

TixN Coating층의 색상에 미치는 첨가원소의 영향

김학동 · 조성석*

동양몰산(주) 중앙기술연구소
*충남대학교 공과대학 금속공학과
(1998년 2월 5일 접수)

Effect of additional gases on the Color of TixN Coated Film

H. D. Kim and S. S. Cho*

R & D Institute, Tong Yang Moolsan Co., Yongin 449-870, Korea
*Dept. of Metallurgical Engineering, Chungnam
National University, Taejon 305-764, Korea
(Received February 5, 1997)

요 약 - 스테인레스강은 내식성이 우수해서 많은 용도로 사용되고 있다. 스테인레스강의 내식특성과 함께 장식용으로 적당한 색상을 부여하기 위한 연구가 여러 방법으로 시도되고 있다. 본 연구에서는 DC magnetron sputtering 장치를 사용하여 스테인레스강의 표면에 TiN(C,O,H)코팅층을 코팅한 후, 집합조직과 색상에 미치는 산소, 수소, 아세틸렌가스의 영향에 관한 연구를 수행하였다. 수소와 아세틸렌이 첨가됨에 따라 (220) 집합조직은 (200) 거쳐서 (111)으로 변화하였고, 아세틸렌이 더욱 증가되면 (111) 집합조직을 나타내었다. 산소의 첨가는 (111)을 거쳐 (200)으로 변화시켰다. TiN의 색상은 산소의 첨가에 따라 황금색으로부터 회색을 거쳐 녹색으로 변화하였다. 아세틸렌의 첨가는 분홍색을 거쳐서 회색으로 변화하였다. 반사율은 수소의 첨가에 따라 단파장의 영역에서 증가하였고, 산소와 아세틸렌의 첨가에 따라 감소하였다.

Abstract - Stainless steel is being used widely for various purposes due to its good corrosion resistance. There has been much research to produce a colored and corrosion-resistant stainless steel by several methods to use in decorating. In this experiment, we coated TiN(C,O,H) films on the SUS304 substrates with the DC magnetron sputtering system and then studied the texture and color of the films as a function of additional gases being inserted into the system. A (220) texture of TixN film changed to (200) by the addition of either hydrogen or the acetylene and changed further to (111) with an increase of the additional acetylene content. The addition of oxygen gas changed from the texture (220) to (111) to (200). The color of the TixN film changed from gold to gray to green with the increase of the content by the addition of oxygen gas, while it changed to pink and finally to gray with the increase of the content by the addition of acetylene gas. Reflectance increased in the region of short wavelength by the addition of hydrogen, but decreased with the increase of the oxygen and the acetylene content.

1. 서 론

내마모성 및 내식성의 개선을 위해 주목을 받고 있는 IV족 티타늄의 질화물인 TiN은 공구류의 내마모 코팅, 원자로 핵연료봉의 열 및 확산장벽, 태양전지의 선택흡수막, 초전도체 등에서 많이 응용되고 있으며, 박막저항체, 반도체 웨이퍼의 확산장벽 및 gate전극, contact layer로서의 기능에도 많은 연구가 되고 있다[1]. Pulker와

Daxinger[2]는 TiN박막의 코팅에서 탄소의 영향을 조사하였고, Takei는[3] 산소, 탄소의 영향을 관찰하였다. 그들은 탄소와 산소가 미량 첨가됨에 따라 황금색상에 더 근접하나, 광택도(brightness)는 감소한다고 발표하였다. 그러나 이상의 연구에서 TiN과 Gold의 색상은 반사율의 차이에 있으며, 반사율의 개선이 Gold-Like-TiN에 근접하는 방법이라는 관점과 색상의 근원이 되는 양자역학적인 접근에서 출발하지 못했다. 금속의 반사율, R은

유전율 $\epsilon(\omega)$ 와 다음과 같은 관계에 있다[4].

$$R = \left| \frac{1 - \sqrt{\epsilon}}{1 + \sqrt{\epsilon}} \right|^2 \quad (1)$$

자유전자를 전자가스로 간주하면, 그 Plasma 진동수를 ω_p 로 하여 다음과 같은 식이 유도된다.

$$\epsilon = 1 - (\omega_p/\omega)^2, \quad \epsilon(\omega) = n^2, \quad \omega: \text{입사광의 파장} \quad (2)$$

Plasma 진동수 ω_p 는 다음 식으로 표시되며 단위체적당의 자유전자의 수가 증가함에 따라 증가한다.

$$\omega_p = (n_0 e^2/m\epsilon_0)^{1/2} \quad (3)$$

n_0 : 단위부피당 자유전자의 밀도

e : 전자의 전하

m : 전자의 질량

ϵ_0 : 진공 유전율

따라서, 단위부피당 자유전자의 밀도가 증가하면 Plasma진동수는 커지게 되고 유전율은 감소하게 된다. 유전율의 감소는 반사율이 증가하는 결과를 가져온다. Fermi에너지도 단위부피당 자유전자의 밀도와 다음과 같이 관련된다.

$$U_F = (h^2/2m) (3n_0/8\pi)^{2/3} \quad (4)$$

h : Planck constant

따라서, Fermi에너지가 작아지면 상태밀도가 낮아지게 되고 Plasma 에너지가 감소한다. 이러한 감소는 역치(문지방) 에너지를 저하시켜 반사율의 곡선이 낮은 에너지 쪽으로 이동되게 한다. 색상변화의 배경을 보면, 위 (4)식에 의하여 큰 격자상수를 갖는 면의 집합조직은 팽창이 발생하여 붉은색이 증가한다. 질소의 첨가는 격자부피를 증가시키고, 전도전자의 밀도를 저하시키며 붉은색을 증가시킨다. 질소의 감소는 전하이동을 감소시키고 plasma선단을 단파장 쪽으로 이동시킨다. 연구에 앞서 Fig. 1에서 TiN과 gold의 반사율을 비교해 보는 것이 필요하다. 그림에서 나타내는 것처럼 이론적인 TiN의 반사율은 gold에 비하여 10~20%정도 낮게 위치하고 있음을 알 수 있다. 따라서 TiN의 반사율을 향상시키는 방법이 gold에 근접한 색상을 얻는 것이 된다. 또한, TiN코팅층의 집합조직은 코팅층에 평행한 방향으로 압축응력이 작용하기 때문에 수직인 방향으로는 인장응력이 작용하게 되는데, 이때 집합조직의 각면에 따라 격자상수가 다르게 측정된다. 즉, $a(111) > a(220) > a(200)$ 면의 관계가 항상 성립하

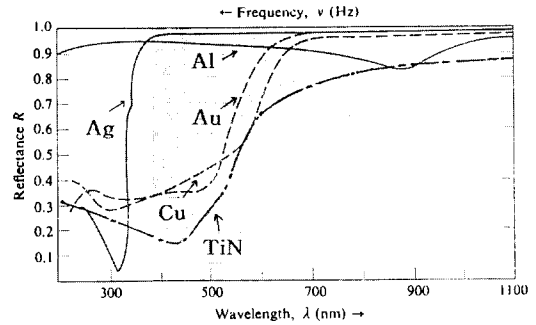


Fig. 1. Reflectance versus wavelength for silver, gold, copper, and aluminum and TiN[16, 17].

게 된다[5]. 따라서 집합조직의 변화는 단위부피당 자유전자의 밀도를 변화시켜 코팅층의 색상에 영향을 미치게 된다.

따라서 본 연구에서는 TiN에 산소, 수소, 아세틸렌의 첨가에 따른 색상과 반사율의 변화를 집합조직과 연계하여 체계적인 연구를 위하여 DC magnetron sputtering system을 사용하여 SUS304시편에 TiN박막과 산소, 수소, 아세틸렌을 첨가한 TiN(C,H,O)박막을 코팅한 다음, 박막의 집합조직과 색상에 미치는 첨가원소의 영향을 spectrophotometer를 사용하여 측정하였다.

2. 실험 방법

2.1 시편준비

본 실험에 사용된 기판은 SUS304이었으며 그 구성을 Table 1에 나타내었다. 기판의 크기는 $15 \times 15 \times 1.5$ mm로 준비하였으며, 표면층의 산화물을 제거하기 위하여 sand paper로 #200에서 #1200까지 연마한 후, 0.1 μm 의 diamond paste를 사용하여 광택연마 하였다. Chamber ($\phi 400$ mm \times h200 mm)에 장입하기 전에 시편표면의 유기 및 무기물을 제거하기 위해서, acetone과 methyl alcohol의 용액 중에서 각각 10분간 초음파 세척을 실시한 후 건조하였다.

2.2 코팅방법 및 조건

본 실험에서 사용한 실험장치는 DC magnetron sputtering 장치로 Fig. 2에 그 개략도를 나타내었다 (LEYBOLD HERAEUS, Z-400). Sputtering장치는 크게 진공용기, 가스도입장치, 전원공급장치, 진공펌프 등으로 나눌 수 있다. 진공용기($\phi 400$ mm \times h200 mm)는 타

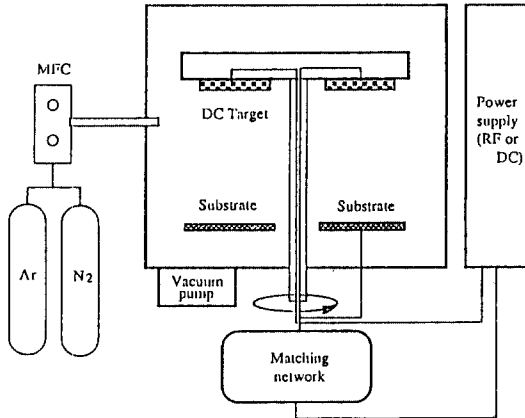


Fig. 2. Schematic diagram of sputtering system.

겟과 시편지지대로 구성되어 있으며, 타겟은 99.9% 순도인 Ti 타겟으로 지름이 75 mm, 두께 1/4"이었고, backing plate에 타겟을 부착시키는 방법은 여러가지가 있으나, 본 연구에서는 silver paste를 이용하여 부착을 하였다. 타겟의 후면에 영구자석을 설치하여 전장에 수직방향으로 횡단하는 자장을 걸어 전자들의 이동거리를 증가시킴으로써 이온화율을 향상시켰다. Ar의 이온이 타겟에 높은 에너지의 상태로 충돌함으로 타겟은 대단히 높은 온도로 상승하며, 이로인한 타겟의 용해를 방지하기 위해 냉각수를 순환시켰다. 시편지지대는 피증착물을 올려 놓는 부분으로서 타겟으로부터 5 cm정도 떨어져 있으며, 진공용기의 오염을 방지하기 위해서 Al foil로 덮었다. 진공펌프는 배기속도가 15.2 m³/h이며, 최대 도달압력이 6.5×10⁻³ mbar인 rotary vane pump와 배기속도가 450 l/sec(질소가스에 대한 측정치)이며, 최대 도달압력이 10⁻¹⁰ mbar인 turbo molecular pump가 설치되어 있다. 진공도는 고진공용으로 penning 게이지와 저진공용으로 thermocouple 게이지를 사용하여 측정하였다. 가스도입장치는 MFC와 동 콤파이라인, needle valve등으로 구성되어 있으며, 99.999%의 순도를 가진 Ar과 N₂를 진공용기 내부로 분압을 조절하며 도입하는 장치이다. 증착되는 동안 타겟에 공급되는 전력은 직류이며, 시편지지대는 bias가 걸리지 않을 때는 접지된 상태이다. 시험편의 전처리를 위해 13.56 MHz의 RF를 기판에 가하여 ion-etching을 하였다. 2×10⁻⁵ torr의 초기 압력에서 MFC를 통하여 Ar과 N₂가스를 목적하는 만큼 주입하여 4×10⁻³ torr(질소분압=4.7×10⁻⁴ torr, Ar60 sccm-N₂ 8 sccm)의 작업압력으로 하였다. DC power의

공급장치로부터 타겟(φ3 inch)을 양극, 시편을 음극으로 연결한 후, 밀착력의 향상을 위하여 코팅 전에 이온 에칭을 1.5 kV에서 10분간 행하였다. ion etching된 시편에, 공급되는 전원의 극성을 전환하여 430W(9.4W/cm²)에서, 5분 동안 TiN박막을 코팅하였다. 집합조직과 색상에 미치는 첨가원소의 영향을 보기 위하여 Ar과 N₂의 비가 7.5:1(Ar60 sccm, N₂8sccm)과 bias -300V의 조건에서 수소, 산소, 아세틸렌의 첨가에 따른 집합조직과 색상에 미치는 영향을 연구하였다.

2.3 X-ray 회절시험

Rigaku사의 고풍력 X-ray diffractometer를 사용하여 θ-2θ 및 2θ mode로 실험하였다. 박막의 우선방위를 명확히 관찰하기 위하여 다음 식을 이용하여 각 회절피크의 집합조직계수(texture coefficient)[6]를 계산하였다.

$$T_{hkl} = (I_{hkl}/I_{hkl}^0) / \{1/n \sum (I_{hkl}/I_{hkl}^0)\}$$

이때, T_{hkl}은 (hkl)의 집합조직계수, I_{hkl}은 측정된 (hkl)의 회절강도이고, n은 회절면의 수이다. 본 연구에서는 표준시편 대신에 JCPDS카드에 나타난 TiN의 회절강도를 이용하였다.

2.4 Colour 및 반사율 측정[8]

박막의 색상은 Hunter Lab. system과 C.I.E. XYZ 표준색차계로 표시할 수 있다. 코팅부분의 반사광을 측정하여 가시광선의 분광을 특별한 값으로 표시한다. Hunter Lab. system은 L, a, b값으로 표시되고, C.I.E. XYZ표준색차계는 X, Y, Z값으로 표시한다. 본 실험에서는 일반적으로 많이 사용하는 L, a, b값을 사용하였으며, L값은 brightness, a값은 (-)green~red(+), b값은 (-)blue~yellow(+)를 표시한다. 이 방법은 R. S. Hunter가 1948년에 제안한 좌표계로 C.I.E. XYZ 좌표계의 삼자극치 X, Y, Z와 다음과 같은 관계가 있다.

$$\begin{aligned} L &= 10Y^{1/2} \\ a &= 17.5Y^{1/2}(1.02-Y) \\ b &= 7.0Y^{1/2}(0.847Z) \end{aligned}$$

실험에 사용된 spectro photometer는 X-Rite사의 968기종으로 적분구방식을 사용하여 파장별 반사율을 얻으므로 재현성이 우수한 것이 특징이다. 실제 색상측정에서는 표면이 경면인 경우에 표면에서 반사되는 반영을 포함하여 측정하는 specular include와 반영을 배제

시킨 specular exclude mode가 모두 측정되지만, 본 연구에서는 금속기판인 점과 대부분의 연구가 반영을 포함시킨 specular include mode를 사용하고 있는 점을 고려하여 이 방법을 기준으로 하여 분석을 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 코팅조건과 첨가원소에 따른 집합조직

Fig. 3은 수소의 첨가로 코팅층의 우선방위가(220)에서 (200)으로 변화하고 있는 것을 나타내고 있다. 이는 수소가 plasma내의 열전달을 크게하여 기판의 온도가 상승하여 낮은 표면에너지면으로 성장하기 때문이다. Fig. 4는 아세틸렌의 첨가에 따른 우선방위의 변화로 초기에는(200)의 우선방위를 나타내고 첨가량이 4 sccm 이상으로 증가함에 따라(111)의 우선 방위가 증가하였다. 이러한 연구는 Komiya 등[9]의 TiC연구에서도 확인된 바 있다. Fig. 5는 산소의 첨가에 따른 우선방위의 변화

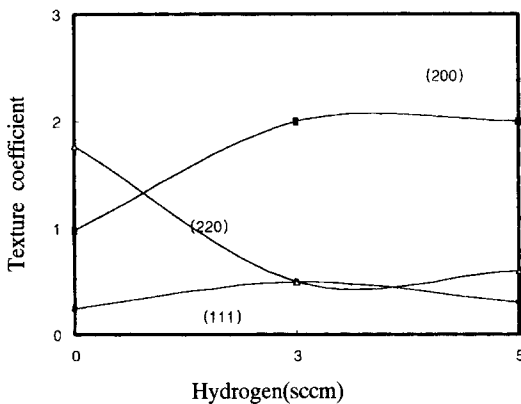


Fig. 3. Texture coefficients of TiN films as a function of additional hydrogen.

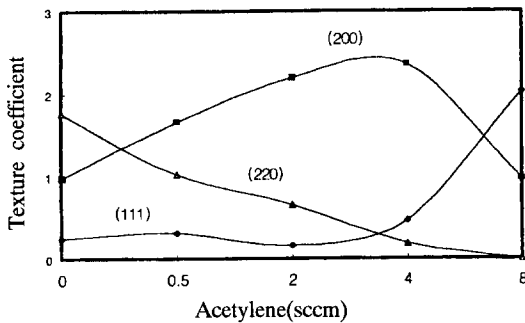


Fig. 4. Texture coefficients of TiN films as a function of additional acetylene.

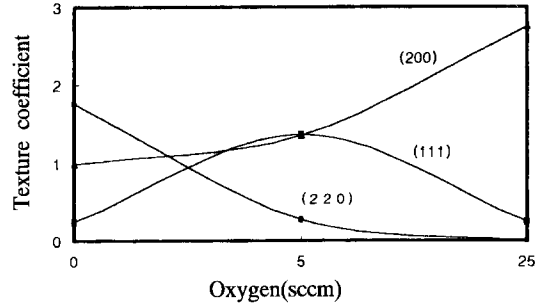


Fig. 5. Texture coefficients of TiN films as a function of additional oxygen.

로 5 sccm에서(200)의 우선방위를 나타냈으며 산소량이 25 sccm으로 증가할수록(111)우선방위를 나타내었다.

3.2 Ti_xN 코팅층의 Color에 미치는 아세틸렌의 영향

Fig. 6은 C₂H₂ 가스의 color에 미치는 영향을 나타낸 것으로 C₂H₂의 첨가량이 2 sccm까지 증가함에 따라, 황금색의 TiN이 붉은 pink빛을 띠다가 C₂H₂가 2 sccm 이상이 되면 회색으로 되어 a값이 감소함을 알 수 있다. 한편, L값과 b값은 완만한 감소추세를 보이고 있다. Fig. 7에서 보듯이 2 sccm미만까지는 carbon의 혼입에 따라 반사율이 서서히 감소하지만, 4와 8 sccm에서는 장파장 영역의 반사율이 급격히 감소하여 색상이 검은색으로 변화하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 다음과 같은 해석이 가능하다. Ti에 첨가된 N(원자번호 7번)의 전도전자수(2p)는 3개이다. 이를 기준으로 C(원자번호 6번)의 전도전자수(2p)는 2개이다. 따라서 TiN에 아세틸렌을 첨가하면 전도전자의 감소를 유도하여 TiN의

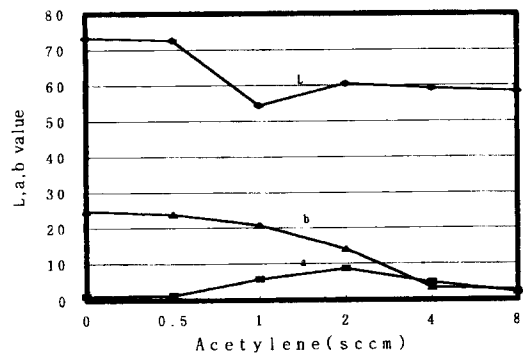


Fig. 6. Color of Ti_xN films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2} = 4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, etching 1.5 kV, 10 min, as a function of acetylene flow.

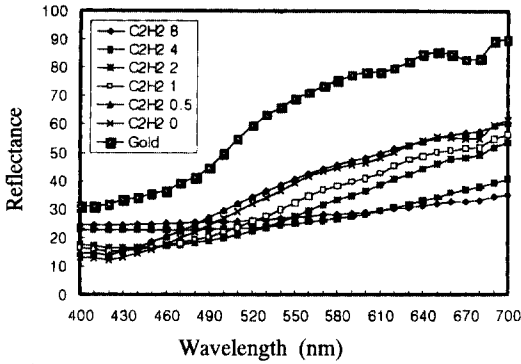


Fig. 7. Spectral reflectance for Ti(C,N) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2}=4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, etching 1.5 kV, 10 min, as a function of acetylene flow in the visible region.

반사율 및 Fermi 에너지가 감소된다는 결론이 된다. 또한 carbon의 첨가는 격자의 팽창을 유발하여 붉은색을 증가시킨다. 이러한 결과는 Fig. 8의 X-ray 회절 실험의 결과에서도 확인할 수 있다.

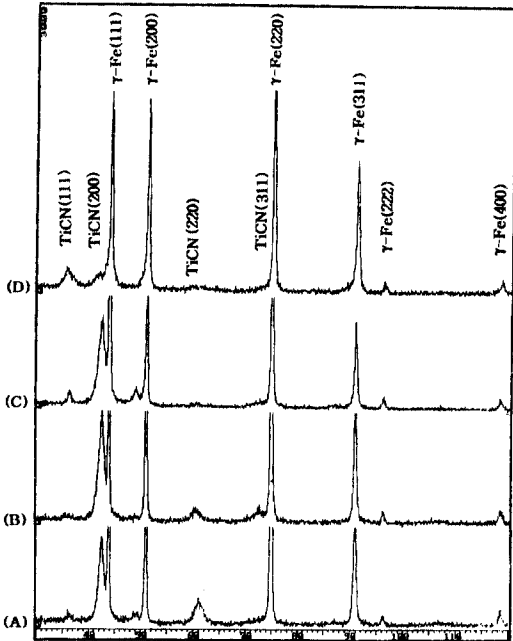


Fig. 8. X-ray diffraction patterns of Ti(N, H) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2}=4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, pre-etching $1.5 \text{ kV} \times 10 \text{ min}$. as a function of acetylene flow. (A) C_2H_2 : 0.5 sccm (B) C_2H_2 : 2sccm (C) C_2H_2 : 4sccm (D) C_2H_2 : 8 sccm

3.3 TiN 코팅층의 Color에 미치는 산소의 영향

Fig. 9는 산소의 증가에 따른 color의 변화를 나타낸다. 산소량의 증가에 따라 a값이 증가하여 붉은빛을 띠다가 산소량이 더욱 증가하면 green쪽으로 a값이 이동하여 yellow-green의 색상을 나타냄을 알 수 있다. 이러한 경향은 앞에서 설명한 경우와 마찬가지로, 산소가 미량으로 첨가되면 불순원소로 TiN코팅층에 산소가 고용되어 붉은빛을 띠다가 어느 이상이 되면 TiO가 형성되어 투명박막의 간섭효과에 의하여 녹색을 띠는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 XRD의 회절상에서 TiO의 형성과 일치한다. 따라서 L, b값은 5sccm까지 감소하다가 TiO의 형성과 함께 다시 증가하는 경향을 보이고 있다. Fig. 10은 반사율을 나타내고 있다. 산소가 1에서 5 sccm까지 첨가됨에 따라 곡선이 장파장 쪽으로 이동함을 나타내고 있다. 15~25 sccm일 때는 중간파장의 반사율이 증가하여 투명한 황록색의 간섭색상이 나타났음을 알 수 있다. 양자역학적인 관점에서 분석하면 Ti에 첨가된 N(원자번호 7번)의 전도전자수(2p)는 3개이다. 이를 기준으로 O(원자번호 8번)의 첨가는 전도전자수(2p)가 2개로 감소하여 TiN에 산소를 첨가하면 반사율 및 Fermi 에너지의 저하가 예측된다. 한편, Fig. 11의 x-ray 회절 결과에서 산소의 첨가는 (111)피크의 저각쪽으로의 이동이 확인되어 격자의 팽창에 의한 반사율의 감소도 예상된다.

3.4 TiN 코팅층의 Color에 미치는 수소의 영향

Fig. 12는 수소의 첨가에 따른 TiN 색상의 변화를 나타내고 있다. 수소함량이 증가함에 따라 a와 b값이 감소하여 푸른색을 띠는 노란색으로 변화하는 것을 알 수

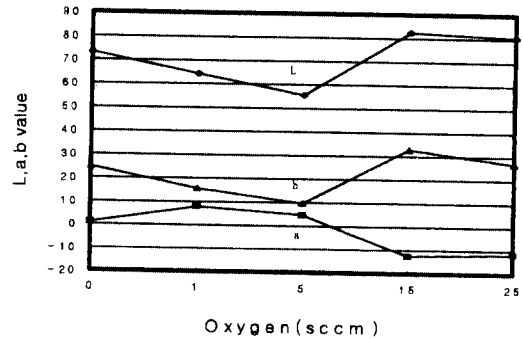


Fig. 9. Color of Ti(N, O) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2}=4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, etching 1.5 kV, 10 min as a function of oxygen flow.

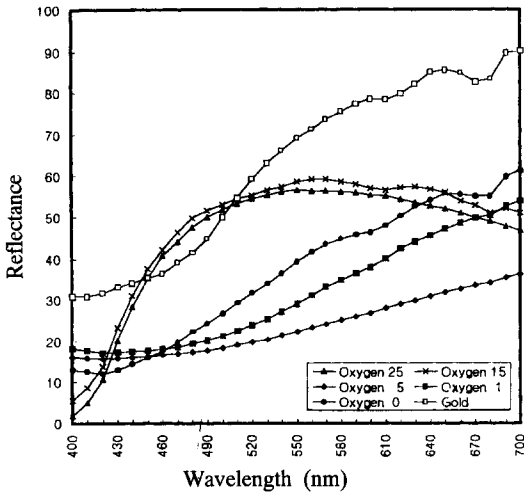


Fig. 10. Spectral reflectance for Ti(N, O) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2}=4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V , etching 1.5 kV , 10 min as a function of oxygen flow in the visible region.

있다. 이러한 변화는 강한 환원성 가스인 수소를 첨가함으로써 챔버내에 존재하는 금속, 비금속의 산화물을 환원하여 불순물의 영향을 최소화하고 반응을 촉진하기 때문이다. 한편 L값은 증가하는 경향을 보이며, b값은 감소하고 있다. 이러한 결과는 I. Aoki와 R. Fukutome가

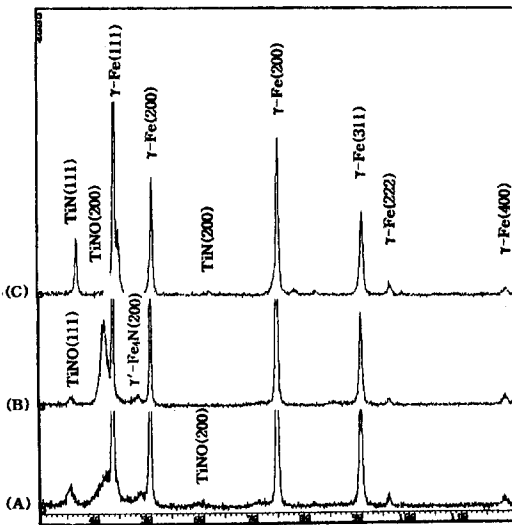


Fig. 11. X-ray diffraction patterns of Ti(N, O) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2}=4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V , pre-etching $1.5 \text{ kV} \times 10 \text{ min}$ as a function of oxygen flow.

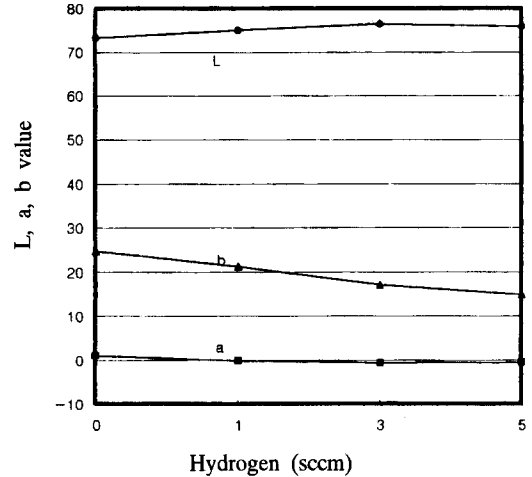


Fig. 12. Color of Ti_xN films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2}=4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300 V , etching 1.5 kV , 10 min as a function of hydrogen flow.

$N_2-C_2H_2-H_2$ gas system에서 연구한 결과와 같은 경향을 보이고 있다. 이들은 a, b모두가 수소의 증가에 따라 감소한다고 보고하였다[10].

Fig. 13은 반사율을 나타내는 곡선으로 수소가 첨가됨에 따라 단파장 쪽의 반사율이 증가하였다. 이러한 증가는 Fig. 3에서 알 수 있듯이 (200)면의 집합조직은 서론에서 나타낸 바와 같이 격자상수의 값이 $a(111) > a(220) > a(200)$ 면의 관계에 따라 조밀면으로 코팅층이 배향되는 결과가 되어 격자부피를 감소시키는 효과와 수소의 plasma내의 열전달매체로서의 역할에 의한 기판의 온도 상승과 코팅속도의 증가에 관련이 있다. 그러나 양자역

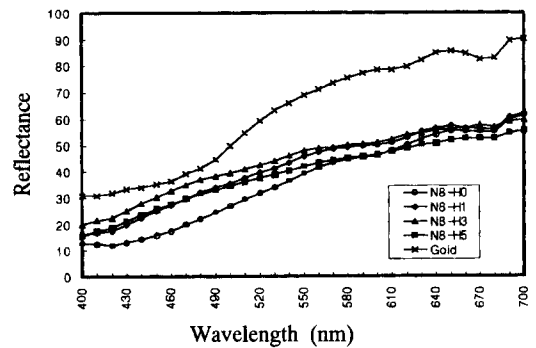


Fig. 13. Spectral reflectance for Ti_xN films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2}=4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V , etching 1.5 kV , 10 min as a function of hydrogen flow in the visible region.

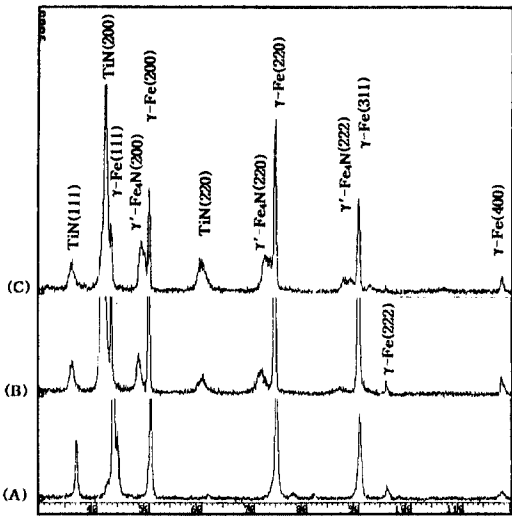


Fig. 14. X-ray diffraction patterns of Ti(N,H) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2} = 4.7 \times 10^{-4}$ torr), Power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, pre-etching $1.5 \text{ kV} \times 100 \text{ min}$ as a function of hydrogen flow. (A) H_2 : 0 sccm (B) H_2 : 1 sccm (C) H_2 : 3 sccm (D) H_2 : 5 sccm

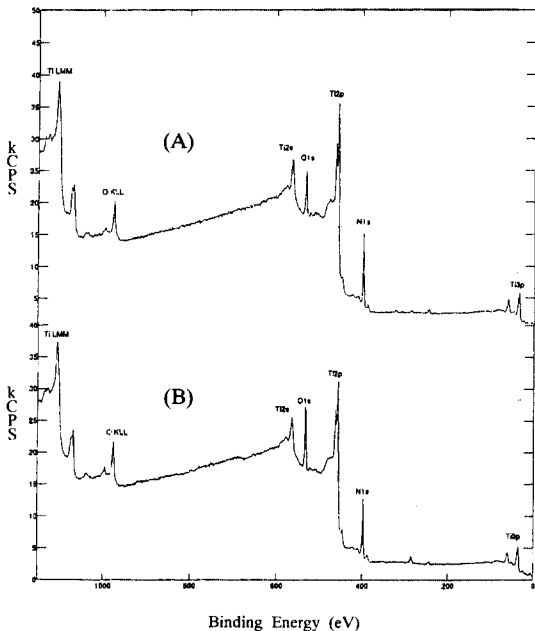


Fig. 15. Ti, O, N wide photoelectron spectra of Ti_xN (A) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr (Ar/N₂=60:8), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, pre-etching $1.5 \text{ kV} \times 10 \text{ min}$. (B) films deposited at working pressure; 6×10^{-3} torr (Ar/N₂=100:9), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, pre-etching $1.5 \text{ kV} \times 10 \text{ min}$.

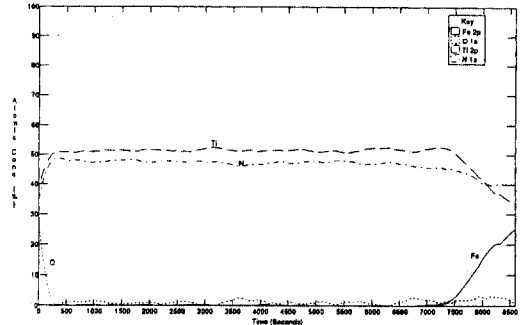


Fig. 16. XPS depth profile of Ti(N,C) films deposited at working pressure; 4×10^{-3} torr ($P_{N_2} = 4.7 \times 10^{-4}$ torr), power density; 9.4 W/cm^2 , bias -300V, pre-etching $1.5 \text{ kV} \times 10 \text{ min}$. C_2H_2 : 2 sccm.

학적인 관점에서 수소의 첨가는 전하이동을 증가시키고 Fig. 14의 X-ray 회절결과와 같이 격자부피를 크게하여 반사율을 감소시킨다. 전도전자의 감소는 페르미 에너지 EF를 감소시키고 상태밀도를 감소시켜 plasma 에너지를 감소시키는 효과가 있고 활성화역치(activation threshold) 에너지를 감소시켜 plasma 선단을 장파장 쪽으로 이동시킨다[11-14].

그러나 이러한 분석은 실험결과와 상반된 내용이다. 따라서 수소의 첨가가 색상에 미치는 영향은 다른 각도에서의 분석이 필요하다. A. J. Perry는 수소의 첨가는 수소의 첨가는 코팅속도를 증가시킨다는 보고가 있어 이를 통한 분석이 필요하다. Fig. 15는 코팅조건에 따른 Ti, N, O의 광전자분석으로 작업압력이 낮을수록 산소의 혼입이 적고 균질한 TiN이 형성됨을 알 수 있다. Fig. 16은 TiCN 박막의 Ti와 N의 원자분율로 TiN의 화학량론적인 조성에 근접한 박막이 얻어 졌음을 알 수 있고, 표면이외의 부분에서는 산소의 혼입이 적음을 알 수 있다.

4. 결 론

스테인레스강은 내식성이 우수해서 많은 용도로 사용되고 있다. 특히, 최근에는 장식용재료로 사용량이 증가되는 추세에 있으며, 장식용으로 적당한 색상을 부여하기 위한 연구가 여러 방법으로 시도되고 있다. 따라서 본 연구에서는 SUS304시편을 연마한 후, DC magnetron sputtering system을 이용하여 산소, 수소, 아세틸렌의 첨가에 따른 Ti_xN 박막을 제작하여 색상과 구조에 관한 연구를 수행하였다.

1) 수소의 첨가는(200)의 우선방위를 나타내었다. 아세틸렌의 첨가는 (200)의 우선방위를 나타내고 첨가량이 증가함에 따라 (111)의 우선 방위를 나타내었다. 산소의 첨가는 (111)과 (200)의 우선방위로 변화하며 산소량이 증가할수록 (200)우선방위를 나타낸다.

2) 산소함량의 증가는 황금색에서 분홍색을 거쳐 회색으로 변화하였으며, 최종적으로는 TiO₂의 형성에 따라 간섭이 발생하여 a값이 green쪽(-)으로 이동하는 녹색을 띠었다. 아세틸렌의 증가는 분홍색에서 회색으로 변화하였다.

3) 수소를 첨가에 따라 단파장의 영역에서 반사율이 증가하였고 산소와 아세틸렌이 첨가됨에 따라 반사율은 감소하였다.

참고문헌

1. M. Wittmer and H Melchior; *Thin Solid Film*, **93** (1982).
2. V. Valvoda, R. Kuzel, and D. Rafaja; *Thin Solid Films*, **193**, 140 (1990).
3. H. Takei, J. Minami and A. Shimizu, *Metal Finishing*, **59** (1983).
4. 最新理化學大辭典; 法經出版社 880 (1986).
5. V. Valvoda, R. Kuzel and D. Rafaja; *Thin Solid Films*, **193**, 401 (1990).
6. D. S. Rickerby, A. M. Jones and B. A. Bellamy : *Surface and Coatings Technol.*, **37**, 111 (1989).
7. A. J. Perry; *Vacuum* **36**(1), (1986).
8. (株) 碧山; 塗料와 塗裝研究 102 (1988).
9. S. Komiya, N. Umez and T. Narusawa, *Thin Solid Films*, **54**, 149 (1978).
10. I. Aoki and R. Fukutome; *Thin Solid Films*, **130**, 253 (1985).
11. K. Pulker and H Daxinger, *US Patent 433*, **39**, 62 (1982).
12. H. Takei, J. Minami and A. Shimizu, *Metal Finishing*, **81**, 59 (1983).
13. I. Aoki, R. Fukutome and Y. Enomoto; *Int. Conf. on Metallurgical coatings*, San Diego(1984).
14. T. Sato, M. Tada, Y. C. Huang and H. Takei, *Thin Solid Films*, **54**, 61 (1978).
15. A. J. Perry and J. Schoenes; *Vacuum*, **36**(1-3), (1986) 149.