

천연가스의 안전과 가스 누설 감지 기술

최 동 수

1. 서론

인간의 五感を 대신하는 센서 기술은 21세기 첨단·복합 산업의 발전에 가장 중요하고도 필수적인 요소로서, 日本의 경우 7대 첨단 기술 그리고 美國의 경우 12개의 핵심 기술 분야 중의 하나로 지정되어 있다. 더욱이 최근 선진국에서는 次世紀를 겨냥하여 센서의 輕薄短小化와 이에 따른 센서의 高/多기능 그리고 인공지능화를 추진함으로써 향후 센서의 적용 범위가 산업 및 범 일상적인 생활에서의 방재/보안시스템을 비롯하여 정밀 제품의 생산 및 공정 자동화, 그리고 각종 계측제어 장비와 공해방지부터 자동차 및 가전 제품에 이르기까지 그 응용 범위는 실로 매우 광범위하게 될 것이다.

그러나 컴퓨터와 같은 정보처리 전자기기의 급속한 진보와 비교하여 센서의 개발은 다소 늦은 편이기 때문에, 安全을 비롯한 다양한 관련 정보를 수집하는데 가장 근본이 되는 센서의 기술 개발 중요도가 점점 커지고 있다.

특히 한국은 지난 30여년간 산업 전반에서 量的으로 고속 성장을 이루어 왔으나 量的 성장에만 치중한 결과로 安全에 대한 不感症이 심각한 당면 문제로 대두되고 있다. 실제적으로 모든 분야에서의 安全 확보에 대한 우리의 기술력은 매우 낙후된 실정이며, 만일 이러한 상황이 개선되지 않는다면 향후 우리의 국제 경쟁력까지도 저하시키는 요인이 될 것이다. 국제적으로 WTO의 출범과 OECD의 가입 등 급격한 환경변화下에 이제는 安全 확보만이 主 목적이 아니라 安全을 바탕으로한 각 경제/산업 활동의 효율적이고 기능적인 수행, 즉 기획부터 설계, 운용, 분석관리 및 유지, 상황대처 그리고 환경제어까지 安全개념이 포함된 질적인 기술 성장을 이루어야할 형편이다.

1986년 10월 國內 처음으로 도입한 천연가스(LNG)는 점점 국가 주요 에너지원으로 자리를 잡아가고 있으며, 이제는 그 수요 분야도 단순히 발전 및 가정취사용에서 탈피하여 다양한 분야로 사용될 전망이다. 근래에 이르러 천연가스의 급격한 소비 증가와 이에 따른 각종 事故 및 災害 豫防 또한 쾌적한 환경



최 동 수

- 1957년 생
- University of Michigan(공학박사)
- 한국가스공사 연구 개발원 책임 연구원

제어를 위해서 高감도의 신뢰성 있는 가스센서 (gas sensors)를 바탕으로 한 가스 누설 경보기의 개발 필요성이 절실히 요구되고 있다.

특히 천연가스(LNG)는 편리하고 깨끗한 에너지원이지만 生産, 供給 그리고 利用 과정에서 공기와 같은 산화성 기체와 어느 일정한 농도 범위, 즉 폭발 한계(조성에 따라 다르지만 대략 5-15%) 내에 혼합되어 점화원이 있게 되면 화염이 급속히 전파하여 폭발을 일으키는 가연성 가스로서 가스 누설에 대한 경계심을 반드시 필요로 한다. 실제적으로 천연가스 인수기지 설비와 배관망을 통한 가스의 저장, 공급 및 유지 관리에서 가장 중요하게 대두되는 문제는 가스 누설을 방지하는 것, 그리고 발생한 누설을 조기에 발견하여 대처하는 것이다. 이와 같은 업무는 저장 탱크를 비롯하여 밸브, 정압기, 가스 배관망 그리고 각 설비들의 기능 점검과 노후도 조사, 또한 부적절한 설비 운용의 교정 등 비교적 광범위한 편이지만 목적과 경제성 등을 감안하여 적절한 방법을 잘 선택하는 것도 당면 문제라고 볼 수 있다.

LNG(액화천연가스)가 공기중으로 누출되면, 즉시 기화하면서 그 증발열에 의해 공기중의 수분이 응축하여 안개가 발생하거나 소량의 누출 때에는 icing을 볼 수 있어서 육안으로 발견이 용이하다. 그러나 현장 기술자의 常時 점검이 여의치 않거나 특히 기화된 가스(NG)의 취급 때에는 가스 누설의 조기 감지 또는 항상 모니터링(감시)시스템이 절대적으로 필요하다. 가스 센서를 이용하는 가스 누설 경보 시스템은 설비 운용의 이상 유무 판단 그리고 누설에 기인한 각종 재난 방지를 위한 보안 설비이지만 방대한 자본투자가 요구되는 천연가스의 전체 설비中 극히 일부분에 불과하며 따라서 소요되는 투자 비용도 극히 적다. 그러나 무엇보다도 가스 센서 및 누설경보 시스템의 기술적인 특성을 잘 이해하고 효과적으로 運用하는 것은 적은 설비 투자로 많은 경제적인 효

과를 갖게 하고 아울러 질적인 기술 경쟁력의 향상에 기여한다고 말할 수 있다.

2. 가스 센서의 종류

가스 누설 감지 기술 中 핵심이 되는 가스 센서 기술은 여러 타입의 센서들 특히 화학 센서(chemical sensor)중에서 가장 기본이 되는 것으로 감지 대상인 화학 물질(가스)의 종류 및 농도에 대한 정보를 電氣 신호와 같이 취급할 수 있는 입력 신호로 바꾸어 준다.

가스 센서에는 많은 종류가 있으나 모든 가스를 검출할 수 있는 한 가지의 종합적인 가스 검출 방식은 아직 알려지지 않고 있다. 가스 센서의 主 재료는 세라믹스(금속 산화물)이며 현재 실용화되어 있는 가스 감지법으로서 센서 素子の 物性에 따라 다음과 같이 크게 세가지로 분류할 수 있다.

- (1) 접촉 연소식 가스센서(접촉 촉매 연소 특성을 이용한 온도 변화를 감지),
- (2) 반도체식 가스 센서(재료 표면에서의 전도성 전자의 數에 따라 변하는 電氣전도도/熱전도도를 감지),
- (3) 고체 전해질식 가스 센서(가스 성분 이온의 이동에 따라 발생하는 기전력/전류를 감지)

또한 센서 素子の 형태에 따라 벌크(bulk)식, 후막(thick film)식, 박막(thin film)식으로 나눌 수 있으며, 이중 박막/후막식 가스 센서는 주로 반도체나 고체 전해질 타입에 해당되며, 향후 多기능적이고 복합적인 센서 기능 요구의 추세에 따라 반도체 제조 기술을 응용함으로써 센서의 소형화 및 低 전력 소모 그리고 低 가격화 등을 이루게 되어 유망한 첨단 분야로 기술 개발이 가속화되고 있다.

접촉 연소식 가스 센서

접촉 연소식 가스 센서는 현재 가장 널리 사용되고 있는 타입으로 센서 소자의 표면에

산화 촉매를 첨가하고 高温으로 유지한 상태에서 가연성 가스가 접촉하면서 촉매 연소(산화)하여 발생하는 연소열에 의해 온도가 상승하는 특성을 이용한다. 이때 증가되는 온도에 따라 센서소자内の 백금선의 저항 값이 변하여 가스 농도를 측정한다. 대표적인 例로서 담체로는 Al_2O_3 , 산화 촉매로는 Pt, Pd 그리고 히터/리드선은 Pt선으로 구성되어 있다.

접촉 연소식의 전체 조건은 被檢 가스가 완전히 연소되는 것이며, 이 조건을 만족시키기 위해서는 활성이 높은 촉매재료를 사용하여야 하며, 소자의 작동 온도도 높아야 한다(약 $500^{\circ}C$). 측정원리로는 산화 촉매를 사용한 가스 감지용 센서 소자와 산화 촉매를 사용하지 않은 보상 소자(reference sensor)를 1 set으로 전형적인 브리지 회로를 사용한다. 접촉 연소식 가스센서는 폭발 하한계 농도의 1/20 정도의 농도까지 감지할 수 있으며, CO와 같은 독성 가스를 제외한 거의 모든 가연성 가스의 센서로 사용할 수 있는 장점이 있으나, 가연성 가스는 모두 연소 반응을 일으키기 때문에 선택성이 그다지 좋지 않다. 또한, 천연가스의 주성분인 CH_4 와 같은 高温 연소를 필요로 하는 가스에서는 촉매 수명에 문제가 있을 수 있으며, 감도 및 장기 안정성에 대한 개선의 여지가 있다. 그러나 근래에 Pt 촉매 대신에 Pd, PdO, PtO_2 등을 사용하여 CH_4 에 대한 감도 및 선택성 그리고 장기 안정성을 향상시키는 등 꾸준한 기술 개발로 단점들이 많이 보완되고 있다.

반도체식 가스 센서

공업용 가연성 가스 경보기를 비롯하여 가정용 그리고 휴대용 가스 누설 경보기로서 접촉 연소식이 현재 가장 널리 사용되고 있지만, 반도체식 가스 센서가 감도가 우수하고 구조가 간단하며 그리고 수명이 길다는 장점에서 점차적으로 널리 보급되고 있다.

반도체식 가스 센서는 산화물 반도체의 표면에서 被檢 가스의 吸着, 脫離에 의해 발생하는 현상(電氣전도도 즉 저항의 변화 또는 熱전도도의 변화)을 이용한다. 또한 반도체식 가스 센서는 그 형태에 따라 크게 벌크형, 후막형 및 박막형 등으로 분류되나, 현재 시판중인 반도체식 가스 센서는 대부분 소결법으로 제조된 벌크(bulk)형의 센서이나 후막형 반도체식 가스 센서도 지속적인 기술 개발의 결과로 널리 활용될 전망이다. 대표적인 반도체 재료의 例로서 표면에서의 전기 전도도 변화 특성을 이용하는 SnO_2 , ZnO , In_2O_3 등과 벌크의 전기 전도도 변화 특성을 주로 이용하는 $\gamma-Fe_2O_3$, $\alpha-Fe_2O_3$, WO_3 등이 있다.

반도체식 가스 센서는 吸着한 가스가 오래 남아 있으면 연속 측정이 불가능하므로 대략 $200-400^{\circ}C$ 에서 가열하여 계속 흡착하지 않도록 하여 작동된다. 가연성 가스가 없는 경우에는 대기 중에서 일정 온도로 가열된 센서 소자의 표면은 산소를 吸着하고 있으며, 吸着된 산소는 電氣 전도에 관여하고 있는 電子를 구속하고 있어서 센서 素子は 낮은 電氣전도성을 나타낸다. 그러나 수소나 탄화수소와 같은 환원성 또는 가연성 가스가 접촉하면 吸着되었던 산소와 반응하여 산소를 제거되므로 전도성 전자의 상대적인 數가 증가하므로 電氣전도도가 증가하게 된다. 이 타입의 가스 센서는 低농도에서의 출력의 변화가 크고 高감도이며, 수명이 길다. 그러나 低농도에서는 감도가 우수하나 高농도의 경우에는 정밀도가 결여되는 특징이 있다. 주로 농도측정보다는 가스 존재 유무를 감지하는 형태로 가정용 가스경보기 및 공업용 가연성 가스/독성 가스 경보기 그리고 불완전 연소(CO) 경보기 등이 있다.

반도체 센서 素子の 熱전도도 변화 특성을 이용하는 타입은 일명 열선형 반도체식 가스 센서라고 하며, 구조는 백금 코일 위에 반도체 재료인 SnO_2 를 도포해서 소결한 것으로 백금선은 히터 및 온도 감지의 기능을 겸하고 있

다. 반도체의 열전도도는 자유 전자의 농도에 의존하므로 平常時에는 흡착되어 있는 산소(O₂)가 가연성 가스에 의해 제거되어 자유 전자의 농도가 증가하고 이에 따라 열전도도가 증가되어 센서 素子 표면에서의 방열 속도가 증가하여 히터인 백금선의 온도가 내리고 전기 저항이 변하게 된다. 열선형 반도체식 가스 센서는 低농도에서의 출력 변화가 크고 高감도이며 수명이 길고 안정성 그리고 소형화 및 저전력 소모가 가능하나 센서 素子の 초기 안정화 시간이 필요하다. 활용 범위는 비교적 광범위하여 공업용 가연성 가스 및 독성 가스 경보기 이외에도 가정용 가스 경보기, 불완전 연소(CO) 경보기, 휴대용 가연성 가스 그리고 연소제어용 가스 센서 등이 있다.

박막형 가스 센서

박막형 가스센서는 표면에 가스가 吸着하면 표면 자유 전자의 움직임(mobility)에 영향을 주어서 센서 소자인 반도체의 저항이 크게 변화하게 되는 성질을 응용하는 것이다. 가스의 吸着 특성 또는 반도체 物性 자체를 반도체의 재료, 구성 방법 등을 변화시킴으로써 크게 변화시킬 수가 있어 고감도와 함께 특히 높은 선택성을 갖게 할 수 있다. 또한 여러 개의 센서 소자(sensor array)를 응용하여 가스를 식별(例 천연가스/매립지가스(LFG)/생체가스)할 수 있는 인공지능형 가스센서의 개발이 이루어지고 있다. 특히 최근에 진보된 반도체 기술인 미세 패턴 가공, 정밀제어, 결정성장 등의 박막형성 기술이 고도화됨에 따라, 그리고 소결형에 비하여 일정한 형상을 얻기 쉽고 기계적 강도가 뛰어나며 양산성이 높아져 센서의 低가격화가 이루어진다. 따라서 박막형 가스 센서는 주변 기술(통신, 지리 정보 시스템(GIS) 등)과 접목되어 미래에 모든 설비와 기기 시스템에 활용될 수 있어 경쟁력 향상에 많은 기여가 예상된다.

반도체와 박막/후막의 특성을 응용하는 표면 전위형 가스 센서는 반도체식 가스센서로서 가스의 吸着, 脫離에 의해 발생하는 반도체의 표면 현상을 이용하는 센서이지만 가스를 감지(전기 신호로 변환)후 정보 처리의 기능까지 가지고 있다. 따라서 이 센서는 감지, 증폭, 연산, 제어 등 정보 처리의 기능과 함께 필요로 하는 정보들만을 취급할 수 있어서 잡가스에 의한 오동작의 제거 그리고 다양한 정보(가스, 유량, 압력, 온도, 습도 등)들을 하나의 시스템으로 처리할 수 있다. 이 타입의 센서는 기술 개발이 이루어지고 있지만 그 응용의 예에 대한 보고는 아직 없다. 그러나 IC 프로세스와 동일한 공정에서 만들어 센서의 소형화, 복합화, 다기능화 그리고 일체형(monolith)이 가능하기에, 일단 신뢰성을 포함한 기술이 확립 되면 microsensor, smart sensor 등 상당히 폭넓게 사용될 것으로 전망된다.

표면 전위형은 대부분 Si wafer를 이용한 것으로 대표적으로 MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) Capacitor형과 MOS FET(Field Effect Transistor)형이 있다.

고체 전해질형 가스 센서

고체 전해질형 가스 센서는 고체의 전기 전도성에서 전자나 정공의 이동(migration)에 의한 전기 전도도(electronic conductivity)가 아니라 이온의 이동에 의한 이온 전도도(ionic conductivity)의 특성을 이용한 것이다. 고체內 이온의 움직임은 실온에서는 전자에 비해 매우 느리나 고온 영역에서는 그 이동성이 활발해져서 이온 전도성이 두드러진다.

고체 전해질 센서 素子로서의 필요 조건은

- (1) 이온전도성이 좋아야 한다(>10⁻²ohm⁻¹cm⁻¹, 다량의 점 결함이 존재),
- (2) 반응 물질이 내부를 통과하지 않도록 치밀할 것(gas tight),
- (3) 적절한 기계적 강도, 그리고

(4) 화학적 안정성 등이다.

고체 전해질형 가스 센서는 이온 전도성을 띠는 고체 전해질 센서 素子를 이용하여 전지 (cell) 구성하여 주로 被檢 가스와 전해질과의 반응으로부터 발생하는 전압/전류의 신호에 의해 가스를 감지한다. 대표적인 것으로 지르코니아(ZrO₂) O₂/CO 센서로서 전극간에 생기는 기전력의 변화로 가스 농도를 감지한다. 이 타입은 간단한 전지 구성으로 응용할 수 있어서 구조가 간단하고 가격이 저렴하게 제작될 수 있으며 전 범위에서의 가스농도 측정 그리고 이온 종류에 따라 가스를 감지할 수 있어서 선택성이 매우 우수한 편이고 또한 연속적인 측정이 가능하여 향후 기술 개발에 따라 적용 범위가 확대될 전망이다.

3. 가스 누설 경보기의 특성

가스 누설 경보기는 크게 가스 센서가 핵심 부품으로 있는 감지부와 감지부에서 발생하는 전기적 신호를 취급하는 정보 처리부로 나누어져 있으며, 특히 산업용 가스 감지기의 JIS(일본 공업 표준조사회)에 의하면 감지부, 지시경보부 및 접속 전기 도선으로 규정하고 있다. 따라서 가스 누설 경보기 기술은 被檢 가스를 감지하는 가스 센서의 설계 및 제조 기술 그리고 신호 처리 기술(증폭, 연산, 보정, 교정 등)을 포함하고 있다.

종합적으로 가스 누설 경보기에 요구되는 특성은 다음 표와 같다.

표1. 가스누설 경보기의 특성

성능	신뢰성	기타
재현성(제로점, 감도)	장기 안정성	보수성
정밀도	수명	저가격
빠른 응답 속도	열화 속도(내피독성)	소형/경량
넓은 측정 범위	내환경성(온도, 집가스, 전기, 진동, 먼지)	저전력 소모
높은 선택성	고장시의 Fail safe	
사용 조건의 다변성		

아울러 가연성 가스 누설경 보기의 경우에는 방폭 구조를 갖추고 연속 모니터링이 가능하도록 구성한다. 위와 같이 요구되는 특성과 연계하여 설비 현장에 설치한 가스 누설 경보기의 성능 시험 항목으로서

- 경보 성능 시험 (작동, 신호의 크기, 연속 경보)
- 반복 시험 (재현성)
- 경보 농도 시험 (기준 전압)
- 잡가스(알콜 가스, 연기 등)에 의한 오동작 여부
- 주위 온도 시험 (-20℃ - 40℃)
- 습도(85%이상) 시험
- 장기 성능 시험 (경년 현상)
- 충격 전압 및 전원 전압 변동 시험
- 음량 시험
- 분진 시험
- 내충격 시험
- 절연 저항 시험 등이 있다.

가스 감지부가 被檢 가스와 접촉하는 방법으로 공기 펌프 등을 이용하여 감지부에 공기를 강제 흡입하게 하는 흡입형이 있고, 이 타입은 실내 등 밀폐된 공간에서 유효하게 적용될 수 있다. 그러나 대부분의 천연가스 현장 설비와 같이 외부 대기하에 있는 경우에 바람 직한 타입은 확산형으로 被檢 가스가 감지부까지 확산한다. 확산형은 가스의 확산 속도에 따라서 감지 시간에 다소 차이가 있겠으나, 흡입형의 경우에 요구되는 대용량 펌프의 필요성을 제거하고 아울러 펌프 및 흡입을 위한 추가 장비들의 고장에 의한 문제점들을 解消할 수 있다.

4. 國內 가스 누설 경보기 기술

國內 센서관련 단체의 협조 체제로서 한국 센서 기술 진흥 위원회 (Korea Sensor Technology Promotion Committee), 센

표2. 세계 센서 기술 10대국 업체수 (95년도 기준)

국 가	센서 업체수 (가스 센서 업체수)
한 국	411 (33)
일 본	1,104 (48)
미 국	1,436 (76)
독 일	491 (5)
영 국	347 (8)
스위스	160 (4)
프랑스	54 (-)
덴마크	53 (-)
네덜란드	46 (-)
이탈리아	10 (-)

(-) 자료없음

서 기술 연구소 (Sensor Technology Research Center), 한국센서학회(Korean Sensors Society), 한국센서연구조합 (Korea Sensor Research Association) 등이 국내의 센서 산업의 발전 그리고 기술의 효과적인 진흥을 목적으로 센서 개발자와 사용자들간의 상호 업무 협의 및 조정 그리고 협조와 지원 활동을 하고 있다. 그러나 대부분 90년도 초에 설립되어 활동을 하여 93년 末에 재무부 고시안으로 공식적인 센서에 대한 정의 그리고 센서 표준 분류를 수행하였다. 국내 센서 기술 업체는 그 수가 (아래표 참조) 400여개 이르고 이중 가스 센서 업체는 30여개에 이르나 기술 수준은 선진국의 업체에 비교해서 매우 열세이어서 단순히 업체 수만으로 센서 기술력을 비교하는 것은 다소 무리라고 판단된다.

가스 센서 기술 개발 활동으로서 KIST와 전자 부품 연구소에서는 bulk형 접촉 연소식 가연성 가스 및 CO 가스센서 그리고 박막 가스 센서를, 경북대 센서 기술 연구소, 에너지 기술 연구소와 서울대에서 접촉 연소식 및 후막형 반도체 가스 센서로 기술 개발을 수행하여 왔다. 한편 산업계에서는 여러 기업체들 (KNC, 게코전자, 흥인, LG계전/전자, 삼성전기, 신우전자, 한국가스기기, 오토전자, 유공가스, 새로전자 등)에서 부분적인 센서 기술

개발과 함께 주로 핵심 부품인 가스 센서素子を 외국으로부터 수입하여 단순 조립하여 왔다. 선진국과 비교하여 열악한 國內 센서 기술 개발은 國內의 협소한 센서 시장 등의 이유로 그 동안 기술 개발에 대한 투자가 거의 이루어지지 않았고, 또한 그나마 國內 센서 기술 개발 노력에 대한 특히 日本 센서회사들의 방해에도 적지 않게 기인하였다고 본다.

근래에 국내에서 유통 중인 국산 가스누설 경보기의 실태를 조사하여 그 결과를 보고한 경우가 여러 번 있었으나, 대부분의 경우 성능不良으로 알려지고 있다(例 韓國消費者 保護院/ 95.11). 또한 취급상 부주의와 잦은 오동작 그리고 설치 및 관리 부실, 그리고 사용자의 이해부족에서 사실상 대부분의 경우에 가스누설 경보기의 기능을 제대로 활용하지 못한다고 볼 수 있다.

5. 가스 누설 경보기의 運用

가스 누설 경보기는 인간의 감각 기관을 代行 또는 補完해 주는 것으로 가연성가스의 취급時 가스 누설의 가능성을 항시 감시(모니터링)하고 또한 가스 누설을 인지하여 대처하는 主體는 가스 누설경보기가 아니라 인간임을 반드시 잊어서는 안된다고 생각된다. 이것은 현재 사용하고 있는 가스 누설 경보기의 성능이 아무리 우수하다 할 지라도 運用上 적절하지 않다면 효과적인 결과를 얻지 못함을 의미한다. 반대로 비록 성능이 크게 향상이 되지 않은 기존의 가스 누설 경보기(例 접촉 연소식 벌크형)를 사용한다 해도 잘 운용을 하면 좋은 결과를 얻을 수 있음을 의미한다.

日本の 實例(통산성의 보고)를 통하여 보면 가스 누설 경보기의 설치율이 증가됨으로써 가스 누설 관련 사고율이 현저하게 감소된 것(1977-1983)이 관찰되어 가스 누설 경보기의 올바른 사용이 안전관리에 유효함을 알 수

있다. 현재 國內 천연가스 및 LPG와 같은 가연성 가스의 소비가 급증하는 한편 주택 및 건물은 밀집화 그리고 밀폐화되어 있어서 신뢰성 있는 가스 누설 경보기의 활용이 필요한 상황이다. 따라서 최근에 일반 가정에서도 가스 누설 경보기의 사용을 의무화하는 방안을 검토中으로 보고되고 있다(1997.4.28 에너지 경제신문).

가스 누설 경보기의 기능을 효율적으로 運用하기 위해서는 다음과 같은 점들을 고려해야 한다.

- ▷ 설비의 이상 유무를 감지/판정하기 위한 정밀도가 높은 安全 모델 또는 관련 데이터 베이스 구축이 필요
 - 설비 운용시 어떠한 상황에서 경보기가 작동되는가?
- ▷ 경보기만의 동작으로 安全을 확보(이상 검출 및 고장 진단)하려는 것은 바람직하지 않음
 - 경보기를 사용함으로 현장 기술자의 가스 누설 인지력은 얼마나 향상되었는가?
- ▷ 성능이 우수한 가스 누설 경보기의 적용은 안전 관리 기능을 크게 향상함
 - 사용하는 경보기의 기술적 특성이 최적의 상태인가?
- ▷ 가스 누설 감지는 정보가 중심이므로 정보 처리 시스템의 중요도 인식
 - 어떻게 하여 타 영향을 배제하여 편리하게 유용한 정보를 얻을 수 있을까?
- ▷ 가스 누설 감지 대상은 점(point) 보다는 면(plane) 또는 공간(space) 개념이어야 함
 - 불가피한 오동작 문제의 해소 및 발생하는 이상 상태를 효과적으로 早期에 대처할 수 있는가?
- ▷ 센서 素子の 주기적인 교체 및 경보기의 주기적인 성능점검
 - 센서 素子の 교체의 용이성 그리고 지속적인 성능 개선을 위하여 기술적 feedback

을 제작자에게 공급할 수 있는가?

- ▷ 가스 감지 대상 및 환경에 따라 적절한 종류의 경보기를 선택
 - 例로서 잠가스의 영향이 많은 곳에는 접촉 연소식이 유리하나, 고감도와 간편한 유지보수가 필요한 경우에는 반도체식이 유리하다.
- ▷ 가스 센서 기술이 지속적으로 발전되고 있으므로 성능 개선이 확실히 입증된 가스 누설 경보기를 사용함

6. 결론

가스 누설 감지 시스템은 高감도 재료의 개발, 반도체 및 정보 기술의 응용 그리고 정밀 가공 기술의 활용 등을 포함하는 종합적이고 복합적인 기술이다. 또한 가스 누설 경보기의 핵심 요소인 가스 센서의 기술 개발은 그 특성이 다양하고 주변 기술적 파급 효과가 대단히 크다. 센서 기술은 그 시장성이 성장하면서 국제적으로도 기술 경쟁이 치열한 분야이지만 비교적 소규모 투자와 적은 인원의 고급 인력 투입만으로도 기술 개발 경쟁이 가능하며, 또한 집약적이고 경쟁적인 노력을 통해서 비교적 빠른 시간내에 선진국의 진보된 기술력을 따라 잡을 수 있는 여지가 많이 있기도 하다.

사회가 복잡·다양해지고 산업의 畛분야에서 질적인 성장과 발전을 지속적으로 이루기 위해서는 가스 센서를 포함한 많은 종류의 센서 개발과 제작이 요구되고 있다. 특히 앞에서 언급한 바와 같이 천연가스/LPG와 같은 가연성 가스의 급격한 소비 증가 추세에 있어서는 가스 누설 감지 기술에 의한 災害 豫防 및 環境制御가 절실히 필요하다. 가연성 가스 뿐만 아니라 독성가스 등 여러 가스의 누설 감지는 단순히 安全 확보만을 목적하는 것이 아니고 安全을 바탕으로 한 효율적이고 기능적인 경제/산업 활동의 수행을 목표로 한다. ㉠