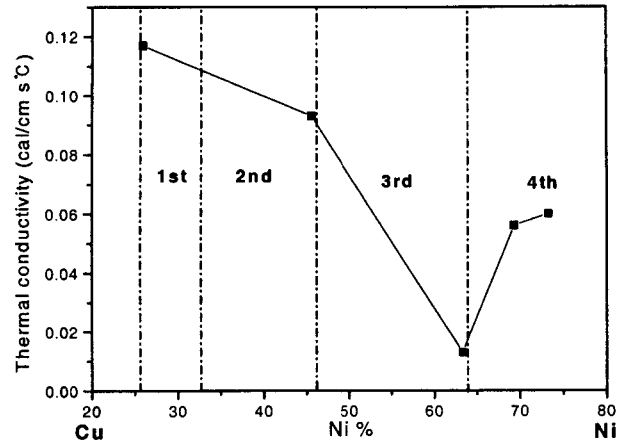


Fig.3 Thermal conductivity of alloyed layer according to the composition

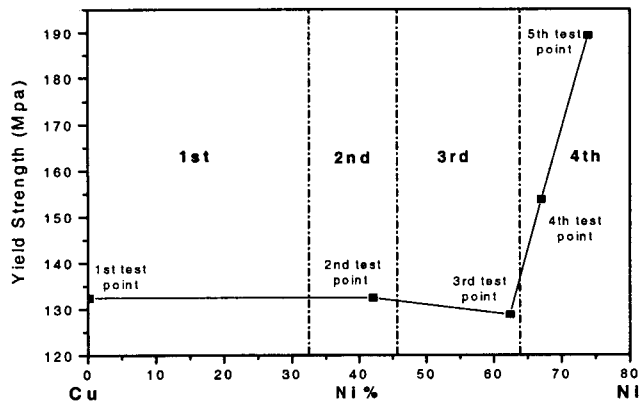


Fig.4 Yield strength distribution of GBM according to the Ni/Cu composition

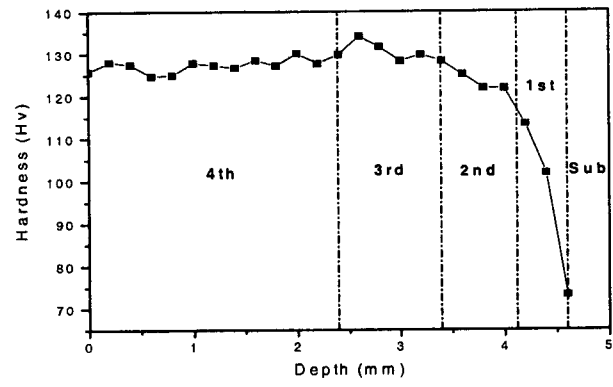


Fig.5 Microhardness of Graded-Boundary Ni/Cu Material