

산/염기 가스 감지가능한 용융방사된 색변화 섬유형 센서

기술분류

기계/소재



기술단계구분

상용화·제품화 기술

연구자정보

인간중심생산기술연구소

함완규 수석연구원

기술이전문의 | TL0@kitech.re.kr

기술개요

- 대량생산이 가능한 섬유형(단섬유, 부직포, nonwoven) 색변화 가스센서에 관한 기술로, 구체적으로는 유해 가스(산, 염기 등)에 노출 시 작업자가 입고 있는 의복(보호복, 작업복) 또는 보호용품(마스크, 장갑, 팔토시 등)을 구성하고 있는 섬유의 색이 즉시 변화하여 작업자가 눈으로 바로 인지할 수 있어 위험상황을 빠르게 인식할 수 있게하는 기술 (기계적 강도: 10 MPa ~ 1.5 GPa, 가스 응답속도: 10 s 이내, Cycle/세탁/내후성 실험 후에도 색변화 성능 유지 확인; $\Delta E > 5$)

주요도면/사진



기술의 특징 및 장점

기존기술 한계

기존 전기화학식/광학식 가스센서는 고가의 장비가격, 휴대성, 별도의 전력구축(배터리 및 전원), 일회성 측정 등의 한계

비색센서 중 염색, 코팅방법으로 제조된 경우 센서성능이 저하되고, 공정단가가 높아지며 일부 나노섬유로 제조된 센서는 센서성능은 우수하지만, 기계적 강도가 낮고 단가가 높아 상용화에 한계

개발기술 특성

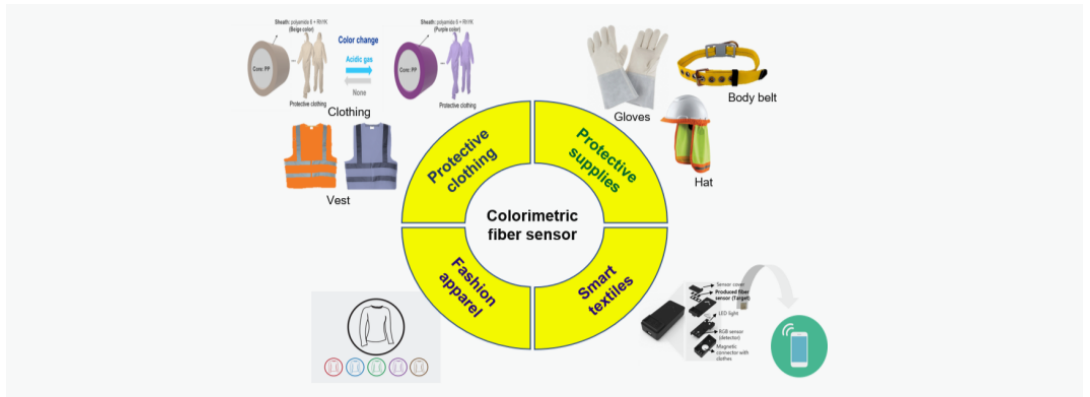
대량생산이 용이한 용융방사 방법으로 제조된 섬유형 센서로 보급형 센서 제조에 용이

비색센서로 시인성이 우수하고, 유해가스 노출시 색변화되어 눈으로 바로 인식 가능 (별도의 알람 필요X), 일회성 센싱이 아닌 지속적으로 센싱 가능(가역성, 비가역성 제어 가능).

복합단면구조의 섬유로 2종 이상의 가스 감지 가능

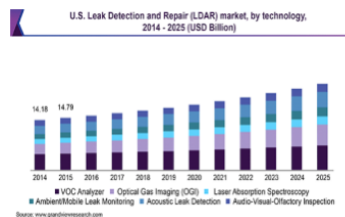
기술적용 제품 및 활용분야

- 상기 섬유형 색변화 가스센서는 섬유 상태로 제조되어 편직 또는 제직을 통하여 보호복, 장갑, 모자, 벨트, 마스크, 양말 또는 손목 밴드 등의 용품 자체로 제공할 수도 있고, 기존의 보호복, 모자 등의 용품에 자수 등의 방식으로 일부 면적에 국한되어 용이하게 부가할 수 있으며, 결과적으로 상기 섬유형 색변화 가스센서는 별도의 전기장치를 통해 산 및 염기감지를 측정하는 것이 아닌, 눈으로 색상 변화를 바로 관찰하여 작업자가 위험상황을 바로 인식 가능, 이로 인해 휴대성이 크게 개선되어, 종래의 거치식 혹은 휴대용 기기 기반으로 작업자가 필요한 장소에 별도로 거치 혹은 휴대하여 타겟 가스의 누출 여부 및 농도를 확인하여 위험성을 판단하는 번거로운 문제를 해소 가능, 또한, 상기 섬유형 색변화 가스센서는 최근 각광받고 있는 웨어러블 기기 또는 유연 전자 소자나 일반 패션 제품으로 적용 가능



국·내외 시장동향

- 전 세계 누출감지 및 수리 시장규모는 2017년 미화 1,615 억 달러로 평가되었고, 2018년부터 2025년까지 연평균 5.4%로 성장할 것으로 예상



(표 7) 가스센서 관련 R&D 추진 현황(최근 5년)

출연처	사업명	과제명	연구기간(연구비)	주관기관	연구내용
미래창조과학부	선도연구센터지원	고기능의 휴대형 환경측정용 가스센서개발	2008.09~2015.02 (2.8억원)	광학대	이온화 광학식 VOC 가스센서
환경부	차세대핵심환경기술개발	휴대용 가스 측정용 고정밀/고감도 가스센서개발	2009.03~2011.08 (2.7억원)	조선대	CO, NO, HCHO 가스센서
미래창조과학부	글로벌 프론티어 사업	환경센서	2015.09~2020.08 (8.6억원)	KAIST	헬스케어/환경용 가스 센서, 환경용 중금속센서
중소기업청	중소기업 기술혁신 개발	가스센서 측정용 저소음/저전력 센서/저전력 측정용 가스센서 모듈	2011.09~2013.05 (2.8억원)	연세대	환경용 가스 센서, CH4/NOx 가스센서

- 미국에서는 환경 보호국 (Environmental Protection Agency, EPA)은 화학 물질 제조 및 석유 산업 현장에서 펌프나 밸브와 같은 장비의 누출에 의해 발생하는 휘발성 유기물 (volatile organic compounds, VOCs) 및 휘발성 유기물 (volatile hazardous air pollutants, VHAPs)의 배출을 줄이기 위해 LDAR 규정을 도입하여 엄격하게 규제함으로써 관련 가스 누출 감지 센서 시장도 지속적인 성장세를 보일 것으로 예상되며 현재 다양한 민간 기업, 연구 기관 및 대학이 협력하여 고감도 저비용 (highly-sensitive low-cost) 의 가스 누출 감지, 모니터링 및 측정기술 관련 연구가 진행중, 가스 누출 시장의 기술 분류 점유 비율을 살펴보면, VOC 측정기, 광학 가스 이미지, 레이저 흡수 분광법, Ambient/Mobile 누출 모니터링, Acoustic 누출 감지, 청각-시각-후각 감지 순서로 구성되고 시장 규모는 점점 커질 것으로 예측, 반면, 아시아를 비롯한 중동 및 아프리카는 기술 성장기로 접어들어 규모가 점점 확대 중
- 국내에서도 2015년 '화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률시행 및 '유해화학물질관리법' 등 관련 정책 규제에 인하여 화학 업체들의 감지센서 수요가 증가하며 시장이 점차 확대 중, 또한, 최근 국내에서도 초고감도 가스센서와 다양한 가스를 동시에 분석 가능한 가스센서 어레이 개발에 관한 연구가 활발히 진행 중
 - 전자부품연구원은 SnO₂ 나노선을 이용하여 공기 중의 유해물질 및 오염물질의 실시간 검출이 가능한 마이크로 가스센서 제조 기술을 개발
 - 경북대학교는 고온 등의 열악한 환경에서 동작이 가능하며 고성능, 고감도 (10ppb~100ppm)이하로 가스를 측정할 수 있는 측정기를 개발 중
 - 한국기계연구원은 대기오염 검출용 고감도 나노센서 원천기술을 개발 중
 - 한국과학기술연구원은 WO₃, TiO₂, SnO₂ 등 다양한 산화물의 나노막대를 이용하여 초고감도의 가스센서 기술을 개발
 - 한국생산기술연구원은 파장가변용 다이오드 레이저 시스템 이용한 비접촉식 광계측기법으로 4종의 유해 가스(CO, CO₂, NO, NO₂)를 동시 계측하는 기술을 개발하고 있고, 산/염기 및 유해가스 (CO, H₂S,) 감지 가능한 색변화 섬유형 센서 및 관련 휴대용 웨어러블 디바이스 개발을 통해 가스 감지 시스템을 개발 중

기술완성도

TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TRL 4 구성품/Breadboard에 대한 실험실 수준의 성능 입증 단계

지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	가스감지 색변화 용융방사형 부직포, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 물품	2021.01.11	10-2021-0003620	10-2488660
2	기능성 단섬유 함유 혼합 방적사형 색변화 가스센서 및 이를 포함하는 물품	2022.12.09	10-2022-0171975	-