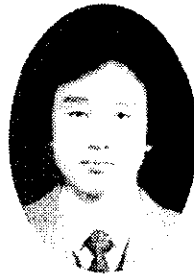


적층세라믹콘덴서(MLCC) 제조기술 동향



위 성 권

(삼성전기(주) 적층박막사업부 MLCC기술팀)

1. 서 론

휴대형 통신기기의 급속한 확대, 디지털 A/V기기 보급 및 인터넷사용 증가로 인한 PC의고속-대용량화와 주변기기의 확대등으로 MLCC의 수요는 최근 급격히 증가하고 있으며, 이에 따라 각 사는 생산CAPA, 증설 및 MLCC신기종 개발 그리고 적층기술을 이용한 칩관련 신제품개발에 많은 노력을 경주하고 있다. MLCC세계시장 확대추이를 그림 1에 나타내었다.¹⁾

전자기기의 경박단소화추세에따라 전자부품의 표면실장율이 크게 증가하고 이에 따라 칩부품의 수요도 급격히 증가하면서, 고밀도 실장을 위한 소형화,복합화,고신뢰성화등이 진행되고 있다. 특히 고용량화의 경우 Ni-MLCC(BME MLCC:Base Metal Electrode MLCC)의 지속적인 신뢰성 향상에 따라 고가의 Pd내부전극을 Ni내부전극으로 대체함으로써 가격경쟁력을 확보하여 기존의 Ta-전해콘덴서의 고용량영역에까지 생산공급이 가능해졌으며,개발단계에 있어서는 고용량화가 더욱 급속히 진행되어 4532SIZE(4.5×3.2mm²)에서 100 μ F까지 진행되고 있다. 고용량 MLCC의 하나인 3216SIZE(3.2×1.6mm²)의 X7R특성을 갖는 10 μ F MLCC의 내부구조를 그림 2에 나타내었다.

따라서 본고에서는 현재 MLCC부분에서 가장 이슈화되어 있는 Ni-MLCC고용량화에 대한 동향과 전개방향에 대하여

논의하고자 한다.

2. 본 론

고용량MLCC에 있어서 기본적으로 확보되어야 하는 핵심 기술을 재료적인 면과 공정기술 측면으로대별하여 살펴 보면 먼저 주요특성(X7R,Y5V,NPO)별 재료선택기술,내-외부 전극재료 제어 기술, 박층SHEET 성형기술,고적층관련 인쇄-적층기술,환원소성 분위기 제어기술,외부전극소성(환원 분위기)기술,고용량선별 기술등이 있다. 유전체두께의 급격한 감소에 의한 절연파괴전압(BreakDown Voltage)저하와 절연저항의 감소에 의한 장기신뢰성 저하등이 가장 기본적으로 해결되어야 할 고용량MLCC의 개발 과제이며, Ni-내부 전극 MLCC의 경우 이와 같은 신뢰성이 크게 개선되어 MLCC고용량화를 주도하고 있다.

2.1 주요특성별 원료선택 기술

내부전극이 Pd 또는 Ag-Pd인 경우 대기분위기 소성에 전혀 문제가 없으나,Ni-내부전극을 사용하는경우 Ni이 NiO로 고온에서 산화하므로 대기분위기에서의 소성은 불가하다.따라서 낮은 산소분압 즉, 환원분위기하에서 소성하여야 하므로 유전체세라믹이 내환원성을 가져야하고, 이를 위하여는 기본적으로 다음과과 같은 내환원성 부여방법이 기본적으로 적용된다.

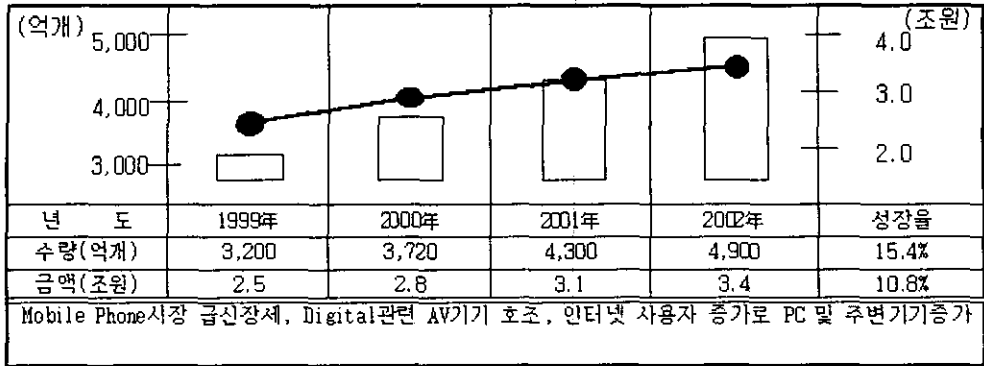


그림 1 MLCC 시장 추이



그림 2 3216SIZE X7R 특성 10µF MLCC 내부구조

고유전율계(X7R, Y5V계열) 즉 BaTiO₃를 기본조성으로 하는 경우 첫째, PEROVSKITE구조의 A-site와 B-site의 몰비(A/B=m값)가 1.000이상일 것 둘째, BaTiO₃의 Ba의 일부가 Ca로 치환될 것, 셋째, MnO를 첨가할 것 등이며, 이를 기본으로 하고 여러 가지 산화물첨가제를 이용하여 온도특성과 신뢰성을 확보한다. 그리고 이들 미량성분의 제어와 소성분위기 제어등을 통해 고용량-박층화에 따른 신뢰성저하를 해결할 수 있다. 또한 환원분위기소성에 따른 칩강도저하를 막기 위해서는 가능한 낮은 온도에서 소결이 가능하도록 원료분말의 평균입도가 작고 고분산이 가능한 것이 유리하며, 적당히 소결조제를 첨가하여 치밀화를 이루는 것도 한 방법이 될 수 있다.

저유전율계(Class I)의 경우 내부전극을 Ni, Cu등의 비금속으로 사용하는 MLCC가 최근 일부업체에서 개발되어 양산되고 있다. 일본의 경우 TDK사가 NPO특성을 (CaSr)(TiZr)O₃계로 적용하고 있으며^[2], 마쓰시타전자부품에서는 (BaSrCa)(ZrTi)O₃계를 이용하여 개발을 완료하고 양산확대중이라고 발표하였다.^[3] 또한 교세라에서는 Cu-내부전극을 이용한 MLCC를 개발완료하고 양산중인것으로 알려져있

으며, 국내에서는 삼성전기에서도 NPO특성까지 내부전극의 Ni-화를 성공시켜 양산하고 있다.

사용 내부전극의 종류에 따라 적용되는 원료조성이 달라질 수 밖에 없으며, 일부 회사에서는 온도보상용에까지 비(卑)금속내부전극재료 적용을 검토하고 있다. 그리고 특성별 내환원성유전체조성과 함께 MLCC기본 원자재의 하나인 내,외부전극재를 살펴보면 Ni, Cu등의 도전성 금속분말의 적합성과 내,외부전극으로서 가져야하는 다음과 같은 기본특성이만족되어야만 한다.

내,외부전극의 대표적인 요구특성을 표 1에 나타내었다.

표 1 내외부전극 요구 특성

구분	평가항목	요구특성	영향
내부전극	-내부전극연결성	-분산성 및 점도적성	-용량산포, DF
	-인쇄건조후 조도		-SHORT불량
	-소성수축율	-공제종류 및 함량	-CRACK,
	-내산화성	-METAL산화제시온도	DELAMINATION
		-METAL산화량	-온도특성
	-인쇄-적층 작업성	-점도적성	-적층정밀도
외부전극	-외관형상	-점도적성	-외관, SIZE불량
		-건조막강도	
	-내열충격성	-METAL형상 및 크기	-납내열성
		-GLASS종류 및 함량	
	-내도금액성	-소결밀도	-납형성
		-내부전극과의 접촉성	-신뢰성
			-용량불량

2.2 MLCC고용량화 핵심제조 기술

일반적인 MLCC제조공정을 그림 3에 나타내었다. 현재 양산에 적용되는 대표적인 공법을 인쇄공정을 기준으로 크게

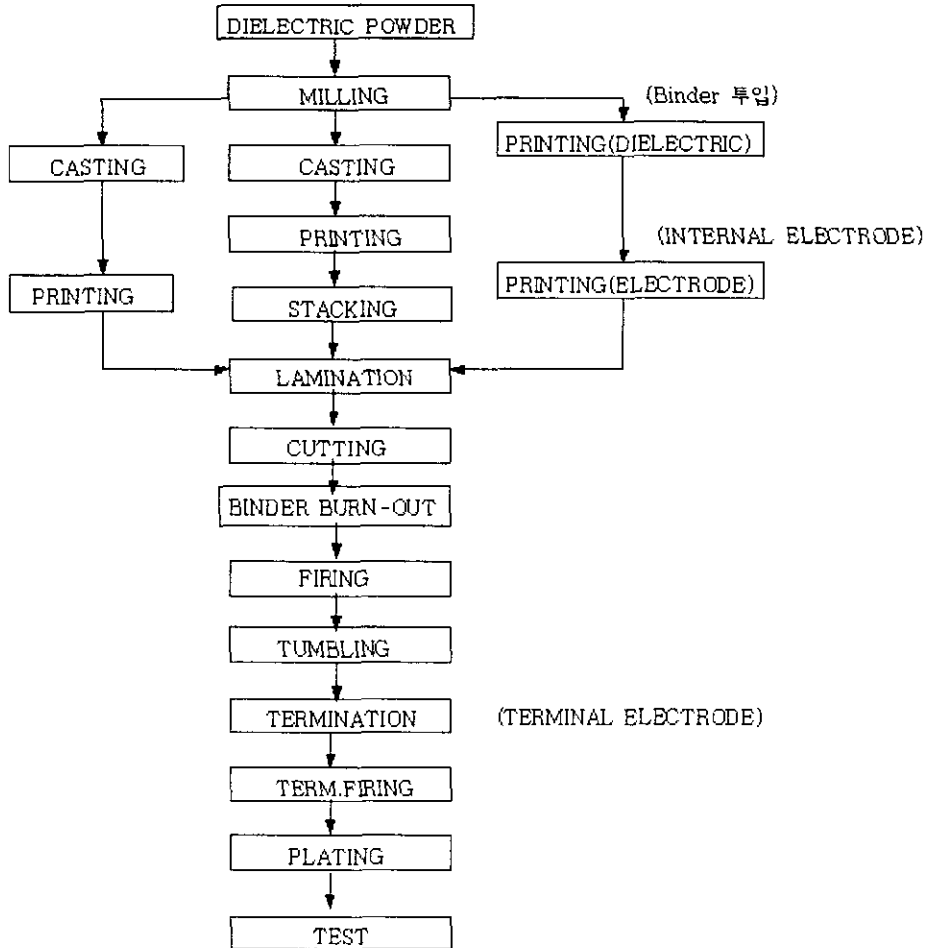


그림 3 MLCC제조 공정도

새가지로 구분하였으며, 이는 DRY(SHEET)공법, WET(인쇄)공법, SEMI-WET(동시인쇄적층)공법으로 설명할 수 있다. 그러나 이중 고용량MLCC에 적용 가능한 대표적인 공법은 CARRIER FILM(주로 PET-FILM)상에 유전체세라믹 SLURRY를 1~10 μ m 두께로 코팅하여 인쇄, 적층하는 DRY 공법이다.

2.2.1 박층성형기술

MLCC고용량화에 필수적인 박막성형기술에 요구되는 전제는 세라믹SLURRY의 고분산기술이며, 분산성향상의 기본요건은 앞서 언급된 균일한 입도분포등의 분체특성이다. 미립의 고분산 분체를 바탕으로한 SLURRY를 이용하여야만 박막SHEET의 성형이 가능하며 신뢰성을 확보할 수 있다. 현재 양산성형공정에 적용되는 박막세라믹 성형방법은 표 2에 기술된 여러 성형기술중 DIE-COATER나 LIP

COATER를 들 수 있다.

고용량 MLCC제조에 필수적인 박층SHEET(1~10 μ m)에 요구되는 기본특성을 표 3에 정리하였다. 여기에는 앞서 언급한 분체의 분산성향상과 함께 sheet의 작업성을 동시에 만족시켜야하는 바인더 조성 및 배합기술도 요구되며, 이는 세라믹소성의 전단계인 가소(binder bake-out)공정과 밀접한 관계를 가지므로 종합적으로 검토되어야 할 부분이다.

세라믹성형기(Casting machine or Coater)에는 coating head의 구조에 따라 수많은 종류가 있으나, 기본적으로 세라믹sheet의 두께를 결정하는 coating head부와 성형코자하는 세라믹slurry를 건조시켜 원하는 교형체구조를 갖게 하여 주는 건조부, 세라믹 slurry를 coating head부로 전달해주는 액공급부(feeding system), 그리고 coating head를 거쳐 나온 slurry가 캐리어필름(carrier film)상에서 건조준을 거치면서 성형체를 갖도록 이송해주는 film이송부로 이뤄

표 2 코팅기술의 분류

구분	코팅방법	코팅두께범위	주용도
고상법	압출성형	100 μ m~	디스크콘덴서
	가압성형	100 μ m~	세라믹기판
액상법	Doctor-blade		세라믹기판, MLCC' Chip inductor
	-steel-belt	3~100 μ m	
	-Die, Lip coater	2~50 μ m	
	-Spin coater	~10 μ m	
	Gravure coater	2~10 μ m	인쇄, PET-Si coat
	Screen print	1~30 μ m	인쇄
기상법	Plating coat	~10 μ m	전극
	CVD Sputter	~ μ m	박막제품

표 3 적층세라믹콘덴서에 요구되는 SHEET특성

평가항목	sheet특성	제품영향
두께차가 작을것	-두께편차(길이방향, 폭방향) -	-용량편차, 두께편차 -신뢰성저하
결함이 없을것	-줄무늬 -pinhole, scratch -이물질	-short불량 -신뢰성저하
표면조도	-orange peel -전극문힘	-용량편차 -신뢰성저하
sheet작업성	-sheet강도, 가스성, 박리성 -접착성, 정전기정도	-적층불량 -용량저하

진다. 현재 MLCC업계에서 박층SHHET 성형용으로 가장 많이 이용되고 있는 LIP COATER와 DIE COATER의 HEAD 모식도를 그림 4에 나타내었다.

먼저 액공급부(FEEDING부)를 살펴 보면 배치공정에서 준비된 SLURRY는 정량 투입이 이뤄져야 균일한 두께의 SHEET를 성형할 수 있는데, 일반적으로 채택하는 공급방식은 GEAR TYPE등의 정량PUMP 방식과 N2-GAS를 이용한 가압방식등이 이용되고 있다. 또한 SLURRY의 충분리를 막기위하여 TANK 내에 미속교반기를 가동하며, SLURRY의 응집체 및 이물질을 제거하기 위한 FILTERING SYSTEM을 적용한다. 특히 마이크로단위의 박층성형의 경우 이물질(미분산 응집체포함)의 영향이 지대하여 성형시 COATING HEAD부의 먼지관리(크린도)는 매우 엄격히 관리되어야 한다.

예를 들어 SHEET두께결정의 주요인자인 COATING HEAD의 GAP에 이물질이 끼는 경우 그 위치에서 성형되는 SHEET두께는 얇아지게 되고(흰줄무늬 불량) 이는 제거될 때까지 성형진행 방향으로 연속적으로 결함을 유발하게 되어

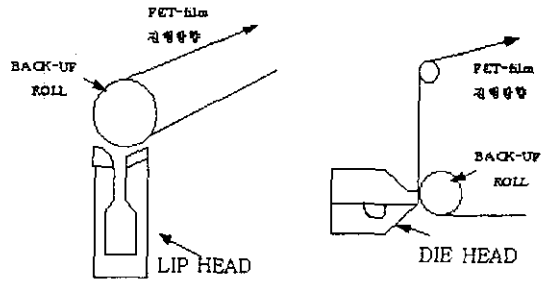


그림 4 LIP, DIE COATER의 HEAD 구조

적층후 치명적인 내전압저하 내지는 SHORT불량을 유발하게 된다.

다음으로 두께결정이 이뤄지는 COATING HEAD부에 대해 살펴보면 두께는 다음 세가지조건에 의해 결정되는데

- 1) SLURRY점도
- 2) HEAD GAP
- 3) COATING SPEED

이중 head gap은 설비의 가공정밀도와 setting정밀도에 의해 결정된다. 성형건조sheet두께 기준으로 5 μ m성형시 폭방향에서 $\pm 0.1\mu$ m두께편차가 있다고 보면 mlcc제조시 최대 4%의 용량편차를 나타낼 수 있게 된다. 따라서 slurry의 건조수축과 고형분함량(solid content)을 감안하면 $\pm 0.3\mu$ m이내의 가공정밀도를 가져야하나 coating후 slurry의 leveling에 의한 약간의 여유를 감안하여도 $\pm 1.0\mu$ m이내의 가공공차(진직도)를 가져야 할 것이다.

또한 부자재로 사용하는 이송film(주로 PET-film)의 원단두께정밀도 및 coating이 일어나는 백업(BACK-UP) roll의 가공정밀도등도 확보되어야 하며 두께측정방법도 충분히 검토되어야 할 사항이다.

건조부의 경우 SLURRY의 용제SYSTEM, COATING 두께 및 SPEED에 따라 요구되는 건조열량이 결정되며 다음식에 의해 열전달율을 감안하여 선정한다.¹⁴⁾

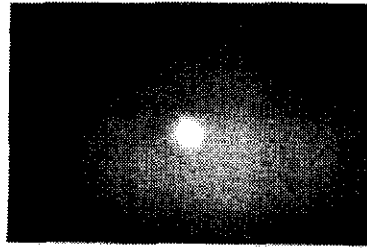
$$Q = hA(T_s - T), \quad A = \text{건조부면적}(m^2), \quad h = \text{평균열전달계수}(W/m^2K),$$

$$Q = \text{코팅에 필요한 열전달율}(W), \quad T_s = \text{건조부노즐출구에서의 공기 온도}(^{\circ}C)$$

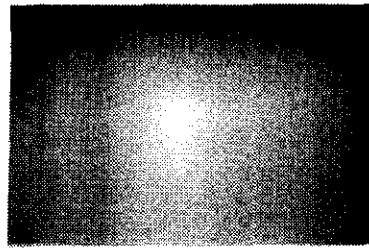
$$T = \text{코팅온도}(^{\circ}C)$$

대부분의 세라믹성형기의 경우 건조방식은 강제열풍방식을 택하고 있으며, 상하양면건조 방식과 단면건조 방식으로 구분되며 이는 다시 열풍분사노즐의 형태에 따라 여러형태로 분류된다.

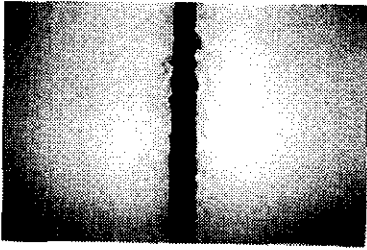
10 μ m이하의 박층SHEET의 COATING에는 많은 열량의 공급이 필요하므로 주로 양면-FLOATING 건조방식(양면유동건조: COATING FILM이 상하의 열풍분사노즐 사이로 떠서 진행하며 건조)을 채택하고 있으며 초기 건조존에서는 급격한 용제의 휘발을 막기위해 별도의 온도조절이 필요하다.



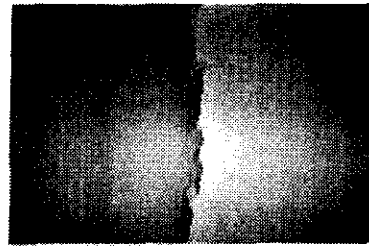
A) PINHOLE



B) 흰반점



C) 줄무늬



D) CRACK

그림 5 대표적인 sheet 결함

A) SLURRY 기포에 의한 PINHOLE

B) BACK-ROLL 등의 이물질에 의한 흰반점

C) COATING HEAD의 GAP 이물질에 의한 SCRATCH

D) 건조불량에 의한 CRACK

건조과정에서 발생하는 대표적인 결함으로는 그림 5에 나타난 것들이 대표적이며, 이들 성형 결함은 MLCC의 신뢰성을 결정짓는 매우 중요한 인자이므로 중요하게 취급되어야 한다. 그리고 이송부는 장력조절이 매우 중요하여 sheet의 길이방향으로의 두께변화에 큰 영향을 미칠 수 있다. 즉 항상 일정한 speed로 carrier film을 이송시키면서 성형이 가능해야만 박층sheet를 코팅할 수 있기 때문이다.

2.2.2 고적층기술(인쇄-적층)

MLCC에서 적용하고 있는 SCREEN PRINTING 공법은 높은생산성과 저투자비용의 장점을 가지며, 정밀인쇄가 가능하고 특히 박층인쇄가 가능한 장점이 있다. 최근 MLCC 고적층화에 부응하기 위해 소성후 1 μ m이하까지 가능한 박층인쇄기술이 개발되어 적용되고 있다. 고품질의 인쇄를 위해서는 인쇄도포막의 균일성(Uniformity: thickness and shape), 장시간 반복인쇄에 따른 size정밀성

Dimensional Accuracy: long screen life), 높은 해상도(Definition)가 요구되는데, 이를 만족시키기 위해서는 적절한 유동특성(rheology)을 갖는 paste, 인쇄기 성능 그리고 screen과 인쇄조건등의 설정이 필요하다. Screen printing의 인쇄기구는 스크린상의 페이스트가 스퀴지운동에 의해 스크린마스크의 개구부(opening area)를 타고 흘러 들어가는 deposition, 스크린마스크의 개구부에 침적된 paste가 스크린으로부터 분리되고 분리된 paste가 기재위에 남게되는

snap-off단제, 기재위에 남은 paste가 표면에서 levelling이 이뤄지면서 인쇄막의 형상을 유지하는 levelling기구로 이뤄진다. Deposition과정에서는 paste에 가해지는 스퀴지압력 즉 스퀴지각도, 경도, 스피드에 의해 deposition force가 결정된다. 그리고 snap-off과정에서 paste의 전사가 인쇄되는 기재 즉 성형 sheet상에 이뤄지며, 박층 인쇄일수록 레벨링과정이 더욱 중요해진다. 전극의 요철에 의한 MLCC내부의 불균일한 응력 분포가 발생되면 소성과정에서 CRACK등의 불량을 유발할 가능성이 커지기 때문이다. 전극의 연결성과 평탄도 등은 기재면의 상태에도 영향을 받지만 무엇보다도 PASTE RHEOLOGY특성에 기인한다. 인쇄 deposition과정에서 스퀴지의 이동시 강한 동적응력이 paste에 걸리게 되고 이때에 paste는 shear rate상태에 놓이게 되어 점도가 급격히 감소하여(shear-thinning현상) 스크린의 mesh구멍을 잘 빠져 나오게 된다.

일단 snap-off단계를 지나 기재면에 전사된 paste는 정지상태에 놓이게 되고 이때는 점도가 원래 상태로 복원되어 높아진다. 그러나 이때 levelling이 빠르게 일어나기 위해서는 점도가 낮을수록 유리하게 되므로 박층, 고적층용 내부전극 paste는 점도적성(낮은 rpm 점도와 높은 rpm 점도비)이 낮은 것이 선호된다. levelling완료 후 인쇄조건을 거치는데 공법간의 약간의 차이는 있으나 가능한 한 완전조건을 이루는 것이 이후 공정의 불량을 제거하고 공정을 관리하는데 유리하다.

적층의 경우 여러 가지 형태의 공법과 설비가 양산에 적용되고 있으며 여기서는 일반적으로 공통되는 기술에 대해서 소개하고자 한다. 적층기는 크게 인쇄된 sheet를 일정한 tension을 유지하면서 공급해주는 공급부와 적층하고자 하는 인쇄된 sheet를 기재인 carrier film으로부터 박리해내는 박리부, 박리된 sheet를 일정한 위치에 놓이게 하는 위치결정부(마크인식부), 박리된 sheet를 가압하여 적층(stack-ing)하는 press부, 적층완료후 완성된 그린바(green bar)를 반출해내는 반출부로 구성된다. 현재 양산화 되고 있는 첨단 적층기는 sheet 두께 1mm를 박리-적층 가능하며, 적층정밀도 또한 10 μ m 이내로 매우 향상된 적층alignment 정밀도를 보여 주고 있다. 이와 같은 인쇄-적층 기술의 발달로 적층기술(multi-layer technology)은 MLCC 뿐만아니라 칩인덕터, 칩바리스터, 칩L-C 필터등의 세라믹칩 부품으로 그 활용 범위를 넓혀 나가고 있으며, 그밖에 센서류등에 까지도 그 응용품목이 증가하고 있다.

2.2.3 환원분위기 소성기술

인쇄 적층후 압착 절단된 그린칩은 일단 소성투입전에 가소공정을 거치면서 SLURRY제조과정에서 투입된 바인더성분을 태워 날려보내게 된다. 이때 충분한 주의가 이루어지지 못하면 가소과정중에 칩내부의 결함을 유발시킬 수 있는데 특히 Ni-MLCC의 경우 Ni-내부전극이 부분적으로 산화될 수 있고 이는 MLCC 소성과정에서 칩에 치명적인 불량을 야기시킬 수 있다. 일반적으로 MLCC 가소공정은 세라믹 SHEET내의 바인더와 내부전극층의 바인더를 제거하는 공정이므로 충분한 산소공급이 이뤄지면서 온도를 올려주면 유기물인 바인더성분은 완전한 제거가 가능하다. 그러나 대기 소성 MLCC의 경우도 급격한 온도상승은 칩내부의 탈바인더 가스압이 너무 높게되면 DELAMINATION이나 CRACK등의 소성불량을 야기하는데 Ni-MLCC의 경우는 내부전극의 산화정도에 따라 소성불량뿐만아니라 제품의 신뢰성까지 악화시키므로 더욱 세심한 주의가 요구된다. MLCC에 적용되는 대표적인 바인더재질은 Acrylic type과 PVB 계열이 있으며 이들 열분해 저동은 각기 다르므로 차별화된 가스프로파일이 적용된다. 바인더의 급격한 제거는 DELAMINATION등의 소성불량을 야기하므로 연소(cumbustion)없이 분해되는 것이 가장 중요하다. 대표적인 소성불량을 그림 6에 나타내었다. 따라서 가소공정은 바인더를 연소없이 매우 서서히 태워줘야 하는데 이는 Ni-MLCC의 경우 Ni의 산화를 억제하면서 가능한 잔류바인더를 최소화하여야 하므로 더욱 복잡하고 어려워진다. Ni금속은 공기중에서 쉽게 산화하는데 약 250 $^{\circ}$ C 근처에서부터 산화가 시작되며 산화정도는 Ni금속 분말의 특성에따라 차이가 있을 수 있다. 따라서 산화개시온도가 높은 Ni금속을 내부전극재로 선정하는 것도 중요하며 야

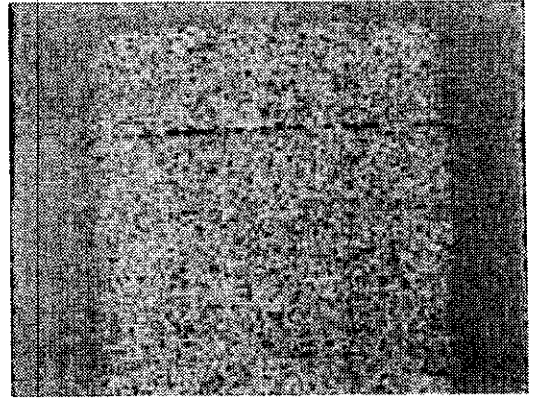


그림 6 MLCC 내부 CRACK

울러 절대산화량에 대한 분석도 필요하다 하겠다. 왜냐하면 가소후 환원분위기 소성과정에서 산화되었던 NiO로부터 산소가 방출되어 유전체에 영향을 미칠 수 있으며, 또한 유전체 세라믹과 Ni-내부전극이 소결수축하게 되는데 이때 발생하는 수축율차에 의해 기계적인 응력이 칩내부에 형성되고 이는 칩의 기계적강도 저하 및 전기적특성 열화를 유발할 수 있기 때문이다. 따라서 가소과정중의 Ni산화를 억제하기 위해 N₂ 분위기가소등도 실시되며, MLCC고용량화에 따른 미립의 유전체분말과 Ni금속 분말을 사용하게 되는데 사용 원료분말의 미분화가 진행될수록 이 현상은 극심해지게 된다. 따라서 가소 공정에서는 바인더의 잔탄(residual carbon)의 관리가 필요하게 된다.¹⁵⁾

환원분위기 소성을 위해서는 Ni의 NiO로의 산화를 억제하면서 유전체의 소결이 이뤄져야 하므로 1300 $^{\circ}$ C 소결온도에서 2.5X10⁻⁷보다 낮은 산소분압이 유지되어야 한다. 일반적으로 소성시 환원분위기는 10⁻⁸~10⁻¹³ 정도로 유지하여 소성을 실시한다. 이상에서 살펴 본 성형에서 소성까지의 공정 기술이외에 외부전극의 선정과 외부전극 분위기 소성기술과 고용량측정기술등도 고용량개발에 있어 필수적으로 검토되어야 하는 사항이다.

2.3 기술전개 방향

지금까지 주로 Ni-MLCC의 고용량화를 중심으로 기술하였으나 여기에 추가로 고압화, 복합화, 초소형화(0603 SIZE)등이 전개될 것이며, 특히 고용량화 추세에서 앞으로의 기술동향을 살펴보면 사용 원료측면에서 MLCC의 고용량화가 더욱 진전되기 위하여 원료분말의 고순도화, 초미립화, 고분산화가 진행 될 것이며, 신제품 측면에서는 비금속화가 더욱 확대될 것으로 보인다. 또한 이동통신 분야의 지속적인 사업확대에따라 회로의 고주파화가 급속히 진행되어 저

Impedance & ESR Chart [05B102KBN]

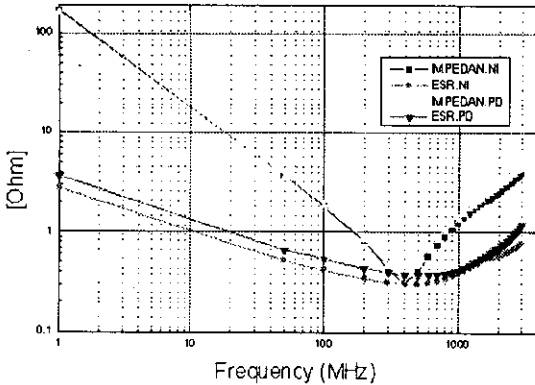


그림 7 사용내부전극재료별 주파수-임피던스 특성 및 ESR

ESR(등가 직렬저항)화가 진행되면서 초소형MLCC에도 Ni 내부전극재가 사용되고 일부 GHz주파수대역의 응용MLCC에서는 고주파에서 저항이 극히 낮은 Cu-내부전극이 일부 적용될 것으로 보인다.

참고로 그림 7에 내부전극재별 주파수-임피던스특성을 1005Size(1.0×0.5mm²)×7R특성 1000pF나타내었다. 그림에서 보듯이 기존의 Pd전극재에 비하여 Ni,Cu내부전극재가 낮은 ESR를 나타냄을 알 수있으며, 이는 Ni,Cu금속이 Pd 또는 Ag-Pd에 비해 상온저항이 낮기 때문이다.

3. 결 론

이상에서 Ni-MLCC(적층세라믹콘덴서)의 제조공정기술의 관점으로 정리해 보았으나, 공정 노하우와 관련된 사항이 많은 관계로 일반적인 설명에 그친 점을 아쉽게 생각하면서, MLCC 고용량화에 대한 대략적인 소개가 되었으면 한다.

최근 적층세라믹콘덴서의 박층-고용량화가 급진전되면서 SHEET 두께는 급속히 박층화되어 불과 10년전에는 불가능한 것으로 간주되었던 1~3 μ m대까지 실현 가능하게 되었다. 이것은 내환원유전체재료설계기술, SHEET코팅기술, 고정밀 인쇄 적층기술, 전극재료 매칭기술, 내 환원분위기 소성 기술 및 고순도-고분산 유전체분말제조 기술등의 발전에 기인한다고 생각된다.^[6]

표면실장기술이 등장한지 약 30년경과한 지금 표면실장기술의 핵심기술이 거의 정립되었다고 얘기할 수 있으며,여기에 전자부품의 소형화가 전개되면서 MLCC의 고신뢰성화,

저COST화, 복합화등이 급속도로 전개되고 있다. 재료기술, 회로기술, 실장기술, 제품제조기술 전부 급속한 진전이 이뤄지면서, 고적층기술은 더욱 중요시되고 있다. 따라서 각종세라믹전자부품은 고적층기술이 진행되면서 박층화, 고적층화 기술의 응용이 확대되고 있으며, 보다 복잡한 3차원 적층을 향한 기술개발이 진행될 수 있을 것으로 생각된다.

References

- [1] Paumanok Publications, "Market overview 2000" p.10,CAPACITOR & RESISTOR MARKETING SEMINAR,10 March 2000 Huntington Beach,California,USA.
- [2] Patent,TDK주식회사,특개평 10-335169.일본
- [3] 전자기술, "휴대전화에 있어서 적층세라믹콘덴서의 이용 기술 동향",p. 51,2000.6.전자기술
- [4] Edgar B.Guttoff,Edward D.Cohen, "Coating and Drying Defects" pp.185~187, A Wiley-Interscience Publication JOHN WILEY & SONS.
- [5] T.Nomura,T.Kato and Y.Nagano,The 9th US-Japan Seminar on Dielectric and Piezoelectric Ceramics,295~298,1999.
- [6] T.Nomura,New Ceramics. vol.3,7~15,1997.

저 자 약 력

성명 : 위 성 권

❖ 학 력

1980~1984 연세대학교 요업공학과
 1984~1986 한국과학기술원 재료공학과(전자요업재료.석사)
 1989~1992 한국과학기술원 재료공학과(전자요업재료.박사)

❖ 경 력

1986~1989 국방과학연구소
 1989~1992 삼성전기(주)종합연구소 세라믹팀
 1993~1997 삼성전기(주) MLCC 연구실 선임연구원
 1998~현재 삼성전기(주) 적층박막사업부 MLCC기술팀장

✉ E-mail: wsk26@samsung.co.kr