

저에너지 수소 이온빔을 이용한 polytetrafluoroethylene 표면 개질

이정환^{1,2*} · 김동환² · 여운정¹ · 한영건¹ · 조준식¹ · 김현주³ · 고석근¹

¹(주)피엔아이 기술연구소, 서울 131-221

²고려대학교 신소재공학과, 서울 131-221

³충주대학교 교양과정부, 충주 380-702

(2006년 9월 20일 받음)

PTFE(polytetrafluoroethylene) 표면에 저에너지 이온빔을 조사함으로써 그의 물성을 개질하여 금속과의 접착력을 향상시켰다. 이온 조사로 인한 표면 형상 변화를 최소화하기 위하여 수소 이온을 사용하였다. 이온빔을 발생시키기 위하여 냉음극관 이온소스를 사용하였으며 사용된 이온빔의 종류는 수소 이온이고 이와 비교하기 위하여 아르곤 이온도 사용하였다. 다양한 이온 조사량에서 실험을 행하였으며 표면 처리 효과를 촉진시키기 위하여 산소 분위기 가스를 사용하였다. 처리된 PTFE와 처리하지 PTFE는 물과의 접촉각 (water contact angle) 측정, SEM 표면 이미지 관찰 등으로 평가하였고, 표면 물성 및 금속 박막과의 접착력을 알아보기 위하여 구리 박막을 증착한 후 반사율 측정 및 접착력 테스트를 수행하였다. 고분자 표면 처리에 많이 사용되는 산소 분위기 가스를 넣어주면서 아르곤 이온빔 조사를 수행한 경우는 1×10^{16} ions/cm² 부터 금속과의 접착력이 확보되었으나 SEM 표면 관찰 결과 그의 표면이 침상 형상으로 변함을 알 수 있었다. 수소 이온으로 PTFE 표면 개질을 수행하면 표면 형상은 변하지 않았으나 접착력 또한 증가하지 않았다. 그러나 수소 이온 조사시 산소 분위기 가스를 사용하면 5×10^{16} ions/cm² 부터 접착력이 향상되었으며 표면도 침상형상으로 변하지 않았다. PTFE 표면 위에 구리 박막 증착 후 반사도 측정함으로써 수소 이온과 산소 분위기 가스를 사용한 경우가 표면 물성이 아르곤 이온을 사용하였을 때 보다 더 우수함을 확인하였다. 다양한 산소 유량에서 수소 이온을 조사한 결과 표면 형상 및 접착력은 산소 유량에 많이 의존함을 확인하였고 따라서 적당한 산소 분위기 가스 유량에서 수소 이온을 PTFE 표면에 조사한다면 금속과의 높은 접착력 및 우수한 표면 물성을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

주제어 : PTFE, 표면개질, 이온빔, 수소이온

I. 서 론

PTFE는 탄소와 불소로 이루어진 고분자로서 그의 많은 장점으로 인하여 다양한 분야에서 사용되는 물질 중의 하나이다. PTFE는 기계적 강도가 고분자 중에서 우수한 편이고 녹는 온도가 327°C로 고분자 중에서 가장 높아서 열적 안정성이 우수하다.[1,2] 또 유전상수 또한 매우 낮은 값을 보여 절연 특성이 우수하며 각종 화학적 물질에 대해서도 안정함을 보인다.[3,4] 위와 같은 PTFE의 특성으로 인하여 전자 회로의 절연막으로 적합하고 따라서 최근에 현재 PCB에 많이 쓰이고 있는 polyimide를 PTFE로 대체하려는 연구가 행하여지고 있다.[5]

그러나 PTFE를 절연막으로 사용하는데 있어서 다음과 같은 문제점이 발생한다. PTFE의 표면에너지는 매우 낮으므로 표면은 매우 비활성을 나타내어 특히 금속 전극과의 접착 특성이 매우 좋지 못하다.[6] 그래서 PTFE를

사용하기 위하여 그의 전처리 공정이 필요하다. 현재 화학적 그래프팅[7], 플라즈마 처리[8,9], 이온빔 조사[10,11] 및 UV 조사[12] 등의 다양한 방법이 PTFE 표면 개질에 적용되고 있다. 이런 표면 개질은 물리적 방식과 화학적 방식으로 나눌 수 있는데 화학적 방식은 환경 및 부유물 문제를 야기하므로 물리적 방식을 현재 많이 채택하고 있는 상황이다. 플라즈마 처리 및 이온빔 조사 등의 물리적 개질 방식은 깨끗한 공정이고 대면적 처리가 가능하므로 고분자 표면처리에 매우 적합한 방식이다. 그러나 이런 개질 방식은 PTFE에 적용할 때에 다음과 같은 문제점이 따른다. 물리적 방식으로 PTFE의 표면 개질을 시행할 경우 이온이나 포톤 등의 물리적 데미지가 PTFE에 받게 되어 그의 표면 형상이 침상모양으로 변하는 등 표면 형상의 많은 변화를 볼 수 있다.[9,13,14] 이런 표면은 PTFE 막의 박막화에 어려움이 있고 변형된 PTFE 위에 금속 전극을 증착한다면 금속막의 반사도는 매우 낮은 값을 보이며 비저항은 매우 높은 값을 나타나게 된다.

* [전자우편] jung@plasma-ion.com

그러므로 표면 개질시에 표면 형상 변화를 최소화한 채 표면의 가교 반응 및 극성 작용기 형성 등의 화학적 변화로 인한 접착성 등이 증가하도록 할 필요가 있고 현재 이 주제에 관하여 많은 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 1 kV의 낮은 이온빔으로 PTFE 표면을 개질하였다. 앞에서 언급한 PTFE 표면 손상을 최소화하기 위하여 낮은 질량을 가지는 수소 이온을 사용하였다. 그리고 고분자 표면 처리하는데 가장 많이 사용되는 아르곤 이온빔을 대조군으로 사용하여 두 결과를 비교하여 수소 처리 효과를 관찰하였다.

II. 실험방법

PTFE 표면 처리는 고진공 챔버에서 행하였으며 로터리 펌프와 터보 펌프를 사용하여 배기하였다. 초기 진공은 1×10^{-5} Torr 이고 작업진공은 흘려주는 가스 유량에 따라 $3-5 \times 10^{-3}$ Torr 로 변하였다. 이온을 발생시키기 위하여 5 cm 직경을 가지는 냉음극관 이온소스가 사용되었으며 아르곤 가스와 수소 가스를 이온소스에 공급하여 각 이온을 생성시켰다. 생성된 이온은 1 kV의 전압으로 PTFE에 조사하였고 이때의 전류밀도는 $28.2 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 으로 유지하였다. 이온 조사와 동시에 처리 효과를 증진시키기 위하여 산소 분위기 가스를 PTFE 시료 주위에 흘려주었으며 산소 유량을 5, 10, 15, 20 sccm 으로 변경시켰다. 이온 조사량은 1×10^{15} ions/cm²부터 5×10^{17} ions/cm²까지의 다양한 범위에서 실험하였으며 이온 조사량은 조사 시간으로 제어하였다. 접착력 및 반사도를 측정하기 위하여 PTFE 샘플 위에 금속 박막을 증착하였다. 열증발 증착법으로 Cu 박막을 400 nm 두께로 증착하였으며 증착속도는 0.4 nm/sec이었다.

처리된 PTFE를 물과의 접촉각을 측정하여 그의 친수성 여부를 확인하였으며 SEM(scanning electron microscopy)으로 표면의 변화 양상을 관찰하였다. PTFE에 구리 박막을 증착한 뒤 가시광 영역에서의 반사도를 측정하므로써 표면 물성을 관찰하였고 ASTM 3359법으로 구리 박막과의 접착력을 관찰하였다. ASTM 3359 테스트법은 구리 박막에 크로스 컷을 하여 100개의 눈금을 만든 후 규격테이프를 peel 시험을 하는 것이다. 규격테이프를 peel 테스트를 한 후 떨어져 나간 면적이 0%면 "5B"(perfect adhesion)라고 하고 떨어진 면적이 65%가 넘으면 "0B"(poorest adhesion)라고 하여 이를

바탕으로 접착력을 평가하였다.

III. 결과 및 토론

PTFE 주변에 산소 가스를 흘려주는 동시에 아르곤 이온을 조사하였다. 이전의 연구를 통하여 이온빔 조사 시 산소 분위기 가스를 사용하면 고분자 표면에 카르보닐기, 카르복실기 및 하이드록실기 등의 친수성 작용기 형성이 촉진되어 표면 개질 효과가 더욱 증진된 사실을 확인하였다.[15, 16] 따라서 PTFE 표면 처리에 아르곤 이온빔과 산소 분위기 가스를 적용해 보았다. 산소 분위기 가스의 유량은 20 sccm으로 고정한 뒤 아르곤 이온을 다양한 이온조사량으로 PTFE 표면에 조사하였다. 그림 1은 이온 조사량에 따른 PTFE의 물과의 접촉각 및 접착력 테스트 결과를 나타낸 것이다. 일반적으로 PC(polycarbonate) 및 PET(polyethyleneterephthalate)와 같은 일반적인 고분자에 이온빔을 조사하면 표면의 친수성 작용기의 형성으로 인하여 접촉각이 80도 내외에서 20도 이내로 급격히 감소한다. 그러나 그림 1에서 보는 바와 같이 PTFE에서의 접촉각 변화 거동은 다른 고분자와는 많은 차이점을 나타낸다. PTFE의 bare 상태에서의 접촉각은 80도 내외인데 1×10^{16} ions/cm² 까지 다른 변화를 보이지 않았고 오히려 높은 이온 조사량에서는 접촉각이 증가한 현상을 보였다. 5×10^{16} ions/cm² 이상의 이온 조사량에서는 접촉각이 100도 가까운 값을 보였다. 그림 1의 접착력 결과를 보면 낮은 이온 조사량에서는 접착력이 아주 낮지만 이온 조사량이 증가할수록 접착력이 증가함을 알 수 있고 1×10^{16} ions/cm²의 조사량에서는 충분한 접착력인 "5B"를 나타낸다. 이런 이온 조사량에 따른 접촉각 증가 현상 및 접착력 변화 양상은 다음의 그림 2에서 그 원인을 찾을 수 있다. 그림 2는 산소 분위기하에서 아르곤 조사에 따른 PTFE 표면 형상을 SEM으로 관찰한 것이다. 이온 조사로 인하여 PTFE 표면이 평탄한 표면에서 침상 모양으로 변함을 관찰할 수 있다. 1 kV 이하의 낮은 에너지에서 그림 2와 같은 표면 변화는 다른 고분자에서는 찾아보기 힘든 결과이다. 즉 이런 표면 변화로 인하여 그림 1의 접촉각 및 접착력 테스트 결과를 보이게 된다. 이온빔에 의하여 PTFE 표면이 친수성을 가진다 하더라도 그의 거친 표면으로 인하여 접촉각은 떨어지지 않고 높은 값을 나타낸다. 접착력 증대 또한 같은 방법으로 해석할 수 있다.

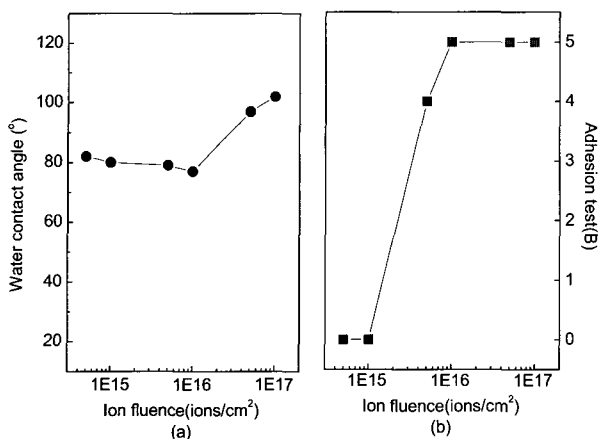


그림 1. 산소 가스 20sccm의 분위기 하에서의 다양한 아르곤 이온 조사량에 따른 PTFE 기판의 물과의 접촉각 변화(a)와 구리 박막과의 접착력 테스트 결과(b)

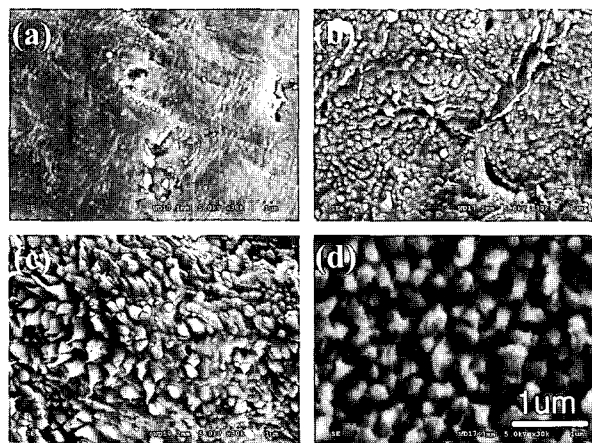


그림 2. 산소 가스 20sccm의 분위기 하에서의 다양한 아르곤 이온 조사량에 따른 PTFE 표면의 SEM 이미지. (a) 1×10^{16} ions/cm², (b) 5×10^{16} ions/cm², (c) 1×10^{17} ions/cm², (d) 5×10^{17} ions/cm²

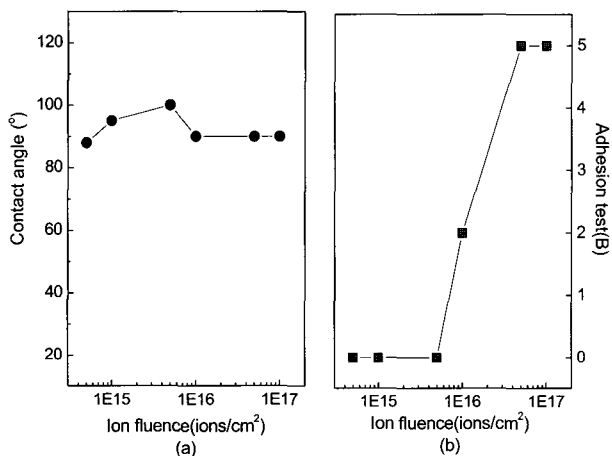


그림 3. 산소 가스 20sccm의 분위기 하에서의 다양한 수소 이온 조사량에 따른 PTFE 기판의 물과의 접촉각 변화(a)와 구리 박막과의 접착력 테스트 결과(b)

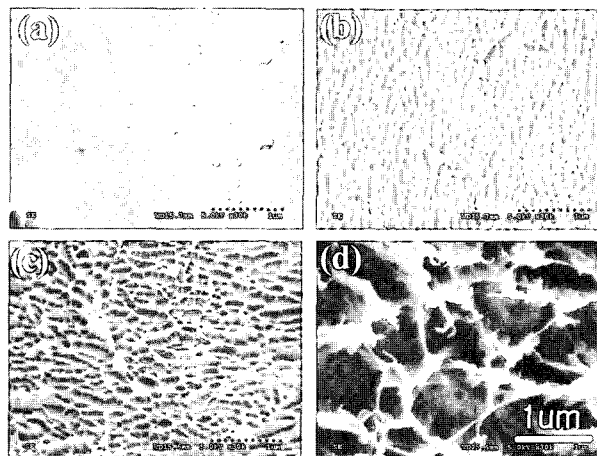


그림 4. 산소 가스 20sccm의 분위기 하에서의 다양한 수소 이온 조사량에 따른 PTFE 면의 SEM 이미지. (a) 1×10^{16} ions/cm², (b) 5×10^{16} ions/cm², (c) 1×10^{17} ions/cm², (d) 5×10^{17} ions/cm²

물리적 표면 개질로 인한 고분자의 접착력 증대는 여러 메커니즘을 생각할 수 있다. 표면에 친수성 작용기가 형성되어 이것이 금속막과 상호 작용하여 접착력의 증대를 기대할 수 있으며 또 다른 하나는 고분자의 거친 표면으로 인한 넓은 접촉 면적 및 금속막과의 상호 잠김에 의하여 접착력이 증대할 수 있다. 본 연구의 PTFE에서는 후자의 이유로 접착력이 증대한 것으로 생각되며 설령 친수성 작용기가 형성되어 화학적 상호 작용에 의하여 접착력이 증대된다고 하더라도 기계적 상호 잠김에

의한 접착력 증대가 훨씬 더 크기 때문에 이를 무시할 수 있다.

아르곤 이온빔과 산소 분위기 가스를 이용하여 PTFE를 표면 개질을 수행하여 금속막과의 높은 접착력은 얻었지만 그의 표면 형상은 침상 모양으로 변화였다. 이런 거친 표면은 금속 전극을 입혔을 때 높은 비저항과 낮은 반사도를 야기한다. 따라서 표면의 변화를 최소화한 상태에서 PTFE 표면의 개질을 할 필요가 있다. 현재 아르곤보다 가벼운 산소 이온을 사용하여 PTFE 표면 개질

을 하는 등 이 주제에 관하여 많은 연구가 진행되고 있다. [17] 본 연구에서는 낮은 질량을 가지는 수소 이온빔을 사용하였다. 다양한 이온 조사량으로 수소 이온을 조사한 후 각 물성 평가를 시행하였다. SEM 표면 관찰 결과 PTFE의 표면 형상은 높은 수소 이온 조사시에도 변하지 않은 것을 확인하였으나 접촉각 또한 변하지 않았으며 접착력 향상도 보이지 않았다. 수소 이온만으로는 PTFE 물성을 변화시키지 못함을 확인하였다. 따라서 수소 이온 조사 중 산소 분위기 가스를 사용하였다. 앞에서 이야기 하였듯이 산소 분위기 가스는 이온 조사시 고분자 표면 개질을 촉진시키는 역할을 한다. 산소 분위기 가스를 20sccm 흘려주는 동시에 다양한 이온 조사량으로 이온을 조사한 후 접촉각을 측정하였고 접착력 테스트를 수행한 결과를 그림 3에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 접촉각의 변화 양상을 찾아볼 수 없었으나 높은 이온 조사량에서는 충분한 접착력을 확보할 수 있었다. PTFE의 수소 이온 조사량에 따른 표면 변화를 SEM으로 관찰한 것을 그림 4에 나타내었는데 앞의 데이터를 통하여 그림 4 (b)부터 PTFE가 금속막과 충분한 접착력을 가짐을 알 수 있다. 그림 4 (b)의 표면 형상과 80도에 가까운 접촉각을 생각할 때 그의 접착력 향상은 아르곤 조사와 마찬가지로 표면의 화학적 변화로

인한 극성 작용기 형성 등의 이유가 아닌 단지 거친 표면에 기인한 면적의 증가인 것으로 생각된다. 그러나 표면 변화가 아르곤 이온 조사와 같이 침상형 모양으로는 변하지 않음을 알 수 있고 따라서 수소 처리된 PTFE 표면 물성을 좀 더 조사할 필요가 있다고 생각된다.

표면 물성을 알아보기 위하여 구리 박막을 증착하여 가시광 영역에서 반사도를 측정하였다. 그림 5에 그 결과를 나타냈는데 그림 5 (a) 그림은 산소 분위기하에서의 아르곤 이온 조사와 수소 이온 조사 후의 구리 금속을 증착하여 반사도를 다양한 이온 조사량에서 비교한 그래프이다. 그림에서 볼 수 있듯이 높은 이온 조사량에서 아르곤 표면 개질한 PTFE 위의 구리 금속 박막은 그의 반사도가 현저하게 감소한다. 이를 앞에서 본 그림 2의 SEM 이미지와 비교하여 생각하여 보면 높은 이온 조사량의 침상형상의 표면은 그의 거친 표면으로 인하여 금속의 반사도를 감소시킨다. 그러나 수소 이온 조사된 PTFE는 아르곤과 비교하여 볼 때 다른 경향을 나타낸다. 수소 이온을 조사한 후 금속 박막을 증착하면 조사량에 비례하여 금속의 반사도가 감소하지만 그 감소된 값은 아르곤 이온 조사와 비교하여 볼 때 아주 미미한 값이다. 따라서 수소 이온 조사된 PTFE가 그림 4와 같이 표면이 변화된다 하더라도 표면 물성은 많이 악화되지 않는다 라고 생각할 수 있다. 그리고 두개의 PTFE 시료의 반사도를 가시광 영역 내에서 비교하였다. 이 두 시료는 아르곤 표면 처리한 PTFE와 수소 이온 표면 처리한 PTFE로써 두 시료는 접착력 테스트를 5B를 나타내는 것 중 이온조사량이 가장 낮아 표면 변화가 가장 적은 것들이다. 산소 분위기 가스는 20 sccm 이고 아르곤 표면 개질 시료는 조사량이 1×10^{16} ions/cm² 이고 수소 표면 개질 시료는 조사량이 5×10^{16} ions/cm²이다. 그림 5 (b)에서 보듯이 가시광 전영역에서 수소 처리된 PTFE위의 금속 박막이 더 높은 반사도를 나타낸 것을 알 수 있다. 즉 아르곤 이온을 사용하여 PTFE 개질을 시행하면 표면의 접착력 증가는 볼 수 있으나 표면 형상 변화가 심한 반면 수소 이온을 사용하면 상대적으로 적은 표면 변화에서 PTFE의 표면 개질이 가능하다.

수소 이온 조사시 산소 분위기 가스의 영향을 관찰하기 위하여 다양한 산소 유량에서 실험을 수행하였다. 산소 유량에 따른 PTFE의 접촉각 및 구리 금속과의 접착력 테스트 결과를 그림 6에 나타내었다. 이때의 수소 이온 조사량은 1×10^{17} ions/cm² 이다. 5 sccm의 산소 유

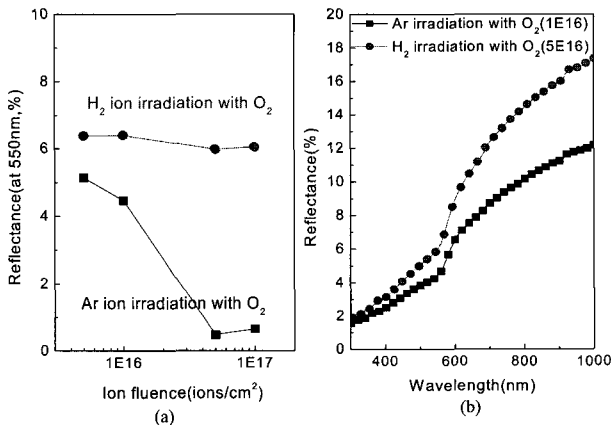


그림 5. 다양한 이온 조사량에서 아르곤 및 수소 이온을 조사한 PTFE 샘플에 구리 박막을 400nm 증착 후 550nm에서의 반사도 값(a), 아르곤 이온 조사량이 1×10^{16} ions/cm² 와 수소 이온 조사량이 5×10^{16} ions/cm² 인 PTFE에 구리 박막을 400nm 증착한 시료의 가시광 영역에서의 반사도값(b). (a), (b) 모든 샘플에 20 sccm의 산소 분위기 가스가 사용되었음.

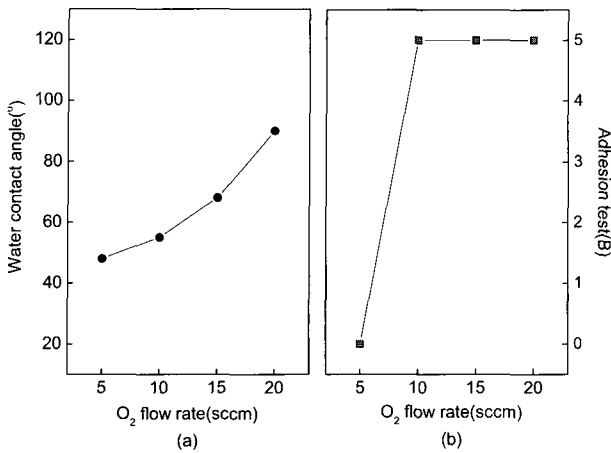


그림 6. 수소 이온 1×10^{17} ions/cm²의 조사량에서 다양한 산소 분위기 가스 유량에 따라 개질된 PTFE 샘플의 물과의 접촉각 변화(a)와 구리 박막과의 접착력 테스트 결과(b)

량에서는 금속과의 접착테스트 결과 100% 박리되는 현상이 관찰되었다. 즉 충분한 산소 분위기 가스가 있어야만 개질 효과를 볼 수 있다. 10 sccm에서는 접착력이 5B를 보였는데 접촉각 또한 50도 이내로 상대적으로 낮은 값을 보였다. 앞의 시료를 SEM을 통하여 관찰하였다. 그림 7는 수소 이온 조사된 PTFE의 분위기 산소 유량에 대한 SEM 사진이다. 그림에서 볼 수 있듯이 높은 산소 유량에서는 그의 표면이 많이 변화였고 반면 낮은 산소 유량에서는 표면 변화가 거의 없음을 확인할 수 있다. 즉 수소 이온이 단독으로 조사될 때도 PTFE 표면은 아무런 변화가 없음을 생각해 본다면 산소 분위기 가스 하에서 수소 이온 조사는 다음과 같은 메커니즘으로 진행됨을 알 수 있다. 일단 수소 이온 단독 조사시에는 그의 낮은 질량 및 에너지로 인하여 PTFE의 물성을 화학적 또는 기계적으로 변형시키지 않는다. 그러나 PTFE 주위에 산소 가스가 있으면 산소 가스가 수소 이온으로 인하여 플라즈마화 된다. 이 PTFE 주변의 플라즈마로 인하여 그의 표면 개질이 일어나기도 하여 접착력이 향상 될 수도 있으며 만약 플라즈마 밀도가 높다면 그림 7 (c), (d)와 같이 에칭 현상이 일어나 표면의 형상이 크게 변할 수도 있다. 그림 6 (b)로부터 그림 7 (b)이상부터 충분한 접착력이 확보된 사실을 알 수 있는데 그림에서 볼 수 있듯이 그림 7 (b) 그림은 표면 변화가 없는 거의 평탄한 표면이다. 따라서 (b) 시편은 거친 표면으로 인한 접착 면적 증가 및 기계적 상호 잠김으로 인하여 접

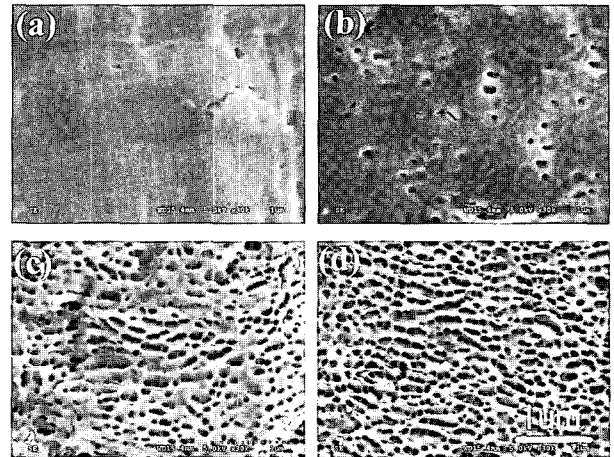


그림 7. 수소 이온 1×10^{17} ions/cm²의 조사량에서 다양한 산소 분위기 가스 유량에 따라 개질된 PTFE 샘플을 SEM으로 관찰한 표면 형상 (a) 5sccm, (b) 10sccm, (c) 15sccm, (d) 20sccm

착력이 증가한 것이 아니라 표면의 친수성 작용기등으로 인한 화학적 결합력 향상으로 높은 접착력을 나타내는 것으로 사료된다. 즉 수소 이온 조사시 산소 분위기 가스를 적당량 흘려준다면 PTFE 표면의 변화 없이 아주 우수한 접착력을 가지는 표면으로 개질할 수 있다.

IV. 결 론

저에너지 이온빔을 사용하여 PTFE 표면을 개질하였다. 아르곤과 수소 이온빔을 사용하여 표면 개질을 수행하였고 이온 조사 중 산소 분위기 가스를 시편 주위에 흘려주어 처리 효과를 촉진시켰다. 아르곤 이온을 조사하였을 경우 PTFE가 금속과의 높은 접착력을 보였으나 그의 표면이 침상모양으로 변함을 확인하였다. 오직 수소 이온만을 PTFE에 조사하였을 경우에는 PTFE의 물성이 변하지 않았지만 산소 분위기 가스를 일정 유량이상 사용하였을 때는 접착력 향상과 표면 형상의 변화를 가져왔다. 즉 수소 이온이 시료 주위의 산소 가스를 플라즈마화 시켜서 이 플라즈마로 인하여 PTFE의 개질이 일어난다고 생각할 수 있다. 표면 형상은 산소 유량에 따라 비례적으로 변화였고 따라서 산소 유량을 적절한 값으로 조절한다면 표면 형상 변화 없이 PTFE 표면을 화학적으로 개질이 가능함을 알 수 있다. 본 연구 방법으로 개질된 PTFE는 좋은 표면 형상과 높은 접착력을 가지므로 산업적으로 많은 활용이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] P. Smith, P. Lemstra, *J. Mater. Sci.*, **15**, 505 (1980).
- [2] P. J. Rae, E. N. Brown, *Polymer*, **46**, 8128 (2005).
- [3] P. Machetta, M. Lazzarino, S. Carrato, C. Schmidt, G. Canil, V. Kapeliouchko, T. Poggio, A. Sanguineti, *Mater. Sci. Semi. Process.*, **5**, 285 (2003).
- [4] L. Ylianttila, J. Schreder, *Optical Materials*, **27**, 1811 (2005).
- [5] Y. W. Yang, C. W. Chen, Y. Z. Wu, Y. C. Chen, *Electrochemical and Solid State Letters*, **8**, 1 (2005).
- [6] C. J. Rong, T. Wakida, *J. Appl. Polym. Sci.*, **63**, 1733 (1997).
- [7] Y. Okuda, F. Hayashi, H. Sakurai, M. Shio-tani, *J. Appl. Polym. Sci.*, **94**, 923 (2004).
- [8] D. J. Wilsion, R. L. Williams, R. C. Pond, *Surf. Interface Anal.*, **31**, 385 (2001).
- [9] C. Z. Liu, J. Q. Wu, L. Q. Ren, J. Tong, J. Q. Li, N. Cui, N. M. D. Brown, B. J. Meenan, *Materials Chemistry and Physics*, **85**, 340 (2004).
- [10] L. Guzman, B. Y. Man, A. Miotello, M. Adami, P. M. Ossi, *Thin solid Films*, **420-421**, 565 (2002).
- [11] Y. Haruyama, T. Ideta, H. Ishigaki, K. Kanda, S. Matsui, *Jpn. J. Appl. Phys.* **42**, 1722 (2003).
- [12] M. Chtaib, E. M. Roberfroid, Y. Novis, J. J. Pireaux, R. Caudano, *J. Vac. Sci. Technol. A*, **7**, 3233 (1989).
- [13] J. S. Cho, W. Choi, S. Koh, *J. Vac. Sci. Technol. B*, **16**, 1110 (1998).
- [14] P. Chevallier, M. Castonguray, S. Turgeon, N. Dubrulle, D. Mantovani, P. H. McBreen, J. C. Wittmann, G. Laroche, *J. Phys. Chem. B*, **105**, 12490 (2001).
- [15] S. Han, W. Choi, K. Yoon, S. Koh, *J. appl. Polym. Sci.*, **72**, 41 (1999).
- [16] S. K. Oiseth, A. Krozer, B. Kasemo, J. Lau-smma, *Applied Surface Science*, **202**, 92 (2002).
- [17] S. Lee, J. Hong, M. Wye, J. Kim, H. Kang, Y. Lee, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, **219-220**, 963 (2004).

Surface Modification of Polytetrafluoroethylene by Using Low Energy Hydrogen Ion Beam

Jung Hwan Lee^{1,2*}, Donghwan Kim², Woon Jung Yeo¹, Young Gun Han¹,
Jun-Sik Cho¹, Hyunjoo Kim³, and Seok Jeun Koh¹

¹*P&I Corp R&D center, Seoul 131-221*

²*Department of New material Science & Engineering, Korea university, Seoul, 131-221*

³*School of Liberal Arts, Chungju National University, Chungju, 380-702*

(Received September 20, 2006)

Surface modification of PTFE by ion irradiation was performed to improve its surface properties. In the case where argon was used to irradiate the PTFE films, an increase in the adhesion strength was observed when the ion fluence was over 5×10^{15} ions/cm², but the surface morphology dramatically changed to a needle-shaped one. However, when we used hydrogen ions under O₂ environmental gas, the adhesion strength increased at an ion fluence of 5×10^{16} ions/cm² and the surface morphology by the hydrogen irradiation was not needle-shaped. The surface morphology and adhesion strength of the hydrogen modified PTFE was influenced by the oxygen flow rate. It was confirmed by reflectance measurements that the surface properties of the hydrogen ion irradiated PTFE were superior to those of the argon ion irradiated PTFE.

Keywords : PTFE, Surface modification, Ion beam, Hydrogen ion

* [E-mail] jung@plasma-ion.com