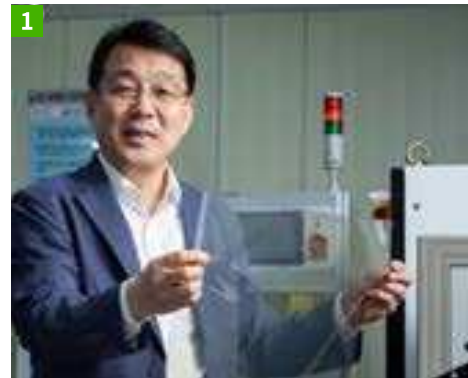


온도 따라 스스로 열 차단 스마트 윈도우 '급속광소결' 공정으로 상용화 이룬다

연구책임자 | 전북본부 탄소소재응용연구그룹_김대업 수석연구원

미래의 창문은 단순히 밖을 바라보거나 열을 차단하는 데 그치지 않는다. 외부로부터 보이는 색을 마음대로 바꾸며 아름다운 무늬를 만드는가 하면 상황에 따라 받아들이는 열을 조절해 실내 온도를 쾌적하게 유지해주기도 한다. 이를 구현하기 위해선 비용 문제가 따른다. 전북본부 탄소소재응용연구그룹 김대업 수석연구원 연구팀은 스마트 윈도우를 양산할 수 있는 새로운 공정을 개발해 생산비용을 40% 절감하는 데 성공했다.

1. 김대업 수석연구원이 생산비를 절감하는 새로운 공정으로 제작한 '스마트 윈도우' 필름을 들어 보이고 있다.



2. 김 수석연구원(오른쪽)과 윤지원 연구원이 스마트 윈도우 필름 시제품을 확인하고 있다. 연구팀이 개발한 스마트 윈도우는 가시광선 투과도는 높으면서도 적외선 투과율은 한층 낮춰 기능을 개선했다.



환경에 따라 변화하는 스마트 윈도우를 만드는 데에는 이산화바나듐을 주로 활용한다. 이산화바나듐은 특정 온도에서 결정구조가 바뀌는 '상전이'를 일으킨다. 온도가 높아져 68°C가 되면 상전이가 일어나 통과시키던 적외선을 반사한다. 이산화바나듐에 텅스텐과 같은 불순물을 소량 첨가하면 상전이가 일어나는 온도를 조절할 수 있다. 이산화바나듐 소재의 스마트 윈도우는 유리나 필름 위에 이산화바나듐 박막을 코팅하는데, 대량생산을 통한 상용화가 쉽지 않다. 또 이산화바나듐에 열을 가해 나노입자 간 클러스터 형성으로 결정성을 향상시킬 수 있는 '소결 공정'이 필요한데 600°C~700°C의 고온에서 수 분의 시간을 유지해야 한다. 공정장비를 통해서만 제품을 생산할 수 있어 빌딩에 쓰는 대면적 유리를 코팅하기 어렵다.

연구팀은 이산화바나듐을 용액 형태로 얇게 뿌린 다음 빛을 짧게 쬐어 표면만 얇게 소결하는 '급속광소결' 기술을 개발했다. 이산화바나듐이 포함된 나노잉크를 초음파 스프레이로 코팅한 후 제논램프를 짧게 쬐어 박막을 소결하는 기술이다. 입자에 수천 분의 1초 단위로 한순간 강한 빛을 쬐면 물질의 특성을 변화시킬 수 있는 원리를 소결에 활용하는 것이다. 급속광소결을 이용해 제작한 스마트윈도우는 가시광선 투과율을 72.3%로 높여 선명한 시야를 확보한다. 적외선 투과율은 28.99%까지 떨어트려 본연의 기능까지 강화했다.

3. 외부 온도에 따라 적외선량을 조절하는 스마트 윈도우 소재로는 이산화바나듐이 쓰인다. 김 수석연구원은 이산화바나듐을 용액 형태로 코팅한 후 표면에만 빛을 쬐어 소결하는 공정을 개발했다.



이 기술의 핵심은 공정비용을 낮출 수 있다는 점이다. 급속광소결 공정을 활용하면 제곱미터당 3만 원으로 추산되는 스마트 윈도우 생산비용을 40% 줄여 1만8천 원까지 낮출 수 있을 것으로 기대된다. 유리를 장비에 한 장씩 넣고 오랜 시간 기다려야 하는 기존 공법과 달리 컨베이어 벨트처럼 유리를 뽑아내면서 코팅과 소결을 외부 기계로 수행할 수 있어 양산에 최적화됐다. 여기에 소결에 걸리는 시간을 1만 분의 1로 줄여 경제성 또한 높였다. 이 공정을 활용하면 유리뿐 아니라 최근 활용도가 커지는 유연 기판에도 스마트 윈도우 기능 적용이 가능해진다. 기존 기술은 높은 온도를 요구해 유연 기판이 녹아버리는 문제가 있었다. 하지만 이 기술은 온도가 낮은 상태에서 공정이 가능할 뿐만 아니라 표면에만 열을 가하기 때문에 유연 기판에 영향을 주지 않는다. 이 기술을 통해 이미 세워진 건물 창호에도 필름을 붙이는 방식으로 온도 조절 기능을 부여할 수 있다. 창호뿐 아니라 자동차나 식물을 기르는 온실의 유리, 비닐처럼 스마트 윈도우 기능을 활용할 수 있는 곳이라면 어디든 쓰일 수도 있다.

공정개발에 성공하고 상용화 가능성이 커지면서 기술이전에 대한 논의도 이어지고 있다. 연구팀은 액정 필름 제조기업 '큐시스'에 관련 기술 일부를 이전했다. 경상 기술료는 5,000만 원이다. 연구팀은 큐시스와 공동으로 산업통상자원부의 '부품소재기업 맞춤형 기술개발사업'을 시작해 공정을 최적화하고 사업화하는 과정을 진행 중이다.