

Butterfly type 광패키지의 제작 및 특성 평가

조현민, 유찬세, 강남기, 이승익*, 한기우*, 유명기*
전자부품연구원 고주파재료연구센터, * (주)래피더스
(e-mail : chomin@keti.re.kr, ltcc@hanmir.com)

Optical transmitter and receiver are the essential components for optical communication. For these components, butterfly type packages are used which are comprised of metal housing, multilayer ceramic inserts, lead and window. In this study, 2.5 Gbps DFB(Distributed-Feedback) LD(Laser Diode) package was fabricated and characterized. Metal housing showed good thermal conductivity (200W/mK) and well matched TCE(6.7ppm/K) with GaAs chip. Ceramic inserts also showed good VSWR(Voltage Standing Wave Ratio) characteristics(<2.0). By brazing technology, all the elements were combined and sealed. RF characteristics of the package mounted on the PWB was also tested.

1. Introduction

인터넷과 휴대통신의 영상정보통신에 대한 요구를 만족하기 위한 시스템 및 이에 대한 기술적 요구가 현재 폭발적으로 늘고 있는 추세이며, 이에 따라서 차세대 초고속통신망 및 광컴퓨터 등에서 핵심요소인 광부품과 광모듈에 대한 수요 역시 급격히 증대하고 있는 상황이다[1]. 광부품에 대한 연구는 현재 초고속화, 대용량화, 복합화, 소형화, 신기능화, 저가격화를 위한 연구가 선진국을 중심으로 활발히 진행되고 있다.

신호 처리 및 통신의 고속화 추세에 따라서 저잡음 고출력 증폭기나 광통신 소자로서 GaAs 화합물 반도체의 채택이 증가되면서, 반도체 단위 면적당 전력의 크기가 증대되고 통신 주파수가 고주파수화 되면서 모듈의 성능을 유지할 수 있는 신뢰성 있는 패키징 및 패키지 기술이 크게 요구되고 있는 실정이다[2]. 특히, 이 분야의 고출력 통신 장비는 다량의 열을 발생하므로 높은 신뢰도를 갖는 구조의 패키지 기술개발은 더욱 필요한 실정이다.

Butterfly type 광패키지는 주로 광 Transmitter, Receiver 모듈에 사용되는 패키지로서, 금속과 세라믹이 접합된 형태로 다양한 기반기술을 요구하는 패키지이다. 이에 필요한 기술을 열거하면, 금속 Body 및 세라믹 Insert 의 재료기술 및 제작기술, 이종 재료 접합기술, RF 설계 및 측정기술 등이다. 본 연구에서는 이러한 기반기술들을 이용하여 우수한 열전도 특성 및 RF 특성을 갖는 광패키지를 제작하고 특성을 평가하였다.

2. Experimental

(1) 금속 Housing 의 제작

일반적인 Butterfly 타입 광패키지는 sheet형의 W-Cu가 밀면을 이루고 있고, lead가 제공되는 wall과 광케이블이 인입되는 파이프는 Kovar를 재질로 하는 구조를 갖고 있다. 본 연구의 경우, 밀면과 wall을 동일 재질로 하여 이중접합이 없도록 하고, 열전달이 우수하고 반도체 기판과 열팽창계수가 유사한 15~20 wt% Cu-W합금을 재료로 하였다. 제작 공정은 분말사출 성형공정을 적용하여 기계가공이 없거나 최소화될 수 있도록 하였으며, 약 2 μm 내외의 텅스텐 분말 성형체를 1400~1500°C 범위에서 20시간 동안 소결한 뒤, Cu를 infiltration 하여 원하는 합금조성의 Housing을 제작하였다.

(2) MLC(Multi-Layer Ceramics) 부분품 제작

기존에 광패키지 MLC 부분품 재료로 사용중인 Alumina (Al_2O_3) 및 저온소결 glass-ceramics 복합체인 LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics)를 이용하여 각각 MLC 부분품을 제조하였으며, 제조공정은 일반적인 세라믹 적층공정을 이용하였다.

(3) 조립 및 특성평가

제작된 각 부분품을 Brazing을 통하여 일체화시키는 공정을 거쳤다. 제작된 부분품은 금속 Housing과 MLC 부분품을 비롯하여, 광신호 및 전기신호의 입출력에 사용되는 Sapphire window, Lead, Pipe 등이었다. Brazing Filler 는 Ag-Cu 합금을 이용하였으며, 약 800 °C에서 brazing을 실시하였다. 또한, 각 부분품 및 조립된 패키지에 대해 기본적 물성 및 RF 측정하여 평가하였다. 그림 1에 각 제작 공정의 모식도를 나타내었다.

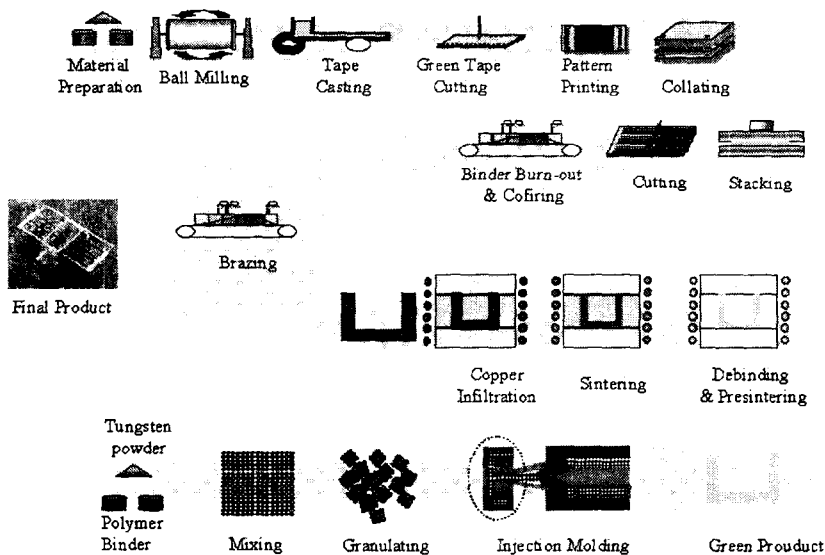


그림 1. Butterfly type 광패키지의 제작공정

3. Results and Discussion

(1) 금속 Housing 의 제작 및 특성 평가

텅스텐-구리계 합금은 상호 불용계이며 그 용점차가 커서 분말야금법을 적용하는 것이 필연적인 것으로 알려져 있다. 또한 최근 실형상화 기술로서 분말사출성형법이 산업계에 널리 활용되고 있기 때문에 이의 공정을 적용하여 기계가공이 없거나 최소화될 수 있도록 공정변수를 조사하였다. 그림 2는 텅스텐의 입도별로 소결온도에 대하여 소결밀도를 측정된 결과이다. 목표 물성을 얻기 위해서는 2 미크론 내외의 텅스텐 분말 성형체를 1400 - 1500 °C 범위에서 20시간 동안 소결하는 것이 적절하였다. 이렇게 선정된 분말에 대하여 고분자 결합제를 첨가하여 소위 사출용 feedstock를 제조하고 사출성을 평가한 결과, 부피비로 60%의 solid loading이 실형상화를 달성하는데 적합하였다. 사출제 속에 배합되어있는 고분자 결합제를 제거하고 1400 - 1500°C 범위에서 20시간 동안 소결한 뒤, 기공도에 해당하는 Cu를 침량하여 1200°C에서 용침(infiltration)한 결과, 98%이상의 이론밀도를 얻을 수 있었다. 그림 3은 제작된 금속 Housing sample을 보여주고 있다. 측정 결과 본 연구에서 선정한 조성의 합금계는 열전도도 200W/mK, 열팽창계수 6.7ppm/K로서 나타나 패키징용 금속 Housing 으로서 우수한 특성을 나타내었다.

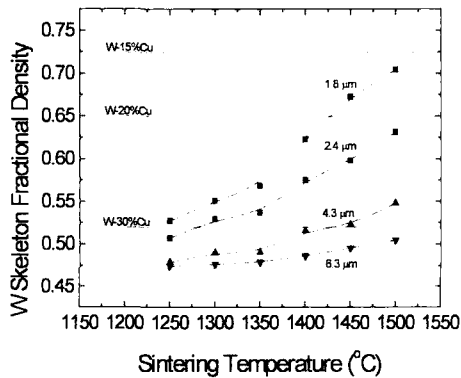


그림 2. 텅스텐 분말의 입도별로 측정된 소결온도에 대한 소결밀도

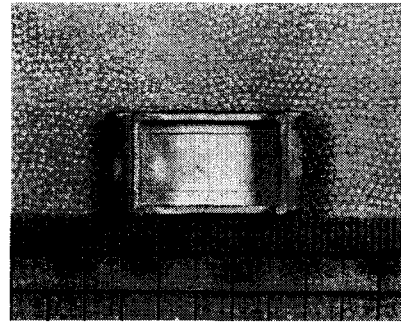


그림 3. 소결된 상태의 금속 Housing

(2) MLC 부분품의 제작 및 특성 평가

MLC 부분품은 기존의 알루미나와 함께 LTCC를 이용하여 함께 제작하고 고주파 특성을 분석하였다. 부분품은 300 μm 이상의 Green sheet를 이용하여 제작하였다. 그림 4는 제작된 MLC 부분품으로서 좌, 우 2가지로 형태로 제작되었으며, 50 ohm matching을 위한 stripline을 유전율 및 두께에 맞게 설계하여 제작하였다. stripline 의 고주파 측정을 위하여 측정 치구를 제작하고 네트워크 분석기로 측정한 결과, 알루미나와 LTCC 모두 약간의 차이는 있지만, VSWR 이 2.0 이하의 값을 나타내었다.

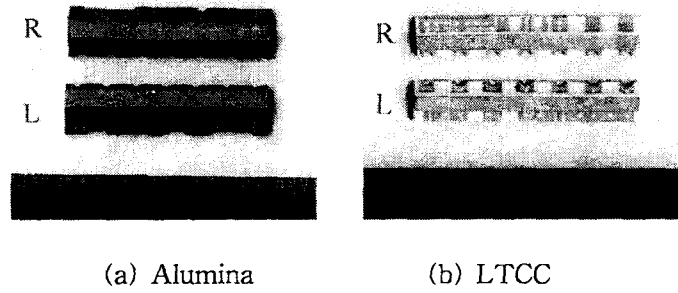


그림 4. 제작된 MLC 부분품의 사진

(3) 패키지 조립 및 특성 평가

제작된 금속 Housing 및 MLC, window, lead 등을 brazing 공정을 통해 조립하고 실제 PCB 기판위에 실장된 상태의 RF 특성을 측정하였다. 그림 5는 제작된 패키지의 사진과 RF 측정 결과으로, 패키지가 기판에 실장되었을 때 lead 에 의한 inductor 성분이 작용하여 50 ohm에서 상당히 벗어난 것으로 확인할 수 있었다. 따라서, 실제 chip 실장시에 이러한 패키지의 특성을 고려한다면, 전송손실을 최소화할 수 있을 것이다.

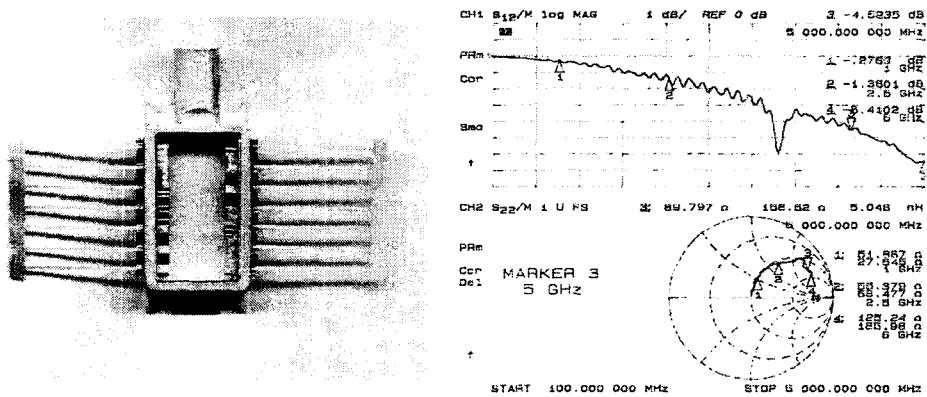


그림 5. 제작된 2.5 Gbps 급 DFB LD package 및 RF 특성

References

1. "Optical Components Markets : 2000-2004", Communications Industry Researchers, Inc. 2000.
2. S. Lindgren et al. "Packaging of High Speed DFB Laser Diodes", 22nd European Conf. on Optical Comm.(ECOC'96), Oslo, pp 97-102, 1996.