



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0142946
(43) 공개일자 2021년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01H 1/00 (2006.01) B82Y 25/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H01H 1/0036 (2021.05)
B82Y 25/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0059750
(22) 출원일자 2020년05월19일
심사청구일자 2021년09월14일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
최우영
서울특별시 마포구 신수로 15, 102동 403호(현석동, 강변힐스테이트)
(74) 대리인
정부연

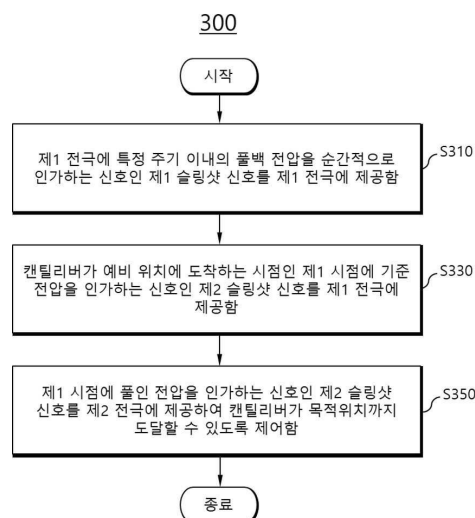
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 이의 구동 방법

(57) 요약

본 발명은 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치에 관한 것으로, 기관에 전기적으로 연결된 캔틸리버, 캔틸리버의 일측면에 이격되어 형성되고 캔틸리버와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제1 슬링샷 신호에 따라 폴백 전압을 순간적으로 인가하여 캔틸리버를 예비 위치까지 폴백하고 제2 슬링샷 신호에 기준 전압을 인가하는 제1 전극, 캔틸리버의 타측면에 이격되어 형성되고 캔틸리버와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제2 슬링샷 신호에 따라 폴인 전압을 인가하여 캔틸리버를 목표 위치까지 폴인하는 제2 전극 및 캔틸리버의 물리적 이동 시점에 특정 시간 동안 제1 슬링샷 신호를 제2 전극에 제공한 다음 제2 슬링샷 신호를 제1 및 제2 전극들에 동시에 제공하는 동적 슬링샷 제어부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711097316
 과제번호 2019M3F3A1A02072089
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 한국연구재단
 연구사업명 혁신성장연계지능형반도체선도기술개발(R&D)
 연구과제명 에어캡 스마트 배선 기술을 이용한 나노 전자 소자 개발
 기 여 율 1/4
 과제수행기관명 서강대학교
 연구기간 2019.06.28 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711083443
 과제번호 2018R1A2A2A05019651
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 한국연구재단
 연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
 연구과제명 초저전력 전자 소자를 이용한 삼차원 이중집적 재구성가능 시스템의 개발
 기 여 율 1/4
 과제수행기관명 서강대학교
 연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711103402
 과제번호 2015M3A7B7046617
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 한국연구재단
 연구사업명 나노·소재기술개발(R&D)
 연구과제명 3차원 적층 소자용 NEMS 기반 공정 플랫폼 개발
 기 여 율 1/4
 과제수행기관명 서강대학교
 연구기간 2020.01.01 ~ 2020.06.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711093078
 과제번호 2018-0-01421-002
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
 연구사업명 정보통신기술인력양성(R&D)
 연구과제명 인공지능 서비스 실현을 위한 지능형 반도체 설계 핵심기술 개발
 기 여 율 1/4
 과제수행기관명 서강대학교산학협력단
 연구기간 2019.03.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관에 전기적으로 연결된 캔틸리버;

상기 캔틸리버의 일측면에 이격되어 형성되고 상기 캔틸리버와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제1 슬링샷 신호에 따라 풀백 전압을 순간적으로 인가하여 상기 캔틸리버를 예비 위치까지 풀백하고 제2 슬링샷 신호에 기준 전압을 인가하는 제1 전극;

상기 캔틸리버의 타측면에 이격되어 형성되고 상기 캔틸리버와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제2 슬링샷 신호에 따라 풀인 전압을 인가하여 상기 캔틸리버를 목표 위치까지 풀인하는 제2 전극; 및

상기 캔틸리버의 물리적 이동 시점에 특정 시간 동안 상기 제1 슬링샷 신호를 상기 제2 전극에 제공한 다음 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제1 및 제2 전극들에 동시에 제공하는 동적 슬링샷 제어부를 포함하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 예비 위치는

상기 목표 위치의 반대 방향으로, 상기 캔틸리버의 초기 위치와 상기 전극들 간의 거리보다 짧은 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 목표 위치는

상기 캔틸리버와 상기 제1 및 제2 전극 간의 도전 경로를 형성하는 위치인 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 풀백 전압은

아래의 [수학식 1]에 의해 연산 되는 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치.

[수학식 1]

$$V_{p,back,dy} = \sqrt{\frac{kt_{gap}|x_{r,dy}|(t_{gap} + x_{r,dy})}{\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

(여기에서, $V_{p,back,dy}$ 은 제1 전극의 풀백 전압, k 는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, $x_{r,dy}$ 는 캔틸리버의 예비 위치, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제1 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 풀인 전압은

아래의 [수학식 2]에 의해 연산 되는 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치.

[수학식 2]

$$V_{p,sling,dy,opt} = \sqrt{\frac{9kt_{gap}^3}{50\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

(여기에서, $V_{p,sling,dy,opt}$ 은 풀인 전압, k 는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제2 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 동적 슬링샷 제어부는

상기 제1 전극에 특정 주기 이내의 상기 풀백 전압을 순간적으로 인가하는 신호인 상기 제1 슬링샷 신호를 상기 제1 전극에 제공하는 제 1 단계, 상기 캔틸리버가 상기 예비 위치에 도착하는 시점인 제1 시점에 상기 기준 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제1 전극에 제공하는 제2 단계 및 상기 제1 시점에 상기 풀인 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제2 전극에 제공하는 제3 단계를 통해 상기 캔틸리버를 상기 목표 위치 까지 풀인하는 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 동적 슬링샷 제어부는

상기 제1 및 제2 슬링샷 신호를 특정 주기에 따라 생성 및 제공하는 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치.

청구항 8

동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치에 포함되는 동적 슬링샷 제어부를 통해

제1 전극에 특정 주기 이내의 풀백 전압을 순간적으로 인가하는 신호인 제1 슬링샷 신호를 제1 전극에 제공하는 제 1 단계;

캔틸리버가 예비 위치에 도착하는 시점인 제1 시점에 기준 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제1 전극에 제공하는 제2 단계; 및

상기 제1 시점에 풀인 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제2 전극에 제공하여 상기 캔틸리버가 목적위치까지 도달할 수 있도록 제어하는 제3 단계를 포함하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 동적 구동 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 목표 위치는

상기 캔틸리버와 상기 제1 및 제2 전극 간의 도전 경로를 형성하는 위치인 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 동적 구동 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 예비 위치는

상기 목표 위치의 반대 방향으로, 상기 캔틸리버의 초기 위치와 상기 전극들 간의 거리보다 짧은 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 동적 구동 방법.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 풀백 전압은

아래의 [수학식 3]에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 동적 구동 방법.

[수학식 3]

$$V_{p,back,dy} = \sqrt{\frac{kt_{gap}|x_{r,dy}|(t_{gap} + x_{r,dy})}{\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

(여기에서, $V_{p,back,dy}$ 은 제1 전극의 풀백 전압, k 는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, $x_{r,dy}$ 는 캔틸리버의 예비 위치, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제1 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 풀인 전압은

아래의 [수학식 4]에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 동적 구동 방법.

[수학식 4]

$$V_{p,sling,dy,opt} = \sqrt{\frac{9kt_{gap}^3}{50\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

(여기에서, $V_{p,sling,dy,opt}$ 은 풀인 전압, k 는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제2 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 동적 구동 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기존의 전기기계 스위치의 구동 전압을 탄성에너지를 이용해 낮출 수 있는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 재구성 가능 로직(RL; reconfigurable logic) 회로가 인공지능, 데이터 분석, 비디오 트랜스 코딩, 사이버 보안 등 확장된 어플리케이션에 적용되며 시장의 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 대표적인 RL 회로는 간단한 로직 기능과 메모리 어레이로 구성된 FPGA(field-programmable gate array)칩으로서, 점차적으로 크기를 감소시켜 높은 밀도와 높은 속도를 달성하고 있다.

- [0004] 최근 연구에 따르면 전기기계 (electromechanical) 소자를 이용하여 기존의 CMOS 소자보다 획기적으로 낮은 구동전압을 달성하려는 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다.
- [0005] NEM (nanoelectromechanical) 소자 혹은 MEMS (microelectromechanical system) 소자로 지칭되는 전기기계 소자는 기본적으로 이동이 가능한 전극과 고정된 전극으로 구성되어 있고 전극 양단에 인가되는 전압에 따라 전극이 이동하면서 전류가 흐르거나 흐르지 않는 스위치 동작을 수행한다.
- [0006] 전기기계 스위치의 구동전압을 낮추기 위해서는 일반적으로 움직이는 전극과 고정된 전극 사이의 간격을 최소화하고 움직이는 전극의 길이를 증가시키며, 두께를 감소시키는 작업이 필요하다. 이와 같이 전극의 길이를 증가시키고, 두께를 감소시키는 작업은 터널링 현상의 영향으로 한계가 있는 바, 전기기계 스위치의 구동전압을 낮추기 위한 새로운 아이디어가 절실히 요구되는 상황이다.
- [0007] 한국등록특허 제10-1298114(2013.08.20)호는 MEMS 또는 MEMS 소자의 패키지 및 패키징 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 소자가 형성된 기판상에 소자가 덮이도록 희생층을 형성하는 단계, 희생층상에 원주상 구조체 및 상기 원주상 구조체 사이에 형성된 나노 기공을 포함하는 박막을 형성하는 단계, 박막상에 지지층을 형성하고, 박막의 일부분이 드러나도록 지지층을 패터닝하는 단계, 일부분이 드러난 박막에 형성된 나노 기공을 통해 희생층을 제거하여 박막 및 지지층 내부에 공동을 형성하는 단계, 및 박막과 지지층상에 차폐층을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0008] 한국등록특허 제10-0943707(2010.02.16)호는 나노 구조물을 포함하는 3차원 나노 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 본 3차원 나노 소자는 기판 상부에 부양된 진동부와 상기 진동부의 길이 방향의 양단부를 지지하는 지지부를 구비하는 하나이상의 나노 구조물; 상기 나노 구조물의 지지부를 지지하기 위해 상기 기판 상에 형성되는 지지대; 상기 나노 구조물의 진동부 하부에 상기 나노 구조물과 교차되도록 형성되어 상기 나노 구조물을 제어하는 하나이상의 제어부; 및 상기 진동부 상에 형성되어 외부에서 유입 및 흡착되는 물질을 감지하는 감지부를 포함한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1298114(2013.08.20)호
(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-0943707(2010.02.16)호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 일 실시예는 전극에 폴백 전압을 순간적으로 인가하여 캔틸리버를 예비 위치까지 폴백하고 폴백된 캔틸리버의 탄성에너지를 이용하여 구동전압을 낮출 수 있는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 방법에 관한 것이다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예는 제1 및 제2 슬링샷 신호를 캔틸리버의 위치에 따라 동기화 하여 구동전압을 낮출 수 있는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 방법에 관한 것이다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예는 동적 슬링샷 제어부를 통해 특정 주기에 따라서 동작할 수 있는 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 실시예들 중에서, 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치는 기판에 전기적으로 연결된 캔틸리버, 상기 캔틸리버의 일측면에 이격되어 형성되고 상기 캔틸리버와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제1 슬링샷 신호에 따라 폴백 전압을 순간적으로 인가하여 상기 캔틸리버를 예비 위치까지 폴백하고 제2 슬링샷 신호에 기준 전압을 인

가하는 제1 전극, 상기 캔틸리버의 타측면에 이격되어 형성되고 상기 캔틸리버와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제2 슬링샷 신호에 따라 풀인 전압을 인가하여 상기 캔틸리버를 목표 위치까지 풀인하는 제2 전극 및 상기 캔틸리버의 물리적 이동 시점에 특정 시간 동안 상기 제1 슬링샷 신호를 상기 제2 전극에 제공한 다음 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제1 및 제2 전극들에 동시에 제공하는 동적 슬링샷 제어부를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 예비 위치는 상기 목표 위치의 반대 방향으로, 상기 캔틸리버의 초기 위치와 상기 전극들 간의 거리보다 짧을 수 있다.

[0017] 상기 목표 위치는 상기 캔틸리버와 상기 제1 및 제2 전극 간의 도전 경로를 형성하는 위치일 수 있다.

[0018] 상기 풀백 전압은 아래의 [수학식 1]에 의해 연산 될 수 있다.

[0019] [수학식 1]

$$V_{p,back,dy} = \sqrt{\frac{kt_{gap}|x_{r,dy}|(t_{gap} + x_{r,dy})}{\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

[0021] (여기에서, $V_{p,back,dy}$ 은 제1 전극의 풀백 전압, k 는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, $x_{r,dy}$ 는 캔틸리버의 예비 위치, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제1 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)

[0022] 상기 풀인 전압은 아래의 [수학식 2]에 의해 연산 될 수 있다.

[0023] [수학식 2]

$$V_{p,sling,dy,opt} = \sqrt{\frac{9kt_{gap}^3}{50\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

[0025] (여기에서, $V_{p,sling,dy,opt}$ 은 풀인 전압, k 는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제2 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)

[0026] 상기 동적 슬링샷 제어부는 상기 제1 전극에 특정 주기 이내의 상기 풀백 전압을 순간적으로 인가하는 신호인 상기 제1 슬링샷 신호를 상기 제1 전극에 제공하는 제 1 단계, 상기 캔틸리버가 상기 예비 위치에 도착하는 시점인 제1 시점에 상기 기준 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제1 전극에 제공하는 제2 단계 및 상기 제1 시점에 상기 풀인 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제2 전극에 제공하는 제3 단계를 통해 상기 캔틸리버를 상기 목표 위치까지 풀인할 수 있다.

[0027] 상기 동적 슬링샷 제어부는 상기 제1 및 제2 슬링샷 신호를 특정 주기에 따라 생성 및 제공할 수 있다.

[0028] 실시예들 중에서, 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 동적 구동 방법은 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치에 포함되는 동적 슬링샷 제어부를 통해 제1 전극에 특정 주기 이내의 풀백 전압을 순간적으로 인가하는 신호인 제1 슬링샷 신호를 제1 전극에 제공하는 제 1 단계; 캔틸리버가 예비 위치에 도착하는 시점인 제 1 시점에 기준 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제1 전극에 제공하는 제2 단계; 및 상기 제1 시점에 풀인 전압을 인가하는 신호인 상기 제2 슬링샷 신호를 상기 제2 전극에 제공하여 상기 캔틸리버가 목적위치까지 도달할 수 있도록 제어하는 제3 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 개시된 기술은 다음의 효과를 가질 수 있다. 다만, 특정 실시예가 다음의 효과를 전부 포함하여야 한다거나 다음의 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 방법은 전극에 풀백 전압을 순간적으로 인가하여 캔틸리버를 예비 위치까지 풀백하고 풀백된 캔틸리버의 탄성에너지를 이용하여 구동전압을 낮출

수 있다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 방법은 제1 및 제2 슬링샷 신호를 캔틸리버의 위치에 따라 동기화 하여 구동전압을 낮출 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 및 방법은 동적 슬링샷 제어부를 통해 특정 주기에 따라서 동작할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 구조를 설명하는 도면이다.

도 2는 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

도 3은 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치 동작 순서를 설명하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 발명에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 본 발명의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 본 발명의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 본 발명의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.

[0037] 한편, 본 출원에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.

[0038] "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0039] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0040] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0041] 각 단계들에 있어 식별부호(예를 들어, a, b, c 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0042] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.

[0044] 도 1은 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치(100)의 구조를 설명하는 도면이다.

[0045] 도 1을 참조하면, 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치(100)는 캔틸리버(110), 제1 전극(130), 제2 전극(150) 및 동적 슬링샷 제어부(170)를 포함할 수 있다.

- [0046] 캔틸리버(110)는 기관에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0047] 일 실시예에서, 캔틸리버(110)는 제1 전극(130) 또는 제2 전극(150) 중 어느 하나의 사이에서 발생하는 정전기력에 의해 수평 방향으로 절곡될 수 있다.
- [0048] 일 실시예에서, 캔틸리버(110)는 유연성 및 피로도에 강한 도전 물질로 형성할 수 있다. 예를 들어, 캔틸리버(110)는 금속, 불순물이 도핑된 반도체층, 탄소나노튜브, 그래핀, 또는 도전성 폴리머 등의 도전 물질로 형성할 수 있고, 본 발명의 실시예는 이에 한정되지 않고, 캔틸리버(110)를 일반적인 전극에서 사용되는 전도성이 큰 물질로 형성할 수 있다.
- [0049] 제1 전극(130)은 캔틸리버(110)의 일측면에 이격되어 형성되고 캔틸리버(110)와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제1 슬링샷 신호에 따라 풀백 전압을 순간적으로 인가하여 캔틸리버(110)를 예비 위치(131)까지 풀백하고 제2 슬링샷 신호에 기준 전압을 인가할 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(130)은 캔틸리버(110)의 초기 위치로부터 이격되어 형성되고 캔틸리버(110)의 절곡에 따라 캔틸리버(110)와의 물리적인 접촉점을 제공할 수 있다. 제1 전극(130)은 동적 슬링샷 제어부(170)로부터 제1 슬링샷 신호를 제공받아 풀백 전압을 인가하여, 캔틸리버(110)에 정전기력을 제공할 수 있다. 제1 전극(130)은 캔틸리버(110)에 풀백 전압에 의한 정전기력을 제공하여, 해당 캔틸리버(110)를 제1 전극(130) 방향으로 풀백 시켜 예비 위치(131)까지 이동시킬 수 있다. 제1 전극(130)은 캔틸리버(110)가 예비 위치(131)에 도착하는 시점에 동적 슬링샷 제어부(170)로부터 제공되는 제2 슬링샷 신호에 의해 기준 전압을 인가할 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(130)에 의해 제공되는 기준 전압은 그라운드 전압, 0V가 될 수 있다. 제1 전극(130)은 캔틸리버(110)와 동일한 도전 물질로 형성될 수 있으며, 본 발명의 일 실시예는 이에 한정되지 않는다.
- [0050] 일 실시예에서, 예비 위치(131)는 목표 위치의 반대 방향으로, 캔틸리버(110)의 초기 위치와 전극들 간의 거리보다 짧을 수 있다. 예를 들어, 초기의 예비 위치(131)는 목표 위치 반대 방향으로 제1 전극 방향에 위치할 수 있다.
- [0051] 일 실시예에서, 풀백 전압은 아래의 [수학식 1]에 의해 연산 될 수 있다.
- [0052] [수학식 1]
- [0053]
$$V_{L1} = \sqrt{\frac{kt_{gap}|x|(t_{gap} + x)}{\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}} \quad (x \leq 0).$$
- [0054] (여기에서, k는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, x는 캔틸리버의 위치, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제1 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)
- [0055] 여기에서, 캔틸리버(110)의 초기 위치에서 제2 전극 방향을 (+), 제1 전극 방향을 (-)라고 가정하여 설명한다. 해당 캔틸리버의 위치(x)에 예비 위치($x_{r,dy}$)를 대입하면, 풀백 전압($V_{p,back,dy}$)은 다음 [수학식 2]와 같다.
- [0056] [수학식 2]
- [0057]
$$V_{p,back,dy} = \sqrt{\frac{kt_{gap}|x_{r,dy}|(t_{gap} + x_{r,dy})}{\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$
- [0058] (여기에서, k는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, $x_{r,dy}$ 는 캔틸리버의 예비 위치, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제1 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)
- [0059] 제2 전극(150)은 캔틸리버(110)의 타측면에 이격되어 형성되고 캔틸리버(110)와 물리적인 접촉점을 제공하며, 제2 슬링샷 신호에 따라 풀인 전압을 인가하여 캔틸리버(110)를 목표 위치까지 풀인할 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(150)은 캔틸리버(110)를 기준으로 제1 전극(130)의 반대 방향에 형성될 수 있다. 제2 전극(150)은 동적 슬링샷 제어부(170)를 통해 제공되는 제2 슬링샷 신호에 따라 풀인 전압을 인가하여 해당 캔틸리버(110)를 제2 전극(150) 내에 존재하는 목표 위치까지 절곡시킬 수 있다.
- [0060] 일 실시예에서, 풀인 전압은 아래의 [수학식 3]에 의해 연산 될 수 있다.

[0061] [수학식 3]

$$V_{L2}(x_{r,dy} \rightarrow x_{f,dy}) = \sqrt{\frac{k(x_{f,dy} + x_{r,dy})(t_{gap} - x_{f,dy})(t_{gap} - x_{r,dy})}{\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

[0063] (여기에서, $V_{L2}(x_{r,dy} \rightarrow x_{f,dy})$ 는 예비 위치로부터 목표 위치까지 이동시키는데 필요한 풀인 전압, $x_{r,dy}$ 는 예비 위치, $x_{f,dy}$ 는 목표 위치, k 는 캔틸리버 스프링 상수, ϵ_0 는 진공 유전율, t_{gap} 은 캔틸리버 및 제2 전극 간의 이격거리, L_{beam} 은 캔틸리버의 길이, W_{beam} 은 캔틸리버의 너비이다.)

[0064] 여기에서, 예비 위치(131)와 목표 위치 간의 관계에서 목표 위치($x_{f,dy,max}$)를 다음 [수학식 4]와 같이 결정할 수 있다.

[0065] [수학식 4]

$$x_{f,dy,max} = (t_{gap} - x_{r,dy})/2$$

[0067] 일 실시예에서, 예비 위치(131)와의 관계에 따라 결정된 목표 위치($x_{f,dy,max}$)를 통해서 풀인 전압($V_{p,sling,dy,opt}$)은 다음 [수학식 5]와 같이 결정될 수 있다.

[0068] [수학식 5]

$$V_{p,sling,dy,opt} = \sqrt{\frac{9kt_{gap}^3}{50\epsilon_0 L_{beam} W_{beam}}}$$

[0070] 동적 슬링샷 제어부(170)는 캔틸리버(110)의 물리적 이동 시점에 특정 시간 동안 제1 슬링샷 신호를 제2 전극(150)에 제공한 다음 제2 슬링샷 신호를 제1 및 제2 전극들에 동시에 제공할 수 있다. 예를 들어, 동적 슬링샷 제어부(170)는 제1 슬링샷 신호 및 제2 슬링샷 신호를 특정 시간 간격으로 순서대로 생성할 수 있다. 동적 슬링샷 제어부(170)는 기 설정된 시간 이내의 제1 슬링샷 신호를 제2 전극(150)에 제공할 수 있다. 예를 들어, 기 설정된 시간은 풀백 전압에 의해 캔틸리버(110)가 예비 위치(131)까지 절곡될 수 있도록 풀백 전압에 의한 정전기력을 캔틸리버(110)에 제공하는 시간이 될 수 있다. 예를 들어, 제2 전극(150)은 제1 슬링샷 신호를 수신하는 동안에만 풀백 전압에 의한 정전기력을 캔틸리버(110)에 제공할 수 있다. 동적 슬링샷 제어부(170)는 캔틸리버(110)가 예비 위치(131)에 도달하는 순간에 제2 슬링샷 신호를 제1 및 제2 전극들에 제공할 수 있다. 예를 들어, 동적 슬링샷 제어부(170)는 제1 슬링샷 신호를 제공하고 특정 시간 이후에 제2 슬링샷 신호를 제공할 수 있다.

[0071] 일 실시예에서, 동적 슬링샷 제어부(170)는 제1 전극(130)에 특정 주기 이내의 풀백 전압을 순간적으로 인가하는 신호인 제1 슬링샷 신호를 제1 전극(130)에 제공하는 제 1 단계, 캔틸리버가 예비 위치(131)에 도착하는 시점인 제1 시점에 기준 전압을 인가하는 신호인 제2 슬링샷 신호를 제1 전극에 제공하는 제2 단계 및 제1 시점에 상기 풀인 전압을 인가하는 신호인 제2 슬링샷 신호를 제2 전극에 제공하는 제3 단계를 통해 캔틸리버를 목표 위치까지 풀인할 수 있다. 동적 슬링샷 제어부(170)는 캔틸리버(110)를 제1 슬링샷 신호를 통해 예비 위치(131)로 먼저 이동시키고, 그 이후 제2 슬링샷 신호를 신호를 통해 목표 위치까지 풀인 할 수 있다.

[0072] 일 실시예에서, 동적 슬링샷 제어부(170)는 제1 및 제2 슬링샷 신호를 특정 주기에 따라 생성 및 제공할 수 있다. 예를 들어, 동적 슬링샷 제어부(170)는 캔틸리버(110)가 제1 및 제2 전극과 도전 경로를 형성하고, 초기 위치로 돌아온 후에 설계자의 설정에 따른 특정 주기에 따라 제1 및 제2 슬링샷 신호를 다시 생성 및 제공할 수 있다.

[0074] 도 2는 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치의 동작을 설명하는 도면이다.

[0075] 도 3은 일 실시예에 따른 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치(100) 동작 순서를 설명하는 블록도이다.

[0076] 도 2 및 3을 참조하면, 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치(100)는 동적 슬링샷 제어부(170)를 통해,

제1 전극(130)에 특정 주기 이내의 풀백 전압을 순간적으로 인가하는 신호인 제1 슬링샷 신호를 제1 전극(130)에 제공할 수 있다(S310).

[0077] 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치(100)는 동적 슬링샷 제어부(170)를 통해, 캔틸리버(110)가 예비 위치(131)에 도착하는 시점인 제1 시점에 기준 전압을 인가하는 신호인 제2 슬링샷 신호를 제1 전극(130)에 제공할 수 있다(S330).

[0078] 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치(100)는 동적 슬링샷 제어부(170)를 통해, 제1 시점에 풀인 전압을 인가하는 신호인 제2 슬링샷 신호를 제2 전극(150)에 제공하여 캔틸리버(110)가 목적위치까지 도달할 수 있도록 제어할 수 있다(S350).

[0080] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0082] 100: 동적 슬링샷 기반의 저전압 전기기계 스위치

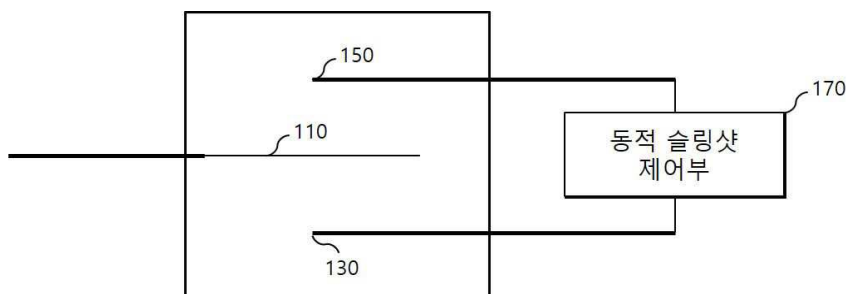
110: 캔틸리버 130: 제1 전극

131: 예비 위치 150: 제2 전극

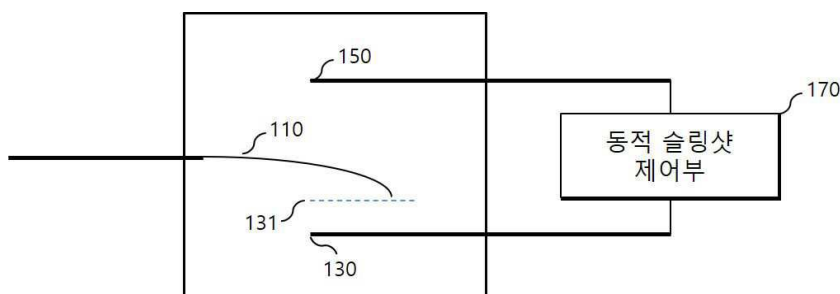
170: 동적 슬링샷 제어부

도면

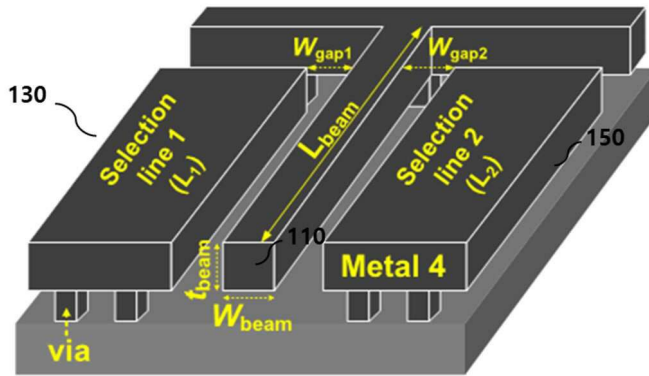
도면1a



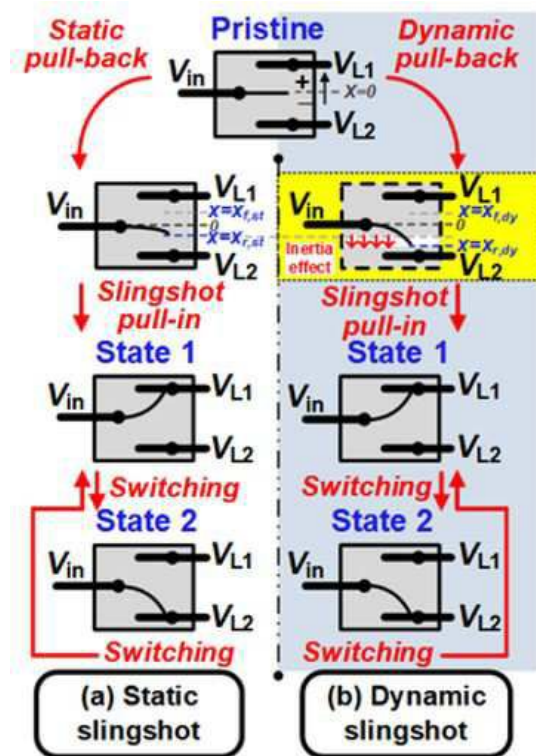
도면1b



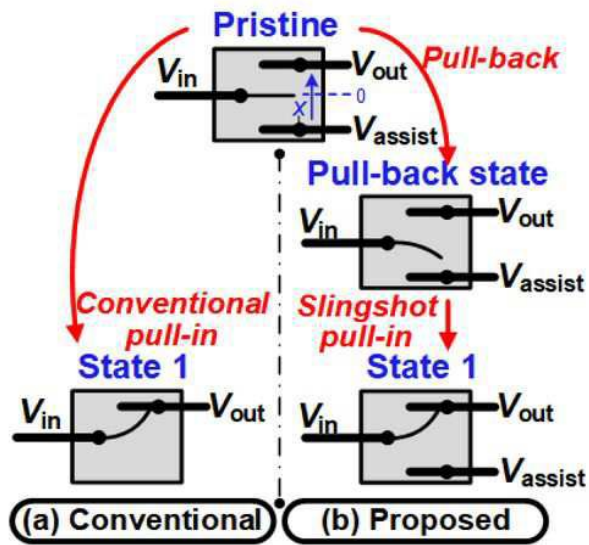
도면1c



도면2a



도면2b



도면3

