

# MLCC 제품개발 동향

윤혁준 위성권  
 (주)삼성전기 칩부품팀 제품연구그룹  
 sk.wi@samsung.com

## 1. 서론

최근 휴대전화, PC 및 이동통신 등의 경이적인 성장 및 보급과 함께, 전기 전자기기의 소형화, 고기능화, 고효율화 경향이 더욱 두드러지고 있다. 이에 따라 capacitor, inductor, resistor 등의 수동소자의 chip화 즉 경박단소화 현상도 또한 가속화되어 왔다.

특히 MLCC(Multi-Layer Chip Capacitor)의 경우 단위크기당 용량, 신뢰성, 고주파 특성의 장점에 힘입어 지난 10년간 매년 15% 이상의 평균성장을 보였으며 이러한 증가추세는 이동통신 및 컴퓨터 산업의 신장에 따라 계속될 것으로 전망되고 있다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 통신기기 및 PC 분야가 전체 MLCC 수요의 40% 이상임을 볼 수 있다.

그러나, 2001년 이후부터 지속되고 있는 IT 및 전자 산업의 침체로 인한 수요감소로 말미암아 MLCC 시장은 전반적으로 공급과잉 상태에 직면하게 되었고, 평가 하락의 추세는 최근 더욱 가속화되어 2000년 대비 33% 하락한 6.3\$/1K(2002년)로 집계되고 있다.

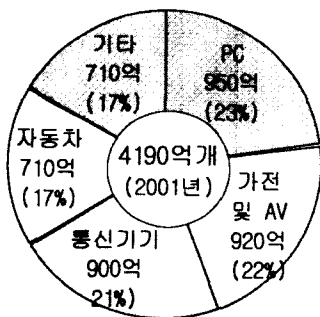


Fig. 1 용도별 MLCC 수요(수량).

이러한 시장상황 속에서 MLCC 업체간 가격, 기술경쟁력 우위 선점을 위한 연구개발 및 시장 확보 경쟁이 치열하게 전개되고 있으며, 이는 최근의 고용량, 초소형, 고압 신기종 출시 현황으로부터도 실감할 수 있다.

특히 70% 이상의 시장을 점유하고 있는 선진 일본 업체들의 시장우위 유지 및 확대전략, 이들과의 경쟁에서 살아남기 위한 후발업체들의 생존 및 성장전략 등의 측면에서 MLCC 업체들은 중요한 선택을 해야 할 국면에 직면해 있는 상황이다.

즉 일반적인 제품으로는 고성능의 신제품이 끊임없이 요구되는 시장에서 경쟁력을 유지하는 것은 불가능하며, 또한 계속되는 시장의 평가인하 압력으로 사업체산성이 급격히 악화되는 상황에서, MLCC 업체들의 유일한 활로는 고용량화, 초소형화, 특수품, 복합화로 요약될 수 있는 high-end 제품의 개발을 통한 고부가가치품 판매만 이라고 해도 과언이 아닐 것이다.

본 고에서는 현재 MLCC 시장에서 고부가가치 제품군으로 분류될수 있는 고용량품, 초소형품, 전장품, 고압품에 대한 현황과 관련 시장 전망에 대해 간략히 살펴봄으로써, 향후 MLCC 관련 연구 및 개발 방향을 가늠하는데 있어 조금이나마 보탬이 되었으면 한다.

## 2. 고부가가치 MLCC 제품군

MLCC 제품군은 technical roadmap(Fig. 2)에서 보는 바와 같이 용도 즉 사용분야에 따라 뚜렷한 기술적 경향을 가지고 발전되고 있으며 이장에서는 각 경우에 대해 간단히 기술하도록 하겠다.

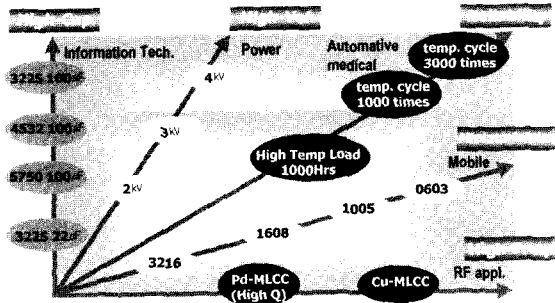


Fig 2. MLCC 제품의 technical roadmap.

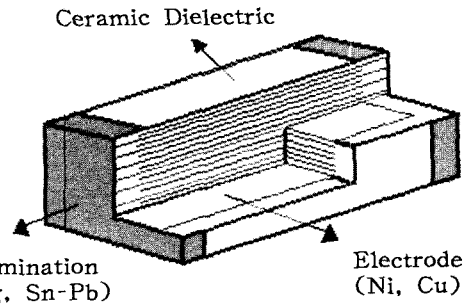


Fig 3. MLCC 구조.

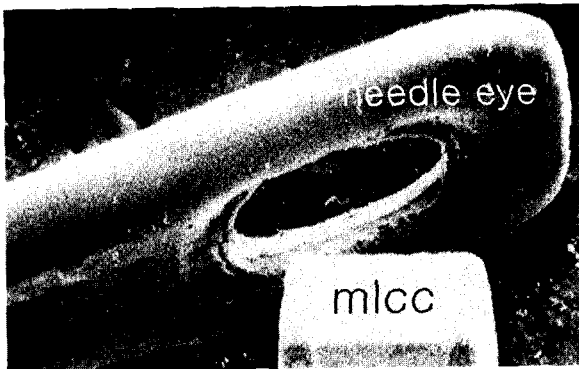


Fig 4. 0603 MLCC.

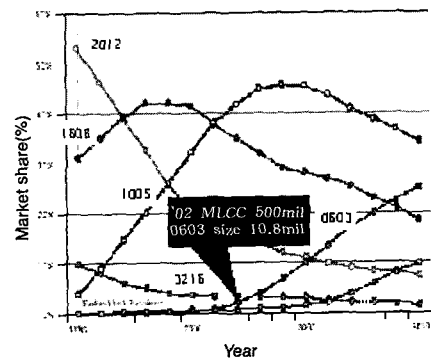


Fig 5. MLCC size별 수요예측.

(1) 고용량 제품

MLCC는 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 유전체층과 내부 전극층을 반복적으로 적층함으로써 단위부피(크기)당 정전용량을 극대화시킨 간단한 구조를 가지고 있다. 고용량 구현을 위해서는 유전체층을 더욱 박층화하여 적층수를 늘리는 방법과 비유전율이 큰 재료를 적용하는 방법이 있으나, 후자의 경우 고유전율계 구성에 선택의 폭이 넓지 않아 일반적으로는 전자의 방법(박층화)이 고용량기술을 대표한다고 볼수 있다.

현재 시판되고 있는 MLCC 중 최고용량인 X5R 100  $\mu$ F 제품의 경우, 유전체층 두께 2.5  $\mu$ m, 적층수 800층(4.5  $\times$  3.2 mm chip size)으로 구성되며, 칩이 더 소형화 되면 두께 1.5  $\mu$ m, 적층수 900층(3.2  $\times$  2.5 mm chip size)을 구현하기 위한 기술을 요하게 된다. 향후 유전체 1  $\mu$ m, 적층수 1000층(3.2  $\times$  1.6 mm, 100 $\mu$ F)기술을 누가 먼저 달성하는가에 따라 시장의 판도는 크게 변화될 여지를 가지고 있다.

이러한 초박층/고적층 기술을 토대로 10  $\mu$ F 내지는

100 $\mu$ F에 이르는 다양한 크기의 Ni 내부전극 MLCC 제품(Murata, TDK, Taiyo-Yuden, Kyocera, Samsung)이 상품화되어 있으며, 고주파에서의 우수한 ESR(등가직렬 저항) 특성 때문에 기존에 전해 및 탄탈 콘덴서가 사용되던 고주파 Bypass 회로, coupling 회로 등에 대체되어 폭넓게 응용되고 있다.

(2) 초소형 제품

대용량화와 함께 또 하나의 큰 경향이 소형화(Fig. 2)로써, 0.6 $\times$ 0.3 $\times$ 0.3 mm size 제품(Fig. 4)이 상용화되기에 이르렀고, 휴대폰, PDA 및 RF module에 적용이 급속히 확대될 전망이다. 아래 Fig. 5에서 보는바와 같이 0603에 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상되는바, MLCC 업체들은 양산체제를 시급히 갖추고 있다.

수pF 내지는 100nF에 이르는 용량대의 제품군이 특성별(C0G-X7R-Y5V 순으로 고용량)로 구성되어 있으며, C0G의 경우는 내부전극에 따라 Pd(또는 Ag/Pd)계와 Cu계로 나눌수 있다.

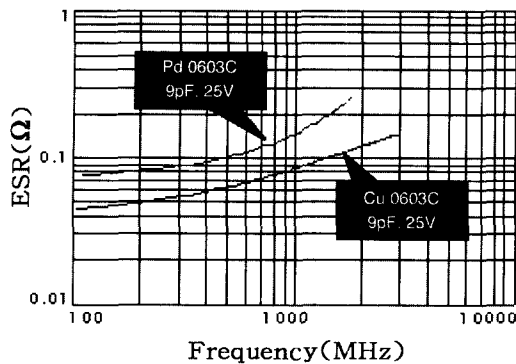


Fig. 6. Pd-내부전극과 Cu-내부전극 MLCC ESR 특성비교(0603).

Cu 내부전극의 경우, Cu 전극의 고주파에서의 낮은 손실에 기인하여 Pd 제품에 비해 고주파에서 우수한 ESR 특성을 나타내는 장점(Fig. 6)이 있으나, 환원분위기 저온소성을 요하므로 보다 기술적으로 난해한 단점 또한 지니고 있다.

현재의 추세라면 더욱 소형화된 0402(0.4×0.2×0.2 mm) size 제품도 2005년경에 출현될 전망이다, 일부 업체에서는 이에 대한 연구개발도 내부적으로 활발히 진행되는 것으로 알려지고 있다.

### (3) 전장용(Automotive) MLCC

Fig. 1에 나타난 바와 같이 자동차용에 사용되는

MLCC 비중은 전체의 17%를 차지할 정도로 큰 시장을 형성하고 있으며, IT 및 기타 전자산업의 급격한 경기변화에도 불구하고 전장용 MLCC 시장은 상대적으로 안정한 성장세를 보이는 특징을 가지고 있다.

이는 자동차 산업의 안정적인 성장경향(연평균 4%)과 더불어 자동차내 제어장치의 전자화 증가추세로 인한 수동부품의 수요증가에 기인한 것으로, 향후 전장용 MLCC 수요는 연평균 12% 정도의 꾸준한 성장이 지속될 것으로 예상되고 있다.

자동차 전장품에 대한 용도를 분류하면 Fig. 7과 같으며, Underhood에는 자동차의 운행 및 안전에 관계되는 부분, 그리고 운전석에는 운전자 편의에 관계되는 부분이 각각 장착된다. 이러한 전장품의 용도에 따라 적용되는 MLCC에도 요구되는 신뢰성 수준은 차이가 있으며 특히 자동차 운전 및 안전 관련 부분은 고신뢰성(high reliability) MLCC 제품이 필수적이다.

전장용 MLCC 신뢰성은 일반품에 비해 월등히 강화된 기계적 강도, 내열충격성, 고온수명, 내환경성 등을 들 수 있으며, 전장품 set-maker에 따라 다소 차이가 있으나 대체로 AEC-Q200을 신뢰성기준으로 삼고 있다. 예를 들어 일반품에서는 5 cycle정도인 열충격성의 경우, 전장품에서는 300 내지 1000cycle의 신뢰성을 요구

1	2	3	4	5
Powertrain, Alternator, Ignition System, Engine-Management	HID-headlights, Suspension, Gear, Headlight Adjust, Speed Control, Steering, Traction Control, Wiper Control	ABS, EPS, ASR, Airbag, Seatbelt, Immobilizer, Anti-theft	Central Locking, Power Window, Seat/Mirror Adjust, Window/Mirror Heating, Sunroof, Climate Control, Interior Lighting,	Instrument Cluster, Trip Computer, Audio System, Navigation System, Electric Clock
Underhood Compartment -40°C ~ +105°C			Passenger Compartment -40°C ~ +85°C	

Fig. 7. 자동차 전장품 용도(Application segment).

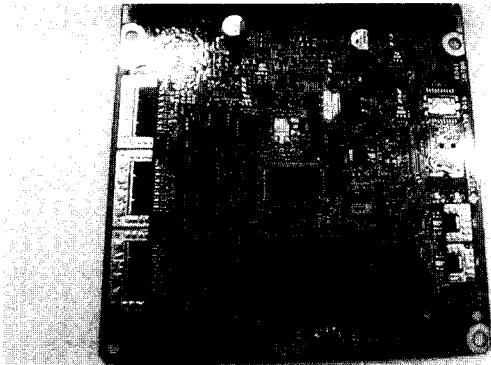


Fig. 8. 자동차 EMS(Engine Management System)용 control 기판

하고 있다.

Fig. 8은 EMS control 기판을 보여주는 사진으로 100 개에 이르는 MLCC 제품이 사용되고 있다. 자동차 평균 적으로는 1300-2000개의 MLCC가 사용되고 있으며, 사용수가 점차 증가하고 있는 추세이다. 또한 자동차 battery의 14V에서 42V로의 승압에 따른 MLCC 정격전압의 변화도 아울러 예상되므로, 향후 전장품 MLCC 시장에서는 보다 높은 정격전압의 고신뢰성 제품이 관건이 되리라 예상된다.

#### (4) 고압(High Voltage) MLCC 제품

통상 정격전압 500V 이상의 제품을 고압품으로, 100V-250V 제품을 중압품으로 분류하고 있다. 저압품의 경우 일반 lead type 콘덴서의 95% 이상이 MLCC로 이미 대체가 완료되었으나, 고압품의 경우 기술적 제약

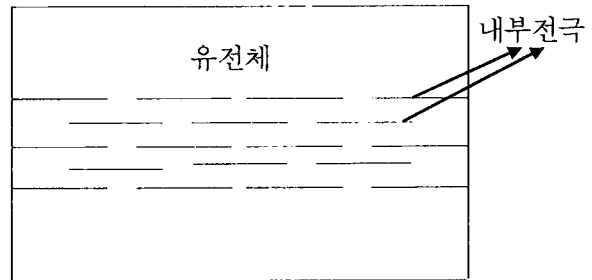


Fig. 9. 고압 MLCC 내전압설계(Floating pattern).

및 신뢰성 문제로 인해 대체비율이 상대적으로 낮은 상황이다.

그 중 하나가 내전압(BDV: breakdown voltage) 문제로서, MLCC 구조적 특성상 유전체의 두께가 얇을 수밖에 없으나, Fig. 9와 같은 내부전극 설계를 적용하여 전압을 분산시킴에 따른 내전압 및 신뢰성 강화를 통해 현재는 정격전압 3KV 제품까지 출시되고 있다.

기존의 film capacitor 대체용으로의 고압 MLCC제품의 수요도 지속적으로 증가하고 있는 추세로서, 고압용 film cap의 큰 size, lead type의 단점을 SMD 가능한 소형의 MLCC로 해결할 수 있어 대체가 급속히 진행될 전망이다.

예를 들어, Fig. 10의 ballast 회로의 모식도의 capacitor 들은 대부분 고압용으로 위치별로 ripple 제거, snubbing, coupling, ballast 등의 다양한 역할을 하고 있다. 현재까지는 가정용 램프 ballast에는 고압 film capacitor가 주로 사용되고 있으나, 점차 MLCC로의 대체가 현실화

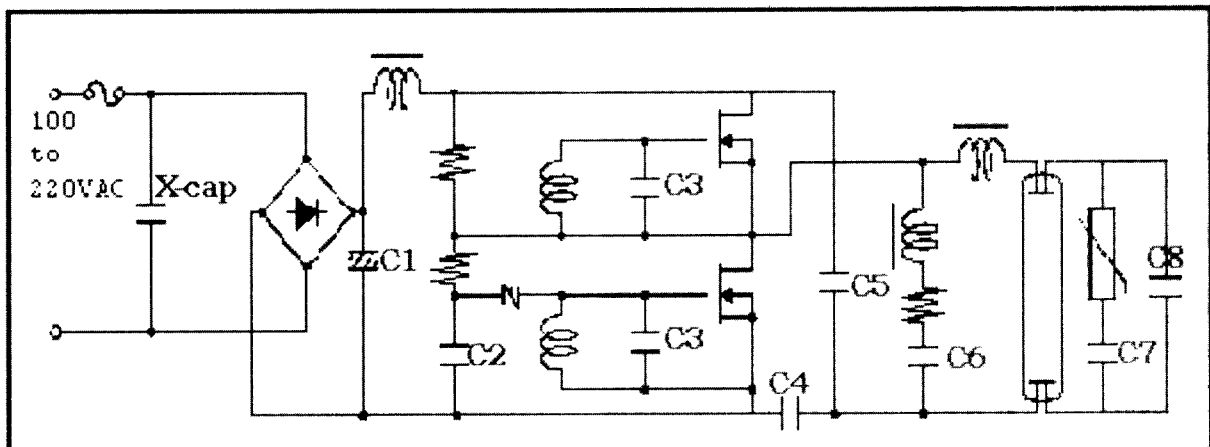


Fig. 10. Ballast내 용도별 capacitor 위치 모식도.

되고 있다.

이밖에도 DC-DC converter, LCD back-light inverter, Modem, LAN card, Camera strobe circuit 등에서 100-3000V 정격전압의 고압 MLCC 제품이 적용되고 있으며, 적용범위의 확대에 따라 고정격전압 고용량 제품에 대한 수요가 늘고 있어 고압화 고신뢰성 구현을 위한 재료 및 공정기술이 필요해지고 있다.

아울러 AC 인가환경하에서의 MLCC 작동특성 및 신뢰성에 대한 요구도 증가하고 있어 관련 분야 연구, 개발도 시급한 상황이다.

### 3. 맺음말

이상에서 MLCC 고부가가치 제품들에 해당하는 고용량품, 초소형품, 전장품, 고압품 등에 대해 제품 및 시장 동향에 대해 간단히 살펴보았다. 본 고에서는 다루지 않았으나, MLCC 관련한 복합 적층 제품들에 대한 수요도

계속해서 증가하고 있으며 이들 또한 고부가가치를 창출할 수 있는 가능성이 높은 제품들이다.

이들 제품들은 비록 적용분야 및 기능은 상이하더라도, 기술적으로 high-end product에 해당하며 선진사간의 치열한 경쟁이 불가피한 제품군이라는 뚜렷한 공통점을 지니고 있다.

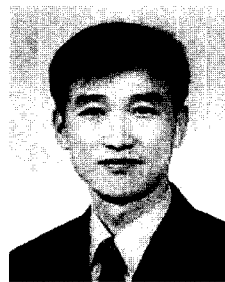
이는 MLCC 기업 및 전자부품 관련 연구개발이 양적 성장 위주에서 벗어나 어떠한 방향으로 집중되어야 하는지를 보여주며, 동시에 현재의 전자부품업체의 침체된 상황 극복을 넘어서 향후 국내 전자부품산업의 국제 경쟁력 확보 내지는 세계일류로서의 기반을 구축할 수 방법이 무엇인지를 시사해주는 것이다.

마지막으로 저자는 정부, 학계, 연구계, 기업간의 연구 개발 Network 구성을 통한 집중투자 및 관련 기초분야, 응용분야, 제품화분야간의 균형있는 개발이 가능할 때, MLCC를 비롯한 국내 전자부품업체의 전망이 비로소 크게 밝아지리라 기대해 본다.



**윤혁준**

- 1990년 서울대 무기재료공학과 졸업
- 1996년 동대학 재료공학 박사
- 1999년 Pennsylvania 주립대 연구원
- 2001년 삼성전기 칩부품팀 제품연구그룹 수석연구원
- ~ 현재



**위성권**

- 1984년 연세대 세라믹공학과 졸업
- 1986년 한국과학기술원 재료공학 석사
- 국방과학연구원 국방과학연구원
- 1992년 한국과학기술원 재료공학 박사
- 1989년 삼성전기 칩부품팀 제품연구그룹 그룹장
- ~ 현재