

환경 오염 가스 모니터링 기술
실내 및 대기 오염 가스 모니터링 기술 개발

환경 가스 측정 연구실

과 학 기 술 부

제 출 문

과학기술부 장관 귀하

본 보고서를 “ 환경 오염 가스 모니터링 기술에 관한 연구”과제 (세부과제 “실내 및 대기 환경 오염 가스 모니터링 기술 개발에 관한 연구”) 의 보고서로 제출합니다.

2002 . 9 .

주관연구기관명 : 경 북 대 학 교

주관연구책임자 : 허 중 수

연 구 원 : 이덕동, 전희권,
황하룡, 유준부,
최낙진, 허용수,
주병수, 배재철,
백원우, 이경문,
김민주, 신동원,
이병수, 조룡국,
노진규, 김병태,
임채근

보고서 초록

과제관리번호	2002-N-NL-01-C-296	해당단계 연구기간	2000.6.15 - 2002.6.14	단계 구분	1 / 2
연구사업명	중 사업명	환경가스 모니터링 기술			
	세부사업명	실내 및 대기환경 오염 가스 모니터링 기술 개발			
연구과제명	중 과제명	실내 및 대기환경 오염 가스 모니터링 기술 개발			
	세부(단위)과제명				
연[별지 제 12호 서식] 구체입자	허증수	해당단계 참여연구원수	총 : 16 명 내부 : 16 명 외부 : 0 명	해당단계 연구비	정부 : 460,369 천 원 기업 : 천 원 계 : 469,369 천 원
연구기관명 및 소속부서명	경북대학교		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위탁연구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	
<ul style="list-style-type: none"> ○ CO2감지기 성능 개선 - 출력 : 0.55mV/ppm, 검출범위 : 1~500ppm, 응답속도 : < 8sec ○ CO감지기(1~50ppm)개발 - 모물질 : SnO₂, 동작온도 : 200℃, 응답속도 : 5초이내 감지한계 : 10ppm, 검출범위 : 10 ~ 2000ppm ○ NO2감지기 개발 - 동작온도 : 190℃, 응답속도 : 5sec, 검출범위 : 0.1 ~ 12ppm ○유기가스(냄새)분별 및 특성평가 - 동작온도 : 실온, 응답속도 : <10sec, sensor intgration 최적화 ○센서 integration 및 측정 - 히터, 온도센서, 두 개의 감지막을 하나의 알루미늄 기판 위에 제작 복합센서 array의 제조 ○개별 센서의 신뢰성 확립 - 항온항습조를 이용하여 온도,습도에 대한 영향 측정. 타 가스에 대한 영향 평가, 재현성과 장기 안정도 평가. ○Electronic H/W설계 - 개별 센서에 적합한 하드웨어 구현. interface시스템에 연결 적합한 하드웨어 구현. ○interface시스템 구동 및 제어를 위한 S/W개발 - 센서의 출력을 수집하기 위한 interface 시스템 의 구축. ○데이터 acquisition S/W coding - 개별 센서의 특성에 맞는 데이터 수집 프로그램의 제작. ○환경가스 패턴의 visualization - DAQ보드를 통해 다중 출력을 LabView를 이용하여 환경가스 패턴으로 출력. ○연속측정되는 환경가스 패턴의 실시간 visualization - DAQ보드로 입력되는 신호를 연속적으로 측정하여 환경가스 패턴으로 실시간 출력. ○측정된 미지의 환경가스 패턴과 기존의 환경가스 패턴들과의 실시간 구분 (on-line clustering) - 제작된 센서 에레이의 특성패턴을 학습, 패턴 인식기를 이용하여 환경가스의 패턴 구분 					
색인어 (각 5개 이상)	한글	오염가스, 환경 모니터링, 유해물질 측정, 가스센서, 실시간 측정			
	영어	contaminant gas, environmental monitoring, poisonous material measurement, gas sensor, in-situ measurement			

요 약 문

I. 제 목

실내 대기환경 오염 가스 모니터링 기술 개발.

II. 연구개발의 개요 및 필요성

환경오염 가스 측정 센서의 정밀화 및 실시간 통합 모니터링 시스템 구축과 소형화 기술.

III. 연구개발의 내용 및 범위

1단계 : 실내환경 가스 모니터링 기술개발

2단계 : 대기환경 가스 모니터링 및 원격 측정 기술 개발

IV. 연구개발결과

1. 실내 환경가스 모니터링용 개별센서 membrane 제작 및 특성 평가.

① CO₂ 감지기 성능개선. (검출 범위 : 1-500ppm)

② CO 감지기 개발. (검출범위 : 10 ~ 2000ppm)

③ NO₂감지기 개발. (검출범위 : 0.1 ~ 12ppm)

④ 유기가스(냄새)분별 및 특성평가. (동작온도 : 실온, 응답속도 : <10sec, sensor intgration 최적화)

⑤ 센서 integration 및 측정.

2. 쾌적 실내환경 가스 모니터링 및 유지기술.

① 개별 센서의 신뢰성 확립

- 개별 센서의 농도에 따른 감지 특성 및 어레이 구성

② 센서융합 및 시스템 interfacing

- Electronic H/W 설계 및 데이터 acquisition S/W coding

③ 패턴 인식을 통한 실제 환경가스 on-line monitoring

- 환경가스 패턴의 구분을 이용한 실시간 측정

V. 연구개발결과의 활용계획

활용분야	활용 계획	파급효과의 예
환 경	환경 측정·제어, dynamic monitoring	쾌적한 환경, 작업능률 재고
자 동 차	쾌적운전시스템, 배기순환장치	쾌적하고 안락한 운전여건 조성
제어,계측	후각감성의 정량적 측정	계측기수의 선진화, 품질의 고급화
방 재	가스, 유류저장 및 이용처의 모니터링	안전에 대한 신뢰성 향상, 생산효율 증대
주 택	쾌적 감성지표의 활용	주거환경의 쾌적화·최적화
기 타	후각 가스의 정량적 측정	산업체 환경 모니터링

SUMMARY

1. Title

The development of gas monitoring technique for indoors environmental contamination

2. The necessity and the outline of the research development

- ① The accuracy of environmental gas monitoring sensor
- ② The technique of the construction and the miniaturization of the in-situ integral monitoring system

3. The content and the range of research development

1st step : The technique development of indoors environmental gas monitoring

2st step : The monitoring of atmosphere gas and the development of the remote measurement technique

4. Research development results

1. The manufacture and characteristic estimation of single-cell membrane used for indoors environmental gas monitoring

- ① The improvement of the quality of CO₂ detector (Detection range : 1-500ppm)
- ② The development of CO detector (Detection range : 10-2000ppm)
- ③ The development of NO₂ detector (Detection range : 0.1-12ppm)
- ④ The distinction and characteristic estimation of organic gases (Operating Temp. : room Temp. ;Response speed : <10sec, the optical sensor integration)
- ⑤ Sensor integration and measurement

5. The monitoring and the maintenance tech of indoors environmental gas monitoring

- ① The establishment of the single-cell's reliability
- The detective characteristics and array construction of the single-cell for different

gas concentration

② The harmony of sensor and the interfacing of system

- Electronic H/W design and data acquisition S/W coding

③ Real-time environmental gas on-line monitoring by the use of pattern recognition

- real-time measurement by the use of the division of environmental gas pattern

CONTENTS

Chapter 1 outline of the subjects of Research and Development

No. 1 the objective of Research and Development

No. 2 the necessity of Research and Development

No. 3 the range of Research

Chapter 2 the present condition of domestic and international technique development

Chapter 3 the contents and the results of the ongoing Research and Development

No. 1 the development of NO₂ detector

No. 2 the distinction and characteristic estimation of organic gases

No. 3 the property improvement of non-scattering infrared CO₂ detector

No. 4 the manufacture of solid state electrolyte CO₂ sensor

No. 5 the development of CO detector (1~50 ppm)

No. 6 the sensor integration and measurement

Chapter 4 the achievements and the contributions to the related fields

No. 1 first year

No.2 second year

Chapter 5 the application plan of Research and Development results

No. 1 the activity division of research results

No. 2 the establishment of Laboratory by transfer the research results/
the promotion of application

Chapter 6 the collected international information on science and technology during the process of Research and Development

Chapter 7 References

목 차

제 1장 연구개발과제의 개요

- 1절. 연구개발의 목표
- 2절. 연구개발의 필요성
- 3절. 연구범위

제 2장 국내외 기술개발 현황

제 3장 연구개발수행 내용 및 결과

- 1절. NO₂ 감지기 개발
- 2절. 유기가스(냄새)분별 및 특성평가
- 3절. 비분산 적외선 법 CO₂ 감지기 성능개선
- 4절. 고체전해질형 CO₂ 센서 제작
- 5절. CO 감지기(1~50ppm) 개발
- 6절. 센서 integration 및 측정

제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

- 1절. 1차년도
- 2절. 2차년도

제 5장 연구개발결과의 활용계획

- 1절. 연구결과의 활동분야
- 2절. 실험실 벤처를 통한 연구결과의 기술이전 / 활용 추진

제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7장 참고문헌

제 1장 연구개발과제의 개요

1절. 연구개발의 목표

1. 소형 센서 membrane 제조 기술 개발.
2. 환경 가스 실시간 monitoring 기술 개발.
3. Dynamic monitoring 기술 확립.
4. 원격 환경 관리 및 제어 시스템 S/W 개발 및 H/W 제작.

2절. 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 경제·사회·기술적 중요성

가. 기술적 측면

(1). 기술의 기반성

- 대도시 지역의 CO, NO₂, SO_x 미세 분진 등에 의한 공기 오염이나 H₂S, NH₃ 등에 의한 악취, 자동차 배기가스 등에 의한 복합 오염으로 스모그 발생. → 환경 오염원의 파악 필요, 대기 환경 측정 시스템의 개발은 필수적임.
- 연소 배기가스, 소각장, 자동차 배기가스 등 다양한 배출원과 배출량의 증가.
→ 연소 프로세스의 제어, 정화 프로세스의 오염 가스 계측이 필요.
→ 환경 가스 중 농도 계측을 위한 일련의 모니터링 기술 필요.
- 소형, 저가, 연속 측정, 동시 다발 계측(일정 지역 내 다수의 검지기 이용)의 기술을 이용한 dynamic monitoring 기술이 필요함.

(2). 기술의 핵심

실시간, 연속 monitoring형 환경 오염 가스 측정의 핵심 기

- 센서 재료, membrane 제조 기술.
- 센서 소자 및 array, smart 센서 기술 (센서융합기술).
- Pattern 인식 기술(신경회로망, 퍼지이론).
- 전자 후각 시스템 기술.
- 마이크로머시닝 기술.
- 계측·제어 기술.
- Web을 이용한 원격 환경 모니터링 기술.

나. 경제, 산업적 측면

- 국내 계측기 시장은 전 세계 시장규모의 약 1.5% 수준이나 매년 급신장하는 추세에 있음(16.2%). 따라서 현재 국가적인 관심사로 부각되고 있는 환경 분야 센서의 시장 점유율은 매우 높아질 것으로 예상되며, 신기술에 의한 환경 가스 모니터링 시스템의 개발 및 실용화가 이루어질 경우 그 점유율의 급상승이 기대됨.

· 세계 계측기 시장 규모

(단위 : 백만불)

구분	세계	한국	한국비중
1996년	25,730	390	1.5%
2000년	36,291	665	1.8%
평균성장률	8.3%	16.2%	
환경계측기 동향	고정밀, 고신뢰성 복합센서 개발 추진	중, 저급 LNG/LPG 검지기 생산	

다. 사회, 문화적 측면

- 21C의 인간의 삶의 질 추구에 따라 환경에 대한 관심이 증대.
- 보다 나은 환경 유지를 위한 측정 기술의 정립 필요.
- 실내외 쾌적 환경 유지.

3절. 연구범위

1. 1차년도

(가) CO₂ 감지기 성능개선

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
CO ₂ 감지기 성능개선	최적 광로셀 설계	Au coating cell 사용
	검출 회로 제작	신뢰성 있는 검출회로 및 증폭회로 제작

(나) CO 감지기(1~50ppm) 개발

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
CO 감지기 (1~50ppm) 개발	고감도와 고안정성의 SnO ₂ 기반의 감지막의 제조	Sn/Pt Double layer의 열산화법을 이용한 고감도 고안정성의 감지막 제조
	저전력형 고감도의 센서구조	2mm(가로)×2mm(세로)×200μm(두께)의 알루미늄 기판에 히터와 감지막의 제조 50mW의 소모전력

(다) NO₂ 감지기 개발

연구 범위	연구추진전략	구체적인 내용
감지물질 제조	Sol-coprecipitation 법에 의한 WO ₃ 박막제조	pH 조건 및 열처리 조절에 의한 최적의 감지막 제조 DSC, XRD, SEM, EDX를 통한 감지막 특성 평가
히터 제조	Pt paste를 이용한 스크린프린팅 후 열처리하여 제조	최적의 구조설계 및 히팅조건 확립
감지막의 온도특성	열처리 온도 및 동작온도에 따른 NO _x 감지특성	최적 열처리조건: 500℃, 2시간 농도별 최고의 감도를 나타내는 동작온도 확인

(라) 유기가스(냄새)분별 및 특성평가

연구 범위	연구추진전략	구체적인 내용
감지물질 제조	화학중합/전기중합을 이용 하여 최적의 감지막 제조	감지막의 두께, Doping 조건에 따른 감지특성 평가 AFM, UV-Vis-NIR, 접촉각 측정으로 감지기구 규명
센서기판 제조	Silkscreen을 통한 후막기판 과 Emulsion mask를 통한 박막 기판 제조	기판의 조건에 따른(전극간격 및 형성조건) 특성평가
측정시스템 설계 및 제조	VOC sampling system 제조 및 DAQ board를 이용한 PC monitoring	VOC의 Bubbling에 의한 정확한 농도의 VOC 가스 제조 및 DAQ board와 LabVIEW를 이용한 PC monitoring구현

(마) 센서 integration 및 측정

연구 범위	연구추진전략	구체적인 내용
센서 integration 및 측정	온도 센서가 내장된 센서어레이의 제조	3mm(가로)×3mm(세로)×200μm(두께) 의 알루미늄 기판에 히터와 두개의 감지막과 온도센서의 제조.

2. 2차년도

(가) 개별 센서의 신뢰성 확립

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
개별 센서의 신뢰성 확립	MFC와 항온항습조를 이용한 개별센서의 특성 분석	MFC를 이용한 가스 주입과 주변 환경 영향에 대한 개별센서의 재현성 및 안정도 확인

(나) Electronic H/W 설계

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
Electronic H/W 설계	개별 센서에 대한 최적화된 H/W 회로 설계	개별 센서 특성에 따른 가스 검출 회로 제작

(다) Interface 시스템 구동 및 제어를 위한 S/W 개발

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
Interface 시스템 구동 및 제어를 위한 S/W 개발	센서 출력 위한 S/W 개발	센서의 데이터 수집 장치를 구동하기 위한 S/W 개발

(라) 데이터 Acquisition S/W coding

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
데이터 Acquisition S/W coding	센서 출력을 수집을 위한 S/W 개발	센서의 출력 특성을 LabView를 이용하여 구현

(마) 환경가스 패턴의 Visualization

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
환경가스패턴의 Visualization	센서 어레이의 패턴 출력	센서 어레이의 다중 출력을 패턴으로 출력

(바) 연속측정되는 환경가스패턴의 실시간 Visualization

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
연속측정되는 환경가스패턴의 실시간 Visualization	센서 어레이의 출력패턴을 실시간으로 출력	LabView를 이용하여 센서어레이의 출력 패턴을 실시간으로 표현

(사) 측정된 미지의 환경가스 패턴과 기존의 환경가스 패턴들과의 실시간 구분 (on-line clustering)

연구범위	연구추진전략	구체적인 내용
측정된 미지의 환경가스 패턴과 기존의 환경가스 패턴들과의 실시간 구분 (on-line clustering)	구현된 패턴 출력 기술과 신경회로망을 이용한 패턴인식기술의 접합	연속측정되는 센서어레이의 특성 패턴을 신경회로망을 이용하여 실시간으로 환경가스 패턴 구분

제2 장 국내외 기술개발 현황

(1) 국외

- 영국의 Osmetech사, 프랑스의 Alpha MOS사, 미국의 HP등에서 지능화 검지기를 개발하고 있으나 시스템 가격이 20,000 \$ 이상임.
- 미국의 API, Dasibi, Monitor Lab, 일본의 Shimadzu에서 판매하고 있는 환경 계측 장비는 20,000~100,000 \$ 이상의 고가로서 그나마 기술 이전을 극히 꺼리고 있음.
- 미래 산업으로서의 환경 기술은 외국 환경계측장비의 수입으로 인한 계측 엔지니어링 기술의 종속화가 우려됨.

(2) 국내

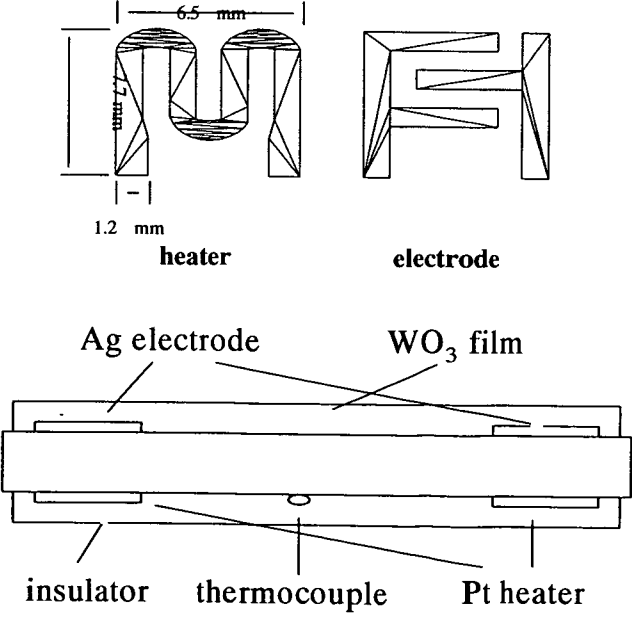
- 개별 가스 성분을 검지, 정량하는 검지기의 개발 : 동광센서, LG 및 RIST (탄화수소계 가스 중 일부에 국한).
- 환경 측정 장비의 부품 조립 개발하는 수준 : 정 엔지니어링.
- 고성능, 고감도 모니터링 기술 연구는 거의 전무한 실정임.

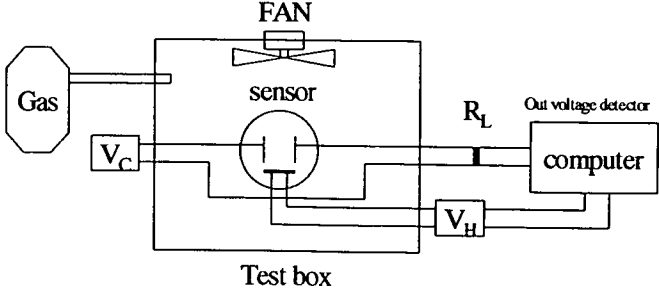
(3) 본 연구 개발팀

- 환경 가스 측정 및 제어에 대한 연구 : 경북대 센서기술연구소(ERC) 및 NRL을 통해 다년간 know-how를 축적하고 있으며 국내·외 경쟁력이 최우위에 있음 (일본Kyushu Univ, 영국 UMIST, 미국의 UMASS와 공동 협력 관계 지속, 한국 센서학회 본부 → 경북대에 위치).
- 패턴 인식을 통한 감지기의 지능화 기술, 고성능 고감도의 환경 가스 모니터링 연구에 관한 know-how를 가진 국내 유일한 연구팀임.
- 일부 환경 가스 측정 시스템에 관한 개발 결과는 특허출원 및 실험실 벤처를 통해 실용화 단계에 있음.

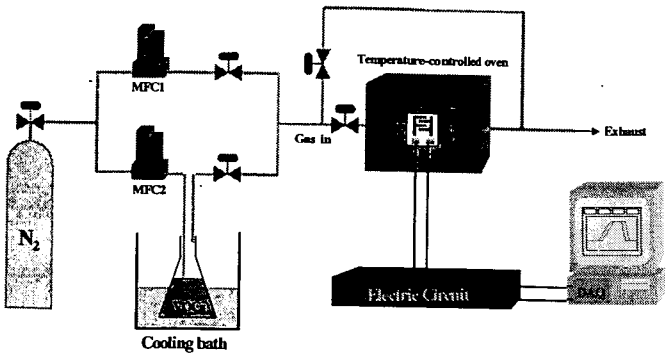
제3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1절. NO₂ 감지기 개발

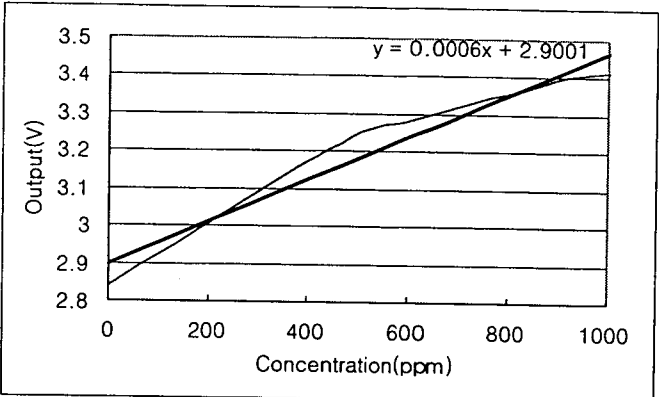
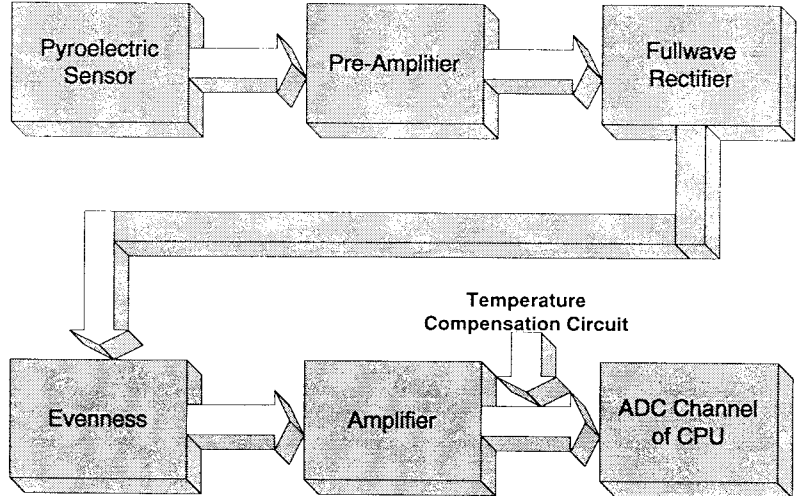
연구내용	연구 결과
NO _x 감지막 제조	<ul style="list-style-type: none"> · 제조기법 : Sol-coprecipitation 방법 · 세부절차 : Tungsten(VI) chloride(99.99 %, Aldrich) + 증류수 → WCl₆ powder를 증류수에 0.1M로 용해(질소로 퍼징한 glove box 내) → pH를 7로 맞추어(NH₄OH) → NH₄NO₃ 용액을 이용한 cleaning. → 100℃에서 24시간 정도 건조 → powder를 600℃에서 2시간 동안 calcining → binder와 섞어서 센서의 앞면에 silk printing → sintering
센서기판 제조	<ul style="list-style-type: none"> · 반도체식 후막형 <ul style="list-style-type: none"> - 기판재료 : 증착용 알루미나(polished) - 크 기 : 7×8mm - 전 극 : Ag 후막 스크린 프린팅 후 500℃ 1시간 열처리 - 히 터 : Pt paste 스크린 프린팅 후 Pt 리드선 연결 1000℃에서 4시간 열처리 → 고온용 알루미나 페이스트 코팅 : 방열 및 절연 ※ 센서의 정확한 온도 측정을 위해 K-type 열전대 부착 <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">heater electrode</p> <p style="text-align: center;">Ag electrode WO₃ film</p> <p style="text-align: center;">insulator thermocouple Pt heater</p> </div> <p style="text-align: center;">Fig. A Pattern and side view of NO_x Sensor</p>

<p>WO₃ 후막의 물성 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 열분석 : 열분석기(STA-1500, Rhometric)를 이용하여 상변화 분석 (419°C에서 발열현상 → 상변화) · 결정성 평가 : XRD를 통한 결정성 분석결과 500°C에서 결정성이 나타남(Scherrer's 식에 의한 입자사이즈 증가 확인) · 표면관찰 : 온도별 SEM 사진을 통해 온도증가에 따라 입자의 직경이 증가하는 것과 이에 따른 비표면적의 감소로 인한 센서 감도 저하 확인 · 성분분석 : EDX 이용(텅스텐 : 산소 = 1:3 확인) · pH의 영향 <ul style="list-style-type: none"> - pH≒7일 때 가장 큰 dynamic mobility - 평균입도 pH=7일 때 1.76μm로 가장 작음
<p>측정장비제조</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 일정량의 NO_x 가스를 조절하여 주사기로 측정박스에 주입하고, 순환 fan으로 고르게 혼합하여 여러 조건에 따른 센서의 감도특성을 DAQ(data aquisition system, NI AT-MIO-16E-10)장치로 PC로 읽고 LabVIEW이용하여 감도특성 분석 <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">Test box</p> </div> <p style="text-align: center;">Fig. A model of measurement system</p>

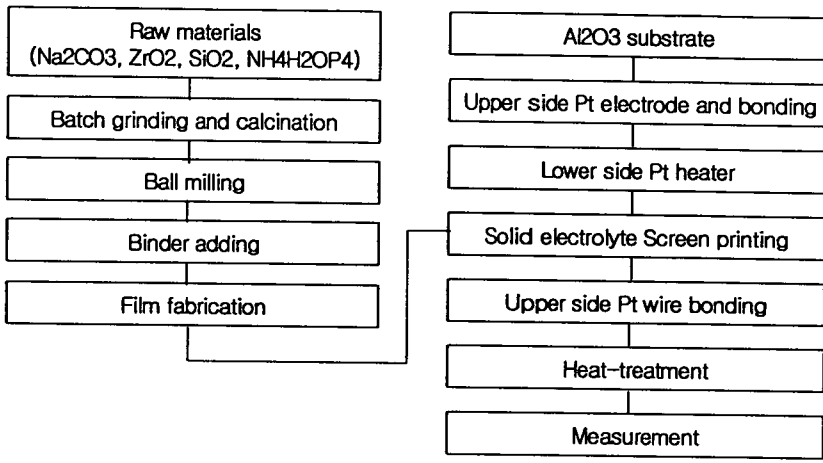
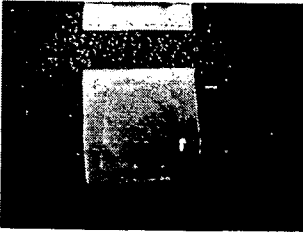
2절. 유기가스(냄새)분별 및 특성평가

연구내용	연구결과
<p>VOC 감지막 제조</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 화학중합: polypyrrole, polyaniline을 중합하여 chloroform에 녹인 후 기판 위에 dip coating · 전기중합: 전해질 내에서 기판과 대향전극 사이에 전계를 인가하여 conducting polymer(감지막) 형성 · 화학중합된 센서가 전기중합된 센서보다 감도 높음 · 기판의 두께가 감소할수록 감도는 향상됨 · 60초간 dedopping한 경우 가장 감도가 높음
<p>센서 기판 제조</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 후막전극: 알루미나 기판 위에 screen printing법을 이용한 Pt전극형성 (전극간격: 0.5 mm) · 박막전극: emulsion mask를 제작하여 Si wafer위에 백금전극 pattern을 형성(전극간격: 20 μm)
<p>VOC gas 감지기구 규명</p>	<ul style="list-style-type: none"> · AFM, UV-Vis-NIR spectrometer, Dynamic contact angle 측정을 통하여 전도성 고분자의 VOC 감지기구를 규명. → 극성을 갖는 분자가 carrier를 고착시키거나 형성하여 전도도에 변화를 주기 때문.
<p>측정 장비 제조</p>	<ul style="list-style-type: none"> · MFC와 bubbling 시스템을 제작하여 정확한 농도의 VOC가스 제조 후 이를 측정 chamber에 인가 후 이에 따른 센서의 감도변화를 DAQ보드를 이용한 PC로 신호를 읽고 이 신호를 LabVIEW를 통해 신호를 평가하였다. 아래 그림은 측정시스템의 모식도 이다. 

3절. 비분산 적외선 법 CO₂ 감지기 성능개선

연구내용	연구 결과
<p>Au coating cell 사용</p>	<ul style="list-style-type: none"> 긴 광로에도 빛의 세기가 소모되지 않도록 Au coating cell 사용하여 반사계수 증가시킴 <p><CO₂ 농도에 대한 출력 전압 파형></p> 
<p>신뢰성 있는 검출회로 및 증폭회로 제작</p>	<ul style="list-style-type: none"> 초전형 소자의 충/방전 미세 신호 검출을 위한 검출회로 및 증폭회로 제작 <p><신호 검출 회로의 블럭 다이어그램></p>  <ul style="list-style-type: none"> 이산화탄소 농도의 변화에 대한 초전형 센서의 충/방전 검출 신호를 Pre amp.를 사용하여 증폭한 다음 전파 정류를 한다. 그 후 평탄화 작업을 거친 후 다시 증폭을 하여 ADC를 거쳐 인텔 계열 16비트 CPU인 80196을 사용하여 LCD에 농도를 표시하도록 함.

4절. 고체전해질형 CO₂ 센서 제작

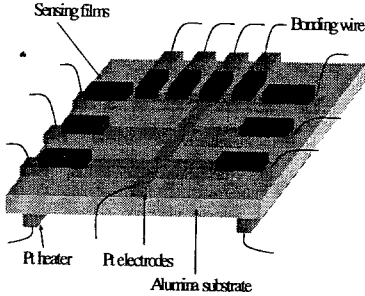
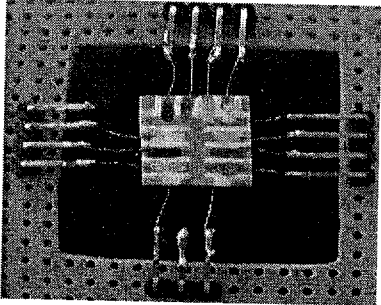
연구내용	연구결과
<p>고체전해질 (Solid electrolyte) 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - NASICON - LISICON 	<ul style="list-style-type: none"> · 박막형태의 고체전해질 개발(Green film method사용) <ul style="list-style-type: none"> - 고체전해질 : 30 μm, Pt electrode : 1 μm · 1150$^{\circ}\text{C}$ 및 3 hrs의 낮은 소결온도와 시간구현가능 · 전체 공정도 <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">Fabrication Process</div>  <pre> graph TD A[Raw materials (Na2CO3, ZrO2, SiO2, NH4H2O4)] --> B[Batch grinding and calcination] B --> C[Ball milling] C --> D[Binder adding] D --> E[Film fabrication] F[Al2O3 substrate] --> G[Upper side Pt electrode and bonding] G --> H[Lower side Pt heater] H --> I[Solid electrolyte Screen printing] I --> J[Upper side Pt wire bonding] J --> K[Heat-treatment] K --> L[Measurement] E --> I </pre>
<p>Cell 제작</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 상업화로의 응용이 가능한 모델제시 <ul style="list-style-type: none"> - 히터가 내장된 CO₂ 센서 모델(5mm×5mm) 
<p>CO₂ 감지특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 감도특성 <ul style="list-style-type: none"> - 80 mV/decade at 350$^{\circ}\text{C}$ ~ 400$^{\circ}\text{C}$ · 응답특성 <ul style="list-style-type: none"> - Response time: 9 sec for 1000 ppm · 보조전극물질 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 저온동작형 carbonate material 개발(Eutectic mixture)

5절. CO 감지기(1~50ppm) 개발

연구내용	연구결과								
<p>고감도의 박막형 가스 감지 물질의 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sn/Pt Double layer를 열산화시켜 감지막을 제조 <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A["Pt electrode deposition (1000 Å)"] --> B["Shadow mask aligning"] B --> C["Sn thin film deposition on electrode (1000 Å)"] C --> D["Pt as catalyst deposition on Sn thin film (30 Å)"] D --> E["Thermal oxidation of Sn/Pt double layer (3 hours at 600~750°C)"] </pre> <p>(a)</p> <p><CO 감지막의 제조공정></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 10ppm의 CO농도에서 안정적인 감지 특성을 가짐 <div style="text-align: center;"> <table border="1"> <caption>Sensitivity vs Concentration Data</caption> <thead> <tr> <th>Concentration (ppm)</th> <th>Sensitivity (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Concentration (ppm)	Sensitivity (%)	10	10	50	35	100	50
Concentration (ppm)	Sensitivity (%)								
10	10								
50	35								
100	50								
<p>저전력형 센서의 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2mm(가로)×2mm(세로)×200μm(두께)의 알루미나 기판에 히터와 감지막의 제조. • 50mW의 소모전력 								
<p>고속응답형 센서의 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 5초 이내의 응답 속도 								
<p>2000ppm까지의 검출범위</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 검출범위: 10~2,000 ppm 								

6절. 센서 integration 및 측정

연구내용	연구결과
<p>하나의 기판 위에 히터, 온도센서, 그리고 두개의 가스 감지막을 가지는 복합 센서 어레이의 제조</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3mm(가로)×3mm(세로)×200μm(두께)의 알루미나 기판에 히터와 두개의 감지막과 온도센서를 진공열증착법과 RF 스퍼터링 방식을 이용하여 제조
<p>복합 센서 array 제작</p> <p>conducting polymer type</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Screen Printing법을 이용하여 12개의 개별 전극 패턴 형성 후 중합방법에 따른 개별 센서막 형성 ※conducting polymer type은 상온동작센서이므로 온도·습도 보상이 고려되어야 한다. • 알루미나 기판위에 12개의 전극(Pt) 패턴을 screen printing법을 이용해 형성 → polypyrrole, polyaniline을 중합방법에 따른 개별 감지막 형성 • 보상소자(휘스톤 브리지type)를 이용한 온도 보정 : 오차범위 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ • 습도 보상 : 개별센서의 습도 영향에 대한 충분한 자료를 DB화 처리하여 PCA를 통하여 습도에 대한 영향 vector값 보상
<p>복합 센서 array 제작</p> <p>SnO₂ type</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 모물질 SnCl₄, Pt, Ca 제작 <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A[0.1 M SnCl4] --> B[Precipitation] B --> C[Washing] C --> D[Drying] D --> E[Calcining] E --> F[Grinding] F --> G[Mixing] H[Dopants] --> G </pre> <p>0.1 M SnCl₄</p> <p>H₂PtCl₆·6H₂O (CH₃COO)₂Ca·xH₂O NH₄OH pH 9.5</p> <p>Precipitation</p> <p>Washing NH₄NO₃</p> <p>Drying 100 °C , 24h</p> <p>Calcining 600 °C , 1h in air</p> <p>Grinding</p> <p>Mixing Dopants</p> </div> <p style="text-align: center;">그림 3. 모물질의 합성 공정도</p>

연구내용		연구결과																									
복합 센서 array 제작	SnO ₂ type	<ul style="list-style-type: none"> · 센서어레이에 사용된 10개 센서의 성분사양 																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Configuration</th> <th>Sensor no.</th> <th>Dopants (amounts (wt%))</th> <th>Operating conditions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">Ten sensors with a common base material of SnO₂/Ca,Pt(0.1 wt%)</td> <td>1</td> <td>none</td> <td rowspan="10">Temp. : 400 °C Consumption power : 5-6 W Size : 1.1 × 1.2 cm²</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Pt (1)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>La₂O₃ (5)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CuO (5)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Pd (3)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Sc₂O₃ (3)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>TiO₂ (1)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>WO₃ (10)</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>ZnO (1)</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Pd (3)+ V₂O₅ (0.5)</td> </tr> </tbody> </table>	Configuration	Sensor no.	Dopants (amounts (wt%))	Operating conditions	Ten sensors with a common base material of SnO ₂ /Ca,Pt(0.1 wt%)	1	none	Temp. : 400 °C Consumption power : 5-6 W Size : 1.1 × 1.2 cm ²	2	Pt (1)	3	La ₂ O ₃ (5)	4	CuO (5)	5	Pd (3)	6	Sc ₂ O ₃ (3)	7	TiO ₂ (1)	8	WO ₃ (10)	9	ZnO (1)	10
Configuration	Sensor no.	Dopants (amounts (wt%))	Operating conditions																								
Ten sensors with a common base material of SnO ₂ /Ca,Pt(0.1 wt%)	1	none	Temp. : 400 °C Consumption power : 5-6 W Size : 1.1 × 1.2 cm ²																								
	2	Pt (1)																									
	3	La ₂ O ₃ (5)																									
	4	CuO (5)																									
	5	Pd (3)																									
	6	Sc ₂ O ₃ (3)																									
	7	TiO ₂ (1)																									
	8	WO ₃ (10)																									
	9	ZnO (1)																									
	10	Pd (3)+ V ₂ O ₅ (0.5)																									
		<ul style="list-style-type: none"> · 소자 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 스크린 프린팅법으로 0.4 mm 두께의 알루미나 기판 위에 감지막과 전극 그리고 뒷면 히터 부분 형성 - 소자 크기 : 11 × 12 mm² <p style="text-align: center;">그림 제작된 소자의 개략도 및 사진</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Sensing films Bonding wire Pt heater Pt electrodes Alumina substrate</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>																									

제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1절. 1차년도

번호	세부연구개발목표 (연구계획서상에 기술된 연구목표)	달성내용	달성도 (%)
1	· CO ₂ 감지기 성능개선	- 출력 : 0.55mV/ppm - 검출범위 : 1~500ppm - 응답속도 : < 8 sec.	120
2	· CO감지기 (1~50ppm) 개발	- 모물질: SnO ₂ - 동작온도: 200 °C - 응답속도: 5초이내 - 감지한계: 10 ppm - 검출범위: 10-2000ppm	100
3	· NO ₂ 감지기 개발	- 동작온도 : 190 °C - 응답속도 : 5 sec. - 검출범위 : 0.1~12 ppm	100
4	· 유기가스(냄새)분별 및 특성평가	- 동작온도 : 실온 - 응답속도 : < 10 sec - sensor integration 최적화	100
5	· 센서 integration 및 측정	- 히터, 온도센서, 두 개의 감지막을 하나의 알루미나 기판위에 제작 - 복합센서 array의 제조	100
6	· 개별 센서의 신뢰성 확립	- 항온항습조를 이용하여 온도·습도에 대한 영향 측정 - 타 가스에 대한 영향 평가 - 재현성과 장기 안정도 평가	100

2절. 2차년도

번호	세부연구개발목표 (연구계획서상에 기술된 연구목표)	달성내용	달성 도(%)
7	· Electronic H/W 설계	- 개별 센서에 적합한 하드웨어 구현 - Interface 시스템에 연결 적합한 하드웨어 구현	100
8	· Interface 시스템 구동 및 제어를 위한 S/W 개발	- 센서의 출력을 수집하기 위한 Interface 시스템의 구축 - Interface 시스템의 활용을 위한 LabView를 이용한 S/W 구축	100
9	· 데이터 acquisition S/W coding	- 개별 센서 특성에 맞는 데이터 수집 프로그램의 제작 - LabView를 이용한 구축	100
10	· 환경가스 패턴의 visualization	- NI사의 DAQ보드를 통해서 들어오는 센서 어레이의 다중 출력을 LabView를 이용하여 환경가스 패턴으로 출력	100
11	· 연속 측정되는 환경가스패턴의 실시간 visualization	- NI사의 DAQ보드로 입력되는 신호를 연속적으로 측정하여 환경가스패턴으로 실시간으로 출력	100
12	· 측정된 미지의 환경가스 패턴과 기존의 환경가스 패턴들과의 실시간 구분 (on-line clustering)	- 제작된 센서어레이의 특성패턴을 학습 - RBF(radial basis function) Network, BP(back-propagation) Network, PCA(principal componet analysis)을 응용 - 패턴인식기를 이용하여 환경가스의 패턴 구분	100

제 5장 연구개발결과의 활용계획

1절. 연구결과의 활동분야

활용분야	활용 방안	파급효과의 예
환 경	환경 측정·제어, dynamic monitoring	쾌적한 환경, 작업능률 재고
자 동 차	쾌적운전시스템, 배기순환장치	쾌적하고 안락한 운전여건 조성
제어,계측	후각감성의 정량적 측정	계측기수의 선진화, 품질의 고급화
방 재	가스, 유류저장 및 이용처의 모니터링	안전에 대한 신뢰성 향상, 생산효율 증대
주 택	쾌적 감성지표의 활용	주거환경의 쾌적화·최적화
기 타	후각 가스의 정량적 측정	산업체 환경 모니터링

2절. 실험실 벤처를 통한 연구결과의 기술이전 / 활용 추진

(주) 센스 앤 선서 (대표 : 심창현) 의 기술이사 - 허중수, 이덕동

(주) 뉴런테크 (대표 : 박진영) 의 기술이사 - 허중수

제노스 (대표 : 유정호) 의 기술이사 - 이덕동

제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

Krishna C. Persaud (Department of instrumentation and analytical Science, UMIST, Manchester, UK)

The title : Medical Applications of ENOSE Technology

The Concept :

Traditional microbiological diagnostics identify bacteria through a process of ex-vivo culture in growth media followed by biochemical tests.

This process is often lengthy and costly.

Multi-sensor array technology provides an alternative, faster and less expensive approach to the clinical identification of specific organisms.

Our approach is based on identifying certain compounds in the gases emitted by bacteria in clinical samples.

Medical Applications :

The nose also has medical application. It can examine odours from the body, such as breath, wounds, body fluids, etc, and identify possible problems.

Odours in the breath can indicate gastrointestinal problems, sinus problems, infections, diabetes, and liver problems.

Infected wounds and tissues give off odours that can be detected by the electronic nose.

Odours coming from body fluids can indicate liver and bladder problems.

An electronic nose has also been used to track glucose levels in diabetics, determine ion levels in body fluids, and detect pathological conditions such as tuberculosis.

제 7장 참고문헌

- 1) 반상우, 조준기, 이민호, 이대식, 정호용, 허증수, 이덕동, "신경회로망을 이용한 폭발성 가스 인식 시스템", 센서학회지, 제8권, 제6호 pp461-468, 1999
- 2) 이덕동, 허증수 외, "환경측정센서 및 제어시스템 개발", 1999.2, 센서기술연구소 최종보고서
- 3) 환경부 홈페이지 (<http://www.me.go.kr>)
- 4) 환경 운동 홈페이지 (<http://www.kfem.or.kr>)
- 5) V. W. Cadner and P. N. Bartlett, "Electronic Noses", Oxford Science Publication
- 6) J.C. Kim, H.K. Jun, J.S. Huh and D.D Lee "Tin oxide methane gas sensors promoted by well dispersed Pd/alumina catalysts" Sensor and Actuators, B45, pp271-277, 1997
- 7) D.S.Lee, S.D.Han, J.S.Han and D.D.Lee "Nitrogen oxide-sensing characteristics of WO₃-based nanocrystalline thick film gas sensor" Sensor and Actuators, B3009. vol. 60. pp57-63, 1999
- 8) T.S.Jang, J.J.Lee, D.C.Lee and J.S.Huh "The mechanical behavior of optical fiber sensor embedded within the composite laminate" Journal of Materials science 34, pp5853-5860, 1999
- 9) Dae-Sik Lee, Sang-Do Han, Sang-Mun Lee, Jeung-Soo Huh, Duck-Dong Lee, "The TiO₂ Adding Effects in WO₃ based NO₂ sensors prepared by coprecipitation method", Sensor and Actuators, B, 3192, 2000
- 10) W.Y.Chung, D.D.Lee, Norio Miura, Nobru Yamazoe, "Fabrication of New Planar-Type microsensor Attached with Spin-Coated Thin Film of Tin Dioxide and Its thermal and CO Sensing Characteristics", Trans. IEE of Japan, Vol 118-E, No.2, 1998
- 11) D.S.Lee, D.D.Lee, J.S.Huh, Y.H.Hong, "NO₂ Sensor Properties of WO₃ based Thin Film Gas sensor" Journal of Korean Physical Society, vol 35, pp.S1092-1096, 1999
- 12) Norio Miura, Masaki Ono, Kengo Shinmanoe, Noboru Yamzoe, "A compact solid state amperometric sensor for detection of NO₂ in ppb range" Sensor and Actuators B49, pp101-109, 1998
- 13) P. Althainz, J. Goschnick, S. Ehrmann, H.J. Ache, "Multisensor microsystem for contaminants in air" Sensors and Actuators, B33, pp72-76, 1996
- 14) Heiko Ulmer, Jan Mitrovics, Gerd Noetzel, Udo Weimar, Wolfgang Gopel, "Odours and flavours identified with Hybrid modular sensor systems" Sensor and Actuators, B43, pp24-33, 1997
- 15) H. Troy Nagle & Ricardo Gutierrez-Osuna, "The how and why of electronic noses" IEEE Spectrum, pp22-38, 1998
- 16) H.G. Byun, K.C Persaud, S.M. Khaffaf, P.J. Hobbs, T.H.Misselbrook, "Application of unsupervised clustering methods to the assessment of malodour in agriculture using an array of conducting polymer odour sensors" Computers and Electronics in Agriculture, 17 pp233-247, 1997

특정연구개발사업 연구결과 활용계획서

사업명	중사업명	환경가스 모니터링 기술		
	세부사업명	실내 및 대기환경 오염 가스 모니터링 기술 개발		
과제명	실내 및 대기환경 오염가스 모니터링 기술 개발			
연구기관	경북대학교	연구책임자	허중수	
총연구기간	2000년. 5월. 일. ~ 2002년. 5월. 일. (60개월)			
총 연구비 (단위 : 천원)	정부출연금	민간부담금	합계	
	460,369 천원		460,369천원	
기술분야	환경			
참여기업				
공동연구기관				
위탁연구기관				
연구결과활용 (해당항목에(√) 표시)	1. 기업화 ()	2. 기술이전()	3. 후속연구추진()	4. 타사업에 활용()
	5. 선행 및 기초연구(√)	6. 기타목적활용 (교육,연구)()	7. 활용중단(미활용)()	8. 기타()

특정연구개발사업 처리규정 제 31조(연구개발결과의 보고) 제 2항에 의거 연구결과 활용계획서를 제출합니다.

- 첨부 : 1. 연구결과 활용계획서 1부.
2. 기술요약서 1부

2002 년 9 월 일

연구책임자 : 허 중 수 (인)
연구기관장 : 박 찬 석 (직인)

과학기술부장관 귀하

연구결과 활용계획서

1. 연구목표 및 내용

※ 당초 연구계획서상의 목표 및 내용을 간략히 기술(300자 이내)

WO₃ 센서와 conducting polymer 센서와 WO₃ 센서 membrane를 제조하여 이를 통해 연소배기가스 감지 기술 및 대기환경오염 가스 모니터링 기술을 형상화시킨다. 원격 환경 오염기술 측정기술을 통해 무선데이터망을 통한 측정자료의 수집이 가능하도록 하고 Web을 이용한 원격 환경관리 및 제어용 S/W 개발 및 H/W 제작을 그 목표로 한다.

2. 연구수행결과 현황(연구종료시점까지)

가. 특허(실용신안) 등 자료목록

발명명칭	특허공고번호 출원(등록)번호	공고일자 출원(등록)일자	발명자 (출원인)	출원국	비고
전기전도성 고분자 물질을 이용한 환 자의 체온유지용 발열포 제조방법	0287342	2001.1.26	허중수 외 2명	대한민국	
Manufacturing for neating pad for maintaining patient's body temperature by electrically conducting polymer	PCT/KR00/01070	2000.08.27	허중수	국외특허	
발열섬유 제조방법	10-2000-0012764	2000.03.14	허중수	대한민국	
플라즈마 디스플레이 패널용 투명 유전체 유리 조성물	10-2000-0075005	2000.10.27	허중수	대한민국	
휘발성 유기화합물을 검지할 수 있는 전도 성고분자 검지 시스 템 및 그 제조방법	10-2000-0068843	2000.11.20	허중수	대한민국	
상온센서를 이용한 체 내 냄새 검지 시스템	10-2000-0069173	2000.11.21	허중수	대한민국	
저용점 디스플레이용 투명 유전체 유리 조성물	4-1999-023588-9	2001.09.03	허중수 외 1명	대한민국	
반도체형 가스센 서용 감지막 형성 방법 및 반도체형 가스센서 어레이	10-2001-0069589	2001.11.08	허중수 외 2명	대한민국	

나. 프로그램 등록목록

프로그램 명칭	등록번호	등록일자	개발자	비고

다. 노하우 내역

라. 발생품 및 시작품 내역

마. 논문게재 및 발표 실적

○ 논문게재 실적 (별첨1 참조)

학술지 명칭	제목	게재연월일	호	발행기관	국명	SCI게재 여부
Sensors and Actuators	Thermal and gas-sensing properties of planar-type micro gas sensor	2000년 6월	B 64	Elsevier science	네덜란드	○
계: 34건수						

○ 학술회의 발표 실적 (별첨2 참조)

학술회의 명칭	제목	게재연월일	호	발행기관	국명
8th international meeting on chemical sensors	Characteristics and Fabrication of Heating Power-Controll ed Micro Gas Sensor Array	2000년 7월		IEEE	Switzer land
계: 69건수					

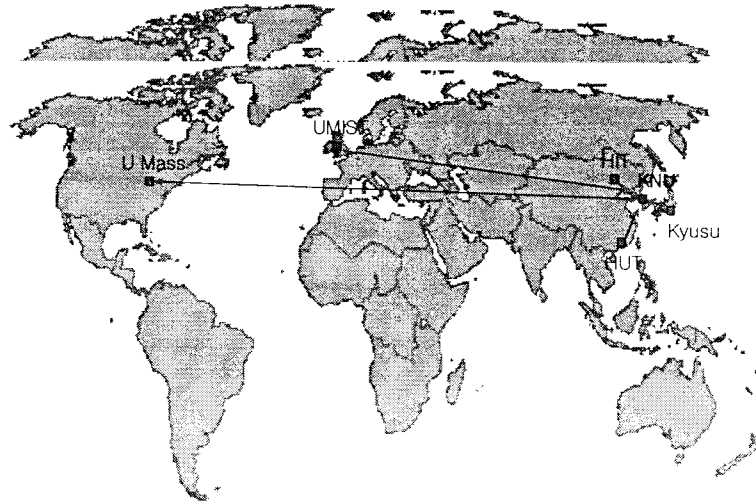
3. 연구성과

ㄱ. 국제적인 환경가스 모니터링에 대한 기술개발 거점의 기반 확충

- 영국, UMIST의 Dr. Peraud Lab과 연구 재매결연
(Dr.Persaud : 전자후각 System 연구의 Pioneer)
- 일본, Kyushu university의 Prof. Yamazoe Lab과 자매결연
(Prof. Yamazoe : "Sensor and Actuator" Editor, 화학센서연구의 선두)
- 미국, University of Messachusetts, Lowell의 Center for Advanced Materials 와 자매결연
- 중국, Harbin Institute of Technology와 인력교류
(Post doc : Zhu Xiao Long)
(Post doc : Liu Aiguo)
(Graduate Student : Zhang Linshu.)
- Vietnam, Hanoi University of Technology와 인력 교류

(Post doc : Huyen)

(Graduate student : Bui Ahn Hoa)



ㄴ. 산학연교류 협력 및 기술자문

(1) 학연교류

- | | |
|----------------|----------------|
| · 전자 부품 연구원 | 마이크로 센서시스템 연구실 |
| · 한국 기계 연구원 | 박막 재료실 |
| · 한국 전기 연구원 | 신소재 응용실 |
| · 한국 과학 기술 연구소 | 전자소자 연구실 |
| · 산업 과학 기술 연구소 | 대기 환경 연구팀 |
| · 한국 전자 통신 연구소 | 원천기술 연구소 |

(2) 산학 협력 및 기술 자문

- | | |
|-------------|--------------|
| · LIDAR테크 | · 한일컨설팅 |
| · 우진계기공업(주) | · 진산엔지니어링(주) |
| · 제니스테크 | · 한맥전자 |
| · 동양산업(주) | · 성림첨단산업 |
| · 뉴런테크(주) | |

4. 기술이전 및 연구결과 활용계획

기술 이전을 위한 연구결과의 실용화 연구 지속

5. 기대효과

6. 문제점 및 건의사항
없음

기술 요약서

■ 기술의 명칭

SnO2 와 WO3박막 및 전도성고분자 물질을 이용하여 센서를 제조하고, 제조된 센서를 이용하여 실내환경가스 모니터링 및 유지기술

■ 기술을 도출한 과제현황

과제관리번호	2002-N-NL-01-C-296			
과제명	실내 및 대기환경 오염 가스 모니터링 기술 개발			
사업명				
세부사업명				
연구기관	경북대학교	기관유형	대학교	
참여기관(기업)				
총연구기간	2000년. 6월. 일. ~ 2002년. 6월. 일.			
총연구비	정부(460,369)천원 민간()천원 합계(460,369)천원			
연구책임자 1	성명	허 중 수	주민번호	600610-1691113
	근무기관 부서	경북대학교	E-mail	jshuh@knu.ac.kr
	직위/직급	부교수	전화번호	053) 950-5562
연구책임자 2	성명		주민번호	
	근무기관 부서		E-mail	
	직위/직급		전화번호	
실무연락책임자	성명		소속/부서	
	직위/직급		E-mail	
	전화번호		FAX	
	주소	(-)		

■ 기술의 주요내용

[기술의 개요]

SnO₂ 와 WO₃박막 및 전도성고분자 물질을 이용하여 센서를 제조하고, 제조된 센서를 이용하여 실내환경가스 모니터링 및 유지기술을 실현시킨다. 개별 센서는 어레이를 이용해서 신뢰성을 확보하고 이를 통해 환경가스의 유무를 정확히 측정하도록 한다. 측정은 Electronic H/W를 설계하고 Interface 시스템 구동 및 제어를 위한 S/W를 개발하여 정확한 농도의 환경가스를 측정가능하도록 시스템을 구현한다. 수집된 데이터들은 인식이 가능하도록 패턴인식을 이용하고, 측정된 미지의 환경가스 패턴과 기존의 환경가스 패턴들과의 실시간 구분이 가능하도록 한다.

<기술적 특징>

(1) 기존의 측정기술에 비해 낮은 비용과 간편성, 휴대성이 뛰어나고 연속측정이 가능하다.

(2) WO₃, SnO₂, conducting polymer sensor를 통해 NO₂, CO, Hydro Carbon, O₃, VOCs와 같은 다양한 가스에 대한 정밀 측정이 가능하고 데이터베이스를 구축하여 패턴 인식을 통한 감지기의 지능화가 가능하다.

(3) Electronic H/W 설계와 더불어 Interface 시스템 구동 및 제어를 위한 S/W 개발 기술을 확보하고 실시간 원격 측정이 가능하다.

[용도 · 이용분야]

- (1) 환경 : 환경 측정 · 제어, Dynamic monitoring
- (2) 자동차 : 쾌적운전시스템, 배기순환장치
- (3) 제어 · 계측 : 후각감성의 정량적 측정
- (4) 방재 : 가스, 유류저장 및 이용처의 모니터링
- (5) 주택 : 쾌적 감성지표의 활용
- (6) 기타 : 후각 가스의 정량적 측정

■ 기술의 분류

[기술코드] 712 (3 Digit) (KISTEP 홈페이지 기술요약서용 기술분류표 참조)

[기술분야] (1개만 선택(√로 표시)하여 주십시오)

- | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 정보산업 | <input type="checkbox"/> 기계설비 | <input type="checkbox"/> 소재 | <input type="checkbox"/> 정밀화학·공정 | <input type="checkbox"/> 생명과학 |
| <input type="checkbox"/> 원자력 | <input type="checkbox"/> 자원 | <input type="checkbox"/> 에너지 | <input type="checkbox"/> 항공·우주 | <input type="checkbox"/> 해양 |
| <input type="checkbox"/> 교통 | <input type="checkbox"/> 보건·의료 | <input checked="" type="checkbox"/> 환경 | <input type="checkbox"/> 기초·원천 | <input type="checkbox"/> 기타 |

[기술의 활용유형] (1개만 선택(√로 표시)하여 주십시오)

- | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 신제품개발 | <input type="checkbox"/> 신공정개발 | <input type="checkbox"/> 기존제품개선 | <input checked="" type="checkbox"/> 기존공정개선 |
| <input type="checkbox"/> 기 타 () | | | |

[기술의 용도] (복수 선택(√로 표시)가능합니다)

- | | | | |
|--|---|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 기계설비 | <input type="checkbox"/> 부품소자 | <input checked="" type="checkbox"/> 원료재료 | <input type="checkbox"/> 소프트웨어 |
| <input type="checkbox"/> 가공처리기술 | <input checked="" type="checkbox"/> 자동화기술 | <input type="checkbox"/> 불량률 감소 등 현장애로기술 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 제품설계기술 | <input type="checkbox"/> 공정설계기술 | <input type="checkbox"/> 기 타 () | |

■ 산업재산권 보유현황(기술과관련한)

권리유형	명 칭	국가명	출원단계	일자	등록번호
특허	전기전도성 고분자 물질을 이용한 환자의 체온유지용 발열포 제조방법	대한민국	등록	2001.1.26	0287342
특허	발열섬유 제조방법	대한민국	공개	2000.03.14	10-2000-001 2764
특허	플라즈마 디스플레이 패널용 투명 유전체 유리 조성물	대한민국	출원	2000.10.27	10-2000-007 5005
특허	휘발성 유기화합물을 검지할 수 있는 전도성고분자 검지 시스템 및 그 제조방법	대한민국	출원	2000.11.20	10-2000-006 8843
특허	상온센서를 이용한 체내 냄새 검지 시스템	대한민국	출원	2000.11.21	10-2000-006 9173
특허	저용점 디스플레이용 투명 유전체 유리 조성물	대한민국	출원	2001.09.03	4-1999-0235 88-9
특허	반도체형 가스센서용 감지막 형성방법 및 반도체형가스센서 어레이	대한민국	출원	2001.11.08	10-2001-006 9589
특허	Manufacturing for neating pad for maintaining patient's body temperature by electrically conducting polymer	PCT출원	출원	2000.08.27	PCT/KR00 /01070

* '권리유형'란에는 특허, 실용신안, 의장, 컴퓨터프로그램, 노하우 등을 선택하여 기재

* '출원단계'란에는 출원, 공개, 등록 등을 선택하여 기재

■ 기술이전 조건

이전형태	<input type="checkbox"/> 유상 <input checked="" type="checkbox"/> 무상	최저기술료	천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전 소요기간	년 개월	실용화예상시기	년도
기술이전시 선행요건			

* 기술이전시 선행요건 : 기술이전을 위한 사전준비사항(필수 설비 및 장비, 전문가 확보 등)을 기술

* 실용화예상시기 : 기술을 활용한 대표적인 제품이 최초로 생산이 시작되는 시기를 기재

■ 기술의 개발단계 및 수준

[기술의 완성도] (1개씩 선택(√호 표시)하여 주십시오)

	① 기초, 탐색연구단계 : 특정용도를 위해 필요한 신 지식을 얻거나 기술적 가능성을 탐색하는 단계
	② 응용연구단계 : 기술적 가능성의 실증, 잠재적 실용화 가능성의 입증 등 실험실적 확인 단계
√	③ 개발연구단계 : Prototype의 제작, Pilot Plant Test 등을 행하는 단계
	④ 기업화 준비단계 : 기업화에 필요한 양산화 기술 및 주변 기술까지도 확보하는 단계
	⑤ 상품화 완료단계

[기술의 수명주기] (1개씩 선택(√호 표시)하여 주십시오)

	① 기술개념 정립기 : 기술의 잠재적 가능성만 있는 단계
	② 기술실험기 : 기술개발에 성공했으나 아직 실용성, 경제성 등이 확실치 않은 단계
	③ 기술적용 시작기: 최초의 기술개발국에서만 활용되고 있는 단계
√	④ 기술적용 성장기: 기술개발국 및 일부 선진국에서 활용되고 있는 단계
	⑤ 기술적용 성숙기: 선진국사이에서 활발한 기술이전이 일어나며, 기술의 표준화가 되어가는 단계
	⑥ 기술적용 쇠퇴기: 선진국에서 개도국으로 기술이전이 활발하게 일어나고, 선진국에서는 기술의 가치가 저하되나, 개도국에서는 아직 시장의 가치가 높은 기술

[기술발전 과정상의 기술수준] (1개씩 선택(√호 표시)하여 주십시오)

	① 외국기술의 모방단계 : 이미 외국에서 개발된 기술의 복제, reverse Eng.
	② 외국기술의 소화·흡수단계 : 국내시장구조나 특성에 적합하게 적응시킴
√	③ 외국기술의 개선·개량단계 : 성능이나 기능을 개선시킴
	④ 신기술의 혁신·발명단계 : 국내 최초로 개발

■ 본 기술과 관련하여 추가로 확보되었거나 개발중인 기술

없음

<별첨1>

순번	논문제목	저자	학술지명	제출 일	발행 년도 권호	발행 기관 (국명)	SCI여부 (O,X)
1	Thermal and gas-sensing properties of planar-type micro gas sensor	Wan-Young Chung, Jun-Woo Lim, Duk-Dong Lee, Norio Miura and Noboru Yamazoe	Sensors and Actuators	2000	B 64, June, 2000.	네덜란드 (Elsevier science)	○
2	Fabrication and Characterization of Micro Gas Sensor for Nitrogen Oxide Gas Detection	Dae-Sik Lee, Jun-Woo Lim, Sang-Mun Lee, Jeung-Soo Huh, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2000	B 64, June, 2000.	네덜란드 (Elsevier science)	○
3	Spin-coated indium oxide thin film on alumina and silicon substrates and their gas sensing properties	Wan-Young Chung, Go Sakai, Kengo Shimano, Norio Miura, Duk-Dong Lee, Noboru Yamazoe	Sensors and Actuators	2000	B 65, July, 2000	네덜란드 (Elsevier science)	○
4	The TiO ₂ Adding Effects in WO ₃ based NO ₂ sensors prepared by coprecipitation method	Dae-Sik Lee, Sang-Do Han, Sang-Mun Lee, Jeung-Soo Huh, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2000	B, 65, July, 2000.	네덜란드 (Elsevier science)	○
5	CO ₂ gas sensor using lithium ionic conductor with inside heater	Moo-Gyo Seo, Bong-Hwi Kang, Yu-Sug Chai, Kap-Duk Song, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2000	B 65, July, 2000	네덜란드 (Elsevier science)	○
6	Sensing Characteristics of Tin Dioxide/Gold Sensor Prepared by Coprecipitation Method	Jung-Hun Sung, Yun-Su Lee, Jun-Woo Lim, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2000	B 66, pp.149-152, July, 2000.	네덜란드 (Elsevier science)	○
7	Acetonitrile sensing characteristics and infrared study of SnO ₂ -based gas sensors	Jong Rack Sohn, Hyo Deck Park, Duk Dong Lee	Applied Surface Science	2000	Volume 161, Issues 1-2, 1 July 2000	네덜란드 (Elsevier science)	○

순번	논문제목	저자	학술지명	제출 일	발행 년도 권호	발행 기관 (국명)	SCI여부 (O,X)
8	Effect of substrate on NO ₂ -sensing properties for WO ₃ thin film gas sensor	Dae-Sik Lee, Ki-Hong Nam, Duk-Dong Lee	Thin Solid Films	2000	vol 375, no1-2, 2000.	네델란드 (Elsevier science)	○
9	Explosive Gas Recognition System Using Thick Film Sensor Array and Neural Network	D.-S. Lee, H.-Y. Jung, J.-W. Lim, M. Lee, S.-W. Ban, J.-S. Huh, D.-D. Lee	Sensors and Actuators	2000	B, 71/1-2, pp.89-97, 11. 2000	네델란드 (Elsevier science)	○
10	Infrared Spectroscopic Study of Acetonitrile on SnO ₂ -Based Thick Film and its Characteristics as a Gas Sensor	Jong Rack Sohn, Hyo Derk Park, and Duk Dong Lee	Journal of Catalysis	2000	195, 12-19, July 13, 2000	미국 (ACAD EMIC PRESS)	○
11	Electrical properties of ultra thin oxide grown by high pressure oxidation and N ₂ O nitridation for ULSI device applications	Tae-Moon Roh, Dae-Woo Lee, Jong-Dae Kim, Jin-Gun Koo, Kee-Soo Nam, Duk-Dong Lee	International Journal of Electronics	2001	April, 2001, VOL. 88, NO. 4,	영국 (TAYLOR & FRANCIS)	○
12	Sensing characteristics of epitaxially-grown tin oxide gas sensor on sapphire substrate	Dae-Sik Lee, Gi-Hong Rue, Jeung-Soo Huh, Soon-Don Choi, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2001	Volum e 77, Issues 1-2, 15 June 2001	네델란드 (Elsevier science)	○
13	Heating power-controlled micro-gas sensor array	Jun-Woo Lim, Dae-Won Kang, Dae-Sik Lee, Jeung-Soo Huh, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2001	Volum e 77, Issues 1-2, 15 June 2001	네델란드 (Elsevier science)	○
14	Real time multi-channel gas leakage monitoring system using CPLD chip	Wan-Young Chung, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2001	Volum e 77, Issues 1-2, 15 June 2001	네델란드 (Elsevier science)	○

순번	논문제목	저자	학술지명	제출 일	발행 년도 권호	발행 기관 (국명)	SCI여부 (O,X)
15	CH ₄ sensing characteristics of K-,Ca-, Mg impregnated SnO ₂ sensors	Soon-Don Choi, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2001	Volume 77, Issues 1-2, 15 June 2001	네덜란드 (Elsevier science)	○
16	Pattern recognition of gas sensor array using characteristics of impedance	Byung-Su Joo, Nak-Jin Choi, Yun- Soo Lee, Jun-Woo Lim, Bong-Hwi Kang, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2001	B Volume 77, Issues 1-2, 15 June 2001	네덜란드 (Elsevier science)	○
17	Recognition of volatile organic compounds using SnO ₂ sensor array and pattern recognition analysis	Dae-Sik Lee, Jong-Kyong Jung, Jun-Woo Lim, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2001	B: Volume 77, Issues 1-2, 15 June 2001	네덜란드 (Elsevier science)	○
18	The effect of a migration barrier between tungsten oxide and indium tin oxide thin film in electrochromic devices	Jeung-Soo Huh, Ha-Ryong Hwang, Ji-heum Paik, Duk-Dong Lee, Jeong-Ok Lim	Thin Solid Film	2000	385(2001) 255-259	미국	○
19	Environmental Gas Sensors	Duk-dong Lee, Dae-Sik Lee	I E E E SENSORS JOURNAL	2000	Vol. 1, No. 3, OCTOBER 2001	미국	○
20	Thermal and electrical properties of BaO-B ₂ O ₃ -ZnO system	김덕남, 이재열, 허증수, 김형순	journal. Non-crystal Solid	2001	accepted	미국	○
21	Gas Sensing characteristics of SnO ₂ thin film fabricated by thermal oxidation of a Sn/Pt double layer	Chang-Hyun Shim, Dae-Sik Lee, Sook-I Hwang, Myung-Bok Lee, Jeung-Soo Huh, Duk-Dong Lee	Sensors and Actuators	2001	Volume 81, Issues 2-3, 5 January 2002	네덜란드 (Elsevier science)	○

순번	논문제목	저자	학술지명	제출 일	발행 년도 권호	발행 기관 (국명)	SCI여부 (O,X)
22	Pattern Recognition of a Gas Sensor Array Using Impedance	Yun-Su Lee, Byung-Su Joo, Nak-Jin Choi, Bong-Hwi Kang and Duk-Dong Lee	Journal of the Korean Physical Society	2000	Vol. 37, No. 6, December 2000,	한국 (한국 물리학회)	O
23	투과형 EFPI 광섬유 센서를 이용한 변형률 및 온도의 측정을 위한 연구	김상춘, 이종주, 허중수	센서학회지	2000	1, 2000	한국 (센서학회)	X
24	표면부착된 분포형 광섬유 센서의 유한요소해석	김상춘, 이정주, 권일범, 허중수	센서학회지	2000	1, 2000	한국 (센서학회)	X
25	삽입된 광강도형 광섬유센서가 지능형 복합재 주교물의 건전성에 미치는 영향 및 피로손상 감지	이동춘, 이정주, 서대철, 허중수	센서학회지	2000	1, 2000	한국 (한국센서학회)	X
26	Phthalocyanine Organic Semiconductor for NO _x Gas Sensor	Suk-Bong Jung, Jae-Chang Kim, Hee-Kwon Jeon, Duk-Dong Lee, Jong-Gi Jee and Dong-Han Choi	The Korean Journal of Ceramics	2000	6[3], 2000	한국 (한국요업학회)	X
27	반도체 가스 센서 어레이의 제작 및 폭발성 가스 감을 특성	이대식, 정호용, 반상우, 이민호, 허중수, 이덕동	전자공학회지	2000	11, 2000	한국 (한국전자학회)	X
28	Sol-Coprecipitation 법에 의한 NO 감지용 WO ₃ 센서 제조시 pH의 영향	김석봉, 이대식, 이덕동, 허중수	센서학회지	2001	제10권 제2호 3, 2001	한국 (한국센서학회)	X
29	졸 겔법을 이용한 In ₂ O ₃ 박막의 오존 센서	이윤수, 송갑득, 최낙진, 주병수, 강봉휘, 이덕동	센서학회지	2001	제10권 제2호 3, 2001	한국 (한국센서학회)	X
30	센서 에러리와 주성분 기법을 이용한 가연성 가스 인식	이대식, 허중수, 이덕동	센서학회지	2001	제10권 제2호 3, 2001	한국 (한국센서학회)	X

순번	논문제목	저자	학술지명	제출 일	발행 년도 권호	발행 기관 (국명)	SCI여부 (O,X)
31	휘발성 유기화합물 측정을 위한 전도성고분자 센서의 감응기구에 관한 연구	황하룡, 백지흠, 허중수, 이덕동, 임정옥, 이준영	한국재료 학회지	2001	제11권 제7호, 7, 2001	한국 (한국 재료 학회)	×
32	투명 유전체의 제조 기술의 현황 및 전망	박준현, 정병해, 홍경 준, 허중수, 김형순	한국정보디스 플레이학회	2001	Vol.2, No. 6 (2001)	한국 (정 보 디 스 플 레 이 학 회지)	×
33	휘발성 유기 화합물 가스 측정을 위한 전도성 고분자 센서의 製造와 感應特性	백지흠, 황하룡, 노진규, 허중수, 이덕동, 임정옥, 변형기	센서학회 지	2001	제10권 제2호 3, 2001	한국 (한국 센서 학회)	×
34	MOVPE 법으로 GaN 위에 성장시킨 Al _{1-x} In _x N 박막의 광 학적 특성	신동원, 김성익, Yoshida, 허중수	한국재료 학회지	2002	vol.12. No. 2 (2002)	한국 (재료 학회)	×

<별첨2>

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
1	Characteristics and Fabrication of Heating Power-Controlled Micro Gas Sensor Array	8th international meeting on chemical sensors	Jun-Woo Lim, Dae-Won, Kang, Dae-Sik Lee, and Duk-Dong Lee	Switzerland	2000,7
2	Vapor Sensing with Conducting Polymer Sensing Array	8th international meeting on chemical sensors	J.S.Huh, H.R.Hwang, S.B.Kim, D.S.Lee, D.D.Lee, J.O.Lim, H.K.Byun	Switzerland	2000,7
3	Sensing Characteristics of Epitaxially-grown Tin Oxide Gas Sensor on Sapphire Substrate	8th international meeting on chemical sensors	Dae-Sik Lee, Gi-Hong Rue, Soon-Don Choi, Duk-Dong Lee	Switzerland	2000,7
4	Substrate Effects on the Microstructure and Gas Sensing Properties of Spin-Coated Indium Oxide Film	8th international meeting on chemical sensors	Wan-Young Chung, Kengo Shimano, Norio Miura, Duk-Dong Lee and Noboru Yamazoe	Switzerland	2000,7
5	Recognition of VOC Gases Using the Nanocrystalline Thick Film SnO ₂ Gas Sensor Array and Pattern Recognition Analysis	8th international meeting on chemical sensors	Dae-Sik Lee, Ho-Young Jung, Jun-Woo Lim, Jeung-Soo Huh, Duk-Dong Lee	Switzerland	2000,7
6	Pattern Recognition of Gas Sensor Array Using Characteristics of Impedance	8th international meeting on chemical sensors	Byung-Su Joo, Nak-Jin Choi, Bong-Gyun Kim, Yun-Su Lee, Jun-Woo Lim, Duk-Dong Lee	Switzerland	2000,7
7	Design and Fabrication of Multi-Channel Gas Leakage Monitoring System Using CPLD Chip	8th international meeting on chemical sensors	Wan-Young Chung, Duk-Dong Lee	Switzerland	2000,7
8	In ₂ O ₃ Thin Film Ozone Sensor Prepared by Sol-Gel Method	8th international meeting on chemical sensors	Yun-Su Lee, Wan-Young Chung, Duk-Dong Lee	Switzerland	2000,7
9	CH ₄ Gas Sensing Characteristics of K-, Ca-, Mg- Impregnated SnO ₂ Sensors	8th international meeting on chemical sensors	Soon-Don Choi and Duk-Dong Lee	Switzerland	2000,7

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
10	Application of adaptive RBF networks to odour classification using conducting polymer sensor array	The 7th International Symposium olfaction and electronic nose	H-G. Byun, N-Y. Kim, K. C. Persaud, J-S. Huh, D-D. Lee	England	2000,7
11	An Electric Nose for Recognizing Combustible Gases Using Thick Film Sensor Array and Neural Network	The 7th International Symposium olfaction and electronic nose	D. S. Lee, J. W. Lim, J. S. Huh, H. G. Byun, D. D. Lee	England	2000,7
12	An intelligent explosive gas recognition system	The International conference on Electrical Engineering 2000	S.-W Ban, J.-K. Cho. M. Lee, D.-S. Lee, H.-Y. Jung, J.-S. Huh, D.-D. Lee	Kitakyu shu, Japan	2000,7
13	GaN Thin Film Gas Sensors	The International Workshop on Nitride Semiconductor	D.-S. Lee, C.-H. Shim, J.-H. Lee, D.-D. Lee	Nagoya, Japan	2000,9
14	A New Micro Sensor Array With Porous Tin Oxide Thin Films and Microhotplate Dangled by Wires in Air	The 11th International conference on Solid-State Sensors and Actuators	Dae-Sik Lee, Chang-Hyun Shim, Jun-Woo Lim, Jeung-Soo Huh, and Duk-Dong Lee	Germany	2001,6
15	Classification of Indoor Environment Gases Using Temperature Modulation of Two SnO ₂ Sensing Films on a Substrate	The 11th International conference on Solid-State Sensors and Actuators	Nak-Jin Choi, Chang-Hyun Shim, Kap-Duk Song, Dae-Sik Lee, Jeung-Soo Huh, and Duk-Dong Lee	Germany	2001,6
16	Thermal Optimization of a Novel Micro Gas Sensor Array With Different Operating Temperatures	The 11th International conference on Solid-State Sensors and Actuators	Wan-Young Chung, Jun-Woo Lim, and Duk-Dong Lee	Germany	2001,6
17	A Novel Micro Gas Sensor Array Using Temperature Gradient on the Single Glass	The 11th International conference on Solid-State Sensors and Actuators	Jun-Woo Lim, Byung-Su Joo, Ho-Yong Jung, Dae-Sik Lee, Jeung-Soo Huh, Wan-Yong Chung and Duk-Dong Lee	Germany	2001,6
18	Environmental Gas Sensors and Their Application	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	<u>Duk-Dong Lee</u>	Japan	2001,12

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
19	High Stabilized Micro Gas Sensors with Single Electrode	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Kap-Duk Song, Yenung-II Bang, Sang-Mon Lee, Yun-Su Lee, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	2001,12
20	Effects of Crystal Structures on Gas Sensing Properties of Nanocrystalline ITO Thick Films	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Bong-Chull Kim, Jae-Yeol Kim, Chang-Hyun Shim, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	2001,12
21	Studies on the Mechanism of Conducting Polymer Sensor for Volatile Organic Compound	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	H.R. Hwang, J. G. Roh, J.O. Lim, J.Y. Lee, J. S. Huh and D.D. Lee	Japan	December 4-7,2001
22	Sensing Characteristics of NASICON Thick Film Sensor by Novel Fabrication Method	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	J.M. Chang, J.S. Choi, J.C.Bae, K.D. Song, Y.I.Bang, J.S. Huh, D.D. Lee	Japan	December 4-7,2001
23	Preparation of Lithium Ionic Conductor by Ceramic Sheet and their CO2 Sensing Characteristics	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	J.S. Choi, J.M. Chang, K.D. Song, Y.I. Bang, Y.I.Bang, J.S. Huh, D.D. Lee	Japan	December 4-7,2001
24	Pattern Classification of Gas Sensor Array with Online Retractable RBF Network	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Byung-Su Joo, Sang-Mun Lee, Yun-Su Lee, Nak-Jin Choi, Jong-Kyung Jung, Joon-Boo Yu, Min-ho Lee, Hyung-Gi Byun, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
25	Design of DSP Core Processor for Improving of Learning Speed in Neural Network	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Jong-Kyong Jung, Nak-Jin Choi, Byung Soo Joo, Hyung-Gi Byun, Jeung-Soo Huh and Duck-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
26	The Polymer Sensors with Different Electrodes for Volatile Organic Compounds	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Byung-Soo Lee, Kyung-Mun Lee, Jin-Gue Roh, Ha-Ryong Hwang, Chae-gen Lim, Youn-Soo Lee, Jeong-OK Lim, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
27	NH3 Sensing Characteristics of Conducting Polymer Fabricated by Chemical Polymerization	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Byoung-Tae Kim,, Jin-Gue Roh, Ha-Ryong Hwang, Chae-gen Lim, Youn-Su Lee, Byung-Su Joo, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
28	Conjugate Polymer Sensor for Volatile Organic Compounds	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Jin-Gue Roh, Byung-Soo Lee, Kyung Mun Lee, Joon Boo Yu, Ha-Ryong Hwang, Hyung Gi Byun, Jeong-OK Lim, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
29	Implementation of VOCs recognition system using conducting polymer sensor array	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Joon Boo Yu, Jin-Gue Roh, Ha-Ryong Hwang, Hyung Gi Byun, Jeong-OK Lim, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
30	Fabrication of Optical Fiber Gas Sensor with Conducting Polymer	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Yun-Su Lee, Byoung-Tae Kim, Chae-Gen Lim, Kap-Duk Song, Sang-Mun Lee, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
31	Gas Sensing Characteristics of SnO ₂ Thin Film Fabricated by Sn/Pt/Sn/Pt Multi Layer Thermal Oxidation	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Chang-Hyun Shim, O-shik Kwon, Nak-Jin Choi, Bong-Chull Kim, Gi-Hong Rue, Myung-Bok Lee Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
32	The Effect of Tin Black Filter Film on the Sensitivity of a SnO ₂ Gas Sensor	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	O-shik Kwon, Sook-I Hwang, Chang-Hyun Shim, Bong-Chull Kim, Gi-Hong Rue, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
33	Gas Sensing Characteristics of Tin Dioxide Film Using Porous Tin Black	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Sook-I Hwang, O-shik Kwon, Chang-Hyun Shim, Bong-Chull Kim, Gi-Hong Rue, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
34	Effects of particle Size on Gas Sensing Properties of Nanocrystalline ITO Thick Films	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Jae-Yeol Kim, Bong-Chull Kim, Xiao-Long Zhu, Chang-Hyun Shim, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
35	Implementation of Alert System for Indoor Toxic Gases by Temperature Modulation	The 5th EAST ASIAN CONFERENCE ON CHEMICAL SENSORS	Nak-Jin Choi, Chang-Hyun Shim, Kap-Duk Song, Byung-Su Joo, Yun-Su Lee, Sang-Mun Lee, Jong-Kyong Jung, Hyung-Gi Byun, Jeung-Soo Huh and Duk-Dong Lee	Japan	December 4-7,2001
36	Thermal and electrical properties of transparent dielectric for AC-PDP in BaO B ₂ O ₃ -ZnO system		D.N.Kim, H.S.Kim, J.Y. Lee, J.S. Huh	한국	2000.6

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
37	Fe ₂ O ₃ 를 이용한 alcohol sensor 제작 및 감응특성	2000 KIGAS Autumn conference	이윤수, 송갑득, 이상문, 심창현, 최낙진, 임준우, 이대식, 이덕동, 홍영호	한국	2000.9.30
38	SnO ₂ 열산화 막을 이용한 마이크로 가스센서 어레이의 제작 및 특성	2000년도 한국센서학회 종합학술대회	정호용, 임준우, 심창현, 이대식, 강봉휘, 정완영, 이덕동	한국	2000.11.17
39	Fe ₂ O ₃ 를 이용한 alcohol sensor 제작 및 감응특성	2000년도 한국센서학회 종합학술대회	이윤수, 송갑득, 이상문, 주병수, 강봉휘, 이덕동	한국	2000.11.17
40	열적 과도상태에서의 SnO ₂ 감지막의 가스감지특성	2000년도 한국센서학회 종합학술대회	최낙진, 심창현, 송갑득, 이윤수, 이대식, 강봉휘, 허중수, 이덕동	한국	2000.11.17
41	VHDL을 아용한 패턴인식 신경망 프로세서 설계	2000년도 한국센서학회 종합학술대회	이재도, 정종경, 최낙진, 임준우, 강봉휘, 이덕동	한국	2000.11.17
42	가연성 가스인식을 위한 가스센서 어레이 제작 및 특성	2000년도 한국센서학회 종합학술대회	이대식, 정호용, 임준우, 홍영호, 류기홍, 최진삼, 허중수, 이덕동	한국	2000.11.17
43	α -AL ₂ O ₃ (0001) 기판에 에피택셜 성장된 SnO ₂ 박막 가스센서	2000년도 한국센서학회 종합학술대회	이대식, 류기홍, 최진삼, 허중수, 이덕동	한국	2000.11.17
44	B ₂ O ₃ -ZnO-SiO ₂ 계를 투명유전체 응용을 위한 Na ₂ O 및 CaO 의 영향	2000년도 추계 재료학회	박준현, 홍경준, 허중수, 김형순	한국	2000.11
45	Interfacial reaction Between PbO-siO ₂ -Al ₂ O ₃ dielectric and Transparent Elecrode	17th International korea-japan seminar on ceramics	D.N.Kim, H.S.Kim, J.Y. Lee, J.S. Huh	한국	2000.12

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
46	cell Fabrication and Electrochemical of SSZ/SSZ-Ni/YSZ Type's solid Oxide Fuel Cell	17th International korea-japan seminar on ceramics	J.S. Choi, J. S. Huh, H.S. Kim	한국	2000.12
47	Reaction at interface between dielectric and Ag electrode during the firing process in PDP	18th International korea-japan seminar on ceramics	Kyung-Jun Hong, Jun-Hyun Park, Hyung-Sun Kim, Jeung-Soo Huh	한국	2001.11
48	Fabrication of new Pb-less dielectric for PDP; B2O3-CaO-ZnO-P2O5 system	18th International korea-japan seminar on ceramics	J.H.Park, K.J. Hong, H.S. Kim, J.S.Huh	korea	2001.11
49	에픽텍셀 성장된 SnO ₂ 가스센서의 제작 및 가스 감응 특성	제8회 한국반도체 학술대회	이대식, 류기홍, 최진삼, 허중수, 이덕동	한국	2001,2,14
50	Volatile Organic Compounds Recognition Using SnO ₂ Gas	제8회 한국반도체 학술대회	Dae-Sik Lee, Minho Lee, Jun-Woo Lim, Jeung-Soo Huh, Duk-dong Lee	한국	2001,2,14
51	나노입자로 구성된 SnO ₂ 박막 가스센서의 특성연구	제 9회 한국반도체 학술대회	황숙이, 심창현, 권오식, 류기홍, 허중수, 이덕동	한국	2002,2,22
52	Recognition of Indoor Environmental Gases Using Two Sensing Films On a Substrate	제 9회 한국반도체 학술대회	Nak-Jin Choi, Chang-Hyun Shim, Kap-Duk Song, Byung-Su Joo, Jong-Kyong Jung, O-Shik Kwon, Young-Seob Kim, Jeung-Soo Huh, Hyung-Gi Byun, Duk-Dong Lee	한국	2002, 2,22
53	VOC Recognition with Sensor Array and Neuro-Fuzzy network	The Electrochemical Society	Dae-sik Lee, Jeung Soo Huh, M Lee, Duk-Dong Lee	한국	2001,3
54	새로운 형태의 마이크로 가스센서 어레이 제작 및 폭발성 가스 인식으로의 응용	제 3회 한국 MEMS 학술대회	이대식, 심창현, 이덕동, 김윤택	한국	2001,4,13

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
55	Application of Adaptive RBF Network for odour classification under drift effect using conducting polymer sensor array	The Electrochemical Society	H-G Byun, N-Y Kim, K-C Persaud, Jeung Soo Huh, Duk-Dong Lee	한국	2001,3
56	FABRICATION OF MEMBRANE MONITORING NOXIOUS ODOR IN STOMACH AND DEVELOPMENT OF MONITRING SYSTEM	Proceeding of the 32nd International Symposium on Robotics	Yun-su Lee, Byoung-Tea Kim, Jee-Heum Paik, Ha-Ryuong Hwang, Jeung-Soo Huh, and Duk-dong Lee	Seoul, Korea	2001,4
57	Plasma Display Panel 의 투명 유전체용 유리분말 설계	2001년도 춘계 재료학회	박준현, 홍경준, 허증수, 김형순	한국	2001.5
58	Reaction between dielectric layer and Ag electrode in PDP	IMID, 2001	Kyung-Jun Hong, Jeung-Soo Huh, Jun-Hyun Park, Hyung-Sun Kim	한국	2001.8
59	Application of borate glasses to a transparent dielectric in plasma display panel	IMID 2001	J.H.Park, H.S.Kim, K.J.Hong, J.S.Huh	korea	2001.9
60	Micro Gas Sensor Array with Neural Network for Classifying Explosive Gasses	Proceeding of the International Sensor Conference (ISC)	Dae-Sik Lee, Duk-Dong Lee and youn Tae Kim	Seoul, Korea	2001,10
61	The Fabrication and Sensing Characteristics of Conducting Polymer Sensor the Group I B Metal Electrode for NH3 Gas	Proceeding of the International Sensor Conference (ISC)	ChaeGen Lim, Byungtae Kim, Yunsu Lee, Osik Kwon, Jeungsoo Huh, and DukDong Lee	Seoul, Korea	2001,10
62	Gas Sensing Characteristics of Tin Oxide Film Fabricated by Sn and Pt Multi-layer Thermal Oxidation	Proceeding of the International Sensor Conference (ISC)	Changhyun Shim, Oshik Kwon, Nakjin Choi, Bongchull Kim, Myungbok Lee, Jeungsoo Huh, and DukDong Lee	Seoul, Korea	2001,10
63	Ultra Porous Tin Oxide Fabricated by Thermal Oxidation of Tin Black Film	Proceeding of the International Sensor Conference (ISC)	Sookl Hwang, ChangHyun Shim, Osick Kwon, BongChull Kim, GiHong Rue, Jeungsoo Huh, and DukDong Lee	Seoul, Korea	2001,10

순번	학술발표제목	심포지엄명	발표자	발표장소 (국명)	일시
64	Electrochemical Behavior NASICON Solid Electrolyte Prepared with Ceramic Sheet by Wet-milling Process	Proceeding of the International Sensor Conference (ISC)	Yeungil Bang, Kapduk Song, Jaemyung Chang, Jinsam Choi, Jeungsoo Huh, and DukDong Lee	Seoul, Korea	2001.10
65	Arithmetic Block Design of Weight Value Computation for Improvement of Learning Speed in Neural Network	Proceeding of the International Sensor Conference (ISC)	Jongkyong Jung, Nakjin Choi, Byungsu Joo, Jaedo Lee, Youngseab Kim, Jeungsoo Huh, and DukDong Lee	Seoul, Korea	2001.10
66	투명 유전체 (PbO-B2O3-SiO2-Al2O3) 소성에 따른 Ag+ 과 Sn2+ 의 특성 및 거동	2001 추계 한국세라믹학회	홍경준, 박준현, 김형순, 허증수	한국	2001.10
67	투명 유전체용 ZnO-B2O3-CaO 계의 흡습성 개선	2001 추계 한국세라믹학회	박준현, 홍경준 허증수, 김형순	한국	2001.10
68	투명 유전체 (PbO-B2O3-SiO2-Al2O3) 에서 Ag+과 Sn2+의 반응성	2001 추계 한국재료 학회	홍경준, 박준현, 김형순, 허증수	한국	2001.11
69	점도에 따른 투명 유전체(PbO-B2O3-SiO2- Al2O3) 물리적 및 광학적 특성 변화	2001 추계 한국재료 학회	차건영, 박준현, 김형순, 허증수	한국	2001.11