

## 10 Gbps급 데이터 전송용 coplanar waveguide feed-line을 이용한 세라믹 스템 기반 TO 패키지의 주파수 특성 예측

윤익식<sup>†</sup> · 이명진

(주)에이티아이

Ⓣ 430-817 경기도 안양시 만안구 안양 7동 205-7

정지채

고려대학교 전파공학과

Ⓣ 136-701 서울특별시 성북구 안암동 5가 1번지

(2007년 6월 12일 받음, 2007년 7월 31일 수정본 받음)

본 논문에서는 10 Gbps급 데이터 전송을 위한 CPW(coplanar waveguide) 피드라인(feed-line)을 이용한 세라믹 스템(stem) 기반의 TO 패키지를 제안하였다. 기존의 금속 기반 TO 패키지에서 사용되는 실린더형 피드라인의 주파수 특성과 세라믹 패키지에서 사용되는 CPW 피드라인의 주파수 특성의 차이를 이론적으로 분석 비교하였다. 그리고 이들 패키지에 DFB 레이저다이오드(laser diode: LD)를 실장하여 측정된 3 dB 주파수 대역폭은 각각 3.5 GHz와 7.8 GHz로 사용된 패키지에 따라 큰 차이를 갖는 것을 밝혔다. 이러한 측정결과는 등가회로를 이용한 이론적인 계산결과와 잘 일치함도 확인하였다. 이상의 결과를 바탕으로 LD 광모듈의 주파수 특성을 개선하기 위한 방안으로 세라믹 재질의 비전도성 유전체를 스템으로 이용한 세라믹 스템 기반의 CPW 피드라인을 장착한 새로운 TO 패키지를 제안하였다. 제안된 패키지는 HFSS(high frequency structure simulator)를 이용하여 추출된 S 파라미터 값으로부터 기존의 금속 기반의 TO 패키지보다 월등히 넓은 주파수 특성을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

주제어 : Coplanar waveguide, Feed-line, TO package, HFSS, Frequency bandwidth, S-parameter

### I 서 론

근래의 광통신망은 FTTH(fiber-to-the-home)를 목표로 다양한 형태로 발전하고 있다. 전국적으로 연결된 기간망뿐만 아니라 가입자망에서도 가입자 개개인에게 낮은 가격에 다양한 정보 서비스 제공을 목적으로 빠르게 진화하고 있다. 이들 광통신망은 장거리 전송 능력뿐만 아니라 고도의 신뢰성을 요구하며, 또한 고속 대용량 데이터 전송 능력을 필요로 하고 있다. 이와 같은 시장에서의 동향은 가가넷 이더넷과 같은 LAN 뿐만 아니라 대도시 통신망을 구성하는 MAN 같은 분야에서도 마찬가지이다. 이러한 광통신 분야에 사용되는 광원소자는 고속 데이터 신호를 광신호로 변조하기 위하여 넓은 주파수 대역폭이 요구되며, 또한 무엇보다도 저가의 서비스를 충족하기 위해서 충분한 가격 경쟁력을 갖추고 있어야 한다. 이런 요구를 충족하는 광원으로는 그림 1에 나타난 것과 같은 TO 패키지를 이용한 비냉각방식의 LD 모듈(module)과 광검출기(photodiode: PD) 모듈이 가격 측면에서의 강점때문에 다양한 분야에서 각광을 받고 있다.<sup>[1]</sup> 그러나 10 Gbps 이상의 고속 데이터 전송을 위해 요구되는 넓은 주파수 대역폭 문제에 있어서는 실장된 LD 칩(chip)의 주파수 특성 뿐만 아니라, TO 패키지의 실린더형 피드라인의 기생

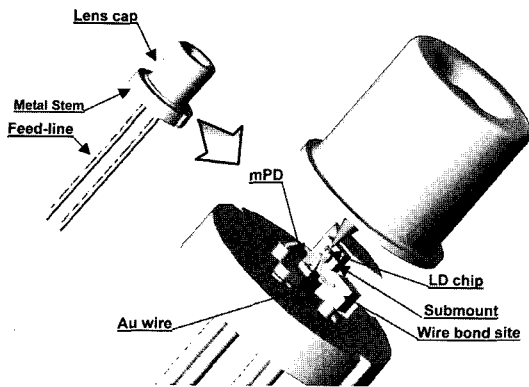
인덕턴스(parasitic inductance)와 금속 스템과의 기생 용량(parasitic capacitance)에 의한 문제로 인하여 다양한 응용에 제한을 받고 있으며, 이들 특성의 개선을 목적으로 다양한 노력들이 진행되고 있다.<sup>[2,3,4,6]</sup>

본 논문에서는 위에서 언급된 문제점을 극복하기 위하여 기존에 상용화된 금속 기반 TO 패키지에서 신호전달에 관여하는 실린더형 피드라인이 갖는 문제점을 알아 보았다. 그리고, 이를 해결하기 위한 방안으로 세라믹 기반의 패키지에서 사용되는 CPW 피드라인의 주파수 특성을 검토하고, 이들 패키지에 DFB LD 칩을 실장하여 제작된 LD 모듈의 주파수 특성을 측정하였다. 그리고 사용된 패키지 피드라인의 전달 특성을 HFSS와 ADS를 이용한 모델링을 통하여 측정 결과와 모델링 결과를 비교하였다. 그리고, 결론적으로 실제로 구현 가능한 세라믹 기반 TO 패키지의 구조를 제안하고, HFSS를 이용하여 설계된 패키지가 갖는 S 파라미터를 이론적으로 계산하여 제안된 패키지의 3 dB 주파수 대역폭을 추정하였다.

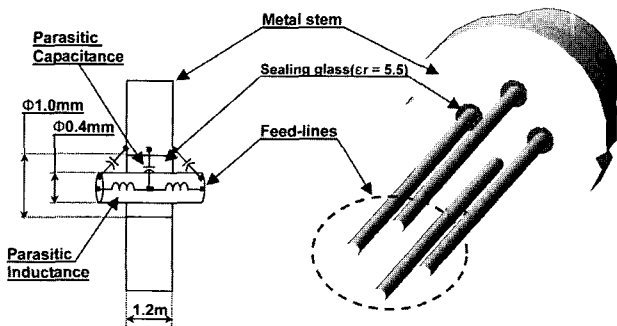
### II. 금속 기반 TO 패키지의 주파수 특성

광통신망의 광원으로 사용되는 LD 모듈의 주파수 특성은 LD 칩 자체의 주파수 특성, 즉 공진주파수(resonance frequency)와 이를 실장하고 있는 패키지의 신호전달부인 피드라인의 주파수 특성, 그리고 모듈을 구성하는 여러 가지 소자들 및 소자들 상

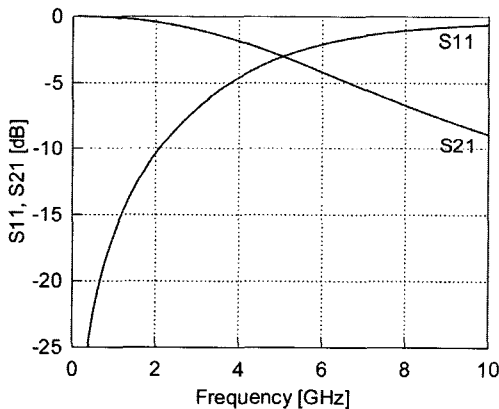
<sup>†</sup> E-mail: esyoon@alignedtech.com



(a) 금속 스템 기반 TO 패키지의 구조



(b) 금속 스템 기반 TO 패키지에 사용되는 실린더형 피드라인 구조



(c) 실린더형 피드라인의 주파수 특성 계산 결과

그림 1. 기존의 금속 기반 TO 패키지의 구조 및 피드라인의 주파수 특성.

호간의 기생 특성 등에 의하여 결정된다.<sup>[7]</sup> 이중 가장 큰 영향을 미치는 것이 LD 칩이 갖는 공진주파수와 외부에서 패키지 내의 LD 칩으로 신호를 전달하는 피드라인의 주파수 특성이다. 현재까지는 광원의 주파수 대역폭을 증가시키기 위해서는 LD 칩의 공진주파수를 높이는 방법이 주로 사용되었으나, 공진주파수가 충분히 높은 LD 칩의 경우에 이를 실장하고 있는 패키지의 피드라인에 의해 주파수 대역폭이 결정된다. 그래서 기존의 금속 기반 TO 패키지에서 사용되는 실린더형 피드라인과 세라믹 패키지에서 사용되는 피드라인

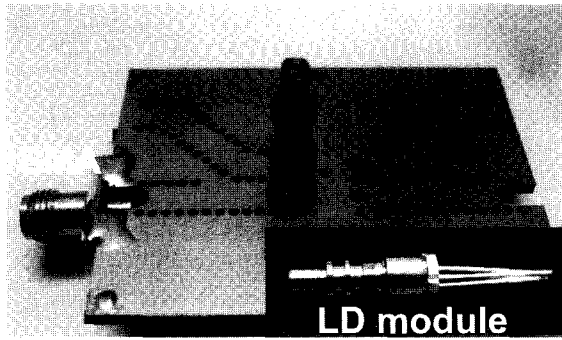
부분을 구조 시뮬레이터인 HFSS를 이용하여 주파수 특성을 계산하였다.

### 2.1 실린더형 피드라인의 주파수 특성 계산

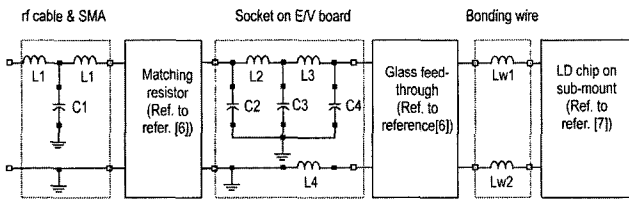
먼저 기존의 금속 기반 TO 패키지에서 사용되는 실린더형 피드라인의 구조가 그림 1(b)에 도시되어 있다. 일반적인 실린더형 피드라인은 직경 0.4 mm를 갖는 유연한 금속으로 제작되며, 이 피드라인은 특정 형태의 금속 스템에 직경 1.0 mm인 구멍에 그림 1(b)와 같이 고정된다. 신호의 전달을 위해서는 금속 스템과 전기적으로 절연되어야 하므로 스템과 피드라인 사이는 굴절률( $\epsilon_r$ )이 5.5 정도인 저용융 글래스(glass)를 이용하여 스템의 구멍과 동심원을 유지하도록 고정하여 밀봉된다. 이와 같은 피드라인 구조를 일반적으로 글래스 feed-through(GFT)라고 하며, 이와 같은 피드라인 구조에서는 피드라인 자체의 길이에 의한 기생 인덕턴스와 스템과의 사이에서 발생하는 기생 용량이 크게 나타날 것으로 예상된다.<sup>[6]</sup> 그래서 입력부의 피드라인의 길이는 납땀을 위해 2 mm로 가정하고 계산하였다. 실린더형 피드라인의 시뮬레이션에는 가장 일반적인 구조로 그림 1(b)와 같이 참고문헌 [6]에서 사용된 TO-56 패키지의 구조를 이용하였다. 그림 1(c)에서 알 수 있는 것처럼 금속 기반의 TO 패키지에 사용되는 GFT의 경우에는 이미 예상한 바와 같이 기생 인덕턴스와 기생용량에 의하여 주파수 대역이 증가함에 따라 반사손실(S11) 값이 매우 빠르게 증가하고, 전달특성(S21)은 5 GHz 정도의 3 dB 주파수 대역폭을 갖는 것으로 나타났다. 이 결과는 일반적으로 알려진 것처럼, 기존의 일반적인 금속 기반의 TO 패키지는 10 Gbps 급 데이터를 전송하기 위해서 S21의 3dB 대역폭이 10 GHz 이상이어야 하고, S11의 값이 -10 dB 이하이어야 한다는 조건을 만족하지 못한다는 것을 알 수 있다.

### 2.2 금속 기반 TO 패키지를 이용한 LD 모듈의 주파수 특성 측정

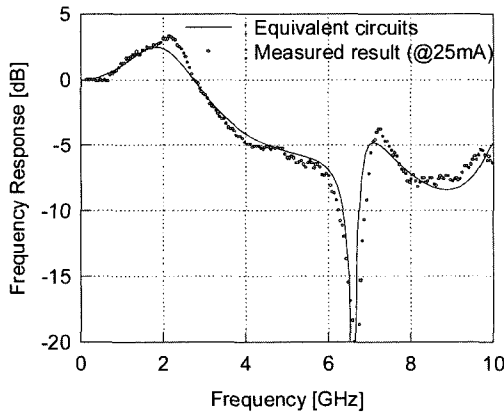
이 패키지에 LD 칩을 실장하여 LD 모듈로 조립하였을 경우, 이 모듈의 주파수 대역폭을 측정하면 패키지의 피드라인에 의한 영향을 분석할 수 있다. 일반적인 TO 패키징 공정을 적용하여 그림 2(a)와 같은 LD 모듈을 제작하였다. 제작된 모듈을 PCB(printed circuit board)를 이용한 평가보드(evaluation board)에 납땀하였다. 앞에서 계산된 조건과 동일하게 하기 위하여 그림 2(a)과 같이 스템을 밀착하여 피드라인이 2 mm이하로 짧게 연결되도록 하였다. 또한 임피던스 매칭 조건을 만족시키기 위하여 피드라인과 납땀되는 앞단에 43Ω를 붙인 후, 주파수 특성을 측정하였다. 그리고 LD 모듈에 사용된 소자들과 PCB 등의 소신호 등가회로를 이용한 모델링을 통하여 측정된 데이터를 확인하였다. 피드라인과 매칭저항의 소신호 등가회로는 참고문헌 [6]의 모델을 사용하였고, DFB LD 칩의 소신호 등가회로는 참고문헌 [7]의 모델을 이용하여 모델링하였다. 전체 모델링 등가회로는 그림 2(b)에 나타나 있으며, 모델링에 사용된 변수는 표 1에 나



(a) 금속 스템 기반 TO 패키지를 이용하여 조립된 LD 모듈 및 평가보드



(b) LD 모듈 및 평가보드의 등가회로



(c) 측정 및 모델링된 주파수 특성

그림 2. 금속 스템 기반 TO 패키지를 이용한 LD 모듈의 주파수 특성.

표 1. 기존의 금속 기반의 TO 패키지를 LD 모듈의 전체 등가회로

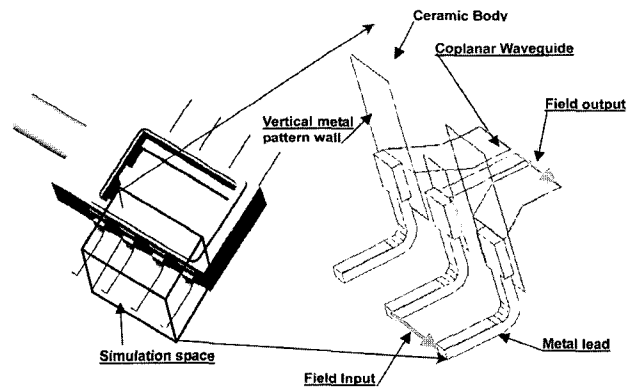
Parameters	Description	Value/Unit
L1	Inductance from rf cable	0.003 nH
L2	Inductance from socket	0.04 nH
L3	Inductance from socket	0.45 nH
L4	Inductance from feed-line	0.032 nH
Lw1	Inductance from bonding wire	0.11 nH
Lw2	Inductance from bonding wire	0.64 nH
C1	Capacitance from rf cable	0.95 pF
C2	Capacitance from socket	0.25 pF
C3	Capacitance from socket	0.3 pF
C4	Capacitance from socket	0.01 pF

타냈다. 측정된 주파수 특성과 모델링결과를 그림 2(c)에 나타냈다. 측정된 3 dB 주파수 대역폭은 약 3.5 GHz였으며, 모델링에서도 유사한 결과를 얻었다. 그러나 LD 칩의 공진주파수는 25 mA의 구동전류에서 7.3 GHz 정도로 측정되었기 때문에 LD 칩 자체의 3 dB 주파수 대역폭을 7.3 GHz 이상이라고 간주하면, 광모듈에 사용된 DFB LD 칩의 3 dB 주파수 대역폭이 7.3 GHz 이상이 되더라도, 사용된 패키지의 주파수 특성에 의하여 제작된 LD 모듈의 3 dB 주파수 대역폭은 3.5 GHz로 제한됨을 알 수 있다.

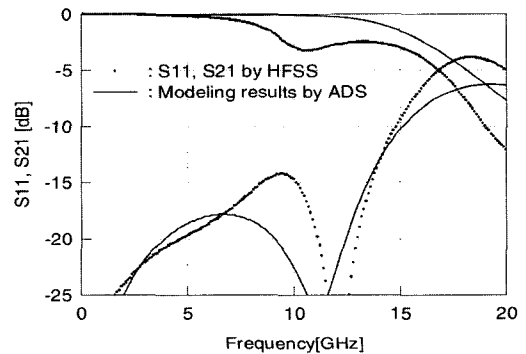
### III. 세라믹 패키지를 주파수 특성

#### 3.1 CPW 피드라인의 주파수 특성 계산

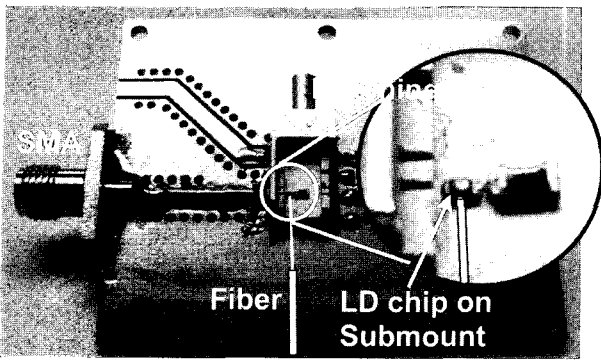
따라서 이와 같은 대역폭을 개선하기 위한 방안으로, 실린더형 피드라인보다 주파수 특성이 우수한 전송라인을 피드라인으로 이용한 세라믹 패키지의 주파수 특성을 분석하였다. 일반적으로 세라믹 패키지의 피드라인은 그림 3(a)와 같이 G-S-G(ground-signal-ground) CPW 구조를 가지며, 외부의 금속리드(metal lead)와 연결되는 세라믹 본체상의 금속 패턴(vertical wall metal pattern), 세라믹 본체(body) 내부의 CPW, 그리고 본딩패드(bonding pad)로 사용되는 세라믹 패키지 내부의 CPW로 구성된다.<sup>[8]</sup> HFSS 시뮬레이션을 위하여 그림



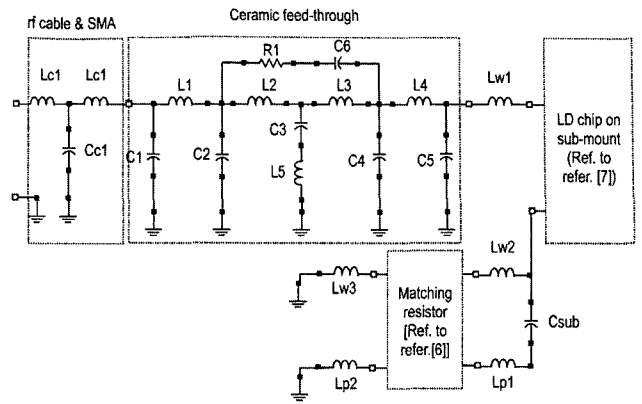
(a) 세라믹 기반 패키지의 CPW 피드라인 구조와 계산에 사용된 구조



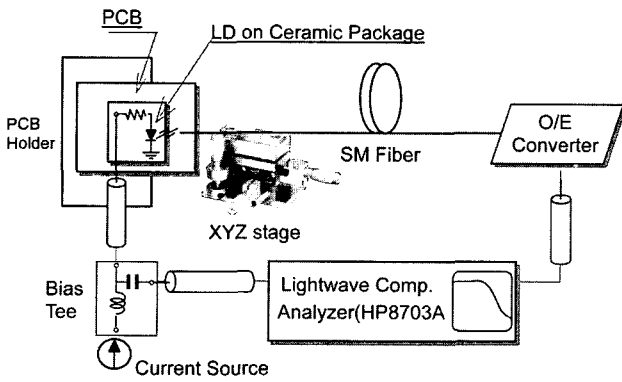
(b) CPW 피드라인의 HFSS 계산 결과 및 ADS에 의한 모델링 결과  
그림 3. 세라믹 기반 패키지의 피드라인 구조 및 주파수 특성.



(a) 세라믹 기판의 패키지를 이용하여 조립된 LD 모듈 및 평가보드



(a) LD 모듈 및 평가보드의 등가회로



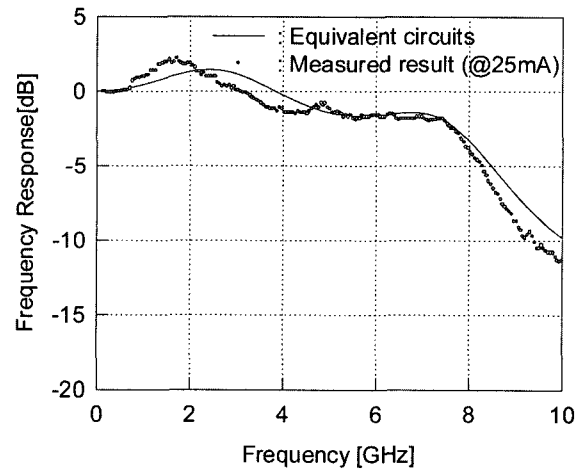
(b) 주파수 특성 측정 장치 및 구조도

그림 4. 세라믹 기판의 패키지를 이용한 LD 모듈의 주파수 특성.

3(a)에 나타난 것처럼 실험에 사용된 패키지의 구조와 동일하게 설계하여 HFSS 시뮬레이션을 실시하였다. 그림 3(b)에 나타난 것처럼 세라믹 기판의 패키지에 사용되는 CPW 피드라인의 경우에는 13 GHz 정도까지 S11 값이 -15 dB 정도의 값을 유지하고, S21의 3 dB 대역폭도 10 GHz 이상을 갖는 것을 알 수 있었다.

### 3.2 세라믹 패키지를 이용한 LD 모듈의 주파수 특성 측정

이 세라믹 패키지를 이용한 LD 모듈의 주파수 특성을 분석하기 위해서 그림 4와 같이 LD 모듈을 제작하였다. 일반적인 패키지 공정을 이용하지 못하기 때문에 LD chip-on-submount와 매칭저항을 세라믹 패키지 내에 장착하고 본딩패드와 LD 칩의 양극(anode), LD 칩의 음극(cathode)과 매칭저항은 금 와이어(wire)로 본딩(wire bonding)하였다. 그리고 그림 4(a)와 같이 이 모듈을 평가보드에 장착하여 고정하고, XYZ 스테이지(stage)를 이용한 미세정렬을 통하여 직접 광섬유로 결합하여 제작된 모듈의 주파수 특성을 측정하였다. 측정에 사용된 측정장치는 그림 4(b)에 나타났다. 그리고 이때 측정된 결과를 검증하기 위하여 금속기반의 TO 패키지의 경우와 같이 소신호 등가회로를 이용하여 모델링하였다. DFB LD 칩, 칩저항, rf 케이블 및 SMA 콘택서 부분의 등가회로는 앞에서



(b) 측정 및 모델링된 주파수 특성

그림 5. 세라믹 기판의 패키지를 이용한 LD 모듈의 등가회로 및 주파수 특성.

사용된 것과 동일한 소신호 등가회로를 이용하였다. CPW 피드라인 부분의 등가회로는 앞의 HFSS를 이용한 S 파라미터로부터 ADS를 이용하여 직접 모델링하여 사용하였다. 모델링에 의한 결과는 그림 3(b)에 나타났다. 모델링에 의해 구해진 전체 외로도는 그림 5(a)에 나타냈고, 추출된 변수는 표 2에 나타났다. 그리고 모델링 및 측정 결과는 그림 5(b)에 나타나 있으며, 3 dB 주파수 대역폭은 이전의 실린더형 피드라인을 이용한 경우보다 현저히 높은 7.8 GHz임을 알 수 있다.

## IV. 논의와 세라믹 기반 TO 패키지의 제안

이상의 두 결과를 비교하면 동일한 주파수 특성을 갖는 LD 칩을 이용하여 LD 모듈을 제작하는 경우라도 사용된 패키지 피드라인의 주파수 특성에 따라 LD 모듈의 주파수 특성은 매우 다를 수 있다는 것을 알 수 있다. 특히 LD 모듈의 주파수 특성에서 기준이 되는 3 dB 주파수 대역폭은 기존의 실린더형 피드라인을 장착한 TO 패키지를 이용하여 제작한 LD

표 2. 세라믹 기반의 패키지를 이용한 LD 모듈의 전체 등가회로

Parameters	Description	Value/Unit
R1	rf matching resist. of ceramic package	51 Ohm
C1	Ceramic package	0.01 pF
C2	Ceramic package	0.05 pF
C3	Ceramic package	0.2 pF
C4	Ceramic package	0.089 pF
C5	Ceramic package	0.077 pF
C6	Ceramic package	0.08 pF
L1	Ceramic package	0.29 nH
L2	Ceramic package	0.37 nH
L3	Ceramic package	0.056 nH
L4	Ceramic package	0.81 nH
L5	Ceramic package	1.3 pH
Lc1	Inductance from rf cable	0.003 nH
Cc1	Capacitance from rf cable	0.65 pF
Lw1	Inductance from bonding wire	1.38 nH
Lw2	Inductance from bonding wire	0.018 nH
Lw3	Inductance from bonding wire	0.018 nH
Lp1	Inductance from package case	0.008 pF
Lp2	Inductance from package case	0.008 pF

모듈의 경우에는 3.5 GHz 정도의 대역폭을 가지는 것으로 분석되었으나, CPW 피드라인을 장착한 세라믹 패키지를 이용한 LD 모듈의 경우에는 약 7.8 GHz 정도의 주파수 대역폭을 가지는 것으로 나타났다. 이것은 LD 칩의 공진주파수가 7.3 GHz 정도로 높은 3 dB 주파수 대역폭을 가지고 있으나 사용된 패키지의 주파수 대역폭이 낮은 경우에는 LD 모듈의 주파수 대역폭은 사용된 패키지의 주파수 대역폭에 의하여 결정되고, 사용된 패키지의 주파수 대역폭이 충분히 높은 경우에는 그림 5(b)의 결과와 같이 LD 칩의 공진주파수에 의해 LD 모듈의 주파수 대역폭이 결정된다는 것을 알 수 있다. 따라서 실린더형 피드라인을 이용한 금속 기반의 패키지를 이용한 경우에 비하여, 주파수 대역폭인 높은 CPW 피드라인을 이용한 패키지를 이용한다면 LD 칩이 갖는 최대한의 주파수 대역까지 LD 모듈의 주파수 대역폭을 높일 수 있다고 사료된다. 이것은 기존의 금속시스템을 비전도성 유전체 재질로 교체한다면, 기존의 실린더형 피드라인을 CPW 피드라인으로 변경하는 것이 가능하다. 또한, 이와 같은 CPW 피드라인을 장착한 TO 패키지를 이용한다면 LD 모듈의 주파수 대역폭을 LD 칩이 갖는 주파수 특성 정도까지 획기적으로 증가시킬 수 있을 것이다.

이상의 가정을 근거로 하여 금속 기반의 스템을 LTCC(low temperature cofired ceramic)<sup>[9]</sup>로 대체하여 CPW 피드라인을 이용한 새로운 세라믹 스템 기반의 TO 패키지(ceramic stem based TO package)를 제안하였다. 개략적인 구조를 살펴보면 다음과 같다. 스템을 LTCC로 변경하여 기존의 실린더형 피

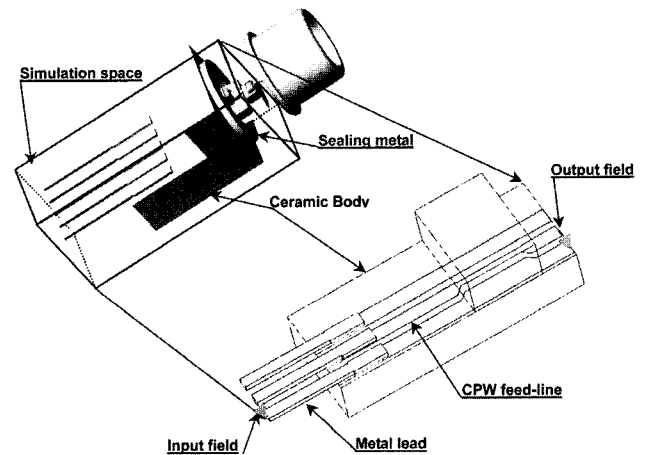


그림 6. 제안된 세라믹 기반의 TO 패키지의 개략도와 HFSS 계산 구조.

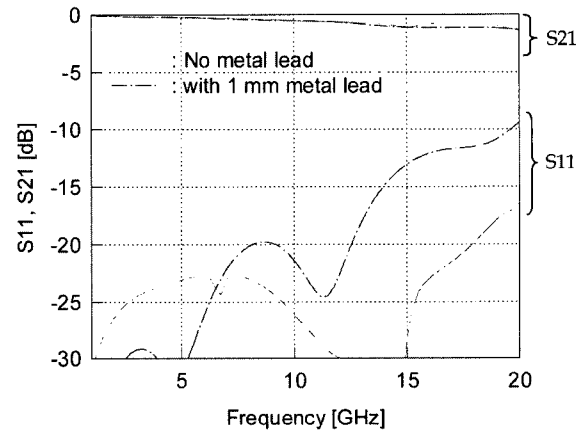


그림 7. 제안된 세라믹 기반의 TO 패키지의 HFSS 계산 결과.

드라인을 CPW 피드라인으로 대체하였다. 기존의 TO-56의 형태를 이용할 수 있도록 단면의 크기를 5.6×5.6 [mm<sup>2</sup>] 크기를 유지하였으며, 기존과 동일한 크기의 렌즈캡(lens cap)을 사용할 수 있도록 밀폐판(sealing metal)을 설계하였다. 제안된 패키지의 도면은 그림 6에 나타났다. 이 구조를 이용하여 S 파라미터를 계산하였다. 그림 6의 개략도에 나타난 것처럼 제안된 구조는 기존의 세라믹 패키지와 유사하게 CPW 피드라인을 세 영역으로 나누어 설계하였다. 각각의 영역에서 임피던스 매칭을 위하여 다른 폭의 전송라인으로 설계하였으며, 각 영역사이의 폭이 변화되는 지점에서는 편의상 45도 경사각으로 폭을 증가 또는 감소시켜 전송라인의 특성 임피던스가 급격히 변하지 않게 하였다. HFSS 시뮬레이션 결과는 그림 7에 나타났다. 기존의 TO 패키지와 비교하면 제안된 TO 패키지는 매우 낮은 S11 값을 갖고, S21은 20 GHz 이상의 3 dB 주파수 대역폭을 갖는 것으로 분석되었다. 그래서 제안된 방법을 이용하면 기존의 실린더형 피드라인에서 발생하던 기생 용량과 기생 인덕턴스에 의해 발생하던 주파수 대역폭의 문제점이 충분히 해결된 것을 확인할 수 있었다.

## V. 요약

본 논문에서는 실린더형 피드라인을 이용한 금속 기반의 TO 패키지가 갖는 주파수 특성의 한계를 분석하고자 DFB LD 칩을 금속 TO 패키지에 조립한 경우와 CPW 피드라인을 이용한 세라믹 패키지에 조립한 경우에 대하여 주파수 특성을 분석 비교하고, 등가회로 분석을 통하여 세라믹 재질을 이용한 경우가 기존의 금속 기반의 TO 패키지를 이용한 경우보다 훨씬 우수한 특성을 갖는다는 것을 보였다. 이상의 결과를 바탕으로 10 Gbps 급의 광대역 데이터 전송이 가능한 새로운 형태의 CPW 피드라인을 채용한 세라믹 기반은 TO 패키지를 제안하고 가능한 구조를 제시하였다. 제안된 패키지는 HFSS를 이용한 계산에서 기존의 금속 기반의 TO 패키지에 비하여 월등한 주파수 대역폭을 갖는 것으로 분석되었다.

## 참고문헌

- [1] H. V. Tongeren, J. W. Kokkelink, and H. Tjassens, "A small coaxial laser module for the Gb/s transmission-speed range," *IEEE Trans. Component, Packaging, and Manufacturing Technology-part B.*, vol. 18, no. 2, pp. 227-231, 1995.
- [2] 김형문, 김정수, 오대곤, 주홍로, 박성수, 송민규, 광봉신, 김홍만, 편광의, "10 Gb/s 급 광통신용 1.55 um SI-PBH DFB-LD의 제작 및 특성 연구," *한국광학회지*, vol. 8, pp. 327-332, 1997.
- [3] A. Ebberg, R. Bauknecht, M. Bittner, M. Grumm, and M. Bitter, "High performance optical receiver module for 10 Gbit/s applications with low cost potential," *Electronics Letters*, vol. 36, pp. 741-742, 2000.
- [4] A. Ebberg, F. Auracher, and D. Borchert, "10 Gbit/s transmission using directly modulated uncooled MQW ridge waveguide DFB lasers in TO package," *Electronics Letters*, vol. 36, pp. 1476-1477, 2000.
- [5] 김동철, 심종인, 박문규, 어영선, "10 Gb/s XFP transceiver 용 transmitter optical sub-assembly (TOSA)의 RF 설계/제작 및 주파수 특성 해석," *한국광학회지*, vol. 15, pp. 349-354, 2004.
- [6] I. H. Choi, "Design and analysis of TO can packages for 10 Gbps optical module," *고려대학교 석사논문*, 2003.
- [7] J. H. Lee, S. K. Nam, S. H. Lee, and J. C. Jeong, "A complete small-signal equivalent circuit model of cooled butterfly-type 2.5 Gbps laser modules and its application to improve high frequency characteristics," *Advanced Packaging*, vol. 25, pp. 543-548, 2002.
- [8] P. Firth, J. Frser, P. Ayliffe, and E. M. Kimber, "High speed optoelectronics packaging technique," *Opto-Electronic Interfacing at Microwave Frequencies, IEE Colloquium*, pp. 9/1-9/6, 1999.
- [9] B. Hunt and L. Devlin, "LTCC for RF modules," *Packaging and Interconnects at Microwave and mm-Wave Frequencies IEE Seminar*, pp. 5/1-5/5, 2000.

## Frequency Characteristic Estimation of Ceramic Stem based TO Package using a Coplanar Waveguide Feed-line for 10 Gbps Data Transmission

Euy-Sik Yoon<sup>†</sup> and Myoung-Jin Lee

*Aligned Technologies Inc.*

205-7, Anyang 7-dong, Manan-Gu, Anyang-Si, Gyeonggi-Do, 430-817, Korea

<sup>†</sup>E-mail: esyoon@alignedtech.com

Ji-Chae Jung

*Department of Radio Engineering, Korea University*

1, 5Ka, Anam-Dong, Sungbuk-Ku, Seoul, 136-701, Korea

(Received June 12, 2007, Revised manuscript July 31, 2007)

A ceramic stem based TO package incorporating a coplanar waveguide feed-line has been proposed allowing for 10 Gbps grade data transmission. The frequency response of a cylindrical feed-line for a conventional metal based TO package was first analyzed, and compared with that of the CPW feed-line used for a ceramic based package such as a butterfly package. For the case where a DFB LD chip is packaged to an LD module, the measured 3 dB frequency bandwidths for the conventional and proposed packages were 3.5 GHz and 7.8 GHz respectively, which agree well with the theoretical results obtained from the modeling based on the small signal equivalent circuits. Consequently, we proposed a novel ceramic based TO package with a CPW feed-line in ceramic material as a stem to improve the frequency characteristics of the conventional one. And, its performance was theoretically observed to confirm that the proposed package provides even wider frequency bandwidth compared to the conventional one.