

아아크방전 유도형 이온플레이팅에 의한 Cr-N 피막의 특성

정재인, 문종호, 홍재화, 강정수, 이영백

산업과학기술연구소 기초과학연구분야

Properties of Cr-N Films Prepared by the Arc-induced Ion Plating

Jae-In Jeong, Jong-Ho Moon, Jae-Hwa Hong, Jeong-Soo Kang, YoungPak Lee

Basic Sci. Branch, Research Institute of Industrial Sci. and Technol.(RIST),

Kyoungbuk, 790-330

ABSTRACT

Cr-N films were deposited on low-carbon steel sheets by the reactive arc-induced ion plating (AIIP). The influence of the deposition conditions (nitrogen pressure and substrate bias voltage) on the crystal orientation, morphology and microhardness of the Cr-N films has been investigated using x-ray diffractometer and scanning electron microscope. The impurities and contaminations on the surface and at the interface, and the layer-by-layer compositions of the film have been analyzed using scanning Auger multiprobe (SAM) and glow discharge spectroscope (GDS). The mixed state of Cr and Cr₂N turned out to have a fine fibrous structure. The Cr₂N films were deposited at a wide range of nitrogen flow rates. The orientations of Cr₂N films were mainly (110) and (111), and the intensity of the (111) peak increased as the substrate bias voltage increased. The microstructure of the Cr₂N film was dense and no columnar structure was observed. The films in the mixed state of Cr₂N and CrN were also dense without columnar structure. The maximum microhardness of the Cr-N films was 2400 kg/mm² at 10 gf load.

Key words : Cr-N films, Reactive ion plating, Ionization efficiency, Crystalstructure, Morphology, Orientation, Hardness.

1. 서 론

진공을 이용하여 박막을 제조하는 방법으로는 전기증착, 스퍼터링, 이온 플레이팅 등 여러 방법이 있으나, 이 중에서도 특히 이온플레이팅은 표면의 개질 및 기능 향상, 신기능 창출 등의 표면코팅에 이용되고 있다. 이온플레이팅은 기판에負의 고전압을 인가하여 개스방전을 통해 플라즈마를 유도시켜 이때 생성된 높은 에너지의 이온과 충성원자 또는 분자를 기판에 증착시키는 방식으로, 여러가지 면에서 피막의 특성을 향상시킬 수 있다. 첫째로, 피막 형성 과정에서 동반되는 스퍼터링이 기판청정과 계면형성에 영향을 주어 밀착성과 내마모성이 향상되며¹⁾ 둘째로, 피막의 구조가 치밀해진다는 점이며^{2,3)} 셋째로, 화합물 피막 형성시 반응도가 향상되어^{4,5)}

피막특성이 提高되고 성분비 조절이 용이한 장점을 갖는다. 이온플레이팅 시 사용되는 방전은 여러방식이 있으나 방전전류 밀도가 가장 중요한 인자가 되어 이의 향상을 위한 여러가지 방법들이 시도되어 왔으며, 이와 더불어 고진공에서도 이온플레이팅이 가능한 방법도 개발되었다.⁶⁾

본 연구에서는 공정이 간단하면서 높은 이온화율을 얻을 수 있는 장치를 개발하여 장치의 공정기술에 대한 최적화를 기하였을 뿐만아니라, 이를 바탕으로 저탄소강판상에 Cr-N 피막을 제조하여 그의 특성을 분석 및 평가하였다. Fig. 1은 본 연구에서 사용한 아아크방전 유도형 이온플레이팅 (arc-induced ion plating, AIIP)의 원리를 설명하기 위한 그림이다. 그림과 같이 증발원 바로 근처에 이온화 전극을 설치하여 30-80 V의 정전압을 인가하

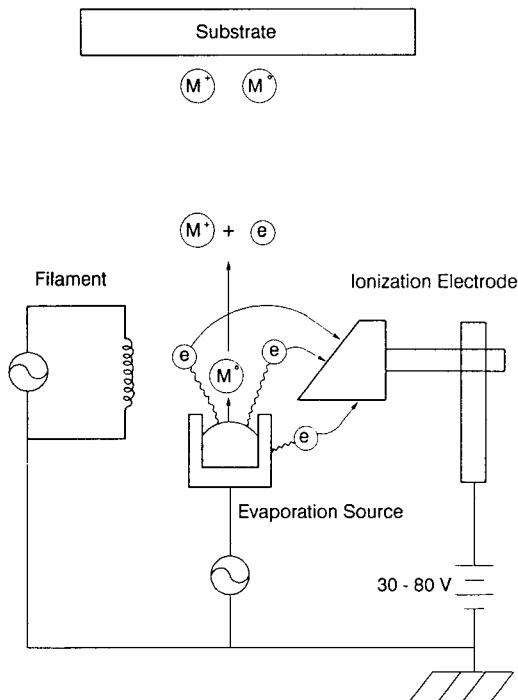


Fig.1. Schematic diagram showing the principles of AIIP.

면 보우트와 증발물질에서 방출된 열전자가 전극으로 이동하면서 물질을 이온화 시키고, 이 현상이 연쇄적으로 반복되는 소위 cascading이 일어나 아아크에 가까운 방전이 발생한다. 이 방전을 이용하여 기판에 전압을 인가하여 이온플레이팅을 실시하는 것이 AIIP의 원리이다. 이 방법은 개스를 이용한 글로우 방전내에서 이온화가 일어나는 종래의 방법과 달리, 증발물질 자체가 아아크에 가까운 방전을 발생하기 때문에 고이온화율(Ti의 경우 70% 이상)을 얻을 수 있고, 따라서 낮은 기판전압 및 낮은 기판 온도에서도 특성이 우수한 화합물 피막을 얻을 수 있다는 장점이 있으며, 저항가열원을 사용할 수 있기 때문에 장치의 가격을 낮출 수 있어 경제성이 높다는 것이다. Cr이나 Al과 같이 이온화가 잘 일어나지 않는 물질의 경우는 필라멘트를 추가 사용하여 별도의 전자를 공급하거나, 필요에 따라서는 별도의 방전개스(대개는 아르곤)를 도입하기도 한다. 본 실험의 Cr 이온화율은 필라멘트를 사용하고 아르곤개스를 도입했을 때 약 50% 정도가 되는 것으로 나타났다.

Cr-N 피막은 경도가 높고 내마모성 또한 우수한 것으로 알려져 있다.^{7,8)} Cr-N 피막은 육각(hexagonal) 구조의 Cr₂N과 NaCl 구조를 가진 CrN의 두 종류의 결정구조를 가지는 바, Cr,

Cr₂N 그리고 CrN의 성분비는 질소개스 분압과 Cr금속의 증발율을 변화시킴으로서 조절할 수 있음이 알려져 있다.⁹⁾ 본 연구에서는 특히 경도가 높은 것으로 알려진 Cr₂N 피막에 중점을 두고, 상기의 특유한 AIIP 방식으로 Cr₂N 피막을 제조할 수 있는 질소개스 유량 및 기판전압 조건을 조사하였다. 또한 논란이 있는 기판전압에 따른 Cr₂N 피막의 우선방위 변화양태를 포함한, 위의 AIIP 공정 조건들이 피막의 형상, 결정구조, 미소경도 등에 미치는 영향을 정밀분석하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1. 장치의 구성¹⁰⁾

Fig.2는 본 연구에서 사용된 AIIP 장치의 개략도이다. 본 장비는 front-door type으로 증발원이 2개이며 각각의 증발원 바로 위에 이온화 전극을 설치하였으며, 증발원을 사이에 두고 이온화전극과 교차되도록 필라멘트를 설치하였다. 다양한 형태의 기판을 수용할 수 있는 jig는 최대 30rpm으로 회전할 수 있으며, 기판 가열을 위해 기판 바로 위에 할로겐 램프를 설치하여 최고 600°C 까지 가열할 수 있

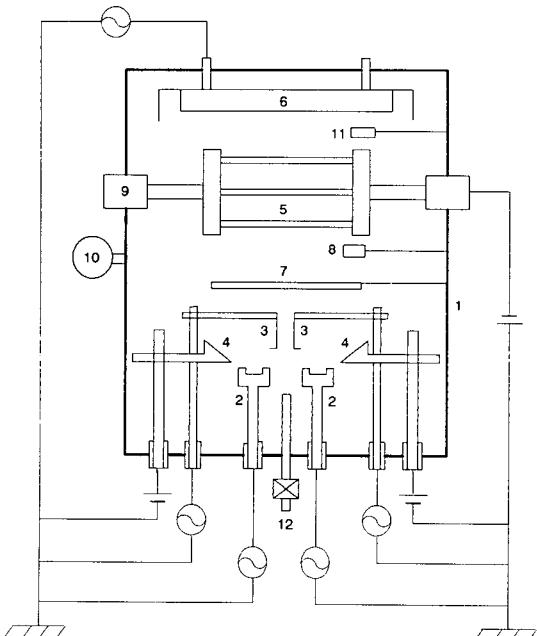


Fig.2. Schematic diagram of the AIIP system.

- 1) Chamber, 2) evaporation sources, 3) filament,
- 4) ionization electrodes, 5) substrate jiggling device,
- 6) substrate heater, 7) shutter, 8) thickness monitor,
- 9) step motor, 10) vacuum gauge, 11) temperature sensor, and 12) gas inlet line.

도록 하였다. 진공조는 304 스텐레스로 만들어져 있고 내부는 경면처리되어 있으며, 코팅으로 인한 오염을 방지할 수 있도록 내페 (skin plate)를 설치하였다. 전공배기로 초기 배기단계에서는 유회전 펌프와 부스터 펌프를 사용하여 고진공을 위한 확산 펌프가 부착되어 있다. 모든 배기는 programmable logic controller (PLC)에 의해 자동으로 이루어진다.

2.2. 기판 및 기판청정

본 실험에 사용된 기판은 두께가 0.4mm이고 가로, 세로가 각각 150mm, 100mm인 저탄소강판을 사용하였다. 기판의 청정은 기판을 진공용기내에 장입하기전에 이루어지는 전처리와 용기내에서 이루어지는 스퍼터링 청정 (sputter cleaning)으로 나누어 실시하였다. 이온플레이팅 장치의 대부분은 스퍼터링 청정을 할 수 있도록 설계되어 있긴 하지만 청정시간을 줄이고, 장치의 오염을 최소로 하기 위해서는 진공조내에 장입하기전 충분히 전처리를 할 필요가 있다. 기판의 전처리 방법은 처리되는 기판의 특성, 제거하려는 오염물질 등에 따라 달리해야 한다. 본 실험에서는 실험실에서 흔히 사용하고 있는 유기용매를 이용한 초음파 세척을 기본으로 하였으며, 필요한 경우 가벼운 연마와 휴지를 이용한 드아내기를 병행하였다.

대부분의 이온플레이팅 장치는 코팅전에 기판에 고전압을 걸어 글로우방전을 형성시킨 다음, 기판에 존재하는 오염물질이나 산화물 등을 제거한다. 이는 글로우방전으로 형성된 불활성 개스 이온들이 높은 에너지로 기판에 입사되어 생기는 일종의 스퍼터링 과정의 하나이다. 본 장치는 이와같은 글로우 방전 청정과 함께 고진공에서의 청정도 할 수 있도록 설계되어 있다.

본 장치에서 사용하고 있는 이온화전극과 필라멘트를 이용하면 고진공 스퍼터링 청정을 할 수 있다. 우선 이온화전극과 필라멘트를 서로 마주보게 설치한 후, 기판을 장착하고 원하는 진공도가 될 때까지 배기한다. 진공조내의 진공이 5×10^{-5} torr 이하가 되면, Ar 개스를 흘려 진공이 $(5-9) \times 10^{-4}$ torr가 되도록 한다음 필라멘트를 가열시킨다. 필라멘트의 전류가 50-60A가 되면, 이온화 전극의 전압을 서서히 올리면서 이온화 전극에 10-30A의 전류가 흐르도록 조절한다. 방전초기에는 불순물 등에 의해 비정상 아아크(abnormal arc)가 발생하기 쉬우므로 주의를 요한다. 비정상 아아크가 발생하면 우선 이온화전극의 전압을 낮추고 안정될 때까지 기다린 다음 다시 전압을 올리는 방법을 이용하면 된다. 이온화 전류가 10-30A 정도 흐

르면 셔터를 연 후 기판에 500-1000V의 전압을 걸고 청정을 시작한다.

2.3. Cr-N 피막의 제조 및 분석, 평가

본 실험에서의 Cr-N 피막 제조순서를 Fig. 3에 나타내었다. 우선, 증발원, 이온화전극, 필라멘트 등을 정해진 위치와 방법으로 설치한다. 전처리된 기판을 설치한다음 진공조의 문을 닫고, 진공도가 5×10^{-5} torr 이하가 될 때까지 배기한다. 원하는 진공이 얻어지면 글로우방전 또는 고진공 스퍼터링 청정을 행한다. 청정시간은 보통 20-30분 정도가 적당하다. 기판청정이 완료되면 기판의 온도를 맞추고 개스라인의 밸브를 연다. 이때 개스라인에 남아있던 잔류개스가 용기내에 들어오면서 갑자기 진공도가

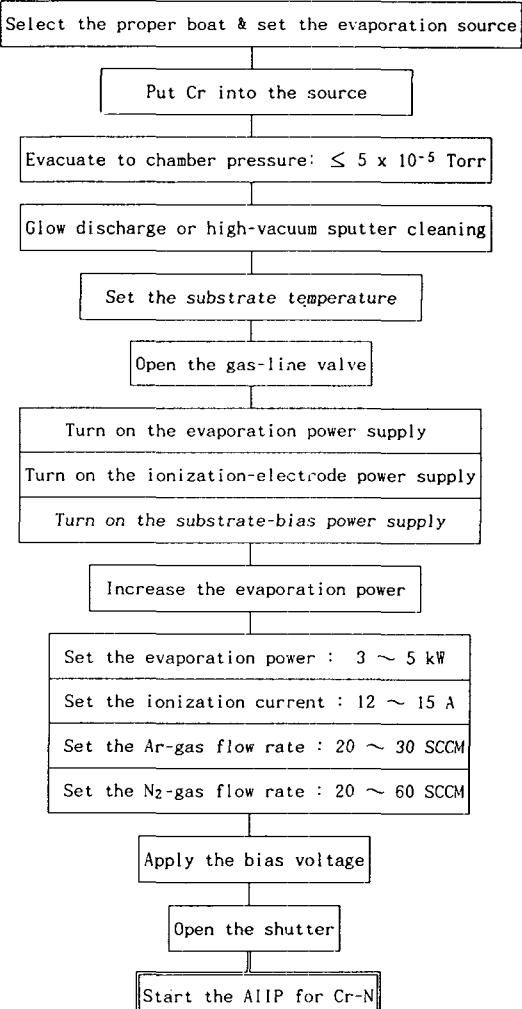


Fig.3. Flow chart of the procedure for Cr-N AIIP.

Table. 1. Deposition conditions for Cr-N AIIP.

Deposition Parameters	Values
Background Pressure	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ Torr
Substrate Preheating Temperature	$300 \pm 30^\circ\text{C}$
Substrate Bias Voltage	0~700V
Evaporation Power	3~5kW
Deposition Rate	0.14μm/min
Ionization Electrode Power	70V/12~15A
Filament Current	50~60A
Ar-Gas Flow Rate	20~30 SCCM
N ₂ -Gas Flow Rate	20~60 SCCM
N ₂ Partial Pressure	$1 \sim 3 \times 10^{-4}$ Torr
Source-to-Substrate Distance	15~20cm
Coating Thickness	3μm

나빠지므로 매우 주의를 요하며, 증발전에 충분히 배기해주어야 한다. 기판의 온도가 정해진 온도로 올라가면 증발원, 이온화전극, 필라멘트, 기판 바이어스 전원을 키고, 증발원의 전력(power)을 서서히 증가시킨다. Cr이 증발되기 시작하면 원하는 전력에 증발원을 맞춘다음 유량제어기(mass flow controller, MFC)를 조정하여 아르곤과 질소가스의 유량을 맞춘다. 그런 다음 이온화전극의 전압을 서서히 조정하여 원하는 전류에 맞추고 원하는 두께의 Cr-N 피막을 형성시키면 된다. Table 1은 Cr-N 피막제조시 변화시킨 변수 및 그 조정범위를 정리한 것이다. 증발율과 증착두께, 기판온도, 필라멘트 전류, 이온화전극의 전력 등을 고정하였고, 기판전압과 가스유량을 변수로 하여 실험하였다.

증착막의 형상은 주사형전자현미경(scanning electron microscopy, SEM)을 이용하여 표면 및 단면을 관찰하였다. 표면 형상의 관찰은 시편을 적당한 크기로 절단한 후 유기용매로 초음파 세척한 다음 전조시켜 관찰하였으며, 단면은 코팅이 되지 않은 면에 V자 형 홈을 낸다음 액체질소내에서 냉각시킨 후 파괴시켜 그 파단면을 그대로 관찰하였다.

Cr-N 피막의 상(phase)과 우선방위(preferred orientation) 등의 결정학적 구조는 X선 회절법(x-ray diffraction, XRD)을 이용하여 관찰하였다. X선 회절기는 Rigaku사의 D-Max 3C 기종을 사용하였다. 회절실험에 사용한 X선은 Cu K α 이었고 부하(load)는 40kV, 30mA 이었다. 피막과 계면 및 깊이방향의 성분 관찰은 주사형오제전자

분광기(scanning Auger multiprobe, SAM)과 글로방전분광기(glow discharge spectroscopy, GDS)를 이용하여 피막중에 존재하는 불순물의 종류와 양을 측정하였다. 또한, 깊이방향 분석법(depth profile)을 이용하여 깊이방향의 성분비를 산출하였으며, 계면의 성분분포도 조사하였다.

Cr-N 피막의 미소경도 측정은 비커스경도(Vicker's microhardness) 방법을 이용하였으며, 부하는 10g으로 통일하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1. Cr의 AIIP 공정조건 도출

Fig. 4는 Cr-N 이온플레이팅 공정의 최적화를 위

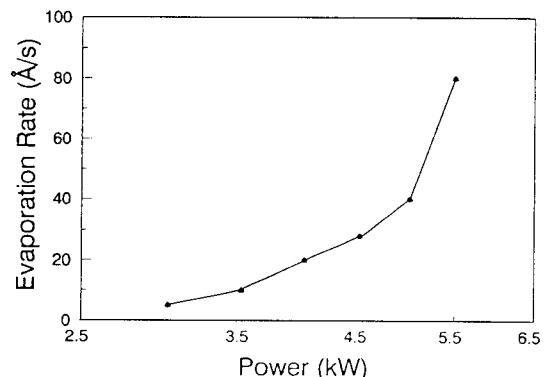


Fig.4. Relationship between resistive heating power and evaporation rate for Cr. The source was made of graphite.

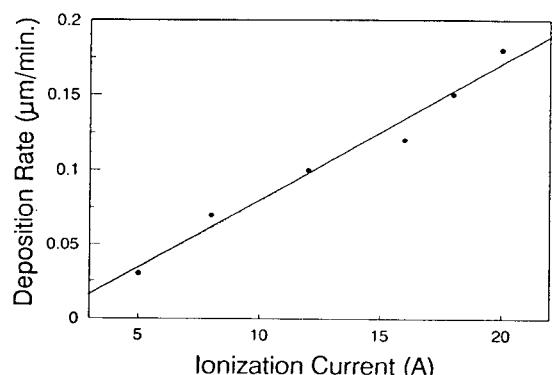


Fig.5. Relationship between ionization current and deposition rate for Cr when the preheating temperature is 300 and the substrate bias is 300 V.

해, 증발원 전력 변화에 따른 Cr의 증발율을 측정한 그림이다. 이때 사용된 증발원은 흑연 (graphite) 보우트 였고, 기판온도는 300°C, 증발원과 기판사이의 거리는 15cm이었다. 그림에서 알 수 있듯이 3.0kW에서부터 증발율이 서서히 증가하다가, 5.0kW에서 대략 30Å/s의 증발율을 나타내었다. 5.5kW에서는 갑자기 증가하는 경향을 보였는데 이는 Cr의 용융으로 인해 발생된 현상으로 생각된다.

Fig. 5는 Cr 이온플레이팅시 이온화전극에 흐르는 전류와 증착률과의 관계를 나타낸 그림이다. 이때, 이온화전극의 전압은 70V, 필라멘트 전류는 60A 이었고, 기판전압은 300V, Ar 개스의 유량은 25 SCCM 이었다. 이온화전류에 따른 증착률이 거의 직선적으로 변화함을 알 수 있다. 이러한 사실은 화합물 피막 형성시 조성비 조절에 용이하게 이용될 수 있다. 즉, 이온화 전류의 조절만으로 화학 조성이 일정한 화합물 피막을 쉽게 형성할 수 있어, 공정의 단순화를 기할 수 있다는 점이다. 이는 본 AIIP 장치의 가장 큰 특징중의 하나이며, 모든 실험은 이러한 사실에 기초를 두고 이루어졌다. 형성된 피막의 두께는 bulk의 밀도를 사용한 중량법 (gravimetric method)을 이용하여 측정하였으며 stylus 측정법으로 보정하였다.

3. 2. 피막의 분석 및 특성평가

(1) 질소개스 유량의 영향

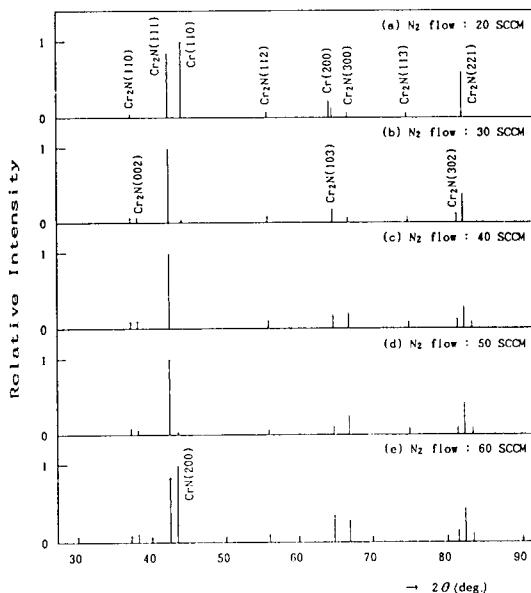
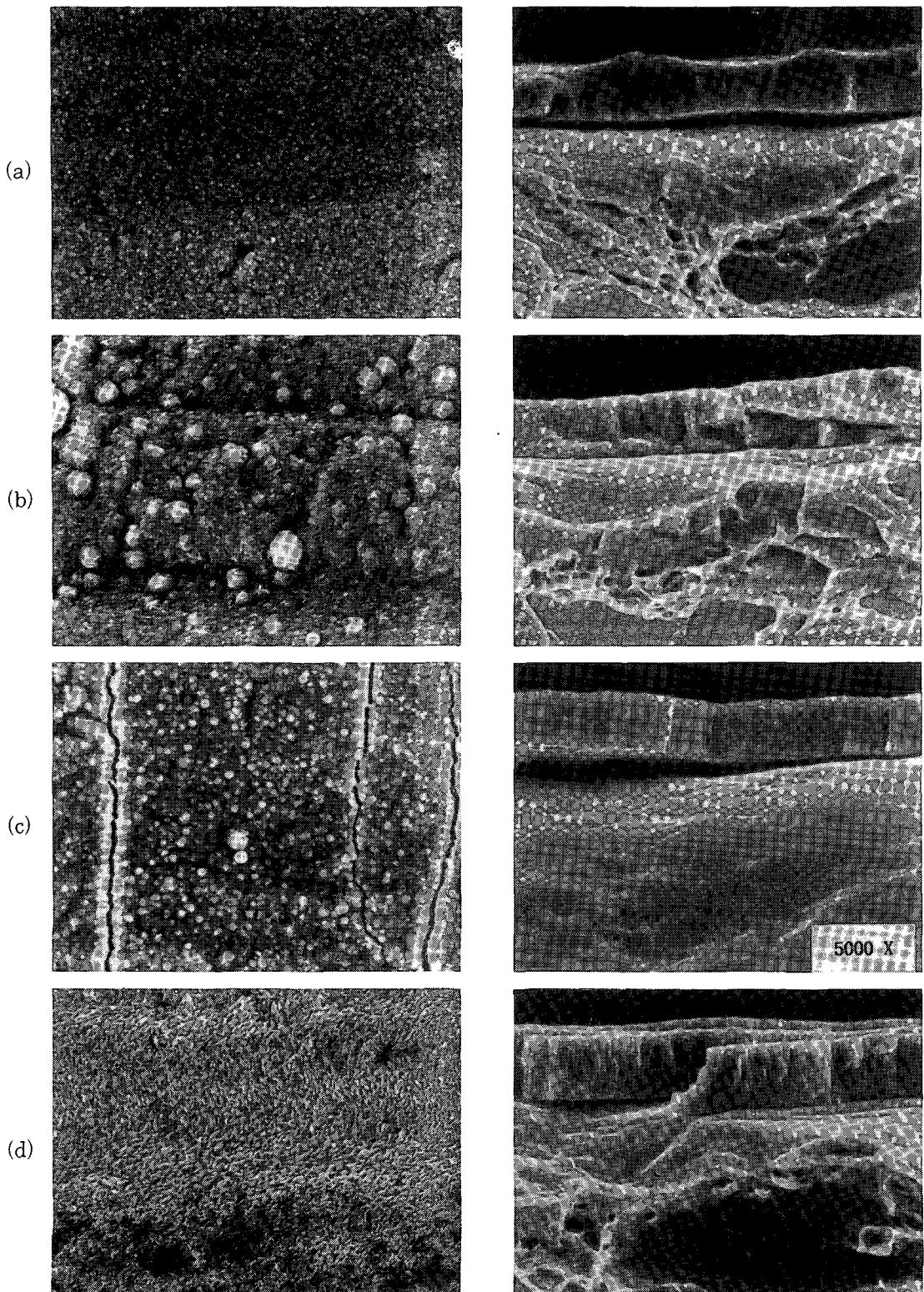


Fig.6. XRD patterns of Cr-N films at various N₂ flow rates when the ionization current is 12-15 A, the substrate bias 300 V and the preheating temperature 300 °C

본 실험에서의 개스유량에 따른 피막제조는 MFC를 사용하여 20-60 SCCM (질소개스 분압 : 1-3 x 10⁻⁴ torr)의 범위에서 실험하였으며, 유량의 변화에 따라 피막의 결정구조와 방위에 많은 변화가 있음을 알았다. 질소개스 유량에 따른 X선 회절 패턴은 Fig. 6과 같다. 이때, 이온화전류는 12-15A, 기판전압은 300V, 기판온도는 300°C 이었다. 개스유량이 20 SCCM에서는 Cr과 Cr₂N상이 공존하다가 (Fig. 6의 (a)), 30에서 50 SCCM 까지는 Cr₂N만이 존재하며 (Fig. 6의 (b), (c), (d)), 60 SCCM이 되면 Cr₂N과 CrN이 공존함을 (Fig. 6의 (e)) 알 수 있다. Cr과 Cr₂N의 혼합상이 존재하는 피막에서는 Cr(110)과 Cr₂N(111)의 방위가 주피크를 형성하였으며, Cr(200), Cr₂N(103), Cr₂N(221) 등의 피크가 비교적 큰 신호강도를 보였다. Cr₂N피막에서는 Cr₂N(111)의 우선방위를 나타내었으며, 그외에 Cr₂N(110), Cr₂N(103), Cr₂N(300), Cr₂N(302), Cr₂N(112) 등의 피크가 나타났다. 또한, Cr₂N외에 Cr(110) (Fig. 6의 (b))과 CrN(200) (Fig. 6의 (d)) 피크가 미세하게 보이는 경우도 있었으나, 뒤의 설명과 같이 기판바이어스 전압이 500V가 되면 완전히 사라짐이 확인되었다. Cr₂N과 CrN 혼합상의 피막에서는 Cr₂N(111)과 CrN(200)의 방위가 주피크를 형성하였으며, 그외에 Cr₂N(110), Cr₂N(103), Cr₂N(300), Cr₂N(302), Cr₂N(112) 등의 피크가 나타났다. 특기할 것은 Cr₂N상이 넓은 영역의 개스유량에서 존재하여 이 조성의 화합물 피막 제조가 용이함을 알 수 있었다.

본 실험영역의 Cr-N 피막의 미세구조는 개스유량, 기판온도와 기판전압 등의 이온플레이팅 공정조건에 따라 큰 차이는 보이지 않았다. Fig. 7은 개스유량에 따른 표면과 단면의 미세구조를 보여주고 있다. Cr + Cr₂N 혼합상의 피막 (Fig. 7의 (a))은 pore가 없는 치밀한 구조를 보였고, 섬유상 (fibrous) 구조의 혼적도 보이고 있다. 개스 유량이 30-50 SCCM인 Cr₂N 피막 (Fig. 7의 (b), (c), (d))는 전체적으로 매우 치밀한 구조를 보였으며, 이 피막 또한 주상 (columnar) 구조는 보이지 않았고 섬유상의 조직이 뭉쳐진 형상을 하고 있다. Cr₂N + CrN의 혼합상 피막 (Fig. 7의 (e)) 또한 Cr₂N 피막과 큰 차이를 보이지는 않았다. Fig. 8은 개스유량에 따른 미소경도의 평균값을 나타낸 그림이다. 유량의 변화에 따라 1500-1850 kg/mm² 정도의 미소경도를 보였으며, 본 실험의 개스유량에서는 미소경도에 큰 차이를 보이지 않았다. 다만, 다른 실험결과와^{9,11)} 마찬가지로 Cr₂N 피막의 미소경도가 다소 높게 나타났다.



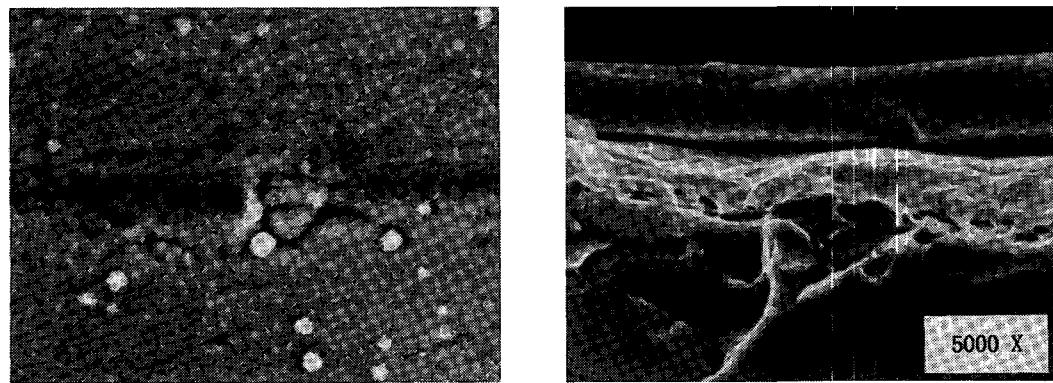


Fig.7. Surface and cross-sectional SEM morphologies of Cr-N films deposited at various N_2 flow rates.

(a) 20 SCCM, (b) 30 SCCM, (c) 40 SCCM, (d) 50 SCCM, and (e) 60 SCCM.

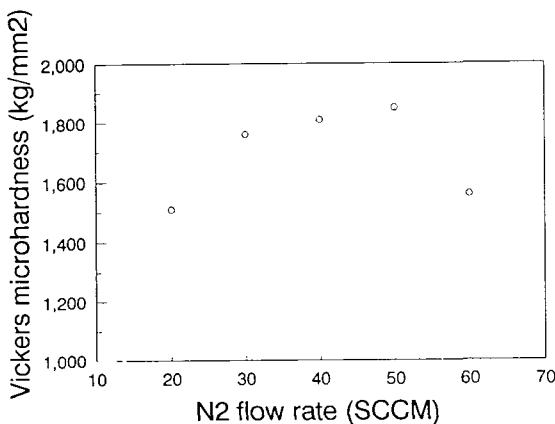


Fig.8. Vicker's microhardness of Cr-N films deposited at various N_2 flow rates when the ionization current is 12-15 A, the substrate bias 300 V, and the preheating temperature 300 °C.

(2) 기판 바이어스 전압의 영향

기판 바이어스 전압에 따른 영향은 Cr_2N 피막에 한정하여 조사하였다. Fig. 9는 개스유량이 50 SCCM일 때의 기판 바이어스 전압에 따른 X선 회절 패턴을 보여주고 있다. 이때 이온화전류는 12-15A이고, 기판온도는 300°C 이었다. Cr_2N 피막의 우선방위는 기판 바이어스 전압에 매우 민감하게 변화되었는데, 전압이 낮을 경우에는 Cr 과 CrN 피크도 미세하나마 나타났으나 500V 이상에서는 Cr_2N 피크만 관찰되었다. Cr_2N 피크의 갯수는 전압이 증가할 수록 감소하였다. 바이어스 전압이 100V 이하에서는 $Cr_2N(110)$ 과 $Cr_2N(111)$ 피크가 유사한 신호강도로 나타나다가, 300V 이상이 되면 $Cr_2N(110)$ 이 감소되어 700 V가 되면 $Cr_2N(111)$

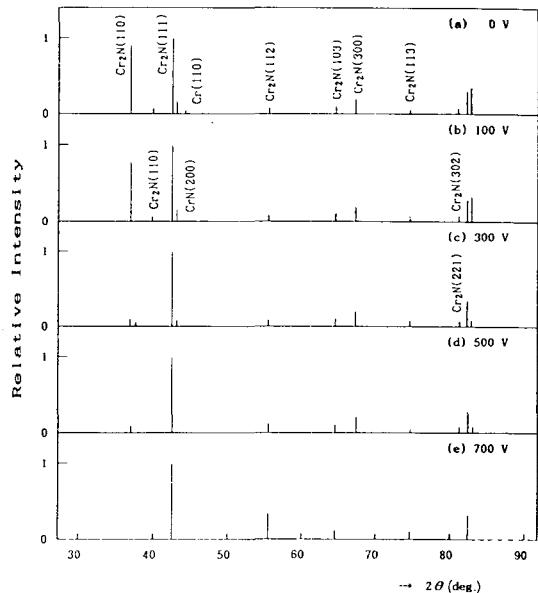


Fig.9. XRD patterns of Cr-N films deposited at various substrate bias voltages when the ionization current is 12-15 A, the preheating temperature 300°C, and the N_2 flow rate 50 SCCM.

피크만 보이고 있다. 이는 이온플레이팅시의 개스와 금속의 스퍼터링이 피막의 방위에 매우 큰 역할을 하고 있음을 보여주는 것이다. Wang 등¹¹은 기판전압이 높아감에 따라 $Cr_2N(111)$ 에서 $Cr_2N(300)$ 으로 Cr_2N 피막의 구조가 바뀌는 것으로 보고 하였으나 본 연구에서는 $Cr_2N(300)$ 피크는 오히려 감소하는 것으로 나타났다. Fig. 10은 기판전압에 따른 $Cr_2N(111)$ 과 $Cr_2N(110)$ 의 신호강도

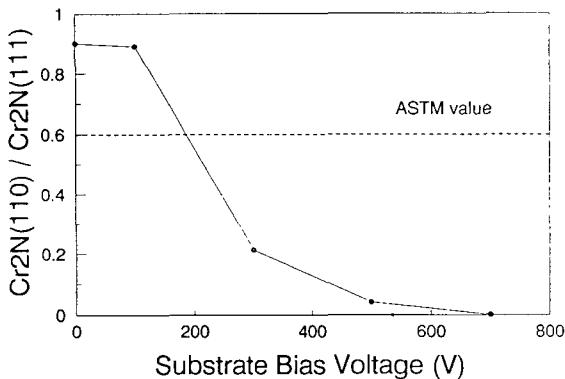


Fig. 10. The ratio of $\text{Cr}_2\text{N}(110)$ to $\text{Cr}_2\text{N}(111)$ peak on XRD deposited at various substrate bias voltages.

비를 나타낸 그림이다. 점선은 ASTM 값을 나타낸다.

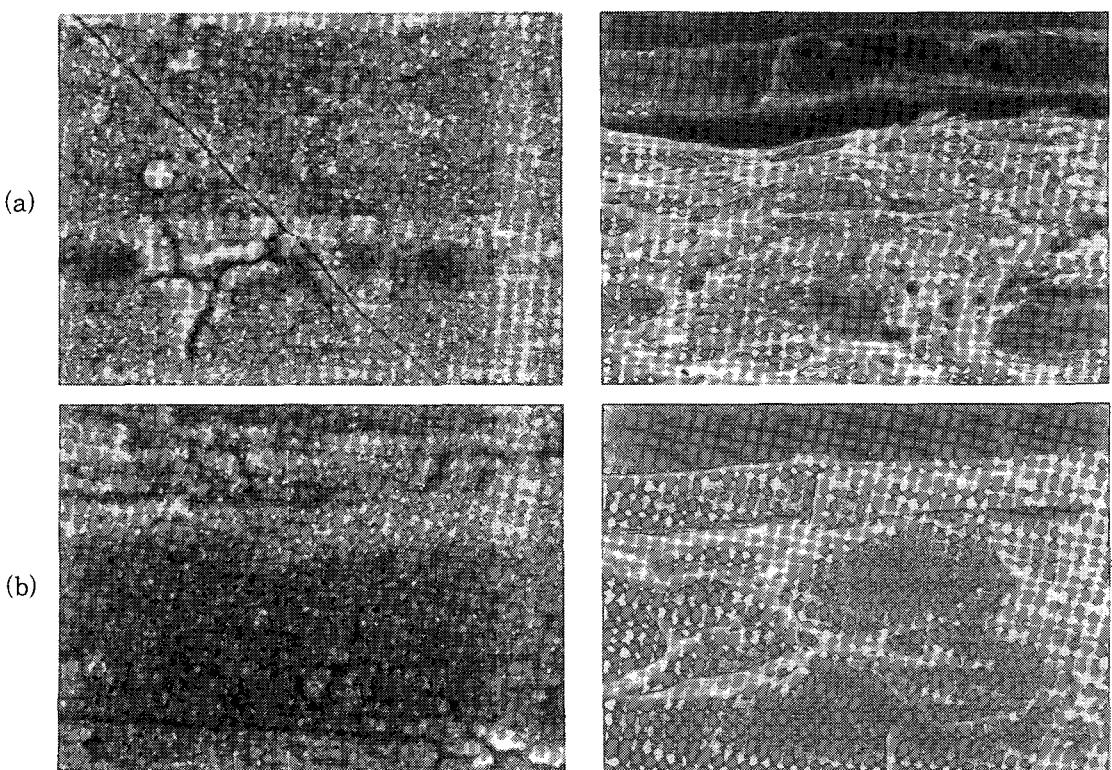
Fig. 11은 기판바이어스 전압에 따른 표면과 단면의 미세 구조를 보여주고 있다. 바이어스를 전혀 인가하지 않았을 경우에도 pore가 없이 치밀한 형상을 보였다. 바이어스 전압을 증가시키면 보다 치밀해지는 모습으로 변하면서 500V가 되면 침상(needle-shaped)로 표면형상이 바뀌고, 700V가

되면 매우 평활한 표면으로 되었다. 단면의 경우는 500V 까지는 줄기모양의 섬유상의 형상이 조금씩 보였으나 700V가 되면 완전히 뭉쳐진 형상의 조직을 나타내었다.

Fig. 12는 기판바이어스 전압에 따른 미소경도를 나타낸 그림이다. 바이어스 전압을 인가하지 않았을 경우 1500kg/mm^2 정도의 미소경도를 보이다가 바이어스 전압이 100-500V 까지는 $1800-2000\text{kg/mm}^2$ 를 나타내었고, 700V가 되면 2400kg/mm^2 의 가장 높은 값을 나타내었다. 이는 $\text{Cr}_2\text{N}(111)$ 의 우선방위가 발달하였을 경우에 미소경도가 높게 나타남을 의미하며, SEM의 결과에 비추어 볼 때 치밀한 조직일수록 미소경도가 높음을 알 수 있다.

(3) 피막과 계면의 성분분석 및 조성비의 산출

SAM으로 분석한 Cr-N의 표면성분은 Cr과 N외에 증착피막의 전형적인 분출물인 산소, 탄소 등이 존재하였다. Fig. 13은 개스유량을 20 SCCM으로 하여 제조한 Cr-N 피막을 Ar 이온으로 10분간 스퍼터링 한 후의 표면을 분석한 전형적인 스펙트럼을 보여주고 있다. Cr과 N의 조성비는, Cr LMM (529eV)과 N KLL (381eV)피크의 크기의



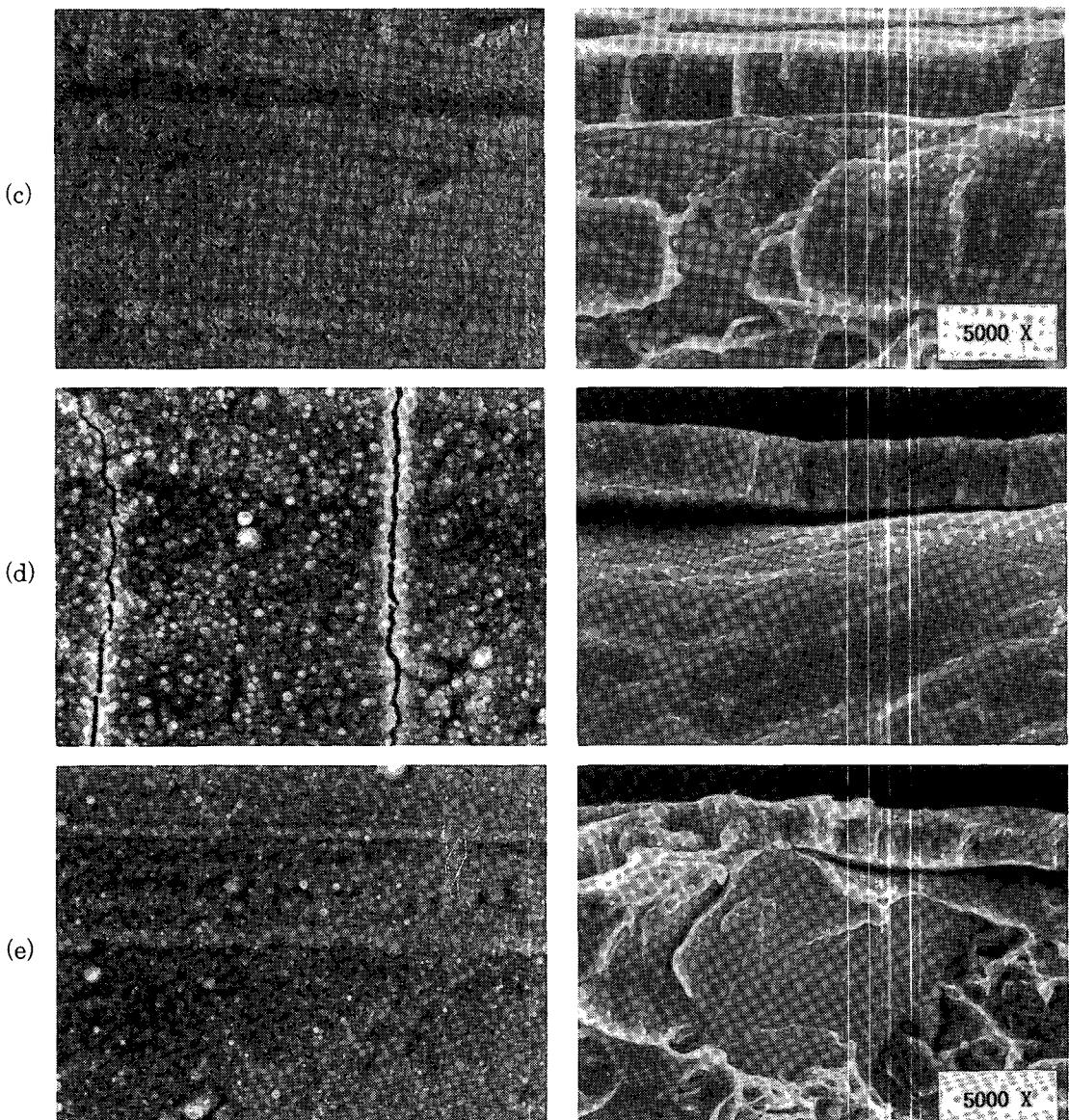


Fig.11. Surface and cross-sectional SEM morphologies of Cr-N films deposited at various substrate bias voltages. The substrate bias voltage of (a) 0 V, (b) 100 V, (c) 300 V, (d) 500 V, and (e) 700 V.

비를 원소민감인자 (elemental sensitivity factor)를 고려하여 계산하였다. 개스유량에 따라 Cr 조성이 55-75 at. %가 되는 것으로 나타났다. SAM과 GDS를 이용한 깊이방향 및 계면의 성분 분석 결과 계면 불순물로 미량의 산소만이 존재하였으며 깊이방향에 따른 Cr과 N의 비율은 일정하게 나타나 일정 조성 상태의 양호한 피막임이 확인되었다.

4. 결 론

AIIP 방법을 이용하여 저탄소강판상에 Cr-N 피막을 제조하고, 그 특성을 평가하였다. Cr-N 피막의 결정구조 및 방위는 질소개스 유량과 기판 바이어스전압 등의 이온플레이팅 공정 조건에 따라 현저한 차이를 보였으나 피막의 형상은 큰 차이를 보이지 않았다. 본 실험의 개스유량 영역에서의 Cr의

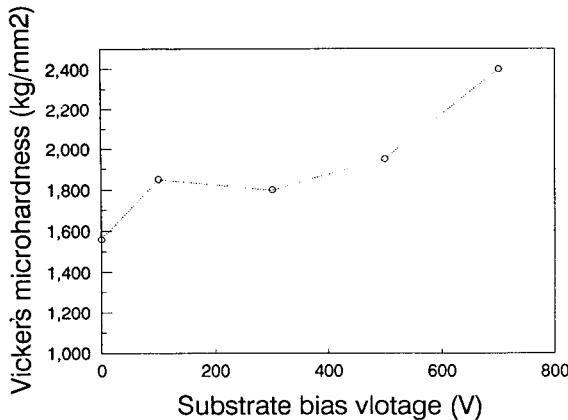


Fig.12. Vicker's microhardness of Cr-N films deposited at various substrate bias voltages when the ionization current is 12-15 A, N₂ flow rate 50 SCCM, and the preheating temperature 300°C.

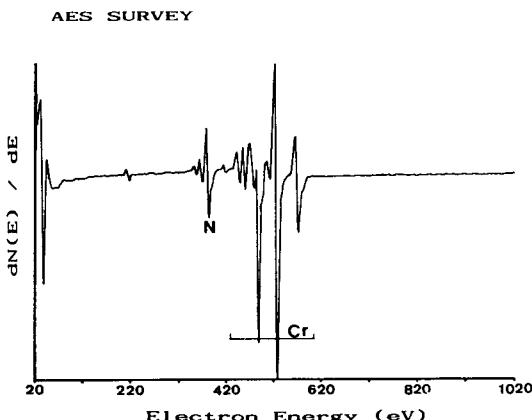


Fig.13. Auger electron spectrum of the typical Cr-N film after 10-min. Argon sputtering.

조성은 55-75 at.%로 나타났다. Cr과 Cr₂N의 혼합상을 가진 피막은 기공(pore)이 없는 비교적 치밀한 형상을 보였고, Cr(110)과 Cr₂N(111)이 주방위를 형성하였다. Cr₂N 피막은 매우 치밀한 형상을 가졌으며 주상조직은 보이지 않았고, Cr₂N(110)과 Cr₂N(111)이 주방위를 형성하며, 기판 바이어스 전압이 증가함에 따라 (110) 피크가 감소하여 700 V가 되면 완전히 사라짐이 관찰되었다. Cr₂N과 CrN의 혼합상의 피막 미세구조 또한 Cr₂N 피막과 매우 유사하였다. 개스유량에 따른 미소경도는 큰 차이를 보이지는 않았으나, Cr₂N만으로 이루어진 피막의 경우가 다소 높게 나타났다. Cr₂N 피막의 바이어스 전압에 따른 미소 경도는

700V에서 2400 kg/mm²의 가장 높은 값을 나타내었다.

5. 참 고 문 헌

- D.M.Mattox, in Proceedings of the Conference on Ion Plating and Allied Techniques, CEP Consultant, Edinburgh, (1979) p.1.
- D.G.Teer and B.C.Deelcea, Thin Solid Films 54, (1978)295.
- P.A.Higham and D.G.Teer, Thin Solid Films 58, (1979)121.
- R.F.Bunshah, in Proceedings of the Conference on Ion Plating and Allied Techniques, CEP Consultant, Edinburgh, (1979) p.11.
- A.Matthews and D.G.Teer, Thin Solid Films 72, (1980)541.
- Y.Murayama, Jpn. J.Appl. Phys.Suppl. 2 Part 1, (1974)459.
- T. Sato, M.Tada, Y.C.Huang and T.Takei, Thin Solid Films 54, (1978)61.
- S.Komiya, S.Ono, N.Umezu and T.Narasawa, Thin Solid Films 45, (1978)433.
- K.Kashiwagi, K.Kobayashi, A.Masuyama and Y. Murayama, J.Vac.Sci.Technol. A 4, (1986)210.
- 이영백, 정재인, 강정수, 홍재화, 문종호, "고이온화을 다기능 이온플레이팅 장치의 상업화 개발," 산업과학기술연구소 연구보고서, 1991.
- D.Wang and T.Oki, Thin Solid Films 185, (1990) 219.