



라돈 검출기 개발 현황

강 산 하





목차

- 01. 회사 소개
- 02. 대외 환경 및 규제 변화
- 03. 기술 개발 및 진행 현황
- 04. 향후 개발 방향



DONG YANG
Energy & Power Technology
동양이엔피테크

ARIM
See the unseen

01 회사 소개

아림사이언스

ARIM
See the unseen

- 2017.07 아림사이언스 설립
- 2017.12 한국원자력연구원 패밀리기업 지정
- 2018.01 원자력안전연구사업(원안위) 수행
- 2018.09 중기부 창업선도대학(한남대)
- 2018.10 벤처기업 지정(기술보증재단 평가)
- 2018.11 기업부설연구소 설립(KOITA 인정)
- 2018.12 중기부 기술개발사업 수행(성공)
- 2019.12 중기부 창업성장기술개발사업 수행
- 2020.01 엔젤투자 유치(2개 기관)
- 2020.03 대전TP 사업화신속지원 사업 수행(우수)
- 2021.05 중기부 틈스 프로그램 수행

방사선부터 미세먼지까지 공기질 원격 측정



김영준 kwg@arim.co.kr
전담부장/기술

아림사이언스 '올인원 시스템' 개발
여러 종류 측정센서 통합·소형화
앱으로 설치 장소 모니터링 가능



아림사이언스가 개발한 '올인원 통합 실내외 공기질 모니터링 시스템' 제품기

미세먼지는 물론이고 초미세먼지와 휘발성 유기화합물(VOC) 농도를 측정해 실내외의 공기 질을 종합 모니터링 할 수 있는 시스템이 개발됐다. 방사선 계측기가 전문업체 아림사이언스(대표 김영준)는 다양한 기능의 소형 통합 시스템을 탑재한 알라딘, 테라센, 캄라센, 엑스센 등

를 측정할 수 있는 것이 특징이다. 기존 방사선 계측기는 한 종류의 방사선만 측정할 수 있었다. 아림사이언스는 여러 종류의 측정센서를 하나로 통합하고 소형화 했다. 이를 탑재한 알라딘은 원자력 안전에 사용될 수 있다. 휘발성 유기화합물과 최근 사회문제가 되고 있는 미세먼지, 라돈까지 측정할 수 있어 활용도가 높을 것으로 기대된다. 미세먼지와 라돈까지 측정할 수 있는 장비가 개발된 것은 이번이 처음이다. 실제로 지금까지 공공기관에서 미세먼지 농도를 측정해 수치를 공개하고는 있으나 측정 장비의 확장이 부족해 원하는 위치의 농도를 정확하게 알 수 없었다. 반면 이 회사가 개발한 시스템은 스마트홈 애플리케이션으로 계측기를 설치할 장소의 공기 질을 원격 측정할 수 있도록 설계했다. 설치

자야도 측정할 공기 질 데이터는 계속 누적해 환기가 필요한 시점이나 대외활동에 활용될 수 있도록 제공할 수도 있다. 아림사이언스는 시스템의 편의성을 거쳐 시스템 안정성을 보일 방침으로 최근 경남지역 A 중·고등학교와 사업사업을 맺었다고 있다. 시범사업 이후에는 어린이집, 유치원, 프랜차이즈 매장 등 다중이용시설을 대상으로 공급을 추진할 계획이다.

김영준 대표는 "세종특별자치시와 협력해 휘발성 유기화합물과 미세먼지가 극심해 부지고 있지만 정확한 데이터가 없는 실정"이라며 "이 분야에 개발한 계측기 시스템은 미세먼지와 유해 화학물질 측정 장비를 고정밀도화에 따른 과 같은 생활민생에 밀착해서 측정할 수 있도록 한 제품"이라고 설명했다.

동양이엔피테크

DONG YANG
Energy & Power Technology
동양이엔피테크

- 2003.04 동양이엔피테크 설립
- 2008.04 LUDLUM사와 한국 독점대리점 계약 체결
- 2015.09 KINS 공항만 유지보수 계약 체결
- 2016.12 Protean LB 한국 독점대리점 계약 체결
- 2017.07 CAEN SYS 한국 독점대리점 계약 체결
- 2019.10 ELSE Nuclear 대리점 계약 체결
- 2019.11 ISYMAP 한국 독점대리점 계약 체결
- 2019.11 SARAD 대리점 계약 체결

We are Family



2019.06 아림과 동양 업무협약 체결

02 대외 환경 및 규제 변화 (1/4)

2.1 라돈 문제의 사회·정책적 측면

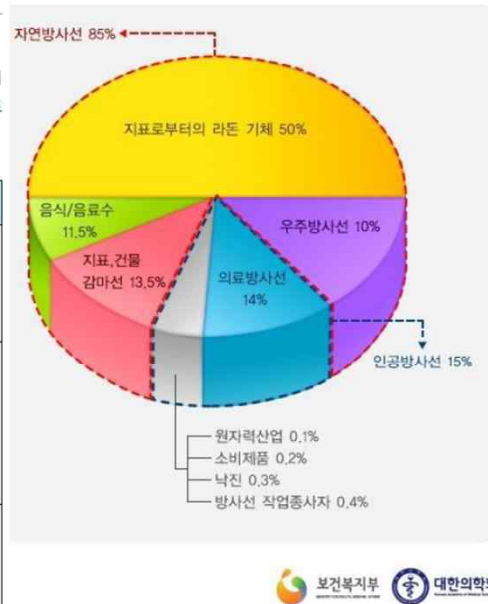
1. 대기 오염에 취약한 영유아, 노인, 청소년 보호 정책
2. 실내공기질관리법에서 라돈 측정의 권고 사항을 의무화로 입법 예고
3. 2020년 건축자재 라돈 관리법 시행으로 공동주택 건축자재 라돈 보고서 필수
4. 2023년 공동시설 라돈 측정 보고는 권고에서 의무 사항으로 입법 예정

2. 산업안전보건법 관련 규정 및 지침

지하철 및 지하 작업공간에서 일하는 동안 라돈에 노출되는 노동자를 위한 보건관리는 산업안전보건법(이하 산업법이라 한다)에 따라 관리해야 합니다. 산업법상 라돈 관리를 위한 규정과 지침을 요약하면 아래 표와 같습니다.

규정 또는 명칭	근거	주요 내용	비고
사업주의 보건조치	산업법 제39조(보건조치) 제2항	사업주는 방사선 등에 의한 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다	산업법, 법률 제16272호, 2019.1.15. 전부개정 공포
화학물질 및 물리적 인자의 노출기준	산업법 제106조(유해인자의 노출기준 설정), 제125조(작업환경측정), 같은 법 제144조(유해인자 노출기준의 설정 등)	고시 제10조의2(라돈) 라돈의 노출기준(작업장 농도): 600 Bq/m ³	고용노동부고시 제2020-48호, 2020.1.14. 개정
사무실 공기관리 지침	산업법 제13조(기술 또는 작업환경에 관한 표준)	고시 제2조(오염물질 관리 기준) 라돈의 관리기준(작업장 농도): 148 Bq/m ³	고용노동부고시 제2020-45호, 2020.1.15. 일부개정
라돈 노출 근로자의 암 예방 지침	산업법 제39조(보건조치), 같은 법 안전보건규칙 제7장(방사선에 의한 건강장해의 예방)	작업장에서 라돈을 취급하거나 노출되는 노동자의 암 발생을 예방하기 위한 기술적인 사항을 경한다	KOSHA Guide, H-127-2019, 2019.10.1. 개정

〈그림. 방사선 노출량〉



발암물질 라돈, 초미세먼지 만나면... 뇌졸중 사망 위험 커진다

입력 2022.10.07. 오전 6:00 수정 2022.10.07. 오전 6:01 기사원문

김찬수 기자

20 20



방사성 물질인 라돈(Rn)의 위험성을 강조한 플래카드. [연합뉴스]

초미세먼지와 라돈 등의 방사선에 함께 노출되면 뇌졸중 등 심혈관 질환 사망이 더 높아지는 '상승효과'가 나타난다는 연구 결과가 발표됐다. 국내에서는 새로 지은 아파트 중에서 라돈 오염이 높은 사례가 있어 주의가 필요한 것으로 지적되고 있다.

◆ 신축공동주택 라돈관리(「실내공기질관리법」 시행규칙 제7조)

- (적용대상) 신축 공동주택 시공자(라돈은 '18.1. 이후 사업계획을 승인받은 경우부터 적용)
- (측정세대) 100세대(3지점), 100세대 이상(3지점 + 100세대마다 1지점 추가)
- (조치사항) 측정결과를 주민 입주 7일전부터 60일간 입주인이 잘 볼 수 있는 곳에 게시하고 지자체의 장에게 제출
※ 지자체는 측정자료를 공보 또는 인터넷 홈페이지 등에 공개 가능

◆ 건축자재 라돈 관리 필요성 관련 국외 자료

- 국제방사선방호위원회(ICRP)
 - 피폭발생 가능성, 피폭자 수 및 개인선량 크기는 경제적, 사회적 인자를 고려해 합리적으로 낮게 유지(최적화)하며, 참조준위(라돈 10 mSv/y)이하로 관리 권고
- EU 방사선 방호 지침(RP112, '99)
 - 실내 라돈의 주요 원인은 토양이나, 일부 국가에서는 건축자재가 중요한 원인이 될 수 있음
 - 건축자재가 실내 라돈의 주요원인일 경우 우선 해당 자재의 사용을 피하는 것이 바람직
 - 건축자재 내 천연방사성물질로 인한 일반인의 피폭을 줄이고자 방사능 농도 지수(I)를 개발, 선별도구(Screening tool)로 도입을 권고

02 대외 환경 및 규제 변화 (2/4)

2.2 라돈 문제의 법적·기술적 측면

1. 2019년 라돈 관리를 위한 3가지 대안을 선정(건축자재라돈저감관리 지침서)
2. 기술적, 제조적, 국민수용성 등을 바탕으로 주·부시험방법 선정
3. 라돈 측정 희망자에 한해 수동식(3개월 평균)으로 라돈 측정
4. 수동식 측정기는 3개월 평균 농도를 측정하므로 실시간 대응 능력 부족

정부 제시 실내 라돈농도 측정 방법(현재는 수동형, 능동형 혼용하여 사용)

- 주시험방법(알파비적측정법, 90일)-수동형 검출기(장점:신뢰성, 단점:장시간 공간 평균)
- (측정대상) 다중이용시설의 실내 라돈 측정 시 적용, 일반 주택은 법적 측정대상은 아니나, 라돈 측정시에는 주시험방법인 동 측정법을 적용
 - (측정방법) 시설의 실제 운영환경에서 수동형검출기(알파비적검출기, 아래그림)를 설치하고 90일 이상** 경과 후 실험실로 보내어 농도를 분석
- 부시험방법(연속측정방법, 48시간)-능동형 연속측정기(장점:즉시확인, 단점:라돈/토론 미구분)
- (측정대상) 짧은 기간 내에 측정해야 하는 신축공동주택의 실내 라돈 측정 시 적용
 - (측정방법) 측정전 30분 이상 환기후, 5시간 이상 밀폐한 상태에서 연속측정기(아래그림)로 48시간 이상 측정, 측정 시 밀폐를 유지

< 대표적인 수동형검출기(알파비적검출기) >

모델명	라듀엣(Raduet)	RSKS	알파트랙	GE2014-α	GE2014-α(II)
사진					
특징	라돈, 토론 측정	라돈 측정	라돈 측정	라돈 측정	라돈, 토론 측정
제작사/제조국	Radosys / 헝가리		(주)알엔테크 / 대한민국		푸른환경산업연구소 / 대한민국

< 대표적인 라돈 연속측정기(형식승인기기) >

모델명	RAD7	RTM1688-2	CRM-510	1028	1030
형식승인 인증 번호	제IAMS-2007-17호	제IAMS-2008-30호	제IAMS-2009-28호	제IAMS-2010-11호	제IAMS-2013-1호
사진					
제작사/제조국	Durridge/미국	SARAD GmbH/독일	femto-tech/미국	Sun Nuclear /미국	Sun Nuclear /미국

간이측정기 성능인증 시험방법

TPM 0502.1

실내공기질 분야

센서형 라돈(Rn-222) 간이측정기

2022

1. 일반사항

- (1) 간이측정기는 부품의 조립상태 및 배선 등이 견고하여야 하며, 일상적인 사용 시 안전하고 원활하게 작동하여야 한다.
- (2) 간이측정기 측정 데이터를 기기 내부나 별도 외부 장치에 직접 저장할 수 있어야 한다.
- (3) 성능인증 시험(실내 및 실외)은 동일한 조건(장소, 시간, 시험일자 등)에서 3대 이상의 동일한 간이측정기에 대해 실시한다.
- (4) 성능인증 시험(실내 및 실외)에 사용하는 기준측정기는 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제9조에 따라 형식승인을 받고 같은 법 제11조에 따라 적정하게 정도검사를 받은 환경측정기기를 말한다.
- (5) 간이측정기의 기본적인 측정조건 설정(보정, 필터 교체, 영점조정, 유량 확인, 날짜/시간 동기화 및 배터리 교체 등)은 성능인증 시험(실내 및 실외)을 실시하기 전에 완료하여야 하며, 시험 중에는 수행할 수 없다. 단, 실외시험 중 배터리 교체는 가능하다.
- (6) 검사기관은 성능인증 시험(실내 및 실외) 시 간이측정기 표시 값의 최소 눈금 단위를 기록한다.
- (7) 라돈 간이측정기는 1시간 주기로 측정데이터를 저장할 수 있어야 한다. 단, 결과표시 주기가 1시간 이내인 간이측정기는 1시간 평균값으로 환산하여 기록한다.

02 대외 환경 및 규제 변화 (3/4)

2.3 능동형 및 수동형 연속 측정기 세부 비교

분류	능동형 연속 측정기	수동형 연속 측정기
검출방식	-알파선 분광분석법 -라돈 및 토론의 딸핵종을 분광분석, 두 핵종을 정밀분석	-펄스형 이온화 챔버 방식 -라돈 및 토론의 딸핵종에서 나오는 알파선을 펄스로 변환
핵종구분	라돈과 토론 구분하여 측정	라돈과 토론의 구별 불가
라돈 유입 방식	-본체에 내장된 공기 펌프에 의해 강제 유입 -능동형 active 방식, 공기 중 라돈 변화에 빠르게 반응	-펌프 없음, 수동형 passive 방식, 단순확산 -라돈이 내부로 천천히 유입, 라돈 농도의 빠른 반영 불가 -고농도 라돈 조건에서 측정 후 배출이 느림
검출기 내부의 라돈 잔류 효과	-펌프에 의해 강제로 라돈 배출, 라돈 잔류 효과 매우 적음 -알파선 분광분석법에 의해 잔류 딸핵종의 영향 배제	-라돈이 느리게 배출, 라돈 잔류 효과 큼 -딸핵종 잔류 시 라돈으로 오인 측정
측정주기	-2분~수 시간 (사용자 임의 조정 가능)	-10분 간격으로 측정하여 60분 이동 평균 (완만한 반응 곡선)
용도	-라돈 전문기관에서 표준 장비로 이용	-일반인 용
사용시 주의사항		-라돈이 유입되는 벽, 바닥, 천장으로부터 50cm 이격 후 측정 (토론 과대평가 방지) -정확한 측정을 위해 60분 이상 측정

02 대외 환경 및 규제 변화 (4/4)

2.4 정부 제시 측정법 검토 후 기술 개발 필요성 고려

ARIM RTD (Radon-Thoron Distinguishable Dosimeter) 센서 방식 도입 검토

	방사능 농도 지수(1안)	라돈 방출량(2안)	표면농도간이측정(3안)
과학적 근거	높음 * 국제기구(ICRP)권고 * 국외 사례 다수(유럽)	보통 * 선행연구자료 일부 존재 * 국제적으로 표준화된 측정방법 부재	낮음 * 토론의 영향 고려를 위한 다수의 가정 필요 * 간이측정기의 신뢰도 문제
측정·분석 방법	낮음 * 표준화된 분석장비 활용 * 3개월 기간 소요, 분석 자체는 간단한 방법	보통 * 보통 3~5일 * 챔버 실험실 구축, 시스템 조작 등 다소 복잡	쉬움 * 간이측정기 활용 * 즉시 확인, 가장 간단한 방법
제도화의 용이성	보통 * 환경표지, 원료물질 등 기존 제도에서 일부 고려 * 관리기반 구축을 위한 유예기간 필요	어려움 * 실내공기질 관리법령 개정을 통해 반영 가능 * 표준화된 측정방법 개발을 위한 장기검토 필요	보통 * 표면농도 수치만 제시하면 되므로 간단 * 지침 제공 수준일 뿐 규제 기준 설정은 불가
국민 수용성	보통 * 라돈, 토륨 등의 함량을 고려하는 간접 방식 * 표면에서의 라돈(토론)농도 발생 가능성 존재	보통 * 표면에서의 라돈(토론)농도 발생 가능성 존재 * 실내공기 중 라돈 농도와 직접 연관 설명 가능	높음 * 민원의 원인인 표면농도 값을 직접 제공하므로 이해가 쉬움
검출기	수동형 검출기	실험실 챔버 검출기	능동형/수동형 측정기
대표 장점	과학적 근거 및 신뢰성	물질의 방사능 세기를 직접 측정	측정 즉시 확인 가능
대표 단점	긴 측정기간(3개월)	고비용, 측정의 고난이도	라돈/토론 구분 불가(과대평가 문제)
ARIM	-	-	라돈/토론 구분 가능(정확한 평가)

03 기술 개발 및 진행 현황 (1/8)

3.1 현재까지 개발된 기술이 적용된 실내형 제품



RA300은 라돈, 미세먼지, VOC, 이산화탄소, 그리고 온·습도를 단 한 대의 기기로 측정해서 디스플레이로 보여주는, 글로벌 최고 수준의 실내 대기질 측정기로 거실, 침실, 사무실 등 어느 곳에서나 잘 어울리는 심플하고 모던한 디자인까지 갖췄습니다.



모델명	RA300
특징	라돈, pm2.5, pm10, VOC, CO2 온도, 습도, 시계
제품크기	130 x 72 x 160 mm (가로x세로x높이)
제품 중량	500g 이하
정격전압	5V / 2A
통신방식	WiFi
서비스	전용 앱, 앱서비스
특장점	2개의 미세먼지 센서로 더 정확한 측정 전면 디스플레이 / 디자인

* pm2.5 = 초미세먼지, pm10 = 미세먼지



국내 최고 성능을 가진 상용 측정기로, 디자인을 심플하게 하고 제품의 크기를 줄이면서도 가격 경쟁력을 갖춰 활용도를 높인 제품입니다.



모델명	RA-200
특징	pm2.5, pm10, eCO2, tVOC, 라돈, 온도, 습도, 상태 LED
제품크기	92 x 92 x 110mm (가로x세로x높이)
제품 중량	400g 이하
어댑터	USB C
정격전압	5V / 2A
통신방식	WiFi
서비스	전용 앱, 앱 서비스
특장점	2개의 미세먼지 센서 / 상태 LED

* pm2.5 = 초미세먼지, pm10 = 미세먼지



03 기술 개발 및 진행 현황 (2/8)

3.2 현재까지 개발된 기술이 적용된 실외형 제품

제품소개



우리 동네 공기를
24시간 지켜봅니다.

OA200

미세먼지, 오존, 질산화물, 황산화물, 그리고 온·습도를 모니터링할 수 있는
실외용 측정기로서, 도시의 경관을 더욱 돋보이게 하는 미래형 디자인을 갖추고
보이지 않는 대기 오염물질로부터 우리를 보호할 수 있는 든든한 파수꾼입니다.



모델명	OA200
특징	pm2.5, pm10, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , CO, 온도, 습도
제품크기	측정부 : 높이 220mm, 지름 200mm 전원 및 통신부 : 높이 200mm, 두께 100mm
제품 중량	2,000g 이하
정격전압	95~265V / 47~440Hz
통신방식	LTE/WIFI
서비스	전용 웹, 앱서비스
특장점	3개의 미세먼지 센서

* pm2.5 = 초미세먼지, pm10 = 미세먼지




미세먼지, 오존, NO_x, SO_x를
동시에 측정하는 실외용

OA100

실외에서는 측정 필요성이 없는 라돈, VOC 대신 자동차, 공장 등에서 나오는
유해물질인 NO_x, SO_x, 그리고 오존을 미세먼지와 함께 측정할 수 있는
실외용 측정기입니다.



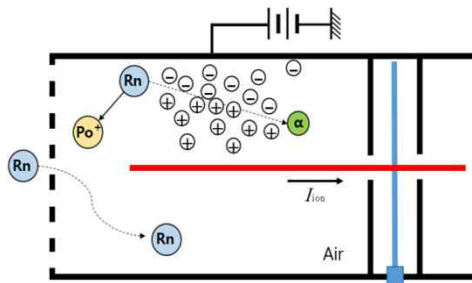
모델명	OA-100
특징	pm2.5, pm10, NO ₂ , SO ₂ , 온도, 습도, 오존
제품크기	측정부 : 높이 220mm, 지름 200mm 전원 및 통신부 : 높이 200mm, 두께 100mm
제품 중량	2,000g 이하
정격전압	95~265V / 47~440Hz
통신방식	LTE / WIFI
서비스	전용 웹, 앱서비스
특장점	3개의 미세먼지 센서

* pm2.5 = 초미세먼지, pm10 = 미세먼지



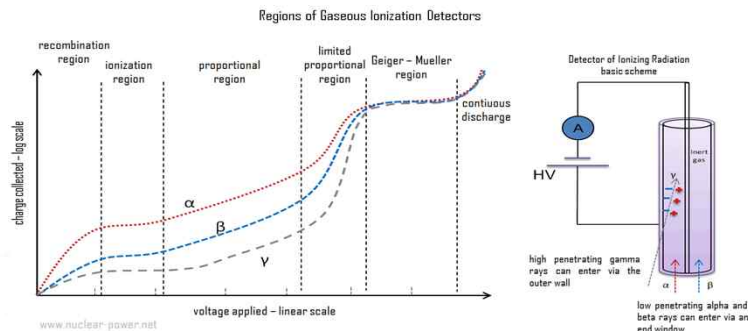
03 기술 개발 및 진행 현황 (3/8)

3.3 Pulsed Ionization Chamber 방식 및 라돈 측정 기본 개념



라돈 측정 기본 개념

- ▶ 이온 챔버 내부에 고전압을 형성하기 위한 회로 존재
- ▶ 이온 챔버 내부와 외부는 전기적으로 절연
- ▶ 고전압과 Ground 역할을 하는 챔버를 통해 전기장을 형성
- ▶ 라돈 방사능 붕괴 시 발생하는 알파 입자로 인해 전리작용 발생
- ▶ 이온화 된 전하는 챔버 내부에 형성된 전기장을 통해 탐침부로 이동



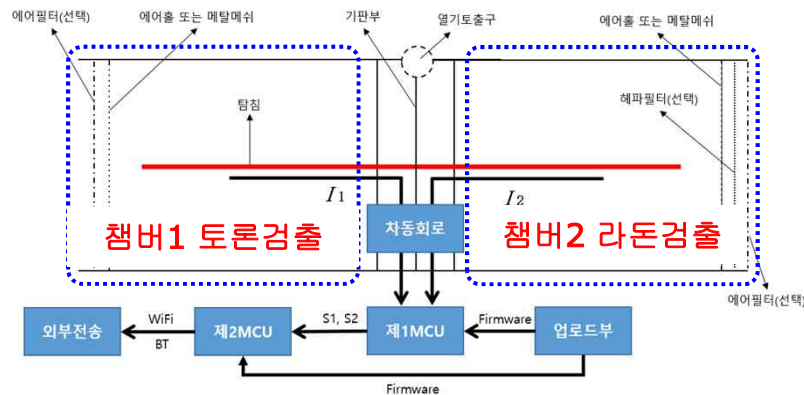
라돈-토론 특성 및 기존 라돈 센서의 문제점

- ▶ 방사능 물질은 공기 중 활동 시간이 짧을수록 위험도는 낮아짐
- ▶ 라돈(^{222}Rn) 반감기 3.8일, 토론(^{220}Rn) 반감기 56초(금방소멸)
- ▶ 라돈의 위험에 비해, 소멸이 빠른 토론의 위험도는 아주 낮음
- ▶ 기존 센서는 토론과 라돈 구분 못하고 위험도 과대평가

03 기술 개발 및 진행 현황 (4/8)

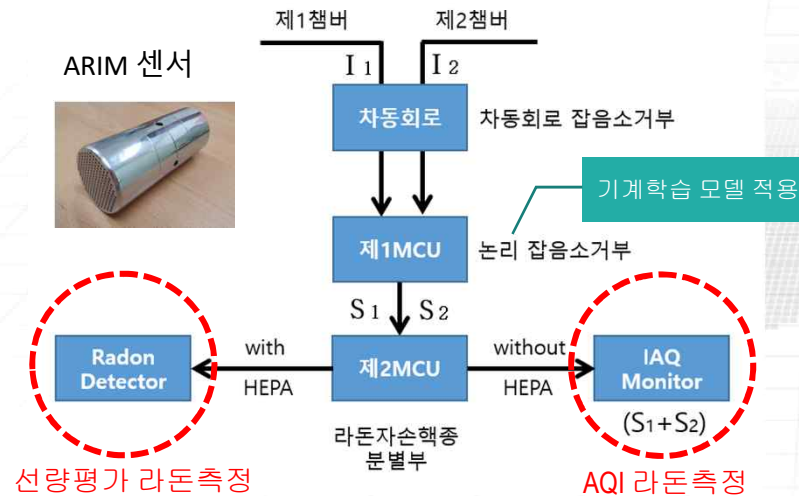
3.4 ARIM RTD 센서 개발 내용 - 능동형 이중탐침 이온챔버 라돈 센서의 토론 분리

ARIM RTD (Radon-Thoron Distinguishable Dosimeter) 센서구조와 작동원리



ARIM RTD 센서 특징점 (이중탐침 이온챔버형 라돈센서)

- ▶ 라돈-토론 분리 측정 및 통합 측정 가능
- ▶ 토론 영향으로 인한 과대평가 문제 해결
- ▶ 고감도, 초단시간 측정 가능한 듀얼 이온챔버형
- ▶ 대기질지수(AQI, Air Quality Index) 활용
- ▶ 정확한 선량 평가와 즉시 농도 확인 가능한 장점
- ▶ 펌웨어를 통해 노이즈 소거 2 MCU로 송신 후 자료 활용
- ▶ 신뢰도와 정확도가 향상되어 실시간 라돈 모니터링에 적합



03 기술 개발 및 진행 현황 (5/8)

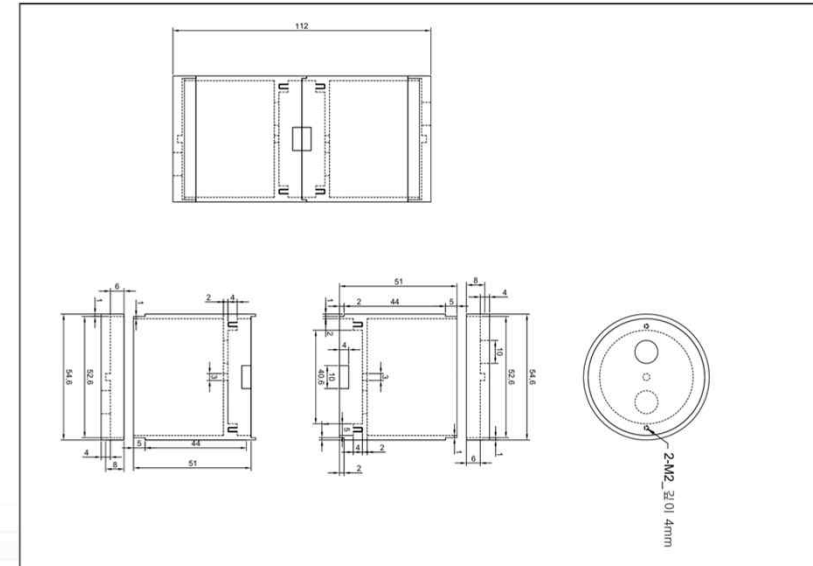
3.5 Ion Chamber 제작 및 고려 사항



직경 3 cm 100 cc



직경 5 cm 100 cc



- 직경 2 cm ~ 4 cm : 양 끝단까지의 길이가 길어지면서 제품에 적용하기 어려움
 - 직경 5 cm : 직경 및 양 끝단까지의 길이가 적당하다고 판단. 160 cc 로 개발 진행 결정
- 양 끝단 공기 흡입부 뚜껑을 탈착식 변경
 - 공기 흡입부 뚜껑에 흡을 내어 탐침이 뚜껑에 끼워지도록 설계
 - 탐침과 뚜껑은 실리콘을 통해 전기적으로 절연
 - 탐침이 뚜껑부까지 맞닿게 하여 뚜껑 부분의 감도를 높이도록 설계

03 기술 개발 및 진행 현황 (6/8)

3.6 ARIM RTD 센서 개발 내용

ARIM RTD (Radon-Thoron Distinguishable Dosimeter) 센서 개발 Specification

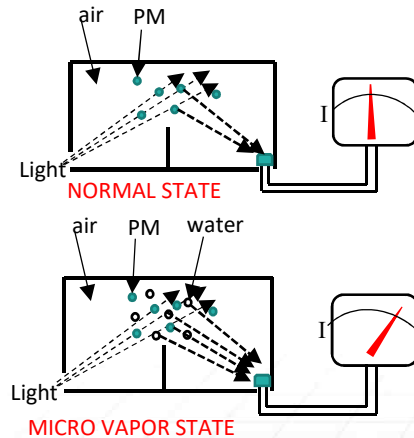
구분	간이측정 라돈센서 (RTD) 및 측정기(ArimAir)	
제작사	A사	아림사이언스
검출물질	라돈 + 토론 (통합측정)	라돈 // 토론 (구분측정)
검출방식	단일 이온챔버방식	이중 이온챔버방식
챔버부피	90 cc	160 cc
측정감도	0.3 CPM/pCi/L	0.5 CPM/pCi/L
측정범위	0.2 ~99.9 pCi	0.1~ 200 pCi
정확도	< 15%	< 10%
최초측정	30분 후 첫데이터	20분 후 첫데이터
측정간격	10분 주기	10분 이동평균
통신방식	UART	UART

03 기술 개발 및 진행 현황 (7/8)

3.7 APM 센서 개발 내용 - 방사선 감쇄식 미세먼지 센서는 수증기를 구분

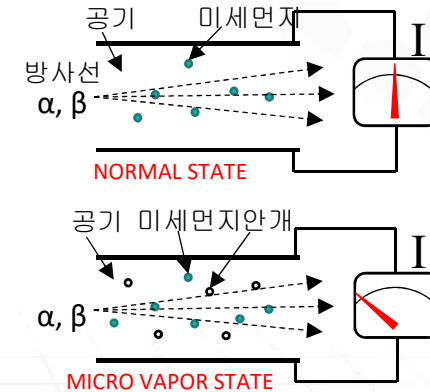
ARIM APM (Alpha-ray Particulated Matter sensor) 센서의 특성

기존 광산란식 PM 센서 작동 원리



빛의 산란 특성 이용
물질 구분 불가

APM 방사선 감쇄식 PM 센서 작동 원리



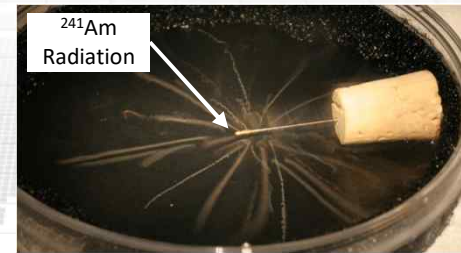
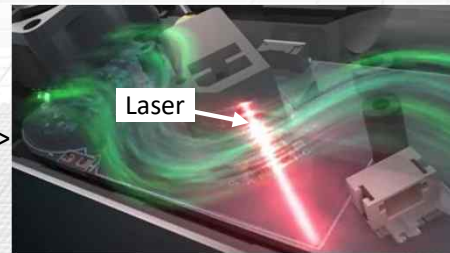
방사선 감쇄 이용
물질 구분 가능

$$S(E) = -\frac{dE}{dx} [MeV/mm] : \text{linear stopping power}$$

$$S(E) = -\frac{dE}{d\rho} [MeV/(mg/cm^2)] : \text{mass stopping power}$$

방사선 투과-감쇄 방정식(방사선 저지능)

<레이저광에 의한
미세먼지 광산란 모습>



<²⁴¹Am의 방사선
이온화 모습, 안개 챔버>

기존 광산란 방식의 작동원리와 문제점

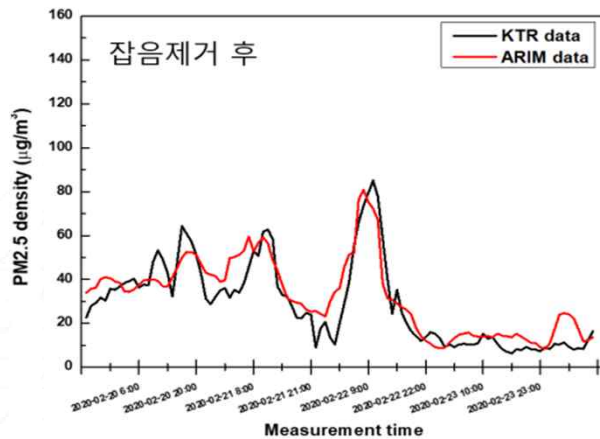
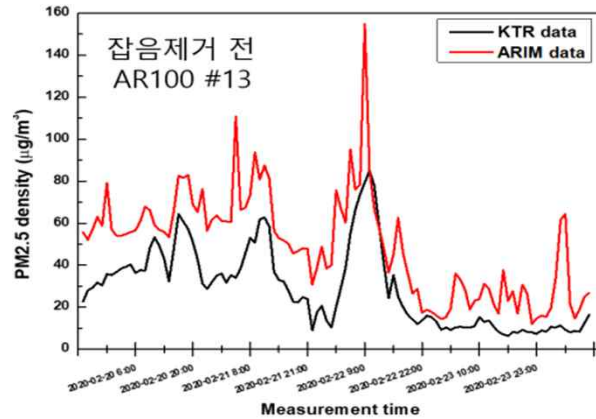
- ▶ 레이저 산란광을 측정하여 미세먼지 농도 산출
- ▶ 미세먼지 농도 과대평가 - 미세 물방울, 안개, 고농도 수증기 등에 의해서도 광산란하여 미세먼지로 판단
- ▶ 기존 센서는 수증기 제거를 위해 수분건조장치 부착(전력소비)

ARIM APM 센서의 작동원리와 특징점

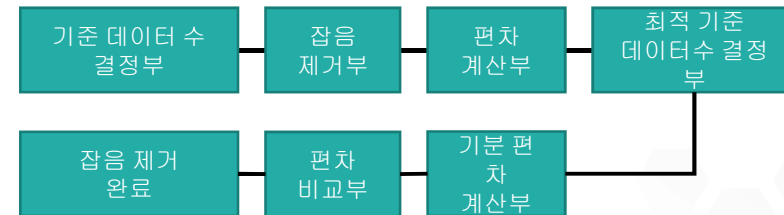
- ▶ 알파선의 물질에 따른 감쇄 차이를 이용하여 물질 판별
- ▶ 알파입자의 물질-감쇄력 상관계수를 기계학습을 통해 습득
- ▶ 기계학습 통해 얻어진 상관계수를 이용해 수분-미세먼지 판별
- ▶ ²⁴¹Am의 긴 수명(7370년), 전원 및 건조기 불필요, 초소형 가능

03 기술 개발 및 진행 현황 (8/8)

3.8 자동잡음제거 알고리즘 및 자동교정 알고리즘 개발 내용



특허기술(10-2148812) “자동잡음제거 알고리즘”



$$\bar{x}_j + \left(\frac{\Delta x_j - \gamma_1 \Delta x_+}{\Delta x_j^M - \gamma_1 \Delta x_+} \right) * \gamma_1 \Delta x_+$$

$$\bar{x}_j + \left(\frac{\gamma_2 \Delta x_- - \Delta x_j}{\gamma_2 \Delta x_- - \Delta x_j^m} \right) * \gamma_2 \Delta x_-$$

불량 데이터(xj)는 양과 음의 편차들을 기준으로 사이값을 선택하여 교정

PM센서	팬 부착형 센서		팬 미부착형 센서	
단위 (μg/m³)	평균	편차	평균	편차
알고리즘 미적용	5.0	3.2	19.7	1.9
알고리즘 적용	5.0	1.4	19.7	0.8

센서 전자파 노이즈 제거 2배 이상 정확도 향상
특허기술(10-2148812) “공기질 측정장치 및 시스템”

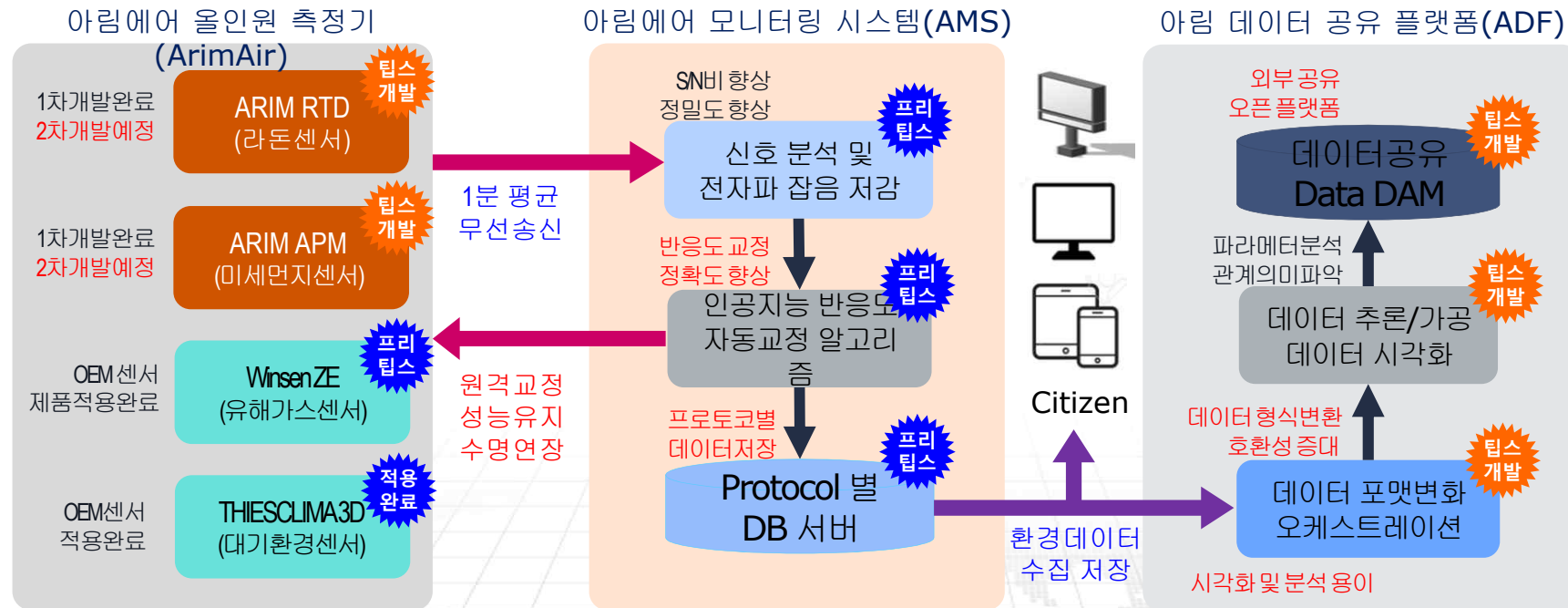
- > 하드웨어적 노이즈(외부 전자파 영향) 제거가 아닌, MCU 상의 소프트웨어적 알고리즘으로 외부의 전자파 노이즈 자동 제거
- > 자동잡음제거 알고리즘은 외부전자파 노출 영향을 줄여 측정기의 측정 정확도를 2배 이상 향상 효과
- > 자동교정 알고리즘은 외부 노출 측정기의 반응도를 주기적으로 교정, 측정기 수명 확대와 측정 정확도 향상

04 향후 개발 방향 (1/3)

H/W Development (50%)

S/W Development (100%)

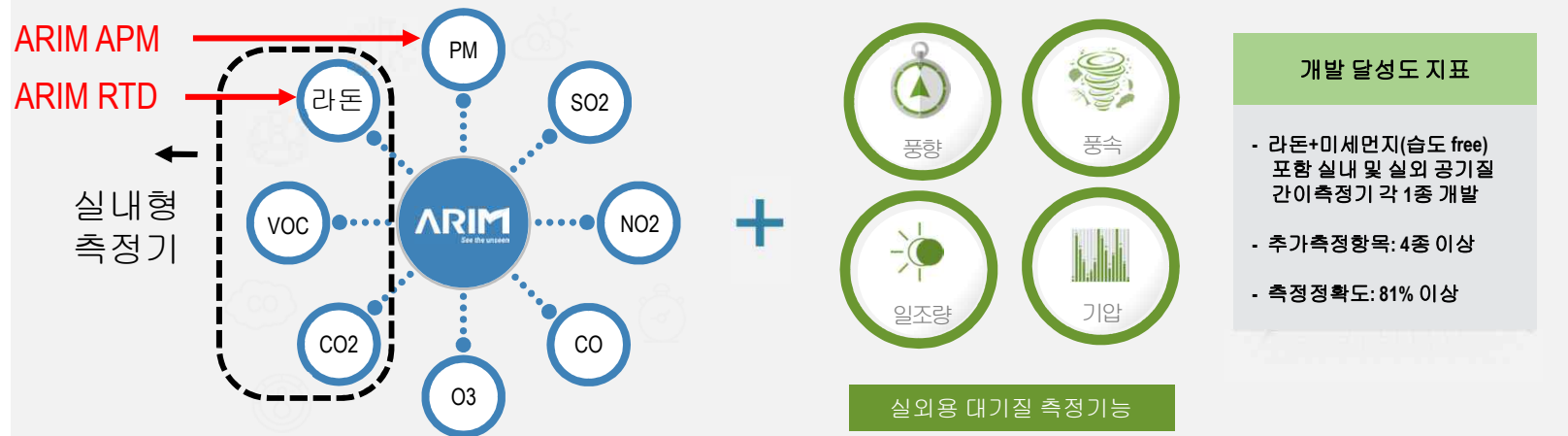
NW Development (10%)



- 1) 라돈센서(ARIM RTD, 세계 최초 듀얼이온챔버 센서) : Arim 자체개발, 1차개발완료(라돈측정), 2차개발예정(라돈/토론 분해가능)
- 2) 미세먼지센서(ARIM APM, 세계 최초 방사선적용 센서) : Arim 자체개발, 1차개발완료(광산란방식 PM센서), 2차개발예정(방사선 감쇄식)
- 3) 유해가스센서(Winsen ZE) : O3, VOC, CO2, NO2, SO2, CO, H2S 센서 (반응도 범위 조정 및 신호방식 OEM 센서 수급 및 적용 완료)
- 4) 대기환경센서(THIESCLIMA) : 풍향, 풍속, 기압, 일조량, 소음 (Arim 알고리즘 적용)

04 향후 개발 방향 (2/3)

Ex-ARA (Extended ARimAir) All-in-One 대기환경 실시간 측정시스템



■ 확장 통합 대기환경 측정시스템, 'ExArimAir' 개발(HW)

- ▶ 라돈+방사선 감쇄식 미세먼지 적용 디바이스 개발 1종
- ▶ 유해가스 6종 기본+환경인자 4종 측정 디바이스 개발 1종
- ▶ 미세먼지-유해가스, 풍향-풍속-일조량-통행량-보행량 등의 상관관계 를 AI 분석을 통해 자료 생산
- ▶ 생산된 자료는 대기환경 예측의 기초자료 뿐만 아니라 토목, 건축, 도시 설계, 생활건강 등의 기초자료로 활용될 것으로 판단

■ 시장조사 및 타당성 검토

- ▶ 타사 풍향/풍속계 벤치마크 및 기반 기술 조사, 타당성 검토

■ 설계 및 샘플 개발

- ▶ 기구설계, PCB 설계, 펌웨어 기능 설계, 프로토콜 설계, 테스트

■ 시제품 개발, 양산품 개발

- ▶ 설계 및 샘플 기능을 바탕으로 시제품 개발 및 필드 테스트 진행

- > RTD(라돈센서), APM(미세먼지센서), ANR(자동노이즈저감) 기술이 적용된 올인원 공기질 측정기
- > 동지점의 10종 이상 대기환경인자 실시간 측정으로 데이터 효용성 증대
- > 기존항목(라돈, 미세먼지, O3, SO2, NO2, CO, CO2, VOC)과 추가항목(풍향, 풍속, 기압, 일조량) 결합 모델

04 향후 개발 방향 (3/3)

IoT 기반 실내공기질 모니터링 시스템 구축까지 목표

- 실내라돈-미세먼지 동시측정: 실시간 데이터를 IoT 기반으로 제공하는 라돈-미세먼지 모니터링 시스템을 유일하게 시장에 공급
- 실시간 맞춤형 데이터 제공: 실시간 미세먼지-라돈을 모니터링, 사용자 맞춤형 데이터 제공, 향후 빅데이터 분석에 도입
- 라돈측정의무 법시행: 실내 라돈 수치 측정이 권고사항에서 의무사항으로 바뀌는 수요 대비
- 라돈측정 KOLAS 시험기관 등록: KOLAS 시험기관 등록으로 회원사의 모니터링 시스템 성능인증을 직접 진행





Thank you