

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

## 혁신성장품목보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

# 실내공기질 관리

## 집콕 시대, 실내공기질 관리를 위한 ‘공기정화 산업’ 주목

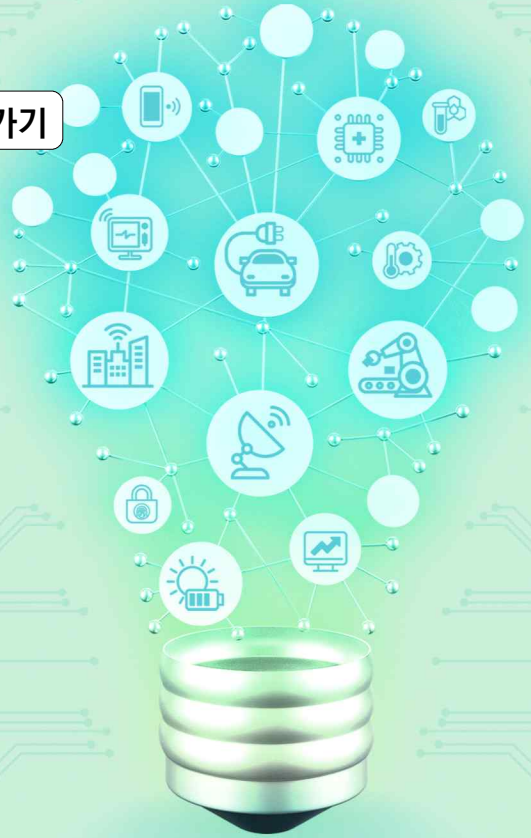
요약

배경기술분석

## 심층기술분석

산업동향분석

## 주요기업분석



|         |            |       |          |
|---------|------------|-------|----------|
| 작 성 기 관 | (주)NICE디앤비 | 작 성 자 | 김슬기 전문위원 |
|---------|------------|-------|----------|

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2122-1300)로 연락하여 주시기 바랍니다.

# 실내공기질 관리

## 집콕 시대, 실내공기질 관리를 위한 ‘공기정화 산업’ 주목

### 그린뉴딜 - 저탄소·분산형 에너지 확산, 녹색산업 혁신 생태계 구축

- ‘그린뉴딜’ 추진을 통한 탄소중립(Net-Zero)을 지향하고 경제기반을 저탄소·친환경으로 전환  
: 10대 대표과제 중 그린 리모델링, 그린 에너지, 친환경 미래 모빌리티 정책을 포함함.
- 에너지 절약과 환경 개선, 신재생 에너지 확산 등의 기반이 되는 “그린 에너지댐” 등 친환경 에너지 인프라 구축
  - 모빌리티·에너지·기술 등 친환경 산업의 경쟁력을 전방위적으로 강화하여 글로벌 시장을 주도
  - ‘공공기관 친환경 자동차 구매 의무 확대’, ‘미세먼지 취약 지역 학교에 공기청정기 추가 설치’ 등 실시

### 환경·지속가능(D) - 환경보호(D16) - 실내공기질 관리(D16007)

- 실내공기질 관리란 실내 오염원을 모니터링하고 관리하는 시스템을 말함.
- 실내 체류시간 증가, 새집 증후군 등 환경성 질환 급증으로 실내 오염원 관리에 대한 수요가 증대하고 있음.

### ■ 미세먼지·바이러스 시대, 각종 환경성 질환 급증에 따른 실내공기질 관리 중요성 증대

현대인은 학교, 집, 회사, 자동차, 지하철 등 하루 중 대부분의 시간을 실내에서 보내면서 실내공기 오염의 노출 확률이 증가하고 있다. 실내공기 오염은 아토피, 천식 등 각종 환경성 질환의 원인이 되고 있으며, 실제로 환경성 질환에 걸린 환자 수는 지속적으로 증가하고 있다. 최근에는 실내공기 전파가 코로나 바이러스의 주요 전파 경로로 밝혀지면서, 실내공기질 관리를 위한 중요성은 점점 커지고 있다. 이에 실내공기질 관리를 위해 머리카락, 반려동물 털과 같은 큰 먼지를 걸러낼 수 있는 프리필터, 미세먼지를 제거할 수 있는 집진필터, 향균기능 및 탈취기능을 결합한 기능성 필터 등 필터율을 높이면서, 다양한 기능성을 부가한 소재 개발이 활발히 이루어지고 있다. 한편 기존 필터식은 잦은 교체에 의한 폐기물이 발생하게 되는데, 최근에는 재생 가능한 필터 또는 필터폐기물 및 에너지 소비량을 감축할 수 있는 새로운 친환경 공기정화 기술들이 함께 활발히 개발되고 있다.

### ■ 탄소중립 시대, 본격적인 그린뉴딜 사업과 함께 국내 공기정화 산업 성장 중

세계 공기정화 시장은 지속적으로 성장하고 있다. Research and Markets에 따르면, 대형 공조시스템을 포함한 공기청정기 시장은 2021년부터 2025년까지 연평균 9.1%씩 성장할 것으로 보고된다. 국내에서도 저탄소 경제로의 전환 필요성이 대두되면서, 온실가스 감축, 미세먼지 저감을 위한 정책을 수립하고, ‘2050 탄소중립 선언’과 함께 그린뉴딜 정책을 본격화하고 있다. 각종 정책에 따라 미세먼지 취약 지역의 학교, 사람들이 많이 이용하는 대중교통 시설에 공기청정기 설치 및 유지 관리가 증가할 것으로 기대되며, 올해 공기청정기 판매 수는 400만 대를 돌파할 것으로 기대된다.

## I. 배경기술분석

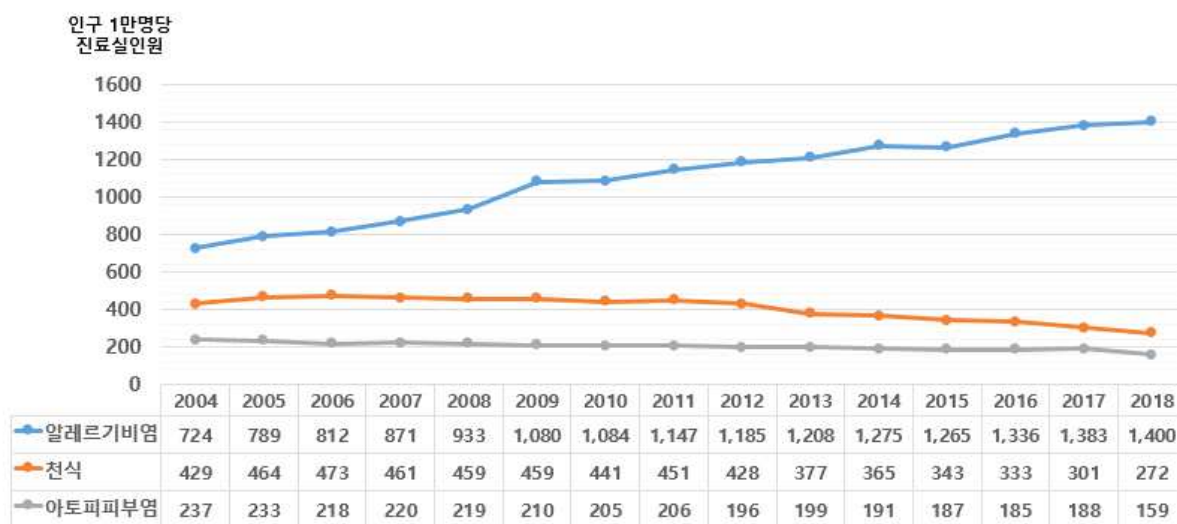
### 각종 알레르기·바이러스 감염의 주범, 실내공기질 관리에 대한 관심 증가

현대인들은 실내에서 보내는 시간이 많아지면서 쾌적한 실내공기 환경을 조성하기 위한 관심이 증가하고 있다. 특히 다중 이용시설 등 실내의 밀폐된 공간이 코로나 바이러스 집단 감염의 주 원인으로 알려지고, 미세먼지가 추가 감염병을 확산시킬 수 있다는 점들이 보고되면서 실내공기질의 중요성은 더욱 커지고 있다.

#### ■ 실내공기질 관리의 중요성

현대인은 하루 24시간 중 90% 이상을 집, 학교, 어린이집, 직장, 자동차, 지하철 등 실내에서 보내는 것으로 조사 보고되고 있다(국립원예특작과학원, 2014). 이는 일상생활에서 실내 공기 오염에 노출될 확률이 높다는 것을 의미하며, 실내공기질 관리가 점차 중요해지고 있다는 것을 보여준다. 실내공기 오염이 실외공기 오염에 비해 심각하게 받아들여지는 가장 큰 이유는 실내에서 자체 발생된 오염물질이 외부로 원활하게 배출되지 못하고 계속 체류하면서 그 농도가 증가하는 경향을 보이기 때문이다. 미국의 환경보호국(Environmental Protection Agency: EPA)은 이러한 실내공기 오염물질의 농도가 실외보다 2배에서 5배, 심한 경우에는 100배 정도 더 높은 것으로 파악하고 있다. 특히 중국발 미세먼지, 폐암 유발물질, 실내 건축 자재에서 방출되는 오염물질에 의한 실내오염 문제는 점차 심각성이 커지는 추세이다.

[그림 1] 인구 1만 명당 환경성 질환 진료 실인원 추이



\*출처: 인하대병원(2020), NICE디앤비 재가공

미세먼지, 유해가스 등에 의해 오염된 실내공기는 새집증후군을 유발하고 아토피, 천식 등 각종 환경성 질환의 원인이 되고 있다. 인하대병원 환경보건센터에서 2004~2018년 알레르기 질환 급여 청구자료를 분석한 결과에 따르면, 알레르기비염, 천식, 아토피피부염 등을 포함한 전체 알레르기 질환의 2018년 인구 1만 명당 진료 실인원은 1,865명이다.



한편, 인구 1만 명당 알레르기비염 진료실 인원은 2004년 724명에서 2018년 1,400명으로 13년 새 93.4% 늘어났다. 알레르기 비염의 경우 유전적 요인과 환경적 요인이 합쳐져 생기는 질환으로, 최근 산업화로 인해 대기 오염이 갈수록 심해지고 실내 위주의 생활이 늘어나면서 발병 빈도가 높아지고 있다. 따라서 실내공간에서 이러한 유해물질들을 감지하고, 그 농도를 기준치 이하로 제어하는 기술의 중요성은 점점 커지고 있다.

■ 실내공기, 코로나 바이러스(COVID-19)의 주요 전파 경로

COVID-19는 공기 중에서 비말과 접촉 등으로 전파되는 것으로 알려져 있다. 통계개발원(2020) 자료에 의하면, 전체 코로나19 감염자의 45%가 집단감염에 의하여 발생하는 것으로, 종교시설, 운동시설, 콜센터, 유흥 시설 등 외부보다 실내에서 감염 확률이 높은 것으로 나타났다. 이전까지 공기 전파에 의한 COVID-19 감염은 공식 전파 경로로 인정받지 못하였으나, COVID-19 감염사례를 바탕으로 다양한 학술연구에서 실내공기를 통한 바이러스 전파 및 감염 가능성을 증명하였다. 최근 국내 한 연구 결과에 따르면, 콜센터 감염 사례(한국), 광저우 식당 감염 사례(중국), 워싱턴 성가대 연습 감염사례(미국) 등의 COVID-19 감염사례를 분석하여 실내공기 오염에 의한 감염 가능성 및 공기 전파 가능성을 발표하였으며(조진균, 2020), 의학 분야에서 저명한 저널인 란셋(Lancet)에서도 COVID-19의 공기 전파를 뒷받침해 줄 수 있는 과학적 근거를 제시하였다.

[표 1] COVID-19의 공기 전파의 과학적 근거

| 과학적 근거 상세 내용 |                                          |
|--------------|------------------------------------------|
| 1            | 코로나 바이러스의 슈퍼 전파                          |
| 2            | 격리된 호텔 내에서 접촉이 없는 사람 사이의 코로나 바이러스의 전파    |
| 3            | 기침과 재채기를 하지 않은 무증상 또는 증상 발현 전 감염자에 의한 전파 |
| 4            | 실외보다 실내 감염이 많고, 대체적으로 실내 환기로 감소          |
| 5            | 접촉과 비말이 엄격히 차단된 병원 내에서 코로나19 감염          |
| 6            | 공기 중 코로나 바이러스의 생존 (최대 3시간)               |
| 7            | 병원 내 공기 필터와 건물 통풍구에서 코로나 바이러스 검출         |
| 8            | 통풍구가 연결된 감염된 동물 우리에서 분리된 비감염 동물 우리로의 전파  |
| 9            | 코로나 바이러스의 공기 전파 가설을 반박할 연구나 증거가 없음       |
| 10           | 호흡기 비말이나 다른 주요 전파 매개체에 대한 제한된 근거         |

\*출처: Greenhalgh et al., Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2, 2021, NICE디앤비 재가공

이처럼 COVID-19의 비말 및 공기전파 가능성이 알려지면서, 실내공기질 관리 즉, 공기청정기 등을 통해 COVID-19의 감염 확률을 감소시킬 수 있는지 여부에 대한 관심도 집중되고 있다.

공기청정기에 주로 사용 중인 필터의 효율은  $0.1\sim0.3\mu\text{m}$  크기의 입자를 대상으로 85~99.99% 수준이다. 이는 이론적으로 지름  $5\mu\text{m}$  보다 작은 에어로졸에 의한 바바이러스가 시중에서 판매 중인 공기청정기 필터로 제거 가능하다는 사실을 보여주며, 미세먼지와 같은 실내공기의 상태만 잘 관리하더라도 COVID-19와 같은 바이러스의 확산과 감염을 낮출 수 있음을 보여준다.

## ■ 실내 오염물질 종류 및 영향

실내공기 오염으로 인한 인체 영향은 오염물질의 개별적 특성과 각 개인의 건강·면역 등의 특성에 따라 광범위하게 발생한다. 실내 오염물질<sup>1)</sup>의 경우 일반적으로 난방기구와 같은 생활용품에서는 이산화질소 및 일산화탄소가 발생하며, 건축자재에서는 폼알데하이드, 휘발성 유기화합물이, 인간들의 활동에서 미세먼지, 담배연기 등이 주로 나타난다.

[표 2] 오염물질의 종류 및 영향

| 오염물질                                               | 주요 발생원                                          | 인체영향                                            |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 휘발성 유기화합물                                          | 페인트, 접착제, 스프레이, 의복, 방향제, 건축자재, 왁스 등             | 피로감, 정신착란, 두통, 구토, 현기증, 중추신경 억제 등               |
| 유해가스<br>(HC, PAHs)                                 | 담배, 배기가스 등                                      | 두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 폐암 등                         |
| 폼알데하이드                                             | 합판보드, 가구, 단열재, 소취제, 담배 연기, 자동차 매연 등             | 눈, 코, 목 자극 증상, 기침, 설사, 어지러움, 구토, 피부질환, 기억력 저하 등 |
| 일산화탄소(CO)                                          | 히터, 화덕, 가스 온수기, 장작 난로 및 벽난로, 휘발유 엔진 구동 장비, 담배연기 | 피로감, 두통, 흥통, 협심증, 시력 손상, 뇌기능 저하, 착란, 메스꺼움 등     |
| 이산화탄소(CO <sub>2</sub> )<br>이산화질소(NO <sub>2</sub> ) | 각종 난로, 연료연소, 가스렌지 등                             | 만성 폐질환, 중추신경 영향 등                               |
| 미세먼지, 중금속                                          | 실내바닥의 먼지, 생활활동 등                                | 규폐증, 전폐증, 탄폐증, 석면폐증 등                           |
| 라돈                                                 | 흙, 바위, 지하수, 화강암 등                               | 폐암 등                                            |

\*출처: 코네티크리포트(KONETIC REPORT)

## ■ 실내 오염물질 저감을 위한 다양한 공기정화 기술

실내공기질 관리를 위한 기술은 공간 및 설치 유형에 따라 크게 도관 설치형(duct-mounted) 및 이동식으로 나뉜다. 공기정화 방식으로는 기체 상태의 공기 오염물질을 제거하거나, 인체에 해로운 부산물을 변환시키는 기술이 있다. 기체 상태의 오염물질을 제거하는 기술은 단순 미세먼지를 제거하는 기술보다 훨씬 복잡한 편으로, 공기 중 오염물질을 제거하는 방식에 따라 기계식과 전기식으로 나뉘며, 다시 기계식은 필터식과 습식으로, 전기식은 전기집진식과 음이온식으로 구분된다.

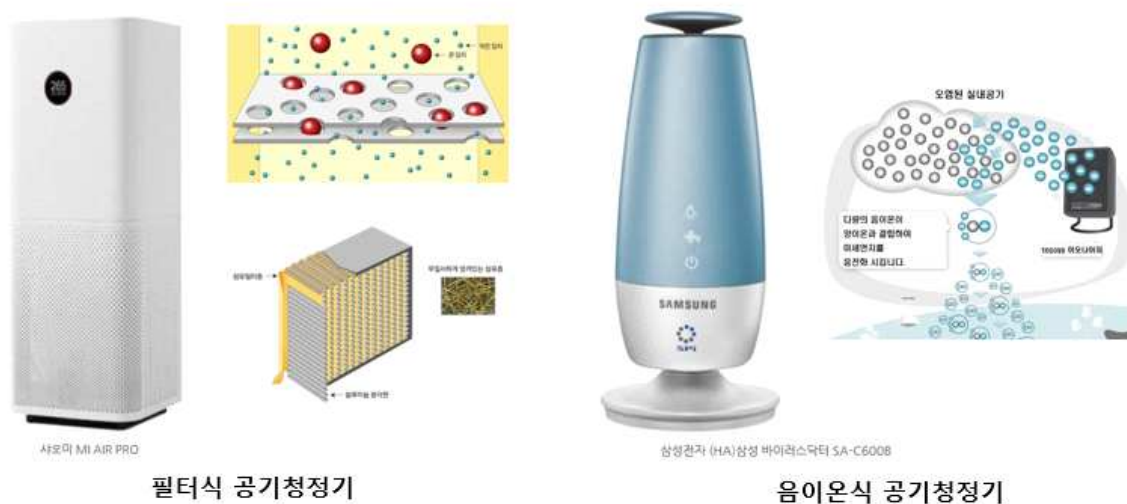
1) 실내 오염물질: 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds: VOCs), 다핵방향족탄화수소(Polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs), 탄화수소(Hydrocarbon: HC), 폼알데하이드(Formaldehyde), 일산화탄소(Carbon monoxide: CO), 이산화탄소(Carbon dioxide: CO<sub>2</sub>), 이산화질소(Nitrogen dioxide: NO<sub>2</sub>), 미세먼지(Particulate Matter, PM10 or PM2.5), 부유미생물, 집먼지진드기, 라돈(Radon: Rn) 등이 있다.

[표 3] 공기 오염물질 제거 방식의 분류

| 분류  |        | 내용                                                  |
|-----|--------|-----------------------------------------------------|
| 기계식 | 집진필터식  | 전처리 및 헤파(HEPA) <sup>2)</sup> 필터를 이용하여 분진 제거         |
|     | 흡착필터식  | 활성탄을 이용하여 유해가스 흡착                                   |
| 습식  |        | 물을 이용하여 분진 및 유해가스 제거                                |
| 전기식 | 전기집진식  | 고전압을 이용하여 하전, 집진판에 분진을 부착하여 제거                      |
|     | 음이온식   | 고전압으로 음이온을 생성하여 공기 중으로 공급하여 분진을 제거                  |
| 기타  | 플라즈마식  | 플라즈마로 양/음이온을 생성하여 유해가스를 제거                          |
|     | UV광촉매식 | TiO에 자외선 조사로 생성된 OH라디칼 및 활성산소의 산화/환원으로 악취 및 유해가스 제거 |
|     | 복합식    | 기계식과 전기식 등과 같은 기능을 복합하여 작용                          |

\*출처: 학교 미세먼지 해결을 위한 공기청정기 구매 가이드, 한국공기청정협회

[그림 2] 필터식 및 음이온식 공기청정기 예시



\*출처: “포스트 코로나를 대비하다, 공기 청정기도 스마트 로봇 시대” 어바웃라이프 및 테코야(TEQOYA) 홈페이지, NICE디앤비 재가공

실내공기질을 관리하는 대표 제품인 공기청정기는 주로 기계식인 ‘필터식 공기청정기’가 사용되고 있으며, 전체 공기청정기의 97% 이상에 적용되고 있다. 나머지 3%는 전기식 공기청정기가 적용되고 있으며, 그 중 ‘음이온식 공기청정기’가 가장 많이 사용되어 왔다.

2) HEPA(High Efficiency Particulate Air Filter) 필터: 공기 중 먼지 등을 제거하는 에어필터로서 등급에 따라 0.3μm의 입자에 대해 85~99.975% 이상의 포집능력을 가지며, 필터의 여과지는 주로 직경 1~10μm 이하의 유리 섬유로 되어있는 필터를 의미한다.



필터식 공기청정기는 대부분이 HEPA 필터가 적용되고 있는데, HEPA 필터는 항균 기능은 없으나 고체·액체 형태의 미세먼지를 여과해주고 탈취필터로 유해가스를 흡착하며, 중금속 등 모든 미세먼지를 걸러내는 효과가 우수하다.

음이온식 공기청정기의 경우 여과 및 흡착을 통한 미세먼지 제거 기능은 없지만, 오존을 발생시켜 휘발성 유기화합물을 화학적으로 분해하며 휘발성 유기화합물, 곰팡이, 박테리아 등을 살균할 수 있다. 즉 코로나 방전 등으로 오염된 공기를 전기적 분해하여 음이온을 생성한 뒤, 양이온을 형성하고 있는 가스상의 물질들과 결합하여 중화·침전시켜 제거할 수 있다.

한편 최근 음이온식 공기청정기가 기준치(0.05ppm)를 1.4~12배 가량 초과한 오존을 발생시키며 오히려 공기 오염을 일으킬 수 있다는 위험성이 보고되면서 전기집진방식, 플라즈마식 및 기계식을 결합한 복합식 공기청정기 제품 개발이 보다 활발히 이루어지고 있다. 나아가 미세먼지 자체가 인체에 유해한 영향을 미치는 것은 물론 바이러스 또는 미생물을 옮기는 매개체 역할을 하여 추가 감염병을 확산시킬 수 있다는 점들이 보고되면서, 미세먼지, 바이러스, 휘발성 유기화합물 등을 모두 제거하면서, 인체 안전성이 우수한 차세대 공기청정기술에 대한 연구가 다각도로 이루어지고 있다. 이에 실내공기질 관리를 위한 차세대 기술 및 국내외 주요 기업들의 공기정화 관련 개발 제품 및 사업 현황 등에 대하여 살펴보고자 한다.

## II. 심층기술분석

### 친환경 공기정화 기술 및 스마트 자동제어 기술 개발

실내공기질 관리를 위한 대표 제품으로는 공기청정기가 있으며, 가습기, 에어컨에 공기청정 기능을 결합한 제품이 출시되고 있다. 최근에는 교체가 필요 없는 재생가능한 필터 또는 에너지 소비량을 절감할 수 있는 친환경 공기정화 기술들이 개발되고 있으며, 주변 공기질에 따라 자동으로 공기정화가 이루어지는 스마트 원격·자동제어 기술이 개발되고 있다.

#### ■ 공기청정기 필터의 기본 구성

공기청정기 필터는 일반적으로 프리필터, 탈취필터, 집진필터의 순서로 구성되어 있으며, 기능성 필터를 추가하여 부가적인 기능을 가지기도 한다.

일반적으로 1차 프리필터는 머리카락이나 동물 털 등의 큰 먼지를 제거하는 목적으로 사용되며, 극세사망이나 부직포로 이루어져 있다.

2차 탈취필터는 톨루엔, 폼알데하이드와 같은 가스상 오염물질을 제거하는 목적으로 사용되는 것으로, 활성탄 또는 침착활성탄이 주원료로 사용되고 있다. 침착활성탄은 일반 활성탄에 금속 산화물과 같은 촉매물질을 침착해 제조한 것으로, 물리적 흡착뿐만 아니라 화학적 흡착이 가능해 탈취효율을 향상시킬 수 있는 장점을 가진다.

3차 집진필터는 공기청정기의 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5)와 같은 입자상 물질을 제거해주는 역할을 한다. 공기청정기에 사용되는 대부분의 집진필터는 정전기를 대전시켜 제조된 섬유로 구성되며, 일부 집진필터는 항균 소재를 접목시켜 세균, 곰팡이 등이 번식되는 것을 막아주는 필터도 있다.

[그림 3] 공기청정기 필터 종류



\*출처: 미국 환경 보호청, 실내 공기 오염 청정 기술 현황 및 전망, NICE디앤비 재가공

4차 기능성 필터는 일반적으로 프리필터 후단 및 탈취필터 전단에 위치하고 있으며, 재질은 주로 부직포로 이루어져 있다. 기능과 성능은 제조업체별로 다르지만, 특정 가스상 오염물질을 제거하거나 후단에 설치하는 집진필터를 보호하여 수명을 연장시켜주는 역할을 한다.

## ■ 재생 가능한 필터 기술의 개발

공기청정기에 사용되는 탈취필터는 대부분 활성탄을 원 소재로 구성하고 있다. 활성탄은 가스상 오염물질을 제거하는데 효과적이지만, 수명이 한정적이라는 단점이 있다.

최근에는 탈취필터의 수명을 연장시키기 위해 활성탄에 가시광촉매 물질을 코팅하거나, 이온(Ion)을 이용하여 탈취필터에 남아있는 산화물질을 제거하는 등 다양한 형태의 연구가 진행되고 있다.

### 1. 광촉매 산화작용을 적용한 필터기술

광촉매는 UV 자외선이 조사되면, 광화학 물질반응이 일어나고 하이드록실 라디칼이 형성되어 필터 표면에 흡착된 기체 상태의 오염물질을 산화시킨다.

이러한 필체 표면의 광촉매 반응은 천연 반응을 통해 오염물질을 이산화탄소 또는 물로 변화시킨다. 광촉매 효과를 나타내는 재료로는 이산화티타늄( $\text{TiO}_2$ ), 삼산화 텅스텐( $\text{WO}_3$ ), 이산화규소( $\text{SiO}_2$ ), 산화아연( $\text{ZnO}$ ), 황화아연( $\text{ZnS}$ ) 등이 있으며, 특히 이산화티타늄 광촉매는 가격 저렴성, 우수한 광화학적 안정성, 효과적인 전자-정공 분리성, 높은 산화-환원력 및 상업적 적용성을 가지고 있어, 광촉매 소재로 많이 활용되고 있다.

기존의 광촉매는 장기간 사용 시 광촉매 열화 문제로 재생능력이 떨어지는 단점이 있었으나, 최근에는 이산화티타늄에 천이금속( $\text{Cu}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ni}$  등)을 도핑하여 가시광에 응답할 수 있는 이산화티타늄을 개발하여 양산되고 있다.

해당 기술은 광촉매 기능이 떨어질 경우 외부의 가열용 챔버 내  $150\sim 160^\circ\text{C}$ 의 온도에서 가열하면 다시 광촉매 기능을 재생시킬 수 있으며, UV 자외선 외에도 가시광선인 태양광, LED 등의 저전력소비형 에너지로도 사용이 가능하여 에너지 절약 및 시스템의 원가 절감이 가능한 장점을 가진다.

[그림 4] 가시광반응형  $\text{TiO}_2$  광촉매



\*출처: 금오공대학교 산학협력단, 재생기능을 가지는 광촉매를 이용한 공기청정 시스템의 개발, 2014

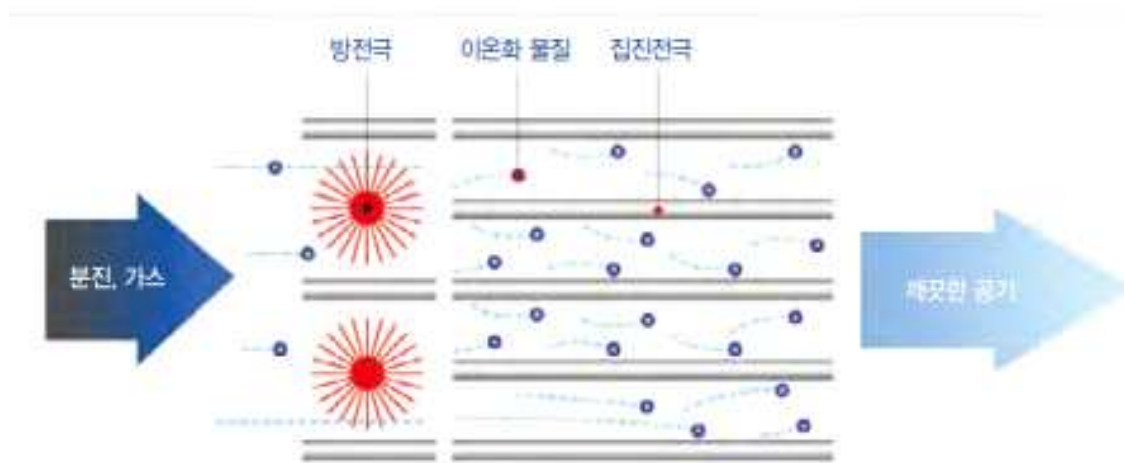
## II. 전기집진필터

미세먼지, 초미세먼지와 같은 입자상 오염물질을 제거하기 위해 일반적으로 섬유필터가 사용된다. 섬유필터는 입자제거 효율을 높일 수 있는 장점은 있지만, 오래 사용하게 되면 정전기력이 약해지고 필터의 압력손실이 높아지는 문제가 있다. 즉, 필터의 수명이 한정적인 단점이 있다.

이러한 단점을 극복하기 위해 섬유필터 대신 전기집진필터를 단독으로 사용하거나 혹은 섬유필터와 복합으로 사용하기도 한다.

기집진필터는 기존 기계식 공기필터처럼 공기를 빨아들이는 필터 대신 +극과 -극이 고압으로 방전을 일으켜, 고압 방전으로 방출되는 음이온파를 이용하여 실내를 정화할 수 있는 기술이다. 즉, 전기집진필터는 정전기력을 이용하여 먼지 및 미스트(mist) 등의 입자들을 코로나 방전에 의해 하전시킨 후 집진전극 표면으로 이동시켜 포집하는 원리를 이용한다. 이는 정전기력을 이용하여 먼지를 포집하기 때문에 작은 입자 제거에 효과적이며, 세척하여 재사용할 수 있다는 점에서 수명이 반영구적인 장점을 가진다.

[그림 5] 전기집진필터 메커니즘



\*출처: 경대승, 미세먼지 처리기법 원리 및 기술 개발 동향, 2019

## III. 필터식 및 집진식 복합 필터

기존의 필터보다 효과적으로 먼지를 걸러주기 위해 필터식과 집진식의 장점을 복합할 수 있는 기술이 개발되고 있다.

서울대학교 연구팀은 투명전극에 주로 쓰이던 나노와이어를 기존 필터에 적용하였다. 자세히 살펴보면, 1차 섬유망에 은나노 와이어를 적용해 2차 금속나노와이어 네트워크를 형성하고, 이후 2차 금속나노와이어 네트워크에 전압을 가하면 와이어 표면에 미세한 전기장이 형성되어 전기 인력으로 공극 크기보다 작은 미세먼지 입자를 효율적으로 집진할 수 있는 기술이다. 해당 기술은 나노와이어 결합을 통해 한 장의 필터로도 효과적으로 미세먼지를 포집할 수 있으며, 용매를 이용해 필터를 세척하여 재사용할 수 있어 편리하고, 경제적이며 환경친화적인 장점을 가진다.

[그림 6] 필터식 및 집진식 복합 필터 메커니즘



\*출처: Jeong, Seongmin, et al., High efficiency, transparent, reusable, and active PM2.5 filters by hierarchical Ag nanowire percolation network., 2017, NICE디앤비 재가공

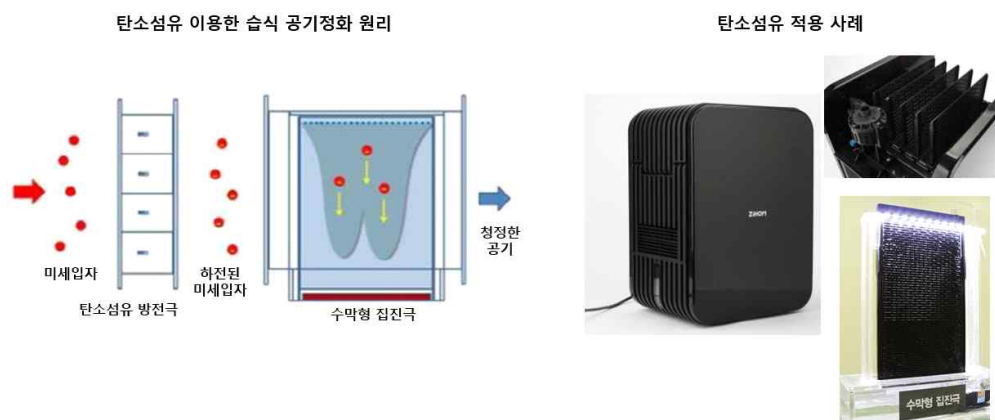
## ■ 공기정화 효능을 높인 필터 신소재

최근 실내공기 오염물질을 효과적으로 제거할 수 있는 다양한 필터 소재 기술이 개발되고 있다. 90년대까지 주로 유리섬유 필터를 사용하였으나, 유리섬유의 잠재적 인체 위험요소로 인해 대체 소재 개발이 활발히 이루어지고 있다. 최근에는 전기방사(Electrospinning)를 적용한 고분자, 금속 소재의 나노섬유 등이 개발되고 있으며, 이는 높은 공극률, 높은 다공성, 높은 비표면적, 균일한 섬유 크기 등 고성능 필터의 요구사항을 충족할 것으로 기대된다.

### 1. 극미세 마이크로 탄소섬유를 이용한 습식 공기정화 기술

마이크로 탄소섬유는 필터없이 물과 정전기만으로 초미세먼지(PM2.5)를 제거할 수 있는 기술이다. 5~10 $\mu$ m의 탄소섬유 다발을 이용해 미세입자를 고효율로 하전시킨 뒤 고강도의 전기장이 형성된 정전필터 등에 하전입자를 포집하는 원리이다. 포집된 미세먼지 입자는 물이 흘러 내리도록 설계된 수막형 집진극에 의해 수막과 함께 하단부의 수주로 이동해 제거될 수 있다. 이와 같이 극미세 마이크로 탄소섬유 방전극을 적용하면 낮은 인가전압에서도 방전이 고르게 발생할 수 있어 오존 발생량을 1~2 ppb로 국내 실내환경 기준치 50 ppb에 비해 현저히 낮출 수 있다.

[그림 7] 탄소섬유 적용 공기청정기 예시



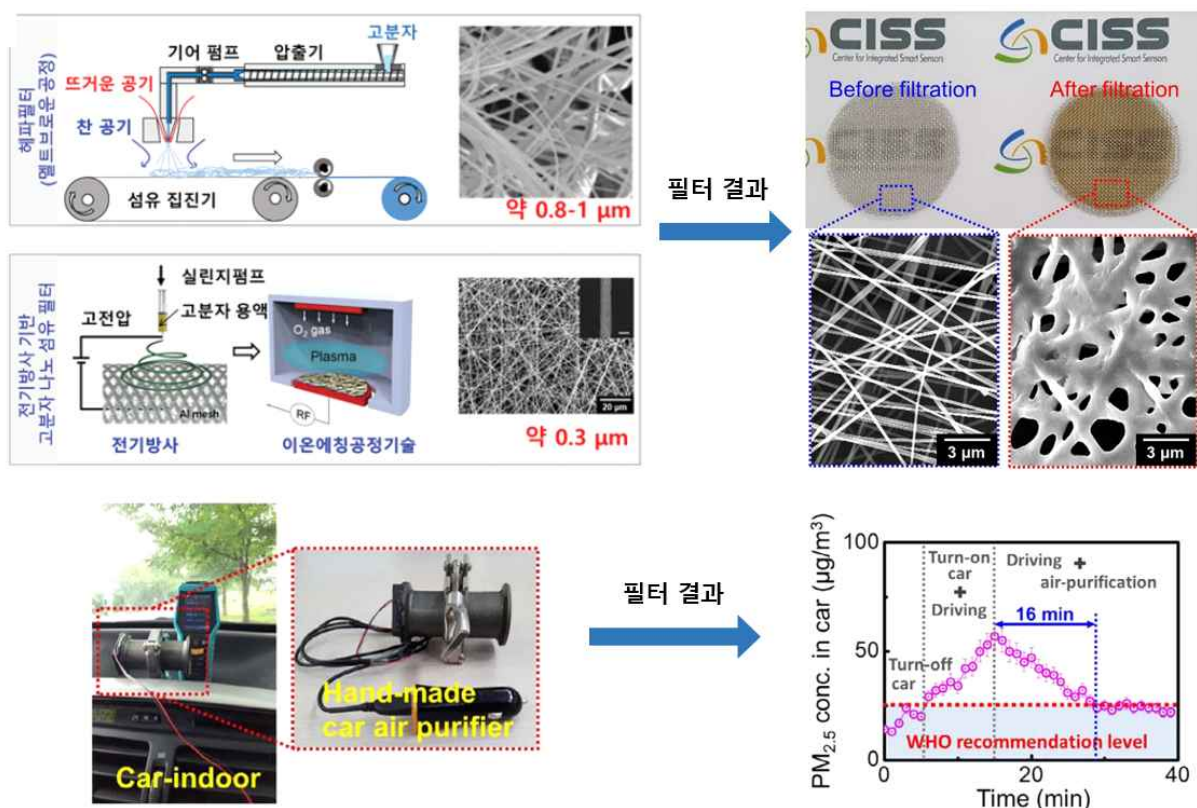
\*출처: 이데일리 "정전기·물로 초미세먼지 제거..탄소섬유 이용 공기청정기 개발", 2015 및 EBN "기계연, 필터없는 '공기청정기' 개발", 2015, NICE디앤비 재가공

또한 7~10kV의 하전부 및 10kV 이상의 집진부에 고전압을 인가하여 0.3 $\mu$ m 미세입자에 대한 집진효율을 95% 이상으로 향상시킬 수 있다. 기존 필터방식은 장시간 사용 시 필터를 교체해야 하며, 필터를 소홀하게 관리할 시 오히려 필터 내 세균 증식 및 악취로 2차 오염이 발생할 수 있으나, 탄소섬유를 활용할 경우 전기집진판을 항상 깨끗하게 유지할 수 있어 2차 오염을 방지할 수 있으며, 필터가 필요 없어 반영구적 사용이 가능하다.

## 표. 기능성 탄소섬유 기반 초미세먼지 필터

현재 사용되고 있는 HEPA 필터는  $\mu$ m 크기의 섬유를 기반으로 하는 필터링 방식으로 미세먼지 포집 효율이 우수하여 널리 사용되고 있다. 하지만 압력손실이 높아 공기를 정화하는데 필요한 송풍장치의 전력 소모량이 크고, 진동이 발생한다. 반면 전기 방사된 고분자 탄소섬유 소재에 반응성 이온 에칭 공정 기술을 적용할 경우, 섬유의 두께를 줄이면서 동시에 미세먼지의 집진 효율을 높일 수 있다. 한국생명공학연구원의 연구 결과에 따르면, 전기방사된 폴리아크릴리트릴 나노섬유(Electrospun polyacrylonitrile nanofibers, EPNFs)의 표면에 산소 가스를 통해 화학적 표면 처리하여  $-CONH_2$ ,  $-COOH$ ,  $-COOR$ 과 같은 작용기를 생성한 결과, 미세먼지 포집성능이 25% 향상됨을 확인하였다. 특히 상용화된 HEPA 필터 대비 동일 수준의 집진효율(PM2.5 기준 95%)을 유지함과 동시에 압력손실은 30% 감소시킬 수 있다. 또한 추가적으로 차량용 공기청정기 필터에 해당 소재를 응용한 결과, 차량 내 약 70 $\mu$ g/m<sup>3</sup>의 농도가 16분 내 정화되어, 세계보건기구(WHO) 권고 수준을 충족시키는 것을 입증하였다.

[그림 8] 나노섬유 적용 공기청정기 예시



\*출처: Kim, Han-Jung, et al., Surface-modified polymer nanofiber membrane for high-efficiency microdust capturing, 2018, NICE디앤비 재가공

## ■ 실내공기질 측정 기술

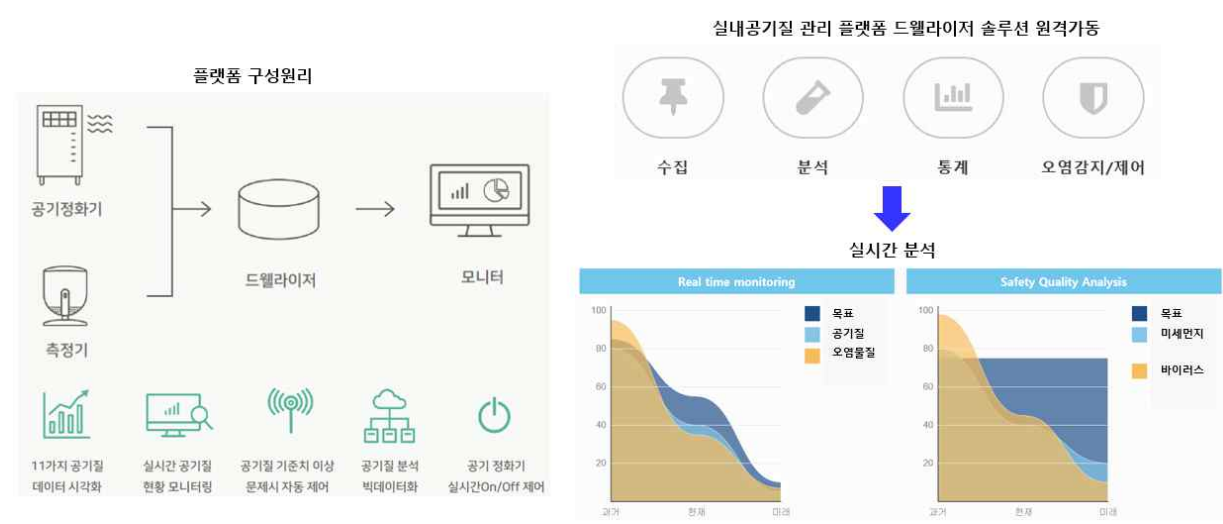
실내공기질 측정기술은 매우 다양하다. 예컨대 비분산 적외선 분석법<sup>3)</sup>,  $\beta$ 선 조사 분석법<sup>4)</sup>, 액체 크로마토그래피 및 기체 크로마토그래피 분석법 등이 있으나, 이들 방법은 고가의 장비가 필요하고 장치가 크기 때문에 휴대가 불가능할 뿐만 아니라, 실내공기질 측정 및 분석에 많은 시간 및 비용이 들게 된다. 또한 실내공기질은 환기상태나 오염원 등에 따라 변화하고, 사고에 의한 가스 노출 등 돌발적인 상황 시 경고해줄 수 있어야 하므로 상시 모니터링 가능한 측정 기기 및 감시 시스템에 대한 개발이 필요하다. 이에 최근에는 경제적이며 연속적인 실내공기질 측정이 가능하며, 실시간 원격 모니터링이 가능한 기술이 개발되고 있다.

### 1. 실내공기질 스마트 측정 기술

실내공기질 개선에서 효과를 볼 수 있는 ‘공기청정기’가 떠오르는 가운데, 융복합 ‘스마트헬스케어’가 함께 주목을 받고 있다. 4차 산업의 핵심기술인 IoT, AI, Big Data를 활용하여, 실내 유해화학물질, 세균, 바이러스, 악취, 미세먼지 등을 분석하여, 제거하는 기술이 개발되고 있다.

(주)드웰링의 스마트 측정 기술인 ‘드웰라이저’를 일 예로 살펴보면, IoT 공기질 센서를 통해 11가지 항목을 측정하고, 공기질 데이터 수집, 분석, 통계 과정을 거친 뒤 공기정화장치를 실시간으로 원격제어하고, 1분 단위로 공기질 데이터를 시각화하여 누구나 손쉽게 현 상황을 파악할 수 있는 서비스를 제공한다. 또한 드웰라이저의 연결 플랫폼에 국제적으로 많이 사용되는 IoT 프로토콜인 MQTT, 웹소켓 등에 SSL/TSL 암호화 적용을 통해 해커로부터 데이터를 보호할 수 있고, 일반 사용자도 앱으로 해당 플랫폼에 쉽게 접속하여 기기 상태를 확인하고 공기정화를 제어할 수 있다.

[그림 9] 실내공기질 스마트 측정 기술 예시



\*출처: 드웰링 홈페이지 및 IR자료

- 3) 비분산 적외선 분석법(NDIR): 가스분자가 특정 파장의 적외선을 흡수하는 특성을 이용하여 분자의 적외선 흡수도를 측정하여 농도로 환산하는 방식을 의미한다.
- 4)  $\beta$ 선 조사 분석법: 대기 중 부유하고 있는  $10\mu\text{m}$  이하의 입자상 물질을 일정시간 여과지 위에 포집하여  $\beta$ 선을 투과시켜 입자상 물질의 중량농도를 연속적으로 측정하는 방법이다.

## ■ 실내공기질 관리 관련 특허 동향

실내공기질 관리와 관련한 특허는 공기 오염물질 저감, 측정 및 치료제/화장품 등의 응용 분야로 나누어 살펴보았다. 특허 검색범위는 특허 제목, 요약, 대표청구항으로 설정하였으며, 대상 기간은 2001년부터 2021년으로 설정하였다. 검색결과, 실내공기질 관리에 관한 국내 유효 특허출원 건수는 중복건수를 제외하고, 패밀리그룹은 그룹핑하여 대표특허를 선정한 결과 총 1,868건의 특허가 출원되었다.

[그림 10]은 실내공기질 관리에 관한 특허출원 동향을 연도별, 기술별로 나타내었다. 2001년부터 2021년까지 공기질 관련 출원이 지속적으로 증가하였으며, 2016년 이후 출원이 급격하게 증가하였다. 특히 공기 오염물질 저감 관련 특허 증가가 두드러지게 나타났다. 2020년 이후 출원이 급격하게 줄어든 것은, 출원 후 18개월 후에 공개되는 특허의 제도 특성상 미공개 특허로 인한 것으로 사료되며, 추후 현재보다 증가할 것으로 판단된다.

기술 분야별로 살펴보면, 공기 오염물질 저감 관련 특허가 전체 78%으로 가장 많이 차지하고 있고, 측정 18%, 치료/화장품 등의 응용 4% 순으로 나타났다. 공기 오염물질 저감 관련 특허는 세부적으로 공기청정기 자체에 대한 출원이 31%로 가장 많이 차지하였으며, 이후 필터 소재/장치 20%, 집진기술/장치 4%, 플라즈마/촉매 3% 순으로 조사되었으며, 그 외 도관 설치형(duct-mounted) 공조시스템, 자동차로부터 배기가스를 저감시키기 위한 시스템 등의 기타 기술들이 나타났다.

최근 실내 활동이 증가하면서 실내공기의 중요성에 대한 인식이 높아지는 추세이고, 그린뉴딜 정책과 함께 지속가능한 발전이 주목받으면서 공기청정기를 비롯한 실내공기 오염물질을 저감시킬 수 있는 기술 관련 특허는 앞으로도 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

[그림 10] 연도별 특허출원 동향

(단위: 건, %)



\*출처: 위스온 DB, NICE디앤비 재가공

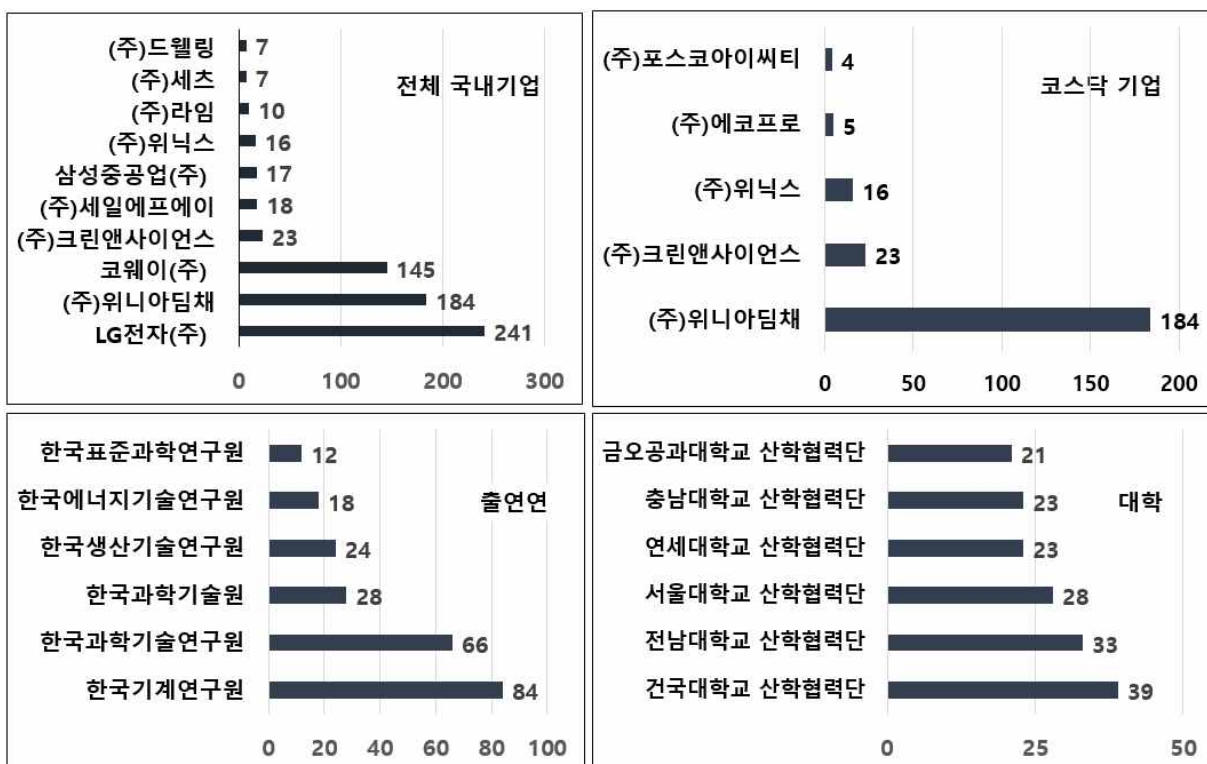
[그림 11]은 실내공기질 관리 기술과 관련된 전체 주요 출원인을 나타낸다. 주요 출원인으로 LG전자(주), (주)위니아딤채 및 코웨이(주)에서 압도적으로 많은 출원을 진행하고 있는 것으로 조사되었다. 뒤이어 (주)크린앤사이언스, (주)세일에프에이, 삼성중공업(주), (주)위닉스, (주)라임, (주)세츠, (주)드웰링이 해당 기술 분야에서 상위 출원인에 위치하였다.

전체 상위 국내기업 출원인 중 코스닥 기업은 (주)위니아딤채, (주)크린앤사이언스, (주)위닉스가 위치하였으며, 그 외 코스닥 기업으로는 (주)에코프로, (주)포스코아이씨티가 공기정화 및 공기 오염물질 저감 관련 특허출원을 활발히 하고 있는 것으로 나타났다.

출원인의 주요 특허기술을 살펴보면, LG전자(주)는 최근 살균 기능을 탑재한 공기청정기에 관한 특허 출원을 활발히 진행하며, 미생물 재증식을 막을 수 있는 다양한 방법 및 자외선을 활용한 살균 방식 등에 관하여 개발하고 있는 것으로 나타났으며, 코웨이(주)는 미세먼지 분류장치 및 감지기능을 포함하는 공기청정기에 관한 기술을 개발하여 특허권을 확보하고 있는 것으로 확인되었다. 코스닥 기업인 (주)크린앤사이언스는 친수성 부직포, 습식 부직포, 흡착소재, 정전 내구성이 향상된 필터 소재, 탈취 필터 등 공기청정기 및 공조시스템 장치에 포함되는 필터 관련하여 개발을 활발히 진행하고 있는 반면, (주)위닉스는 가습기와 공기청정기의 기능을 합친 가습공기청정기에 대한 특허를 확보하고 있는 것으로 나타났다. 최근 (주)위닉스는 공기청정기의 흡입 및 토출 면적을 극대화함으로써 제품 효율을 향상시키고, 소음을 저감시킬 수 있는 공기청정기를 개발하여 특허출원을 진행하였다. 주요 출원인 분석을 통해, 실내 공기질 관련 기술분야는 대기업에서부터 출연연 및 대학까지 연구를 활발하게 진행하고 있는 분야임을 알 수 있으며, 이는 상용화가 이루어진 분야임에도 지속적인 기술 개발이 활발히 이루어지고 있음을 보여준다.

[그림 11] 주요출원인 및 출원건수

(단위: 건)



\*출처: 위스온 DB, NICE디앤비 재가공

[그림 12] 주요 출원인별 주요기술 동향 (단위: 건)



[그림 13] 주요 코스닥 출원인별 주요기술 동향 (단위: 건)



\*출처: 위스온 DB, NICE디앤비 재구성

[그림 12] 및 [그림 13]의 주요 출원인 및 코스닥 기업에서 출원한 특허를 세부 기술분야에 따라 재분류한 것이다. 도면의 세로축은 주요 출원인을 나타내고, 가로축은 특허가 속한 기술 분야를 나타낸다.

그래프를 살펴보면, 앞서 언급한 주요 출원인의 특허기술과 같은 선상에서 (주)위니아딤채, 코웨이(주)는 공기청정기 기술에 관한 특허 위주로 출원을 진행하고 있으며, (주)크린앤사이언스는 필터 소재에 관한 출원을 집중적으로 진행하고 있는 것으로 나타났다.

실내공기질 관리 분야의 경우 기술 개발이 이전부터 이루어진 분야인 만큼, 대기업, 중소기업 모두 참여하고 있으며, 기업별 핵심적인 기술이 두드러지게 나타나는 양상을 보인다. 다만, 상기 그래프에 나타나지는 않았으나, 코스맥스(주), (주)엘지생활건강, (주)아모레퍼시픽 등의 화장품 및 피부미용 관련 중소기업에서 천연 추출물을 활용하여 미세먼지와 관련한 기능성 화장품, 피부 회복 조성물 관련 특허를 다수 출원하고 있는 것으로 나타났으며, 향후 실내공기질에 대한 관심이 증가하며, 다양한 기술이 개발되고 있는 만큼, 대기업부터 코스닥에 진출한 중소기업들의 특허 출원은 증가할 것으로 예상된다.

## Ⅲ. 산업동향분석

### 탄소중립 시대, 그린뉴딜 정책과 함께 향후 성장이 기대되는 공기정화 시장

세계 공기정화 시장은 지속적으로 성장하고 있다. 국내에서도 저탄소 경제로의 전환 필요성이 대두되면서 국내에서도 온실가스 감축, 미세먼지 저감을 위한 정책을 수립하고, 작년 ‘2050 탄소중립 선언’과 함께 그린뉴딜 정책을 본격적으로 추진하고 있다.

#### ■ 세계 공기정화 시장의 규모 및 전망

세계 도시지역에 거주하는 인구 중 약 45%는 과민성 반응 또는 알레르기로 고통받고 있으며, 상기 현상의 주된 원인은 질소산화물, 오존, 미세먼지, 꽃가루와 같은 오염물질에서 기인한 것으로, 휘발성 유기화합물, 초미세먼지, 부유세균, 박테리아, 병원체(곰팡이 등), 중금속과 같은 공기 오염물질 발생이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 세계보건기구(WHO) 조사 자료에 따르면, 매년 전 세계적으로 한 해 380만 명이 실내공기 내 유해물질 노출에 따라 조기 사망에 이른다고 보고되고 있다. 2016년 조사에 따르면, 영국에서 매년 4만 명이 공기오염으로 조기 사망했고, 매년 275억 달러의 경제적 손실이 발생하여 실내공기 내 유해물질 저감 기술 또는 제품에 대한 중요성이 부각되고 있는 추세이다.

매년 심각해지고 있는 대기 환경 및 이와 연동된 실내 환경의 질 개선에 대한 요구가 급증하면서, 향후 실내공기 내 유해물질 저감 기술 또는 제품에 대한 시장 성장이 예측된다. 글로벌 시장 조사업체인 Research and Markets에 따르면, 글로벌 공기청정기 시장은 2021년부터 2025년까지 연평균 9.1%씩 성장해 2025년에는 약 875억 달러(약 97조 원) 규모에 이를 것으로 예측된다. 공기청정기 시장 규모는 실내공기질 개선을 위한 기업과 소비자간 거래(B2C) 제품 및 건물이나 공공기관 등에 보급되는 대형 공조시스템 등을 모두 포함한 것이다.

[그림 14] 세계 공기청정기 시장전망

(단위: 억 달러)



\*출처: Research and Markets(2021), NICE디앤비 재가공

## ■ 지속가능한 성장을 위한 공기정화 관련 국내 환경정책

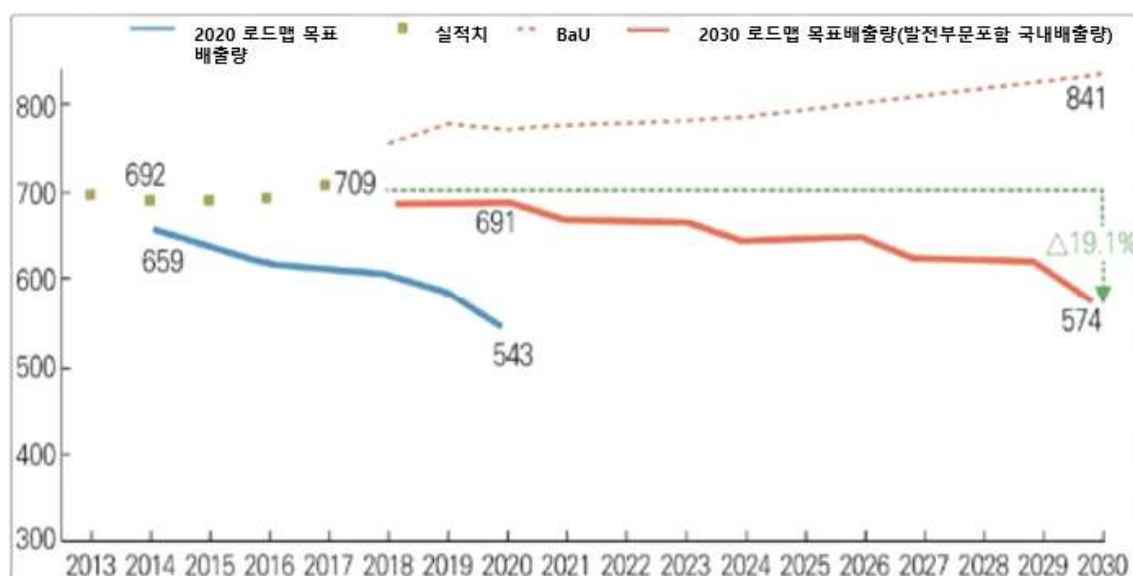
전 세계 모든 국가는 환경문제 처리를 위한 입법과 행정 조치를 취하고 있으며, UN 기후변화협약(제21차 파리협약), GCF 등 기후변화에 대한 국가별 점진적 대응 체계를 구축하며, 미세먼지 및 온실가스에 대한 수준 높은 감축 목표를 설정하여 동참하고 있다. 국내의 경우, 환경부를 중심으로 대기(미세먼지 저감), 수질(물관리), 기후변화 대응(온실가스 감축), 환경 현안에 대한 대응(환경피해 구제 및 재활용 촉진) 및 녹색 일자리 창출 등의 환경정책을 펼치고 있다. 실내공기질 관리와 관련된 정책은 다음과 같다.

첫 번째로, 고농도 미세먼지 대응 강화를 위해 미세먼지를 사회재난으로 지정하고, 대기관리권역을 수도권에서 4대 권역(수도권, 중부권, 동남권, 남부권)으로 확대하였으며, 2022년 미세먼지 총량 30% 감축 목표를 설정하고 ‘미세먼지 관리 종합대책’과 ‘미세먼지 특별법·제정’, ‘비상·상시 미세먼지 관리 강화대책’을 수립해 추진 중이다. 또한 미세먼지 관련 예산으로 전기차 보급 및 충전 인프라(5,403억), 신재생에너지 사업(5,000억 원), 도시 숲 조성(400억 원), 학교 공기정화장치 보급(620억 원)이 책정되며, 추가경정예산으로 1.9조를 투입할 예정이다.

두 번째로, 환경 현안 대응으로서 환경 취약 및 민감 계층에 대한 선제적 환경관리를 강화하고 있다. 즉 도시 인근 계획관리지역의 공장 난개발 차단 방안 마련, 무허가 배출시설 징벌적 과징금제 시행, 환경오염 행위 신고 포상금제 확대(지지체), 전국 각 지역의 ‘환경피해 위험도(1~4등급)’를 산출하여 피해 우려 지역 중심 선제적 관리 등을 추진하고 있다. 또한 2030년까지 온실가스 배출량 기준선 대비 37% 감축을 목표로 2020년 주요 부처의 기후변화 관련 예산 규모를 6,566억 원으로 계획하고 있으며 그 외에도 탈탄소 전환정책위원회, 제2차 P4G(지속가능발전, 기후변화 대응 등 지구적 목표 달성을 위한 민·관 파트너십) 개최 등을 추진하고 있다.

[그림 15] 국내 온실가스 배출량 전망

(단위: 백만 CO<sub>2</sub>eq톤)



\*출처: 환경부 및 에너지경제연구원, 한국판 그린 뉴딜의 방향: 진단과 제언, 2020, NICE디앤비 재가공

세 번째로, 환경부, 국토교통부, 교육부, 보건복지부 등에서 합동으로 관리하는 ‘실내공기질 관리법’을 시행하고 있다. 이번 ‘제4차 실내공기질 관리 기본계획(2020-2024)’에서는 다중이용시설, 대중교통차량, 공동주택 등 공간에 대한 실내공기질 관리 강화를 목표로 하고 있다. 유치원·학교 등 민감계층 이용시설의 공기정화설비 설치를 확대하고, 다중이용시설의 미세먼지 대응을 위해 환기설비 설치의무를 확대하며 필터 성능기준을 강화하는 방안을 마련하였다. 또한 전국 지하역사 승강장에 초미세먼지 자동측정기를 설치해 실시간으로 공개([www.inair.or.kr/info](http://www.inair.or.kr/info))하고 사물인터넷 등 첨단 정보통신 기반의 공기질 측정망을 지하철에 시범적으로 구축 예정이다.

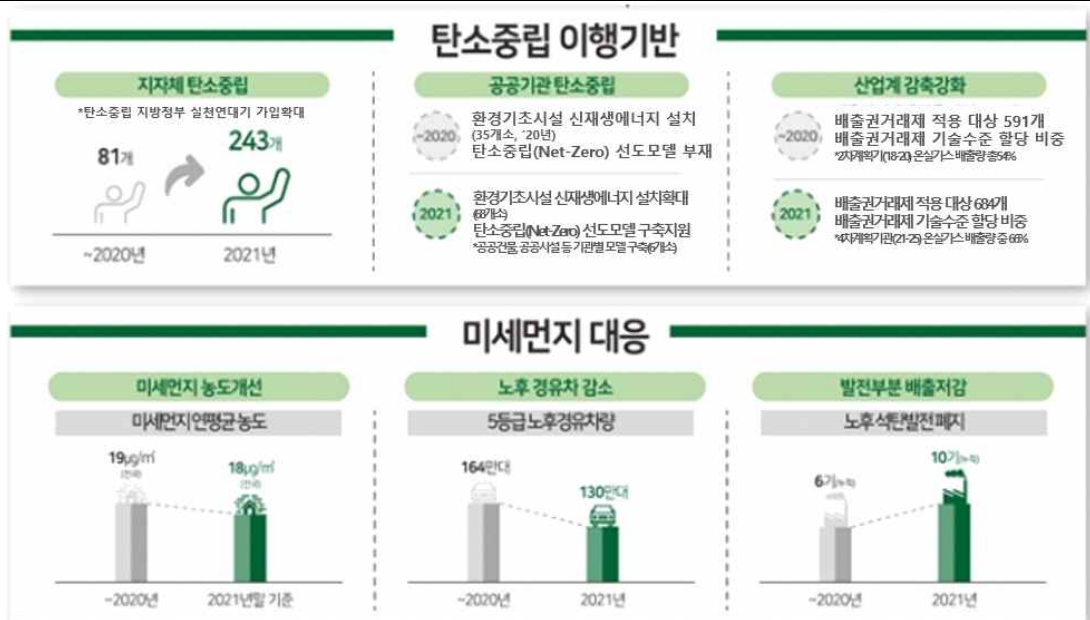
[표 4] 제4차 실내공기질 관리 기본계획

| 구 분                                                                                                                                                                   | '18년도 | '24년도 | 구 분                                                                                                                               | '18년도 | '24년도 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| <b>[ 다중이용시설 ]</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지(PM<sub>2.5</sub>PM<sub>10</sub>) 유지기준 준수율</li> <li>PM<sub>10</sub> 평균농도*</li> <li>지자체 지도·점검율</li> </ul> |       |       | <b>[ 공동주택 ]</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>폼알데하이드 평균농도</li> <li>라돈 평균농도</li> </ul>                                    |       |       |
| <b>[ 대중교통차량 ]</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>PM<sub>2.5</sub> 평균농도</li> <li>대중교통차량 측정망 설치율</li> </ul>                                                     |       |       | <b>[ 관리기반 강화 ]</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>실내공기 안심시설 인증</li> <li>실내환경관리센터 운영</li> <li>공기질 진단개선 컨설팅 대상시설</li> </ul> |       |       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>99.7% (PM<sub>10</sub>)</li> <li>42.6<math>\mu</math>g/m<sup>3</sup></li> <li>4.9%</li> </ul>                                  |       |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>34.8<math>\mu</math>g/m<sup>3</sup></li> <li>-</li> </ul>                                  |       |       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>100% (PM<sub>2.5</sub>PM<sub>10</sub>)</li> <li>35.0<math>\mu</math>g/m<sup>3</sup></li> <li>15%</li> </ul>                    |       |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>22개소</li> <li>-</li> <li>100개소</li> </ul>                                                  |       |       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>-</li> </ul>                                                                                                        |       |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>200개소</li> <li>10개소</li> <li>300개소</li> </ul>                                              |       |       |

\*출처: 환경부, 제4차 실내공기질 관리 기본계획('20~'24)

네 번째로, 그린뉴딜 정책이 있다. 예기치 못한 COVID-19 발생으로 인해 글로벌 환경문제에 대한 대응이 시급하다는 인식이 강해지면서 저탄소 경제로의 전환 필요성이 대두되고 있다.

[그림 16] 그린뉴딜 사업



\*출처: 뉴스퀘스트, 환경부 “올해 탈탄소·탈플라스틱·탈미세먼지, 그린뉴딜에서 성과”, 2021

정부는 ‘2050 탄소중립<sup>5)</sup>’ 선언과 함께 글로벌 시장 선점을 위해 친환경산업을 육성하며 그린경제를 가속화하고 있다. 그린뉴딜은 3개 역점분야(도시·공간·인프라 녹색전환, 저탄소·분산형에너지 확산, 녹색산업 혁신생태계 구축) 및 8개 프로젝트(미래차 등 그린모빌리티 보급, 스마트 그린도시, 녹색융합 클러스터 조성사업, 도시훼손지 복원 등)를 진행 중이며, 올해 본격적으로 탄소중립 사회 전환에 박차를 가할 예정이다. 자세하게는 그린모빌리티 보급 사업에는 미세먼지 저감을 위한 노후 경유차 조기폐차, 화물차·어린이 통학차 액화석유가스(LPG) 전환에도 지속 투자하여, 2024년까지 노후 경유차 제로화를 달성해 나갈 예정이며, 스마트 그린도시 사업에서는 기후 회복력 강화를 위한 온실가스 감축과 물순환 개선, 저배출을 위한 친환경차 충전 및 자원순환 기반시설을 구축할 예정이다.

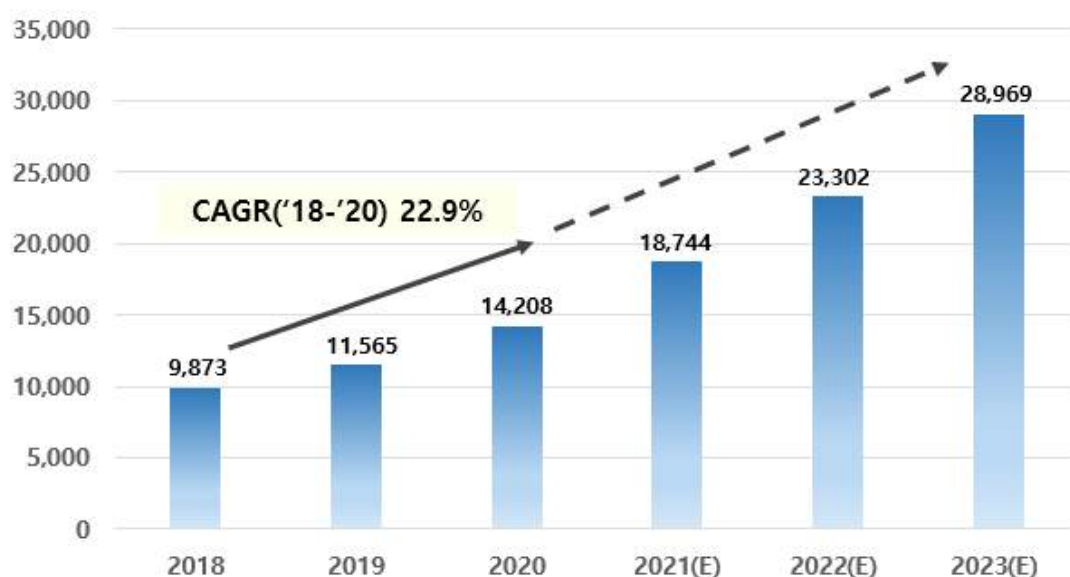
## ■ 국내 공기정화 시장의 규모 및 전망

공기청정기는 일반적으로 미세먼지 발생이 많은 봄과 환기가 어려운 겨울에 수요 증가가 뚜렷하게 나타난다. 국내의 경우 공개된 공기정화 관련 시장 집계 자료가 없어 통계청이 발표한 공기청정기 출하금액을 살펴보았다. 통계청에 따르면, 국내 공기청정기의 출하금액은 2014년 4,133억 원에서 2019년 1조 1,565억 원으로 연평균 22.9%의 높은 증가세를 보였으며, 동일 성장률 가정 시 2023년에는 2조 8,969억 원의 규모를 형성할 것으로 전망되고 있다.

매일일보의 보도자료에 의하면, 업계에서 공기청정기 누적 판매량은 2017년 140만 대에서 폭증하여 2019년 350만 대까지 확대되었으며, 2020년 초 판매량이 줄어들기는 하였으나 이는 일시적 현상으로, 올해는 특정 수요층에 맞춰 제품이 다양하게 출시되면서, 올해 국내 공기청정기 시장은 400만 대를 돌파할 것으로 내다보고 있다.

[그림 17] 국내 공기청정기 출하금액

(단위: 억 원)



\*출처: 통계청(2020), NICE디앤비 재가공

5) 탄소중립: 온실가스 배출량과 제거량이 상쇄돼 순배출량이 '0'이 되는 상태를 의미한다.

## IV. 주요기업분석

### 대기업에서부터 중소기업까지, 신규사업으로 에어가전 사업 본격화

공기청정기를 비롯한 공기 정화를 위한 에어가전 사업을 추진하는 기업들은 증가하고 있다. 공기청정기를 주요 제품군으로 하여 렌탈 판매를 주력하고 있는 코웨이(주)뿐만 아니라 (주)이노필텍, (주)크린앤사이언스 등의 중소기업도 대기업과 협력하여 공기필터 사업을 본격적으로 추진하며 성장세를 보이고 있다.

#### ■ 공기청정기 관련 대기업 및 코스피 기업

##### I. LG전자(주)

LG전자(주)는 에어컨, 냉장고를 포함한 Home Application & Air Solution 사업부문이 지속적으로 성장하고 있다. 해당 사업부문은 크게 Home Application 제품/가전 및 Air Solution 제품/가전으로 구성된다. Air Solution 부문에서는 에어컨, 공기청정기, 제습기 등 가정용 제품과 상업용 에어컨, 산업용 냉난방 공조기 등을 생산·판매하고 있으며, 최근 사물인터넷(Internet of Things)과 연계된 스마트 가전으로 그 영역이 확대되고 있다. 한동안 가정용 에어컨의 수요가 정체된 경향을 보이기도 하였으나, 코로나19 이후 사람들의 실내 생활이 늘어나고 건강 및 위생 가전에 대한 관심이 증가하면서, 위생 및 건강 관련 공기청정기 등의 가전 수요가 증가하고 있으며, 통합 에너지 솔루션 제공 및 에너지 절감 관점에서 기술력을 주목받으며 미래의 새로운 성장 동력으로 각광받고 있다.

[그림 18] LG전자(주) Air Solution 사업부문 주요제품



\*출처: LG전자(주) 투자설명서(2021.05.04.) 및 LiVE LG(LG전자 소셜 매거진), NICE디앤비 재가공

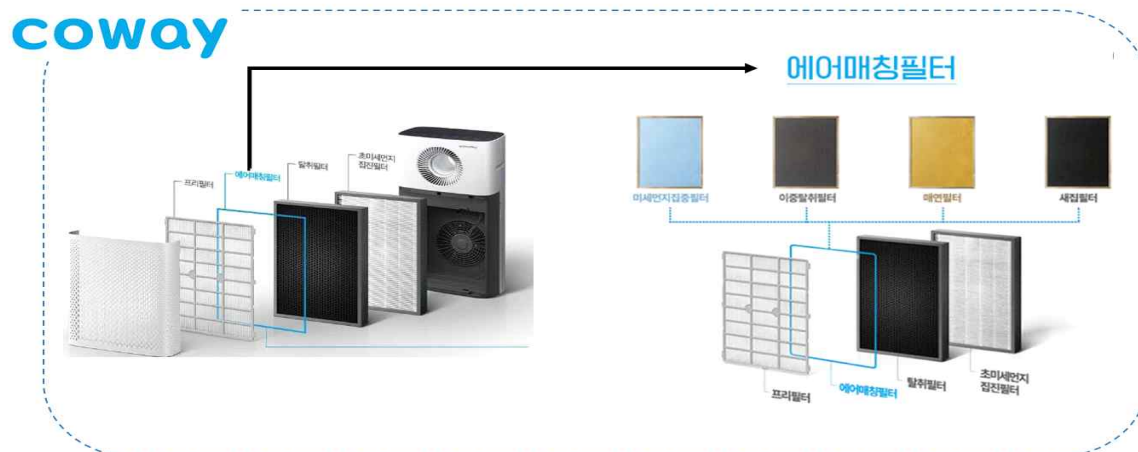
관련 주요 제품을 살펴보면, 작년(2020년) 11월에 출시한 휘센 상업용 스탠드 에어컨은 공기청정기능을 갖춰 사계절 내내 사용할 수 있는 스탠드 에어컨으로 1차로 먼지를 걸러주는 프리필터, 0.3 $\mu$ m 크기의 미세먼지를 필터에 모아 걸러주는 극초미세먼지필터, 냄새를 제거하는 광촉매탈취필터 등을 포함하고 있다.

또한 스마트홈 서비스를 제공하는 가전관리 앱 ‘LG 씽큐(LG ThinQ)’를 출시하여 공기청정기의 필터 교체시기, 세탁기의 통세척 시기, 케어 서비스, 서비스 상담 및 예약, 부품이나 소모품 구입 등 제품 구입 시점부터 제품수명주기에 걸쳐 다양한 필요 기능을 제공하고 있다. 특히 LG 씽큐 앱을 통해 여러 가전의 작동을 미리 설정해 집 안의 공기질이 나쁘면 공기청정기를 작동시키고, 에어컨의 공기청정모드를 실행시키는 등 손쉽게 최적의 대기 상태를 만드는 기능을 제공한다. 공기청정기 관련 제품으로는 2019년 ‘퓨리케어 360도 공기청정기 펫’을 출시하였다. 해당 공기청정기는 토탈 유해가스광촉매필터를 탑재하여 탈취능력이 강력한 것을 특징으로 한다. 이 필터는 광촉매 기술을 이용해 반려동물 배변 냄새의 주요 성분인 암모니아, 아세트알데히드, 아세트산 등의 유해가스를 제거할 수 있으며, 기존 펫 전용 공기청정기 대비 55% 이상 유해가스를 제거하고, 풍량을 최대 70%까지 높여 반려동물의 털, 먼지 등을 최대 35%를 제거할 수 있는 것을 특징으로 한다.

## II. 코웨이(주)

코웨이(주)는 정수기, 공기청정기, 비데 등 제품군을 중심으로 하여 렌탈 판매를 주력사업으로 영위하고 있는 기업이다. 코웨이(주)는 1995년 ‘카나리아’라는 제품을 출시하며 공기청정기 사업을 시작하였고, 2001년 업계 최초로 렌탈 시스템을 도입해 공기청정기 대중화에 기여하였다. 2015년 4월 가전업계 최초로 IoT를 기반으로 한 ‘스마트 에어케어’ 서비스를 출시하여, 사용자의 집안 공기상태를 실시간으로 보여주고, 오염상태에 따른 맞춤형 솔루션을 제공하여 자동으로 쾌적한 실내공기질을 조절할 수 있는 서비스를 제공하고 있다.

[그림 19] 코웨이(주)의 주요 공기청정기 제품



\*출처: 코웨이(주) 투자설명서(2021.05.04.) 및 코웨이(주) 홈페이지, NICE디앤비 재가공

코웨이(주)는 장소와 상황에 따라 발생하는 공기 중 오염물질을 효과적으로 제거하기 위해 약 1,960억 건의 공기질 빅데이터를 분석하여 체계적인 컨설팅을 제공하고, 특히 집집마다 다른 실내공기를 효과적으로 케어하기 위해 상황, 계절, 공간 별 거주환경에 적합한 필터, 예컨대 미세먼지집중필터, 새집필터, 이중탈취필터 등을 선택할 수 있는 ‘에어매칭필터 서비스’를 시행하고 있다. 또한 집안 구조에 따른 공기 청정 효율을 분석해 가장 적합한 제품을 추천해 주는 ‘공기 주치의 서비스’도 시행하고 있으며, ‘우리집 공기관리 상태 체크서비스’를 함께 제공하여 가정에서 신경써야 할 항목을 진단하여 적합한 서비스를 제공하고 있다.

나아가 코웨이(주)는 ‘코웨이 환경기술연구소’를 보유하며 R&D 역량 강화에 힘쓰고 있으며, 아시아 최대 규모의 환경기술연구소를 보유하고 있다. 2014년부터 다양한 장소별 공기 질을 분석하여 공기 관련 빅데이터를 지속적으로 축적해오고 있으며, 장소 및 상황에 따라 공기 속 오염물질을 효과적으로 제거하기 위한 기술 개발을 주력으로하여 지금까지도 지속적으로 이어오고 있다.

## ■ 필터분야 대표 중소기업: (주)이노필텍

(주)이노필텍은 2001년 설립되어 탈취 필터 분야에서 제품력을 인정받은 기업이다. 콜게이트(복합 소재)에 회사 독자 코팅 기술을 접목하여 탈취 필터를 제조하고 있으며, 현재 LG전자(주), 코웨이(주), (주)위닉스, (주)쿠쿠홈시스 등의 주요 기업들을 거래처로 확보하며 공기필터 분야에서 국내 시장의 60% 점유율을 차지하고 있다.

(주)이노필텍은 대기업과 협력하여 고효율로 인체에 유해한 가스 제거와 초미세먼지를 동시에 잡을 수 있는 일체형 복합필터를 개발하여 주요 공기청정기에 적용하기 시작하였으며, 건강에 대한 관심이 증가하면서 해당 기술에 대한 수요 또한 증가하고 있다. 이 밖에 (주)이노필텍의 신사업으로는 돈사 악취 저감 시스템 개발, 반도체 클린룸 필터 제작, 고성능 새집 증후군 기능성 필터 제작 등이 있다. 이들 신사업과 더불어 국책 과제 연구를 수행 중이며, 최근에는 필터 기술력을 바탕으로 마스크 사업으로도 진출하고 있다.

[그림 20] (주)이노필텍의 주요제품



\*출처: (주)이노필텍 홈페이지, NICE디앤비 재가공

## ■ 코스닥 기업: (주)크린앤사이언스, (주)위닉스, (주)위니아딤채

[(주)크린앤사이언스] (주)크린앤사이언스는 1973년 설립된 필터 미디어 및 필터 제조 전문 업체로, 2000년 12월 코스닥 시장에 상장되었다. 자동차용 및 산업용 폐이퍼 필터 미디어, MB(Melt Blown)방식의 공조용 부직포 필터 미디어를 주요제품으로 생산하여 공급하고 있다.

특히 MB 부직포는 공조용에 적용되는 유리섬유를 대체할 수 있는 친환경 소재로 각광받고 있다. 동사는 자동차용, 산업용, 가전용 MB 부직포 필터 미디어와 이를 장착한 필터 완제품을 생산하고 있으며, 고객의 제품 특성에 따라 다양한 응용분야 제품을 제공할 수 있는 생산력을 보유하고 있다.

(주)크린앤사이언스는 2016년까지 안정적인 공급망을 기반으로 자동차용 페이퍼 미디어가 전체 매출의 50% 이상을 차지하는 주력 제품이었으나, 이후 공기청정기용 필터 판매가 급속히 증가하면서 사업영역을 필터사업 중심으로 확장하여 가전용 공기청정기 필터 선도 업체로 성장하였다. 증가하는 필터 수요 대응을 위해 2018년 100억 원, 2019년 180억 원 규모의 설비 증설 투자를 진행 중이며, 별도의 필터 생산 전용 공장을 두어 공정 효율성 및 생산성을 높일 계획이다. 필터 미디어와 필터 완제품을 자체 생산하며 가격 및 품질 경쟁력을 확보함에 따라, 국내 주요 공기청정기 제조업체인 LG전자, 삼성전자, 위닉스 등에 필터 완제품을 공급하고 있으며, 국내 공기청정기 필터 시장의 약 70%를 점유하고 있다.

[그림 21] (주)크린앤사이언스의 주요제품



\*출처: (주)크린앤사이언스 홈페이지, NICE디앤비 재가공

[표 5] (주)크린앤사이언스 주가 추이 및 기본 재무현황 (K-IFRS 별도기준)

| Performance | Fiscal Year | 2018년 | 2019년 | 2020년 |
|-------------|-------------|-------|-------|-------|
| (단위: 원)     | 매출액(억 원)    | 948   | 1,178 | 1,500 |
|             | 증감률 YoY(%)  | 23.51 | 24.22 | 27.35 |
|             | 영업이익(억 원)   | 77    | 108   | 190   |
|             | 영업이익률(%)    | 8.17  | 9.16  | 12.69 |
|             | 순이익(억 원)    | 69    | 80    | 136   |
|             | EPS(원)      | 1,055 | 1,232 | 2,085 |
|             | PER(배)      | 12.14 | 22.40 | 14.32 |
|             | ROE(%)      | 20.01 | 20.28 | 28.37 |
|             | PBR(배)      | 2.07  | 4.04  | 3.42  |

\*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

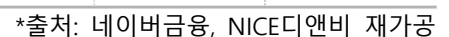
2017년에는 음향 브랜드 JBL의 블루투스 스피커를 탑재하여, 가정에서 홈 엔터테인먼트 용도로 사용할 수 있는 공기청정기(TOWER QS)를 출시하였으며, 2018년에는 아마존의 인공지능 플랫폼 알렉사와 연동되는 공기청정기 (AM90)를 출시하며, 이후 인공지능, 사물인터넷을 결합한 공기청정기(ZERO, TOWER, MASTER, XQ) 시리즈를 출시하고 있다. 이와 같은 공기청정기의 신제품 출시를 바탕으로 (주)위닉스의 공기청정기는 2017년 22.3%, 2018년 36.8%의 매출 증가율을 기록하며, 2019년도에는 3,862억원의 매출을 시현하였다.

2019년 3월 미국 시장조사업체 NPD의 공기청정기 선호도에 따르면, (주)위닉스의 공기청정기 제품이 미국 공기청정기 ‘톱4’에 선정되고 미국 리뷰드닷컴 선정 ‘최고 공기청정기’로 뽑히며, 그 품질을 인정받고 있다. 현재 미국 시장 판매를 위해 2019년 태국 현지법인(유원전자)에서는 제품 제조공정을 신축하여 지난해(2020년) 2월부터 미국 등에 수출하는 공기청정기를 제조하고 있다.

[그림 22] 공기청정기 연구개발 실적



[표 6] (주)위닉스 주가 추이 및 기본 재무현황 (K-IFRS 별도기준)



[(주)위니아딤채] (주)위니아딤채는 종합가전제품 제조 및 유통을 목적으로 1999년 설립 후 만도기계 아산사업부(김치냉장고, 차량공조)를 인수하여 2016년 7월 코스닥 시장에 상장하였다. (주)위니아딤채의 주력 제품은 김치냉장고로 시장점유율 39%를 차지하며 업계 1위를 차지하고 있다. (주)위니아딤채의 지난해(2020년) 매출 비중은 김치냉장고가 65%, 에어컨이 9%를 차지하고 있으며, 뒤를 이어 냉장고 8%, 세탁가전 2%, 에어가전 3%, 기타 13%를 기록하였다. 한편 (주)위니아딤채는 김치냉장고 중심의 매출 비중을 낮추기 위해 지속적으로 제품 라인업을 다각화에 노력하고 있다. 창문형과 이동형 에어컨, 대형 및 프리미엄 냉장고, 대용량 세탁기, 대용량 공기청정기, 제습기, 써큘레이터 등으로 확대하고 있으며, 이외에도 백신용 초저온 냉장고를 개발하여 빠르면 국내 의료용 냉장고 식약처 승인 및 미국 식품의약국(FDA) 승인을 받을 것으로 보인다.

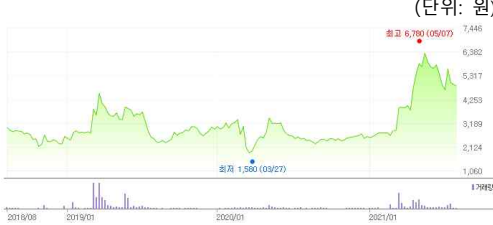
현재 에어가전의 대표적인 제품인 공기청정기, 에어워셔 관련 연구개발을 활발히 진행 중이며, UV항균 기능, 플라즈마 공법 등을 적용한 공기청정기, 에어클린 센서를 통해 큰 먼지부터 단계별로 각종 먼지, 악취를 필터링할 수 있는 공기청정기 등의 제품화에 성공하여 시장 영향력을 강화하고 있다.

[표 7] (주)위니아딤채 공기청정기 연구개발 실적

| 분류        | 연구개발과제                | 개발기간              | 내용                                                                                                                                           | 기대효과    |
|-----------|-----------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 공기<br>청정기 | New 디자인 30평형 공기청정기 개발 | 20.06.~<br>20.12. | 1.30평형 공기청정기 개발 및 양산완료<br>2.UV 항균기능 적용                                                                                                       | 제품(상품)화 |
|           | New 디자인 공기청정기 개발      | 17.07.~<br>17.11. | 1. 새집증후군 필터 신규 적용<br>2. 플라즈마 에어케어 기술 적용<br>3. 아토피 예방환경 우수제품 인증 획득                                                                            |         |
|           | 자연가습 공기청정기 개발         | 17.05.~<br>17.10. | 1. 가습 공기청정기 개발 및 양산 완료<br>2. 5단계 에어클린 시스템 및 센서<br>3. 이지워시 가습필터 개발                                                                            |         |
|           | 스마트 프리미엄 공기청정기 개발     | 17.04.~<br>현재     | 미래창조과학부(광주특구) 기술이전사업 과제 수행 중                                                                                                                 |         |
|           | 공기청정기 개발              | 16.11.~<br>17.02. | 1. 53㎡(16평) 고성능 공기청정기 개발 완료<br>2. 고효율 파워부스터(Sirocco) 팬 개발 완료<br>3. 초미세 HEPA(PM1.0)/카본탈취필터 개발완료<br>4. IoT 적용 및 에어클린보드 시스템 구성<br>5. CA 인증마크 취득 |         |

\*출처: (주)위니아딤채 사업보고서(2021.03.22.)

[표 8] (주)위니아딤채 주가 추이 및 기본 재무현황 (K-IFRS 별도기준)

| Performance                                                                                                                                  | Fiscal Year                                               | 2018년  | 2019년 | 2020년 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-------|-------|
|  <p>(단위: 원)<br/>최고 6,780 (09/07)<br/>최저 1,500 (03/27)</p> | 매출액(억 원)                                                  | 5,225  | 6,081 | 5,967 |
|                                                                                                                                              | 증감률 YoY(%)                                                | 6.95   | 16.39 | -1.88 |
|                                                                                                                                              | 영업이익(억 원)                                                 | -72    | 87    | 187   |
|                                                                                                                                              | 영업이익률(%)                                                  | -1.37  | 1.43  | 3.13  |
|                                                                                                                                              | 순이익(억 원)                                                  | -180   | 41    | 62    |
|                                                                                                                                              | EPS(원)                                                    | -499   | 115   | 173   |
|                                                                                                                                              | PER(배)                                                    | N/A    | 25.79 | 15.01 |
|                                                                                                                                              | ROE(%)                                                    | -20.97 | 5.58  | 7.73  |
|                                                                                                                                              | PBR(배)                                                    | 1.32   | 1.35  | 1.12  |
|                                                                                                                                              | <p>(포트폴리오 분석기준)<br/>* 분석일(2021.08.05) 기준, 최근 3년의 주가추이</p> |        |       |       |

\*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공