

# 에어로졸 젯 프린팅 기술을 이용한 소형회로 설계

<sup>1</sup>이지연, <sup>1,2</sup>안달, <sup>1,3</sup>한상민\*

<sup>1</sup>순천향대학교 ICT융합학과, <sup>2</sup>순천향대학교 전기공학과, <sup>3</sup>순천향대학교 정보통신공학과

\*smhan@sch.ac.kr

## Compact Microwave Circuit Design Using Aerosol Jet Printing Technology

Jiyeon Lee, Dal Ahn, Sang-Min Han\*

Soonchunhyang University

### 요약

본 논문은 에어로졸 젯 프린팅 기술로 구현할 수 있는 마이크로 단위의 선폭을 가지는 스파이럴 인덕터와 계단형 임피던스 지역 통과 필터 소형 회로 설계를 제안한다. 기존 공정 방식의 최소 선폭을 구현할 수 있는 회로와 제안한 회로를 비교하였을 때 스파이럴 인덕터 회로에서 논문에서 제안한 회로의 Q-factor가 상대적으로 높음을 보이고 계단형 임피던스 지역 통과 필터 회로에서는 약 27.66%의 소형화를 보인다.

### I. 서론

RF 시스템의 소형화 및 고 효율화 등은 다양한 방법으로 연구가 진행 중이며, 그중 통합 패시브 소자는 RF 및 mmWave 통합 회로 설계에서 필수적이다. 특히 전력 증폭기, 저 잡음 증폭기, 필터 등에서 중요한 역할을 하는 인덕터는 선로 간격이 너무 가까워지면 기생 자기 결합 영향을 받아 회로 성능을 저하시키는 특성이 있다. 또한 IC 소자는 개당 차지하는 면적이 크며 대량생산으로 공정을 하기 때문에 비용이 많이 드는 단점이 있다. 그러나 소형화를 목표로 다양한 회로 기술 및 소자의 소형화 등이 현재까지 제시되어 왔으며, 오늘날 IC 등과 같은 칩을 설계하는 회로에서는 나노 단위의 기술까지 이어져 오고 있다 [1]. 본 논문에서는 마이크로 단위를 구현할 수 있는 기술 중 하나인 에어로졸 젯 프린팅으로 구현할 수 있는 마이크로 단위의 선폭을 설계한 소형 회로를 제안한다. 제안하는 소형 회로는 50um 선폭을 가지는 스파이럴 인덕터와 200옴 특성 임피던스를 가지는 6단 계단형 임피던스 지역 통과 필터 회로이다.

### II. 프린팅 공정 과정 및 회로 설계

에어로졸 젯 프린팅(Aerosol jet printing)은 분무기를 이용한 액적을 노즐 헤드로 전송하여 금속, 유전체 및 다양한 절연 물질의 표면에 분사하는 비 접촉식 프린팅 방식이다. 만들고자 하는 패턴을 초미세 단위까지 구현하기 위해 이용하며 이는 최소 선폭 2-3um까지 초미세 패턴 구현이 가능하다. 이후 물질에 필요한 전기전도도나 유전율을 갖기 위해서는 소결이나 도금을 해야 한다 [2].

본 논문에서 제안하는 스파이럴 인덕터는 50um 선폭을 가지며, 1포트 구조는 회로 기판 바닥면에 그라운드가 깔려 비아를 통해 전기적 신호가 통과하도록 하는 구조이며, 2포트 구조는 비아를 통해 윗면과 아랫면이 전기적 신호가 통과하도록 한다. 반지름, 갭, 및 턴 조건을 동일하게 하였다. 또한, 고주파 신호를 억제하기 위해 쓰이는 계단형 임피던스 지역 통과 필터 같은 경우는 같은 단수로 high-z만 달리하면 선폭의 차이로 회로의 크기가 소형 시킬 수 있다. 이때 지역 통과 필터의 목표 차단주파수는 5.8GHz이며 8GHz에서 삽입손실 -20dB 이상이 되도록 하였다 [3].

### III. 결론

본 논문에서의 50um와 200um 라인폭을 가지는 스파이럴 인덕터를 동일한 조건으로 하여 1포트와 2포트 구조를 가지는 회로를 각각 비교하였을 때, 50um 라인폭을 가지는 스파이럴 인덕터의 Q-factor가 두 회로에서 모두 상대적으로 높음을 나타낸다. 또한, 지역 통과 필터에서는 high-z를 100옴과 200옴으로 달리하여 지역 통과 필터를 비교하였을 때, 특성은 비슷한 경향이 나타나지만 제안한 필터 스테이지의 소형화율이 약 27.66%를 보여줌에 추후 프린팅 구현 시 소형성을 보일 것으로 예상된다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 학·석사연계 ICT 핵심인재양성사업의 연구결과(IITP-2024-2020-0-01832)로 수행되었으며 제작에 도움을 주신 순천향대학교 기계공학과 권계서 교수님, 박상현 학생에게 감사드립니다.

### 참고 문헌

- [1] X. Dong and A. Weisshaar, "Compact design of passive networks in RF and millimeter-wave integrated circuits," *2021 IEEE BiCMOS and Compound Semiconductor Integrated Circuits and Technology Symposium*, Monterey, CA, USA, 2021, pp. 1-4.
- [2] Y. S. Oh, H. W. Kang, D.-Y. Choi, S. H. Ko, and H. J. Sung, "Sintering process for electric characteristics improvement of line patterning using aerosol jet printing," in *Proc. International Conference on Mechanical Engineers*, Korea, Nov. 2010, pp. 1701-1705.
- [3] J. Lee, N. Hyeong, D. Ahn, K.-S. Kwon, and S.-M. Han, "Compact microwave circuit design on the micro-scale printing technology," in *Proc. The 12th Int. Conf. Green and Human Inform. Tech.*, Hanoi, Vietnam, Jan. 2024, pp. 208-212.