경험기술서

저의 연구 과정을 간략하게 소개하자면, 생체 내부에 삽입하여 무선으로 작동이 가능한 유연한 소자의 약물 전달 시스템 또는 센서를 개발하였습니다.

기존의 방법으로 약물을 전달하기 위해서는 딱딱한 금속튜브를 사용해야만 하고, 이는 자유롭게 움직이는 동물에 적용하기 어렵습니다. 따라서 유연하고 스트레칭이 가능한 소자의 제작을 목표로 가졌습니다. 소자는 무선 안테나로부터 전류를 받아 마이크로 히터가 작동하게 되고, 발생한 열에너지로 인해 저장소 내부의 약물이 미세 유체채널을 통해 이동하게 됩니다.

저는 소자 제작 과정에서 미세 유체채널과 마이크로 히터 제작을 담당하였습니다.

직경 100μm 미만의 공간으로 유체를 정밀하게 제어가 가능한 생체친화적 미세 유체채널을 제작하였습니다. 포토 공정을 기반으로 PDMS 채널을 제작했습니다. CAD를 통해 채널을 설계하였습니다. 생체 적합성이 뛰어난 PR인 SU-8을 사용해 동물이나 신체에 적용이 가능합니다. 채널 두께에 따라서 포토 공정의 전반적인 레시피를 튜닝했습니다. 제작한 최종적으로 UV-C LED를 부착하여 살균 효과를 얻을 수 있습니다.

유연하고 무선으로 작동되는 마이크로 히터를 제작하였습니다. 무선 안테나와 연결된 히터는 NFC 기반의 무선 통신 전류를 통해 작동되어 스마트폰의 기능을 통해서도 구동할 수 있는 장점이 있습니다. 고효율의 마이크로 히터를 제작하기 위해 비저항이 높은 소재인 Pt를 유연하고 PI 기판에 PVD를 한 뒤 Laser ablation 하였습니다. 또한 위해 CAD를 통해 최적의 히터 회로를 설계하였습니다. 이렇게 제작한 히터는 PDMS로 패키징한 뒤, 패럴린CVD코팅을 하여 신체 적합성을 가지게 하였습니다. 이렇게 만들어진 마이크로 히터는 동물의 신체에 넣어 무선으로 작동해 유체채널을 작동시키는 역할 또는 가스 센서, 액추에이터 등 다양한 활용이 가능합니다.

제작한 마이크로 히터에 대해 2023 한국전기전자재료학회 하계 학술대회 포스터 발표를 하여 최우수 발표 논문으로 선정되었습니다.

논문

마이크로 히터(Micro heater)는 미세전자부품과 가스센서, 습도센서와 같은 마이크로 센서의 핵심 구성요소이다. 자동차와 가전 등 생활 속에서 사물인터넷(IoT) 채용이 증가하고 있고 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 및 센서는 그들의 주요 부품이 되었다. 이러한 MEMS의 발전은 저전력, 고효율의 마이크로 히터를 필요로 한다. 마이크로 히터의 특성은 히터 디자인, 인가전압/전류, 히터물질의 종류, 양 등에 영향을 받는다. 인가전압/전류는 사용기기에 따라 달라져 제어가 힘들며, Pt(Platinum)은 전기저항이 높아 대부분의 마이크로 히터에서 사용 중이다. 그러나 재료에 반해 저전력, 고효율의 마이크로 히터의 디자인은 최적화 되어있지 않다. 그 중 우리는 히터의 성능향상을 위해 히터의 구조/디자인을 조절한다. 우선 단순한 일직선 형태의 단일저항의 폭을 600μm부터 10μm 단위로 조절하고 금속선의 길이를 조절하였다. 최적의 비율을 찾은 이후, 대중적으로 사용되고 있는 다 직선 평행 직렬 나선구조인 미앤더(meander)형태로 디자인하였다. 이 디자인에서 히터의 밀도와 반복되는 나선구조의 수를 조절하며 최적구조를 찾았다. 이렇게 최적화된 구조/디자인은 마이크로 히터를 필요로 하는 센서나 MEMS에 활용도가 높으며 마이크로 히터를 연구함에 있어 최적화된 회로 패턴은 더욱 빠르고 효율적인 실험을 진행할 수 있다. 마이크로 히터는 Pi(Polyimide)에 접착력을 위해 Ti(Titanium)10nm를 배양층으로 증착 시킨 뒤 Pt를 100nm증착시켰다. 제작된 Pt필름을 유연한 substrate인 PDMS(Polydimethylsiloxane)에 부착한 후 LASER ablation을 활용하여 Patterning하였다. 이로써 유연하고 최적화된 디자인의 마이크로 히터를 제작하였다. 안테나는 Al(Aluminum)을 기반으로 제작되었으며 PDMS(Polydimethylsiloxane)로 도포하여 물리적/화학적 열화를 줄일 수 있으며 히터와 마찬가지로 자유로운 변형이 가능하다. 또한 안테나는 마이크로 히터와 빠르고 자유로운 연결을 위해 악어 클립을 부착하였고 제작한 안테나는 NFC(Near Field Communication)로 무선 구동되었고 특정 온도까지 도달할 수 있었다. 설계한 마이크로 히터는 기존의 포토 마스크를 이용하는 제작공정에 비해 빠르고 단순하며 비용적 측면에서 경쟁력이 있다. 무선 안테나를 활용해 작동되는 시스템은 미래 스마트폰의 NFC등 어디서든 간단히 작동할 수 있으며 스마트 무선 센서나 바이오 메디컬 소자 등에도 사용이 가능할 것으로 기대된다. 또한 유연한 안테나와 마이크로 히터는 동적인 환경에서 사용이 가능하며 구조가 복잡한 MEMS나 곡률이 있는 무선 전자 장치에 다양하게 적용 가능할 것으로 기대한다.

지원하신 직무 분야의 전문성을 키우기 위해 꾸준히 노력한 경험에 대해 서술해주세요. \* 600

작은 변화에도 큰 개선이 필요해

마이크로 단위의 미세 유체 채널을 제작한 경험이 있습니다. 포토 공정을 활용해 채널을 제작했는데, 선폭이 얇아질수록 Defect가 발생하고 패턴 구현에 실패하는 이슈가 생겼습니다. 논문을 조사하고 교수님께 조언받은 결과, 패턴을 구현할 때 해상도를 높이기 위해 분해능을 높일수록 초점심도가 좁아져 패턴의 선명도가 떨어지고, 반대로 초점심도가 넓어질수록 분해능이 감소한다는 것을 알았습니다.

trade-off를 관리하기 위해, 노광광원 및 감광제의 특성 조정 등 여러 방안을 시도했습니다. 렌즈와 웨이퍼 사이의 거리를 조절하여 해상도를 최적화하고, soft bake 온도 및 시간, develop time의 변수를 조정하여 최적의 패턴 형성을 위한 레시피를 개발했습니다. 결국 선폭 200μm, 150μm, 100μm의 채널에서 유체가 정상적으로 흐르는 성공적인 결과를 얻을 수 있었습니다.

이 경험을 통해 반도체 품질은 작은 공정의 차이에도 큰 변화가 생김을 알았습니다. 저의 연구 경험을 토대로 SK하이닉스의 양산기술 직무에서도 공정 설계와 문제 해결 과정에서 세부적인 공정을 이해하고 조절 능력을 발휘할 수 있다고 확신합니다.

팀워크를 발휘해 사람들을 연결하고 공동 목표 달성에 기여한 경험에 대해 서술해주세요. \*600

[분리된 의견을 조율해 하나의 목표로 이끌다]

대학 시절, 3D 프린터 동아리 부회장으로서 창업 프로젝트를 기획했습니다. 주제는 ‘10만 원 이하 교육용 3D 프린터 개발’이었지만, 예쁜 출력물 제작에 관심이 있는 동아리원은 프린터 개발에는 관심이 적어 소극적이었습니다. 모든 동아리원의 적극적인 참여를 위해 프로젝트 팀을 프린터 제작팀과 출력물 제작 매뉴얼 제작팀으로 나누고 각자 원하는 목표를 가진 팀에 넣어 역할을 배분했습니다. 매뉴얼 제작팀의 대표로서 자료를 수집하고 동아리원들과 함께 출력 가이드북을 작성하며 샘플 출력물을 제작해 팀원들의 요구를 충족시켰습니다. 정기적인 회의를 통해 프린터 제작팀과 협업하며 이견을 조율한 결과, 시제품을 완성하고 창업 프로그램 발표회에서 ‘우수 프로젝트’로 선정되었습니다. 이 경험을 통해 팀 내 소통과 협력의 중요성을 배웠습니다. SK하이닉스의 양산기술 엔지니어로서 어려운 문제를 수행할 때, 다양한 의견을 통합하고 협력하는 소통 능력으로 프로젝트의 성공을 위해 노력하겠습니다.

도전적인 목표를 세우고 성취하기 위해 끈질기게 노력한 경험에 대해 서술해 주세요. \*600

[반도체는 함께하는 것] 학부 연구생으로서 가스 센서에 적용되는 Tin Oxide nanowire를 성장시키는 연구를 보조했습니다. 어느 날, 연구를 담당하던 선배께서 자리를 비우게 되어 스스로 실험을 진행하게 되었습니다. 보조를 하며 배운 내용을 바탕으로 공정을 진행했지만, 선배님이 얻었던 결과와 다른 결과가 나타났습니다. 저는 기본 파라미터로 장비를 다시 설정하고, 미숙했던 CVD 장비의 레시피 설정과 변수 조절을 다른 선배에게 배웠습니다. 이후, 여러 시도 끝에 성공적으로 연구를 마쳤습니다. 이 경험을 통해 어려운 상황에 부딫혔을 때 주변의 도움을 받는 것이 문제 해결에 얼마나 중요한지를 깨달았습니다. 또한 모르는 내용을 배우고 해결해가며 기술적 역량과 문제 해결 능력이 크게 향상되었음을 느꼈습니다. 저는 SK하이닉스 양산기술개발 직무에서도 어려운 점이 있을 경우 사수님 또는 팀원들과의 협업을 통해 문제를 해결하고 팀에서 추구하는 방향으로 기술 개발에 기여할 것입니다.

지원자님은 어떤 사람인가요? 지원자님을 가장 잘 나타낼 수 있는 해시태그(#)를 포함하여, 남들과는 다른 특별한 가치관, 개성, 강점 등을 자유롭게 표현해주세요. (본 문항은 선택 문항입니다.)600

# 획기적인 아이디어   
  
최적의 효율을 내는 마이크로 히터 디자인을 설계하는 연구를 진행했습니다. 기존에는 포토리소그래피 공정을 사용해 마이크로 히터를 제작했지만, 여러 디자인을 시도하려면 많은 포토마스크가 필요했고 이는 비용과 시간이 비효율적이었습니다. 이를 해결하기 위해 저는 Laser ablation 장비를 활용한 새로운 방법을 도입했습니다. 기존의 포토마스크 기반 공정을 CAD를 통한 레이저 패터닝으로 대체함으로써, 비용을 줄이고 시간을 단축할 수 있었습니다.  
저는 창의적인 해결책을 통해 공정의 한계를 극복하고 효율적인 생산 방법을 도입할 수 있음을 배웠습니다. SK하이닉스의 양산기술직무에서도, 기술적인 문제를 해결할 때 기존의 방법에 얽매이지 않고 혁신적인 접근 방식을 제시하며 더 나은 성과를 낼 수 있을 것이라 자신합니다.