Constrained Sintering을 위한 LTCC용 Al_2O_3 Paste 조성에 대한 영향

이상명*,**, 유명재*, 김준영*, 박성대*, 박종철*, 남산**
전자부품연구 전자소재패키징센터*, 고려대학교 신소재공학**

Effects of Al_2O_3 Based Paste Formulation for Constrained Sintering in LTCC

Sang Myoung Lee*,**, Myong Jae Yoo*, Jun Yong Kim*, Sung Dae Park*, Jong Chul Park*, Sahn Nahm**
Electronic Materials Packaging Research Center, Korea Electronics Technology Institute*
Department of Materials Science and Engineering, Korea University**

Abstract :

기존의 Free Sintering 방법을 사용하는 LTCC(Low Temperature Cofiring Ceramics)는 수축률이 일정하지 않아서 설계 치수와 동일하게 제작하기 어려운 단점을 가지고 있다. 이에 따라서 정밀한 전자부품을 제작하기 위한 방안으로 X-Y 면 방향에서의 변형을 거의 zero로 제어하는 Constrained Sintering(CS) 기술이 요구되고 있다. 본 연구에서는 LTCC 기판이 소성되는 동안에 변형을 억제하기 위하여 소성온도가 LTCC기판 보다 높은 Al_2O_3 분말과 유기물을 혼합하여 페이스트를 제작한 후에 스크린 프린팅 방법을 이용하여 도포 후에 Z축 방향으로 일축가압을 하면서 소성하여 수축률을 제어 하였다. 또한 바인더와 Al_2O_3 분말의 함량에 대한 최적 조성의 Al_2O_3 페이스트를 제작하여 0.5%로 수축률을 가지는 균일한 LTCC기판을 구현 할 수 있었다.

Key Words : Al_2O_3 Paste, Constrained Sintering

1. 서 론

LTCC(Low Temperature Cofiring Ceramics)는 복합 고집적화 패키지를 만드는 유용한 기술로서 각광을 받고 있다. 그러나 모듈 내부에 수동소자를 내장할 수 있고, 전기전도가 우수한 내부전극을 사용하여 전극에 의한 손실을 줄 일수 있는 여러 장점에도 불구하고 기판의 수축률이 일정하지 않아서 설계 수치와 실제 LTCC기판과의 편차가 발생하며, 3차원 구조에서 전극을 연결해주는 비아의 위치가 불규칙한 수축률에 의해 위치를 예측하기 어려운 단점을 가지고 있다. 이러한 문제점은 개별 디바이스의 어셈블리 등을 포함하는 모듈의 정밀도에 크게 영향을 준다. 또한 전자부품의 소형화를 위하여 활발히 연구되고 있는 리소그라피 공정과 레이저 펀칭을 이용하는 미세한 라인과 비아의 형성 기술에서도 문제가 되고 있으며, 생산의 효율을 높이기 위한 대 면적의 공정에서도 한계를 보이고 있다. 이에 따라서 기존의 free sintering 방법을 사용하고 있는 LTCC에서 수축률 제어를 위한 새로운 기술로 X-Y 면 방향으로는 변형을 억제하여 거의 zero로 수축하고 Z축 방향으로만 수축하는 기술인 Constrained Sintering(CS) 기술이 활발히 연구 되고 있다.

본 연구에서는 LTCC기판이 소성되는 동안에 발생되는 변형을 억제하기 위하여 소성온도가 기판보다 높은 Al_2O_3 분말을 사용하였으며, 바인더와 솔벤트, 첨가제를 혼합하여 페이스트를 제작한 후에 스크린 프린팅 방법을 이용하여 도포 후에 Z축 방향으로 일축가압을 하면서 소성하여 수축률을 제어하였다. 또한 최적 조성의 Al_2O_3 페이스트를 제작하기 위하여 바인더와 분말의 함량에 대한 영향을 연구 하였다.

2. 실 험

실험에 사용된 페이스트 재료는 Al_2O_3 분말(대한세라믹,D50:2.31,density:2.32),바인더(거명F/K#9, Aldrich, ethyl cellulose),솔벤트(Aldrich, terpineol)가 사용하였으며, 그린시트는 NEC사의 MLSS22C로 제작하였다.

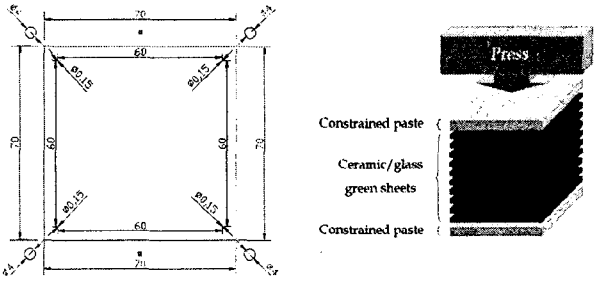

그림 1. Constrained sintering을 위한 디자인

실험과정은 일반적인 페이스트 제조 공정인 고속 교반기와 3Roll Milling을 이용하여 혼합한 후에 스크린 프린팅 방식을 사용하여 위아래에 도포하였다. 소성과정은 900℃에서 Al_2O_3 setter를 이용하여 z축 방향으로 일축가압하면서 진행되었다. 실험에 사용 된 디자인은 그림 1.과 같으며, 수축률은 비아간의 간격으로 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

페이스트의 인쇄특성에 따라서 페이스트가 도포되어 있는 부분과 되지 않은 부분 사이에 수축률 편차가 크게 발생하기 때문에 LTCC기판의 모든 면적에 대한 수축률을 균일하게 제어하는데 인쇄특성은 중요한 요소이다. 이에 따라서 우수한 인쇄특성을 가지는 페이스트를 제작하기 위하여 바인더의 혼합비율을 조절하여 개선하였으며, 그림 2와 같이 혼합비율에 따른 인쇄특성을 나타내었다. 아크릴 바인더인 F/K#9에 ethyl cellulose를 첨가하여 보다 우수한 인쇄특성을 얻을 수 있었으며, 과량의 ethyl cellulose을 첨가 하였을 때는 인쇄특성이 나쁘게 나타났다.

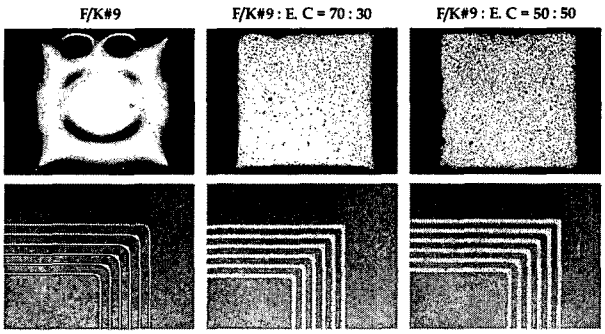

그림 2. 바인더 비율에 따른 인쇄 특성

인쇄특성이 가장 우수한 F/K#9:ethyl cellulose=7:3 비율의 바인더를 이용하여 Al_2O_3 분말의 함량에 대한 수축률 변화를 관찰하였다. 그 결과 그림 3과 같이 Al_2O_3 분말 70%를 첨가한 경우 충분한 양의 Al_2O_3 분말을 함유하지 않은 페이스트가 소성 시에 LTCC기판의 변형을 완벽하게 억제하지 못하기 때문에 평균 2.5%의 높은 수축률 보이는 것으로 판단되며, 95%의 Al_2O_3 분말을 혼합한 페이스트의 경우에서 소성하는 동안에 변형을 완벽하게 제어하여 0.5%로 거의 0에 가까운 수축률과 균일한 수축률을 가지는 LTCC기판을 구현할 수 있었다.

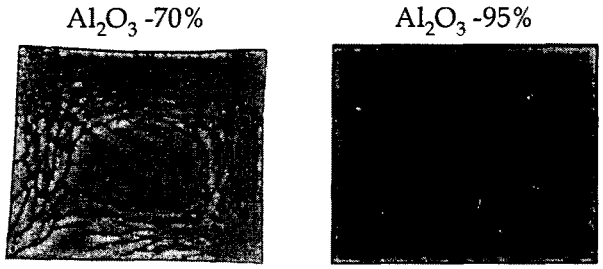

그림 3. 글라스 파우더 첨가에 따른 패턴.

4. 결 론

F/K#9와 ethyl cellulose를 7:3비율로 혼합하여 수축률을 제어하는데 크게 영향을 주는 페이스트의 인쇄특성을 개선 할 수 있었으며, 95%의 Al_2O_3 분말을 혼합한 페이스트를 도포 하여 LTCC그린시트가 소성되는 동안에 완벽하게 변형을 억제하여 0에 가까운 수축률을 가지는 균일한 LTCC기판을 제작할 수 있었다. 또한 본 연구는 70%이상의 Al_2O_3 분말을 함유하기 어려운 그린시트을 사용하는 일반적인 constrained sintering 기술을 대체 할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

[1] Minehiro Ltagaki, Nobuhiro Hase, Satoru Tuhaku, Yoshihiro and Kazuo Eda, The International Journal of Microcircuits and Electronic Packaging, Vol.21, No.1, 1998

[2] Tun Chiang Lin and Jau Ho Jean, J. Am. Ceram. Soc, Vol.85, No.1, p.150-154, 2002

[3] Peter Z. Cai, David J. Green and Gray L. Messing, J. Am. Ceram. Soc, Vol.80, No.8, p.1929-1939, 1997

[4] Christopher R. Needes, Carl B. Wang, Kenneth W. Hang, Michael F. Barker, Daniel I. Amey, Michael A. Smith and Kenneth E. Souders, IMAPS, Ceramic Interconnect Technology, pp.126-131, 2003

[5] Lim K, Pinel A, Davis M, Sutono A, Lee C, Heo D, Obatoynbo A, Laskar J, Tantzeris E and Tummala R, IEEE microwave magazine, p.88-99, 2002