

한국정밀공학회

KSPE 2023 Autumn Conference

2023 추계학술대회

2023. 11/15 WED - 17 FRI | **솔비치 삼척** (강원도 삼척시)



**K-Precision
Smart & Green**

주최 KSP E 대한 한국정밀공학회
Korean Society for Precision Engineering

후원 GWT O
강원관광재단

- 23SPP08-040 고효율 가역 건식접착소재 개발을 위한 형상기억고분자의 프로그래밍 온도 제어 기술
박한준(경북대학교), 곽문규(경북대학교)
- 23SPP08-041 마이크로/나노 구조 코팅의 마찰 및 마모 특성에 관한 연구
이성준(조선대학교), 김창래(조선대학교), 권혜민(조선대학교), 김태억(조선대학교)
- 23SPP08-042 롤투를 그라비아 프린팅 방식의 금속산화물 기반 트랜지스터 생산을 위한 저온 EDUV 어닐링 공정조건 연구
신재학(건국대학교), 이동진(건국대학교), 이호림(건국대학교), 진신양(건국대학교)
- 23SPP08-043 유연 소자의 기계적 신뢰성을 위한 알루미늄 박막의 기계적 물성 측정
최원(KAIST), 김택수(KAIST), 백수연(KAIST), 오승진(KAIST), 최경철(KAIST)
- 23SPP08-044 FPSC 효율 향상을 위한 형상기억고분자 활용 나방눈 모사 마이크로/나노 복합구조 무반사 필름 제작
이가인(경북대학교), 곽문규(경북대학교)
- 23SPP08-045 미세플라스틱 표면 흡착성 독성물질 검출을 위한 표면탄성파 기반 표면증강 라만분광 시스템 개발
안형민(한국생산기술연구원), 김광복(한국생산기술연구원), 이창기(한국생산기술연구원)
- 23SPP08-046 EUV 마스크 검사 장비의 회전 오정렬 보상을 위한 θz 스테이지 설계
문제욱(한국생산기술연구원), 이학준(한국생산기술연구원)
- 23SPP08-047 간단한 폴리머 패키징을 활용한 전도성 하이드로겔 스트레인 센서
최종안(서울과학기술대학교), 표순재(서울과학기술대학교), 정진구(서울과학기술대학교), 강민규(서울과학기술대학교)
- 23SPP08-048 3D 프린팅으로 제작된 마이크로 구조를 활용한 다공성 압력센서 성능 향상 연구
강민규(서울과학기술대학교), 표순재(서울과학기술대학교), 최종안(서울과학기술대학교), 정진구(서울과학기술대학교)
- 23SPP08-049 전기분무 방법을 통한 실리콘-스테아르산이 코팅된 오일/수분 분리를 위한 초소수성 폴리스티렌 섬유질 막 제조
고성원(전북대학교), 김철생(전북대학교), 양홍석(전북대학교), 안동현(전북대학교), 박찬희(전북대학교)
- 23SPP08-050 MEMS 기반 혈관 압력 센서와 통합된 3D 프린팅 하이브리드 폴리머 스텐트
웨이진량(전남대학교), 이동원(전남대학교), 김동수(전남대학교), Nomin-Erdene Oyunbaatar(전남대학교)
- 23SPP08-051 심근세포의 전기 및 기계생리학적 분석을 위한 기능성 캔틸레버 기반의 약물 독성 스크리닝 플랫폼
무재(전남대학교), 이동원(전남대학교), Nomin-Erdene Oyunbaatar(전남대학교), 김동수(전남대학교)
- 23SPP08-052 신체부착형 박막 웨어러블 압력 센서 제조
이종수(순천대학교), 김현리(순천대학교), 시바란지니 모하난(순천대학교)
- 23SPP08-053 롤투를 인쇄 시스템 닥터 블레이딩 공정에서의 잉크 전이 거동에 대한 실험적 분석
이종수(순천대학교), 시바란지니 모하난(순천대학교), 김현리(순천대학교), 나계쉬판데이(순천대학교)
- 23SPP08-054 열경화성 고분자 나노섬유 개발을 위한 전기방사 공정 최적화
최은애(전북대학교), 김학용(전북대학교), 이정호(전북대학교), 오진(전북대학교), 이현지(전북대학교), 유건이(전북대학교), 이도희(전북대학교), 김준희(전북대학교)
- 23SPP08-055 열경화성 에폭시 나노섬유 직경 제어를 위한 전기방사 공정 인자 최적화
오진(전북대학교), 김학용(전북대학교), 이정호(전북대학교), 최은애(전북대학교), 이현지(전북대학교), 유건이(전북대학교), 김준희(전북대학교), 이도희(전북대학교)
- 23SPP08-056 전해 도금과 용액 공정을 통한 초소수성 필터 제작 기술 개발
강승민(충북대학교), 김건휘(충북대학교), 이동규(충북대학교), 김나경(충북대학교), 홍승미(충북대학교), 오동천(충북대학교)
- 23SPP08-057 ZnO 구조색 생성을 위한 저온 용액 공정 개발
이지홍(충북대학교), 김건휘(충북대학교), 음현일(충북대학교), 최문정(충북대학교), 김태균(충북대학교)
- 23SPP08-058 심근 조직 수축력 모니터링을 위한 크랙 기반 굽힘 센서 최적화
김정민(충남대학교), 조성진(충남대학교), 박찬(충남대학교), 이병준(충남대학교), 이하란(충남대학교), 박철정(충남대학교), 송치원(충남대학교), 강정범(충남대학교), 윤종원(충남대학교)

바이오헬스

- 23SPP09-001 웨어러블 보행보조로봇의 계단 보행 효율 검증: 예비 연구
장윤희(근로복지공단 재활공학연구소), 강정선(근로복지공단 재활공학연구소), 정보라(근로복지공단 재활공학연구소), 최병준(쥬워로보틱스), 임복만(쥬워로보틱스), 이연백(쥬워로보틱스)

다기능 캔틸레버 어레이를 이용한 전기 기계 평가를 통한 심장 독성 스크리닝

Cardiac Toxicity Screening with Electro-mechanical Assessment Using Multi-functional Cantilever Array

*푸자(전남대학교), 노민(전남대학교), 김종윤(전남대학교), 정윤진(전남대학교), #이동원(전남대학교)

*P. P. Kanade, N.-E. Oyunbaatar, J. Y. Kim, Y.-J. Jeong, #D.-W. Lee

Key words : Cardiomyocytes, Cantilever, Field potential, Contraction force, Strain sensor

In drug development, it is vital to assess potential drug candidates for heart-related side effects in-vitro during the preclinical phase. This is because heart-related drug side effects have led to the removal of several drugs from the market. The prevalent method, the patch clamp technique, used for assessing heart's electrical activity, has its drawbacks that it only gauges electrophysiology and is invasive. Moreover, assessing the heart's ability to contract and relax is vital in drug testing. Consequently, there is a pressing demand for a non-invasive system that can simultaneously analyze both the heart's electrical and contractile features. To address this, we introduce a drug testing platform using a cantilever array. This platform includes eight polymer cantilevers hosting cultured cardiomyocytes. These cantilevers react to the contracting force of the heart tissue, equipped with strain sensors to detect contractility changes, while the microelectrodes on the cantilevers record the cardiomyocytes' electrical potential. We've effectively verified the platform's capability using drugs like blebbistatin, isoproterenol and Bay K-8644, whose toxicities cannot be assessed solely using electrophysiology. In summary, our cantilever array platform can holistically evaluate cardiotoxicity by measuring both electrophysiological and contractile aspects.

후기 This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean Government (MSIT) (No. 2020R1A5A8018367).

*발표자, #교신저자(memms@jnu.ac.kr)

CFRP 드릴링 공정에서의 광섬유 레이저를 활용한 마이크로 디버링

Micro Deburring with Fiber Laser in CFRP Drilling Process

*박형진(한양대학교), 김효정(한양대학교), 이주현(한양대학교), #이성환(한양대학교)

*H. J. Park, H. J. Kim, J. H. Lee, #S. H. Lee

Key words : Micro deburring, Fiber laser, Drilling, CFRP

탄소섬유강화 플라스틱(CFRP)은 높은 인장강도, 피로 저항성, 낮은 열 팽창률, 가벼운 무게 등의 특성으로 인해 자동차 산업, 항공우주, 군사, 건축 구조물 등 다양한 산업에서 사용되고 있습니다. 그러나 CFRP 제조과정에서 발생하는 버는 제품의 품질과 조립 정확도에 부정적인 영향을 미칩니다. 이는 CFRP 가공 공정에서도 크게는 밀리미터에서 작게는 나노미터의 크기로 필수적으로 발생하며, 물질의 특성으로 인해 박리와 함께 생성되기도 합니다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구는 저출력 파이버 레이저를 사용하여 CFRP에서 발생한 마이크로 버를 효과적으로 제거하고, 이로 인한 잠재적인 문제를 예방하기 위한 연구를 수행하였습니다. 연구에서는 두께가 1 mm 인 4 ply 로 구성된 CFRP 시편을 사용하였으며, 마이크로 디버링 공정을 연구하기 위해 마이크로 드릴링을 통해 마이크로 버를 생성하였습니다. 1,064 nm 파장과 70 μ m 스팟 직경의 레이저를 사용하며, 디버링 간 HAZ (Heat Affected Zone)을 최소화하기 위해 마스크를 사용해 레이저가 드릴링 가공 중심부에만 조사될 수 있도록 하였습니다. 주요 공정 매개변수로는 공률, 이송 속도, 반복 수를 선택하여 디버링에 미치는 영향을 확인하였으며, 매개변수를 독립적으로 변화시켜 디버링 성능을 평가하였습니다. 이를 통해 마이크로 버를 효과적으로 제거하는 최적 조건을 도출하였습니다. 따라서 본 연구는 CFRP 제조 과정의 품질 향상과 제품 신뢰성을 높이는 데 중요한 기여를 할 것으로 기대됩니다.

후기 이 연구는 2023 년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(20019223).

*발표자, #교신저자(sunglee@hanyang.ac.kr)

다기능 캔틸레버 어레이를 이용한 전기 기계 평가를 통한 심장 독성 스크리닝 Cardiac toxicity screening with electro-mechanical assessment using multi-functional cantilever array

Pooja P. Kanade¹, Nomin-Erdene Oyunbaatar¹, Jong Yun Kim¹, Yun-Jin Jeong¹ and Dong-Weon Lee^{1,2,3*}

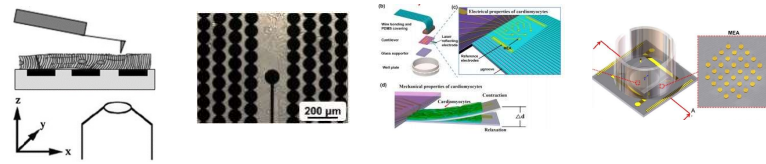
¹School of Mechanical Engineering, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea, ²Center for Next-Generation Sensor Research and Development, Chonnam National University, Gwangju, Korea, ³Advanced Medical Device Research Center for Cardiovascular Disease, Chonnam National University, Gwangju, Korea
*Email: mems@jnu.ac.kr

ABSTRACT

In drug development, it is vital to assess potential drug candidates for heart-related side effects in-vitro during the preclinical phase. This is because heart-related drug side effects have led to the removal of several drugs from the market. The prevalent method, the patch clamp technique, used for assessing heart's electrical activity, has its drawbacks that it only gauges electrophysiology and is invasive. Moreover, assessing the heart's ability to contract and relax is vital in drug testing. Consequently, there is a pressing demand for a non-invasive system that can simultaneously analyze both the heart's electrical and contractile features. To address this, we introduce a drug testing platform using a cantilever array. This platform includes eight polymer cantilevers hosting cultured cardiomyocytes. These cantilevers react to the contracting force of the heart tissue, equipped with strain sensors to detect contractility changes, while the microelectrodes on the cantilevers record the cardiomyocytes' electrical potential. We've effectively verified the platform's capability using drugs like blebbistatin, isoproterenol and Bay K-8644 – whose toxicities cannot be assessed solely using electrophysiology. In summary, our cantilever array platform can holistically evaluate cardiotoxicity by measuring both electrophysiological and contractile aspects.

◆ **Keywords** : Cardiomyocytes, Cantilever, Field potential, Contraction Force, Strain Sensor, Microelectrode Array

INTRODUCTION



Current techniques for simultaneous electrophysiology and contraction force measurement

Motivation and Objective

- Several drugs only show changes in contraction force but not electrophysiology of cardiac cells, and vice versa.
- Objective is to develop a high throughput integrated cardiac sensing drug screening platform for simultaneous measurement of electrophysiological and mechanical properties of cardiomyocytes

CONCEPT OF THE PLATFORM

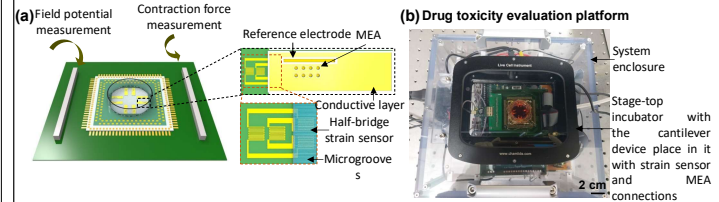


Fig. 1. (a) Schematic of the proposed multi-functional biosensor platform. Total 8 cantilevers with MEA and strain sensors each. Diameter of MEA = 50 μm, pitch = 350 μm. Strain sensor is patterned in the half bridge configuration for the measurement of contractility. (b) Photo of the prepared dual measurement system.

DEVICE FABRICATION

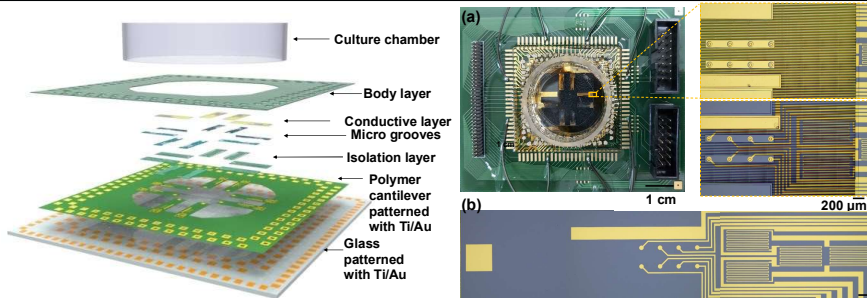


Fig. 2. Layer-wise breakup of the proposed dual-function biosensor. The cantilever-based device is made using SU-8 and bonded to glass using thermal bonding.

Fig. 3. (a) Photo of the fabricated device connected with PCB. Right side shows photo after and before conductive layer pattern. (b) Photo of cantilever before microgrooves pattern.

DEVICE CHARACTERIZATION

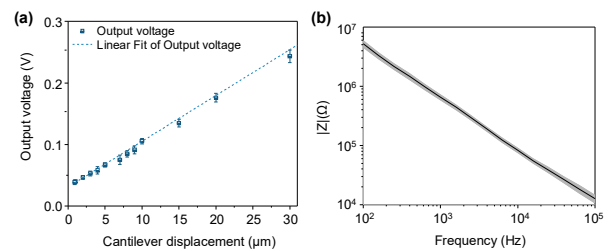


Fig. 4. (a) Characterization of the strain sensor to assess the minimum detectable displacement, (b) Impedance spectroscopy to determine base impedance of MEA.

- The minimum detectable displacement using strain sensor was 900 nm.
- Impedance of MEA at 1 kHz was ~900 kΩ which was in the acceptable range.

RESULTS

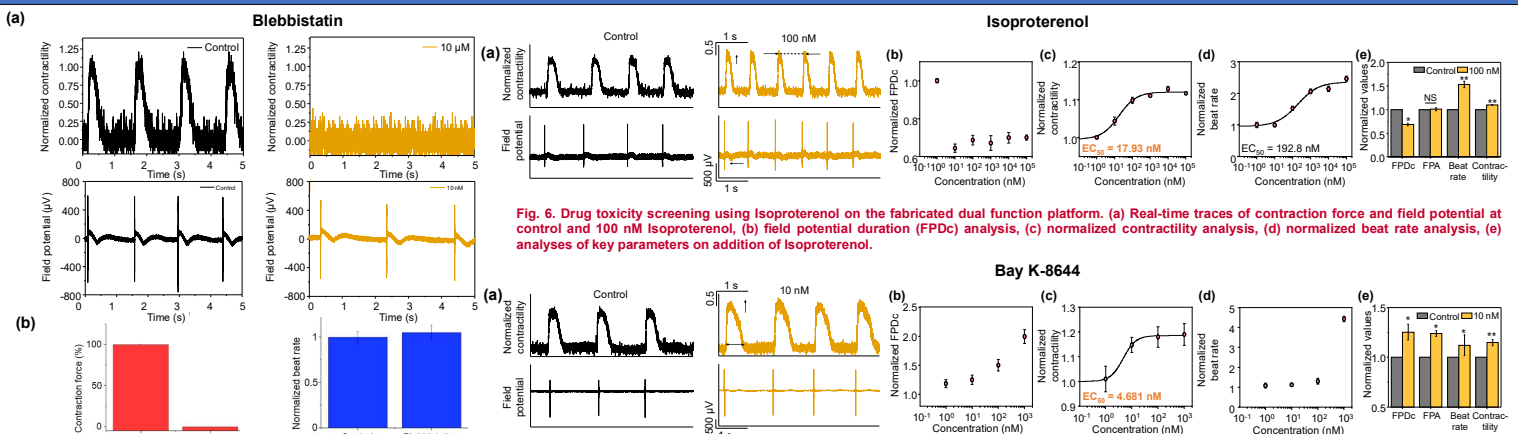


Fig. 5. Drug toxicity screening using Blebbistatin on the fabricated dual function platform. (a) Contraction force and field potential at control and on addition of 10 μM Blebbistatin. (b) Analyses of contraction force and beat rate.

Fig. 6. Drug toxicity screening using Isoproterenol on the fabricated dual function platform. (a) Real-time traces of contraction force and field potential at control and 100 nM Isoproterenol, (b) field potential duration (FPDc) analysis, (c) normalized contractility analysis, (d) normalized beat rate analysis, (e) analyses of key parameters on addition of Isoproterenol.

Fig. 7. Drug toxicity screening using Bay K-8644 on the fabricated dual function platform. (a) Real-time traces of contraction force and field potential at control and 10 nM Bay K-8644, (b) field potential duration (FPDc) analysis, (c) normalized contractility analysis, (d) normalized beat rate analysis, (e) analyses of key parameters on addition of Bay K-8644.

CONCLUSION

This work successfully demonstrated the simultaneous measurements of field potential and contraction force of the cardiac tissue using MEA and strain sensor. The platform could be fabricated using photolithography that can be upscaled for mass manufacturing. The strain sensor was sensitive enough to be able to detect displacement as low as 900 nm. The platform successfully measured field potential and contraction force generated by NRVM and was able to respond to drug toxicity using Blebbistatin, Isoproterenol and Bay K-8644. Our novel platform has the potential to be used in pharmacological applications for the evaluation of drug induced toxicity.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2020R1A5A8018367).

REFERENCE

- [1] B. Cannon, Nature, Vol. 493, pp. S2–S3, 2013.
- [2] N. Hu, et al., Biosens. Bioelectron., Vol. 117, pp. 354–365, 2018.
- [3] T. Hayakawa et al., J. Mol. Cell. Cardiol., Vol. 77, pp. 178–191, 2014.