

Impurity effect of the textures of Ni substrates in high -Tc YBCO coated conductor application

YBCO 고온초전도체에 사용되는 니켈 기판의 결정성에 미치는 불순물효과

Hosup Kim, Hwekyung Kim and Dojun Youm

김호섭, 김희경, 염도준

Physics Department, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 305-701,
Taejon, Korea

대전광역시 유성구 구성동 373-1, 한국과학기술원 물리학과

To improve the texture and the hardness of Ni substrates, we added impurities such as Mn, Fe, Co, Cu and Cr and investigated the effect of impurities on the texture and the hardness of Ni tapes. The Ni tapes with 0.2% Co, Cr, Cu, showed poor in-plane textures. However, the Ni tapes with 0.1~0.2% Mn (or Fe), showed much better textures. We'll describe the detailed effects of the amount of Mn impurities.

1. 서론

RABiTS[1-2]를 이용한 초전도 테이프 제작이 많은 관심을 모으고 있다. 긴 초전도 테이프는 초전도자석 및 전력송전용 전선 등 응용범위가 다양하다. 높은 임계전류밀도는 초전도 테이프의 제작에 있어서 필수적으로 만족되어야 할 사항이다. 이를 위해서는 니켈 테이프의 grain의 정렬성과 기계적 성질은 상당히 중요하다. 매우 순수한 니켈 테이프의 결정배향성은 양호하지 않으나 약간의 불순물을 첨가하면 결정배향성을 향상시킬 수 있다. 따라서 여러 가지 불순물을 첨가함으로써 grain의 정렬성과 기계적 성질이 어떤 경향을 보이는지 연구하였다.

2. 실험 방법

각각의 불순물의 양이 미소하므로 순수한 니켈

에 불순물을 첨가하는 것은 쉽지 않다. 따라서 10%의 불순물 농도를 갖는 합금을 먼저 만들고 이를 순수한 니켈에 섞어 원하는 농도의 니켈 테이프를 제조하였다. 이때 사용된 순수한 니켈의 순도는 99.997% 이다. 10^{-5} torr의 진공도를 갖는 챔버에 Ar 기체를 넣은 다음 아크 용해의 방법을 사용하여 불순물을 첨가하였다. 이렇게 만들어진 불순물이 첨가된 니켈을 폭이 10mm, 길이가 10cm, 두께가 $100\mu\text{m}$ 가 될 때까지 압연하여 테이프 모양의 기판을 제작하였다. 이 기판을 석영관에 넣고 기판의 산화를 방지하기 위하여 수 mTorr의 진공도를 유지한 다음 온도를 서서히 올렸다. 이때 온도가 1050°C 가 되기 시작한 시점에서 6시간동안 열처리를 하였다. 열처리 후 온도를 상온까지 자연 냉각시켰다.

3. 실험결과 및 토의

그림 1은 여러 가지 불순물에 대한 Ni의 ϕ -

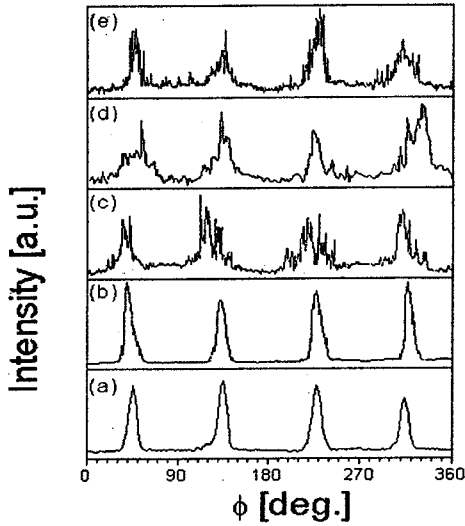


Fig. 1 Influence of various impurities on in-plane texture (ϕ -scan) of Ni ; (a) Mn 0.20%, (b) Fe 0.20%, (c) Cu 0.20%, (d) Co 0.20%, (e) Cr 0.20%

scan이다. 니켈에 Cu, Co, Cr 을 첨가하였을 때는 결정배향성이 그리 좋지 않으나 Mn, Fe 을 첨가하였을 때는 결정배향성이 현저히 좋아짐을 알 수 있다. (불순물의 양과 열처리 조건을 바꾸면 양상이 달라질 수도 있다.) 이 사실에 기초하여 다른 농도의 Mn 불순물이 니켈의 결정배향성과 강도에 미치는 영향을 측정한다.

그림 2는 Mn 불순물의 농도에 따른 니켈의

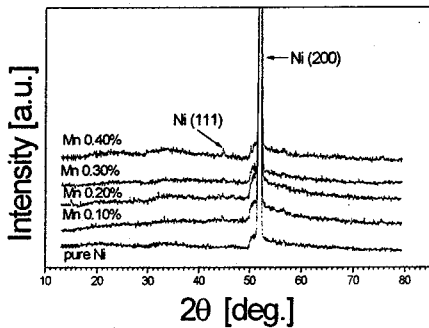


Fig. 2 Influence of Mn impurity concentrations of out-of-plane texture (θ -scan) of Ni

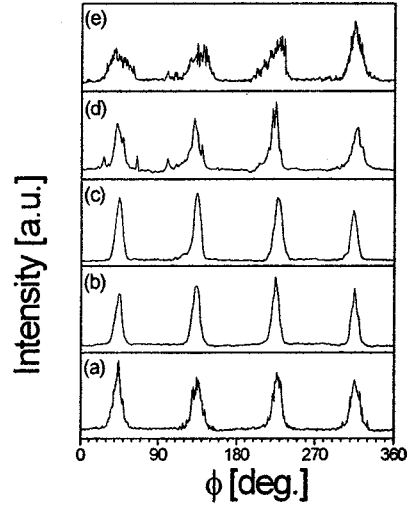


Fig. 3 Influence of Mn impurity concentrations on in-plane texture (ϕ -scan) of Ni ; (a) Mn 0%, (b) Mn 0.10%, (c) Mn 0.20%, (d) Mn 0.30%, (e) Mn 0.40%

θ - 2θ scan이다. Mn 불순물의 농도가 0.2% 이하에서는 Ni(111) peak이 나타나지 않지만, 그 이상에서는 Mn 불순물의 농도가 증가함에 따라 Ni(111) peak의 크기도 증가함을 볼 수 있다.

그림 3은 Mn 불순물의 농도에 따른 Ni의 ϕ -scan이다. 순수한 니켈의 경우 결정배향성이 그리 좋지 않으나 약간의 Mn 불순물을 첨가하면 좋은 결정배향성을 갖게된다. 그러나 너무 많은 Mn 불순물은 순수한 니켈의 경우보다 나쁜 결정

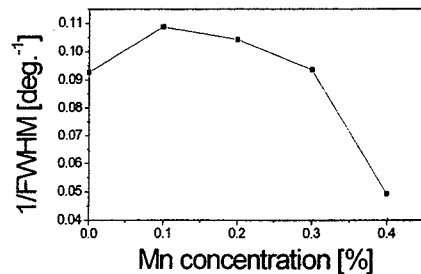


Fig. 4 Mn impurity dependence of in-plane texture of Ni

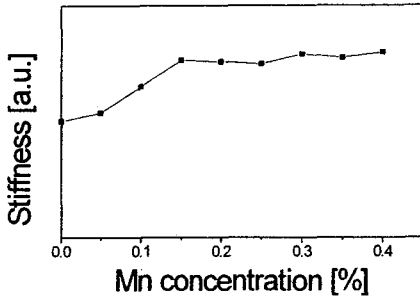


Fig. 5 Mn impurity dependence of stiffness of Ni tape

배향성을 갖게 함을 알 수 있다.

그림 4는 Mn 불순물의 농도와 결정배향성과의 관계를 보여준다. 그림 3에서 구해진 ϕ -scan에서의 FWHM의 역수를 취하여 결정배향성의 정도를 나타내었다. Mn 불순물의 농도가 0.1%와 0.2%사이에서 결정배향성이 좋음을 알 수 있다.

그림 5는 Mn 불순물의 농도에 따른 강도를 측정된 결과이다. 순수한 니켈 기판에 비해 약간의 불순물에도 강도가 크게 증가함을 알 수 있다. 또한 불순물의 농도가 0.2%와 0.4%사이에서의 강도변화는 그리 크지 않음을 확인할 수 있다.

4. 결론

고온초전도 테이프 제작에 사용되는 니켈 기판에 불순물을 첨가했을 때의 영향에 대해 실험하였다. Mn 불순물에 대해 니켈 기판의 결정배향성이 현저하게 좋아지므로 Mn 불순물을 첨가

하여 니켈 기판의 결정성과 강도에 미치는 영향을 측정하였다. 순수한 니켈 기판의 경우 결정성과 강도가 그리 좋지 않으나 미소한 양의 Mn 불순물을 첨가하면 니켈 기판의 결정성과 강도가 향상된다. 그러나 0.2% 이상의 Mn 불순물의 첨가하면 Mn 불순물의 양이 증가함에 따라 니켈 기판의 결정성이 다시 나빠지는 경향을 보인다.

감사의 글

본 연구는 부분적으로 과학기술부와 기초과학연구원(Korea Basic Science Institute)의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- [1] A. Goyal, D. P. Norton, J. D. Budai, M. Paranthaman, E. D. Specht, D. M. Kroeger, D. K. Christen, Q. He, B. Saffian, F. A. List, D. F. Lee, P. M. Martin, C. E. Klaubunde, E. Harfield, and V. K. Sikka, *Appl. Phys. Lett.*, **69**, 12, 1795 (1996)
- [2] David. P. Norton, Amit Goyal, John. D. Budai, David K. Christen, Donald M. Kroeger, Eliot D. Specht, Qing He, Bernd Saffian, M. Paranthaman, Charles E. Klaubunde, Dominic F. Lee, Brian C. Sales, Fred A. List, *Science*, **274**, 755 (1996)