Vol. 2

ISSUE 분석 REPORT

particulate Matter

미세먼지 해결사 리더

– 국가전략프로젝트 미세먼지사업단장
한국과학기술연구원(KIST) 배귀남 책임연구원

정전기의 힘으로 실내공기 미세부유먼지 제거

– 한국건설기술연구원(KICT) 안호상 연구위원

미세먼지 잡는 친환경 기계
'플라즈마 버너 DPF기술'

– 한국기계연구원(KIMM) 이대훈 책임연구원

공동 TLO 마케팅 사무국
nst 국가과학기술연구회
National Research Council of Science & Technology

Contents

01
미세먼지 기술

개요 ····· 1p
미세먼지의 불편한 진실 ····· 2p
미세먼지와의 전쟁선포; 미세먼지 측정기술 ····· 6p
미세먼지 해결사들; 미세먼지 저감기술 ····· 7p

02
미세먼지 해결사 리더

– 국가전략프로젝트 미세먼지사업단장 ····· 12p
한국과학기술연구원(KIST) 배귀남 책임연구원

03
정전기의 힘으로 실내공기 미세부유먼지 제거

– 한국건설기술연구원(KICT) 안호상 연구위원 ····· 16p

04
미세먼지 잡는 친환경 기계 '플라즈마 버너 DPF 기술'

– 한국기계연구원(KIMM) 이대훈 책임연구원 ····· 21p

05
국내 출연(연) 보유 특허 ····· 31p

Particulate Matter

본 Issue 분석 Report는 국가과학기술연구회의 공동TLO마케팅사무국에서
정기적으로 발행하는 간행물입니다.

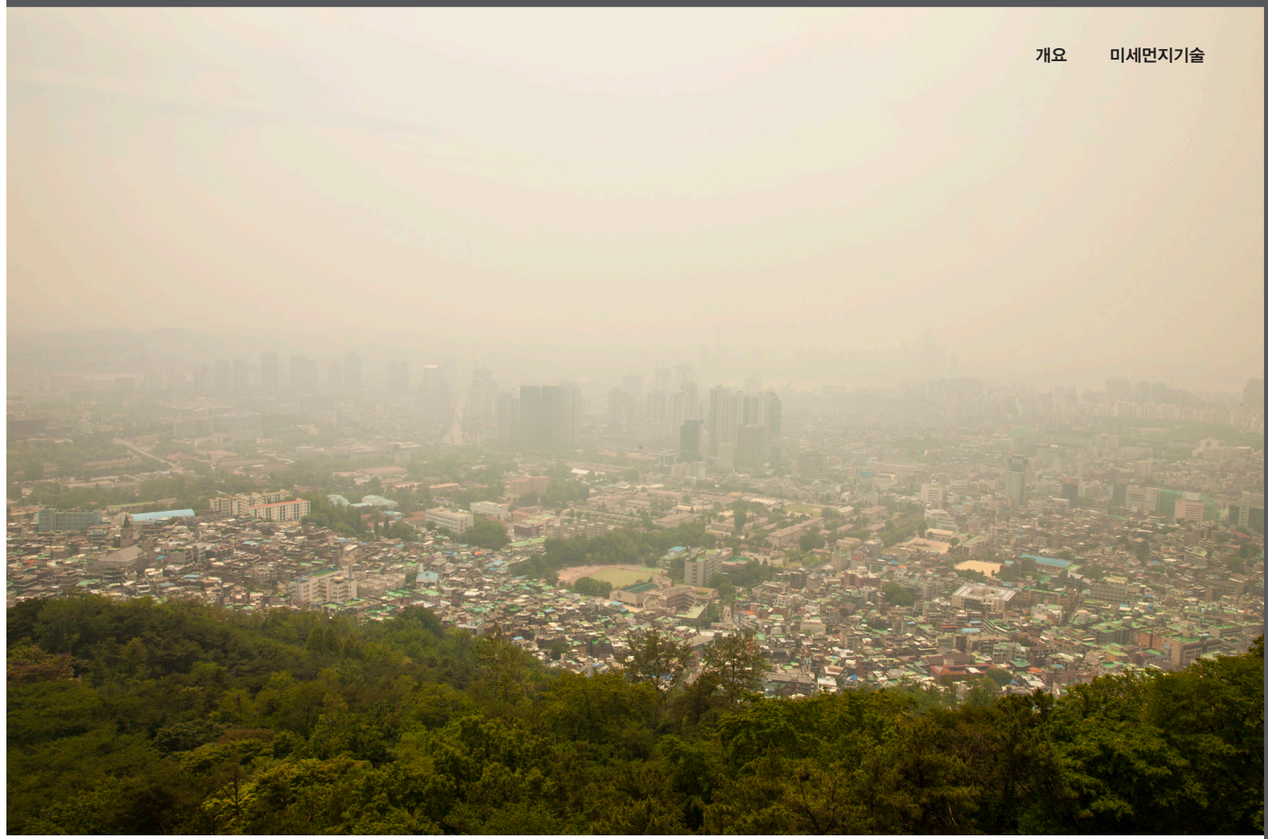
Issue 분석 Report를 통해 국내외 주요 기술이슈를 소개하고,
국내 기업에서 활용할 수 있는 출연(연)이 보유하고 있는 우수한 연구개발 성과를 공유하여,
산업계의 새로운 미래를 창출하는데 기여하기 위한 목적으로 작성되었습니다.

앞으로도 드론, 신복합소재, 생체인식, 가상/증강현실 등 다양한 주제를 통해
다양한 산업분야에서 활용될 수 있도록 하겠습니다.

Vol.	Issue
Vol.1	먼지
Vol.2	미세먼지
Vol.3	드론
Vol.4	신복합소재
Vol.5	생체인식
Vol.6	가상/증강현실

공동 TLO 마케팅 사무국

nst 국가과학기술연구회 National Research Council of Science & Technology



미세먼지 기술

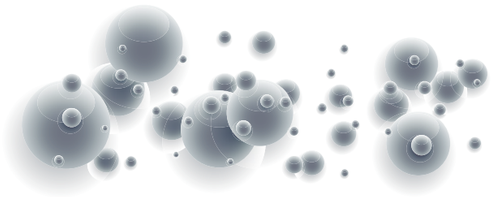
미세먼지는 여러가지 성분으로 이루어진 대기중 부유물질이다. 대부분 자동차의 배기가스, 도로 주행 과정에서도 먼지가 발생한다. 먼지의 크기와 화학적 조성이 건강 영향을 결정한다. 미세먼지의 노출은 호흡기 및 심혈관계 질환의 발생과 관련이 있으며 사망률도 증가시키는 것으로 보고되고 있다. 특히, 크기가 10마이크로미터 이하의 작은 먼지들은 폐와 혈중으로 유입될 수 있기 때문에 큰 위협이 된다.

최근 2~3년간 미세먼지 체감오염도가 악화되고, 인체유해성에 대한 경각심이 고조되면서 해결이 시급한 환경문제로 대두되고 있다. 2000년 이후에는 환경문제 논의가 범지구적 이슈이며, 미래세대에 큰 피해를 가져오는 기후변화 대응 및 온실가스 감축에 집중되었다. 최근, 미세먼지는 시정거리(visibility)를 감소시키고 호흡기 질환을 유발하는 등 일상생활의 문제로 그 중요성이 급부상하고 있다.

따라서 본 이슈 분석 리포트에서는 먼저, 미세먼지의 개념에 대해 알아보고 미세먼지의 최근 이슈에 대해 알아보고자 한다.

미세먼지의 불편한 진실

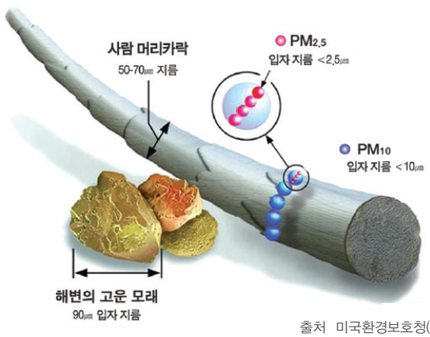
미세먼지의 정체



먼지란 대기 중에 떠다니거나 흩날려 내려오는 입자상 물질을 말하는데, 석탄 · 석유 등의 화석연료를 태울 때나 공장 · 자동차 등의 배출가스에서 많이 발생한다.

먼지는 입자의 크기에 따라 50㎛ 이하인 총먼지(TSP, Total Suspended Particulate)와 입자크기가 매우 작은 미세먼지(PM, Particulate Matter)로 구분한다. 미세먼지는 다시 지름이 10㎛보다 작은 미세먼지(PM_{10})와 지름이 2.5㎛보다 작은 미세먼지($PM_{2.5}$)로 나뉜다. PM_{10}이 사람의 머리카락 지름(50~70㎛)의 1/5~1/7 정도로 작은 크기라면, $PM_{2.5}$는 머리카락의 약 1/20~1/30에 불과할 정도로 매우 작다.

미세먼지 크기 비교



출처 미국환경보호청(EPA)

이처럼 미세먼지는 눈에 보이지 않을 만큼 매우 작기 때문에 대기 중에 머물러 있다. 호흡기를 거쳐 폐 등에 침투하거나 혈관을 따라 체내로 이동하여 들어감으로써 건강에 나쁜 영향을 미칠 수도 있다.

세계보건기구(WHO)는 미세먼지(PM_{10}, $PM_{2.5}$)에 대한 대기질 가이드라인을 1987년부터 제시해 왔고, 2013년에는 세계보건기구 산하의 국제암연구소(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서 미세먼지를 사람에게 발암이 확인된 1군 발암물질(Group 1)로 지정하였다.

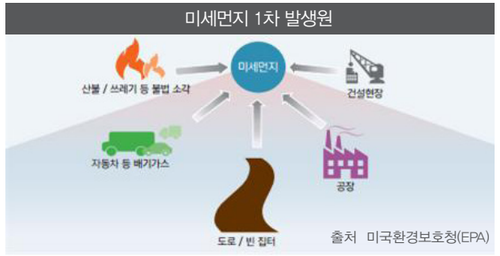
※참고

황사와 미세먼지의 차이

- 황사는 바람에 의해 하늘 높이 올라간 미세한 모래먼지가 대기중에 퍼져서 하늘을 덮었다가 서서히 떨어지는 현상 또는 떨어지는 흙모래로 주로 자연적 활동으로 발생, 칼슘, 철분, 알루미늄, 마그네슘 등 토양성분을 주로 포함
- 미세먼지는 주로 연소 작용에 의해 발생하므로, 황산염, 질산염, 암모니아 등의 이온성분과 금속 화합물, 탄소화합물 등 유해물질로 이루어짐

미세먼지의 발생원은 자연적인 것과 인위적인 것으로 구분된다. 자연적 발생원은 흙먼지, 바닷물에서 생기는 소금, 식물의 꽃가루 등이 있다. 인위적 발생원은 보일러나 발전시설 등에서 석탄 · 석유 등 화석연료를 태울 때 생기는 매연, 자동차 배기가스, 건설현장 등에서 발생하는 날림먼지, 공장 내 분말형태의 원자재, 부자재 취급공정에서의 가루성분, 소각장 연기 등이 있다.

미세먼지 1차 발생원



출처 미국환경보호청(EPA)

미세먼지는 굴뚝 등 발생원에서부터 고체 상태의 미세먼지로 나오는 경우(1차적 발생)와 발생원에서 가스 상태로 나온 물질이 공기 중의 다른 물질과 화학반응을 일으켜 미세먼지가 되는 경우(2차적 발생)로 나누어 질 수 있다. 석탄 · 석유 등 화석연료가 연소되는 과정에서 배출되는 황산화물이 대기 중의 수증기, 암모니아와 결합하거나, 자동차 배기가스에서 나오는 질소산화물이 대기 중의 수증기, 휘발성 유기화합물, 암모니아 등과 결합하는 화학반응을 통해 미세먼지가 생성되기도 하는데 이것이 2차적 발생에 속한다. 2차적 발생이 중요한 이유는 수도권만 하더라도 화학반응에 의한 2차 생성 비중이 전체 미세먼지($PM_{2.5}$) 발생량의 약 2/3를 차지할 만큼 매우 높기 때문이다.

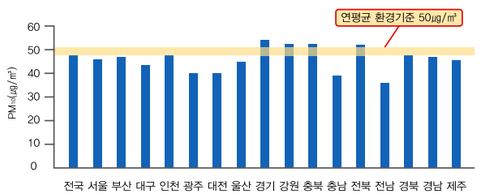
미세먼지 2차 발생원

미세먼지의 현황

미세먼지 오염도는 '95년 환경기준 도입 이후 점진적 개선 추세였으나 ' 13년부터 정체 또는 소폭 악화추세로 전환되었다.
'12년 전국 평균 45㎍/m³까지 개선되었으나 이후 수도권 지역을 중심으로 개선 추세가 정체중이다. 또한, 시정장애 등 생활의 불편함을 실제로 체감할 수 있는 100㎍/m³이상 고농도 미세먼지 현상이 자주 발생 ('12년 5회 → '14년 23회)하고 있다.

한편, 황사를 포함한 미세먼지 농도(PM_{10})는 2014년의 경우 경기도가 54㎍/㎥로 가장 높고, 충북 52㎍/㎥, 강원 51㎍/㎥ 등이 뒤를 이었으며, 전남이 38㎍/㎥로 가장 낮았다.

2014년도 시 · 도별 미세먼지(PM_{10})현황

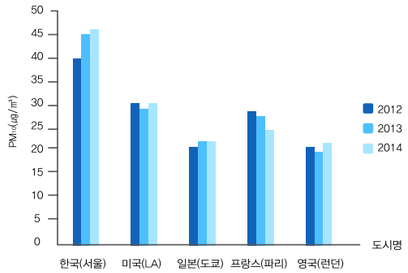


우리나라의 미세먼지 농도는 주요 선진국의 도시와 비교해 보면 여전히 높은 수준이다. 전국적으로 미세먼지 오염도는 국내 환경기준을 만족하나, 주요 선진국 및 WHO 등 국제적 기준 대비 두 배 이상 높은 수준이다. 2014년의 경우 황사를 포함한 서울의 미세먼지 (PM10) 농도는 미국 LA보다 1.5배 높고, 프랑스 파리와 영국 런던보다 각각 2.1배, 2.3배 높았다. 국내 대기질이 세계 최하위 수준이라는 보도가 잇따르고, 국내 환경기준이 너무 느슨하게 설정된 것이라는 지적이 제기되고 있다.

국내 미세먼지 오염도에 대한 중국 등 국외 영향은 30~50% 수준이며, 국내 배출이 50% 이상인 것으로 분석 되었다.[1] 중국발 미세먼지와 황사의 영향은 계절 및 기상조건 등에 따라 달라지며, 고농도 발생시 60~80%까지 영향을 미치는 것으로 추정된다. 특히 난방 사용 증가 등으로 스모그(smog) 현상이 자주 발생하는 겨울철과 황사 현상이 심한 봄철에 국내 영향이 큰 것으로 분석된다.

1) 정부합동 미세먼지 관리 특별대책(2016.6.3) 외 국립환경과학원(2016), 김순태(2016) 등

최근 3년간(2012~2014년) 세계 주요도시의 미세먼지 농도 비교



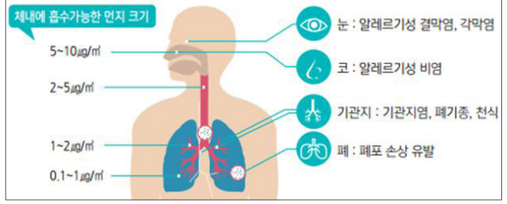
우리나라의 미세먼지 농도가 상대적으로 높은 까닭은 인구밀도가 높고, 도시화, 산업화가 고도로 진행되어 있어 단위 면적당 미세먼지 배출량이 많음에도, 지리적 위치, 기상여건 등까지 유리하지 않기 때문이다.

우리나라는 지리적으로 편서풍 지대에 위치하여 상시적으로 주변국 영향을 받는다. 기상학적으로도 미세먼지를 씻어 내리는 강수가 여름철에 편중되어 있고, 겨울철, 봄철에는 강수가 극히 적어 세정효과를 거의 기대할 수 없다. 또한 우리나라 주변에 자주 형성되는 대륙성 고기압으로 인한 대기정체가 고농도 미세먼지 현상을 자주 발생시킨다.

미세먼지의 영향

TV나 신문, 인터넷에서 날씨예보와 함께 미세먼지 예보도 전해주는 시대가 되었다. 세계보건기구(WHO)가 미세먼지를 1군(Group 1) 발암물질로 분류하는 등 국민의 우려가 크기 때문이다.
먼지 대부분은 코털이나 기관지 점막에서 걸러져 배출된다. 반면 미세먼지 (PM_{10})는 입자의 지름이 사람 머리카락 굵기의 1/5~1/7 정도인 10㎛이하로 매우 작아 코, 구강, 기관지에서 걸러지지 않고 우리 몸속까지 스며든다.

미세먼지로 인해 발생할 수 있는 각종 질병



만약 미세먼지의 농도와 성분이 동일하다면 입자크기가 더 작을수록 건강에 해롭다. 같은 농도인 경우 $PM_{2.5}$는 PM_{10}보다 더 넓은 표면적을 갖기 때문에 다른 유해물질들이 더 많이 흡착될 수 있다. 또한 입자크기가 더 작으므로 기관지에서 다른 인체기관으로 이동할 가능성도 높다.

일단 미세먼지가 우리 몸속으로 들어오면 면역을 담당하는 세포가 먼지를 제거하여 우리 몸을 지키도록 작용하게 되는데, 이 때 부작용인 염증반응이 나타난다. 기도, 폐, 심혈관, 뇌 등 우리 몸의 각 기관에서 이러한 염증반응이 발생하면 천식, 호흡기, 심혈관계 질환 등이 유발될 수 있다. 노인, 유아, 임산부나 심장 질환, 순환기 질환자들은 미세먼지로 인한 영향을 일반인보다 더 많이 받을 수 있으므로 각별히 주의하여야 한다.

※참고

유병률 관련 연구결과 ('06, 국립환경과학원 · 연세대)

- ($PM_{2.5}$) 농도가 36~50㎍/㎥ 경우 급성 폐질환 유병률 10% 증가, 51~80㎍/㎥ 경우, 만성천식 10% 증가 유발
- (PM_{10}) 농도가 120~200㎍/㎥경우 일반인의 만성천식 유병률 10% 증가, 201~300㎍/㎥의 경우 급성천식 유병률 10% 증가 등

사망률 관련 연구결과 ('09, 국립환경과학원 · 인하대)

- ($PM_{2.5}$) 서울 $PM_{2.5}$ 농도가 평상시 보다 10㎍/㎥ 증가하면 일별 조기사망률이 0.8% 증가, 노인(65세이상) 등 민감집단의 사망률은 1.1% 증가 추정
- (PM_{10}) 서울의 10㎍/㎥ 증가당 일별 조기사망률이 0.3% 증가, 노인(65세 이상) 등 민감 집단의 사망률은 0.4% 증가 추정

이러한 미세먼지 관련 기술분류는 미세먼지를 감지하여 측정하는 "모니터링"기술과 미세먼지를 제거하고 방지하기 위한 "제거/방지" 기술로 분류 할 수 있다.

미세먼지 기술 분류

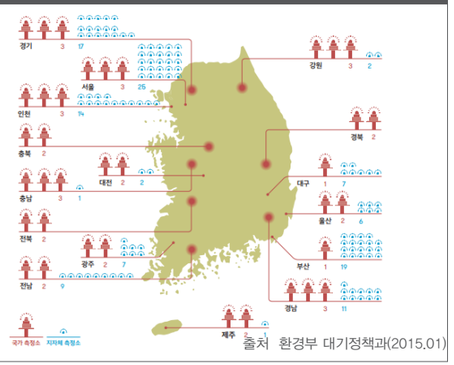
대분류	중분류	소분류
미세먼지	모니터링	센서
		측정시험법
		분석장치
		정밀예측
		유해성평가
	제거/방지	필터소재
		배출저감기술
		인공강우기술
		정화장치
		집진장치
		정화식물

미세먼지와의 전쟁선포; 미세먼지 측정기술

미세먼지 추적시스템

2016년 3월 기준으로, 미세먼지 농도는 전국의 300여 개 측정소에서 측정되어 '실시간 대기오염 정보공개시스템(www.airkorea.or.kr)' 등을 통해 공개하고 있다. 또한 수도권, 백령도, 남부권, 중부권, 영남권, 제주도 등 6개 지역에서는 황사 등 장거리이동 대기오염물질의 성분을 정밀조사하고 있다. 그 조사결과를 이용하여 고농도 미세먼지 현상에 대한 원인을 다각적으로 분석하고 있다.

전국의 PM2.5 측정소 현황

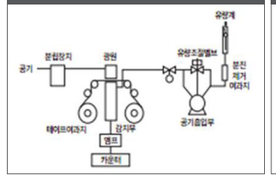


출처 환경부 대기정책과(2015.01)

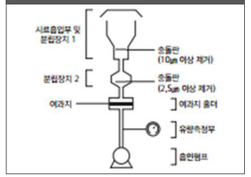
미세먼지는 방사선 또는 빛의 물리적 특성을 이용하여 간접적으로 측정하는 방법(베타선 흡수법[2], 광산란법[3] 등)과 미세먼지의 질량을 저울로 직접(수동) 측정하는 방법(중량농도법[4])으로 미세먼지 농도를 측정할 수 있다.

이렇게 측정한 미세먼지 농도는 공기 $1m^3$ 중 미세먼지의 무게(백만분의 1g을 의미하는 μg)를 나타내는 $\mu g/m^3$ 단위로 표시한다.

배타선 흡수법 장비구성



중량농도법 장비구성



2) 방사선인 베타선이 어떤 물질을 통과할 때 그 물질의 질량이 클수록 더 많이 흡수되는 성질을 이용하여 미세먼지를 채취한 여과지(필터)에 흡수된 베타선 양을 측정하여 그값으로부터 미세먼지의 농도를 구하는 방식

3) 물질에 빛을 쪼이면 충돌한 빛이 여러 방향으로 흩어지는 원리를 이용하여 흩어진 빛의 양을 측정하고 그 값으로부터 미세먼지의 농도를 구하는 방식

4) 24시간 동안 시료를 채취하여 여과지(필터)에 모인 미세먼지의 질량을 측정

국내 미세먼지의 과학적 생성원인 규명 및 측정량 자료 미흡에 대한 논란이 가중됨에 따라, 미세먼지의 발생원과 생성원리를 파악하는 연구가 주목받고 있다. 기존의 비실시간 진단결과(필터포집 후 성분분석)로는 신속한 발생원 파악이 어려워 실시간 진단기술이 주목받고 있다. 현재 국내에서 활용되는 단일 초미세먼지 성분분석 실시간 측정장비는 대당 5억~6억원 가량으로 고가여서 6대가 운용되고 있다. 상시 측정되고 있는 곳은 전국에 2곳밖에 없어 국내 초미세먼지 발생 원인을 신속하게 규명하는데 한계가 있었다.

지난 2016년, 한반도 '미세먼지' 원인을 분석하기 위한 한미 협력 국내 대기질 공동조사(KORUS-AQ)가 마무리됐다. 우리나라에서는 국립환경과학원, 기상과학원 등 48개 기관 93개 연구팀이 참여했다. 한국표준과학연구원은 서울 도심과 산림에서 미세먼지를 포집해 미세먼지의 화학조성과 물리적 특성에 관한 연구를 수행중이다. 이러한 연구를 통해 미세먼지의 국내 유입경로와 더불어 대기오염물질의 원인을 정확히 규명하고 현상파악이 가능해질 것으로 내다봤다. 또한 가스상 오염물질(일산화탄소(CO), 이산화황(SO_2), 이산화질소(NO_2), 오존(O_3)에 대한 정밀 측정도 수행했다.

한국표준과학연구원의 대기표준센터에서 개발한 미세먼지 입경분리장치와 성능평가시스템 개발로 외국에 의존하던 미세먼지 측정을 우리 기술로 대체하면서 환경측정장비의 국산화에 성공하였다.

소득수준이 높은 선진국을 중심으로 쾌적한 생활환경에 대한 소비자들의 요구가 증가하면서 벤처기업들을 중심으로 개인 휴대형 공기질 측정제품의 시장출시가 증가하는 추세이다.

2009년 CubeSensors(슬로베니아)에서 온도 / 습도 / 압력 /조도 / 음향 / VOC, CO_2가스 측정용 제품을, 2011년 Netatmo(프랑스)에서 온도 / 습도 / 압력 / 음향 / CO_2 가스 측정용 Urban Weather Station 제품을, 2014년 Elgato(독일)에서 온도 / 습도 / VOC, CO_2 가스 측정용 Eve Room 제품을, 2015년 SK텔레콤에서 CO_2 가스 / 미세먼지를 측정하는 에어큐브 제품 등을 출시하였다.[5]

최근 출시된 공기질 모니터링 모바일 제품

5) "대기환경 센서 기술동향", 이규택, KEIT, 2016년 6월.

미세먼지해결사들; 미세먼지 저감기술

과학계의 미세먼지 해법연구

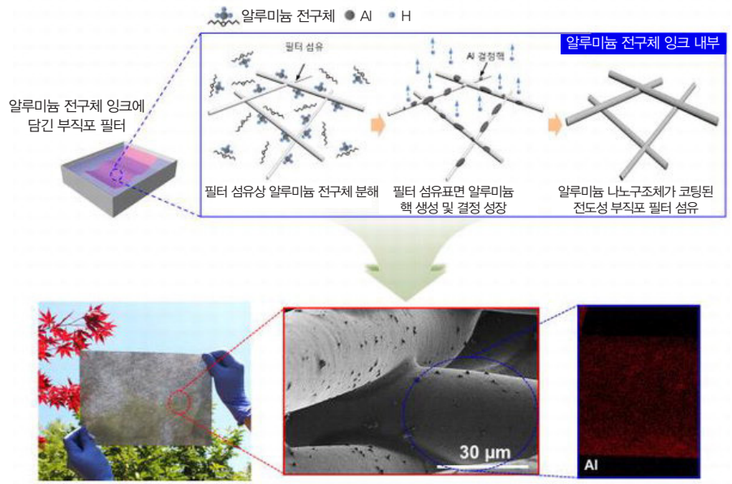
최근 '제로 미세먼지'를 위한 국가대표 과학적 해결사들의 움직임이 분주하다. 미세먼지는 중국뿐 아니라 우리나라에도 큰 사회적 문제로 자리 잡은 가운데 미세먼지 과학적 해결사로 부상하고 있는 연구팀들이 주목받고 있다. 대표적으로 한국과학기술연구원, 기계연 · 화학연 · 표준연 등에서 미세먼지 문제를 해결할 수 있는 연구활동이 한창이다.

국내 연구진이 미세먼지와 바이오 유해물질을 동시에 높은 효율로 제거할 수 있는 알루미늄 전도성 섬유 필터를 개발했다. 이 필터를 가정, 자동차, 클린룸 등에 활용할 경우 미세먼지로부터 건강을 보호하고 첨단 산업제품의 생산비용 절감이 가능해질 전망이다.

최근에 재료연구소 이혜문 · 최동윤 연구팀이 기존 미세먼지 필터보다 10배 높은 효율의 미세먼지 필터도 개발하였다. 연구팀은 일반 부직포 필터에 알루미늄 나노 구조체를 코팅할 수 있는 기술을 개발했다. 이를 기반으로 미세먼지를 높은 효율로 제거할 수 있는 전도성 섬유 필터 소재를 제조하는데 성공했다. 현재 시판 중인 미세먼지 제거용 헤파(HEPA) 필터 대비 미세먼지 제거효율이 10배 이상 뛰어나다. 바이오 유해물질 약 99%를 항균 할 수 있다. 기존 미세먼지 제거를 위한 필터 시스템은 굵기가 가는 섬유로 매우 조밀하게 구성돼 기공의 크기가 작은 헤파 필터로 이뤄져 있다. 미세먼지 제거 효율은 높지만 압력 손실이 높아 공기를 여과하는 데 필요한 송풍기 전력 소모량이 많고, 소음 · 진동의 문제도 있다. 연구팀은 알루미늄 잉크 소재와 코팅 공정기술을 환경 필터 소재에 적용했다. 폴리머 부직포 필터 소재 표면에 알루미늄 나노 구조체를 고르게 코팅해 전기전도성이 뛰어난 부직포 섬유 필터 소재를 만들었다. 알루미늄 전도성 섬유 필터는 인위적인 고전압을 통해 필터 주변에 강한 전기장을 형성시킬 수 있다. 이는 여과집진 방식의 주요 메커니즘인 필터 섬유에 대한 입자의 충돌 · 직접 차단 · 확산 외에도 미세먼지와 필터 사이의 전기적 인력을 극대화할 수 있다.

또 섬유 필터는 기공의 크기가 큰 일반 부직포 필터로 구성돼 있어 공기정화 시 발생되는 압력손실이 기존 헤파 필터 대비 10분의 1수준밖에 되지 않는다. 송풍기 운전에 필요한 에너지 소모량을 낮춰 운전 시 발생하는 소음 · 진동 문제도 해결할 수 있다.

전도성 부직포 필터소재 제조과정과 제조된 알루미늄 전도성 부직포 필터

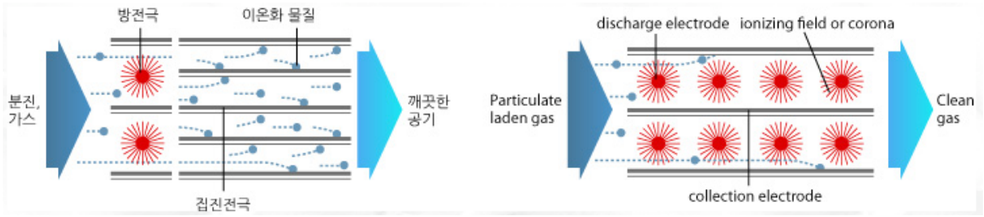


알루미늄 나노구조체가 코팅된 전도성 부직포 필터

미세먼지를 저감할 수 있는 주요 후처리기술(End of Pipe Technology)로는 전기집진기술, 여과집진기술, 습식세정기술, 하이브리드(전기+여과)기술, 촉매산화기술 등이 있다.

전기집진기술은 각 공정에서 배출되는 배가스 중에 함유된 입자상먼지에 코로나방전을 가해 (–)전하를 부여하고, 집진극에는 (+)전하를 부여하여 전기적인 인력에 의해 입자상먼지가 집진극으로 이동, 부착 제거되는 방식을 이용하는 기술을 말한다. 화력발전소, 대형보일러 사용시설 등에 주요 대기오염방지시설로 채택하고 있으며, 미세먼지까지 집진가능하다. 특히 화력발전소 대기오염 대책과 관련하여 2006년도 발표된 미국의 미세먼지 저감대책은 미국 대기환경 정책의 가장 중요한 이슈로서, 정부는 Clean Air Interstate Rule(미동부지역 화력발전소 배출량 감소)에 따른 초고효율 집진기술 및 미량오염대책을 추진하고 있다.

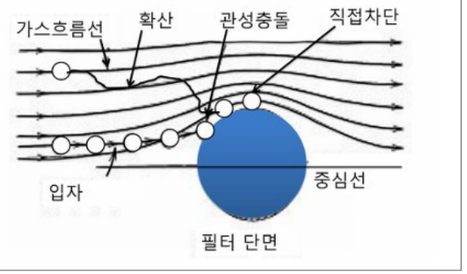
전기집진기술의 원리



여과집진기술은 각 공정에서 배출되는 배가스 중에 함유된 입자상 먼지를 여과재에 의해 포집, 제거하는 방식으로서, 입자상먼지는 여과재를 구성하는 단일섬유와 관성충돌, 직접차단, 확산 등의 원리에 의해 포집되고, 그 이후에는 여과재 표면층에 의해 형성된 입자상물질 층에 의해 포집이 이루어진다.

일반 여과용 집진필터, HEPA 필터 등을 활용해 미세먼지는 물론 초미세먼지까지 집진이 가능하게 하고 있으며, 본체 외부와 함께 내부 주요 구성부품이 거의 전량 국산화가 가능하다. 생활폐기물 소각시설, 시멘트제조공정 및 석탄가스화용 집진기술과 Westinghouse W-APF System기술, 영국의 British Board와 EPRI,Grimethorpe의 가압유동층 복합발전설비용 집진기술 등이 많이 알려져 있으며, 최근 국내에서는 초미세먼지 제거용 필터는 물론, 저밀도 세라믹 섬유필터의 개발, SiC Rigid Ceramic Candle 필터 개발 등 고온 · 고압용 세라믹 필터의 개발 등도 꾸준히 진행되고 있다.

여과집진기술의 원리



습식세정기술은 각 공정에서 배출되는 배가스 중에 함유된 입자상 먼지를 노즐 또는 분무기에서 분무된 액적과 충돌시켜 포집, 제거 또는 물과 직접적인 접촉에 의해 포집, 제거하는 방법을 말한다. 원래는 건식과 습식으로 나눌 수 있는데 습식은 집진극, 방전극을 털어서 떨어뜨리기 위한 장치가 필요없고, 집진극 면에 수막이 형성되어 있어 포집 먼지가 씻겨내려가기 때문에 항상 깨끗하게 유지되어 건식보다 더 많이 사용된다.

하이브리드 집진기술은 두가지 기술이 결합된 형태며, 원심력과 여과, 전기와 여과의 조합으로 많이 사용된다.

최근 개발된 고효율 미세액적분무 Scrubber를 소결공정에서 배출된 배가스에 적용해 본 결과, 황산화물뿐만 아니라 미세먼지 및 다이옥신까지 동시에 제거하는 결과를 얻었는데, 이는 고압의 압축공기와 이중분사 노즐을 이용하여 미세액적을 분무함으로써 미세먼지 및 다이옥신까지 제거 가능하게 한 것이다.

하이브리드(Hybrid)기술의 한 형태로서 여과집진장치의 성능을 높이기 위해 먼지입자에 정전기력을 저전압 조건에서 부여한 후 포집하는 일체형 전기여과집진장치를 개발하였다. 기존의 여과집진장치에 집진극과 방전극을 설치하여 전기집진 후 여과집진이 이루어지는 구조로서, 여과집진 성능을 향상시켜 미세먼지의 제거효율을 한 단계 더 끌어올린 기술로 인정받아 현재 상용화 되었으며, 관련기술이 국내 적용은 물론 중국에까지 수출이 이루어지고 있다. (공급업체: KC코트렐(주), (주)제이텍 등)

※참고

미세먼지 배출원별 제거기술

화력발전소	전기집진기, 원심력 집진기, 여과 집진기, 하이브리드 집진기, 살수설비, 방진벽, 방진림
시멘트	각종 집진기, 밀폐, 살수
제철소	전기 집진기(금속 미세먼지의 특성-재활용), 살수장치
폐기물 소각장	고효율 집진기(전기집진기, 여과 집진기): 직력배합 복합식
자동차	국내에서는 디젤자동차의 후처리 기술로서 미세먼지를 제거하기 위한 필터트랩 방식의 DPF (Diesel Particulate Filter)
도로변 비산먼지	도로변 자동살수 기술

최근에는 플라즈마로 미세먼지를 제거하는 연구가 이루어지고 있으며, 한국 기계연구원 플라즈마 연구팀이 이를 진행하고 있다.

한국 기계연구원 플라즈마 연구팀은 소형차량 · 대형차량에서 발생하는 미세먼지를 태우는 '플라즈마 버너' 기술을 개발했다. 플라즈마 버너는 디젤차 배기관에 배출되는 매연 95% 이상을 필터로 포집해 태우는 장치다. 지금까지 플라즈마 버너가 크다 보니 대형 기관차나 트럭용으로 사용됐다. 연구팀이 개발한 플라즈마 버너 크기는 일반 연소기 10분의 1 크기에 불과하다. 지금은 대형선박이나 발전소는 물론 소형 승용차에도 적용될 수 있을 정도로 활용 폭을 확대했다.

아울러 기계연은 국가적 이슈에 대응하기 위한 '신기후체제 R&D 센터'와 '4차 산업혁명 R&D 센터'를 설립했다. 신기후체제 R&D 센터는 미세먼지를 비롯해 온실가스 저감, 저탄소 에너지 생산설비 등 신기후 체제에 대응하기 위한 전략을 짜고 R&D 프로그램을 기획하게 된다. 또 기계연은 '미래 발전시스템용 제로배출 기술 개발'을 추진할 예정이다. 이는 미세먼지와 온실가스 문제해결을 위한 에너지 제로배출 기술이며 2028년까지 약 340억원을 투입할 방침이다.

미세먼지 새로운 해결사 등장?[6)]

기상청은 올해 10월경 국내에서 인공강우(人工降雨) 실험을 진행할 예정이라고 밝혔다. 그러자 경기도는 이 실험을 바탕으로 인공강우를 미세먼지 해결에 활용할 수 있을지 그 효과를 분석할 계획이라고 한다. 지금까지 가뭄대책으로 연구해오던 인공강우 기술을 미세먼지 해결책으로 활용하겠다는 것이다. 그런데 이것이 정말 가능할까?

인공강우는 항공기나 로켓 등으로 비를 만드는 씨를 구름 속에 뿌려 강우량을 늘리는 것이다. 높은 구름에는 꼭대기 부분의 구름입자가 얼음 상태이기 때문에 요오드화은(아이오딘화은)과 드라이아이스를 씨로 활용한다. 낮은 구름에는 염화나트륨이나 염화칼륨 같은 흡습성 물질을 사용한다.

최초의 인공강우는 1946년 미국의 빈센트 쉐퍼가 4000m 상공에서 구름에 드라이아이스를 뿌리는 방식으로 성공했다. 중국에서도 2007년 6월 랴오닝성 대가뭄 때 이를 활용한 적이 있다. 1차로 인공강우용 로켓 1500발을 발사해 2억 8300만t의 비가 내리도록 했고 2차로 항공기 3대와 로켓 681발로 5억 2500만t의 비를 얻었다.

2008년 베이징 올림픽이 열리기 전에는 수십 발의 로켓으로 먹구름 속 비를 미리 내리게 한 덕분에 올림픽 기간 내내 맑은 하늘을 볼 수 있었다. 그러나 중국이 미세먼지를 씻어내기 위해 인공강우를 만든 적은 한 번도 없다. 베이징시의 기상 전문가도 “스모그가 발생하는 날은 공기 유동성이 적고 기상이 안정돼 있어 인공강우가 쉽지 않다”고 털어놨다.

게다가 국지적인 인공강우로는 광범위한 스모그를 제거하기 어렵다고 한다. 냉각제로 안개를 얼려 땅에 떨어뜨리는 방법에도 한계가 있다. 대기 중에 폭탄을 터뜨려 저기압을 만들고 강풍을 일으키는 인공강풍까지 연구 중이지만 성공 여부는 미지수다.

미세먼지 문제가 심각하다보니 다양한 자연공학적 방법들이 제안되고 있다. 빌딩 형태의 거대한 필터를 설치해 미세먼지를 제거한다는 방법이 있다. 필터를 설치한 드론 수십, 수백 대를 공중에 띄워 미세먼지를 제거하는 방법도 제안된다. 도심의 고층빌딩 꼭대기에서 아래쪽으로 미세한 물방울을 뿌리는 방법도 있다. 그러나 자세히 살펴보면 다 상당한 문제를 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 앞으로도 미세먼지를 없애는 새로운 많은 시도가 나올 것으로 보인다.

인공강우의 원리

6) “미세먼지와 인공강우”, 고두현, 한국경제, 2013년 12월

미세먼지 틈새상품[7)]

미세먼지가 기승을 부리자 일명 ‘미세먼지 시장’이 형성되었는데, 미세먼지를 제거 또는 방지하는 아이템들의 매출이 증가하고 있다.

미세먼지 아이템

헬스케어 가전

미세먼지로 인한 공기청정기와 실내에서 의류 관리가 가능한 제품의 매출이 눈에 띄게 증가하고 있다.

지난해 대비 매출 증가율

공기 청정기: 65% (롯데하이마트)
의류 관리기: 90%
의류 건조기: 1200%

나노드론

나노드론은 정전기식 필터 및 탄소가스 필터를 통해 0.001㎛(마이크로미터) 크기의 극초미세먼지와 각종 바이러스, 박테리아까지 제거하는 것이 특징이 있다.
한 대에 650만 원, 필터만 30만 원에 이르는 고가 제품이지만 수요가 꾸준하게 증가하고 있다.

황사마스크

봄철 야외활동 필수 아이템인 황사 마스크의 구매율은 꾸준히 증가하고 있는데, 황사철이 아니지만 그 보다 더 많은 양의 구매가 이루어지고 있다.

지난해 대비 매출 증가율

황사 마스크: 416% (크리넥스 황사마스크)

아이디어 상품

미세먼지 방지 기능을 앞세운 아이디어 상품도 인기를 끌고 있다.
콧구멍 속에 필터를 끼워 마스크 대신 사용할 수 있는 ‘코 마스크’, 창문에 붙이면 실내로 유입되는 미세먼지를 걸러 주는 ‘미세먼지 창문필터’ 등이 있다.

미세먼지 화장품

마스크를 쓰더라도 얼굴 피부는 공기 중에 그대로 노출되는 만큼 미세먼지 방어 기능이 있는 제품에 대한 수요가 늘고 있다.

지난해 대비 매출 증가율

미세먼지 방어 기능 화장품: 2.8배 (니어스킨 더 스트리트)
머드팩 성분으로 세안 때 미세먼지를 흡착해 내거나, 피부를 보송하고 매끈하게 만들어 먼지가 덜 달라붙도록 하는 제품들이다.

산소 캔

대기 상태가 나빠지면서 휴대하면서 산소를 흡입할 수 있는 '산소 캔'을 찾는 사람도 많아졌다.

지난해 대비 매출 증가율

산소 캔: 매출 4배 증가 (클린오투)

7) “미세먼지 유일한 수혜자, 떠오르는 미세먼지 시장”, 브릿지경제, 2017년 4월

기획특집

미세먼지 해결사 리더
– 국가전략프로젝트 미세먼지사업단장, 한국과학기술연구원 (KIST) 배귀남 책임연구원

배귀남 단장 프로필

– 한국과학기술연구원 책임연구원 (1987~현재)
– 과학기술연합대학원대학교 에너지융합공학 전공책임교수 (2013~2017)
– 국민대학교 학연교수 (2016~현재)
– 한국실내환경학회 회장 (2016~현재)

미세먼지는 청정공기 파괴자다. 미세먼지와 황사 등으로 대기오염이 심해지면서 주변에 마스크를 쓰고 다니는 사람이 크게 늘었다. 심지어는 실내에서도 마스크를 착용하는 이까지 생겼다. 이에, 새 정부도 미세먼지 문제에 적극 나섰다. 문재인 대통령은 취임 이후 두 번째로 서울 양천구 은정초등학교에서 열린 '미세먼지 바로알기 교실' 행사에 참석했다. 이날 문대통령은 노후 석탄 화력발전소의 일시 가동 중단(셧다운) 지시도 내렸다.

미래창조과학부는 5월 초 국가전략프로젝트 미세먼지사업단장에 한국과학기술연구원(KIST) 배귀남 책임연구원을 임명했다. 미세먼지 사업단에는 3년 동안 496억원의 예산이 투입될 예정이다.

문재인 정부의 노후 석탄 화력발전소 일시 가동중단 지시에 대해서는 "당장 화력발전소를 셧다운 하는 게 효과적일지, 저감 기술을 우선 적용하는 게 효과적일지는 환경과 에너지, 경제성 등 다각도에서 분석해봐야 알 수 있습니다. 앞으로 미세먼지와 관련된 정부의 정책을 과학적인 관점에서 진단하고 뒷받침할 계획입니다."라고 답했다.

배 단장은 30여년 동안 미세먼지를 연구한 우리나라 최고의 전문가다. 그동안 많은 미세먼지 관련 논문과 정책 보고서를 집필했다. 배 단장을 만나 사업단의 취지와 미세먼지 이슈에 대한 이야기를 들어봤다.

예보의 정확성보다 대기오염 자체를 줄여야

현 환경부의 예보가 일관성이 없고 신뢰성이 떨어진다는 지적이 계속되고 있다. 그러나 배 단장은 예보의 정확성을 높이는 것보다 대기오염 자체를 줄이는 것이 중요하고, 시간이 걸리더라도 원인을 정확히 파악하는 것이 우선시 돼야 한다고 강조했다. 한국을 포함한 동북아의 미세먼지 문제는 매우 복잡한 양상을 띤다. 한국은 지리적 특성상 기상조건이 복잡하고 중국의 영향과 자동차 배기가스, 화력발전소 등 다양한 오염원과 여러 가지 화학 성분을 배출하는 산림이 혼재되어 있기 때문이다. 질소산화물(NOx) 등 대기오염 물질이 이동하면서 다른 성분과 광화학반응을 일으켜 2차 초미세먼지를 생성하는 문제도 있다.

이에, 본 사업단은 빅데이터나 인공지능(AI) 같은 첨단 정보기술(IT)을 문제 해결에 적극 활용할 계획을 세웠다. 초미세먼지의 복잡한 발생 과정과 해외 유입경로를 알아내기 위해 내년까지 연구용 항공기를 도입하고, 내년 말 국립환경과학원 주관의 국내 대기질 조사에 투입되어, 2019년에는 발전소와 산업단지를 집중 관측할 계획이다.

지난해 미국항공우주국(NASA) 등과 함께 항공기와 위성, 선박, 지상관측소를 총동원해 국내 대기질을 대대적으로 조사했던 '한미 공동 대기질 조사(KORUS-AQ)'를 벤치마킹한다는 계획이다. 내달 중 공개되는 KORUS-AQ의 첫 분석 보고서와 관측 자료도 연구에 활용된다.
이어 배 단장은 한국의 경우 단위 면적당 지상관측소 수가 미국 등 선진국보다도 많아 현시점에서는 관측소 수를 단순히 늘리기보다 어떻게 데이터를 해석하고 활용할지 고민하는 것이 필요하다고 강조했다.

미세먼지 사업단의 파수꾼 양성 또한 이룰 생각

미세먼지 사업단의 세부 사업단 구성은 아직 확정되지 않았다. 사업단 사무국과 분야별 연구를 담당할 세부 사업단을 오는 7월 말까지 구성할 계획이다.
사업단은 미세먼지 발생 원인을 규명할 유입단, 정확한 측정 및 예보를 담당할 측정예보단, 효율 높은 집진 및 저감 업무를 담당할 집진저감단, 이를 토대로 건강에 미치는 영향을 평가하고 보호하는 보호대응단 이렇게 4개 분야로 구성될 예정이다. 배 단장은 과제 관리와 함께 사업화 지원, 국제협력, 대국민 교육을 담당하고, 3년간 미세먼지 파수꾼 1000명을 양성할 계획이다.

*본 내용은 국가과학기술연구회(NST)의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

대기 오염 모니터링 방법

기술개요

구체적으로 광범위한 대상 지역에 대하여 고해상도의 신뢰도 높은 대기 오염 정보를 제공할 수 있는 대기 오염 모니터 방법에 관한 기술이다.

기술의 필요성

자동차 유래의 대기 오염 현상은 지역에 따른 편차가 매우 크고, 국소 고농도 오염(Traffic hot spot)으로 간주되기 때문에 도시 대기 오염도 분포를 파악하고, 고농도 오염 지역의 오염도를 우선적으로 저감시켜 관리하는 것이 중요하다.
하지만 기존에 몇 개의 지점에서 실측한 자료만으로 대기오염도를 도출하는 것은 정확한 대기 오염도를 분석하기 어렵고, 자동차와 같은 주요 오염원에 의한 배출량 변화와 도시 협곡에 의한 효과 등 대기 모델링을 통한 예측은 한계성이 있으며, 이에 대한 검증 또한 매우 어려운 문제점이 있다.

기술의 특징 및 장점

- 차량이 많은 도시환경에서도 도시 대기오염을 고해상도로 정확하게 대기오염 모니터링 가능하다.
- 차량에 적용되어 이동형 대기오염 모니터 장치로서 사용되어 실제 측정한 자료를 기반으로 고해상도의 상세한 대기오염지도를 구현가능하다.
- 고해상도로 대기 오염 분포를 한눈에 파악할 수 있도록 시각적으로 표현함으로써, 주거 지역, 도심부 지역, 학교 밀집 지역 등과 같이 효과적인 대기 오염 관리가 필요한 공간에서 다양한 목적으로 유용하게 사용될 수 있는 대기 오염 모니터 방법을 제공한다.

활용방안 및 기대성과

- 대기오염지도를 작성 가능하며 각각의 입자상 그리고 가스상 대기오염 물질의 실제평균 농도를 보기 쉽게 시각적으로 나타낼 수 있다.
- 격자공간에서 획득한 대기오염 물질의 표준편차, 측정 데이터의 개수 등의 정보를 시각적으로 표현 가능해 대기오염 측정 데이터 관리 용이하다.
- 모델링 기법을 검증하는 방법으로 사용가능하다.

관련지적재산권

- 특허 4건

1) 대기 오염 모니터링 방법
(출원번호 : KR 2014-0106892)
2) 미세입자 측정장치 및 이를 이용한 미세입자 측정방법
(출원번호 : KR 2014-0061639)
3) 대기 중의 입자를 샘플링하기 위한 이송관, 및 이를 포함하는 대기 입자 샘플링 장치
(출원번호 : KR 2017-0059076)
4) 다기능 이동형 대기오염 측정용 차량
(출원번호 : KR 2011-0084775)

연구자 | 배귀남 소속 | 환경복지연구단 연락처 | 02-958-5676 이메일 | gnbae@kist.re.kr
기술이전 담당자 | 최정희 소속 | 기술이전실 연락처 | 02-958-6882 이메일 | choibit@kist.re.kr

향균 필터여재 및 그 제조장치와 방법

기술개요

기상의 항균나노입자를 필터여재 상에 균일하게 도포함과 함께 필터여재 양면에 전도성부재를 장착시킴으로써 필터여재의 항균특성 및 미생물 포집능력을 향상시킬 수 있는 항균 필터여재 및 그 제조장치와 방법에 관한 기술이다.

기술의 필요성

실내 공기 중에는 박테리아, 곰팡이, 바이러스와 같은 인체에 해로운 다양한 미생물들이 부유하고 있으며, 이러한 미생물은 공기 감염 및 환경성 질병을 유발하여, 인체와 환경에 유해한 영향을 끼칠 수 있으며, 이와 같은 실내 부유 미생물은 1차적으로 먼지를 제거하는 에어필터에 의해 여과될 수 있지만, 박테리아와 바이러스와 같은 마이크론 이하의 물리적인 크기를 갖는 미생물의 경우 일반적인 에어필터에 의해 여과되지 않는다.
박테리아, 바이러스 등을 제거하기 위해서는 필터 공극의 크기가 매우 작은 고성능 필터가 필요하지만 그에 따라 필터의 차압이 커져 에어필터 시스템에 큰 부하를 야기시킬 수 있다. 또한, 일반 부유 입자와 달리 부유 미생물이 지니고 있는 독특한 생명성으로 인해 주위 환경 조건과 영양 조건에 따라 필터 여재 표면에서 증식하여 다시 실내로 유입되거나 영양 성분을 부패시키면서 생기는 악취인 생물학적 휘발성 유기 화학물질(MVOC)을 발생시키는 문제를 일으킬 수 있다.

기술의 특징 및 장점

- 기상공정 및 건조공정을 통해 항균나노입자를 필터여재 상에 균일하게 도포하여 항균특성을 향상 시킨다.
- 항균 필터여재 양면에 전도성부재에 전기장을 인가함으로써 미생물 포집능력을 증대시킨다.
- 항균 필터여재 일면의 전도성부재에 고전압발생기가 연결되며, 상기 항균 필터여재 다른 일면의 전도성부재에 접지가 연결되며, 상기 고전압발생기의 전원 공급에 따라 상기 전도성부재 사이에 전기장이 인가될 수 있는 것이 특징이다.

예상 수요처

- 실내공기 청정기기 제작 업체
- 건축물 및 다중이용시설의 실내환기공조 시설 시공업체

관련지적재산권

- 특허 5건

1) 항균필터여재 및 그 제조장치와 방법
(출원번호 : KR2012-0046865)
2) 항균필터 제조방법 및 그에 따라 제조된 항균 필터
(출원번호 : KR2014-0073983)
3) 가압분무와 정전분무를 이용한 항균필터여재 제조장치 및 방법
(출원번호 : KR2014-0049165)
4) 바이오에어로졸 검출장치 및 검출방법
(출원번호 : KR2013-0132939)
5) 정전분무노즐과 이를 이용한 정전분무장치 및 정전분무방법
(출원번호 : KR2012-0073703)

연구자 | 정재희 소속 | 환경복지연구단 연락처 | 02-958-5718 이메일 | jaehee@kist.re.kr
기술이전 담당자 | 최정희 소속 | 기술이전실 연락처 | 02-958-6882 이메일 | choibit@kist.re.kr

기획특집

정전기의 힘으로 실내공기 미세부유먼지 제거
– 한국건설기술연구원(KICT) 안호상 연구위원

안호상 연구위원 프로필

- 한국건설기술연구원 극한건설연구단 연구위원 (2016~현재)
- 한국건설기술연구원 창의전략연구소 (2015~2016)
- 한국건설기술연구원 환경플랜트연구소 (2012~2014)
- Auburn Univ. 연구조교, 재료공학박사 (2007~2012)
- 한양대 재료금속공학 학사 (2005)

최근 급진적인 도시화와 산업화가 진행되면서 도시의 인구 및 경제활동 범위의 팽창에 따른 산업시설과 교통량의 증가가 대기환경 오염도가 심화되었고, 도심이 발전하면서 국민의 생활수준이 점차 높아짐과 더불어 대부분의 사람들이 하루 중 80–90%의 시간을 사무실, 가정, 학교 등의 실내공간에서 보내게 되면서 실내공기질의 청정도는 삶의 질을 결정하는 중요한 척도로 자리매김하게 되었다.

이러한 실내공기질(IAQ: Indoor Air Quality)에 대한 관심이 발생된 배경은 구조적으로 실내공기질 관리가 어려운 건물 또는 지하상가 등의 활용도가 증가함에 따라 공기질 오염이 심화되고 건축물 내부 자재의 기능향상 및 내부 장식화를 위한 복합 화학물질의 사용과 건물의 단열을 위한 밀폐화 및 에너지 절감 시스템 설치 등의 증가가 실내공기 오염도를 악화시키는 주요 요인으로 작용하고 있고, 이에 따라 실내공기질을 개선하기 위한 관련 기술이 개발되고 있다. 그 중 일부는 상품화되어 우리 주변 실생활에서 쉽게 접할 수 있다.

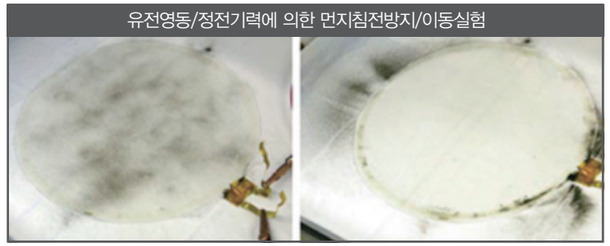
가정이 아닌 다중이용시설 적용기술에 주목

우리나라 정부는 실내공기질의 관리와 관련하여 2003년 '다중이용시설 등의 실내공기질 관리법' 의 개정으로 실내공기질 관리를 위한 법적 기틀을 마련하였고, 최근에는 실내공기질 관리를 위한 중장기 종합계획(2009~2013)으로 실내공기질 관리 기본계획을 수립하였다. 오염관리 대상물질을 10가지 항목으로 규정하였고, 적용대상을 지하역사, 지하상가, 의료기관 등을 포함한 17개 시설군으로 확대함으로써 경제활동이 활발한 다중이용시설의 실내공기 쾌적화를 증진시키고자 노력하고 있다.

이와 같은 다중이용시설의 실내공기 오염을 제어하는 주된 방법으로는 온도, 습도, 환기, 통풍 조절 등의 시스템적인 방법과 내부 오염원 또는 외부로부터 유입된 입자상 및 가스상 오염물질, 부유성 미생물 등을 제어하는 요소기술 방법이 있을 수 있으며, 오염원에 따라서 공조시스템에 의한 자연통풍으로 오염물질을 제거할 수 있는 반면 자연환기 및 통풍으로도 제거할 수 없는 경우도 있다.

이에, 국내 공기청정기 시장은 더욱 확장되고 있으며 가전 필수제품으로 굳혀지고 있는 추세다. 실내공기질 오염물질 제어기술은 크게 여과, 흡착, 광촉매 방식으로 나눌 수 있는데, 안호상 박사팀은 유전영동력에 의해 먼지를 특정구역으로 유도해 먼지제거 사각지대의 먼지 침전을 방지할 수 있는 장치를 개발했다.

유전영동/정전기력에 의한 먼지침전방지/이동실험

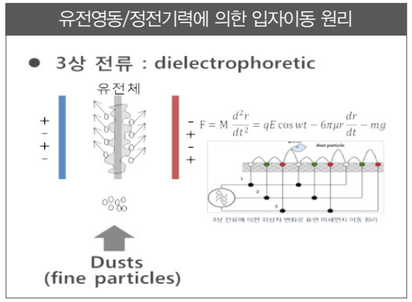


미세먼지 제거를 다른 시각으로 접근

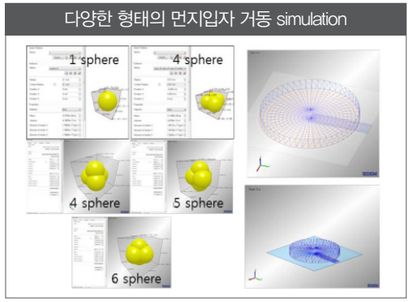
해당 기술은 유전영동력을 이용한 먼지침전방지 기술로서 표면으로 침전되는 먼지를 적은 양의 전압을 3상으로 공급하여 전기적인 힘에 의하여 유전영동력을 형성시키고 전하(electric charge)를 갖게 되는 미세먼지를 표면으로부터 부상시켜 침전을 방지하는 기술이다. 실내에서 발생되는 미세먼지는 경제활동이 지속되는 시간동안에는 계속하여 발생되고 침전되어 환기 또는 청소와 같은 외부적인 물리적 힘에 의하여 제거되어 청정을 유지하게 된다. 그러나 다중이용시설 내부에는 다양한 형태의 구조물 및 사무집기 등이 있고 사람의 힘으로 제거되기 어려운 구역으로 침전된 미세먼지가 지속적으로 제거되지 않는다면 쌓이는 빈도와 농도가 증가되어 축적된다. 물리적인 힘이 다시 가해질 경우 일부는 제거될 수 있으나 이러한 과정에서 고농도의 먼지는 재부상하여 사람의 건강에 악영향을 미칠 것이다.

실내공기질을 오염시키는 물질 중 하나인 미세먼지는 다양한 오염물질이 모여진 복합체로서 크기에 따라 0.1–2.5㎛의 미세입자, 0.1㎛ 이하의 극미세입자 등으로 분류되고 이들은 대부분 화석연료의 연소에 의해서 발생된다. 이러한 입자는 탄소성분을 유기탄화수소, 질산염, 황산염, 중금속 등이 싸고 있는 구조를 갖고 있으며 이러한 성분들이 입자의 독성에 주요 요인으로 작용하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 기술이 다중이용시설 내부의 먼지제거 사각지대에 설치되어 적은 전력을 소비하면서 작동될 경우, 유기 및 무기물질로 구성된 실내공기 오염물질이 보다 개선될 수 있는 가능성이 높아지고 이에 따라서 실내에 거주하는 사람들의 건강 및 환경을 쾌적하게 유지할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 다중이용시설 내부의 먼지제거 사각지대에 쌓인 먼지를 제거하기 위하여 주기적으로 청소를 하기 위한 시설비, 인건비 등 비용소요를 절약할 수 있어 경제적으로도 이익을 가져다 줄 수 있다.

유전영동/정전기력에 의한 입자이동 원리



다양한 형태의 먼지입자 거동 simulation



기존에 집진기나 후처리 장치의 개념이 아닌 미세먼지의 침전을 방지하는 기술이라는 점에서 미세먼지 제거를 매우 다른 방식으로 접근했다. 실질적으로 공기청정기가 적용할 수 없는 공간까지 효과를 극대화할 수 있어 가정에서도 공기청정기의 확대 측면에서 이용될 수 있는 기술이라고 보여진다. 또한, 도로 및 건설현장에서 생성되는 비산먼지를 제거하는데도 용이하게 사용될 수 있다. 미세먼지에 민감한 노약자 및 유아관리 시설, 미세먼지에 의한 영향이 제한받는 첨단소재 제작실, 먼지발생 오염 피해가 많은 다중이용시설 등에 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

*본 내용은 국가과학기술연구회(NST)의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

유전영동/정전기력을 이용한 먼지차폐 및 이동 제어 요소기술

기술개요

다중이용시설에서 인위적 제거가 어려운 위치에 쌓이는 입자상 오염물질(미세먼지)를 대상으로 유전영동/정전기력을 이용하여 특정 위치로 부유 및 이동시키고 모인 먼지를 집진 또는 기타 기술을 활용하여 제거하는 기술이다.

기술의 필요성

다중이용시설의 실내로 미세먼지가 구조물 표면으로 쌓이게 되면 다양한 위치로 침강되어 물리적으로 제거가 어려운 사구역으로 지속적으로 쌓이게 되고, 일정 시간이 지난 후에 자연환기나 공조시스템에 의한 외부 자극 등에 의하여 재부상될 수 있으며 고농도의 미세먼지로 다시 실내에 거주하는 사람들에게 치명적인 영향을 줄 수 있다.

따라서 다중이용시설의 인위적 또는 물리적으로 제거가 어려운 구역 또는 실내 구조물로 쌓이는 미세먼지는 기존의 개발된 실내 오염물질 제거방법으로는 제어가 어렵고 시간이 지남에 따라 미세먼지가 쌓이는 농도가 높아져 외부의 힘에 의하여 재부상될 수 있으며 고농도의 상태로 사람의 건강에 악영향을 미칠 수 있다.

기술의 차별성 및 효과

- 실내 미세먼지 제거를 위하여 유전영동/정전기력을 이용한 기술이 처음 시도되었다.
- 전기적 척력을 이용하여 먼지를 제어하는 기술이다.
- 기술적 효과 : 공기청정기기 및 공조시스템 업계 기술전파, 전기적 힘 기반의 미세입자 거동제어에 의한 먼지제어 기술로 실내공기질 개선기술의 전파, 기존 필터에 대한 실내공기질 개선 기술의 개선 및 대체로 관련 산업계 기술혁신 유도, 저탄소 녹색성장에 타당한 친환경 건설기술로서 실내공기질 개선관련 건설소재 생산회사, 설계사, 시공사 등에서 적극 활용 가능하다.
- 경제적 효과 : 의료비용 및 사회경제적 비용 5,000억 감소, 천식, 아토피 등 호흡기 질환의 감소로 질병치료에 요구되는 의료비 감소, 주기적인 미세먼지의 제거로 실내공기질 개선, 공기청정기 등 기기의 유지관리비 감소, 다중이용시설 내 먼지제거를 위한 환경유지 관리비용 절감가능하다.

기술개발 내용

- 유전영동/정전기력에 의한 미세 부유먼지 이동/차폐 요소기술 개발
- 개별요소법(Discrete Element Model)에 의한 미세먼지 거동 분석
- 다양한 형태의 실내공기질 대상 물질 제거효율 검증

기술 성숙도

- 4단계 – 실용화를 위한 핵심요소 기술확보, 실험실규모 핵심성능평가

기술 구현

- 미세먼지에 민감한 주거민(노약자, 유아, 호흡기 질환환자 등) 또는 대상물(역사적 유물, 미술품, 첨단 반도체 등)을 관리할 필요가 있는 다중이용시설의 공조시스템에 적용 가능하다.

수요처 및 시장전망

1) 수요처
- 실내공기 청정기기 제작 업체
- 건축물 및 다중이용시설의 실내환기공조 시설 시공업체
- 청정 실내공기 유지통합관리자 교육

2) 시장전망
- 다중이용시설물의 쾌적한 생활공간 확보를 통한 연간 1조원의 환경비용 절감이 예상된다.
- 다중이용시설물 내 설치를 통한 공기질 향상 및 쾌적공간 확대와 공간의 친환경적 정화공법 적용으로 국민의 건강 증진을 통한 실내공기 청정기술이 적용된 시스템 시장의 확대될 것으로 예상된다.

관련지적재산권

- 특허 2건

1) 먼지 침전 방지 및 방법
(출원번호 : KR 2013-0152178)

2) 실내공기 내 입자상 및 가스상 오염물질 제거를 위한 광물 및 EM 필터장치 이를 이용한 필터링 방법
(출원번호 : KR 2015-0101273)

연구자 | 안호상 소속 | 극한건설연구단 연락처 | 031-910-0744 이메일 | hahn@kict.re.kr
기술이전 담당자 | 황다운 소속 | 기술이전실 연락처 | 031-910-0318 이메일 | dawoon@kict.re.kr

환기장치

기술개요

건축물의 실내공기를 환기하는데 사용되는 환기장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 간단한 구조를 가지며 건축물의 실내공기 환기 시에 발생하는 열손실을 최대한 줄일 수 있는 환기장치에 대한 기술이다.

기술의 필요성

실내공기질(IAQ: Indoor Air Quality) 관리 면에서는 실내 공기의 환기가 필요하다. 환기에는 여러 가지가 있으나 일반적으로 공기의 자연적인 순환 현상으로 발생하는 자연환기 방법을 사용하게 된다. 그러나 겨울철에 실내공기를 환기시키게 되면 건축물 외부의 차가운 공기가 건축물 내부로 유입되므로 난방 에너지가 손실되는 문제점이 발생한다.
이와 같이 겨울철에 실내 공기를 환기시킬 때 난방 에너지가 손실되는 문제점을 해결하고자 건축물 외부에서 건축물 내부로 유입되는 공기를 열 교환할 수 있는 열 교환 장치가 설치된 창호가 등장하였으나 이는 그 구조가 복잡하여 제조하는데 많은 비용이 소요되고 관리하기 힘든 문제점이 있다.

기술의 차별성 및 효과

- 환기장치는 실외 측 공기가 실내 측으로 이동하는 통로인 외기 도입구가 형성된 본체와, 상기 외기 도입구를 개폐하는 블레이드와, 상기 외기 도입구에 설치되어 실외 측에서 실내 측으로 이동하는 공기 중의 이물질을 거르며 전원이 공급되었을 때 열을 발생시키는 여과체와, 상기 여과체에 연결되어 전원을 공급하는 전원 공급장치를 구비하고 있다.
- 태양광 모듈에서 생산된 전기를 공급받을 수 있어 비용이 낮으며 겨울철에 실내공간이 환기시에 열이 손실되는 것을 방지할 수 있다.
- 환기장치의 구조가 간단하여 제조비용을 절감할 수 있고, 관리비용을 줄일 수 있다

기술 구현

- 미세먼지에 민감한 주거민(노약자, 유아, 호흡기 질환환자 등) 또는 대상물(역사적 유물, 미술품, 첨단 반도체 등)을 관리할 필요가 있는 다중이용시설의 공조시스템에 적용 가능하다.

예상수요처

- 실내공기 청정기기 제작 업체
- 건축물 및 다중이용시설의 실내환기공조 시설 시공업체

관련지적재산권

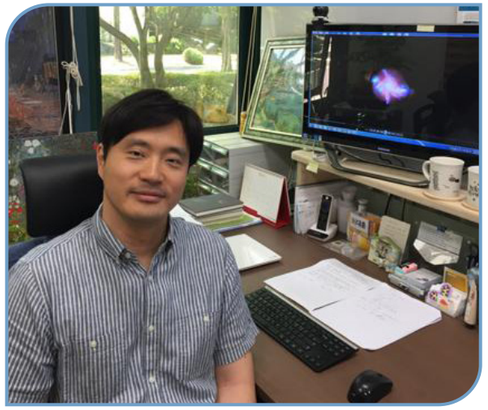
- 특허 2건

1) 환기 장치
(출원번호 : KR 2010-0013720)
2) 환기도어
(출원번호 : KR 2014-0071375)

연구자 | 이건호 소속 | 건축도시연구소 연락처 | 031-910-0604 이메일 | lee1ncdh@kict.re.kr
기술이전 담당자 | 황다운 소속 | 기술이전실 연락처 | 031-910-0318 이메일 | dawoon@kict.re.kr

기획특집

미세먼지 잡는 친환경 기계 '플라즈마 버너 DPF 기술'
– 한국기계연구원(KIMM) 이대훈 책임연구원



영화 '스타워즈' 시리즈에서 가장 눈길을 끄는 아이템은 역시 '광선검'이다. 흔히 레이저라고 생각하기 쉽지만 엄밀하게 말하면 플라즈마에 가깝다. '백투더퓨처'에서는 고장난 타임머신 자동차의 동력을 얻기 위해 번개를 이용하는 장면이 나온다. 이 번개가 다름 아닌 플라즈마다. '터미네이터' 시리즈에서도 인간과 스카이넷의 전투에서 플라즈마를 활용한 무기들이 등장한다.

실생활과 밀접한 '플라즈마'

영화 속에서만 플라즈마가 흔한 게 아니다. 우리의 일상생활도 플라즈마와 불가분의 관계다. 형광등이나 네온사인 등이 대표적이다. 최근에는 각종 디스플레이에 플라즈마가 폭넓게 사용된다. '인공태양' 구현을 목표로 연구개발(R&D)이 한창 진행중인 핵융합도 플라즈마를 활용한 것이다.
무엇보다 태양, 번개, 오로라 등 자연계의 상당수가 플라즈마로 이루어져 있다.
플라즈마는 일반적인 물질의 상태인 고체, 액체, 기체와 더불어 '제4의 물질상태'로 불린다. 기체 상태의 물질에 계속 열을 가해 온도를 올려주면 이온핵과 자유전자로 이루어진 입자들의 집합체인 제4의 물질상태가 만들어지는데 이것이 바로 플라즈마다. 우주 물질의 99% 이상이 플라즈마 상태다. 인류는 그동안 '불'의 화학반응을 생활에 이용해 진화해왔다. 그동안 인류가 '불의 역사'라면 앞으로는 '플라즈마의 역사'가 될 것이라는 진단도 나온다.

플라즈마의 달인들 한국기계연구원 '플라즈마 연구팀'

한국기계연구원 플라즈마연구실은 '플라즈마의 달인'들이 모인 곳이다. 이런 플라즈마연구실을 누군가 이렇게 표현했는데 더 정확한 표현을 찾기 어려울 듯 싶다. "플라즈마연구실 연구원들은 열과 빛을 내는 플라즈마처럼 '열'정으로 '빛'나는 연구성과를 만들었다.

플라즈마연구실 연구팀은 2007년 '매연여과장치(DPF) 재생용 플라즈마 버너기술'을 기업체에 이전한 것을 필두로 지난 10여년 간 20여 건의 기술이전 계약을 체결하며 연구개발을 통한 기술 사업화를 맹렬히 수행해 왔다. 부러움 섞인 시선을 한 몸에 받고, '운이 좋았다'는 시샘어린 얘기를 듣기도 했다. 그러나 연구팀이 지속적인 연구개발 성과의 실용화 성과를 이루어낸 비결은 '한우물 파기' 전략의 성과라는데 이의를 달 사람은 많지 않다.

최근 플라즈마 연구팀의 이대훈 박사는 지난 2015년 7월 미국 애틀란타에서 개최된 2015년 UKC(한미과학기술학술대회) 프로그램 중 특허가치가 뛰어난 기술을 꼽는 IP경진대회에서 최우수상을 수상했다. 연소 시 발생하는 공해물질 제거를 위한 플라즈마 기술로, 기존 버너보다 작은 크기의 연소기로 운전비용을 줄이면서도 오염물질 제거를 위한 촉매 · 필터 시스템의 요구 온도를 맞출 수 있는 기술이다. 해당 특허는 기계연 연구분야인 플라즈마 기술의 핵심적인 특허로 반응기의 구조와 형상 및 적용 공정에 대한 원천 특허를 포함, 20여 건의 기본 특허를 통해 강력한 특허벽을 형성하고 10여건의 시스템 특허까지 구비했다. 이러한 특허맵 전략을 통해 기술의 가치를 높였다는 점에서 심사위원으로부터 높은 점수를 부여 받았다. 국내 연구소의 원천기술이 특허 전략을 통해 세계 시장에서도 경쟁력 있는 지식재산권을 확보했음을 인정받은 사례로써 해외수출 또한 도전할 수 있는 계기가 되었다.

플라즈마연구팀의 이대훈 박사를 만나, 현재 미세먼지 연구개발에 대한 이야기를 들어봤다.

Q| 현재 플라즈마 버너 관련하여 다양한 용도의 기술을 개발했는데, 미세먼지 관련 기술개발 배경이 궁금하다.

A| 처음부터 "미세먼지"를 타겟으로 연구를 해왔던 것은 아니다. 미세먼지가 이슈화 된 게 최근 일이지 않나, 원래는 플라즈마 기술을 이용한 연료 변환장치를 연구했고, 그게 버너로 이어진 것이다. NOx를 저감 할 수 있는 기술이다 보니 자연스레 미세먼지 저감기술로 이어진 것이다.

Q| 현재 연구하고 있는 기술에 대해 간단한 설명을 듣고 싶다.

A| 모든 연소과정에서는 NOx가 배출되는데 NOx를 줄이는 방법은 우선은 연소 과정에서 NOx 가 작게 발생하도록 하는 연소 기술을 생각할 수가 있고 다음으로는 연소 이후에 후처리를 통해 NOx를 환원시켜 절감하는 기술을 생각해 볼 수 있다. 두 번째 기술의 경우는 NOx를 환원시키기 위한 환원제 공급, NOx를 환원시키는 SCR 촉매의 재생 등을 들 수 있는데, 현재 저 NOx 연소기술, 후처리 기술 두 가지 분야를 모두 연구개발하고 있다.

Q| 본 기술은 어떤 시장을 기술사업화 수요 시장으로 바라보는가?

A| 특정 시장이라고 단정 짓기는 힘들다. 플라즈마 버너 기술은 자동차, 선박, 플랜트, 제철소, 발전소 모두 다 적용 가능한 기술이다. 하지만, 본 기술은 산업용 버너로 포함시키는 게 가장 적당하겠다.

Q| 현재 이슈되고 있는 미세먼지의 발생원이 중국이다, 아니다 라는 찬반 논란에 대해서는 어떻게 생각하나?

A| 우리나라가 실제 황사의 영향을 받는 걸로 봐서 중국의 영향은 분명히 있다고 본다. 하지만 국내 발생량의 비중 또한 매우 커 국내에서 발생하는 발생원에 대한 조사가 더 필요하다고 생각한다. 우리가 생각하지 못하는 공항의 비행기 이착륙 시 NOx 발생, 항구의 선박에서 비롯되는 미세먼지의 양등, 아직 대응을 하지 못하고 있는 미세 먼지의 원인들이 상당히 존재한다.

*본 내용은 국가과학기술연구회(NST)의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

플라즈마 버너 기술

기술개요

다양한 산업용 버너의 운전 시 발생하는 NOx (질소산화물)를 절반이하로 줄일 수 있는 플라즈마 버너 기술에 관한 것이다.

기술의 필요성

질소산화물 (NOx) 은 대표적인 미세먼지의 원인으로 지목되고 있다. 미세먼지 이외에도 이미 산성비, 호흡기 질환 유발 등의 원인으로 인해 NOx 발생을 줄이기 위한 다양한 규제가 시행 중에 있다. 거의 모든 산업에 사용되고 있는 다양한 버너(보일러)는 NOx 의 주된 발생원 중 하나이며 NOx 총량제로 인해 산업체의 신규 설비 투자도 지장을 받고 있는 상황이다. NOx 발생을 원천적으로 줄일 수 있는 연소기기의 개발로 고가의 후처리 장치 사용을 줄이고 NOx 절감을 위한 규제에 가장 효과적으로 대응 할 수 있다.

기술의 차별성 및 효과

기존의 버너는 연료와 공기가 버너 출구에서 만나는 확산화염을 발생시켜서 운전한다. 하지만 본 기술은 버너로 공급되는 연료와 공기의 일부를 플라즈마 반응기로 유입시켜 수소가 포함된 합성가스로 변환한 후 버너로 공급한다. 이렇게 공급된 수소를 포함하는 합성가스는 연료/공기와 혼합되어 연소 시 화염이 부상(lift) 된 상태에서도 안정적으로 연소되어 연소 전 연료/공기의 혼합률을 높이고 버너 토출구에 형성되던 화염의 뿌리를 제거하여 고온부가 사라지게 한다. 이러한 효과로 인해 Thermal NOx 의 발생이 급격히 감소하게 된다. 플라즈마 반응기는 매우 간단한 구성과 크기로 기존 버너 내부에 설치될 수도 있다. 이렇게 운전되는 플라즈마 버너의 경우 기존 버너보다 넓은 공연비에서도 운전 가능하며 낮은 CO 발생량을 유지하면서 NOx 저감이 가능하다. 플라즈마 버너의 운전은 작은 전력 사용량 범위로 (버너 열량의 0.3% 이하) 운전이 가능하다.

기술개발 내용

- 합성 가스 생성이 가능한 플라즈마 부분산화 버너 기술 개발
- 일반적인 산업용 버너에 적용하기 위한 버너 설계 기술
- 소형, 저가의 플라즈마 전원장치

기술 구현

- 상용 저 NOx 버너의 개조를 통해 플라즈마 버너를 제작하고 보일러에 적용하여 NOx 발생량 저감 결과를 확인한다.

관련지적재산권

· 특허 86건

1) 난분해성 가스용 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2007-0008367)

2) 엔진의 질소산화물 저감시스템
(출원번호 : KR2007-0009769)

3) 플라즈마 반응기를 이용한 디젤엔진 배기가스의 저감시스템
(출원번호 : KR2007-0009770)

4) 리모트 저온 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2007-0011979)

5) 플라즈마 버너 및 매연여과장치
(출원번호 : KR2007-0096743)

6) 암모니아 생성 장치 및 방법
(출원번호 : KR2007-0133307)

7) 질소산화물 제거 시스템 및 방법
(출원번호 : KR2007-0133308)

8) 플라즈마 L N T 시스템 및 플라즈마 개질기
(출원번호 : KR2008-0126778)

9) 플라즈마 탄화수소 첨가 선택적촉매환원 시스템 및 플라즈마 개질기
(출원번호 : KR2009-0012030)

10) 플라즈마 L N T 시스템
(출원번호 : KR2009-0029943)

11) 플라즈마를 이용하는 처치장치
(출원번호 : KR2009-0039475)

12) 플라즈마 반응기 및 이를 이용한 타르 또는 부산물 제거장치
(출원번호 : KR2009-0106633)

13) 플라즈마 처치기
(출원번호 : KR2009-0109526)

14) 타르 또는 불순물 제거장치 및 이를 이용한 촉매 재생 방법
(출원번호 : KR2009-0109527)

15) 수소 발생용 플라즈마 개질기
(출원번호 : KR2009-0114809)

16) 고형 연료로부터 생산된 합성가스를 이용한 전력 및 액상 연료 생산 시스템
(출원번호 : KR2009-0128046)

17) 스팀 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2010-0058775)

18) 자원 및 온실가스 순환형 전력 생산 시스템 및 이를 이용하는 전력 생산 방법
(출원번호 : KR2010-0070331)

19) 플라즈마를 이용한 폐기물 가스화 장치 및 방법
(출원번호 : KR2010-0071971)

20) 전기장 처치기 및 그 제조 방법
(출원번호 : KR2010-0088998)

21) 아크 플라즈마 토치
(출원번호 : KR2010-0091072)

22) 플라즈마 표면 처리장치 및 그 처리방법
(출원번호 : KR2010-0131840)

23) 플라즈마를 이용한 연소장치
(출원번호 : KR2010-0132654)

24) 액상 물질 반응장치
(출원번호 : KR2011-0032821)

25) 플라즈마를 이용한 다단계 연소장치
(출원번호 : KR2011-0039152)

26) 대향 방전 방식을 적용한 오염 물질 제거용 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2011-0085867)

27) 진공 펌프 수명 연장을 위한 원거리 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2011-0087206)

28) 매연여과필터 재생용 버너
(출원번호 : KR2011-0097445)

29) 플라즈마 버너
(출원번호 : KR2011-0107018)

30) 플라즈마 인젝터 및 이를 가지는 엔진
(출원번호 : KR2011-0118474)

31) 전기장 처치방법 및 처치장치
(출원번호 : KR2012-0013896)

32) 오염 물질 제거용 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2012-0030686)

33) 유해 기체 제거용 플라즈마-촉매 반응기 및 이를 이용한 유해 기체 처리 방법
(출원번호 : KR2012-0044715)

34) 대면적 표면 처리용 대기압 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2012-0068765)

35) 외부 전기장을 이용한 유무기 하이브리드 나노세공체의 흡탈착 방법
(출원번호 : KR2012-0106641)

36) 표면 처리를 위한 유전체 장벽 방전 반응기
(출원번호 : KR2013-0012491)

37) 표면 처리를 위한 유전체 장벽 방전 반응기
(출원번호 : KR2013-0012492)

38) 분사형 플라즈마 발생기
(출원번호 : KR2013-0014663)

39) 곡면 형상의 구동 전극을 구비한 분사형 플라즈마 발생기
(출원번호 : KR2013-0022988)

40) 플라즈마 버너
(출원번호 : KR2013-0031020)

41) 플라즈마 버너
(출원번호 : KR2013-0031023)

42) 플라즈마 에스씨알 시스템
(출원번호 : KR2013-0031024)

43) 요소수 분해 장치 및 이를 이용한 배기가스 시스템
(출원번호 : KR2013-0031026)

44) 플라즈마-촉매를 이용한 C-H 결합 분해 장치 및 수소 및/또는 C2 이상의 탄화수소를 생산하는 방법
(출원번호 : KR2013-0044364)

45) 플라즈마 히터
(출원번호 : KR2013-0062972)

46) 암모니아 스크러버
(출원번호 : KR2013-0064772)

47) 배기가스용 탈질 장치
(출원번호 : KR2013-0067487)

48) 액화석유가스 개질기
(출원번호 : KR2013-0079289)

49) 유해 기체 제거를 위한 플라즈마-촉매 반응기
(출원번호 : KR2013-0098907)

50) 플라즈마 반응을 이용한 순환형 가스연료 개질기
(출원번호 : KR2013-0110967)

51) 플라즈마-촉매를 이용한 유해 물질 저감 장치 및 이의 운전 방법
(출원번호 : KR2013-0111354)

52) 엔진용 배기장치
(출원번호 : KR2013-0111358)

53) 플라즈마 점화장치
(출원번호 : KR2013-0111359)

54) 증발기 및 이를 적용한 연소장치
(출원번호 : KR2013-0111360)

55) 플라즈마 버너
(출원번호 : KR2013-0123484)

56) 반도체 제조공정용 질소산화물 제거장치
(출원번호 : KR2013-0123485)

57) 플라즈마-촉매를 이용한 메탄올, 포름알데하이드 및 C2 이상의 탄화수소 중 어느 하나 이상을 생산하는 방법 및 메탄 전환 장치
(출원번호 : KR2013-0128145)

58) 플라즈마 토치
(출원번호 : KR2013-0136523)

59) 플라즈마 버너
(출원번호 : KR2013-0136524)

60) 증발기 및 이를 적용한 연소장치
(출원번호 : KR2013-0136525)

61) 촉매의 피독 재생 장치
(출원번호 : KR2013-0163103)

62) 공기 청정 장치
(출원번호 : KR2013-0167298)

63) 플라즈마 인젝터
(출원번호 : KR2014-0005559)

67) 다중 특성을 가지는 플라즈마 반응기
(출원번호 : KR2014-0087450)

68) 연소 후 수처리형 스크러버
(출원번호 : KR2014-0087452)

69) 플라즈마 에스씨알 시스템
(출원번호 : KR2014-0117134)

70) 스크러버
(출원번호 : KR2014-0125179)

71) 공기 청정 장치
(출원번호 : KR2014-0158164)

72) 플라즈마 증발기 및 이를 이용하는 배기가스 제거 시스템
(출원번호 : KR2015-0052490)

73) 오염 촉매의 재생 수단이 포함된 일산화탄소 및 오염 물질 제거 장치
(출원번호 : KR2015-0052491)

74) 공기 청정 장치 및 그 구동 방법
(출원번호 : KR2015-0064691)

75) 암모니아 전환 장치 및 이를 이용한 요소수 에스씨알 시스템
(출원번호 : KR2015-0084436)

76) 플라즈마-촉매 방식의 스크러버
(출원번호 : KR2015-0084437)

77) 배기가스 후처리 장치 및 그 방법
(출원번호 : KR2015-0096678)

78) 오염 촉매의 재생 수단이 포함된 일산화탄소와 오염 물질 제거 장치 및 오염 촉매의 재생이 포함된 일산화탄소와 오염 물질 제거 방법
(출원번호 : KR2015-0155255)

79) Apparatus for plasma reaction and system for reduction of particulate materials in exhaust gas using the same
(출원번호 : US12/090565)

80) Plasma burner and diesel particulate filter trap
(출원번호 : US12/134557)
81) Plasma scrubber
(출원번호 : US12/247622)
82) Plasma reactor for abating hazardous materials and driving method thereof
(출원번호 : US12/905227)
83) PLASMA REACTOR FOR REMOVAL OF CONTAMINANTS
(출원번호 : US13/534446)
84) COMBUSTION APPARATUS
(출원번호 : US13/714521)
85) REMOTE PLASMA GENERATION APPARATUS
(출원번호 : US14/171888)
86) PLASMA NOZZLE AND PLASMA SCR SYSTEM COMPRISING SAME
(출원번호 : EP2015-776539)

연구자 | 이대훈	소속 | 플라즈마연구실	연락처 | 042-868-7406	이메일 | dhlee@kimm.re.kr
기술이전 담당자 | 오양의	소속 | 기술사업화실	연락처 | 042-868-7921	이메일 | yangeui@kimm.re.kr

탄소섬유 이온화 공정을 이용한 실내용 정전여과 공기정화장치

기술개요

마이크로급 탄소섬유 방전극으로 오존 발생 없이 미세입자를 전기적으로 하전시키고 강력한 정전기력으로 포집하는 공기정화장치에 관한 기술이다.

기술의 필요성

기존의 전기식 공기정화장치는 오존 발생 문제로 밀폐된 실내환경에서 적용하기가 어려운 문제가 있고, 필터식은 필터 관리 문제 이외에도 필터 차압 상승에 의한 소요 동력 증가 문제가 발생한다.
집진장치의 기술개발은 2개 이상의 원리가 접목된 하이브리드형으로 가고 있으며, 기존방식에서 성능 향상을 위한 핵심기술의 보완이 필요하다.
기존의 필터방식의 공기정화장치는 필터를 주기적으로 교환해 주어야 하고, 소비자들의 관리 소홀로 필터 오염에 따른 미생물 등의 2차 오염물질이 발생하기 쉬우며, 전기집진 방식은 압력손실이 적은 장점은 있으나 미세입자 처리효율을 높이기 위해 고전압을 인가해야 하는데 강력한 코로나 방전 중에 오존이 실내 권고치 이상으로 발생할 수 있어 사용에 제약이 따른다.

기술의 차별성 및 효과

- 필터 교체가 없이 지속적인 유지관리가 가능하고 압력손실이 낮고 에너지 효율이 우수하면서도 오존과 같은 유해물질 발생없이 미세입자 처리성능이 우수하다.
- 압력손실이 매우 낮은 전기집진 방식을 사용하면서도 5-10㎛급의 극미세 마이크로 탄소섬유 방전극을 적용하여 낮은 인가전압에서도 방전이 고르게 발생할 수 있어 오존 발생량이 수 ppb 이하로 실내 유해물질 발생이 거의 없고, 필터를 교체하지 않아도 되므로 필터 교체 비용이 들지 않고 필터 폐기물 발생이 없어 친환경적으로 우수하다
- 오존의 방출이 없으면서도 압력손실이 적은 전기적 방식으로 미세입자를 처리할 수 있고, 유전체 코팅 집진판을 사용함으로써 높은 절연성을 유지할 수 있어 다습한 환경 또는 수세정 환경에서도 안정적 운전이 가능하다.

기술 우수성 입증 근거

- 극미세 마이크로 탄소섬유 다발에 상대적으로 낮은 전압을 인가하여 오존 발생 없이 미세입자를 고효율로 하전시킨 뒤 고강도의 전기장이 형성된 정전필터, 금속 집진판 또는 유전체 코팅 집진판에서 하전입자를 포집시키는 기능이 결합된 원리를 적용한 것으로 오존발생량이 약 1-2ppb로 국내 실내환경 기준치 50ppb에 비해 현저히 낮으면서도 7-10kV의 하전부 및 10kV 이상의 집진부에 고전압을 인가하여 0.3㎛ 미세입자에 대한 집진효율을 95% 이상으로 향상시킬 수 있는 기술이다.

예상수요처 및 시장

- 공기청정기 업체, 지하역사/주차장/공항 등 다중이용시설 능동형 환기시스템
- 집진설비 제조업체, 환경설비 분야

관련지적재산권

- 특허 2건

1) 전기집진장치 및 이를 이용하는 전기집진 시스템
(출원번호 : KR 2010-0133997)
2) 재생능력과 신뢰성을 향상시킨 전기집진방식의 공기정화장치
(출원번호 : KR 2010-0068814)

연구자 | 한방우	소속 | 환경시스템연구본부	연락처 | 042-868-7068	이메일 | bhan@kimm.re.kr
기술이전 담당자 | 오양의	소속 | 기술사업화실	연락처 | 042-868-7921	이메일 | yangeui@kimm.re.kr

기존 액체 Urea SCR 시스템 대비 가격 경쟁력이 뛰어난 고체 암모늄 SCR 시스템

기술개요

고체암모늄을 약 60~120℃에서 열분해하여 암모니아를 만들고, 내연기관 등에서 배출되는 질소산화물의 환원제로 사용하는 기술이다.

기술의 필요성

기존 액체 Urea 기술은 해동능력이 포함된 우레아 탱크, 부식방지성능의 펌프, 레귤레이터, 온도/압력 센서, 분사밸브, 공급관등으로 구성되어 매우 복잡하고, 고가이다.

기존 액체 Urea 기술은 액체로 배기관에 분사되어 암모니아로 열분해되는 원리이기 때문에, 정교한 노즐을 이용한 고압분사가 필요하며, 분사위치에서부터 SCR입구까지의 거리를 충분히 확보해야 하는데, 자동차, 선박 및 농기계 대부분은 배기시스템이 협소하여 충분한 공간이 없는 상황이다.

액체 분사이므로 저온 NOx 저감 성능이 저하된다.

기술의 차별성 및 효과

- 고체암모늄 시스템은 반응기를 가열하여 암모니아로 열분해시켜, 레귤레이터와 도징밸브로 분사하는 시스템이므로 액체 Urea SCR 시스템 대비 가격적으로 매우 유리하다.
- 액체 Urea보다 고체암모늄은 암모니아 저장능력이 3배 크므로 환원제 저장용기 용량을 약 2~3배 축소할 수 있다.
- 액체분사가 아닌 가스분사이므로 장착공간이 짧아도 되고, 이에 따라 자동차 또는 농기계 제작사의 관련 시스템 설계가 용이하다.
- 액체분사가 아닌 가스분사이므로, 저온 NOx 저감성능이 우수하다.(액체 Urea는 배출가스 온도가 200℃ 미만인 경우 사용할 수 없음)
- 저가의 환원제(암모니아 카보네이트)를 사용한다.
- 기존 액체 Urea 사용 대비 환원제 저장용기 2~3배 축소 가능하다.
- 배기열 및 전기히터를 이용하여 환원제인 고체 암모늄을 손쉽게 열분해한다.

기술 우수성 입증 근거

- 암모니아 카보네이트 용기를 배기열 및 전기히터로 가열(60~120℃)하여 암모니아로 열분해하고, 레귤레이터와 도징밸브를 이용하여 배기관에 분사하는 시스템이다.

예상수요처 및 시장

- 자동차, 선박, 농기계, 건설기계 등의 배기후처리 시스템 회사

관련지적재산권

- 특허 5건

1) 고체 암모늄염 반응기, 그 제어방법 및 고체 암모늄염과 선택적 환원촉매를 이용한 질소산화물 정화시스템
(출원번호 : KR 2013-0064971)

2) 선택적 촉매 환원장치용 고체 암모늄 이용 배출가스 저감장치
(출원번호 : KR 2014-0051606)

3) 배기가스 정화시스템
(출원번호 : KR 2012-0145178)

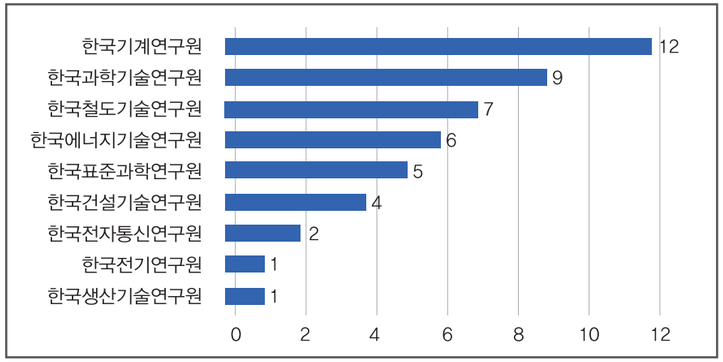
4) 고체 암모늄염을 이용한 암모니아 가스 발생기
(출원번호 : KR 2013-0122062)
5) 고체 암모늄염 카트리지 및 그 제조방법
(출원번호 : KR 2013-0122177)

연구자 | 김홍석 소속 | 그린동력연구실 연락처 | 042-868-7367 이메일 | hongsuk@kimm.re.kr
기술이전 담당자 | 오양의 소속 | 기술사업화실 연락처 | 042-868-7921 이메일 | yangeui@kimm.re.kr

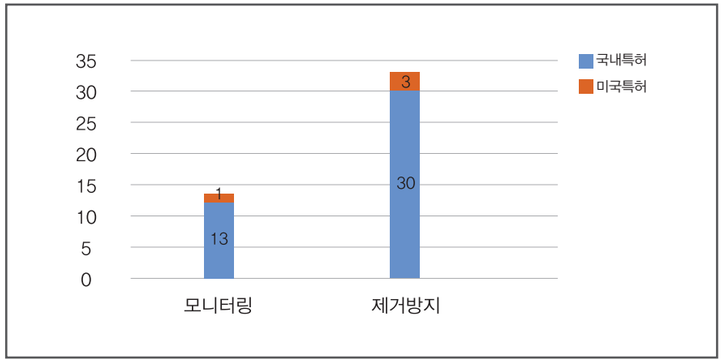
국내 출연(연) 보유 특허

미세먼지와 관련된 연구는 최근 출범한 미세먼지사업단 등, 국내의 여러 출연(연)에 의해 미세먼지의 정확한 측정과 효율적인 저감 방법 개발을 위해 활발하게 진행되어 왔다. 이와 같은 연구개발의 결과로 국내 출연(연)에서는 미세먼지와 관련된 등록 특허를 다수 보유하고 있다.

본 이슈 분석 리포트에서는 최근 10년 이내에 출원된 출연(연) 보유 등록 특허 중, 기술성과 시장성을 고려한 유망 기술들을 선별 해 보았다. 그 결과, 선별된 총 47건의 특허 중 한국기계연구원(부설연구소인 재료연 포함)에서 가장 많은 12건의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 한국과학기술연구원이 9건으로 뒤를 이었다. 기술분류 별로 살펴보면 미세먼지의 제거 및 방지 기술이 33건으로 가장 많았으며, 모니터링 기술은 14건으로 조사되었다.



▶국내 출연(연)별 미세먼지 관련 유망 특허 보유 현황



▶기술분류별 국내 및 미국 특허 현황

모니터링 기술

순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
1	KR 0961533	시정계에서의 오염도 모니터링 방법 및 이를 구현하는시정계	2008.06.23	한국건설기술연구원
2	KR 1469076	주행 특성 및 환경에 따른 배출 오염량 추정을 통한 차량 실내 환기 시스템 및 방법	2013.04.24	
3	KR 1311426	다기능 이동형 대기오염 측정용 차량	2011.08.24	한국과학기술연구원
4	KR 1463900	2.5 마이크로미터 이하 미세먼지 특이적 노출 여부 확인용 바이오마커 및 이를 이용한 확인 방법	2013.04.23	
5	KR 1609374	2.5 마이크로미터 이하 미세먼지 노출 여부 확인용 마이크로 RNA 및 이를 이용한 확인 방법	2013.07.11	
6	KR 1551289	미세 입자 측정 장치 및 이를 이용한 미세 입자 측정 방법	2014.05.22	
7	KR 1653280	대기 오염 모니터 방법	2014.08.18	
8	KR 1229480	차량 추적용 이동식 대기 오염 측정 시스템	2010.09.01	한국기계연구원
9	KR 1316662	대기 환경 모니터링을 위한 착용 플랫폼 및 이를 이용한 대기 오염 관리 시스템	2009.10.29	한국전자통신연구원
10	US 8560146	Method for monitoring air pollution and system for the same	2011.11.30	
11	KR 1050688	미세먼지 측정용 베타게이지 교정장치 및 방법	2008.11.04	한국표준과학연구원
12	KR 1014245	멀티가스필터를 갖는 비분산적외선 검출기를 이용한 다종오염물질 측정장치 및 방법	2008.11.11	
13	KR 1435495	먼지 측정용 표준 선원 물질, 표준 선원체 제조방법, 그 제조방법에 의해 제조된 표준 선원 물질 및 표준 선원체	2013.01.11	
14	KR 1646685	마이크로밸런스 기반 미세먼지 측정장치	2014.12.10	

제거/방지 기술

순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
15	US 9101941	Activated carbon for simultaneous removal of dust and gaseous air pollutants and method of preparing activated carbon electrode plate using the same	2012.04.06	한국건설기술연구원
16	KR 1609773	분진 제거를 위한 기류유도 및 물분사 정화 방식의 투명 방음벽 및 그 분진 제거 방법	2014.09.17	
17	KR 1012035	다기능 캐빈형 에어필터	2009.05.19	한국과학기술연구원
18	KR 1250249	배기가스에 포함된 입자상 물질의 채취 장치	2011.10.24	
19	KR 1344890	표면 요철구조를 포함하는 금속지지체를 이용한 매연여과장치	2012.02.15	
20	KR 1592399	수분 유입 방지 부재 및 이를 포함하는 미세먼지 포집 장치	2014.09.02	
21	US 8257455	Plasma burner and diesel particulate filter trap	2008.06.06	한국기계연구원
22	KR 1066018	전극봉 절연 고정구조가 구비된 전기집진장치	2009.09.23	
23	KR 1064242	공기를 이용하는 절연 고정장치가 구비된 전기집진장치	2009.09.23	
24	KR 1183945	이온발생기의 조절이 용이한 전기집진장치	2010.07.15	
25	KR 1059744	고주파 유도가열을 이용한 자동차 매연 저감 장치	2011.01.13	
26	KR 1108123	비전도성 회전식 집진판 타입의 1단 전기집진기	2011.07.01	
27	KR 1136353	회전식 집진판 타입의 1단 전기집진기	2011.07.01	
28	KR 1471090	과잉 포집 방지장치가 설치된 매연 여과장치	2012.08.07	
29	KR 1383309	전기집진방식 매연여과장치를 이용한 디젤엔진의 매연여과시스템	2012.08.08	
30	KR 1387998	지하철 터널 내부 미세먼지 저감장치	2013.10.24	
31	KR 1582625	플라즈마를 이용한 디젤엔진의 질소산화물과 피엠 동시 저감 시스템	2014.05.16	

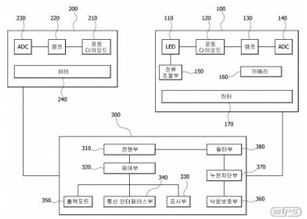
순번	등록번호	발명의 명칭	출원일	보유기관
32	KR 1433774	3중층으로 구성된 먼지포집용 여과체	2013.10.04	한국생산기술연구원
33	US 8657910	Cyclone dust collector	2010.02.19	한국에너지 기술연구원
34	KR 1231574	기공성 전극 적용 공기정화용 필터	2010.05.24	
35	KR 1112481	가스상 오염물질 제거용 매달림 방식 카트리지를 구비한 여과장치	2011.11.11	
36	KR 1158672	융합형 미세먼지 제거 장치	2011.11.16	
37	KR 1245198	융합형 미세먼지 및 질소산화물 제거 장치	2012.12.26	
38	KR 1488198	다기능성 배기가스 정화필터 및 이를 이용한 배기가스 정화장치	2014.12.26	
39	KR 1454442	미세먼지 및 정전기 제거장치	2013.06.27	한국전기연구원
40	KR 1082023	무동력 싸이클론 방식의 미세먼지 저감장치	2009.02.16	한국철도기술 연구원
41	KR 1201541	무동력 싸이클론 방식과 전기집진 방식이 결합된 공기정화장치	2010.12.10	
42	KR 1219406	무동력 사이클론 방식을 이용한 먼지 저감장치	2010.12.14	
43	KR 1284893	지하철 객실용 공기정화장치	2011.06.10	
44	KR 1443596	경사를 통한 누적된 미세입자 제거 기능을 가지는 모듈형 싸이클론 방식의 공기정화장치	2012.06.29	
45	KR 1396204	전동차 부착용 미세먼지 제거장치	2012.10.22	
46	KR 1440029	레버를 이용한 경사구조에 의해 누적된 미세입자 제거 기능을 가지는 모듈형 싸이클론 방식의 공기정화장치	2014.04.25	
47	KR 1278150	다공관을 갖는 미세먼지 포집장치	2011.06.27	한국표준과학연구원

모니터링 기술

1. 시정계에서의 오염도 모니터링 방법 및 이를 구현하는 시정계

특허번호	KR 0961533	출원일	2008년 06월 23일
출원인	한국건설기술연구원	권리 존속 기간	2028년 06월 23일

기술내용

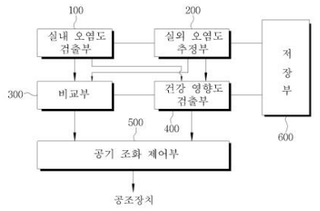


본 발명은 시정계에서의 오염도 모니터링 방법 및 이를 구현하는 시정계에 관한 것으로서, 렌즈를 통해 빛을 방출하고, 렌즈 표면의 이물질에 의해 산란되는 산란광을 측정하여 시정거리를 산출하여 렌즈 표면의 이물질 존재 여부를 모니터링하는 기술이다.

2. 주행 특성 및 환경에 따른 배출 오염량 추정을 통한 차량 실내 환기 시스템 및 방법

특허번호	KR 1469076	출원일	2013년 04월 24일
출원인	한국건설기술연구원	권리 존속 기간	2033년 04월 24일

기술내용

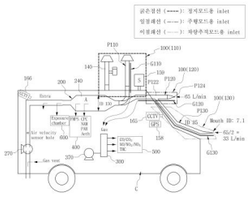


본 발명은 운행 중인 차량의 주행 특성(연료소비, 속도, 가감속 등)에 따른 배출 오염량 추정을 기준으로 주변 환경(교통량, 밀도 등)을 고려한 주변 공기 오염도 추정을 통한 유입 및 차량 실내 공기가 탑승자의 건강에 미치는 영향 정도를 지표화하고 이에 따라 실외공기 유입을 조절하여 차내 실내공기를 탑승자의 건강에 최적화할 수 있는 차량 실내 환기 시스템 및 방법을 제공한다.

3. 다기능 이동형 대기오염 측정용 차량

특허번호	KR 1311426	출원일	2011년 08월 24일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속 기간	2031년 08월 24일

기술내용

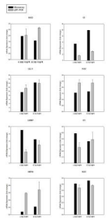


본 발명은 다기능 이동형 대기오염 측정용 차량에 관한 것으로, 정지모드에서는 물론 주행모드에서 시공간적인 대기오염도의 변화를 정확하게 모니터링할 수 있으며, 특정 자동차에서 배출되는 대기오염도를 측정할 수 있는 자동차 추적 기능과 함께 실제 도로의 주행 중에 동물 노출 실험이 가능하여 대기오염으로 인한 인체 위해성을 정확하게 평가할 수 있다.

4. 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지 특이적 노출 여부 확인용 바이오마커 및 이를 이용한 확인 방법

특허번호	KR 1463900	출원일	2013년 04월 23일
출원인	한국건설기술연구원	권리 존속 기간	2033년 04월 23일

기술내용

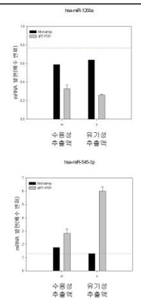


본 발명은 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지 특이적 노출 여부 확인용 바이오마커 및 이를 이용한 확인 방법에 관한 것으로, 본 발명의 바이오마커는 DNA 마이크로어레이 칩을 통하여 선별된 반응 유전자들을 바이오마커로 이용하여 환경 시료에서 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지의 오염을 모니터링 및 판정하는데 유용하게 사용될 수 있으며, 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지에 의해 특이적으로 유발되는 독성 작용 기작을 규명하는 도구로 유용하게 사용될 수 있다.

5. 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지 노출 여부 확인용 마이크로 RNA 및 이를 이용한 확인 방법

특허번호	KR 1609374	출원일	2013년 07월 11일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속 기간	2033년 07월 11일

기술내용

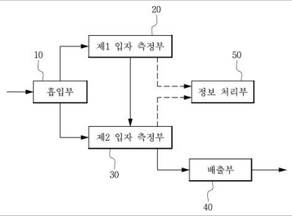


본 발명은 2.5 마이크로미터(㎛) 이하 미세먼지(particulate matter 2.5, PM2.5) 노출 여부 확인용 마이크로 RNA 및 이를 이용한 확인 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 폐 세포 또는 폐암세포에 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지 수용성 추출액 및 유기성 추출액을 노출시킨 결과, 1.300 배 이상 과발현되는 마이크로 RNA 1 종과 0.769 배 이하 저발현되는 마이크로 RNA 1 종을 선별함으로써, 2 종의 마이크로 RNA를 바이오마커로 이용하여 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지의 모니터링, 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지의 위해성 판정 및 2.5 마이크로미터 이하 미세먼지에 의해 야기되는 독성 작용 기작 규명하는 도구로 유용하게 사용할 수 있다.

6. 미세 입자 측정 장치 및 이를 이용한 미세 입자 측정 방법

특허번호	KR 1551289	출원일	2014년 05월 22일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속 기간	2034년 05월 22일

기술내용

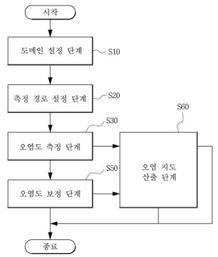


본 발명은 미세 입자 측정 장치 및 이를 이용한 미세 입자 측정 방법에 관한 것으로서, 서브마이크론 크기의 입자의 분포와 마이크론 크기의 입자의 분포를 각각 측정하여 입자의 입경에 따른 부피의 대수 정규 분포도로 각각 환산하여 질량농도로 구한다.

7. 대기 오염 모니터 방법

특허번호	KR 1653280	출원일	2014년 08월 18일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속 기간	2034년 08월 18일

기술내용

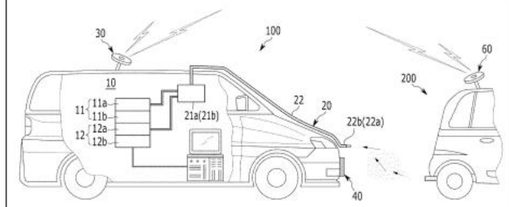


본 발명은 대기 오염 모니터 방법에 관한 것으로서 대상 지역을 격자로 구분된 하나 이상의 하위 도메인으로 설정하고, 각각의 하위 도메인의 측정 경로를 따라 각각의 하위 도메인의 오염도를 측정한다. 측정된 오염도를 측정 시점의 도시 배경 농도 및 기상 상태에 따라 보정한 데이터에 따라 대기 오염 지도를 작성한다.

8. 차량 추적용 이동식 대기 오염 측정 시스템

특허번호	KR 1229480	출원일	2010년 09월 01일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2030년 09월 01일

기술내용

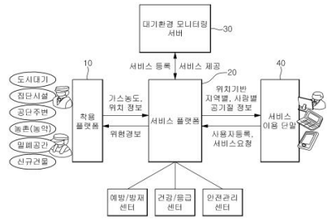


본 발명은 차량에 설치되는 이동식 대기 오염 측정 시스템 관한 것으로, 대기 오염 측정과 다른 차량의 배출가스를 흡입하여 오염도를 측정하는 차량에 설치되는 이동식 대기 오염 측정 시스템에 관한 것이다.

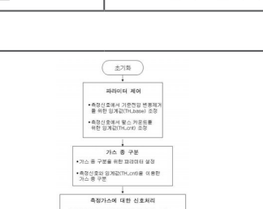
9. 대기 환경 모니터링을 위한 착용 플랫폼 및 이를 이용한 대기 오염 관리 시스템

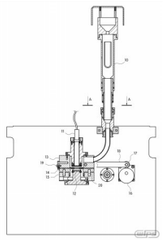
특허번호	KR 1316662	출원일	2009년 10월 29일
출원인	한국전자통신연구원	권리 존속 기간	2029년 10월 29일

기술내용

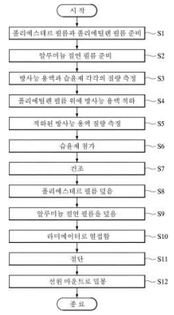


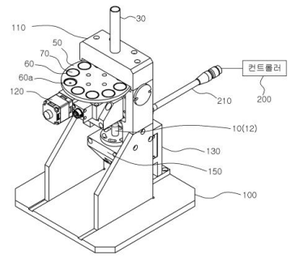
본 발명은 착용하는 사람의 주변으로부터 측정한 공기질을 바탕으로 착용 당사자 또는 서비스 이용자의 건강과 안전을 지킬 수 있는 대기 환경 모니터링을 위한 착용 플랫폼에 관한 것이다.

10. Method for monitoring air pollution and system for the same			
특허번호	US 8560146	**출원일**	2011년 11월 30일
출원인	한국전자통신연구원	**권리 존속 기간**	2032년 04월 11일
기술내용			
		본 발명은 무인 비행체를 이용한 대기 오염 측정 방법으로, 측정된 대기 오염도와 임우에 따른 지리정보를 이용하여, 임무 구간의 대기 오염도를 사용자에게 제종하는 기술 이다.	

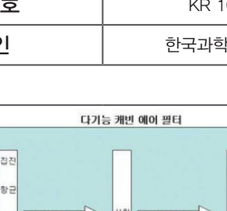
11. 미세먼지 측정용 베타게이지 교정장치 및 방법			
특허번호	KR 1050688	**출원일**	2008년 11월 04일
출원인	한국표준과학연구원	**권리 존속 기간**	2028년 11월 04일
기술내용			
		본 발명은 미세먼지 측정용 베타게이지 교정장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 대기 중의 미세먼지 연속 자동 측정기를 현장에서 교정할 수 있는 미세먼지 측정용 베타게이지 교정장치 및 방법에 관한 것이다.	

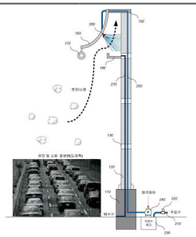
12. 멀티가스필터를 갖는 비분산적외선 검출기를 이용한 다종오염물질 측정장치 및 방법			
특허번호	KR 1014245	**출원일**	2008년 11월 11일
출원인	한국표준과학연구원	**권리 존속 기간**	2028년 11월 11일
기술내용			
		본 발명은 비분산적외선 검출기를 이용한 다종오염물질 측정장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 비분산적외선분석법(NDIR)을 이용하여 여러 종류의 대기오염물질을 동시에 실시간으로 측정할 수 있는 비분산적외선 검출기를 이용한 다종오염물질 측정장치 및 방법에 관한 것이다.	

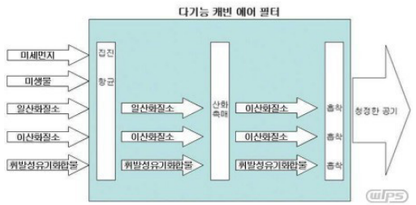
13. 먼지 측정용 표준 선원 물질, 표준 선원체 제조방법, 그 제조방법에 의해 제조된 표준 선원 물질 및 표준 선원체			
특허번호	KR 1435495	**출원일**	2013년 01월 11일
출원인	한국표준과학연구원	**권리 존속 기간**	2033년 01월 11일
기술내용			
		본 발명은 먼지 측정용 표준 선원 물질 제조방법 및 그 제조방법에 의해 제조된 표준 선원물질에 대한 것으로, 일정한 방사능 방출률을 갖고, 안정성과 균질도가 인정된 먼지측정용 14C 표준선원물질의 제조방법 및 그 제조방법에 의해 제조된 표준선원물질을 제공한다.	

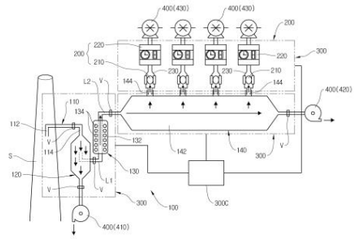
14. 마이크로밸런스 기반 미세먼지 측정장치			
특허번호	KR 1646685	**출원일**	2014년 12월 10일
출원인	한국표준과학연구원	**권리 존속 기간**	2034년 12월 10일
기술내용			
		본 발명은 여과지를 자동으로 교체하며 미세먼지 농도를 연속 측정하거나 또는 교정용 분동을 이용하여 자동으로 교정하는 마이크로밸런스 기반 미세먼지 측정장치에 관한 것으로서, 복수의 여과지 홀더를 홀더 안착판에 안착하여, 진동관의 자유단에 장착하는 여과지 홀더를 교체 가능하게 함으로써, 여과지를 안착한 농도측정용 여과지 홀더를 수동으로 교체하지 아니하더라도 농도측정용 여과지 홀더를 순차적으로 이동 장착하여 연속 측정이 가능하고, 교정이 필요한 일정 기간마다 분동용 여과지 홀더를 이동 장착하여 자동으로 교정함으로써, 미세먼지 농도를 정확한 값으로 측정할 수 있다.	

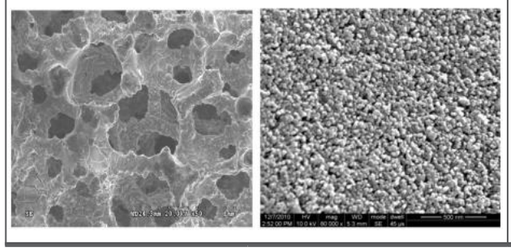
제거/방지 기술

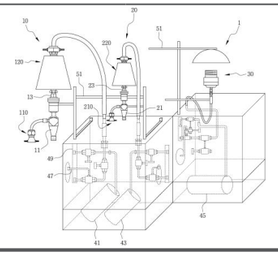
15. Activated carbon for simultaneous removal of dust and gaseous air pollutants and method of preparing activated carbon electrode plate using the same			
특허번호	US 9101941	**출원일**	2012년 04월 06일
출원인	한국건설기술연구원	**권리 존속 기간**	2033년 10월 09일
기술내용			
	본 발명은 먼지 및 악취 물질을 포함하는 대기 오염 물질을 제거하기 위한 활성탄 전극 판에 사용되는 활성탄 및 활성탄 전극 판을 제조하는 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 본 발명은 활성탄 전극 판에 사용되는 활성탄 및 이를 이용한 활성탄 전극 판의 제조 방법에 관한 것으로서, 현재의 분포를 균일하게 하여 부유 물질의 부착 성을 극대화하고 가스로부터 휘발성 유기 물질 및 악취 물질을 제거 할 수 있다.		

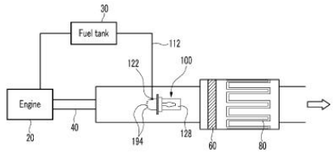
16. 분진 제거를 위한 기류유도 및 물분사 정화 방식의 투명 방음벽 및 그 분진 제거 방법			
특허번호	KR 1609773	**출원일**	2014년 09월 17일
출원인	한국건설기술연구원	**권리 존속 기간**	2034년 09월 17일
기술내용			
	분진 및 소음 발생원으로부터 발생된 분진(미세먼지)을 투명 방음벽 상단 또는 하단에서 기류(Air Stream) 유도 방식으로 흡기하고, 물분사 정화 방식으로 분진을 정화(Cleaning)시킴으로써, 투명 방음벽이 설치된 도로의 분진 및 반사소음을 저감시킬 수 있고, 또한, 분진 감지센서에서 분진을 실시간 감지하고, 분진 및 소음 발생원으로부터 발생된 분진량에 대응하여 물공급 펌프를 가변 가동시킴으로써 분진 및 반사소음을 실시간 용이하게 감소시킬 수 있는, 분진 제거를 위한 기류유도 및 물분사 정화 방식의 투명 방음벽 및 그 분진 제거 방법이 제공된다.		

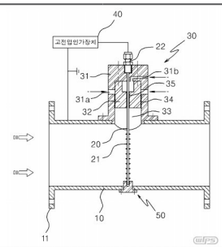
17. 다기능 캐비형 에어필터			
특허번호	KR 1012035	**출원일**	2009년 05월 19일
출원인	한국과학기술연구원	**권리 존속 기간**	2029년 05월 19일
기술내용			
	본 발명에 따른 캐빈형 에어필터는, 집진, 탈질, 탈취 및 항균기능을 제공하며, 이를 자동차 등과 같은 제한된 공간에서의 공기정화를 위해 다양하게 활용이 가능하다.		

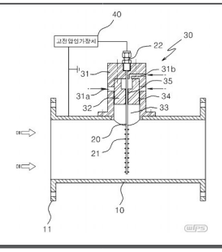
18. 배기가스에 포함된 입자상 물질의 채취 장치			
특허번호	KR 1250249	**출원일**	2011년 10월 24일
출원인	한국과학기술연구원	**권리 존속 기간**	2031년 10월 24일
기술내용			
	본 발명은 배기가스에 포함된 입자상 물질의 채취 장치에 관한 것으로, 배기가스 중의 입자상 물질을 채취함에 있어, 수분의 영향을 최소화하면서 안정적인 흐름을 유도하여 배기가스에 포함된 입자상 물질을 용이하게 채취할 수 있다.		

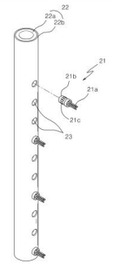
19. 표면 요철구조를 포함하는 금속지지체를 이용한 매연여과장치			
특허번호	KR 1344890	**출원일**	2012년 02월 15일
출원인	한국기계연구원	**권리 존속 기간**	2032년 02월 15일
기술내용			
	본 발명은 금속지지체 및 상기 금속지지체 표면에 형성된 세라믹 물질의 다공성 담체층을 포함하는 매연여과장치에 관한 것으로, 열적, 화학적, 진동 환경에서 계면의 안정성이 우수한 특성을 갖는다. 본 발명의 매연여과장치는 표면에 요철구조가 형성된 금속폼이나 금속판을 금속지지체로 사용하고, 워시코트법에 의해 코팅된 세라믹 물질의 다공성 담체층을 포함한다.		

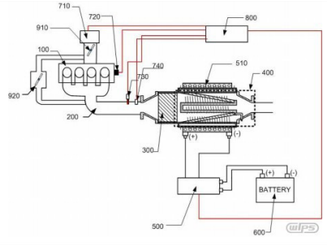
20. 수분 유입 방지 부재 및 이를 포함하는 미세먼지 포집 장치			
특허번호	KR 1592399	**출원일**	2014년 09월 02일
출원인	한국과학기술연구원	**권리 존속 기간**	2034년 09월 02일
기술내용			
	본 발명은 미세먼지 포집 장치 및 수분 유입 방지 장치에 관한 것으로서, 결로 현상으로부터 미세먼지를 보호하여, 미세먼지 포집 및 측정의 오차를 최소화할 수 있는 수분 유입 방지 부재 및 이를 포함하는 미세먼지 포집 장치에 관한 것이다.		

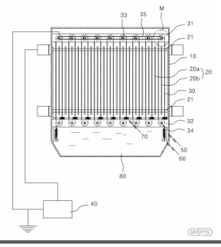
21. Plasma burner and diesel particulate filter trap			
특허번호	US 8257455	출원일	2008년 06월 06일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2030년 09월 10일
기술내용			
	본 발명은 연료를 예열하여 연료와 배기가스를 혼합하여 배기가스 내의 입자상 물질(PM)을 효과적으로 산화 제거 할 수 있는 플라즈마 버너 및 디젤 미립자 필터 트랩에 관한 것이다.		

22. 전극봉 절연 고정구조가 구비된 전기집진장치			
특허번호	KR 1066018	출원일	2009년 09월 23일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2029년 09월 23일
기술내용			
	본 발명은 소각로, 화력발전소 및 자동차 등에서 배출되는 배출가스 중 포함되어 있는 미세입자에 방전을 통하여 양이온 또는 음 이온을 공급하여 하전시켜 집진하는 전기집진장치에 관한 것으로, 상세하게는 고전압이 인가되는 전극봉과 배출가스가 유입되는 유로 사이에 오염먼지에 의하여 절연이 파괴되는 것을 공기를 분사하여 절연파괴를 방지하며, 고온으로 인한 전극봉의 파손과 방전 효율의 저하를 방지할 수 있는 전극봉 절연 고정구조를 구비한다.		

23. 공기를 이용하는 절연 고정장치가 구비된 전기집진장치			
특허번호	KR 1064242	출원일	2009년 09월 23일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2029년 09월 23일
기술내용			
	본 발명은 소각로, 화력발전소 및 자동차 등에서 배출되는 배출가스 중 포함되어 있는 미세입자에 방전을 통하여 양이온 또는 음 이온을 공급하여 하전시켜 집진하는 전기집진장치에 관한 것으로, 다량의 양이온 또는 음이온이 발생하도록 고전압을 인가하여 방전을 유도하고, 상기 발생된 이온을 이용하여 배출가스 내의 미세입자를 하전시켜 집진한다.		

24. 이온발생기의 조절이 용이한 전기집진장치			
특허번호	KR 1183945	출원일	2010년 07월 15일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2030년 07월 15일
기술내용			
	본 발명은 소각로, 화력발전소 등에서 배출되는 배출가스 중에 포함되어 있는 미세입자(오염먼지)를 하전시켜 집진하는 전기집진장치에 관한 것이다. 본 발명은 배출가스 내의 미세입자의 농도변화 또는 배출가스의 유량의 변화 시 적절하게 이온의 공급량을 조절할 수 있도록 탄소섬유로 이루어진 이온발생기의 수량을 용이하게 조절할 수 있으며, 유로 내에 설치되는 다수의 이온발생기가 전기적으로 고전압인가장치와 연결되기 위하여 설치되는 전선에 의하여 발생하는 단락 또는 배출가스의 흐름 방해 등과 같은 문제점을 해결할 수 있으며, 탄소섬유로 이루어진 이온발생기의 교체를 용이한 장점을 가지고 있다.		

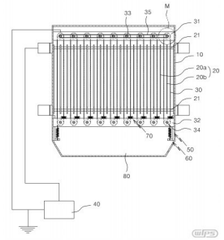
25. 고주파 유도가열을 이용한 자동차 매연 저감 장치			
특허번호	KR 1059744	출원일	2011년 01월 13일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2031년 01월 13일
기술내용			
	본 발명은 고주파 유도가열을 이용한 자동차 매연 여과 장치에 관한 것으로 산화촉매, 매연 여과 필터 등으로 구성되는 자동차 배기가스 저감장치에 고주파 유도가열부 및 고주파 전류발생유닛을 구비하여, 매연 여과 필터에 매연이 일정 이상 포집되었을 때 고주파 유도가열을 이용하여 금속 필터를 직접 가열함으로써 필터 내에 포집된 매연을 빠른 시간 내에 연소시켜 필터를 재생하는 자동차 매연 여과 장치에 관한 것이다.		

26. 비전도성 회전식 집진판 타입의 1단 전기집진기			
특허번호	KR 1108123	출원일	2011년 07월 01일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2031년 07월 01일
기술내용			
	본 발명은 오염된 공기 중에 포함되어 있는 미세 먼지 등의 입자상 물질을 처리하는 장치로, 코로나 방전을 통해 다량의 전자(이온)를 공급하여 미세 먼지를 하전시키고, 하전된 미세 먼지는 정전기력에 의하여 하전과 동시에 집진판에 집진되는 1단 전기집진기에 관한 것으로, 상세하게는 코로나 방전에 의하여 하전된 입자상 물질을 집진하는 집진판의 재질이 전기적인 부도체로 이루어진 비전도성 회전식 집진판 타입의 1단 전기집진기에 관한 것이다.		

27. 회전식 집진판 타입의 1단 전기집진기

특허번호	KR 1136353	출원일	2011년 07월 01일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2031년 07월 01일

기술내용

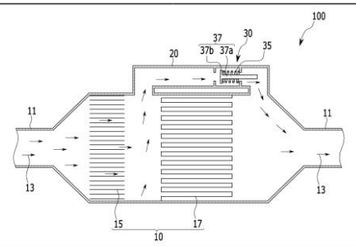


본 발명은 오염된 공기 중에 포함되어 있는 입자상 물질(분진, 미세입자, 먼지 등)을 처리하는 장치로, 코로나 방전을 통해 다량의 전자(이온)를 공급하여 입자상 물질을 하전시키고, 하전된 입자상 물질을 정전기력에 의하여 집진하는 전기집진기에 관한 것으로, 상세하게는 집진판에 포집된 먼지를 자동 탈진하여 집진기 운전 중 항상 깨끗한 집진판의 상태를 유지시키도록 이루어진 회전식 집진판 타입의 1단 전기집진기에 관한 것이다.

28. 과잉 포집 방지장치가 설치된 매연 여과장치

특허번호	KR 1471090	출원일	2012년 08월 07일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2032년 08월 07일

기술내용

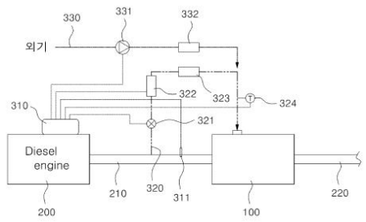


과잉 포집 방지장치가 설치된 매연 여과장치가 개시된다. 과잉 포집 방지장치가 설치된 매연 여과장치는, 엔진의 배기관에 설치되어 배기가스에 포함된 이물질을 여과하는 필터부에 입자상 물질이 과포집되는 것을 방지하고 차량이 정상적으로 운행되도록 한다.

29. 전기집진방식 매연여과장치를 이용한 디젤엔진의 매연여과시스템

특허번호	KR 1383309	출원일	2012년 08월 08일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2032년 08월 08일

기술내용

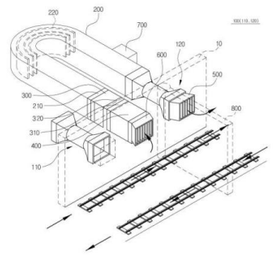


본 발명은 전기집진방식 매연여과장치를 이용하여 디젤엔진에서 배출되는 배출가스를 여과하도록 이루어진 매연여과시스템에 관한 것으로, 상세하게는 디젤엔진에서 배출되는 배출가스를 전기집진방식 매연여과장치를 이용하여 여과시키되, 배출가스 내에 포함되어 있는 분진에 의한 절연상태가 파괴되는 현상을 분기되는 배출가스를 이용하여 방지하도록 함으로써 이온발생저하에 의한 효율저하를 방지하도록 이루어진 전기집진방식 매연여과장치를 이용한 디젤엔진의 매연여과시스템에 관한 것이다.

30. 지하철 터널 내부 미세먼지 저감장치

특허번호	KR 1387998	출원일	2013년 10월 24일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2033년 10월 24일

기술내용

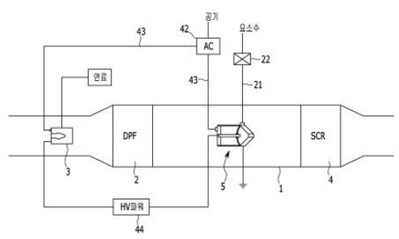


본 발명에 따른 지하철 터널 내부 미세먼지 저감장치는 지하철 터널 내의 기존의 환기실 설비를 이용하고 공급전력의 증설 없이 제작 및 설치되며, 환기실 내에 구비된 두 대의 환기팬 중 한 대만 사용하여 본 발명의 장치를 구성할 수 있으며 나머지 한 대의 환기팬을 기존 목적대로 환기수단으로 활용함으로써 환기와 집진이 동시에 이루어질 수 있어 터널 공기질 개선 효과가 뛰어난 지하철 터널 내부 미세먼지 저감장치이다.

31. 플라즈마를 이용한 디젤엔진의 질소산화물과 피엠 동시 저감 시스템

특허번호	KR 1582625	출원일	2014년 05월 16일
출원인	한국기계연구원	권리 존속 기간	2034년 05월 16일

기술내용

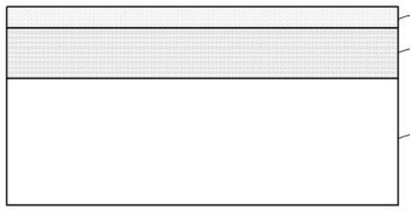


본 발명의 목적은 디젤엔진에서 배출되는 배출가스에 포함된 입자상 물질이나 미세 먼지(PM) 및 질소산화물을 효과적으로 제거하는 플라즈마를 이용한 디젤엔진의 질소산화물과 피엠 동시 저감 시스템을 제공하는 것이다.

32. 3중층으로 구성된 먼지포집용 여과체

특허번호	KR 1433774	출원일	2013년 10월 04일
출원인	한국생산기술연구원	권리 존속 기간	2033년 10월 04일

기술내용

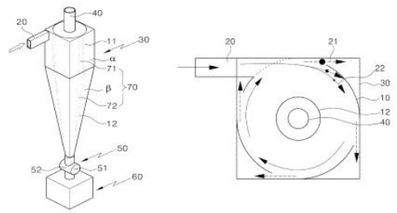


본 발명은 초미세먼지를 효과적으로 제거하기 위한 여과체에 관한 것으로, 무기질 섬유 지지체, 상기 지지체 상에 거품 코팅된 평균 기공 크기가 30㎛ 이하인 PTFE 층, 및 상기 거품 코팅된 PTFE 층 상에 라미네이트된 평균 기공 크기가 2.5㎛ 이하인 PTFE 막을 포함함으로써 내화학성 및 내열성을 나타낼 뿐만 아니라 2.5㎛ 이하의 초미세먼지도 포집할 수 있는 먼지포집용 여과체에 관한 것이다.

33. Cyclone dust collector

특허번호	US 8657910	출원일	2010년 02월 19일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속 기간	2030년 08월 22일

기술내용

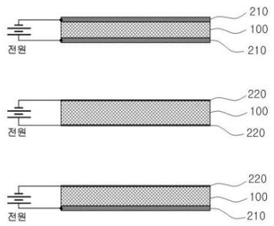


본 발명은 관성력과 원심력을 이용하여 먼지 입자를 분리/제거하는 사이클론 집진 장치에 관한 것으로, 종래의 사이클론과 동등 또는 그 이상의 집진 효율을 나타내고 비교적 낮은 압력 손실의 효과를 갖는다.

34. 기공성 전극 적용 공기정화용 필터

특허번호	KR 1231574	출원일	2010년 05월 24일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속 기간	2030년 05월 24일

기술내용

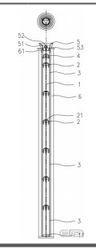


본 발명은 유연성이 우수하며 공기 저항이 낮은 기공성 전극을 유전체 여과재의 양면에 형성하고, 상기 기공성 전극 사이에 일정한 크기의 전압을 인가하여 유전체 여과재를 전기적으로 분극하여 정전기적으로 활성화시킨 공기정화용 필터에 관한 것으로, 미세 먼지입자의 제거효율을 향상시킬 수 있으며, 절곡형태로 성형이 가능하여 처리가스 유량을 극대화 시킬 수 있는 대면적 필터 제작이 가능하다.

35. 가스상 오염물질 제거용 매달림 방식 카트리지를 구비한 여과장치

특허번호	KR 1112481	출원일	2011년 11월 11일
출원인	한국과학기술연구원	권리 존속 기간	2031년 11월 11일

기술내용

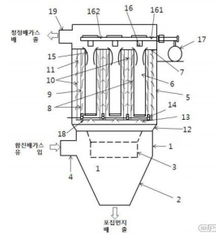


본 발명은 가스상 오염물질 제거용 매달림 방식 카트리지를 구비한 여과장치에 관한 것으로, 그 목적은 여과필터 및 그 내부에 장치된 담체가 충전된 카트리지로 이루어진 하나의 여과 장치에서 미세먼지 및 가스상 오염물질을 동시에 제거하도록 구성하되, 담체가 충전된 카트리지의 하중이 여과 필터에 전달되지 않도록 매달림 구조로 설치하여 여과 필터의 손상을 방지하도록 여과장치를 제공하는 데 있다.

36. 융합형 미세먼지 제거 장치

특허번호	KR 1158672	출원일	2011년 11월 16일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속 기간	2031년 11월 16일

기술내용

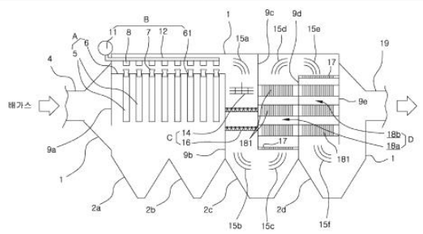


본 발명은 융합형 미세먼지 제거 장치에 관한 것으로, 그 목적은 집진필터의 압력손실의 증가를 억제하면서도 여과속도를 향상시키고, 또한 미세한 먼지에 대한 포집효율을 증대시켜 고전압 방전 스파크에 의한 집진필터 손상이 방지되도록 한 융합형 미세먼지 제거 장치를 제공하는데 있다.

37. 융합형 미세먼지 및 질소산화물 제거 장치

특허번호	KR 1245198	출원일	2012년 12월 26일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속 기간	2032년 12월 26일

기술내용

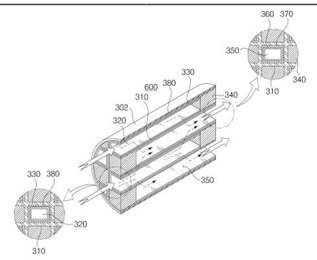


본 발명은 융합형 미세먼지 및 질소산화물 제거 장치에 관한 것으로, 그 목적은 내부 공간 영역을 복수개의 챔버로 분할 후, 여과집진수단과 SCR 촉매 수단을 설치하여 오염물질을 다단 여과 및 배출토록 하여 집진필터의 압력 손실 증대를 억제하면서도 여과속도를 향상시켜 높은 탈질율을 제공할 수 있는 융합형 미세먼지 및 질소산화물 제거 장치를 제공하는데 있다.

38. 다기능성 배기가스 정화필터 및 이를 이용한 배기가스 정화장치

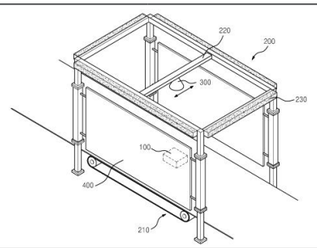
특허번호	KR 1488198	출원일	2014년 12월 26일
출원인	한국에너지기술연구원	권리 존속 기간	2031년 02월 21일

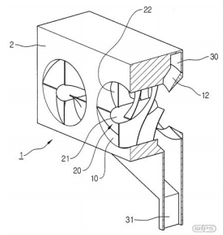
기술내용

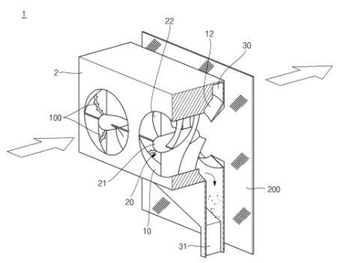


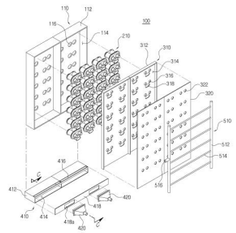
본 발명의 배기가스 정화장치는, 배기가스에 포함된 입자상 물질(Particulate Material; PM), 일산화탄소(Carbon Monoxide; CO), 탄화수소(Hydrocarbon : HC)을 저감하며, 이산화질소(Nitrogen dioxide; NO2) 함량을 높게 생성시키는 다기능성 필터(Multi-Functional Particulate Filter; MFPF)의 구성방법을 제공한다.

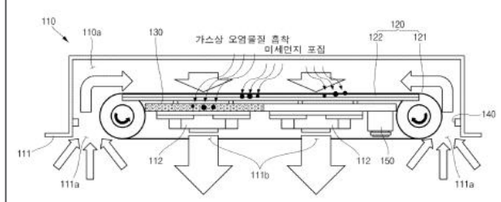
상기 MFPF는 배기가스 유입/배출 유로 양측에 제올라이트와 산화촉매를 동시에 코팅하여 탄화수소의 슬립을 최소화함과 동시에 고농도의 NO2를 생성하는 것을 특징으로 한다.

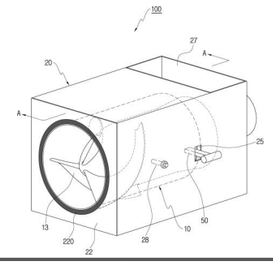
39. 미세먼지 및 정전기 제거장치			
특허번호	KR 1454442	출원일	2013년 06월 27일
출원인	한국전기연구원	권리 존속 기간	2033년 06월 27일
기술내용			
	본 발명은 엑스선을 조사하여 대상체의 정전기 및 그 주위의 미세먼지를 이온화하여 포집할 수 있는 미세먼지 및 정전기 제거장치에 관한 것으로, 엑스선을 조사하여 대상체의 정전기 및 그 주위의 미세먼지를 이온화하여 포집할 수 있는 미세먼지 및 정전기 제거장치에 관한 것이다.		

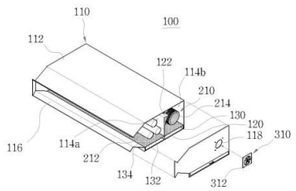
40. 무동력 싸이클론 방식의 미세먼지 저감장치			
특허번호	KR 1082023	출원일	2009년 02월 16일
출원인	한국철도기술연구원	권리 존속 기간	2029년 02월 16일
기술내용			
	본 발명은, 지하철 역사 등과 같은 건축물 실내에 공기를 공급하는 공기조화기 등에 설치되어 외부유입공기 중의 미세먼지를 제거하는 미세먼지 저감장치로서, 다수의 축류 방식 싸이클론(axial-flow type cyclone) 구조로 이루어져 있으며, 유입된 공기의 유속을 이용하여 원심력을 발생시키는 구조를 가지고 있어 별도의 원심력 발생을 위한 동력이 필요 없으며 외부유입공기 중의 미세먼지 제거 효율을 향상시키고 유지보수를 최소화 시킨 새로운 형태의 미세먼지 저감장치에 관한 것이다.		

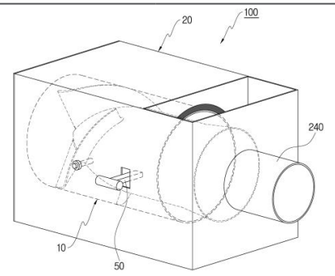
41. 무동력 싸이클론 방식과 전기집진 방식이 결합된 공기정화장치			
특허번호	KR 1201541	출원일	2010년 12월 10일
출원인	한국철도기술연구원	권리 존속 기간	2030년 12월 10일
기술내용			
	본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 싸이클론 방식으로 제거하기 어려운 1마이크론 이하의 이물질까지 포집될 수 있어, 상대적으로 큰 입자에서부터 미세입자까지 다양한 크기의 먼지가 완전히 제거된 외부공기의 배출이 될 수 있어 포집효율을 높일 수 있는 효과가 있다.		

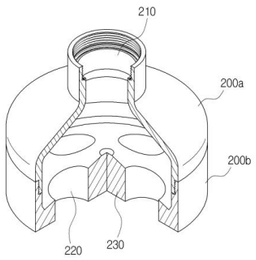
42. 무동력 사이클론 방식을 이용한 먼지 저감장치			
특허번호	KR 1219406	출원일	2010년 12월 14일
출원인	한국철도기술연구원	권리 존속 기간	2030년 12월 14일
기술내용			
	본 발명은 무동력 사이클론을 이용한 먼지 저감장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 지하철 역사 등과 같은 건축물에 설치되어 실내로 공기를 공급하는 공기조화기 등에 설치하여 외부로부터 유입되는 공기 중에 포함되어 있는 미세먼지 등 이물질을 걸러주어 정화된 깨끗한 공기를 실내로 공급할 수 있도록 한 무동력 사이클론 방식을 이용한 먼지 저감장치에 관한 것이다.		

43. 지하철 객실용 공기정화장치			
특허번호	KR 1284893	출원일	2011년 06월 10일
출원인	한국철도기술연구원	권리 존속 기간	2031년 06월 10일
기술내용			
	본 발명은 사용으로 인해 오염된 필터를 자동으로 권취하여 교체함으로써 객실내 미세먼지와 초미세먼지의 농도를 일정 수준 이하로 유지하면서 유지보수 소요 및 비용을 대폭 줄일 수 있다. 또한, 객실 내의 CO2를 포함하는 유해가스를 제거하여 혼잡시간대 오염된 객실 공기질을 개선할 수 있는 장점이 있다.		

44. 경사를 통한 누적된 미세입자 제거 기능을 가지는 모듈형 싸이클론 방식의 공기정화장치			
특허번호	KR 1443596	출원일	2012년 06월 29일
출원인	한국철도기술연구원	권리 존속 기간	2032년 06월 29일
기술내용			
	본 발명은 공기의 싸이클론 흐름을 통해 원심력을 발생시킴으로써 공기 내의 이물질을 제거하며, 모듈 형태로 제작되어 공기정화가 필요한 장소에서 용이하게 복수개를 결합하여 필요한 규모에 맞는 공기정화시설을 설치할 수 있고, 장치 내부에 미세입자가 쌓이게 되면 경사지게 만들어서 용이하게 미세입자를 제거할 수 있는 구성을 가지는 모듈형 싸이클론 방식의 공기정화장치에 관한 것이다.		

45. 전동차 부착용 미세먼지 제거장치			
특허번호	KR 1396204	**출원일**	2012년 10월 22일
출원인	한국철도기술연구원	**권리 존속 기간**	2032년 10월 22일
기술내용			
	본 발명은 전동차 부착용 미세먼지 제거장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전동차의 하부에 부착하여 전동차가 운행하는 과정에서 미세먼지를 흡입하여 철도구간 내의 분진 등 미세 먼지를 제거함으로써, 철도구간의 공기를 청정하게 유지시킬 수 있도록 한 전동차 부착용 미세먼지 제거장치에 관한 것이다.		

46. 레버를 이용한 경사구조에 의해 누적된 미세입자 제거 기능을 가지는 모듈형 싸이클론 방식의 공기정화장치			
특허번호	KR 1440029	**출원일**	2014년 04월 25일
출원인	한국철도기술연구원	**권리 존속 기간**	2032년 06월 29일
기술내용			
	본 발명은 측류 방식의 싸이클론 구조로 이루어져 공기의 흐름을 통해 원심력을 발생시킴으로써 공기 내의 먼지 등의 이물질을 제거하는 공기정화장치에 관한 것으로서, 구체적으로는 모듈 형태로 제작되어, 공기정화가 필요한 장소에서 용이하게 복수개를 결합하여 필요한 규모에 맞는 공기정화시설을 설치할 수 있도록 함과 동시에, 장치 내부에 먼지 등의 미세입자가 쌓이게 되면 경사지게 만들어서 용이하게 미세입자를 제거할 수 있는 구성을 가지는 모듈형 싸이클론 방식의 공기정화장치에 관한 것이다.		

47. 다공관을 갖는 미세먼지 포집장치			
특허번호	KR 1278150	**출원일**	2011년 06월 27일
출원인	한국표준과학연구원	**권리 존속 기간**	2031년 06월 27일
기술내용			
	본 발명은 공기 중에 부유하고 있는 미세먼지를 포집하기 위한 미세먼지 포집장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 복수의 포집부를 단수의 입경분립장치 및 펌프를 이용하여 운용하기 위해 포집공기를 복수 개의 포집부에 분배하기 위한 다공관을 포함하는 다공관을 갖는 미세먼지 포집장치에 관한 것이다.		

2017
ISSUE 분석 REPORT

공동TLO 마케팅사무국 Technology Licensing Office

nst 국가과학기술연구회 National Research Council of Science & Technology

발행일 2017.06.28
발행인 국가과학기술연구회 공동TLO마케팅사무국
발행처 국가과학기술연구회
세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 연구지원동 5,6,7층 (30147)
전 화 044-287-7413
팩 스 044-287-7050
편집인 디파트너스 D.partners
디 파트너스 02-726-1206
디자인 인쇄나라닷컴

공동 TLO 마케팅 사무국
nst 국가과학기술연구회
National Research Council of Science & Technology
세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 연구지원동 5,6,7층 (30147)
Tel.044-287-7413 / Fax : 044-287-7050