고성능 나노선 어레이 수소센서를 적용한 변압기 절연유 진단 모니터링 시스템 개발

과제명	고성능 나노선 어레이 수소센서를 적용한 변압기 절연유 진단 모니터링 시스템 개발		
구분 (해당부분 V 체크) *중복 체크 가능	소재	부품	장비
		V	V
기술분류	대 분 류	중 분 류	소 분 류
산업기술분류 (별표 1)	전기•전자	반도체소자 및 시스템	Sensor용 소자
소부장산업분류코드 (별표 2)	272	소재/부품/장비명	수소 분석기기
해외의존도 (전체)	62.7%	제 1 수입국 제1수입국 의존도	베트남(다국적기업생산지) 30.8%
HSK 코드(10자리)	9024.90-1000	HSK 품목명	센서
개발 목적 (해당부분 V체크)	국산화	글로벌 경쟁력 확보	글로벌 선도
	V	V	
개요	• 변압기 시장 및 수요가 증가함에 따라 절연유 모니터링 시스템의 수요가 늘고 있는 상황이나 국내기업에서의 절연유 분석관련 연구는 거의 전무한 상태이며, 해외 기업과의 기술제휴를 통해 고가의 절연유 분석 장비를 국내전력회사 또는 내부 업체에 보급하고 있는 실정임. • 기존의 상업화된 절연유 열화 감지 센서의 경우 가스 크로마토그래피 또는 정전용량 방식을 적용한 기술이 대부분임. • 나노 구조체를 적용한 절연유중 열화 측정기술이 일부 연구되고 있으나, 아직 초기단계로 산업적 활용은 전무한 상황임. • 현재 수소센서는 보다 빠르고 정확하고 수소에 대한 고도의 선택성, 충분히 긴 lifetime, 저소비 전력, 유지보수 및 calibration의 최소화, 최소형 구현, 저비용 등의 성능과 관련하여 향상이 이루어지고 있으며 더불어 극한 환경에서도 적용 가능한 방향으로 기술개발을 요구하고 있음. • 본 기술은 IoT 기술을 적용하여 변압기 절연유 상태 실시간 감지 시스템을 제공하는 것으로, 센서 제조·생산 기술을 획득하고, IoT 기술 및 센서정보 해석을 통한 감시시스템을 구축하는 전 과정을 제공하는 것임.		
필요성	• 한국전력공사에서는 201만여대의 주상변압기를 설치하였으며, 건설비용이 저렴하고, 고장 및 재해 발생시 신속한 복구가 가능한 장점이 있어 도심지 이외의 개소 등을 중심으로 지속적으로 증가하고 있음. • 그러나, 변압기 폭발 등의 정전으로 측정할 수 없는 피해가 발생하여, 사회적 문제 해결, 불안감 해소, 효율적 송배전관리, 안정적 전력 공급을 위해 변압기 사용 예방에 대한 니즈가 급격히 증가하면서 각종 전력설비의 예방진단, 고장복구 등에 대한 R&D가 급격히 증가하고 있음. • 변압기는 수요설비의 증가에 맞추어 용량 및 규모가 대형화 및 고압화로 변화하고 있음. 국내 설치된 대용량 변압기가 경년 30년을 넘어서면서 변압기 사고가 급증함. • 주요 변압기 고장 원인 분석결과에 따르면 절연이상이 35.7%로 가장 큰 비중을 차지하고 있음.		

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">• 절연 이상의 주요한 원인은 절연유의 열화로, 내부의 아크 방전, 부분 방전, 및 국부과열 등에 의하여 수소, 아세틸렌, 일산화탄소 등의 가스가 발생함.
• 이 중 수소는 초기 열화시부터 발생되는 가스로 다른 가스 종에 비해 상대적으로 넓은 검지 범위를 가짐.
• 이에 대해, 한국전력공사는 열화 시 발생하는 절연유 내의 용존 가스 관리 기준을 규정하여 변압기 상태를 판정하도록 지시하고 있음.
• 따라서, 절연유 내의 용존 가스 분석을 통해 변압기 내부의 절연 이상 진단이 가능한 유중 가스 검지 시스템 개발이 요구됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">목표</td><td>개발목표</td><td colspan="2">◦고성능 나노선 어레이 수소센서를 적용한 실시간 변압기 절연유 상태 진단 모니터링 시스템 개발
- 팔라듐이 코팅된 산화주석 나노로드 어레이를 이용한 고감도 수소센서 개발
- 나노선 어레이 수소센서 대량생산 공정 기술이전 및 IoT 모듈 개발
- 최적화된 센서 회로를 기반으로 한 전체 모니터링 시스템을 구성하여 실시간 수소 검지가 가능한 유중 장입형 시스템 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술성숙도
(TRL)</td><td>현재수준</td><td>목표수준</td></tr>
<tr><td>3</td><td>7</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>기술개발내용
(Spec. 포함)</td><td>○ 연차별 주요 개발 내용
◦(1차년) 산화주석 나노로드 어레이 기반 고감도 수소 분석 시스템 개발
- 공정 조건제어에 따른 센서의 감지성능 최적화 및 수명 안정적 확보
- 나노선 어레이 수소센서 양산 공정기술 개발
- 센서 측정 알고리즘 구축
- IoT기반 센서모듈 제작 및 모니터링 시스템 개발

◦(2차년) 시제품 성능 검증 및 제품성 분석
- 공인기관을 통한 성능 검증
- 다양한 환경에서의 성능 테스트를 통해 제품화 가능성 확인
- 반복적 측정을 통한 재현성 확인 및 안정성 실험을 통한 내구성 확인
- 개발 제품의 성능 평가 및 피드백을 통한 제품 성능 향상 및 문제점 개선

○ 주요 성능 목표
◦측정범위 : 100 ppm ~ 1 % (H_2)
◦감도 : 1.2 /ppm (유중, 1 ppm ~ 500 ppm)
◦감도 : 1.0 /ppm 이내(유중, 1 ~ 500 ppm)
◦응답시간 : 5 min (@ 400 ppm)
◦온도범위 : -25 ~ 50℃
◦통신 방식 : LTE 또는 LoRa
◦고감도 수소센서의 정밀도, 정확도, 선택도, 사용 수명에 대한 목표 제시.
◦수소센서 양산성 정량화 목표제시</td></tr>
<tr><td>최종 성과물</td><td>◦최종 성과물 : 실시간 변압기 절연유중 수소 분석 시스템</td></tr>
<tr><td>기대효과</td><td>◦기술적 기대효과
- 기존기술의 대체가 가능한 나노기술 기반의 신개념 수소센서 개발이 가능.
- 실시간 측정이 가능한 실장형 수소센서의 개발이 가능.
- 유중 환경에서 높은 신뢰성을 가지는 초고성능의 수소센서 개발이 가능.
- 수소 충전소 등 수소 인프라와 가정용, 휴대용, 발전용 연료전지 등에 활용 가능.</td></tr>
</table>

	- 자동차/선박/항공기 등의 내연기관 엔진오일의 정량적 열화의 실시간 측정 가능. -기타 산업용 중합반응기 및 화학 고분자 제조 공정의 물성측정에 적용 가능. ◦ 경제적 기대효과 - 국내 변압기 센서 시장 규모가 2020년 기준으로 각각 910억 원으로 상당히 큰 시장으로 성장할 전망 - 성능 및 가격 경쟁력이 우수한 유중수소센서로 세계 수소 센서 시장 선점 하여 연간 수 백억 이상의 수입 대체 효과 및 신규 매출 발생 가능. - 초고감도 수소센서 개발 주요 핵심 기술 확보에 따른 기존 수소 산업 시장의 확대 및 전력분야(변압기), 에너지, 자동차 및 IT 등 관련 산업과의 시너지 효과 발생 및 수소 기술의 대중화 유도를 통한 시장 확대가 가능할 것으로 기대. - 수입에 의존하는 수소센서에 대해 수입대체 효과를 기대할 수 있으며, 고성능 수소센서 기술을 활용하여 전력산업(변압기), 연료전지(자동차용, 발전용 등)로의 상용화를 통해 해외 수출이 기대됨. - 수소센서의 개발 및 상업화를 통한 변압기 이용 안전 기술을 보급하고, 나아가 수소 에너지 이용 안전 기술을 보급함.