

작품 설명서

1. 제품명

Bipolar A/C

2. 프로젝트 동기

인도 Bihar라는 도시에서 2019년 기준 열사병으로 사망한 사람 수가 184명이다. 높은 인구밀도와 고온 다습한 환경으로 인해 많은 생명이 열사병으로 죽음을 맞이하고 있는 것이다. 그리고 에어컨은 단순히 열사병을 막아 사람의 목숨을 구하는 것에만 연관된 문제가 아니다. 에어컨으로 인해 만들어진 건조하고 차가운 공기는 전염병의 확산을 낮추었다. 시원하고 쾌적한 실내를 제공하는 사람들의 생산성을 증대시켰으며, 더운 곳의 도시가 도시답게 운영되게 해주었다. 이런 연유로 싱가포르의 초대 총리 리관유는 에어컨이 열기와 습도를 피해 열대지역에서 개발이 가능하도록 함으로써 문명의 성격을 바꿔놓는데 성공하였다고 평가하였다. 즉, 에어컨은 단순히 목숨을 살리는 수단만이 아닌, 현대 문명이 고온 다습한 지역에서 발전하기 위한 필수적인 요소이자, 삶의 질을 일정 이상으로 유지시키는데 대체할 수 없는 물건인 것이다. 결국, 저가로 에어컨을 보급할 필요가 있다. 또한, 에어컨의 가격이 저렴하다고 하더라도 공간을 너무 많이 차지하거나, 유지 보수하기 힘들거나, 설치를 위해 시간과 돈이 많이 필요하다면 에어컨의 가격을 낮춘 의미가 없다. 그러므로 이 프로젝트에서는 저렴하면서도 설치가 용이하며, 소형이고 유지 보수하기 쉬운 에어컨을 개발하는 것을 목표로 하였다. 다시 말해, 저가에 보급하고, 일반인이 외부의 도움 없이 유지 및 보수하기 쉬우면서, 설치를 위해 대기해야 하는 시간도 없으면서, 작은 방에도 충분히 두는 것이 가능한 에어컨을 만들 것이다.

3. 기술 설명

기존의 에어컨은 액체상의 냉매가 기화되면서 실내의 열을 흡수하고, 열을 흡수하여 기체가 된 냉매가 응축되면서 열을 외부로 방출하는 원리로 작동한다. 이를 위해서 크게 4개의 파트가 쓰이게 되는데, 각각 압축기, 응축기, 팽창밸브, 증발기이다. 압축기는 기체 상태의 냉매를 끌어들이어서 가압하여 고압가스로 만든다. 열역학 제 1법칙에 의해 외부에서 기체에 일을 가했으므로 내부 에너지가 올라가므로 기체 냉매의 온도가 상승한다. 뜨거워진 냉매 기체는 응축기를 지나간다. 응축기는 라디에이터와 비슷하게 생긴 구조로, 냉매가 지나가면서 주변으로 열을 방출하게 되며 냉매가 액체 상태로 변한다. 이 때 응축기는 에어컨 실외기에 있으므로 방출된 열은 궁극적으로 실외로 나가게 된다. 팽창 밸브에서는 액체 냉매의 교축이 일어나 압력이 감소

하고 액체의 일부가 증기로 변하면서 온도가 내려간다. 이 저온 저압의 냉매가 증발기로 들어가 증발하게 되는데, 이 과정에서 증발열을 주위에서 흡수하게 된다. 결과적으로 열을 뺏겨 차가워진 공기가 실내로 들어와 실내의 온도를 낮추게 되는 것이다. 다시 기체가 된 냉매는 압축기로 돌아가 순환을 반복하게 된다.

이 프로젝트에서 제안하는 Bipolar A/C의 경우 가격을 낮추고 유지보수를 편하게 하며, 제품의 사이즈를 줄이기 위하여 현재 에어컨이 사용하고 있는 방식을 사용하지 않는다. Bipolar A/C는 냉매의 액화와 기화를 이용하여 온도를 낮추는 것이 아닌 펠티어 소자를 이용하여 냉각을 시킨다. 그 결과 냉매를 압축시키고 응축시킬 필요가 없어져서 전체 파트의 개수가 줄게 된다. 이는 가격, 유지보수, 설치 그리고 사이즈 모든 방면에서 이득을 가져온다.

Bipolar A/C는 파트 세 개로 구성이 되는데, 각각 냉각기, 히트싱크, 냉매 펌프이다. 냉각기는 펠티어 소자와 냉각 팬으로 구성이 되어 펠티어 소자에서 냉각된 공기를 실내로 빼내는 역할을 한다. 히트싱크는 펠티어 소자의 한 쪽이 냉각 되면 다른 쪽은 가열되므로 가열된 펠티어 소자에서 열을 빼내어 지속적인 냉방이 가능하게 만들어준다. 마지막으로 냉매 펌프는 히트싱크 내부에 냉매를 순환시켜 히트싱크에서 남는 열을 외부로 보내 제거하는 역할을 맡는다. 각 파트는 5개 이하의 소량의 부품으로만 구성 되어 제작에 필요한 비용을 줄이고 유지보수의 용이성을 확보하였다. 또한 거대한 응축기가 필요 없어 실외에 에어컨 실외기를 설치하지 않아도 되기에 설치의 용의성과 기계의 소형화를 추구하였다.

환경적인 측면에서도 Bipolar A/C는 강점을 가지고 있다. 현재 에어컨은 R-22같은 냉매를 사용하고 있다. R-22는 클로로디플루오로메테인(Chlorodifluoromethane)이 주성분이다. 클로로디플루오로메테인은 오존파괴지수(Ozone Depletion Potential)가 0.055로 과거에 쓰던 프레온 가스보다는 낮으나, 현재 오존층 상황에서는 무시할 수 없는 수준이다. 또한 지구온난화를 같은 양의 이산화탄소에 비해서 1810배 강력하게 일으키는 것으로 알려져 있는 물질이다. R-22는 대기 중에 노출 시 환경에 악영향을 끼치므로 취급이 곤란해 에어컨의 유지보수를 어렵게 하는 요인 가운데 하나이다. 그래서 Bipolar A/C의 경우 냉매로 R-22 대신 물을 사용한다. 물은 유출시 환경에 끼치는 악영향이 없으며, 사람에게도 무해하다. 만약 냉매가 유출되어 기계 내부에 냉매가 부족하면 단순히 물을 보충하면 되기에 유지보수를 더 쉽게 할 수 있으며, 지구온난화와 오존층 파괴 같이 환경을 파괴하는 행위를 일으키지도 않는다.

4. 사용 대상

Bipolar A/C의 사용 대상을 정하기 위해서는 프로젝트 동기를 다시 볼 필요가 있다. 동기에서 에어컨은 단순히 열사병을 예방하는 차원이 아닌 현대 문명이 고온 다습한 지역에서 발전하기 위한 필수적인 요소이자, 삶의 질을 일정 이상으로 유지시키는데 대체할 수 없는 물건이라고 하였다. 즉, 열사병이 올 조건을 만족하지 않는 지역이라도 고온 다습한 환경이면 전부 에어컨이 필요하다는 것이다.

다음으로 고온 다습한 많은 지역 가운데 이 프로젝트에서 제안하는 에어컨인 Bipolar A/C가 유용할 조건을 고려해 봐야 한다. Bipolar A/C의 장점은 가격 절감과 설치와 유지보수의 용이

성 그리고 소형화를 달성할 수 있다는 것이다. 반대로 Bipolar A/C의 단점은 액체상의 냉매가 기화 되면서 실내의 열을 흡수하고, 열을 흡수하여 기체가 된 냉매가 응축되면서 열을 외부로 방출하는 기존의 에어컨에 비해 펠티어 소자의 효율이 떨어진다는 것이다. 장점과 단점을 통해 보면, Bipolar A/C는 기존의 에어컨 보다 효율이 낮은 대신 설치가 쉽고 크기가 작으므로 Bipolar A/C는 넓은 공간에서 사용하기 보다는 좁은 공간에 쉽게 장치하여 사용하는 것이 이득일 것이다. 또한 가격이 저렴하고 유지보수가 편하다는 점은 저렴하게 구매하여 고쳐 쓰다가 고칠 수 없는 수준이 되면 버리고 새로 사기 쉬울 것이라는 결론이 나온다. 위의 두 가지 내용을 통해 내릴 수 있는 Bipolar A/C가 유용할 조건은 인구 밀집도와 주거지 밀집도가 높아 주거지의 넓이가 좁은 지역과 일반적인 에어컨을 구매하고 설치할 조건이 안 될 상황이다. 간단히 말해 고온 다습한 좁은 공간에서 저렴하게 사용가능한 에어컨이라는 점에서 소비자들에게 어필할 수 있다.

사용할 수 있는 지역과 유용할 조건을 통해 내릴 수 있는 결론은 고온 다습한 고밀도 도시 중 일반적인 에어컨을 구매할 경제적 여건이 안 되는 지역에서 Bipolar A/C가 유의미한 가치를 지닌다는 것이다. 이런 지역의 구체적인 예시로는 위에서 언급하였듯 이 프로젝트의 동기가 된 지역인 인도의 Bihar가 있다. 물론 Bihar 말고도 적도 근처 개발도상국의 고밀도 도시에서는 유용성이 있을 것이라고 본다.

5. 결과물에 대한 기대효과 및 활용방안

가. 기술적 측면

Bipolar A/C는 펠티어 소자를 이용한 간단한 냉각기를 실증함과 동시에 적정기술로서의 유용성도 보여준다. 또한 단순히 공기를 냉각 시켜 에어컨으로 사용하는 것만이 아니라 단열된 상자에 연결하여 냉장고로도 쓸 수 있는 등 응용 가능성이 넓다. 구조와 설계의 단순함은 개발도상국의 주민들이 쉽게 제작하여 실생활에 사용가능하게 하며, 넓은 응용 가능성은 창의적인 활용방안을 도출하여 예상치 못한 곳에 도움을 줄 수 있을 것이다.

나. 경제 산업적 측면

싱가포르의 초대 총리 리관유가 말했듯 에어컨은 열기와 습도를 피해 열대지역에서 개발이 가능하게 만든 현대 문명의 위대한 발명품 가운데 하나이다. 에어컨 덕분에 사람들이 열기와 습도를 피해 실내에서 일을 할 수 있게 되면서 열대지방의 더운 도시국가인 싱가포르가 현대에 들어 무역과 상업, 그리고 관광의 중심지가 될 수 있었다. 왜냐하면 에어컨이 만든 차갑고 건조한 공기는 사람들에게 활력을 불어넣어주며 생산성을 향상시키고 더위로 인해 생기는 질병들을 막아주기 때문이다. 결국 값싼 에어컨의 보급은 개개인의 삶의 질 향상뿐만 아니라 사회 전체의 문명적 진보를 위해 필요하다. 제2, 제3의 싱가포르가 열대 지방의 다른 지역과 국가에서 나타나 사회 경제적 풍요를 누리기 위해서는 Bipolar A/C와 같은 값싼 적정기술을 이용한 에어컨의 제작이 필수이다.

다. 활용 방안

Bipolar A/C는 우선 공기를 냉각하는 기계이다. 방 안의 공기를 냉각해서 시원하고 건조한 공기를 얻을 수 있다. 여기서 이제 Bipolar A/C의 펠티어 소자를 냉각하면서 생긴 뜨거운 물의 활용 방안을 논의해 보려 한다. 우선 방의 냉각 효율을 최대화 시키려면 뜨거워진 냉각수를 실외로 버려버리는 것이 제일 효율적이다. 그러나 이 경우 지속적인 냉각수 보충이 필요하다는 문제가 생긴다. 이 문제는 간단한 문제가 아니다. 다른 용도로 사용할 수 있었던 물이 Bipolar A/C를 위한 냉각수로 소모 되어 낭비 되는 것이다. 그러므로 발생한 뜨거운 물을 단순히 버리는 것이 아니라 다른 용도로 전환 되어 사용해야 한다. 첫 번째 활용 방안은 식수로써의 사용이다. 고온 다습한 조건에서 상온에 방치된 물은 식중독의 위험이 있어 끓여서 마셔야 한다. 물을 끓이는데 추가적인 에너지를 사용하는 대신 Bipolar A/C를 가동하면서 소모된 에너지를 이용하면 좀 더 효율적으로 에너지와 물을 소비 할 수 있을 것이다. 두 번째 활용 방안은 육류, 어류 그리고 유제품의 살균이다. 육류, 어류 그리고 유제품의 신선도를 지키기 위해서 최고의 방법은 당연하게도 냉장고에 넣는 것이다. 이러한 여건이 안 될 경우 조리를 잘 해서 먹는 것이 중요하다. 여기서 Bipolar A/C를 가동하면서 생긴 고온의 물을 이용하여 육류, 어류 그리고 유제품을 저온 살균할 것을 제안한다. Bipolar A/C의 가동시간동안 물의 온도는 계속 고온으로 유지 되므로 상하기 쉬운 음식들을 저온 살균해서 식중독의 위험으로부터 벗어나는데 도움을 줄 수 있다.