

패턴 일체형 대면적 광학필름 성형 기술 개발

Development of Forming Technology for Patterned Optical Film

*유영은¹, #최두선¹, 장상현¹, 김명호², 김영일³, 김선경⁴

*Y.-E. Yoo¹, #D.-S. Choi(choids@kimm.re.kr)¹, S.H. Chang¹, M.H. Kim², Y. I. Kim³, S. K. Kim³
¹한국기계연구원 나노공정연구실, ²한남대학교 신소재 공학과, ³(주)엘엠에스, ⁴서울과학기술대학교

Key words : large area, optical film, extrusion, pattern forming, film stretching

1. 서론

UV경화형 소재를 이용한 이중 소재의 복층형 광학 필름의 개발과 병행하여 최근 대형 TV 제품에 대한 측면 광원 방식의 BLU(Back Light Unit) 적용 비율이 증가함에 따라 미세 패턴을 필름이나 도광판에 직접 적용하는 방식에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 대형 TV 제품용의 광학 필름은 성능 및 원가 절감을 위해 기존의 PET 필름/UV 경화소재 패턴 층의 복층형 구조가 아닌 필름 혹은 시트에 직접적으로 패턴을 성형한 일체형 구조로의 개발을 추진하고 있으나 패턴의 전사성 및 두께 등 해결해야 할 많은 문제가 있어 개발에 어려움을 겪고 있다.

이러한 미세 패턴 적용 일체형 필름/시트형 광부품의 생산을 위해서는 열가소성 수지를 이용하여 필름을 제작하는 캐스팅 공정, 성형된 필름위에 마이크로 패턴을 전사시키는 포팅 공정이 필요하며, 제품에서 요구되는 광학적 특성 혹은 광학 설계에 따라 필름에 광학적 이방성 부여를 위한 연신 공정 등의 적용이 요구된다. 이의 기반 기술이라 할 수 있는 PET, PC, PMMA 등 열가소성 소재를 이용한 필름 제작을 위한 압축 및 캐스팅 공정과 T-die 등 관련 기술은 고분자 가공 분야에서의 오랜 연구 분야로 광범위한 산업 분야에 현재 적용이 되고 있으나[1], 최근 요구되는 광학 부품에서의 요구 특성을 만족하는 정밀 제품 생산을 위한 장비 및 공정 기술은 선진 기술과 큰 격차가 있어 이에 대한 연구가 필요한 상황이다. 본 연구에서는 이러한 미세 패턴 적용 일체형 필름 제작을 위한 압출 캐스팅 공정, 연신 공정 및 패턴 전사 공정으로 구성되는 전 공정에 대한 장비 및 공정 기술 개발을 수행하고 이를 통해서 광학 필름의 제작과 제작된 필름의 광학 특성 분석을 수행하였다.

2. 공정 및 장비 구성

미세 패턴 적용 일체형 필름 제작은 열가소성 수지를 필름 형태로 제작하기 위한 압출 캐스팅 공정, 성형된 필름에 설계된 광학적 이방 특성을 부여하기 위한 연신 공정 및 광효율 개선을 위한 미세 패턴 전사 공정으로 구성되며, 전체적인 공정은 Fig. 1과 같다. 압출 공정에 의한 필름 성형을 위해 최대 토출량 20kg/hr의 45mm 직경의 가소화 스크류가 적용된 압출기를 사용하였다. 필름 성형을 위한 롤 성형 장비는 폭 400mm의 롤을 적용하였으며, 최대 공정 속도는 6m/min으로 제작되었다(Fig. 2). 성형 롤에 melt sheet를 공급하기 위해 폭 400mm의 T-die를 제작 적용하였으며, 필름의 두께 제어를 위해 lip 간격은 최대 500um 이내에서 조절할 수 있도록 하였다.

성형된 필름의 이방 특성 제어를 위한 연신 공정은 MD 방향 연신 공정을 채택하였으며, 이때 연신율은 연신 공정 공정 구간 시작 지점과 종료 지점에서의 필름 이송 속도 차이에 의해 결정된다. 이와같이 연신되어 광학적 이방성을 가진 광학 필름의 표면에 미세 패턴을 직접 성형하여 도입함으로써 광학 효율 향상 효과를 얻을 수 있는데, 이를 위하여 미세 패턴이 가공된 롤 금형과 지지 롤 사이로 필름을 진행시키며 가열 압축하여 연속적으로 미세 패턴을 연신 필름 위에 성형할 수 있도록 하였다.

3. 실험 및 결과

필름 성형을 위하여 K사의 광학용 PET를 사용하였으며, 압출 속도(토출량), 압출 공정 가소화 온도, 롤 속도, T-die lip 간극 등에 따른 성형 필름의 두께 변화 및 편차에 대한 실험을 수행하였다. 가소화 온도의 경우 270℃, 280℃, 290℃로 설정하여 실험을 수행하였으며, 롤 속도(필름 이송 속도)는 1.5 m/min에서 0.5 m/min씩 증가시키며 6.0 m/min의

속도까지 변화시켰다. 일련의 실험을 통해서 각 성형 온도 및 성형 속도에 따른 필름의 두께 변화 및 폭 방향으로의 편차 경향을 Fig 3 와 같이 분석하였다. 필름 성형에 큰 영향을 미치는 T-die에서의 melt 유동 특성 및 melt sheet의 거동 특성을 평가하기 위해 T-die에서의 유동 해석을 또한 수행하였다.

필름 연신의 경우 종방향으로의 연신 특성 분석을 위하여 400um 두께의 PET필름을 적용하여 연신률의 속도 차이 및 온도에 의한 연신 필름 특성을 분석하였다.

연신 필름 위에 설계된 미세 패턴을 엠보싱 공정에 의해 성형하여 광학 필름을 제작한 후 광학 특성을 평가하였다. 미세 패턴 성형 공정에서는 성형을 위한 압력에 의한 패턴 전사성을 분석하였으며, 최대 86%의 전사성을 실험을 통하여 확인하였다. 설계를 통하여 굴절률 차 0.1 이상에서 편광비 90%가 가능한 것으로 예측되었으나, 제작된 1차 시편에서는 접착층에서의 광손실 등으로 80% 미만의 편광비를 보이고 있어, 이를 개선하기 위한 접착층의 최적화가 필요하다.

4. 결론

본 연구에서는 미세패턴이 일체화된 광학 필름 개발에 필요한 필름 성형, 연신 및 패턴 성형에 관한 연구를 수행하여 각 공정에서의 문제 분석 및 최적화, 광학 필름의 특성 분석을 수행하여 새로운 방식의 패턴 일체형 광학 필름에 대한 가능성을 확인하였으며, 이의 양산을 위한 기반 기술을 구축하였다.

후기

본 연구는 지식경제부의 산업원천기술개발 사업으로 수행 중인 “대면적 미세패턴 직접 연속성형 원천기술 개발” 과제에 의해 수행 되었습니다.

참고문헌

1. Zehev Tadmor, Costas G. Gogos, *Principles of polymer processing 2nd Ed.*, A John Wiley & Sons, Inc, 2006

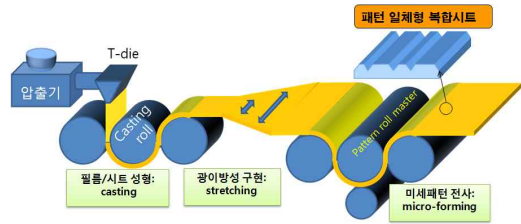


Fig. 1 Schematic of optical film forming process



Fig. 2 Extruder and film casting machine

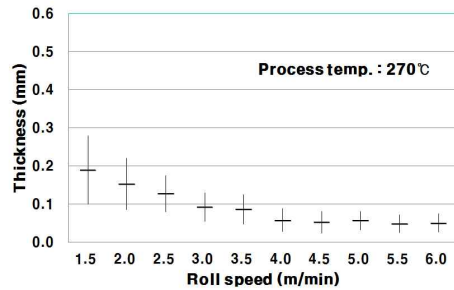


Fig. 3 A result for thickness variation due to the roll speed at a process temperature(270°C)