

## 유도결합 플라즈마를 이용한 AISI H13 steel의 고속 질화처리

한동훈, 박보환, 이정중  
서울대학교 재료공학부

### 1. 서론

플라즈마 질화공정은 steel의 경도, 내식성, 내마모성 등의 특성을 향상시키기 위한 표면처리 방법이다. 최근에는 접착력 향상을 위한 duplex process가 개발되어 상업적 목적으로 이용되고 있기도 하다. 그러나 원하는 성질을 얻기 위한 질화 시간이 너무 길어 더 넓은 산업적 이용에 제한을 받고 있고, 접착 특성에 있어서  $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N 화합물 층의 역할에 대해 상반된 견해가 있다. 그러므로 산업적인 다양한 이용을 위하여 질화처리 속도를 증가 시킬 필요가 있고, 또한 화합물 층 형성에 어떠한 요인이 영향을 미치는지 연구할 필요가 있다.

본 실험에서는 유도결합 플라즈마(inductively coupled plasma)를 사용하여 AISI-H13 steel에 플라즈마 질화처리를 하였으며, 그전에 보고된 것보다 높은 질화처리 속도를 얻을 수 있었다.

### 2. 본론

기판의 온도 균일성을 위해 실린더 타입의 quartz를 사용한 Hot-wall type chamber를 사용하였다. 유도결합 플라즈마를 발생시키기 위해 구리 코일을 챔버 내부에 삽입하고, 이 코일에 13.56MHz RF를 다양한 power로 인가하였다.  $5 \times 10^{-6}$  torr 이하로 압력을 낮춘 후에 다양한 비율의 질소와 수소 가스를 넣어 10mTorr의 압력으로, 온도는 600°C 로 고정시키고 2시간동안 질화처리를 하였다. XRD, 광학현미경, 미소경도측정기로 특성을 평가하였다.

### 3. 결과

ICP power를 증가시킴에 따라 질화속도가 향상되는 경향을 나타내었다. 300W이상에서 빠른 질화속도가 관찰되었으며, 500W에서 50um/h 라는 가장 빠른 질화처리 속도를 나타내었다. ICP power에 따라서 경도 역시 14 GPa 이상으로 증가하였으며 미세하게 power에 따른 경도 증가 현상 역시 나타났었다. XRD 측정결과 높은 ICP power에서  $\gamma'$ -Fe<sub>4</sub>N 과  $\epsilon$ -Fe<sub>2,3</sub>N 화합물 층의 peak intensity가 높게 나타났으며, 질소와 수소 가스의 비율에 따라서 화합물 층의 생성 여부를 조절할 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] M.B. Karamis, A.M. Staines, *Heat Treatment Metals*, 1989, 16(3), 79.
- [2] H. Mallener, M. Schulz, *HTM*, 1989, 48, 166.

- [3] K.S. Klimek, H. Ahn, I. Seebach, M. Wang, K.-T. Rie, *Surf. Coat. Technol.* **2003**, 174-175, 677.
- [4] B. Podgornik, S. Hogmark, O. Sandberg, V. Leskovsek, *Wear*, **2003**, 254, 1113
- [5] *Principles of plasma discharges and material processing*, M.A. Lieberman, A.J. Lichtenberg, Wiley, New York 1994.
- [6] J.J. Lee, *Surf. Coat. Technol.* **2005**, 200, 31
- [7] S. Xu, K. N. Ostrikov, Y. Li and E. L. Tsakadze, I. R. Jones, *Physics of plasmas*, **2001**, 8(5), 2549
- [8] L.F. Zagonel, C.A. Figueroa, R. Droppa Jr., F. Alvarez, *Surf. Coat. Technol.* **2006**, 201, 452
- [9] K. Ozbaysal, O.T. Inal, A.D. Romig, *Mater. Sci. Eng.* **1986**, 78, 179
- [10] K.A. MacKinnon, *Phil. Mag.* **1929**, 8, 605
- [11] M.J. Bear, J.U. Guillory, *J. Vac. Sci. Technol. A*, **1997**, 15, 1963
- [12] T. Czerwicz, H. Michel, E. Bergmann, *Surf. Coat. Technol.* **1998**, 108-109, 182
- [13] M. Hudis, *J. Appl. Phys.* **1973**, 44, 1489
- [14] G.G. Tibbetts, *J. Appl. Phys.* **1974**, 45, 5072
- [15] K. Frisk, TRITA-MAC 393, KTH, Sweden 1989
- [16] B. Park, D.-H. Jung, H. Kim, K.-C. Yoo, J.-J. Lee, J. Joo, *Surf. Coat. Technol.* **2005**, 200, 726