



능동형 기공제어 에어필터 마스크

서울대학교 - 고승환 교수님

기술 분류	BT(LC1306. 의약외품)
기술 분야	의약외품
적응증	코로나-19, 황사, 미세먼지 차단 등
기술 완성도 (TRL)	<input type="checkbox"/> 아이디어 단계 <input type="checkbox"/> 연구개발 진행단계 (추가실험 필요한 단계) <input type="checkbox"/> 연구개발 완료단계 (충분한 실험 데이터가 확보된 단계) <input checked="" type="checkbox"/> 시제품 제작 단계 <input type="checkbox"/> 시제품 상용화 단계
관련특허	I. 통기성 조절이 가능한 에어필터 유닛 및 이를 포함하는 마스크 (출원번호: 10-2020-0064678)

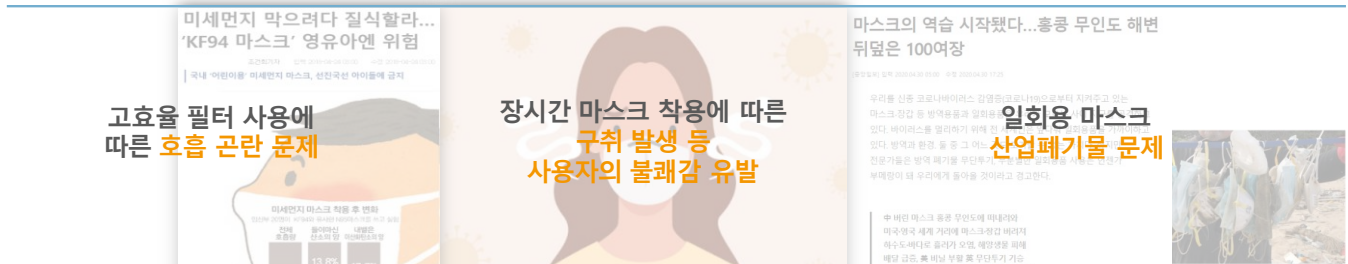
01 기술 개요

기술 개요	기공 크기 조절이 가능한 에어필터 유닛 포함 마스크
기술 특성	<p>본 기술은 기공의 크기가 달라지는 필터를 이용하여 통기성을 조절할 수 있는 에어필터 및 이를 포함하는 마스크에 관한 것으로, 주변환경 상황 또는 사용자의 니즈에 따라 기공 크기를 조절할 수 있어 유입 또는 유출되는 공기의 양을 조절할 수 있는바 마스크 착용자의 상시 착용이 용이함</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 통기성 가변형 에어필터 및 에어필터 유닛 2. 에어필터 가변에 따른 필터의 효율과 통기성의 상관관계 3. 미세먼지 제거능 4. 소재의 안정성 5. 반영구적 사용 6. 개인 무선통신기기와의 연계 가능성
기술 적용(활용) 가능분야	바이러스 포함 오염물질 차단과 동시에 통기성이 용이한 " <u>마스크</u> " 및 " <u>스마트 마스크</u> "로 활용될 수 있음

02 기존 기술의 문제점

- 황사, 미세먼지부터 최근의 COVID-19 까지 호흡기 질환 유발 요인 다양화에 따른 시장 규모 증가
- 통기성과 필터율 간의 Trade-off *관계로 인해 호흡 곤란, 구취 발생 등 기존 마스크의 문제점 부각
(통기량과 필터량간의 Trade-off: 고효율 필터를 사용하면 통기성이 낮아 호흡이 가빠지고, 호흡을 편히 하려면 마스크 본연의 보호 기능, 즉 유해물질 필터 성능이 낮아짐)
- 일회용 제품 구입의 번거로움과 산업폐기물 관련 환경 문제 발생

Unmet Needs



통기성과 필터 기능을 사용자의 NEEDS에 따라 조절할 수 있는 수단에 대한 필요성 대두

자료 : 동아신문 (2018-04)
중앙일보 (2020-04)

- KF94·N95 같은 공기 정화 필터(헤파 필터)가 있는 보건용 마스크는 안면부와 마스크 접촉면과 밀착만 잘 유지되면 침방울이 마스크 밖으로 나오지 못하지만 헤파 필터는 습기에 취약하고 통기성이 낮아 마스크가 젖어 단시간에 필터 기능이 떨어지기 쉬운 문제가 있음

[보건용, 수술용 및 비말차단용 마스크 비교]

구분	보건용 마스크	수술용 마스크	비말차단용 마스크
사용목적	황사, 미세먼지 등 입자성 유해물질 또는 감염원으로부터 호흡기 보호	진료, 치료, 수술 시 감염예방을 목적으로 사용	일상생활에서 비말감염을 예방
형태	입체형, 평판형	평판형	입체형, 평판형
필터성능	액체저항성 (비말차단)	적합	적합
	입자차단 능력	80%, 94%, 99%	KF 기준 55~80% 수준
주 소비층	일반국민, 의료인	의료인	일반국민
통기성	수술용 마스크 대비 밀폐성 높음 통기성 낮음 습기약함	보건용 마스크 대비 가볍고 통기성이 있음	보건용 마스크 대비 가볍고 통기성이 있음

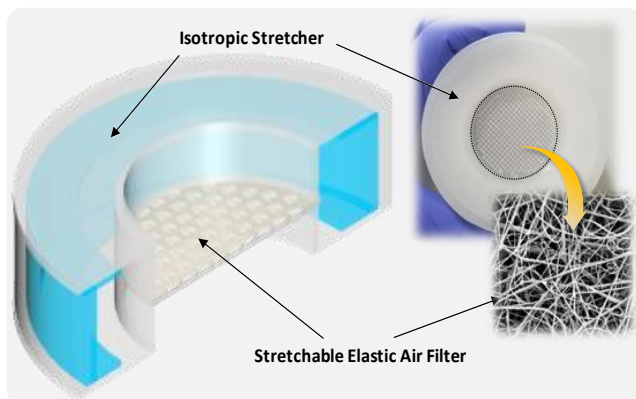
출처: 식품의약품안전처&한국일보 2020.06.16 기사 발취

03 기존 기술 대비 우수성

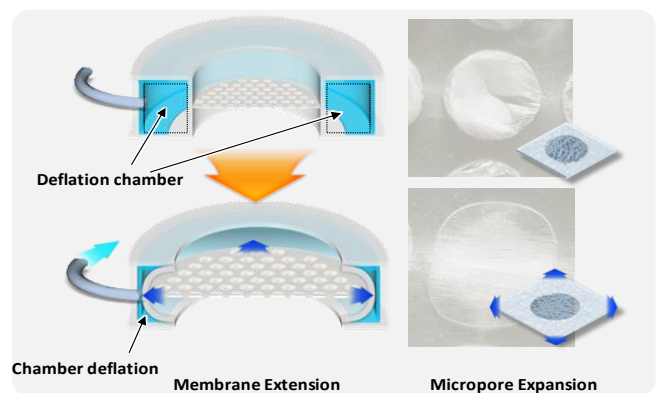
◇ 본 기술은 기공의 크기가 달라지는 필터를 이용하여 통기성을 조절할 수 있는 에어필터 및 이를 포함하는 마스크에 관한 것으로, 주변환경 상황 또는 사용자의 니즈에 따라 기공 크기를 조절할 수 있어 유입 또는 유출되는 공기의 양을 조절할 수 있는바 마스크 착용자의 상시 착용이 용이함

1. 통기성 가변형 에어필터 및 에어필터 유닛

- 본 기술의 에어필터 유닛은 Electro-Spinning 방식을 이용한 탄성 파이버 필터를 포함함
- 필터로 사용되는 탄성 파이버 필터는 기공 크기 조절이 가능하여 공기 유입 또는 유출 조절이 가능함



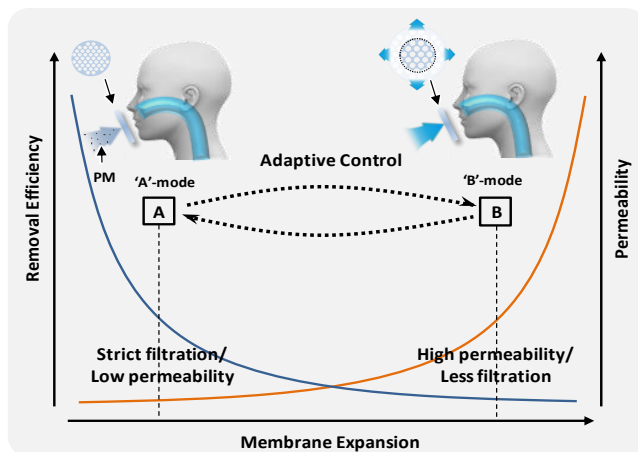
[에어필터 유닛의 사시도 및 탄성 파이버 필터 SEM 이미지]



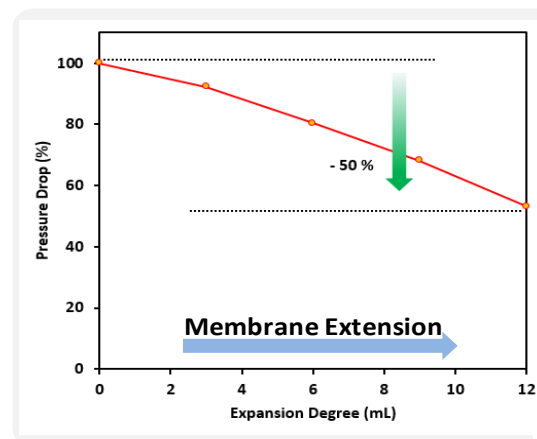
[에어필터 유닛 내 탄성 파이버 필터의 가변성-기공 조절]

2. 에어필터 가변에 따른 필터의 효율과 통기성의 상관관계

- 탄성 파이버 필터 확장: 호흡 용이 및 필터 여과율 ↓,
 - 탄성 파이버 필터 축소: 호흡 부담 및 필터 여과율 ↑
- ⇒ 착용자가 속한 환경에 맞춰 조절 가능



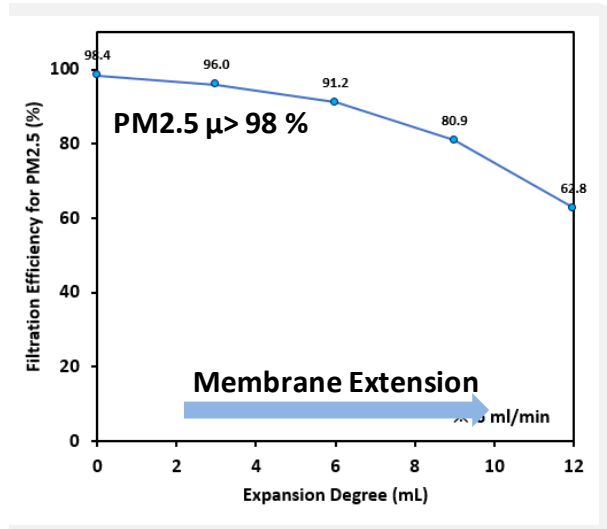
[필터 효율과 통기성의 상관관계]



[에어필터 확장에 따른 공기압 차]

3. 미세먼지 제거능

- PM_{2.5} 의 환경에서, 기공 크기 최대 축소 경우: 98.4% 제거
- PM_{2.5} 의 환경에서, 기공 크기 최대 확장 경우: 70.5% 제거



[에어필터 확장에 따른 미세먼지 제거능]

4. 소재의 안정성

- Electro-Spinning 방식을 이용하여 제조한 Organic Polymer 소재 사용
 - Nanoparticle FREE
- ⇒ 소재 흡인 이슈 해결에 따른 생체 안전성 보장 및 식약처 승인 용이

기존의 나노 마스크 생산 업체의 승인 난항

M/B Nanofiber filter+
(inorganic or metallic) Particle
Ex. Ag+ or organometallic compound

소재 흡입 위험 / 식약처 승인 부담

소재안전성 보장
식약처 승인 용이!!

Elastic Electrostatic Nanofiber
filter(**Organic Polymer**) +
Pore changeable Frame(**PDMS**)

균질엘라스토머(고체첨가제無)

[소재 안정성]

5. 반영구적 사용

- 내부 필터 세척을 통한 반영구적 사용
- ⇒ 일회용 마스크 사용으로 인한 산업폐기물 문제 해결

마스크의 역습 시작했다...홍콩 무인도 해변 뒤덮은 100여장

중앙일보 | 등록 2020.04.30 05:00 | 수정 2020.04.30 17:25

우리를 신종 코로나바이러스 감염증(코로나19)으로부터 지켜주고 있는 마스크-장갑 등 방역용품과 일회용품이 버려지는 일회용 마스크 산업폐기물 문제 있다. 바이러스를 멀리하기 위해 전 세계 곳곳에서 일회용 마스크를 쓰고 있다. 방역과 환경, 둘 중 그 어느 하나도 포기할 수 없는 상황이다. 전문가들은 방역 폐기를 무인도, 무인촌 등 폐기물을 처리할 공간이 부족해짐이 돼 우리에게 돌아올 것이라고 경고한다.

중 배린 마스크 홍콩 무인도에 떠돌아다니며 미국영국 세계 거리에 마스크-장갑 버려져 하수도세대로 흘러가 오염, 해양생물 피해 배달 금속, 폭발 위험 무인도기 기술 방역 폐기물, 쓰레기봉투에 넣어 옮겨 버려야 "방역환경, 하나만 아닌 둘다 잡을 수 있어"



**소비자NEEDS 실현 기술
인체무해, 반영구적 사용**

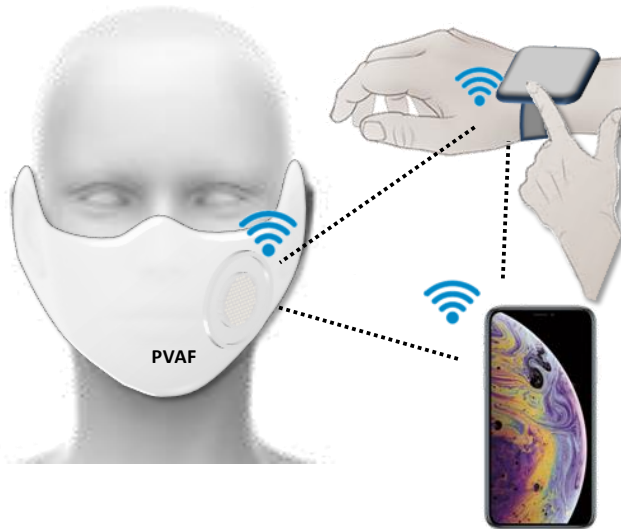
시중 기능성 마스크 제품
공기투과 기능 열악
내부필터 교체 필수

사용자의 상태, 주변 환경 맞춤
필터 성능 조절로
통기성관련 소비자 NEEDS 충족
필터 세척을 통한 반영구 사용

[반영구적 사용을 통한 환경 보호]

6. 2020 년 중소벤처기업부 '예비창업패키지 사업 선정' 아이템

- 대량생산 가능한 구조로 필터 유닛 개선 중
- 무선통신기기 연동 제어회로 개발 중
- 현재 연구자 법인설립 및 시제품 제작 진행 중

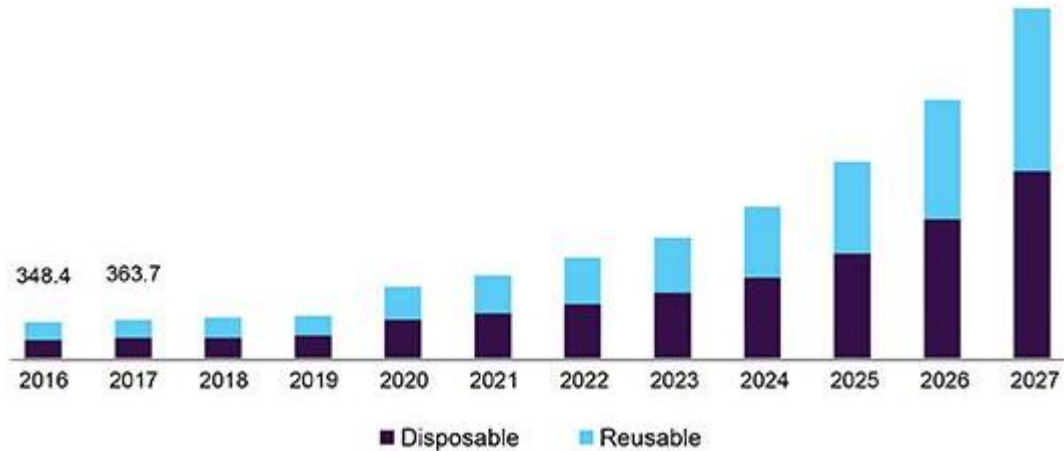


[개인무선통신기기와의 연계]

04 시장 현황

◇ 마스크 시장 규모 및 전망

U.S. anti-pollution mask market size, by product, 2016 - 2027 (USD Million)



< anti-pollution mask market size, by product, 2016-2027(USD Million) >

***출처: www.grandviewresearch.com

- Grand View Research 가 발표 한 보고서에 따르면 건강과 복지를 유지하기 위한 오염 방지 마스크와 같은 오염 필터링 제품에 대한 수요가 증가하면서 시장 성장이 가속화 될 것으로 전망함
- 최근 **COVID-19** 로 인한 전세계적 마스크 수요가 증가하였고, **오염 수준 증가와 건강한 생활 습관을 높이기 위해 시장에서 두드러진 성장세가 유지** 될 것으로 전망함
- 전 세계 공해 방지 마스크 시장 규모는 2019 년 27 억 달러로 평가되었고, **2027 년까지 232 억 달러 규모**에 이를 것으로 전망됨. 예측 기간 동안 **연평균 30.1 %의 성장률**을 보일 것으로 예상됨
- Cable News Network 의 보고서에 따르면 3M 은 전 세계에서 2020 년 초부터 N95 호흡기 마스크에 대한 수요가 전례없이 급증한 것으로 나타났고, 주요 전자 상거래 플랫폼뿐만 아니라 최대 오프라인 매장의 보호 마스크 부족으로 인해 제조업체는 생산 능력과 유통 채널을 증가시켰는바, 이러한 경향은 시장 성장을 이끄는 주요 속성 중 하나가 될 수 있다고 전망한 바 있음

05 기술 문의처

구분	기관명	담당자	직급	연락처	e-mail
연구자	서울대학교	신재호	박사	010-3774-1196	jayz.shin84@gmail.com
연구자	서울대학교	정성민	연구원	010-7627-0817	jsm0817@snu.ac.kr
기술권리자	서울대학교 산학협력단	김재학	변리사	02-880-2026	kjh2002@snu.ac.kr