

LTCC 기판의 Particle Size 에 따른 Ag-Pd 전극의 Soldering 특성 변화

(Soldering characteristics of Ag-Pd electrodes in relationship
to differing particle size of LTCC substrate)

조현민, 유명재, 박종철
전자부품연구원 고주파재료연구센터

Abstract

Solder leaching resistance of the metal electrode is an important factor with regard to adhesion properties of ceramic substrate. In the Low Temperature Co-fired Ceramics (LTCC), Ag-Pd or Ag-Pt pastes are used instead of pure Ag paste to prevent leaching. Solder leaching behavior of the Ag-Pd paste in relation to LTCC raw material powder size was investigated. First fabrication of LTCC green tape with different particle size was done. LTCC substrates with Ag-Pd electrode were prepared using conventional multilayer ceramic process. Dipping test was performed to test solder leaching behavior of the electrode. Ag-Pd electrode on LTCC substrate with smaller particle size achieved higher solder leaching resistance.

1. Introduction

후막 페이스트를 이용하여 세라믹 부품의 외부 전극을 형성하는 경우, 가장 중요한 특성이 기판에의 Adhesion 이라고 볼 수 있다. 특히, 외부전극은 solder와 접하고 있으며, soldering 공정 중에 시간이나 온도가 지나치면 전극 metal 이 leaching 되는 현상이 발생하고 이 때문에 Adhesion 특성이 급격히 저하되는 특징이 있다. 따라서, LTCC 에서는 Ag를 전극으로 사용할 때, Ag 대신 Ag-Pd 또는 Ag-Pt 등으로 합금전극을 이용하여 leaching 현상을 줄이고 있다. 하지만, Pd 나 Pt 의 경우 가격이 상당히 높으므로 함량을 줄이면서도 leaching 특성이 우수한 페이스트를 개발하려는 노력이 많이 진행되었다. [1]

LTCC 를 이용한 세라믹 적층공정은 기본적으로 green tape을 제조하고 후막 인쇄공정과 Lamination 공정을 통해 일체화시킨 뒤 소성함으로써 원하는 기판 또는 부품을 제조하게 된다. LTCC 는 일반적으로 850 ~900 °C 부근에서 소결이 이루어지며, Ag 페이스트의 경우 이보다 낮은 온도에서 수축이 일어난다 (그림1). 따라서, green tape 의 미세구조는 소성체의 미세구조를 결정하는 중요한 역할을 하고, green tape 제조시 사용된 원료분말의 크기가 가장 큰 영향을 준다고 생각된다. 따라서, 본 연구에서는 원료분말의 크기가 페이스트의 Adhesion 과 solder leaching 특

성에도 영향을 줄 것이라는 가정 하에, 페이스트 조성 개발을 통해 leaching 특성을 개선하는 것이 아니라, LTCC 기판의 Particle size 변화가 leaching 에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

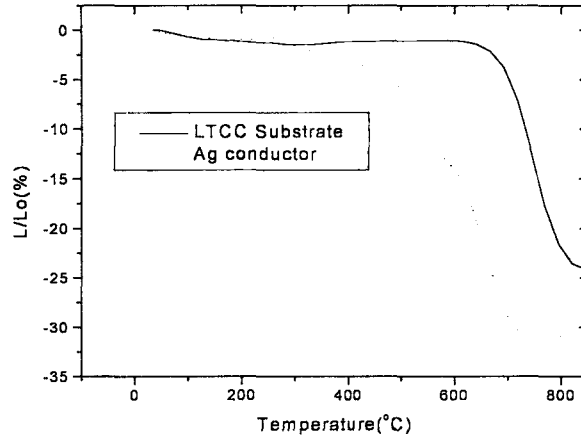


그림 1. LTCC 기판과 Ag 전극의 소결 경향 비교

2. Experimental

(1) LTCC 기판 및 Ag-Pd 전극 제조

LTCC 원료분말(유전율 7.8)의 분말크기를 변화시키기 위해 Attrition mill을 이용하여 milling 을 실시하였다. milling 시간을 각각 0, 30, 60 min 으로 변화시켜 가면서 분말크기 변화를 Particle Size Analyzer(Malvern Microsizer)를 이용하여 관찰하였다. Green Sheet 제조를 위해 크기별로 준비된 분말과 동일한 조성의 유기물을 이용하여 Slurry를 제조하였다. Green Sheet 는 Tape Caster 를 이용하여 제조하였으며, 제조된 Green sheet 는 전자현미경(SEM)을 이용하여 미세구조를 확인하였다. Green sheet 와 Ag-Pd 전극을 이용하여 일반적인 적층 세라믹 공정을 통해 Ag-Pd 외부전극을 가지는 LTCC 기판을 제작하였다. 본 연구에 사용된 Ag-Pd 페이스트는 약 15% 정도의 Pd 가 함유되어 있으며, LTCC 기판과의 접착성을 위한 Glass 성분이 포함되어 있다. 제조된 기판 역시 전자현미경 분석을 통해 전극/기판 계면의 성분 분포를 확인하였다.

(2) Ag-Pd 전극의 Soldering 특성 평가

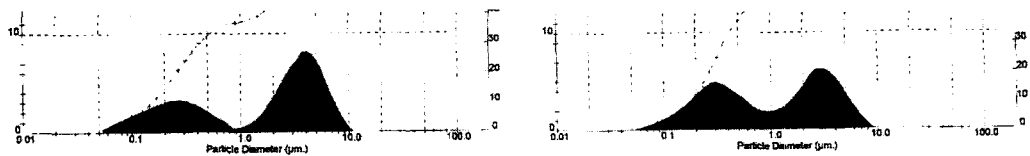
Ag-Pd 전극의 Soldering 특성은 dipping test를 이용하여 실시하였다. Ag-Pd 전극이 인쇄된 기판을 60:40 Sn-Pb solder boat (온도 245 °C) 에 침지시켜 전극의 leaching 이 얼마나 일어나는지

확인하였다. 이 때, 침지시간은 60 sec 로서 충분히 leaching 이 일어날 수 있도록 하였다. 전극의 leaching 이 일어나면 solder 가 wetting 이 되지 않으므로 solder가 wetting 된 면적을 서로 비교 함으로 leaching 특성을 상대적으로 평가하였다.

3. Results and Discussion

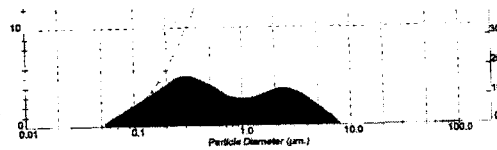
(1) LTCC 분말 입자 크기 변화

그림 2 는 attrition milling 시간 변화에 따른 LTCC 분말의 분포를 측정 한 것이다. 본 연구에서 사용한 LTCC 용 분말은 알루미나 Filler 와 Glass frit 이 혼재되어 있으므로, 분말의 입자 크기 역시 bimodal 형태의 분포를 보여주고 있다. milling 시간이 증가함에 따라서 1 μm 이상의 입자들이 분쇄되면서 점점 평균 입자크기가 줄어들고 있음을 확인할 수 있다.



(a) No attrition milling (D50=2.45 μm)

(b) 30 min. attrition milling (D50=1.14 μm)

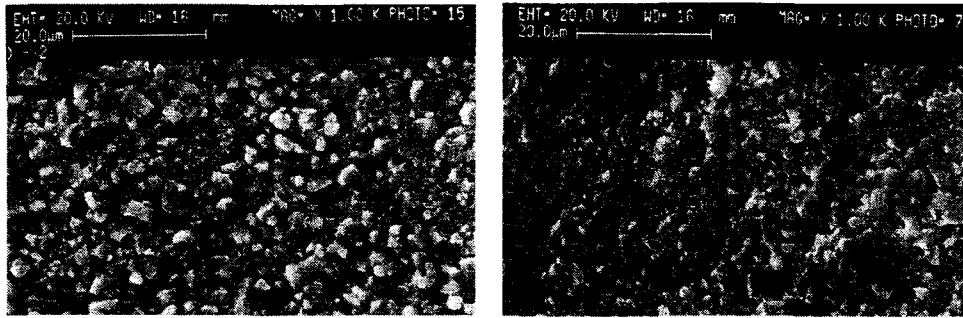


(c) 60 min. attrition milling (D50=0.53 μm)

그림 2. 시간에 따른 LTCC 원료 분말의 입자크기 변화

(2) LTCC Green Tape 의 제조

위에서 준비된 입자크기가 각기 다른 분말을 이용하여 green tape을 제조하고 그 미세구조를 관찰한 것을 그림 3 에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 유기물 성분들이 LTCC 입자들을 감싸고 있으면서 channel을 형성하고 있는 형태를 보여주고 있다. 또한, milling 에 따른 입자크기 변화도 관찰할 수 있다. green tape 제조시 내부에 있는 solvent 성분들이 입자사이의 channel 을 따라 표면으로 확산된 뒤 증발이 되는 과정을 거치는데, 이 때 green tape 내부에는 channel 에 의한 pore 들이 형성된다.



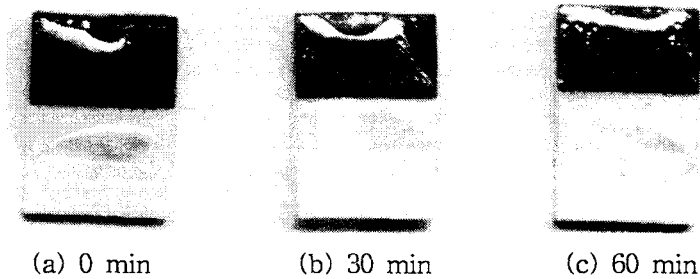
(a) No attrition milling

(b) 60 min attrition milling

그림 3. Microstructure of the LTCC green tape

(3) Ag-Pd 전극의 Soldering 특성

제조된 green tape 과 Ag-Pd paste를 이용하여 sample을 준비하고 dipping test를 실시한 결과 그림 4 와 같이 milling 시간 증가에 따라 leaching 이 발생하여 solder 의 wetting 이 일어나지 않은 부분의 면적이 감소함을 볼 수 있다.



(a) 0 min

(b) 30 min

(c) 60 min

그림 4. Wetting behavior of the Ag-Pd electrodes according to attrition milling time

페이스트의 소결온도는 LTCC 기판의 소결온도보다 100 °C 이상 낮다. 따라서, 입자크기에 따른 기판의 Porosity 차에 의해 페이스트의 조성 성분이 기판 내부로 diffusion 될 가능성이 높은 큰 입자 크기를 가진 LTCC 기판의 leaching 특성이 상대적으로 떨어진다고 보여진다.

본 연구를 통해 LTCC 원료분말의 입자크기를 조절함으로써 solder leaching 특성을 개선하였고, 이를 이용하면 전극의 조성변화 없이 적은 비용으로 leaching 을 방지할 수 있다고 생각된다.

References

- [1] Nelson W. Metke et al., "Improved Adhesion of Thick Film Conductor Paste to Alumina substrate", 1997 ISHM proceeding, pp 641-647, 1997.