

# 광모듈 패키지용 Window 의 Metallization Pattern 제작 및 특성 평가

## (Fabrication and Characterization of Window Metallization Pattern for Optical Module Package )

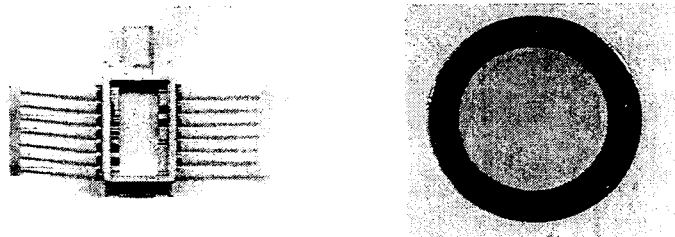
조현민, 단성백\*, 류현위\*\*, 강남기  
전자부품연구원 고주파재료연구센터  
\* 주) 썬라닉스, \*\* 주) 래피더스

### Abstract

Optical module package is a hermetic metal-ceramic package for carrying optical IC. In case of LD(laser diode) module, window is used for both the path of optical signal and hermetic sealing of package. So, window has the metallization pattern on the surface for brazing process with package wall. In this study, several method were investigated for metallization. Thin film, thick film and mixed method were used for fabrication of metallization pattern. After brazing process, hermeticity and adhesion strength were tested for charaterization of metallization pattern.

### 1. Introduction

광모듈용 Butterfly 패키지는 능동소자 모듈에 일반적으로 사용되는 패키지이다. 그림 1 은 능동소자 모듈에 사용되는 패키지(그림 1(a))로서 패키지의 세부 모양은 차이가 있지만 기본적으로는 Metal body 내의 Cavity 에 모듈을 실장하고 wire bonding 등을 통해 세라믹 절연체 표면의 패턴에 연결하고 이것이 패키지 외부의 Lead 선을 통해 PCB 에 실장하여 사용하게 된다. 패키지는 Kovar 또는 Cu-W 로 이루어진 바닥재, Wall, Lead, Ferrule 등 금속 부품과 다층 세라믹 기판으로 제작되는 세라믹 절연체 및 신호선 패턴, 광신호 입, 출력 부분에 부착되는 window (그림 1(c))등 다양한 부분품들로 이루어져 있다. [1]



(a) 2.5Gbps BTF 용 패키지 (b) 광패키지용 Window

그림 1. 2.5GHz BTF LD module용 패키지, 광패키지용 Window

이러한 광 패키지에 사용되는 Window 는 광 신호 입출력을 위해 98% 이상의 높은 투과율을 요구하게 된다. 사용되는 window 재료는 일반적으로 Sapphire 가 사용되고 있으며, 최근에는 가격 경쟁력을 높이기 위해 Hard glass도 채용 빈도수가 서서히 높아지고 있는 추세이다. 또한, Hermetic Sealing 이 되어야 하므로,  $1 \times 10^{-8} \text{cc/s}$  이상의 기밀성을 유지하며 Leak 가 발생하지 않는 구조로 되어 있어야 한다. 따라서, Bare Window 위에 Ring 형태의 Metal Pattern을 입히는 Metallization 공정, Metallized window를 패키지와 접합시키는 공정 기술이 상당히 중요하다. 본 연구에서는 광 송수신 모듈 패키지에 사용가능한 Sapphire window를 개발하고자 Metallization 공정을 여러 가지 방법으로 진행하고 그 특성을 평가하였다.

## 2. Experimental

본 연구에서는 광 패키지용 window 의 Metallization Pattern을 제작하기 위해서 박막 및 후막 공정 등 다양한 공정을 이용하여 우수한 부착특성 및 접합특성을 가지는 최적 조건을 구현하고자 하였다. 제작 공정은 각 공정방법 별로 5가지 형태로 진행되었으며 사용된 기판은 Sapphire 였다. 그림 2 는 본 연구에서 시도된 박막 및 후막 공정을 이용한 Metallization 방법이다.

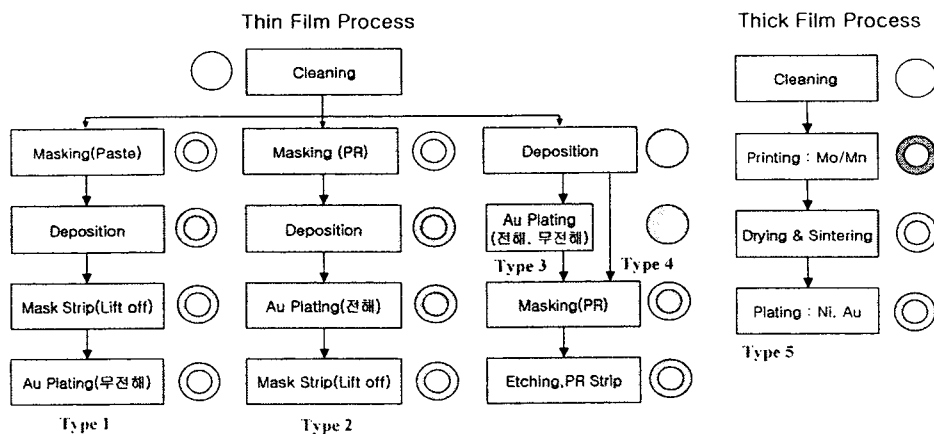


그림 2. 박막 및 후막 공정을 이용한 Window Metallization 방법

### 3. Results and Discussion

#### (1) Metallization Pattern 의 제작

##### (a) Type 1

Type 1 은 PR 대신에 후막 페이스트를 이용하여 마스크로 사용하고자 하였다. Ag 페이스트로 마스크를 인쇄한 샘플은 스퍼터링을 이용하여 TiW/Pd/Au 구조로 박막을 증착하였다. Lift off 공정후, 무전해 금도금을 통해 금의 두께를 증가시켰다. 도포된 Ag 페이스트의 양이 적은 경우는 스퍼터링시 윈도우 내부에 여러군데 Spot 발생이 나타났으며, Pattern Sharpness 가 저하되었고, 금도금시 Spot 으로부터 금도금 석출 현상이 발생하였다. 따라서, 페이스트의 양을 증가시켜 향상된 결과를 얻었으나, Back side에 금도금 석출 문제가 여전히 존재하였다. 또한, 세정 공정에 의한 금도금 석출물 제거에 한계가 있으며 장시간 Ultrasonic Cleaning 이 적용되어 Pattern 표면에 많은 Scratch가 발생하였다.

##### (b) Type 2

Type 2 는 Positive PR을 이용하여 마스크를 패터닝하고, 스퍼터링으로 박막을 증착한 뒤 금도금을 하고 Lift-off 로 패터닝하는 공정이다. 공정을 완료한 결과, Thick Film 공정에서 문제가 된 Align의 정확도, Spot 잔류, 금도금 석출은 발생되지 않았으나 전해 도금으로 두께가 증가된 상태에서 Pattern Edge부의 완전 제거가 불가능하고 과도한 Ultrasonic Lift off 공정 적용함으로써 Pattern 표면에 damage가 발생하는 문제를 가지고 있었다.

##### (c) Type 3, 4

Type 3, 4 는 우선적으로 스퍼터링으로 박막을 증착한 뒤, Lithography 공정으로 패터닝하는 순서로 이루어져 있으며, type 3의 경우는 스퍼터링 후 도금을 통해 금두께를 증가시킨 뒤 Type 4 와 마찬가지로 패터닝하는 공정을 거치게 된다. 각각의 공정 조건은 Type 2 에서의 공정조건과 동일하였으며, 공정결과 ① Spot 발생 ② 금도금 석출에 투과도 저하 ③Pattern Edge 부 Bridge 현상 등의 문제가 없는 가장 우수한 공정으로 판단되었다.

##### (d) Type 5

Type 5 는 후막공정만을 이용하여 사파이어 window 의 Metallization Pattern을 제작하는 공정으로 가장 공정이 간단한 특징을 가지고 있다. 하지만, 후막공정이 가지고 있는 근본적인 문제는 해결할 수 없으므로, Edge Definition 이 박막공정에 비해 좋지 않고, 표면 Roughness 가 크며, 고온 공정을 거치므로 기판 및 오염 및 Damage 가능성이 존재하게 된다. 사용되는 페이스트는 Mo/Mn 페이스트였으며, 실험 결과 소결후 페이스트의 수축률이 크고, 기판 부착력이 나빠 패턴이 떨어지거나 수축하여 윈도우 안쪽으로 들어간 형태가 많이 발견되었다. 따라서, 소결중 페이스트의 기판 부착력 및 수축률 제어를 위한 페이스트 개질이 필수적임을 확인할 수 있었다.

(2) 제작된 window 의 특성 평가

(a) window 의 기밀성 평가

제작된 window 의 기밀성은 He leak detector를 이용하여 먼저 Kovar Ferrule 에 윈도우를 브레이징 한 뒤 기밀성을 판단하였다. 기밀성 평가결과, Type 1~3 까지는 기밀성이 유지되었으나, Type 4와 Type 5의 경우는 leak 가 발생되었다. 이러한 기밀성의 문제는 기관과 Metallization Pattern 과의 부착력 문제, 브레이징 공정 시 Filler metal 의 Wetting 문제, Pattern 의 표면조도가 거친 경우 등이 해당될 수 있으며, 윈도우의 접합강도 평가 시 그 원인을 확인할 수 있었다. Type 4 의 경우는 실제 브레이징 공정 시 Filler Metal 의 Wetting 이 잘 일어나지 않았으며, Type 5 의 경우는 수축률 차이에 의한 Stress 가 브레이징 시 Release 되면서 Pore 가 발생하여 기밀성의 저하를 가져온 것으로 판단된다.

(b) window 의 접합강도 평가

Kovar pin을 Window 위에 놓고 브레이징한 뒤 Push-pull gauge 로 window 의 접합강도를 평가하였다. 각 type 별 접합강도 평가 결과 및 파괴 양상은 표 2 와 같으며, Type 3의 경우 가장 우수한 특성을 나타내었다.

표 1. 사파이어 윈도우의 접합강도 평가 결과

Sample #	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Max.Force to Failure	0.5 Kg	0.65 kg	0.80 kg	unable (too weak)	unable (too weak)
Failure 양상	Pattern/기관	Filler Metal	Filler Metal	Filler Metal /Pattern	Plating/Pattern

위의 결과로부터, 기관과 Metallization 패턴과의 부착력이 우수한 경우는 브레이징 후에도 우수한 부착력을 보여주었으며, 부착력이 매우 미흡했던 Type 4의 경우는 브레이징 Filler metal 과 패턴과의 wetting 이 미흡하였고, Type 5의 경우는 도금층이 탈락되면서 바로 끊어지는 현상을 보였다.

References

[1] Takai, A. et al., "Package technology for STM-16 optical Tx/Rx and IC's", Proceedings of Electronic Components and Technology Conference, pp 141-146 1991.