

용매를 이용한 Poly(methylmethacrylate)의 저온 저압 본딩 및

마이크로 채널 표면의 선택적 소수성 코팅기법 개발

Solvent-assisted sealing of poly(methylmethacrylate) microchannel under mild conditions

이재선*, 이내윤

가천대학교 바이오나노학과(E-mail: nylee@gachon.ac.kr)

초 록: 마이크로 플루이딕 디바이스는 화학, 생물학 실험 및 생체 의학 진단을 위한 플랫폼으로 지난 20년간 그 사용 및 연구가 증가되어 왔다. 마이크로 플루이딕 디바이스를 제작하는 데 있어 가장 일반적으로 사용되는 재료는 실리콘이지만 비용이 많이 들고 불투명하므로 광학 검출이 필요한 곳에 적용이 제한된다. 이러한 측면에서 열가소성 플라스틱은 상업화의 중요한 요소인 대량 생산에 있어 큰 잠재력을 가지고 있으며 저렴하고, 가공이 쉽고, 유연하고, 광학적으로 투명하고, 화학적으로 불활성이며, 생체적합성을 가진다. 본 연구에서는 열가소성 플라스틱의 일종인 PMMA Poly(methylmethacrylate)를 효율적으로 접합하기 위해 비교적 낮은 온도와 낮은 압력에서 에탄올을 활용한 접착방식을 개발하였다. 먼저, PMMA 기관의 전체 표면을 80 °C에서 20 분 동안 에탄올로 처리한 후, 60 °C에서 20 분간 열 압착하는 방식으로 영구적인 결합이 이루어졌다. 결합 강도 및 채널의 sealing 정도를 확인하기 위해, 인장 강도, 누수 및 파열 테스트를 수행하였다. 결합 강도는 약 12.4 MPa로 타 연구와 비교할 때 매우 높았으며 마이크로 채널의 전체 내부 체적보다 거의 450 배 높은 강한 액체 흐름을 견딜 정도로 견고한 결합이 유지되었다. 열가소성 플라스틱의 본딩에 사용되는 유기 용매는 광학 특성을 희생시키지 않으면서 결합 속도를 높일 수 있지만, 결합 공정 중에 용매로 인해 마이크로 채널이 막히는 현상이 발생할 수 있다. 따라서, 견고한 본딩을 유지하면서 채널 막힘을 방지하기 위해 마이크로 채널을 소수성으로 선택적으로 처리하여 내벽의 표면 특성을 튜닝해 주는 기법을 추가로 적용하였다. 본 연구에서 사용한 방법은 아민-PDMS (polydimethylsiloxane) 링커를 적용하여 기관 표면의 극성을 변경시켜 주었다. 아민-PDMS 링커는 PC (polycarbonate), PET (polyethylene terephthalate), PVC (polyvinyl chloride) 및 PI (polyimide)와 같은 다양한 열가소성 플라스틱의 표면 소수성을 현저히 증가시키며 화학적, 열적 안정성이 뛰어나다. 아민-PDMS 링커는 PMMA의 카보닐 그룹과 반응할 수 있는 아민 사이드 그룹을 포함하는 PDMS 백본으로 구성되며 처리된 대상표면을 소수성으로 만든다. 아민-PDMS 링커 처리 이후 채널은 소수성으로 변화되었으며 이는 접촉각(contact angle)의 증가로 확인되었다. 코팅된 채널을 에탄올로 30분간 80도에서 처리하여도 소수성은 그대로 유지되어 마이크로 채널의 선택적인 소수성 코팅이 성공적으로 수행되었다.