

대한기계학회 주최

제11회 전국학생설계경진대회(2021년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (O)				
참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()				
참가팀명	Evolution				
설계제목	냉난방 에너지 손실 절약형 기계 장치				
지도교수/교사	(소속)하나고등학교 (성명)유상미				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	이제현	하나고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	이제현	하나고등학교 2학년	
2	김지현	하나고등학교 2학년	
3	김민서	하나고등학교 1학년	
4	신우현	하나고등학교 1학년	
5	이현서	하나고등학교 1학년	
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()
참가팀명	Evolution
설계제목	냉난방 에너지 손실 절약형 기계 장치
대표자명	이제현
요약문	에너지 부족 문제는 현 인류가 지속적으로 겪고 있는 문제이며, 앞으로 더욱 심화될 문제이다. 본 팀은 이를 해결하기 위해 거꾸로 필터를 활용한 냉난방 에너지 절약 장치를 설계해 제작하였다. 본 팀의 에너지 절약 장치는 건물 출입문 근처에서 사람이 감지될 경우, 통행에 방해되지 않는, 진행 방향의 뒤편에서 거꾸로 필터, 막을 형성하여 내부와 외부의 에너지 교환을 막는 장치이다. 인체감지 센서로 사람을 감지하면 장치의 하부에 위치하던 용액들이 모터를 통해 상부로 올라와 좁은 틈으로 압출되어 막을 형성하는 원리로 장치가 작동된다. 여러 번의 화학 실험을 통해 거꾸로 필터를 제작하기 위한 용액에서의 SDS 및 CA-ST의 적정 비율과 기타 물질들의 성능을 실험하였으며, 아두이노를 통해 사람을 감지하면 모터가 작동하여 용액을 상부 저장소로 이동시켜 막을 형성하게끔 제작하였다. 본 팀의 장치는 기존에 활용되고 있는 에어커튼 등보다 저렴한 설치 및 작동 비용으로 비슷한 효과를 얻을 수 있으며, 거꾸로 필터의 특성을 이용해 용액 속에서 오염 물질을 분리한다면 반영구적으로 사용할 수 있다.
설계프로젝트의 입상 이력	X

1. 설계의 필요성 및 목적

에너지 부족은 전 인류가 예전부터 겪어 온 문제로, 시간이 흐를수록 더욱 심화될 문제들 중 하나이다. 최근 코로나19로 대두된 전염병 문제로 인해 아주 큰 주목을 받지는 못하고 있으나, 최근 몇 년 동안 에너지 고갈 문제는 더 이상 추측이나 이론이 아닌 현실로 다가왔다. 이에 따라 세계의 국가들은 다양한 방법을 통해 에너지 활용의 효율성을 높이려고 하고 있으며, 우리나라 또한 ESCO 제도, 에너지소비총량제도 등을 통해 이를 추구하고 있다. 그러나 이런 제도만으로는 에너지 고갈에 효과적으로 대응할 수 없기에, 신기술을 이용한 다양한 에너지 절약형 장치들이 개발되고 있다. 본 팀 또한 에너지 절약형 설치물을 제작하여 냉난방 시 사용되는 에너지 총량을 줄이고자 한다.

현재 한국의 상황을 고려하자면, 본 설계의 필요성은 더욱 커진다. 한국은 OECD 국가 중 에너지 이용효율 하위권을 기록하고 있으며, 이에 ‘에너지 낭비국’으로 분류되는 불명예스러운 상황에 놓여 있다. 이러한 에너지 손실을 막기 위해 정부가 상점 등이 문을 열고 에어컨을 가동하는 것을 금지하는 정책을 내놓은 사례가 있다. 그러나, 이 정책을 따르지 않는 상점들의 수가 많았으며, 이에 에너지 절약을 위한 본질적인 해결책에 대한 수요가 증가하였다. 이에, 본 팀은 사람들이 건물에 출입할 때 손실되는 에너지를 줄이기 위해 거꾸로 필터를 이용하는 장치를 고안하였다. 건물의 문이 열리며 일어나는 건물의 내부와 외부의 에너지 교환을 차단하여 냉난방에 드는 에너지를 줄이는 것이다.

본 설계에서는 거꾸로 필터라는 소재를 통해 내부 에너지 손실을 최소화하는 기계장치를 구현하고자 한다. 거꾸로 필터란, 큰 물질을 통과시키고 작은 물질을 걸러내는, 기존의 필터와 반대의 작용을 하는 필터를 말한다. 선행 연구를 통해 이미 먼지, 작은 크기의 벌레 등을 효과적으로 걸러내는 거꾸로 필터의 실용성을 확인할 수 있었으며, 외부에서 가해지는 힘에도 원형을 유지하는 모습을 확인할 수 있었다. 이러한 거꾸로 필터의 특성은 구조물 내부와 외부의 에너지 교환을 차단하는 데에도 효과적일 것이다. 최종적으로 내부의 에너지 손실을 줄여 냉방 및 난방 시 사용되는 에너지 총량을 줄이는 것이 본 설계의 최종 목표이다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

본 팀은 사람의 출입 시 센서가 이를 감지해 통행을 방해하지 않게 진입 방향 뒤편에서 거꾸로 필터를 이용한 막을 형성해 외부와 내부의 에너지 교환을 차단하는 장치를 제작하려 한다. 이를 제작하는 과정에서는 크게 세 가지를 고려해야 하는데, 거꾸로 필터 자체에 활용되는 화학 물질적 측면, 거꾸로 필터 액체가 흘러나오는 수압을 조절하는 물리적 측면, 그리고 막의 형성과 해체 명령에 관여하는 알고리즘 측면이 있다.

거꾸로 필터는 물에 계면활성제와 기타 물질을 첨가하여 표면장력을 극대화한 것이다. 이때, 거꾸로 필터의 장시간 유지가 가능한 계면활성제를 사용하는 것이 중요하다. 거꾸로 필터와 같은 자립형 액체 막(free-standing liquid membrane)을 실생활에 응용할 때는 필요한 특성을 충분한 시간 동안 유지할 수 있는 소재를 사용해야 한다. 가령, 막을 구성하는 액체의 손실 또는 화학적 성질의 약화로 인해 막 형성에 영향을 주게 된다면 건물 내부와 외부의 에너지 교환을 차단할 수 없게 되고, 설계의 목적을 달성하지 못하게 된다.

둘째로, 사람이 문을 여닫는 시간은 매우 짧다. 이 짧은 시간 내에 액체가 빠르게 흘러나올 수 있도록 수압을 조절할 필요가 있다. 베르누이의 법칙을 활용해 적은 동력으로 높은 수압을 얻을 수 있게 하기 위해서 하단 저장장치와 상단 부분을 연결하는 관의 크기를 조절해야 할 것이고, 이러한 장치들을 지지할 구조물 또한 하중을 견딜 수 있도록 설계해야 한다.

마지막으로, 사람의 존재를 감지해 막을 형성하고 해체하는 알고리즘의 중요성 또한 크다. 거꾸로 필터에 사용되는 화학 물질은 소량으로 인체에 무해하지만, 그럼에도 피부에 액체가 닿는 것은 알고리즘을 통해 사전에 완전히 통제하는 것이 더 좋을 것이다. 사람의 통행을 방해하지 않는 선에서 최대한의 효율을 내려면 막의 형성을 조절하는 알고리즘, 그리고 관련 센서의 조절이 필수적이다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

계면활성제를 활용한 냉난방 에너지 손실 절약형 기제는 거꾸로 필터의 특성을 이용해 구조물 내부와 외부의 에너지 교환을 차단하는 기술을 중점으로 하여 최종적으로 사용되는 에너지 총량을 줄이는 것이다. 이때 건물에서 상시 사용할 수 있어야 하기 때문에 용매로 사용할 물과 화학 물질들 간의 적절한 비율을 찾아 안정적이며 긴 지속 시간을 유지할 수 있는 거꾸로 필터와, 액체를 빠른 시간 내에 사출하고 막을 형성하기 위한 적절한 압력을 제공해주는 관, 문의 크기, 인체 감지 센서, 이를 지지할 구조물 등이 필요하다.

먼저, 안정적인 계면활성제 제작의 경우 선행 연구를 참고해 물과 도데실황산나트륨(SDS)간의 비율을 먼저 조정한 후 PVA, CA-ST(Cationic starch)을 양을 조절하며 추가적으로 첨가해 막의 성능에 차이가 있는지를 확인할 것이다. 또한, 콜로이드를 주입하고, 음이온성 계면활성제의 첨가농도 조절을 통해 막의 지속력을 증가시킬 것이다.

한편, 기계 장치의 경우 아두이노를 활용하여 적외선 PIR센서와 초음파 센서, 워터펌프 모터와 서보모터 간의 성능을 비교하여 실제 상황에서 사람을 쉽게 감지하고 인식 오류가 적은 센서와 압력을 일정 이상 가할 수 있고, 압출하는 액체의 양을 제어하기 좋은 모터를 비교하여 더 나은 부품을 활용해 설계할 것이다.

2) 설계의 독창성

현재 대부분의 건물은 건물 내부의 에너지 손실을 줄이고 청결하게 유지하기 위해서 에어커튼을 사용한다. 에어커튼이란 출입구 상단에 설치하여 상부에서 하부로 공기를 강하게 토출시켜 내부공기와 외부공기의 흐름을 차단함으로써 냉·난방 열손실을 방지하고, 냄새, 먼지, 날파리, 모기, 하루살이 등 작은 곤충의 유입을 차단시키는 장치이다. 이러한 목적으로 영업점, 공장, 제약회사, 냉동창고 및 저온창고 등 다양한 장소에서 널리 쓰이고 있으며 이는 본 팀이 설계한 장치와 매우 유사한 의도를 가지고 있는 것이라고 볼 수 있다. 그러나 에어커튼은 상대적으로 구매 및 설치에 드는 비용이 높고 공기를 흡입할 때 벌레나 미세먼지를 그대로 흡입하고 토출하기 때문에 내부에 유입된 이물질에 의해 고장이 자주

나기도 한다. 또한, 외부에 설치할 경우 캐노피가 필수적이기 때문에 설치에 다소 제약이 있다.

이에 대해서 본 팀이 설계한 장치가 해답이 될 수 있다고 전망한다. 거꾸로 필터를 이용한 냉난방 에너지 절약 장치는 내부의 열 손실을 줄이고 건물을 외부의 오염으로부터 지키는 등 에어커튼이 현재 수행하고 있는 역할에 그대로 적용이 가능하다. 게다가, 작동 시 필요한 전력 또한 적어 지속적인 사용 시 비용적 이점이 커지게 되며, 하단에 위치한 용액 저장소 부분에 정화 필터가 설치되어 외부의 오염 물질로부터 막이 손상되는 것을 막을 수 있다. 또한, 기존의 출입문에 추가하는 형태이므로 캐노피 등의 설치도 필요하지 않아 설치에 제약이 적은 편이다.

참고문헌 1(5번 참고문헌 란에 기술)

이 논문은 이중창호 시스템을 통한 자연 환기를 이용하여 실내 온열 환경의 쾌적성을 향상시키는 내용을 다루고 있다. 외측창과 내측창, 중공층 내의 차양을 이용하여 빛, 공기, 열 등의 요소를 조절하는 방식을 이용해 설계한 것이다. 외측창은 자연환기를 위해 넓은 면적을 차지하며 동시에 중공층을 보호하고, 내측창은 단열 성능을 확보하는 방식이다. 이중창호 시스템은 계절에 따라 온열, 냉방 등 목적이 다르기 때문에 운영 모드가 여러가지로 나뉘어져 있다. 그러나 이 때문에 주기적으로 모드를 변경해야 한다는 단점이 있으며 실제 날씨가 예상과 다를 경우 조절에 어려움이 있을 수도 있다. 또한, 창호이기 때문에 어느 쪽 방향에 설치하냐에 따라 여러 요소가 변할 수 있고, 설치 과정이 간단하지 않다.

본 팀의 장치는 이중창호와 동일한 역할을 하지만 이의 모드를 계속해서 바꿔주는 방식이 아니라 출입문에 설치하여 에너지 교환을 차단한 후 내부에서 온도를 조절하는 방식이기 때문에 효율적이며 쉽게 적용 가능한 방식이다. 이에 더해 거꾸로 필터는 냉난방 에너지 절약뿐만 아니라 외부로부터 들어온 오염물질의 출입도 막을 수 있으며 필요한 경우 기체의 확산을 방지하는 기능 또한 수행 가능하다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

본 팀은 건물 내부의 에너지 손실을 최소화하기 위해 출입문에서 사용되는 냉난방에너지 절약 장치를 제작하는 것을 목표로 하였다. 따라서 출입문에서 사용되는 크기의 장치를 만들어야 하는데 현재 팀의 여건과 기술력으로는 장치를 큰 크기로 만들고 유지시키는 부분이 어려울 것으로 보인다. 선행 연구에서도 필터막을 오랫동안 유지시키는 것은 성공하였지만 그 크기는 작았다. 본 팀 또한 지름 3cm, 출입문에 적용시키기에는 비교적 작은 크기의 고체링에서 실험을 진행하였기 때문에 실제 문에 적용시킬 수 있을 만큼의 필터를 제작하는 것은 쉽지 않을 것이라고 생각한다. 이에 따라 이후 실험 또한 실제 문의 크기보다는 모형을 통해 실험을 진행하나, SDS 이외에 CA-ST 및 PVA 등의 화학 물질 첨가 및 콜로이드 용액 주입 등 추가적인 물질 활용으로 최대한 막을 크게 만들어 유지시킬 수 있게 할 계획이다.

(3) 설계 내용

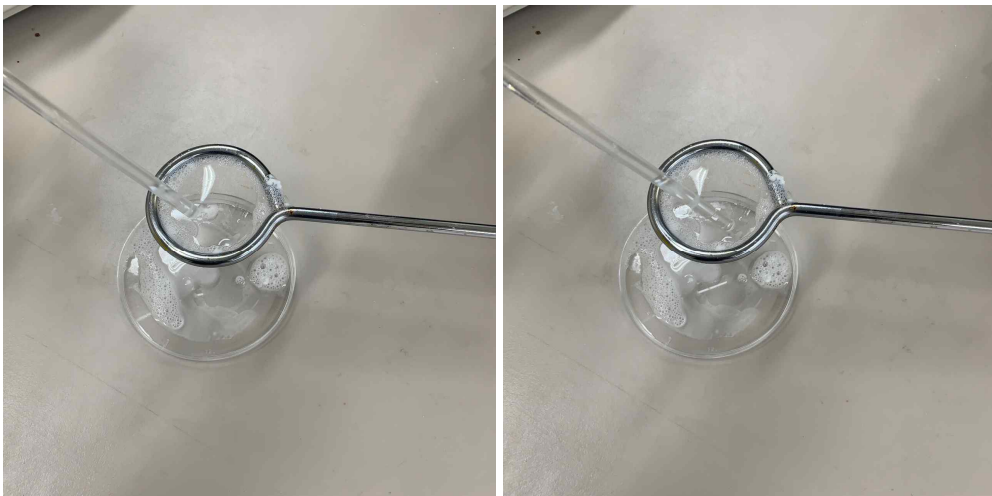
(3) - 1 필터 부분

거꾸로 필터를 이용한 에너지 절약 장치를 제작하기 위하여 표면장력을 조절한 액체를 제작했다. 증류수에 적정량의 도데실황산나트륨(SDS)만 용해해도 표면장력을 조절할 수 있었지만, 이는 지속력이 떨어지고 필터의 성능 또한 떨어져 에너지 절약 장치에 사용하기에는 어려움이 있다고 판단하였다. 따라서 PVA,

CA-ST(Cationic starch)의 비율을 맞춰 최소 1시간 이상 유지되는 용액을 만들고자 하였다.

선행 연구에 따르면 PVA 2.5%, SDS 0.14%를 혼합하였을 때 가장 안정적인 막이 형성된 것으로 나타났다. 하지만, 실제 진행한 1차 실험에서 PVA가 용매에 닿기만 해도 바로 굳어 용매와 잘 섞이지 않았고, 덩어리가 생겨 액체를 만드는 데 어려움을 겪었다. 용매의 온도, 첨가한 PVA의 양에 따라 이러한 성질이 달라질 수 있다고 판단하여 적은 양의 PVA를 투입해 보거나 뜨거운 물에 PVA를 미리 녹인 후 용매에 다시 녹이는 방법을 시도해 보았으나, 마찬가지로 계속 덩어리가 생겼다. PVA의 농도가 높아질수록 foam의 지속도가 높아졌지만, 5~10g 범위 내에서는 큰 차이가 없기 때문에 위의 이유로 PVA를 혼합하지 않았다. 또한, CA-ST, 양성 전분의 경우 대량으로 가공된 형태만 판매하기 때문에 소량으로 구하기 어려워서 CA-ST 대신 corn starch, 옥수수 전분으로 실험을 진행했다. Corn starch로 실험을 진행했을 때 최적 상태에서의 전분의 양이 다소 많아서 용액의 점성이 높았지만, 액체를 아래쪽으로 분사해서 막을 형성하는 기계 장치에는 적합하다고 생각했다. 다만, 전분이 물에 잘 용해되지 않고 가라앉게 되면 전분이 굳어서 막의 역할을 제대로 수행하지 못할 수도 있기에, 이후 막의 점성을 테스트해 용액이 분사되는 분사구의 모양 설계를 수정할 필요성이 있어 보인다.

실험은 증류수 200mL에 SDS는 5g으로 시작하여 5g씩 늘려가며 실험, corn starch는 10g로 시작하여 10g씩 늘려가며 실험했을 때 SDS는 15g, corn starch는 30g일 때 가장 안정적인 막이 형성된다는 사실을 확인했다. 1차 실험에서는 foam이 잘 사라지지 않았고 foam이 많을수록 지속 시간이 길다는 것을 확인했지만, 2차 실험에서는 SDS를 혼합한 후 1~2분 가량 지나자 거품이 사라지고 맑은 용액이 된 것을 육안으로 확인할 수 있었다. 따라서 foam의 생성 여부보다는 막의 지속력 및 막의 유지를 위한 적절한 농도, 인체에 안전한 화학약품의 양에 초점을 맞추어 실험을 진행했다. 지속 시간은 1차 실험에 비해 대폭 상승하였으며, 쇠구슬을 통과시켰을 때도 비교적 안정적인 것을 확인할 수 있었다.(사진 1) 필터의 지속력은 물체의 무게, 통과 시간 등이 영향을 미치는데 통과 시간이 긴 유리 막대, 무게가 무거웠던 쇠구슬의 경우에 막이 잘 유지되지 않았다. 하지만, 기계 장치의 경우 사람이 지나가는 것을 감지하면 액체가 흘러나오게 하고, 막을 구성하는 순서로 되어 있으며, 이 과정에서 사람이나 물체가 막을 직접적으로 통과하지 않기 때문에 문제가 되지 않는다고 판단했다.



<사진 1>

본 팀의 최종 목표는 실제 건물의 문 사이즈에 맞게 장치를 제작하는 것이나, 막을 큰 사이즈로 만들어 유지하는 기술이 부족하고, 또한 장치를 크게 설계하는 것 또한 한계가 있어 최종적으로는 모형을 제작해 설계를 마무리하였다. 아래의 사진1에서 볼 수 있듯이 총 4번의 설계 및 수정 끝에 완제품을 제작하였다. 첫 번째 설계한 장치의 경우, 전반적으로 크기를 크게 만들어 막의 형성에 어려움이 있었으며, 이에 따라 크기를 줄인 두 번째 버전의 장치를 설계했다. 다만, 두 번째의 경우에는 하중 지지를 위해 추가로 설치한 양 옆의 가드 부분이 오히려 기둥 부분의 표면장력을 높이는 결과를 가져오게 되어 양 옆으로 용액이 집중되는 결과를 가져왔다. 이에 처음에는 양 옆의 가드 간의 폭이 큰 것이 문제라고 판단하여 가드 간의 폭을 줄이고, 용액이 나오도록 설계한 슬릿 부분의 폭을 늘려 최대한 용액이 고르게 퍼져 막을 형성하게 하였다. 하지만, 유의미한 차이를 발견하지 못했고, 가드 쪽으로 용액이 집중되는 현상이 지속적으로 일어나자 결국 가드를 제거하고 그 대신 보조 지지 역할 및 막 형성을 돕기 위해 중앙 부분에 기둥을 추가로 설치하였다. 이 경우, 후술하겠지만 성공적으로 막을 형성할 수 있었다.

[illegible]

- 131 -

아두이노의 경우, 테스트 결과 초음파 센서는 사람 이외에도 다른 물체들을 감지해 작동하는 오류율이 적외선 PIR 센서보다 높아 최종적으로 PIR 센서를 활용하였다. 모터의 경우 워터펌프 모터가 서보모터에 비해 가용적이고 편리하며, 서보모터의 경우 동작하는 것까지의 딜레이가 있어, 최종적으로 워터펌프 모터를 활용하기로 결정하였다. 사용한 코드는 사진 2와 같으며, 코드의 특이 사항으로는 지속적으로 사람을 감지하는 코드를 짜는 경우 아두이노 센서의 정밀성이 낮기에 순간적으로 감지를 못하는 상황에서 펌프가 멈춰 막이 해체되는 경우가 있었기에 우선 사람이 감지된다면 5초 동안 막을 형성하게 하였다. 또한, 5초 이후에도 사람이 이어서 감지된다면 사람이 지속적으로 감지되는지 0.1초 간격으로 확인하면서 없어진 경우 막을 해체하게 하는 알고리즘을 구현하였다. 사람들이 문을 열고 들어와 문이 닫히기 전까지 평균 5초 정도가 걸리는 것을 확인한 이후 위와 같이 구현하였으며, 여러 이유로 인해 5초보다 오랜 시간이 걸리는 경우에만 짧은 단위로 계속 확인하게 하여 최대한 에너지 손실을 줄이고자 하였다.

```

1 int Ala = 3;
2 int Alb = 4;
3 int pir = 2;
4 int var = 0;
5
6 void setup() {
7   pinMode(Ala, OUTPUT);
8   pinMode(Alb, OUTPUT);
9   pinMode(pir, INPUT);
10 }
11
12 void loop() {
13   digitalWrite(Ala, LOW);
14   digitalWrite(Alb, LOW);
15
16   if (digitalRead(pir) == HIGH && var == 0) {
17     digitalWrite(Ala, HIGH);
18     digitalWrite(Alb, LOW);
19     delay(5000);
20     var = 1;
21   }
22   while (digitalRead(pir) == HIGH) {
23     digitalWrite(Ala, HIGH);
24     digitalWrite(Alb, LOW);
25     delay(100);
26   }
27   var = 0;
28 }

```

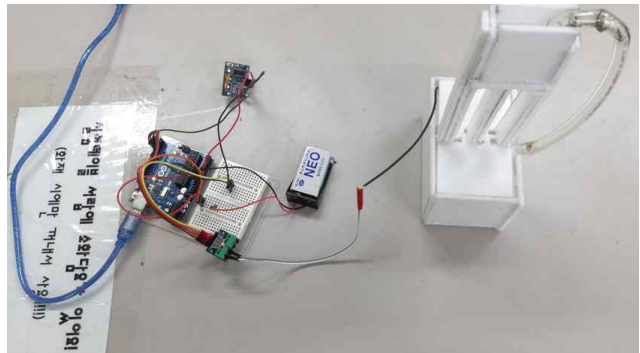
<사진 3> 아두이노 코드

3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
주제 확립 및 실험 설계	■	■				
실험 재료 구매 및 실험			■	■	■	
실험 결과 정리					■	■
기계장치 설계 및 모델링				■	■	■
최종보고서 작성						■

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

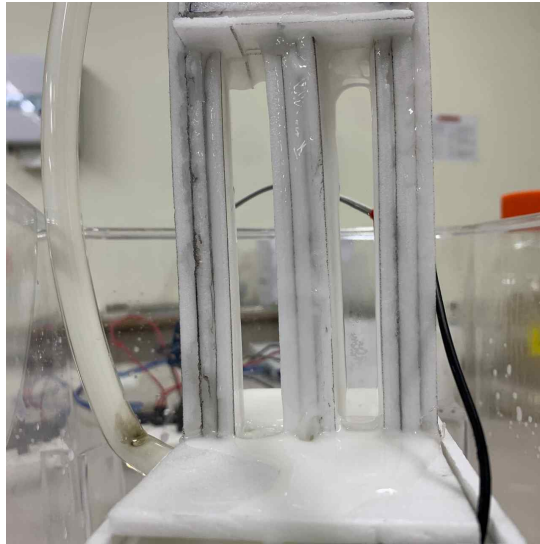


<사진 4>

위 사진 4를 참조하면, 좌측 사진 좌측 편에 있는 것은 용액을 저장하는 저장고이고, 우측 편에 있는 것은 문을 형상화한 모형이다. 전술하였듯이 가운데에 기둥이 있어 완벽히 문과 같은 모형은 아닌데, 이는 막의 형성을 위해 필수불가결하다고 판단하여 설치하였다. 좌측 장치들을 조합하여 아두이노와 연결한 최종 결과물은 우측 사진과 같다.

작동 원리는 다음과 같다. 위 사진 4에서 볼 수 있는, 반구형 돔과 같이 생긴 PIR 센서가 사람을 감지하면, 저장고 내부에 설치되어 있는 펌프가 작동하여 호스를 통해 위로 용액을 끌어올린다. 용액은 슬릿을 통해 얇게 분출되며, 주변에 있는 벽과 결합하여 막을 형성한다. 그러다, 알고리즘에 의해 특정 시간이 지난 후 센서가 더 이상 사람을 감지하지 못한다면, 펌프가 멈춰 용액이 더 이상 공급되지

않고, 막이 해체되면서 다시 다음 사람을 기다리는 상태로 돌아가게 된다. 아래 사진 5를 통해 막이 형성되는 모습을 실제 볼 수 있다.



<사진 5> 막이 형성된 모습

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

본 팀의 거꾸로 필터를 이용한 장치의 경우 본질적으로는 건물 내부의 에너지 출입을 막아 난방 에너지 효율을 줄이는 기능을 할 수 있고 부가적으로는 실외의 오염 물질이 내부에 들어오는 것을 막아 내부를 청결히 유지할 수 있다.

설계상의 단점으로는, 아두이노 센서 특성상 정확하지 않기에 오작동을 일으켜 막이 엉뚱하게 생성되거나 해체될 수 있다는 점이 있다. 또한, 막이 형성되는 중간에서도 외부에서의 충격 등을 받으면 막이 해체된다는 것이 있고, 현재의 알고리즘상 통행인이 많은 경우 불편을 야기할 수 있으며, 때에 따라서는 피부와 용액이 접하여 부작용을 일으킬 수도 있다.

하지만, 기존에 비슷한 용도로 활용되던 에어커튼에 비해 저비용으로 보다 더 좋은 효과를 얻을 수 있는 것은 확실하며, 거꾸로 필터를 큰 사이즈로 제작하는 것이 가능해진다면 상용화 또한 쉽게 가능하다. 또한, 거꾸로 필터의 특성상 용액으로 구성된 막에 오염 물질이 섞이더라도 정화 과정에서 쉽게 분리가 가능하며, 정화 작업을 마친 용액은 반영구적으로 사용될 수 있다.

5. 활용방안 및 기대효과

본 팀이 설계한 장치는 목적대로 난방 에너지 절약에 효과적일 것이다. 문을 한 번 여닫는 시간은 상당히 짧지만, 개문냉방을 하는 상점들이나 사람들의 왕래가 많은 백화점 등에서는 이러한 짧은 시간동안 낭비되는 에너지도 상당히 클 것이다. 이에 사람의 출입 시 거꾸로 필터가 작동되도록 설

치하면 문이 열렸을 때 외부로 빠져나가거나 외부로부터 들어오는 열을 차단하여 에너지 절약에 효과적 일 것이다.

특히 본 팀이 추구하고 있는 것과 비슷한 효과를 보여주고 있는 에어커튼의 단점을 보완해 줄 것이다. 에어커튼의 경우 공기를 흡입할 때 벌레나 미세먼지를 그대로 흡입하고 토출하기 때문에 내부에 유입된 이물질에 의해 고장이 자주 발생한다는 단점이 있다. 이때 이 장치를 이용한다면 기계 내부로 이물질을 흡입하는 방법을 사용하지 않기 때문에 위와 같은 일을 미연에 예방할 수 있다.

흔히 사용하는 필터는 자가세척 능력이 없는 것이 대다수이다. 에어컨이나 앞에서 언급한 에어커튼의 경우에도 주기적으로 필터를 교체하거나 청소를 해 주어야 한다. 만약 주기적으로 청소가 이루어지지 않는다면 내부에 쌓인 먼지가 외부로 방출되거나 내부에 쌓인 먼지로 인해 본체 내부의 부식과 부속의 수명 단축으로 이어져 경제적인 손실까지 발생할 수 있다. 그러나 거꾸로 필터는 액체가 필터 역할을 하는 것이기에 걸러낸 물질을 다른 위치로 수송할 수 있는 능력을 가지고 있다. 즉, 거꾸로 필터의 작용으로 모인 오염 물질들은 하부로 용액이 이동함에 따라 자연스레 정화되기 때문에, 용액의 성능이 지속적으로 작용되는 한 별도의 필터 교체나 세척없이 사용할 수 있을 것으로 예상된다. 특히 전 세계적인 대기질 악화 문제로 인해 최근 들어 외부로부터의 오염 물질 유입이 늘어남에 따라 위 기능은 더욱 유용하게 사용될 가능성이 높다.

<참고문헌>

참고문헌 1)

1. 저자명 이승재
2. 발간년 2011
3. 서명 국내석사학위논문 연세대학교 대학원
4. 권번호
5. 출판사명 국내석사학위논문 연세대학교 대학원
6. 출판사 소재지명 연세대학교 일반대학원
7. 페이지 번호 14-63

참고문헌 2)

1. 저자명 Birgitt Boschitsch Stogin, Luke Gockowski, Hannah Feldstein, Houston Claire, Jing Wang, Tak-Sing Wong.
2. 발간년 2018
3. 서명 Science Advances
4. 권번호 eaat3276
5. 출판사명 Science Advanves
6. 출판사 소재지명 Science Advanves
7. 페이지 번호 1-9