

Micro Switch용 PZT Cantilever의 설계에 관한 연구

김인성, 송재성, 민복기, 정순중, A. Muller*
한국전기연구원 전자기소자연구그룹, 루마니아 IMT*

A Study on design of the PZT Cantilever for Micro Switch

In-Sung Kim, Jae-Sung, Bok-Ki Min, Soon-Jong Jeong and A. Muller
Korea Electrotechnology Research Institute, IMT Romania

Abstract

RF Micro switches is a miniature device or an array of integration devices and mechanical components and fabricated with IC batch-processing techniques. RF Micro switches application area are in phased arrays and reconfigurable apertures for defence and telecommunication systems, switching network for satellite communication, and single-pole double throw switches for wireless application. Recently, RF Micro switches have been developed for the application to the millimeter wave system. RF Micro switches offer a substantially higher performance than PIN diode or FET switches.

In this paper, SPDT(single-pole-double-throw) switch are designed to use 10 GHz. Actuation voltage and displacement are simulated by tool.

Key Words : RF micro Switches, PZT cantilever, dielectrics, Simulation, Operation voltage

1. 서론

반도체 스위치는 삽입손실과 낮은 isolation, 높은 전력 소모, 좋지 않은 고주파 특성 등 여러 문제점을 갖고 있다. 반도체 스위치의 문제점을 개선한 새로운 마이크로 스위치는 송신 신호/수신 신호 전환기, 임피던스 정합 회로 등으로 다양하게 사용될 수 있어서 연구 개발이 폭 넓게 이루어지고 있다[1, 2, 3]. 본 논문에서는 마이크로 스위치의 가장 핵심이 되는 cantilever 부분을 PZT 압전체를 적용하여 설계 하고 이에 대한 결과를 고찰하였다.

2. 본론

PZT 유전체 cantilever 디자인은 Coventor 6.0 tool을 이용하였으며, 마이크로 스트립 라인과 전송선은 IE3D(fidelity soft from Zeland)를 사용하였다. 구조는 cantilever 사이에 강유전체 층인 PZT층을 두어서 일정한 전계가 인가될 때 변위가 나타나 up-down 스위칭되는 형태이다. 그림 1은 SPDT 스위치의 전체적인 부분이며, 진한색(녹색) 부분은 상부 전극의 PZT cantilever 부분이다. 오른쪽 아래 부분은 입력과 스위칭 전극, 좌측 위는 앵커부분을 보이며, 전체적인 설계를 위해 모델링한 그림이다.

3. 결과 및 고찰

Cantilever형 스위치에 PZT 유전체 층을 두어 디자인한 결과 그림 6에 나타내었다. 노란색 부분은 상대적으로 변위가 큰 부분을 나타내며, 파란색 부분은 역시 작은 변위가 나타남을 뜻한다.

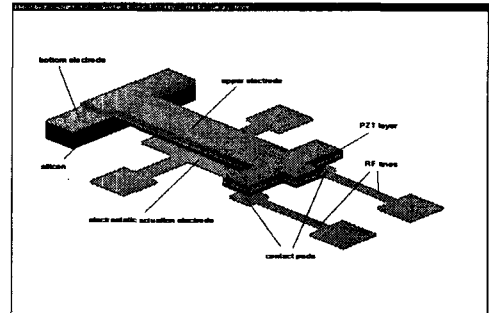


Fig. 1 Design of cantilever for micro-switch

Coventor 6.0으로 시뮬레이션 한 결과 그림 2와 3과 같이 나타내었으며, 일정한 전계를 인가했을 때 PZT cantilever는 작동하여 전극은 down 되었으며, cantilever 길이가 40 μm, 전계 3 V에서 2 μm의 변위를 갖는 것으로 조사되었다.

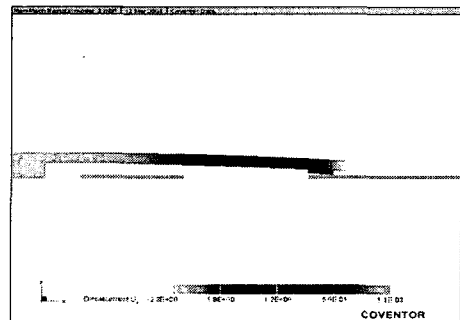


Fig. 2 Result of design for switch cantilever

그러나 그림 4의 인가전압에 따른 변위 정도에서는 cantilever의 길이를 60 μm 까지 길어지면 더 낮은 작동 전압에서도 동일한 변위를 얻을 수 있다. 즉, micro-switch로 적용할 경우 낮은 작동 전압은 낮은 소비전력을 필요하고 보다 더 작은 초고주파 디바이스에 이용이 가능하기 때문이다. PZT Cantilever가 작동시 전체적으로 분포되는 스트레스 분포를 그림 5에 나타내었다. 전극과 앵커 부분에 집중되지 않고 균일한 분포를 나타냈다.

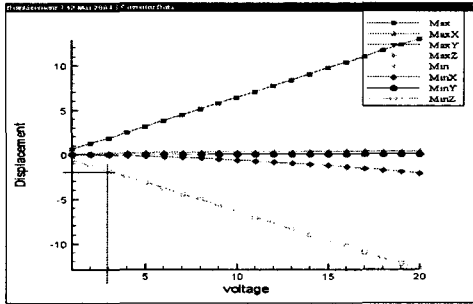


Fig. 3 Displacement as a applied voltage (cantilever L=40 μm)

micro-switch의 디자인에서 PZT cantilever를 서로 다른 이종(Si-PZT-Si) 소재를 적용해도 무리가 없음을 알 수 있다. 그러나 공정에서는 많은 어려움이 있다고 보고되고 있다. 특히 PZT 강유전체의 cantilever 전극에 구현하는 것은 매우 어려운 공정이며, 신뢰성이 요구되는 부분이기도 하다.

4. 결론

마이크로 스위치의 외팔보 층에 강유전체 층을 두어 PZT Cantilever를 모델링하고 시뮬레이션해본 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

PZT Cantilever의 변위는 전 영역에서 균일하게 분포하는 것으로 나타났다. PZT Cantilever 길이 60 μm 이내에서 마이크로 스위치의 전극은 on 될 수 있는 변위를 나타냈으며, 1/3의 길이를 더함에 따라 작동 전압은 거의 1/2로 감소하였으며, 변위에 대한 분포는 균일하였다.

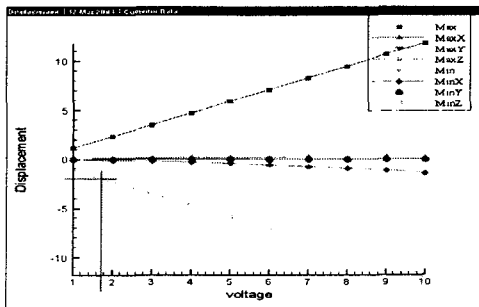


Fig. 4. Displacement as a applied voltage (cantilever L=60 μm)

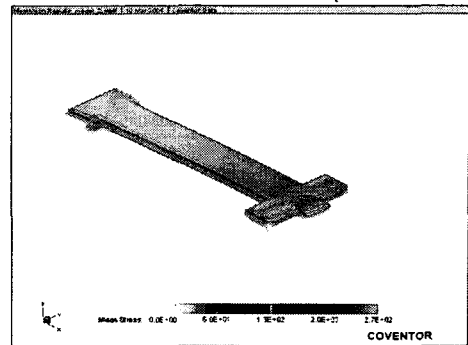


Fig. 5. Distribution of cantilever stress (cantilever L=60 μm)

참고 문헌

- [1] Tom Compbell, "MEMS Switch Technology approaches the Ideal Switch", Applied Microwave & Wireless, pp. 100-107, May, 2001
- [2] Randy J, Richards, Hector J, De Los Santo "MEMS for RF/Microwave Wireless Application; The next wave", Microwave Journal, 2001.