

캡스톤디자인 산학연계팀 과제 최종보고서

과 제 명	초미세먼지 예방을 위한 황사 마스크 개발				
과제기간	2017년10월1일 ~ 2017년11월 30일		과 제 비	0원	
팀 명	SE		과 제 유 형	☒ 일반 ☐ 현장 실습 연계	
지도 교수	소 속	산업경영공학과		성 명	유우식
참여 학생	구분	성명	학년	학번	소속학과
	팀장	김태완	4	201403093	산업경영공학과
	팀원	서주혁	4	201101317	산업경영공학과
		윤건희	3	201301233	산업경영공학과
		한승윤	3	201301254	산업경영공학과
참여 기업	기업명	(주)디엔피유	담당자	성명	박형균
				연락처	010-6352-1860

본 보고서를 공학교육혁신센터 캡스톤디자인 산학연계팀 과제 최종보고서로 제출합니다.

【붙임 : 최종 결과보고서 1부】

2017년 11월 30일

대표학생 : 김 태 완 (인)

인천대학교 공학교육혁신센터장 귀하

캡스톤디자인 산학연계팀 과제 최종 결과보고서

I. 과제 개발의 목적 및 필요성

1. 목적 및 필요성

(1)과제의 개요

- 야외 레저 활동이나 작업 시 자외선 노출을 방지하는 기존의 마스크는 안면부의 반 이상을 가리기 때문에 타인에게 부정적인 이미지를 심어 줄 수 있다. 또한 마스크와 이어폰을 동시에 사용 할 시 주변 상황 인지가 매우 어려우며, 이는 안전사고로 이어질 가능성이 높음. 또한 기존의 착용 부위인 귀걸이 부분은 사용자에게 통증을 유발할 수 있다.
- 위와 같은 문제점들을 해결하기 위해 (주)디엔피유는 폴페이스 렌즈 마스크를 개발, 추가로 미세먼지 거름 나노필터를 적용하고 골전도 이어폰 기능을 부착하는 제품을 기획함.

(2)과제 개발의 목적 및 필요성

- 밴드의 착용감·압박감 때문에 소비자들의 거부 반응이 우려
- 창의적인 추가 옵션과 문제점 해결 방안 제시 요청
- 황사나 자외선 차단을 위해 마스크와 선글라스를 착용하고 외출 시 타인의 혐오감을 유발하거나 착용 시 불편함을 상당 부분 경험하며 휴대폰 통화와 음악을 들으며 보행 시 주변 상황 인지가 제한적임.
- 야외 레저 활동 시 직사광선 차단을 위한 전면 마스크를 착용하면 시야가 제한되어 타인이 보기에 혐오감을 유발할 수 있다.
- 실전문제 연구 활동과 병행하여 기업이 요구하는 폴 페이스 필터 마스크를 제작

심각한 미세먼지



(단위: 일)

구분	0~30	31~80	81~150	151~200	201~250	251~300	301~	합계
2012	85 23.2%	263 71.9%	18 4.9%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	366(천) 100.0%
2013	70 19.2%	265 72.6%	30 8.2%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	365 100.0%
2014	82 22.5%	254 69.6%	28 7.7%	1 0.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	365 100.0%
2015	72 19.7%	267 73.2%	25 6.8%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 0.3%	365 100.0%
2016	54 14.8%	297 81.1%	13 3.6%	2 0.5%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	366(천) 100.0%
2017.5	6 4.0%	132 87.4%	11 7.3%	2 1.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	151 100.0%

▲우리나라 일평균 미세먼지 농도에 따른 연도 및 미세먼지 기준별 일차 분류 (표=홍철호 의원실)

마스크의 필요성



- 초미세먼지는 폐 질환 등 각종 발암 물질 유발
- 중국발로 인해 점점 심해지는 초미세먼지에 의해 미래에는 더 많은 사망자가 나타날 것으로 예측
- 오른쪽 그래프에서 미세먼지농도가 ' 좋음' 을 뜻하는 청정일이 2012년에 85일에서 2017에는 6일로 줄어든 것이 확인가능



미세먼지, 안구질환인 '군날개' 유발한다

이원형 헬스조선 기자

날짜 : 2017.06.05 (수)



미세먼지가 안구질환인 '군날개' 발생 위험을 높이는 것으로 나타났다. (사진=헬스조선)



심각한 황사 및 미세먼지 완전 차단

- 일반 마스크 착용 시, 접촉면의 틈새 때문에 미세먼지가 완벽하게 차단되지 않음
- 현재 출시된 마스크는 눈까지 보호해주는 경우가 없으므로 눈까지 보호하고 피부와 완전 밀착되는 마스크가 필요

사용성 향상

- 일반 마스크는 눈과 피부를 보호하지 못함
→ 얼굴 전체를 보호
- 방진 마스크 착용 시 끈의 압박과 무게 및 혐오감 유발
→ 무게와 머리 눌림을 최소화

2. 활용성 및 기대효과

일상용	산업용	비상용
- 미세먼지 및 황사 차단 - 심플한 디자인과 착용감으로 선호도 상승	- 유해가스 흡입 위험 작업용으로 보급 - 무게 감소로 근골격계 질환 방지 - 안전문제 보완, 작업 효율 향상	- 전사상황에 방독면으로 활용 가능 - 화재 시 유독가스 흡입 방지

II. 과제내용 및 제작과정

1. 과제내용

(1)기업에 전체적인 마스크 디자인 제시

1.헬멧형



장점

- Vivid 사의 기술을 이용하여 머리가 눌리지 않게 하여 스타일을 보존

단점

- 무거운 무게로 목에 부담
- 통풍이 되지 않아 더운 날씨에 사용하기 어려움

2.머리핀형



장점

- 흔히 볼 수 있는 친근한 디자인
- 다양한 머리핀 디자인 가능

단점

- 짧은 머리는 사용하기 어려움
- 남성이 사용하기 부담

3.목걸이형



장점

- 머리가 전혀 눌리지 않음
- 다양한 디자인으로 판매 가능

단점

- 부담스러운 외관
- 목 부분에 압박이 집중되어 근골격계 질환 야기

4.선패형



장점

- 일상에서 부담없이 사용할 수 있는 디자인
- 모자처럼 쉽게 착용 가능
- 기업이 선택한 디자인**

단점

- 장시간 착용 시 머리 눌림
- 부품 크기 축소로 가격 상승

5.분리형



장점

- 고글 기능과 마스크 기능을 따로 사용 가능

단점

- 고정 밴드의 압박이 심해짐
- 전면부의 무게줄림 현상

▷기업 요구 사항을 고려하여 다양한 아이디어 제시

(1)헬멧형 (2)머리핀형 (3)목걸이형 (4)선패형 (5)분리형

-기업에게 제시한 5개의 아이디어 중 기업 측은 (4)선패형을 선택

-고객들이 일상용으로 사용하기에 적합한 선패형에서 발전된 마스크 형태를 요구

2. 제작과정

가. 제작일정

추진 일 정 표	일 련 번 호	주요내용	추진일정		기간 (주)
			10월	11월	
	1	관련 정보 및 조사			2주
	2	문제점 파악			2주
	3	해결 방안 모색			2주
	4	결론 및 디자인 제시			2주

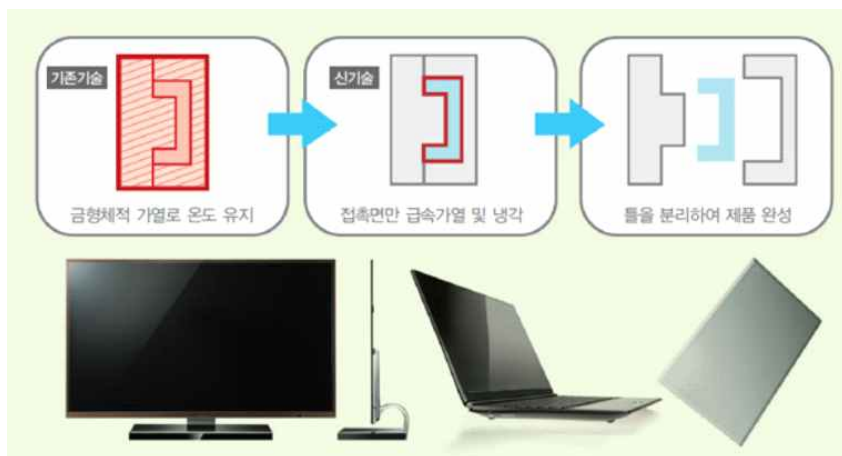
나. 상세도면 및 과제사진 (설계도, 부품도, 제작과정 으로 자세히 기술)

▷구체적인 제작 방법 및 기능 제시

1.제작 공정

기존의 사출 성형 방식으로는 필터 마스크의 정교한 플라스틱 부분을 대량 생산하기에는 비싼 단가가 예상되어 중소기업의 생산방식에는 적합하지 않다.

(1)급속 가열 금형 코어



▶기존의 플라스틱 사출 성형과 급속 가열 금형 코어(출처: 한국생산기술연구원)

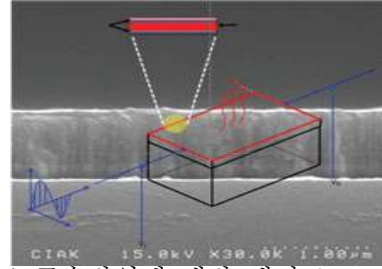
필터 마스크의 특성상 얇은 플라스틱 재질을 사용하여 무게를 줄여야 하므로, 최대한 얇게 플라스틱을 만드는 제조 과정이 필요하다.

기존의 방법 중 (1)금형에 고유동성 플라스틱을 사용하는 방법과 (2)초고속 사출기(플라스틱이 굳기 전 금형 틀에 재빨리 플라스틱 수지를 밀어 넣는 방법), (3)진공 상태의 금형 안에 있는 플라스틱 수지를 빨아들이는 방법 등 여러 가지가 있지만, 아직 실효성에 대해서는 검증이 되어 있지 않을 뿐더러 생산 단가가 비싸 중소기업 입장에서 대량 생산을 하기는 역부족이다.

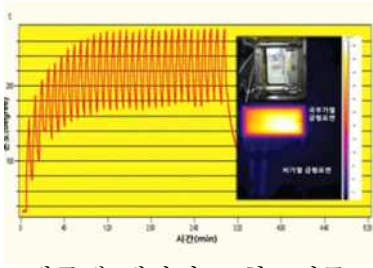
급속 가열 금형 코어는 1초에 약 70도~350도의 열을 내면서 재빠르게 플라스틱 외부만을 가열하고, 급속 냉각을 통해 얇은 플라스틱 모형을 제작한다.



▶ 제작된 금형 코어



▶ 금속발열체 개발 개념도



▶ 새롭게 개발된 금형코어를 사출 금형에 적용했을 때 나타난 급속가열 및 냉각 결과

(출처: 한국생산기술연구원)

(2)히트 프레스

모형 제작에 많이 쓰는 기법으로 캐노피 등 얇은 형태의 부품을 만들 때 사용하는 방법이다. 얇은 형태의 가공물을 만들 수 있다는 점에서 필터 마스크의 플라스틱 부분 제작에 쓰일 수 있다.

▷가공 단계(히트 프레스 가공을 필터 마스크에 적용 시켰을 때)

- (1)PC 재질의 얇은 판에 열을 가하여 유동성을 가질 때, 덮을 구조물(마스크 원형)에 찍운다.
- (2)PC 재질의 열을 식혀 굳힌다.
- (3)NC나 톱 등 절단 가공을 통해 모형의 크기만큼 정밀 가공을 한다.
- (4)PC를 원형에서 떼어낸다.
- (5)사포질을 통해 표면을 매끄럽게 후처리를 한다.



(1)



(3)



(5)

[히트 프레스 가공의 예]

(3)버큘폼 프레스

히트 프레스와 같이 쓰이는 기법으로 원형 주변의 공기를 빨아들여 열을 가한 재질(프라판, PC 등)이 잘 밀착되어 좀 더 복잡한 형태로 제품을 만들 수 있다.



[버큘폼 프레스 가공의 예]

2.마스크 소재

(1)프레임



[폴리카보네이트를 소재로 사용하고 있는 O2O2마스크와 안전모]

얼굴에 착용한다는 특성 상 가볍고 충격에도 견딜 수 있어야 되기 때문에 폴리카보네이트가 프레임 소재로 가장 적절하다. 폴리카보네이트는 강도, 내충격성, 투명성, 내스크래치성이 우수하며 사출하는데도 큰 비용이 들지 않기 때문에 안전모의 소재로도 사용을 하고 있으며 몇몇 마스크들도 폴리카보네이트를 프레임 소재로 사용하고 있다.

(2)렌즈



[폴리카보네이트 소재의 헬멧 쉴드와 보호경]

마스크의 렌즈도 프레임과 마찬가지로 투명성이 우수한 소재로는 폴리 메틸 메타 크릴 레이트와 폴리 카보네이트가 있다. 폴리 메틸 메타 크릴 레이트의 경우에는 투명성이 뛰어나고 광산란이나 광흡수가 폴리 카보네이트보다 적다는 장점이 있지만 내열성이 약해 뜨거운 곳에 노출이 되면 굴절율이 감소하여 초점이 흐트러진다는 단점이 있기 때문에 렌즈의 소재로는 부적합하다는 결론이 나왔다. 폴리카보네이트를 렌즈로 사용 시 추후 HUD 등 증강현실 기능을 추가할 때 화면을 렌즈 위에 띄울 수 도 있다. 또한 하드 코팅 시 김서림 방지를 할 수 있다는 장점이 있다.

(3)얼굴 접촉부



[왼쪽부터 접촉면이 실리콘 소재인 미세먼지 마스크, 천연 라텍스, 메모리폼 배게]

피부와 접촉되는 소재로는 실리콘 고무, 메모리폼, 천연 라텍스를 많이 사용하는데 실리콘 고무는 높은 내열성과 무독성, 내열수성의 특징을 갖고 있어 온도에 의해 쉽게 변형이 되지 않고 세균이 증식되지 않으며 쉽게 세척할 수 있다는 장점이 있다. 천연 라텍스는 100% 천연 고무의 유액을 사용하여 강도, 탄성력, 내구성, 수명 등이 우수하며 특히 위생성이 뛰어나 의료용 장갑과 배게 등 위생에 민감한 제품에 사용된다. 하지만 대량생산이 어렵고 원자재가 고가라는 단점이 있다. 메모리폼은 폴리우레탄을 주성분으로 하여 밀도는 높고 탄성이 낮아 충격 흡수가 뛰어나고 얼굴형에 맞게 모양이 바뀐다는 장점이 있다. 단점으로는 통풍성이 떨어져 땀이 날 수 있고 향균처리를 하지 않으면 세균 번식의 우려가 있다. 경제성과 각 소재의 특성을 고려하여 실리콘과 메모리폼을 같이 사용하는 것을 고려하는 중이다.

3.필터 방식과 배치

(1) 필터 마스크의 구조



필터 시스템은 외부필터 정전필터 내부필터 총 3단계로 구성되며 외부필터는 50% 내외의 오염원을 제어하고 정전필터는 80% 내부필터는 95%이상의 미세먼지 유입을 차단한다. 대부분의 미세먼지 마스크는 3중~4중 필터 구조를 주로 사용하고 있다.

(2)필터 종류



[크리넥스의 초정전 필터 기능을 이용한 미세먼지 필터 마스크]

(2.1) 초정전 필터

미세한 섬유에 고압 정전기를 대전시킨 필터로 + - 혹은 +-로 대전하는 미세먼지의 특성 때문에 미세먼지가 필터와 상응하여 미세먼지가 흡착 포진한다. 물에 닿으면 정전기 기능이 상실되기 때문에 보통 일회용 마스크에 많이 사용하는 필터 방식이며 가격이 저렴하다.

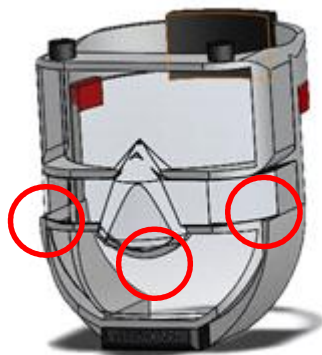
(2.2) 나노섬유구조식 필터



[나노 섬유 구조]

나노섬유필터는 일시적인 정전기력이 아니라 구조적 형태로 미세먼지를 필터링하여 안정적인 고효율을 유지할 수 있음. PM 0.3 크기의 초미세먼지를 85% 이상 차단하며 중성세제를 이용하여 세척 후 재사용이 가능하다. 가격은 초정전 필터보다 약간 높다.

마스크를 장시간 사용한다고 가정했을 때 실외에서도 교체 사용할 수 있어야한다는 점에서 초정전 필터를 사용하는 것이 나노섬유구조식 필터보다 더 적합할 것이라 예상된다.

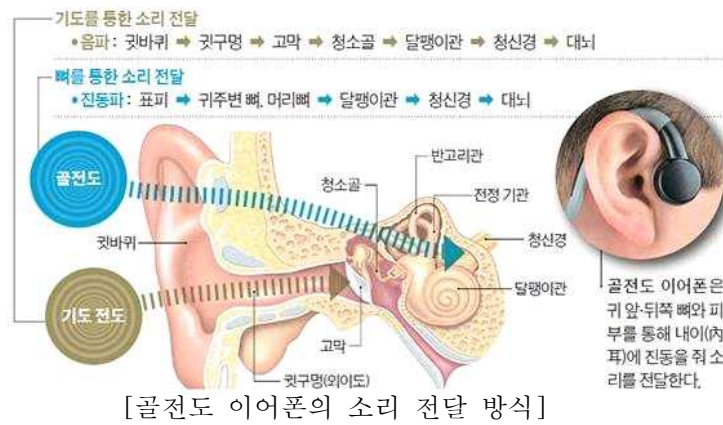


[필터 예상 장착 위치]

▷필터 위치

보통의 마스크 필터는 호흡기 쪽에 배치되어있지만 폴페이스라는 특성과 전면 투명렌즈를 장착시킬 예정이므로 필터는 마스크 프레임 하부나 귀 밑 중 한 곳에 배치시키는 것이 적절할 것으로 결론이 나왔다.

(3)골전도 이어폰



골전도 이어폰은 고막이 아닌 귀 앞 뒤쪽 뼈와 피부의 진동을 통해 소리를 전달하며 외부의 소리를 들을 수 있게 유지하면서 내부의 소리도 들을 수 있다는 장점이 있어 야외 활동 시 통화나 음악감상 등을 하면서 주변 위험 상황을 감지할 수 있다. 귀 앞 뒤 쪽의 뼈와 피부에 진동을 줘야 하기 때문에 골전도 이어폰의 위치는 마스크 프레임의 양 옆, 혹은 밴드 부분에 장착하는 것이 가장 효율적이다.

4.휴대방법

(1) 고리형태	설명
	마스크의 측면에 고리를 설치하여 사용자가 위치한 곳 어디에서든지 마스크를 걸어서 보관할 수 있도록 한다. 하지만 평소 보관 시 외부환경에 의해서 마스크의 렌즈에 금이가거나 기스가 날 수 있는 단점이 있다.
(2) 케이스형태	설명
	마스크를 보관할 수 있는 케이스를 제작하여 마스크를 보관한다. 케이스의 내부는 사진과 같이 비워놓은 것이 아니라 고무나 솜과 같은 재질을 사용하여 마스크의 렌즈를 보호한다. 사용자가 가방에 다른 물품과 같이 넣고 다닐 것이라고 예상 되기 때문에 케이스는 사각의 형태로 만든다. 단점으로는 마스크 자체를 들고다니는 것에 비해서 부피가 클 수 있다.
(3) 충전 케이스형태	설명
	마스크의 기능에 추가되는 블루투스, LED 등 몇 부분에 배터리가 필요하므로 아이코스나 블루투스 이어폰 케이스처럼 케이스 자체를 충전하는 것이 가능하고, 사용자가 마스크를 사용한 후 케이스에 마스크를 보관할 때 자동적으로 마스크를 충전할 수 있도록 설계한다. 단점으로는 케이스의 무게가 더 무거워질 가능성이 있다.

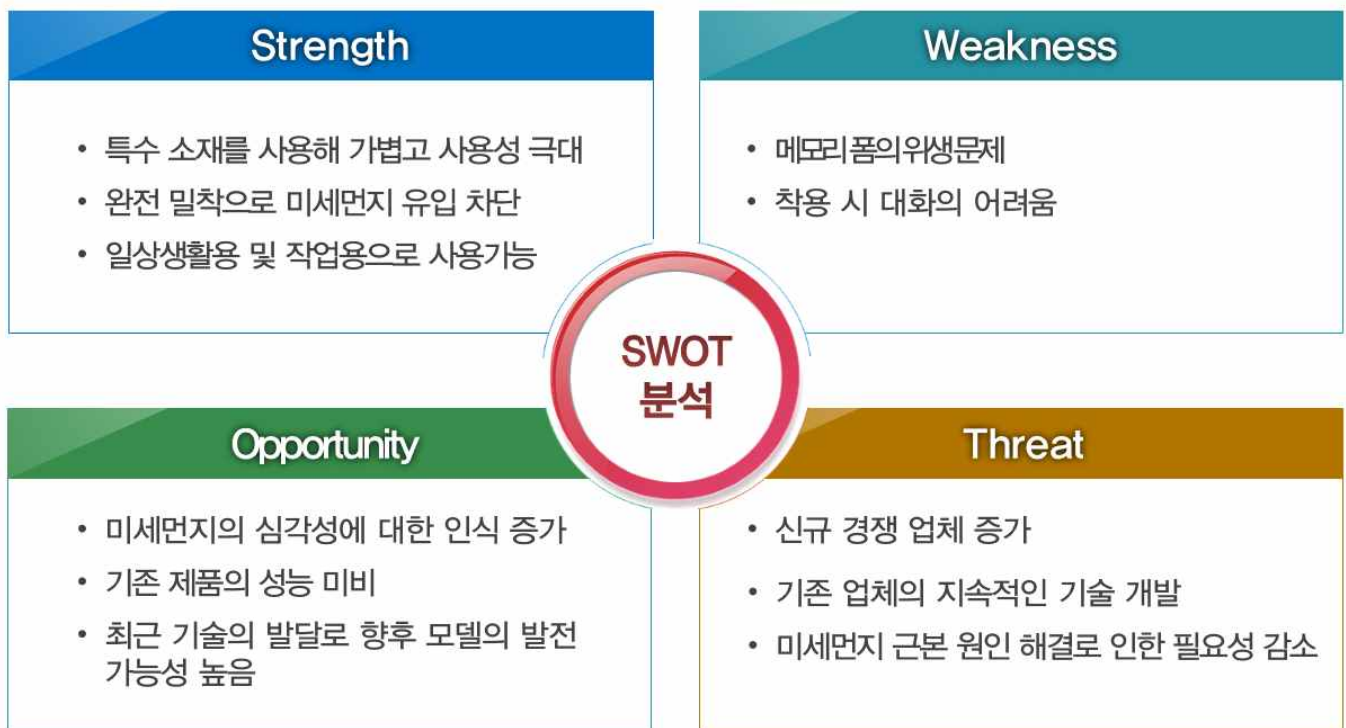
III. 결론

1. 과제개발성과

- 제시했던 디자인 방법 중 선택형으로 디자인 확정되었음
- 연구했던 제조방식·소재·필터·폴전도·휴대 방법 등을 적용하여 시제품 제작
- 실전문제연구단의 일정에 맞춰 2월에 시제품이 나올 예정

2. 문제점 및 개선방안

- SWOT



- 활용방안

- 투명 렌즈임을 이용하여 AR 등의 스마트 기술 도입 가능
- 무늬나 색감을 다양하게 하여 디자인 개발 가능성
- 공공장소에 비상 시 구호용품으로 배치
- 실전문제연구로 발전 시 기능 추가 보완 가능성

부록 (지원재료/시작품사진, 경진대회참여 등 여러컷 및 아이디어북 캡처사진 첨부)

●성균관대 거점 산학 연계 경진대회 판넬 사진



●성균관대 거점 산학 연계 경진대회 전시 사진

