

2008–1 Open Courseware (OCW)

1. Syllabus
2. Calender
3. Lecture Notes
4. Assignments and Solutions
5. Exams and Solutions

< 2008-1 class >

Microwave Devices

Professor : KwangSeok Seo

1. Syllabus

Class Number	4541.812	Lecture Number		Lecture Title	Microwave Devices	Credit	3
---------------------	----------	-----------------------	--	----------------------	-------------------	---------------	---

Lecturer	Name: KwangSeok Seo (Professor)	Homepage : mdcl.snu.ac.kr
	E-mail: ksseo@snu.ac.kr	Tel : 02-880-7275
	Personal conversation: Tue, Thu 10:30~11:45 / 301-319	

수업목표	<p>Many devices are used in microwave system such as passive devices like transmission line, inductor and active device like FET, BJT. In this class, the characteristics of these devices will be lectured. Microwave filter, integrated passive devices, MMIC, microwave packaging module will be lectured, too.</p>
-------------	--

Text Book	<p>Text book : Planar Microwave Engineering (T. H. Lee)</p> <p>References :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Microstrip Lines and Slotlines (K. C. Gupta) 2. Integrated Passive Component Technology (R. K. Ulrich) 3. Modern Microwave Transistors (F. Schierz)
------------------	--

Grade Assessments	Attendance	Homework	Mid-term	Final	Attitude	Etc	Total
	0%	40 %	0%	60 %	0%	0%	100%
	Remark	Open book test, Term 3 times					

References	<p>Lecture time : Tuesday, Thursday 10:30 ~ 11:45</p> <p>Classroom : 301-1121</p>
-------------------	---

Regulations	No cheat
--------------------	----------

2. Calender

Lecture Schedule	Week	Lecture Contents
	1st week	Microwave device introduction
	2nd week	Microwave Transmission Lines - Microstrip Transmission Lines
	3rd week	Microwave Transmission Lines - CPW Transmission Lines
	4th week	Transmission Line Discontinuity
	5th week	Microwave Passive Devices (I)
	6th week	Microwave Passive Devices (II)
	7th week	Integrated Microwave Packaging
	8th week	Compound Semiconductor & Heterostructure
	9th week	Microwave Diode Device Characteristics
	10th week	Microwave FET Device Characteristics (I)
	11th week	Microwave FET Device Characteristics (II)
	12th week	Microwave Bipolar Transistor Device Characteristics
	13th week	RF switch, MMIC Technology Trends & Future
	14th week	Term Project Presentation
15th week	Final Test	

3. Lecture Notes

4. assignments and solutions

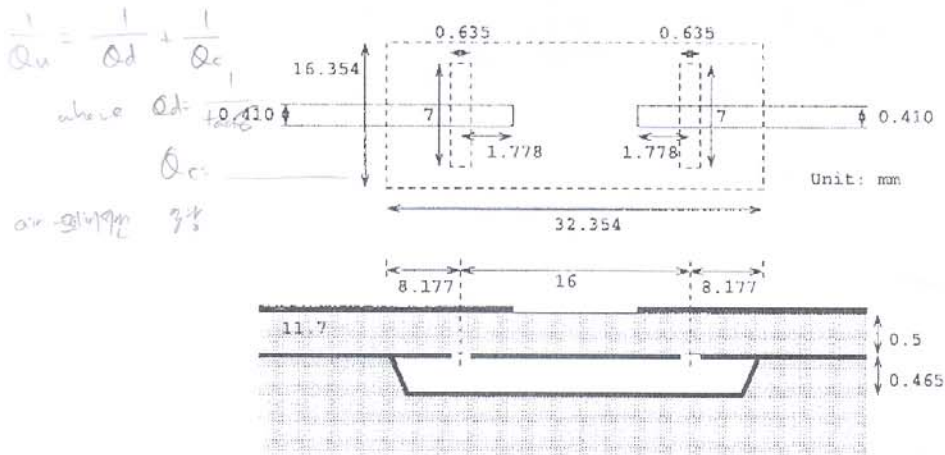
:no assignments in this class

5. Exams and Solutions

마이크로파 소자 TEST - 2008년 1학기

* 각 문제에 대하여 가능하면 간단하게 답할 것.

1. (10pt/10pt/10pt) (a) 아래 그림과 같이 반도체 기판을 식각한 후 내부면을 금속막으로 도금하여 만든 air cavity resonator 구조는 최근 밀리미터파 필터 및 발진기 구성에 많이 사용되는데, 그 이유는 무엇 이겠는가?

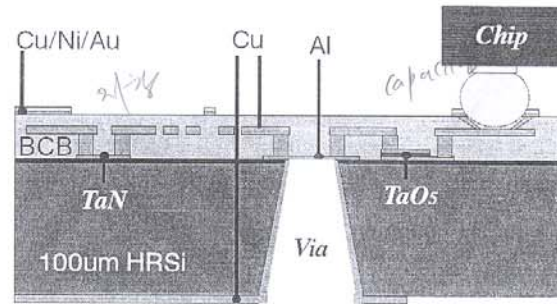


- (b) 위 그림의 구조는 microstrip line으로 resonator를 feeding되는 방식을 사용하고 있다. 이와 같은 feeding 구조의 동작 원리를 간단히 설명하여라. $\frac{1}{2}$ open circuit short-circuit 이면 resonator circuit (3점)

- (c) LTCC로 만들어지는 integrated substrate waveguide resonator의 구조를 sketch하고 왜 이 구조가 일반적으로 (a)에 보인 air cavity resonator 구조보다 quality factor Q가 작게 되는지 설명하여라.

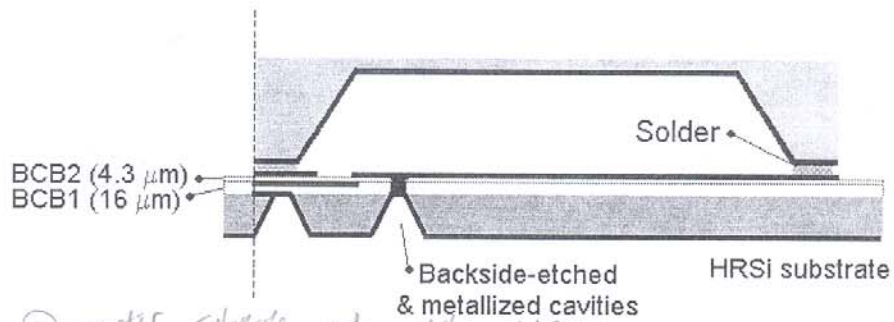
구조: 5점
 이유: 5점.
~~radiation loss~~ radiation loss & dielectric loss.

2. (10pt/15pt/10pt) (a) 아래 그림에 보인 MCM-D packaging 기술에서 TaN 막과 Ta₂O₅ 막의 역할이 각각 무엇인지 설명하여라. MCM-D substrate로서 high resistive Si (HRSi) 기판을 사용하는 이유는 무엇인지 설명하여라. 4점.



관심은 크기부터 위

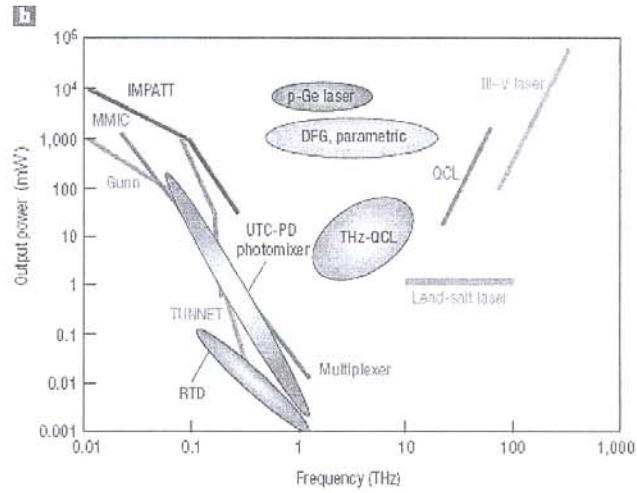
(b) 이 MCM-D 기판에 1번 문제에서 언급한 air cavity resonator를 집적화하는 경우 아래 그림에 보인 바와 같이 feeding 구조 밑의 HRSi 기판을 etch할 필요가 발생한다고 한다. 그 이유가 무엇인지 추론하여 보아라.



⊙ paraffin substrate and 입자도 생각해보고.

(c) 밀리미터파 모듈을 구성할 때 앞에서 보인 MCM-D packaging 기술이 경쟁되는 MCM-L, MCM-C 기술에 비하여 가지는 장점, 단점을 설명하여라. (장점을 부각하기 위하여 요구되는 기술이 있으면 같이 논의하여라.) 장점: ⊕ high-resolution patterns 단점: ⊖ cost
 ⊕ flip-chip interconnection

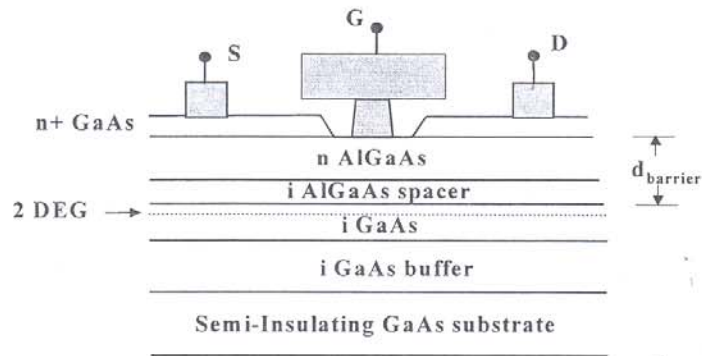
3. (15pt/5pt) (a) 아래 그림에 보인 바와 같이 Terahertz 영역에서 IMPATT 소자는 TUNNET보다 더 높은 출력을 발생하나 최대 동작 주파수는 낮다. 그 이유가 무엇인지 간단히 설명하여라.



(b) IMPATT와 TUNNET의 경우 Terahertz 영역에서 주파수가 높아질수록 출력 power가 낮아지는 이유는 무엇이겠는가?

4. (15pt/15pt/10pt) 아래 그림은 기본적인 GaAs/AlGaAs HEMT 구조의 단면도이다.(i GaAs는 의도적으로 doping하지 않는 것을 뜻한다.) FET 소자의

f_{max} 특성은 HBT와 비슷한 수식이 성립한다. $[f_{max} = \sqrt{\frac{f_T}{8\pi R_G C_{GD}}}]$



(a) 주파수 이득 특성의 개선을 위해서는 게이트 metal 구조를 위와 같이 T-형으로 구성한 이유를 간단히 설명하고, sub-100nm의 HEMT 구조에서는 어떤 형태로 구성하는 것이 더 적합할지 논의하여라.

(b) 위 구조에서 표면에 n+ GaAs를 삽입한 이유를 간단히 설명하여라. 우수한 transconductance와 주파수 특성을 얻기 위하여 위 그림에 보인 구조에서 최적화할 구조 parameter 혹은 공정이 있다면 어떤 것들인지 논의하고 구체적인 방안을 언급하여라.

(c) 위 구조에서 channel에 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 를 사용하면 In mole fraction(x)이 높아짐에 따라 소자의 주파수 특성이 개선된다. 이 경우 breakdown 전압이 어떻게 변화하겠는지 설명하고, breakdown 전압을 개선하기 위해서 소자 구조에서 어떤 변화가 필요한지 논의하여라.

5. (10pt/15pt) RF IC를 구현할 경우에는 성능, 가격 경쟁력을 고려하여 GaAs HEMT, GaAs HBT, SiGe HBT, Si CMOS 소자가 많이 채택되고 있다.

(a) 고성능(low phase noise) RF oscillator 회로를 구성할 경우, 사용하는 반도체 소자의 특성 중 가장 중요하게 고려할 특성이 무엇인지 논의하고 앞에 언급한 RF 소자 중 어떤 소자가 적합한지 설명하여라.

(b) 아래에 보인 바와 같이 Si n-MOSFET 소자에서는 단위 게이트 폭이 작아질수록 f_{max} 이 개선되나 f_T 는 게이트 폭이 너무 작아질 경우에 감소하는 특성을 보인다. 그 이유를 설명하여라. 아래 그림에 보인 III-V FET 소자에서 발생하는 현상에 대해서도 그 이유를 설명하여라.

