

고분자광섬유 클래드용 MMA/fluoroalkyl methacrylate 공중합체

이무성, 김영필, 정민진, 김진봉
전남대학교 응용화학공학부

MMA/fluoroalkyl methacrylate copolymers as cladding materials for polymer optical fibers

Moo Sung Lee, Young Fil Kim, Min Jin Jung, and Jin Bong Kim

Department of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University, Kwangju, Korea

1. 서 론

최근, 가정 안까지 고속광통신망이 구축되면서 폴리머광섬유 (polymer optical fiber, POF)에 대한 관심이 매우 증가하고 있다[1,2] POF는 빛을 전송하는 코어층과 내부전반사를 유도하면서 코어를 보호하는 클래드 층으로 구성되어 있다. 빛을 직접 전송하지 않으나 POF가 최적의 성능을 보이기 위해서는 적절한 클래드 선택이 중요하다. 그러나 PVDF/PMMA 블렌드, fluoroacrylate, VDF-HFP 공중합체 등이 클래드용 재료로 사용되고 있다는 사실만이 알려져 있을 뿐 보다 자세한 정보는 보고된 바 없다. 공단량체의 종류 및 함량, 블렌드 성분 및 혼합비를 조절하여 굴절을 및 내열성 등의 조절이 가능하므로 공중합 방법이나 고분자 블렌딩 방법을 이용하면 다양한 요구특성을 지닌 클래드 재료의 제조가 가능하다.

본 연구에서는 고내열성 SI-POF 코어/클래드 계면현상 연구를 위한 선행연구로 공중합 방법을 이용하여 클래드 재료를 제조하고, 공단량체 종류, 공중합조성에 따라 굴절을 및 내열성이 어떻게 달라지는가를 연구하였다.

2. 실 험

2.1. 재 료

Methyl methacrylate(MMA)에 불소계 메타크릴레이트인 2,2,2-trifluoroethyl methacrylate (TFEMA), 2,2,3,3-tetrafluoropropyl methacrylate (TFPMA), 2,2,3,3,3-pentafluoropropyl methacrylate (PFPPMA), 2,2,3,3,4,4,4-heptafluorobutyl methacrylate (HFBMA)를 공중합하여 클래드재료를 제조하였다. 사용된 단량체의 분자구조를 Fig. 1에 정리하였다.

2.2. 특 성 화

MMA/fluoroalkyl methacrylate 공중합체의 조성은 ¹H-NMR을 사용하여 결정하였다. 공중합체의 열적특성과 굴절율은 시차주사열량계 (DSC)과 prism coupler를 사용하여 측정하였다.

Hot press를 사용하여 제조한 두께 1mm의 PMMA substrate에 두께 100nm의 MMA-TFEMA 공중합체를 스핀 코팅 한 후 170°C에서 열처리하면서 계면의 변화를 관찰하여 계면 안정성을 평가하였다.

3. 결 론

Fig. 2는 제조된 공중합체를 실리콘웨이퍼에 스핀코팅 한 후 prism coupling 방법으로 측정한 굴절율을 보여준다. 불소계 공단량체의 함량이 증가함에 따라 공중합체의 굴절율은 선형적으로 감소하며 따라서 공중합 방법이 클래드 재료의 굴절을 제어에 효과적임을 알 수 있다. 그러나 Fig. 3에서 볼 수 있는 것처럼 내열성의 기준인 유리전이온도 (T_g) 역시 공단량체의 증가에 따라 감소하므로 불소계 메타크릴레이트의 단순 공중합에 의해서는 내열성의 저하를 피할 수 없다.

Fig. 4는 열처리 전후에 PMMA/P(MMA-co-TFEMA) 이층 막의 표면 변화를 보여주는 광학현미경 사진이다. 공중합체 내 TFEMA 함량이 증가함에 따라 보다 짧은 시간에 계면이 들뜨는 현상이 일어남을 관찰할 수 있다. 이 들뜸은 substrate PMMA와 MMA-co-TFEMA 박막의 열팽창 계수가 달라서 발생하는 것으로 보인다. TFEMA 함량이 증가함에 따라 $|\delta_{MMA}-\delta_{copolymer}|$ 가 증가하고, 따라서 MMA와 MMA-TFEMA의 분자간 상호작용력은 더욱 감소한다. 단, δ 는 solubility parameter로, Van Krevelen 방법에 의해 계산된 δ_{MMA} 와 δ_{TFEMA} 는 각각 19.4, 18.4 $J^{1/2}cm^{-3/2}$ 이고, 공중합체의 δ 는 volume additive 하다고 가정한다. 개구수 (Numerical Aperature, NA)를 증가시키기 위해서는 굴절율이 낮은 파장의 불소계 메타클릴레이트를 공중합하는 것이 바람직하나 이는 substrate와의 계면접착력을 감소시키고 이에 따라 계면불안정성을 야기한다. 이의 제어를 위해 substrate와의 계면접착력을 증가시킬 제3의 공단량체를 선택, 첨가하는 것이 바람직하다고 판단된다.

감사의글: 본 연구는 산업자원부 차세대신기술개발사업인 "합성수지광섬유개발"사업의 지원에 의해 수행되었음.

4. 참고문헌

1. POF 콘소시움 편, "플라스틱광파이버", 일본 공립출판사, 1998.
2. W. Daum, J. Krauser, P. E. Zamzow, and O. Ziemann, "Polymer Optical Fibers for Data Communication", Springer, Berlin, 2002.

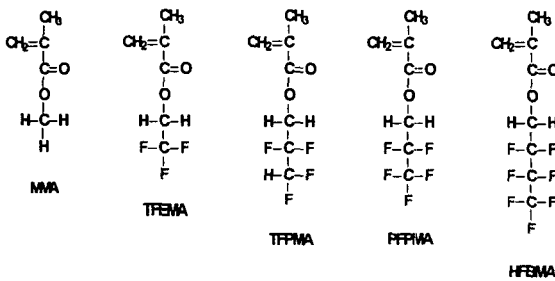


Fig 1. Chemical structures of fluoroalkyl methacrylate monomers used as comonomers.

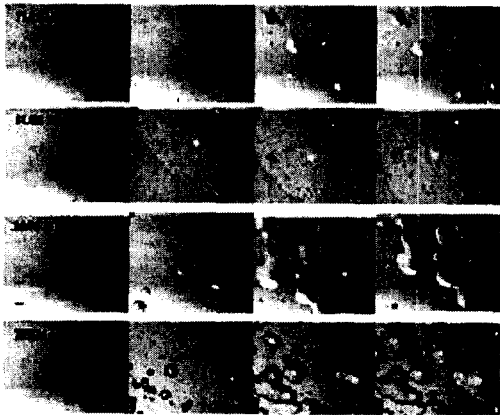


Fig 4. Optical micrographs showing the interfacial instability of MMA/TFEMA films

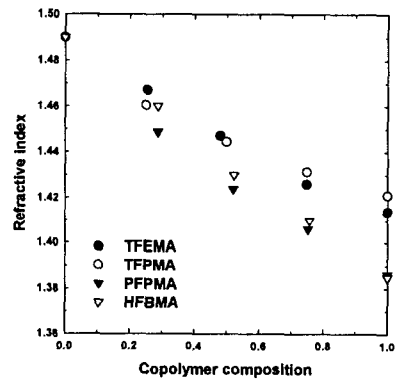


Fig. 2. Changes in refractive index with comonomer type and content.

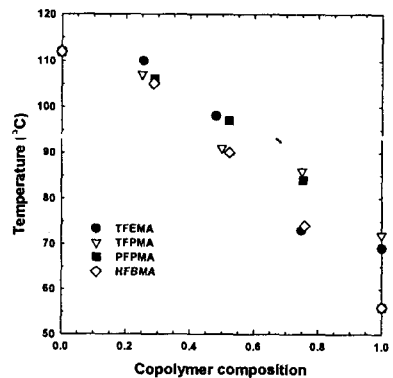


Fig. 3. Changes in Tg of MMA/FMA copolymers.