

# 금속섬유 직조 기반 고효율 면상발열체

전기변환소재구센터 | 이동운

○ 본 기술은 0.05mm 직경의 미세한 금속섬유를 직조하여 천의 형태로 제작한 발열체 전극과 여기에 부착된 세라믹과 폴리머 절연층 및 효율적인 구동을 위한 전원제어장치로 구성된 유연면상발열체를 제작하는 기술임. 본 발열체는 유연성과 내구성이 뛰어나며, 사용온도면에서 기존의 면상발열체가 200℃ 정도가 한계인 것을 넘어 400℃까지 사용이 가능하며, 방한용 의류, 각종 산업용 장치 및 배관, 해양플랜트, 자동차, 의학용 기기, 레저 스포츠 등의 다양한 용도로 활용이 가능함.

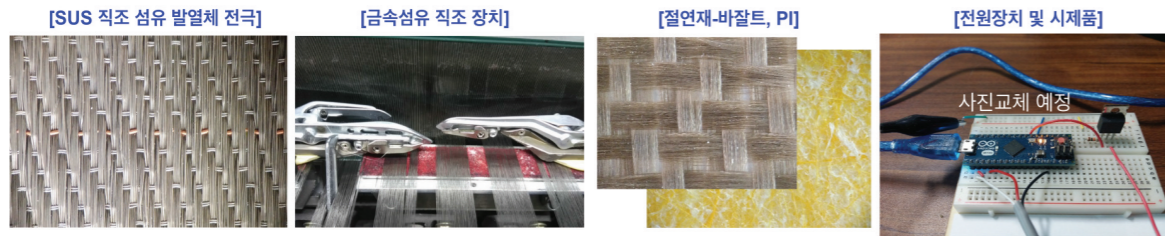
## 기술개념 및 구성

### 기술개념

▶ 금속섬유 유연 발열체는 50μ m 직경의 스테인레스강 섬유를 직조하여 천상으로 제조된 것으로서, 스테인레스강 특유의 강도와 고내구성을 지니면서도, 균일한 전계분포에 의해 발열온도가 균일하고, 내식성과 내산화성이 매우 강하여, 400℃까지 사용이 가능.

### 기술의 구성도

▶ 스테인레스강선을 직조하여 만든 섬유 발열체 전극, 전기절연 및 단열을 위한 세라믹 섬유천 또는 폴리머필름, 전원조절장치 및 블루투스 무선선으로 구성됨.



## 1. 기술 개요

### 기술개발의 필요성

- ▶ 유연 웨어러블 면상발열체의 개발은 ICT, IoT 등의 4차산업과 연계하여 그 중요성이 점차 증대하고 있고, 최신 첨단 제조장비는 400℃까지 사용이 가능한 발열체를 필요로 하나, 시장의 요구를 만족시키는 제품이 나오지 않고 있음.
- ▶ 현재 일부 상용화가 진행되고 있는 유연 면상발열체는 니크롬선을 유리 섬유와 폴리머로 감싸서 만드는 발열선재, 탄소섬유 혹은 탄소섬유/일반 섬유 혼합 직조물, 은나노선을 유연필름 위에 올려 제작된 패드형 발열체 및 탄소를 폴리머필름 위에 코팅한 필름형 등이 있음. 그러나 이들 모두 약점들이 있어, 200℃ 이상의 온도에는 사용에 힘들고, 광범위한 용도로는 사용이 어려움.
- ▶ 미세한 굵기의 고내식성 금속섬유를 직조하여 천형태로 발열체를 제작하면, 고효율의 넓은 면적에서 균일한 온도분포를 지닌 면상발열체의 제작이 가능하고, 사용한 금속발열체의 종류에 따라 400℃ 이상의 온도에서도 우수한 특성을 지닌 발열체의 제작이 가능.

## 2. 기술 내용

### 기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
  - 50μ m의 가는 스테인레스강 섬유로 광폭의 양산형 직조를 통해 제조한 금속섬유발열체를 이용하여 기존의 유연면상발열체의 한계인 200℃를 넘어서 400℃까지의 고온에서 사용이 가능한 유연면상발열체
  - 금속섬유/세라믹섬유, 금속섬유/내열폴리머섬유의 복합섬유를 이용.

- 뛰어난 유연성, 높은 기계적 내구성 및 안정성, 얇은 섬유에 의해 구현되는 높은 발열효율, 염수에도 견디는 내식성을 지님.
- 산업용 장치 및 배관, 자동차 난방, 군용, 레저 스포츠용, 히팅 재킷, 의료용 등 다양한 용도로 활용 가능.
- ▶ 기술의 상세 규격
  - 50μ m의 가는 스테인레스강 섬유를 이용한 150cm급 대면적 직조
  - 400℃까지의 고온에서 사용이 가능한 산업용 유연면상발열체
  - 세탁이 가능한 섬유용 면상발열체
  - 천의 특성을 이용하여 다양한 형상 및 크기로 제작 가능

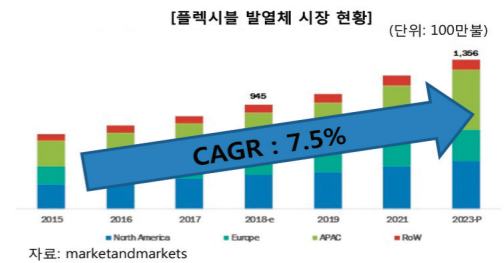
### 경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
  - 산업용 유연면상발열체

구분	기술명	은나노 코팅 면상발열체
	국내	기술 내용
기술명		나노탄소코팅 박막형 발열체
국내외	기술 내용	탄소나노튜브를 폴리이미드 필름 위에 코팅하여 제작한 면상 발열체로, 200℃까지 사용이 가능
	기술명	Cu사와 폴리머사의 복합직조 발열섬유
국내외	기술 내용	50℃까지 사용이 가능한 의료용 직조발열체로 금속섬유만으로는 직조가 불가능하여 Cu사와 일반사를 섞어서 직조.

### ▶ 경쟁 기술 대비 우수성

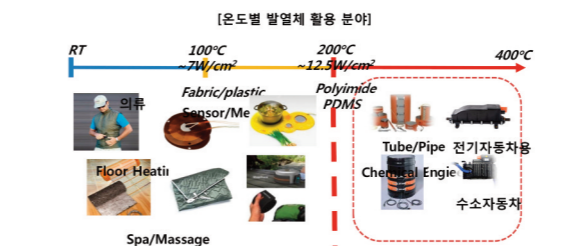
경쟁기술	본 기술의 우수성
박막코팅형 면상발열체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산화 및 내식성이 우수하면서도 강도가 높은 스테인레스강 섬유를 직조하여 제작함으로써, 기존의 면상발열체의 한계를 넘어 400℃까지 사용이 가능함.</li> <li>• 직조 기술의 차원에서 일반폴리머사를 혼합하지 않고 순수한 금속만으로 저가의 양산형 직조가 가능한 기술로써, 경쟁 기술들에 비해 탁월한 가격경쟁력을 지니고 있음.</li> </ul>



## 3. 기술의 시장성

### 기술 응용분야 및 제품

- 200℃ 산업용 범용 유연면상발열체
- 400℃ 산업용 및 플랜트용 유연면상발열체
- 50℃ 의료용 면상 발열체
- 블루투스를 이용한 스마트폰 또는 모바일 기기 제어 가능

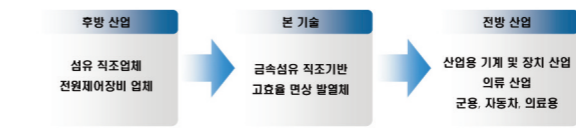


### 시장이슈

- 발열체는 현재 60조 이상의 시장을 지니고있고, 다양한 분야에서 사용되고 있고, 최근 유연면상발열체의 시장이 급속히 증가하나 있으나 그 수요를 충족하는 우수한 면상발열체가 개발되지 못하고 있는 상황임.
- 특히 산업용 발열체에서 복잡한 장치의 형상에 대응하는 200℃ 이상에서 사용이 가능한 면상발열체는 현재 상품으로 나와있는 것이 전무함.
- 의료용 면상발열체로는 세탁이 가능한 발열체가 아직 시장에 출시되지 못하고 있음.
- 이에 국가 및 민간에서 고기능 면상발열체, 나노 탄소 면상발열체 등 발열체 분야에 대한 개발 투자가 이루어지고 있음

### Supply chain

- 본 기술은 금속섬유 양산 직조기술과 발열체 설계기술, 전원기술이 결합한 기술로, 직조기술을 보유한 섬유제작사와 저저항 발열체를 원격제어하는 전원제어장치 제조사가 핵심 밸류체인이며, 산업용 발열장치 및 시스템을 제작하는 제작사와 의료업체에게 우선 공급됨.



### 수요전망

- 유연 발열체 시장은 2018년 9억 4500만 달러에서 23년까지 성장률 7.5%로 13억 5600만 달러 시장으로 확대될 것으로 전망됨
- 반도체 산업을 포함한 첨단 산업분야에서 복잡한 장비의 고온 제어가 매우 중요하게 대두되고 있고, 해양플랜트나 전기자동차 등에서 큰 수요가 발생할 것으로 전망됨.

## 4. 주요 연구성과

### 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	직조 유연 면상 발열체	한국	2014-018678	2014
출원	절연막을 포함하는 직조 유연 면상 발열체	한국	10-2017-0106734	2017
출원	금속섬유 면상 발열체	한국	10-2019-0084183	2019

### 기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 400℃급 산업용 유연면상발열체
  - 400℃까지 사용이 가능한 범용 및 주문형 발열체
  - 수요에 대응하는 다양한 크기 및 형상의 발열체 제품
  - AC-DC, DC-DC변환을 이용한 다양한 전원제어에 따른 제어장치
  - 블루투스 원격제어 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
  - 2019년 11월 : 400℃급 산업용 면상발열체, 50℃급 의료용 세탁가능 면상발열체

## 5. 기대 효과

### 기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
  - 산업장치의 발달에 따라 제조장치 및 플랜트에서는 증온용의 면상발열체의 수요가 급증하고 있으나, 이에 대응하는 적절한 발열체가 거의 전무한 실정에 있어, 잠재 시장의 규모가 매우 큼. 지금까지 산업체에서는 대부분 니크롬선이나 니켈 등의 발열체를 기기나 장치 배관에 직접 감아서 사용함으로써, 온도제어도 불량하면서도 내구성이 크게 나빠 수시로 장비를 보수해야 했음. 본 발열체는 이러한 시장에 우수한 대안을 제시하여 큰 시장형성을 기대할 수 있음.
  - 의류, 스포츠, 군용 등에서는 세탁이 가능하고 안정성이 우수한 면상발열체가 요구되는데 이에 대응하는 유일한 발열체이므로 이 분야에서 독자적인 시장 형성 가능

### 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
  - 금속섬유 직조 기술의 양산화에 세계최초로 성공함으로써, 저가의 고온용 발열섬유 기술을 개발함.
  - 기존의 면상발열체가 지닌 약점들을 거의 극복함으로써, 면상발열체의 다양한 신규적용 분야 개척이 가능함.
  - 금속섬유 뿐 아니라 세라믹, 폴리머와의 다양한 복합섬유 기술이 가능하여 발열체를 넘어 전자섬유분야에서 적용범위 확대.

[R&R : 4-2-2]