

# MMIC상의 온칩 정합소자에의 응용을 위한 주기적으로 배열된 용량성 소자를 이용한 단파장 전송선로

정장현\* · 박영배\* · 정보라\* · 주정갑\* · 윤영\*\*

\*한국해양대학교 전파공학과, \*\*한국해양대학교 전파공학과 교수

## A Short-Wavelength Transmission Line Employing Periodically Loaded Capacitive Line for Application to On-Chip on MMIC

J. H. Jung\* · Y. B. Park\* · B. R. Jung\* · J. G. Ju\* · Y. Yun\*\*

\*Department of Radio Communication Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\*Department of Radio Communication Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약 :** 본 논문에서는 주기적으로 배열된 용량성 소자를 이용한 전송선로 PLCL (Periodically Loaded Capacitive Line) 구조를 제안하고 기존의 주기적 구조의 선로와 비교를 통해서 MMIC 수동소자에 응용 가능성을 고찰한다. 제안된 선로 구조는 기존의 전송선로 보다 짧은 선로 파장의 특성과 줄어드는 특성 임피던스의 특성을 보인다. 이는 제안된 PLCL선로 구조가 MMIC용 온칩 정합소자의 응용에 유용하게 사용될 수 있음을 의미한다.

**핵심용어 :** 주기적으로 배열된 용량성 소자를 이용한 전송선로, 선로파장 축소, MMIC(모놀리식 초고주파 집적회로)

**ABSTRACT :** In this work, highly short-wavelength transmission line employing periodically loaded capacitive line (PLCL) structures were developed for application to be miniaturized on-chip passive component on GaAs MMIC. The transmission line employing PLCL structure showed shorter wavelength and lowered characteristic impedance than conventional microstrip line. According to the results, it was found that the PLCL structure is a promising candidate for application to a development of miniaturized on-chip passive components on GaAs MMIC.

**KEY WORDS :** Periodically loaded capacitive line(PLCL), Shorter wavelength, MMIC

### 1. 서 론

최근 SoC(System on Chip) 화에 따른 단말기의 소형화, 고 집적화가 RF 부품시장에서 요구되어지고 있으며, 그 중 RF 송수신단은 수동소자를 다량 집적한 고집적 단말기가 요구되어지고 있는 추세이다[1]. 따라서 이를 위한 수동소자의 집적화 기술은 매우 중요하다고 할 수 있다. 본 논문에서는 주기적으로 배열된 용량성 소자를 이용한 전송선로 PLCL (Periodically Loaded Capacitive Line) 구조를 제안하고 기존의 주기적 구조의 선로와 비교를 통해서 MMIC 수동소자에 응용 가능성을 고찰 하였다.

### 2. 본 론

Fig. 1에서 보는바와 같이 PLCL구조의 전송선로는 GaAs 기판상에 선로가 존재하고 선로의 양단에는 여러 개의 개방선로 형태의 capacitive part(용량성 부분)이 주기적으로 접속되었다. 그리고, 주기적으로 접속된 용량성 부분의 위부분에는 상부층 금속인 ULM(Upper Layer Metal)이 존재하고, 용량성 부분과 ULM 사이에는 SiN 박막이 존재한다. ULM은 비어홀을 통하여 GaAs 하부의 접지 금속막에 연결되었으므로 ULM도 접지가 되며, 따라서, 용량성 부분과 ULM 사이에 SiN 박막에 의해 제안된 구조의 선로는 주기적으로 용량성 소자가 접속된 형태의 전송선로와 등가가 된다. 전송선로의 파장은 선로의 주기적인

\* seikou@hhu.ac.kr

\*\* yunyoung@hhu.ac.kr 051)410-4426

등가용량에 반비례하므로 본 연구에서 제안한 선로구조는 기존의 전송선로에 비해 단파장 특성을 가질 뿐 아니라 기존의 연구에서 제안되었던 PPGM(periodically perforated ground metal) 선로구조에 비해서도 더욱 축소된 파장특성을 보인다[2, 3]. PPGM의 경우 특정 값 이상에서는 셀 두께를 증가시켜도 파장이 오히려 증가하는 결과를 볼 수 있었다[2, 3]. 그러나, PLCL 구조는 용량성 성분을 증가시키기 위해서 용량성 부분의 길이  $l_c$ 를 증가시켜도 단위 길이 당 셀의 수는 고정되므로 주기적 구조는 그대로 유효하게 된다. 이와 같은 이유로 본 논문에서 제안한 PLCL 구조는 기존의 PPGM 구조보다 파장 축소에 더욱 효과적이다.

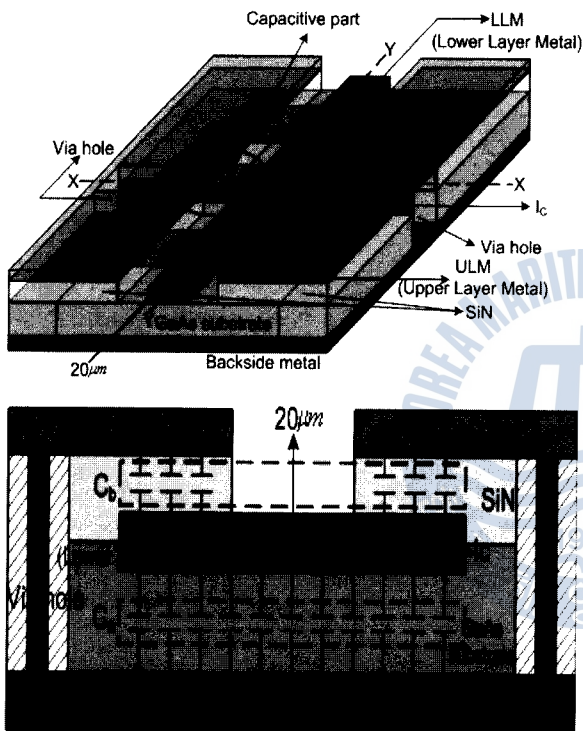


Fig. 1 Structure of microstrip line employing PLCL

Fig.1에서의 구조를 바탕으로 제작하여 측정한 마이크로스트립라인의 선로파장 축소 특성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1 PPGM과 PLCL의 선로파장 비교

PPGM(f=5GHz)		PLCL(f=5GHz)	
T= 5 µm	4.46 mm	l <sub>c</sub> = 10 µm	2.75 mm
T= 10 µm	3.78 mm	l <sub>c</sub> = 20 µm	1.99 mm
T= 20 µm	3.31 mm	l <sub>c</sub> = 30 µm	1.71 mm

파장의 관계식, 특성임피던스의 관계식은 다음과 같다.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C_a + C_b}} \quad (1)$$

$$\lambda_g = \frac{1}{f\sqrt{LC}} \Rightarrow \lambda_g = \frac{1}{f\sqrt{L(C_a + C_b)}} \quad (2)$$

식 (1)과 (2)에서 알 수 있듯이, 추가적인 용량성  $C_b$ 로 인해 특성 임피던스는 감소하고 선로 파장은 짧아짐을 알 수 있다. Fig. 1의 용량성 부분과 SiN과의 접합인  $l_c$ 를 조절하면, 용량  $C_b$ 는 쉽게 변화시킬 수 있으며, 그 결과, 특성임피던스  $Z_0$ 와 선로파장  $\lambda_g$ 의 크기를 조절할 수 있다.

Fig. 2는 기존의 마이크로스트립 선로와 PLCL 구조를 이용한 선로의 파장을 비교한 그래프이다. Fig. 2에서 알 수 있듯이, 본 논문에서 제안된 PLCL 구조의 선로는 종래의 마이크로스트립 선로 파장의 8%의 선로 파장을 나타내고 있어, 종래의 마이크로스트립 선로보다 MMIC상의 초소형 수동소자 제작에 더 유용함을 알 수 있다.

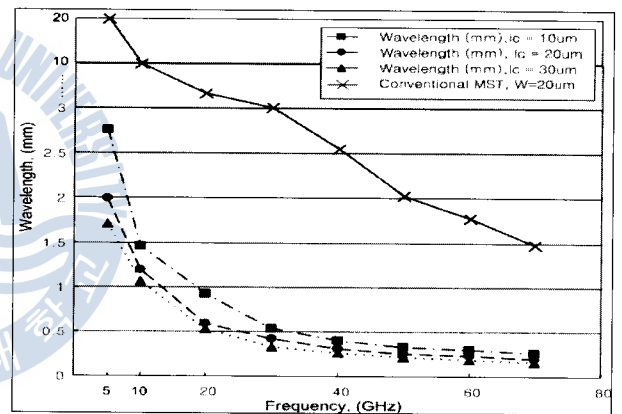


Fig. 2 Measured wavelength of microstrip line employing PLCL and conventional one

### 3. 결 론

본 논문에서는 주기적으로 배열된 용량성 소자를 이용한 전송선로 PLCL 구조를 제안하였다. 본 연구에서 제안한 PLCL 선로구조에서는 용량성 부분과 SiN과의 접합인  $l_c$ 를 조절하여, 용량  $C_b$ 를 변화시킬 수 있으며, 그 결과, 특성임피던스  $Z_0$ 와 선로파장  $\lambda_g$ 의 크기를 조절하였다. 본 논문에서 제안된 PLCL 구조의 microstrip line은 기존의 주기적 구조인 PPGM 보다 더욱 짧은 파장특성을 보였으며, 상기 결과는 PLCL 선로구조가 MMIC용 온칩 정합소자의 응용에 유용하게 사용될 수 있음을 의미한다.

## 후 기

본 연구는 ETRI SoC산업진흥센터 IT SoC 핵심설계인력양성 사업의 지원에 의해 수행되었습니다. 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2009-C1090-0903-0007). 본 연구는 지식경제부와 한국산업기술재단의 전략기술인력양성사업으로 수행된 연구결과임. 이 논문 또는 저서는 2008년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임(지역거점연구단육성사업/차세대물류IT 기술연구사업단). 본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 광역경제권 선도산업 인력양성사업의 연구결과입니다.

## 참 고 문 헌

- [1] J. R. Long, 2003(6): Passive Components for Silicon RF and MMIC Design, IEICE Trans. Electron., Vol.E86-C, No.6, pp.1022-1031
- [2] Y. Yun, K. S. Lee, C. R. Kim, K. M. Kim, and J. W. Jung, 2006(10): Basic RF characteristics of the microstrip line employing periodically perforated ground metal and its application to highly miniaturized on-chip passive components on GaAs MMIC, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol.54, No.10, pp.3805-3817
- [3] Y. Yun, 2005(6): A Novel Microstrip-Line Structure Employing a Periodically Perforated Ground Metal and Its Application to Highly Miniaturized and Low-Impedance Passive Components Fabricated on GaAs MMIC, IEEE Trans Microwave Theory Tech, Vol.53, pp.1951-1959

---

원고접수일 : 2010년 01월 11일

원고채택일 : 2010년 02월 10일

