

발명 신고서

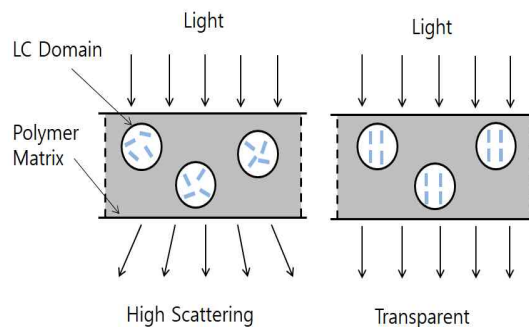
1. 발명 제목:

국문: 홀 기반의 플라스틱 광섬유 광섬유 AC 전압센서

영문: Plastic optical fiber AC voltage sensor based on an in-fiber hole

2. 발명신고서

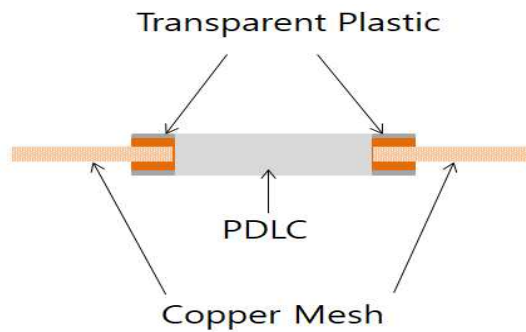
본 발명은 플라스틱 광섬유와 고분자 분산형 액정(PDLC, Polymer Dispersed Liquid Crystal)으로 구성된 AC 전압을 측정할 수 있는 플라스틱 광섬유 AC 전압 센서에 대한 것이다. 전압 센서는 플라스틱 광섬유 중앙부에 있는 홀에 PDLC를 삽입한 구조를 하고 있다. PDLC 동작원리는 그림 1와 같다. UV 경화 가능한 고분자 단량체와 액정의 혼합물을 셀에 주입한 후 노광을 통해 액정과 고분자의 상 분리를 유도한다. 적절한 조건에서 전압 인가 전 액정방울 내부의 네마틱 texture는 주위의 다른 도메인에 대하여 무작위 배열되어 있다. 그래서 입사된 빛이 액정과 고분자의 굴절률 차이에 의해 산란된다. 이 때 PDLC는 불투명한 하얀색으로 나타낸다. 또한 수직으로 움직이는 유전율 이방성이 양(+)인 액정을 사용하기 때문에 전기장(전압)이 셀을 가로질러 공급될 때, 액정은 전기장 방향으로 수직하게 배열하게 된다. 이 때 만약 액정 도메인의 굴절률이 폴리머 굴절률과 같아지면 수직으로 입사된 빛이 거의 모두 PDLC를 통과하게 되어 투명한 상태가 된다. PDLC는 하얀 상태에서 투명한 상태로 변화하기 전에, 수직으로 정렬되는 액정의 수는 인가된 전기장의 크기에 비례하며, 그래서 PDLC를 통과하는 빛의 양은 외부에서 인가된 전기장의 크기에 비례한다. 이 특성을 이용하여 외부에서 인가되는 전압을 측정 하였다.



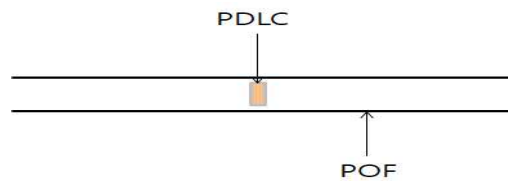
<그림 1> PDLC 동작 원리

홀 기반 플라스틱 광섬유 AC 전압 센서(그림 2)는 플라스틱 광섬유 중앙에 만들어진 사각형 홀에 PDLC를 제작된 sensing부가 삽입된 구조를 하고 있다. Sensing부는 한 면에 인동

주석 산화물(ITO)가 coating된 투명 플라스틱 필름 2장 사이에 고분자 단량체와 액정을 넣고 UV를 사용하여 경화 시킨 뒤 두 필름 끝 단면에 구리 mesh(전극)들을 부착하여 제작하였다. 만들어진 sensing 부의 전체 두께는 50 μm 이었고, width는 20 mm, height는 0.9 mm 이었다. 두 필름 두께를 뺀 순수 PDLC 두께는 20 μm 이었다. 전압 센서는 3 m 길이의 플라스틱 광섬유 중간지점에 0.6 mm(width) x 1.0 mm(height)의 홀을 drilling machine을 이용하여 제작하고 그 홀 안 sensing부를 삽입함으로써 만들어 졌다. 이 센서를 사용하여 AC 전압을 측정하였다.



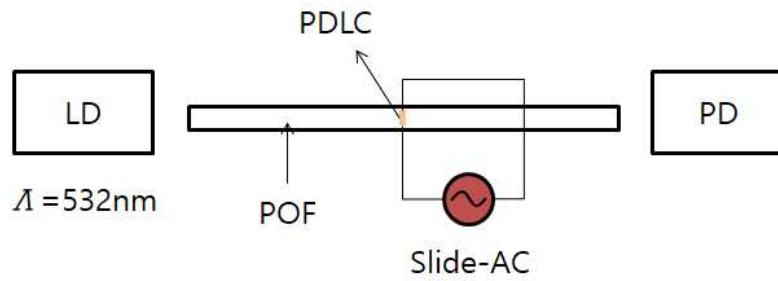
(a) 전압 센싱부



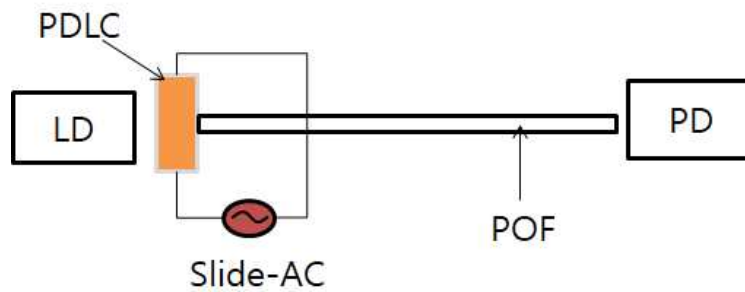
(b) 센싱부가 삽입된 플라스틱 광섬유 전압 센서

<그림 2> 플라스틱 광섬유 전압센서 계략도

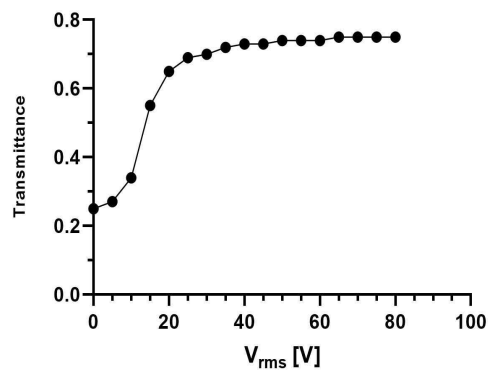
특성을 알아보기 위해 실험을 수행 하였다. 실험 장치는 그림3과 같이 532 nm의 레이저다이오드(LD), 광검출기(PD), 플라스틱 광섬유 전압센서, 슬라이더스 전원공급기(Slide AC)를 사용하여 구성하였다. 슬라이더스 전원공급기는 크기가 다른 60 Hz 전압을 공급하기 위해 사용되었다. 첫 번째 사용 가능성을 알아보기 위해 크기가 40 mm x 25 mm의 sensing부를 만들어 홀이 없는 3 m 길이의 플라스틱 광섬유 끝단에 설치하여 60 Hz AC 전압의 크기를 측정하였다[그림4]. 그림 5는 AC 실효치 전압 크기(rms)에 따른 투과도(P/P_0)를 측정한 그래프이다. 여기서 P_0 는 PDLC 센싱부에 설치되지 않았을 때의 측정된 광량이며 P는 센싱부를 설치하고, 센싱부 전극에 AC 전압이 인가되었을 때 측정 되어진 광량이다. 투과도는 0 V부터 25 V 까지 인가전압에 따라 증가하다가 25 V 보다 큰 전압이 인가되면 투과도의 변화는 미미 하였다. 실험결과가 이 센서를 사용하여 0 V 부터 25 V 사이의 전압은 측정 가능함을 보여 주고 있다.



<그림 3> 실험장치



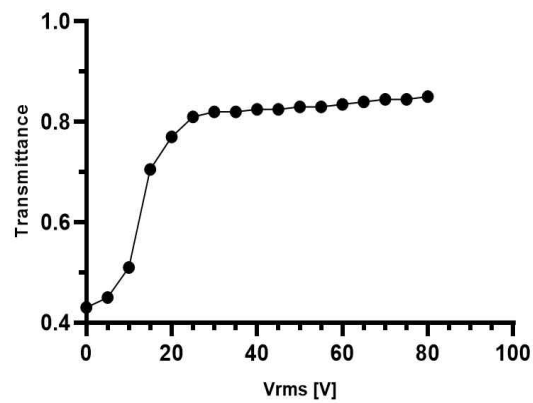
<그림 4> PDLC sensing부를 플라스틱 광섬유 끝부분에 설치한 전압센서



<그림 5> PDLC sensing부를 플라스틱 광섬유 끝부분에 설치했을 때의 실험결과

AC 실효치 전압 크기의 측정 가능성을 알아본 후에 3 m 플라스틱 광섬유 중간 지점에 설치된 PDLC 센싱부를 사용하여 AC 전압 실효치에 따른 투과도(P/P_1)를 측정하였다. P는 센싱부 전극에 전압을 인가 후 측정된 광량이며, P_1 는 센싱부를 설치하지 않은 상태에서 측정된 광량이다. 그림 6는 AC 전압 실효치에 따른 측정된 투과도 그래프이다. PDLD 센싱부가 플라스틱 광섬유 끝 면에 있을 때와 같이 투과도는 0 V부터 25 V 까지 인가전압에 따

라 증가하다가 25 V 보다 큰 전압이 인가되면 투과도의 변화는 미미 하였다. 그리고 투과도는 끝 단면에 설치하는 것보다 더 높게 나왔다. 그 이유는 광섬유를 통해 진행하는 빛 모두가 PDLC에 영향을 받지 않고 일부는 그냥 통과하기 때문이다. 본 연구에서 수행된 실험 결과들이 이 센서는 0 V 부터 25 V 사이의 전압은 측정 할 때 사용이 가능함을 보여주고 있다. PDLC는 고분자 단량체와 액정의 혼합물의 비와 두께에 변화를 주면 특성이 변화한다. 만약 보다 넓은 영역의 전압을 측정 하려하든지, 다른 영역대의 전압을 측정하려고 하면 PDLC의 혼합비와 두께에 변화를 준 PDLC 센싱부를 사용하면 된다.



<그림 6> 인가 AC 전압 실효 값에 따른 투과율 변화