

# 칩 페라이트 소재 · 부품의 기술 및 시장동향

여동훈 책임연구원 (한국세라믹기술원 미래융합세라믹본부) | 이준석 대표이사 (지엠피)

## 1. 서론

오늘날 각종 전자 장비는 핵심 반도체 소자의 고집적화에 힘입어 날로 소형, 경량화되고 그 성능과 신뢰성 또한 지속적으로 향상되고 있다. 전자 회로의 집적화 기술은 저항, 인덕터, 필터, 커패시터 등의 수동형 소자들이 소형화하는 구동력이 되고 있으며, 현재 세라믹 적층 기법을 이용한 다양한 표면 실장형 소자 (SMD, Surface-Mounting Devices)가 개발되어 광범위하게 사용되고 있다.

이러한 SMD형 적층형 세라믹 소자의 시작은 적층 세라믹 커패시터 (MLCC)라 할 수 있으며 그 이외의 자성체 부품의 경우 칩 인덕터, 칩 비드, 트랜스포머, 파워인덕터, 안테나와 페라이트와 다른 종류의 재료를 결합하여 동시 소성하는 형식인 LC 필터, EMI 필터, Common mode 필터 등의 적층형 복합소자로 사용되고 있다. 주요 제조업체로는 국내에서는 삼성전기, 세라텍, 아모텍, 삼화전자, 이노칩테크놀로지, 조인셋, 지오 등의 업체에서 적층형 페라이트 관련 부품들을 양산하고 있고, 해외에서는 TDK, Murata, FDK, Hitachi Metal 등의 일본 업체 위주로 진행 중이다.

현재 국내 대부분의 페라이트 부품 제조업체에서는 일본 Toda, Hitachi Metal 등과 미국의 Powder-tech社의 합성된 페라이트 분말을 공급받아서 사용 중이지만 국내 페라이트 제조회사인 삼성전기 등 다수업체에서 페라이트 분말 제작 국산화가 성공적으

로 이루어져 국내 페라이트 분말의 사용량이 점점 늘어나고 있는 실정이다.

페라이트 부품에서도 다른 부품과 마찬가지로 경박 단소화 및 고효율화를 위한 칩의 소형화, 고주파화는 새로운 기술의 개발과 함께 지속적으로 요구되고 있다. 따라서 미래의 인덕터 제조 환경 변화에 따른 새로운 모델 예측과 기존의 재료가 갖추어야 할 자기특성을 파악해야하며 특히 고주파화에 따른 간섭 및 노이즈 형상에 대한 평가를 실시하여 미래 기술 발전 방향이 필요하다.

이에 본 자료에서는 최근 들어 페라이트 부품 중에 크게 이슈화되어 대두되고 있는 파워인덕터 /DC-DC Converter와 Common mode 필터를 중심으로 국내 · 외 페라이트 관련 기술 및 시장동향에 대해 기술하고자 한다.

## 2. 파워 인덕터 및 DC-DC Converter

차세대 전원장치로는 안정화되지 않은 직류 입력 전원을 고효율의 안정되고 다양한 직류 출력 전압으로 만들기 위한 에너지 변환 기술인 DC-DC Converter를 많이 요구하고 있으며, 에너지원으로 하는 휴대용 정보통신 단말기에는 저소비 전력화와 함께 Power Management 기능이 채용되고 있기 때문에 기능 블록에 맞춰 복수개의 소형 및 고효율의 DC-DC Converter를 탑재하고 있는 경향이다. 이러

한 요구들로 인해 휴대폰용 DC-DC Converter 설계 시 출력전류 변화에 따른 일정 이상의 높은 효율, 낮은 누설전류, 낮은 출력전압 리플, 출력 전류의 급격한 변화에 따른 반응 속도 및 최소한의 실장 면적 설계의 기본이 되고 있다.

DC-DC Converter의 높은 효율과 전원 노이즈의 감소를 위해 최근 DC-DC Converter의 스위칭 주파수를 2 MHz 이상으로 증가시키고 있는 추세이며, 위와 같이 스위칭 주파수를 증가시키면 낮은 스위칭 주파수를 사용하는 경우보다 상대적으로 적은 용량을 가지는 커패시터와 인덕터를 사용할 수 있고, 낮은 출력전압 리플을 얻을 수 있다. 또한, 스위칭 주파수를 2 MHz로 변경하면 기존에 사용되던 4.7  $\mu$ H 고용량 인덕터를 2.2  $\mu$ H로 변경이 가능하며, 인덕터의 크기와 두께를 낮출 수 있다.

전자기기의 경박 단소화를 결정하는 파워인덕터는 DC-DC Converter와 파워회로에 연결되는 핵심 소자로 경박 단소화가 요구되는 상황에 맞춰 기존의 권선형 인덕터를 적층형으로 만들어 점차 적층형 고용량 인덕터가 개발되어 대체되어 가는 실정이다. 그러나 파워 인덕터로 사용되기 위해서는 단순히 투자율의 상승과 같은 정자기 특성의 향상 외에도 직류 중첩 특성의 향상, 열적 안정성과 고신뢰성을 동시에 달성하여야 한다. 현재 이러한 특성을 만족하는 대표적인 소재는 수 MHz ~ 수십 MHz 대역에서 손실이 매우 적고, 고주파 특성이 우수하며 동시에 가격 대비 성능이 우수한 NiZn-페라이트가 많이 사용되어지고 있으나 국내는 주로 일본 FDK로 부터 수입이 이루어지고 있다. 이는 국내의 생산제품이 파워 인덕터용 NiZn 페라이트에서 가장 중요한 직류 중첩 특성에 대한 연구가 부족한 상황으로 직류 중첩 특성을 향상시키기 위해서는 페라이트 소결 조직의 치밀화, 결정립의 크기, 자구의 미세화에 영향을 주는 입계 매개물, 응력 분포 등에 정확한 조직학적인 연구가 수반되어야 한다.

NiZn 페라이트계를 적층형으로 제조하기 위해서는 저온소결과정이 필수적으로 활용이 요구된다. 이는 은 전극을 사용할 경우 생산단가 및 Q값 향상을 이룰 수 있기 때문이다. 그러나 일반적으로 페라이트의 소결온도는 은의 용점 이상이므로 페라이트

의 소결온도를 낮추기 위한 다양한 방법이 제시되고 있다. 가장 일반적인 방법인 글라스를 이용한 소결온도의 저하의 활용이다. 특히 NiZn 페라이트는 CuO를 활용할 경우 소결온도를 효과적으로 낮출 수 있는 것으로 알려져 있으며 표면 확산을 활발히 하기 위한 전구체의 입자크기를 작게 할 경우 900 $^{\circ}$ C 이하에서도 소결이 가능한 것으로 알려져 있다. 그러나 상기의 방법을 사용할 경우 결정립계 등의 존재하는 글라스의 분포 등이 페라이트의 자기적 특성, 특히 직류 중첩 특성에 지대한 영향을 미칠 것으로 예측된다. 또한 저온 동시소성의 결과 발생하는 계면에서의 응력 및 균열 등에 대한 영향에 대한 정확한 구조, 성분 분석 등이 동시에 수행되어야만 우수한 특성 및 높은 신뢰성을 보장할 것으로 판단된다. 또한 제조공정상에서 보면 페라이트 인덕터의 동시 소성 시 페라이트 모재와 내부 도체와의 계면에서 수축률 차이로 인한 잔류 응력의 영향으로 인해 L값 및 Q값의 저하가 발생한다. 일반 페라이트 인덕터에 비해 낮은 직류 저항값이 요구되는 파워 인덕터에서는 내부 전극의 두께를 높게 형성하여 직류 저항값을 낮추는 방법이 사용되나, 이 방법으로 진행 시 기존 페라이트 인덕터에 비해 파워 인덕터는 페라이트 모재와 내부 도체와의 계면에서 잔류 응력의 영향을 크게 받고, 설계치 대비 낮은 인덕턴스 및 Q값 저하가 일어나게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 적층형 인덕터 제조에 있어 그린시트를 이용한 Dry 방식과, 페라이트 페이스트를 이용한 Wet 방식이 있는데, 이 두 공정방식의 장점만을 취합하여 높은 인덕턴스와 High Q를 갖는 파워 인덕터 제조가 가능하다. 일본 선진사의 파워 인덕터 제조 방법을 살펴보면 FDK에서 Wet 방식을 이용한 파워 인덕터를 제조하고 TDK, Murata 등에서 개발 중인 그린시트 표면을 레이저 조사 후 형성된 패턴 형상에 은 전극을 채워 넣어 낮은 직류 저항값 형성 및 소결 후 잔류 응력을 해소하는 방법이 제안되었다. 국내에서도 이와 유사한 독자적인 공법을 이용하여 De-lamination 현상을 제거하기 위한 다양한 노력이 진행되고 있다.



## 2.1 국내·외 개발 현황

국내의 다수의 세라믹 부품업체에서 적층형 파워 인덕터를 출시하여 선보이고 있다. 대부분의 제품 크기는 2012/2016 Size가 주종이며, 일본의 FDK나 Murata와 경쟁하고 있다. 그러나 선진사에 비해 직류 중첩특성과 직류 저항값이 아직 미흡하다는 단점을 가지고 있다. TDK와 Murata의 경우 권선형 파워

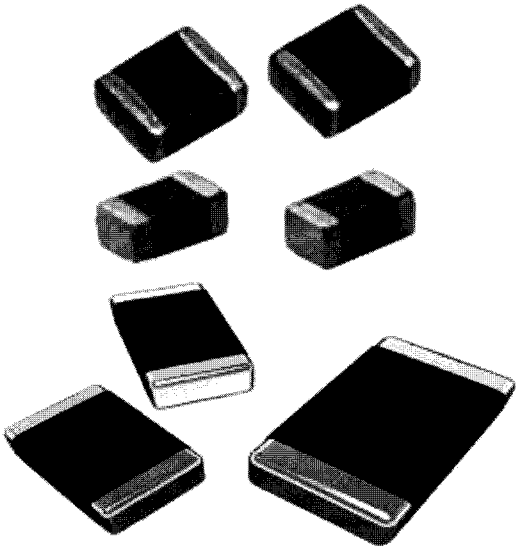
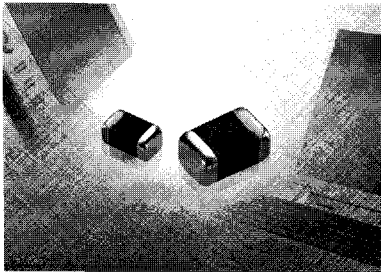


그림 1. 국내회사들의 파워인덕터 (삼성전기, 아모텍, 지오).

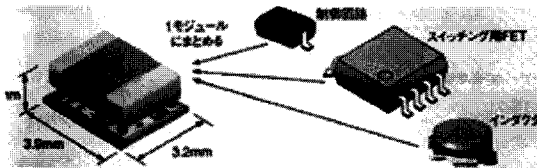


그림 2. FDK의 파워 인덕터를 이용한 DC-DC Converter.

인덕터를 출시하였고 FDK, Murata, 태양유전에서 적층형 제품을 선보이고 있다. 현재 FDK 제품이 가장 우수한 제품 특성을 나타내고 있는데 FDK는 고유한 자성재료 설계 기술과 회로형성 기술을 통한 우수한 직류 중첩특성을 구현하였고, 기존의 권선형 인덕터를 대체하여 전원용 인덕터로 사용 영역을 넓혀 나가고 있다. 이외에도 단품 파워 인덕터를 모체로한 Micro DC-DC Converter를 발표하여, 향후 Micro DC-DC Converter 시장으로 영역을 확대하려고 있다.

Murata는 LQM21P라는 적층형 파워 인덕터를 개발하여 전원용 파워 인덕터로 적용을 시도 중에 있다. 그 이외에 Multi-layer 기술을 이용한 Micro DC-DC Converter가 개발되고 있는데, 페라이트와 LTCC 재료를 이중 접합한 세라믹 기판을 이용한 Micro DC-DC Converter를 태양유전 등의 일본회사에서 발표하고 있다.

## 2.2 페라이트 자성재료의 국내 기술 현황

최근의 자성재료는 전자 산업의 급속한 발전과 더불어 Mn-Zn 페라이트와 Ni-Zn 페라이트, Mg-Zn 페라이트 등의 스피넬 결정구조의 페리자성의 소프트 페라이트가 주류를 이루고 있다. Mn-Zn 페라이트는 주로 16 KHz - 5 MHz의 범위에서 사용되며 전자기에 사용되는 트랜스포머의 자심(Core) 재료로 사용된다. 제품의 형상에 따라 U형, E형, 토로이

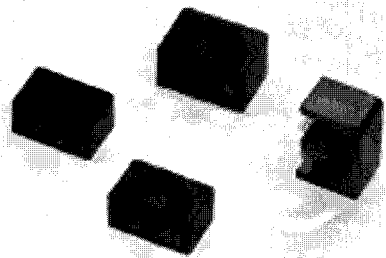


그림 3. 제품형상의 U형 페라이트.

드형 등으로 나뉘며, U형은 TV나 컴퓨터 모니터의 브라운관에 공급되는 고전압 발생용으로 사용된다. E형은 각종 트랜스포머, 발진 코일, 변위 보정 트랜스포머와 코일, 스위칭 전원용 등에 사용되며 세부 형상에 따라 다시 EI형, EE형, EER형, EP형, EEH형, EFD형 등으로 나뉜다. 토로이드형은 각종 인덕터 및 노이즈 필터용으로 사용된다.

Ni-Zn 페라이트는 200 kHz - 100 MHz의 범위에서 사용되며 라디오 수신기용 안테나를 시작으로 고주파 코일, 중간주파 트랜스포머, 가변 코일, 국부 발진 트랜스포머의 자심 재료로 사용되며 최근에는 노이즈 억제용 Core 및 자기 실드용 전파 흡수체 타일 등에 사용된다. 또한 분말을 고분자 성분 등과 혼합하여 전파 흡수체 시트 등을 만들어 사용하기도 한다.

Mg-Zn 페라이트는 TV나 컴퓨터 모니터의 브라운관에서 전자총에서 나온 전자의 방향을 제어하는 편향 요크의 자심으로 사용되며 16 kHz - 130 kHz의 범위에서 쓰인다. 일부 재질을 노이즈 억제용 Core로 사용하기도 한다.

소프트 페라이트의 대표적인 제조 기업으로 이수세라믹, 삼화 전자 공업, SCC(주) 등이 있으며 이수세라믹은 Mn-Zn 페라이트 코아와 Mg-Zn 페라이트 코아를 생산하고 있으며 산화철, 산화 망간, 산화 아연, 산화마그네슘 등의 기초 산화물을 이용하여 소프트 페라이트 원료 합성을 포함한 모든 공정을 자

체적으로 운용하고 있다.

삼화전자는 Mn-Zn 페라이트, Mg-Zn 페라이트, Ni-Zn 페라이트를 생산하며 자체 생산은 성형 공정에서부터 운용하며 삼화기업이라는 원료 합성 전문 회사를 별도 자회사로 보유하고 있다. 소결 후의 일부 공정은 중국 및 동남아로 이관하여 실시하고 있다.

SCC(주)는 1998년 삼성 코닝 세라믹 사업부에서 별도 법인으로 설립하여 Mn-Zn 페라이트, Ni-Zn 페라이트를 자체 합성 생산하고 있으며 이를 이용한 로터리 트랜스포머, EMI & 노이즈 필터, 인덕터 코일, 전원용 페라이트 코아를 생산하고 있다.

그러나 위에 서술한 업체의 페라이트 재료기술은 파워 인덕터에서 요구되는 DC Bias current에 대해서는 안정적이지만 저손실의 우수한 직류 저항값을 가지는 페라이트 재료 생산기술은 미미한 실정이다. 이와 같은 이유로 국내 파워 인덕터를 생산하고 있는 다수의 업체에서는 이들 재료를 해외 분말업체로부터 대부분 수입하여 사용하고 있는 상태이다. 현재 국내 페라이트 재료기술의 한 단계 진일보하고 일본 선진 부품업체와 경쟁하기 위해서는 고주파, 대전류 환경 속에서 안정적인 페라이트 재료기술 개발이 이루어져야 하며, 특히 전자제품의 경박단소의 경향에 부응하기 위해서는 Multi layer 부품 제조가 가능한 저온 동시 소성재료의 개발과 안정적인 양산화 기술 확보가 시급한 상황이다. 이러한 원천기술을 확보할 때 해외 선진업체와의 경쟁에서 이겨 나갈 수 있을 것으로 판단된다.

### 2.3 페라이트 재료 국외 기술 현황

전자세라믹 재료 분야에서 기술적 우위 및 시장을 장악하고 있는 나라는 단연 일본이라고 할 수 있다. 따라서 전자 핵심부품의 공급기지로 품질과 생산량을 세계적으로 주도하고 있으며, 높은 대외 경쟁력을 확보하여 21세기를 대비한 기술 집약형 첨단 산업구조를 구축하고 있다. 일본의 경우 신기술 개발 및 첨단 제품의 전략화 등을 위하여 일본정부는 강력한 정책적 지원으로 대형 국가과제를 10년 내지 20년의 중장기 계획에 따라 꾸준히 추진하고 있으며, 일본의 파인세라믹스 산업은 20년 이상 전 세계

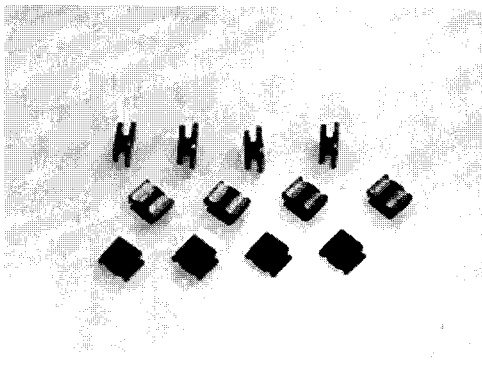


그림 4. Ni-Zn 페라이트로 만든 부품.



시장에서 높은 시장 점유율을 보이고 있고 특히, 전자세라믹 분야의 세계시장 비율 중에서 본 개발과제가 속해 있는 페라이트의 경우 전 세계 공급량의 78% 정도를 일본기업이 차지하고 있을 정도이다. 적층형 페라이트 인덕터에 사용되는 원료 분말은 투자율 및 주파수에 따른 임피던스 및 Q특성에 따라 6~7가지 정도의 재료가 사용되는데 일본의 주요 선진업체들은 인덕터 설계, 제작기술 뿐만 아니라 원천기술에 해당하는 조성 기술을 보유하고 있다. 가장 많이 사용되는 조성은 Ni-Zn-Cu계 재료이고 이 세가지 물질의 함량비를 조절하여 투자율 및 임피던스 Q특성을 제어하고 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등을 소결조제로 사용하여 900℃ 정도의 저온에서 은 전극과 동시소성이 가능하게 된다. 대표적인 Ni-Zn-Cu계 페라이트 원료분말 공급업체로는 일본이 Saikai, TODA 공업, 미국의 Powder Tech. 등이고 TDK, Taiyo Yuden, Murata 등의 업체들은 부품설계 뿐 아니라 재료설계에 대한 능력도 보유하고 있다. 특히 현재 소프트 페라이트 부문의 최고 수준의 회사는 일본의 TDK이다. 국내 업체들도 TDK와 비교하여 일반 범용품의 경우 원료, 생산 공정, 제품 특성 등에서 전혀 손색이 없이 우수한 상태에서 일부 제품의 경우 오히려 우위를 점하고 있는 경우도 허다하다. 다만 고부가가치 제품의 경우 TDK는 제품 개발력이 우수하여 향후 새롭게 성장할 가능성이 있는 분야, 예를 들면 신규 통신시장, 전기 자동차 시장 등 일본의 대기업들이 연구 개발을 중점적으로 추진하고 있는 분야를 미리 선정하여 그에 필요한 새로운 재료를 개발하는 능력이 뛰어나다.

#### 2.4 세계시장 상황 및 전망

소프트 페라이트는 2010년까지 성장률이 3.5%로 낮은 수준이 예상되며, 부가가치가 낮아 일본에서는 편향 요크용 및 전원용에 대해서는 중국 등 해외생산이 주를 이루며, 국내 생산은 매년 후퇴하고 있는 상황이다. 한편, 소형, 대전류 대응의 고부가가치 제품에 대해서는 일본 내의 생산량이 증대되고 있는 상황인데 이러한 기술적 요구에 맞춰 TDK는 높은 포화 자속밀도와 낮은 코어 손실특성을 갖는 고성능의 재료를 개발함으로써 대전류에도 발열의 우려가 없

으며, 코어의 크기를 줄일 수 있는 전원의 소형화, 박형화, 경량화를 이룩하고 있다. 또한, FDK도 TDK와 마찬가지로 고효율 자속밀도 및 저손실을 갖는 페라이트를 개발하여 고압의 LCD용 인버터 트랜스용에 적용하고 있다. 따라서 일본 국내에서도 수요가 많은 응용품 시장을 선점하기 위해 치열한 경쟁을 하고 있는 상황이다. 중국의 소프트 페라이트 생산은 남경 금녕전자그룹 유한회사, 상해강순자성부품공장, 광동풍화고신과 기주식 유한회사 및 월봉전자(곤산) 유한회사 등 5개 주요업체가 있는데 값싼 노동력을 배경으로 일본, 한국 등 선진회사의 공장이 전 등으로 중국내의 생산 및 판매 경쟁이 더욱더 치열해 지고 있는 상황이다. 따라서 경쟁력을 높이기 위해서는 원가절감을 통한 가격경쟁력을 높이고, 기술력 증진을 통한 고부가가치품에 대한 개발 및 생산이 필요하다.

### 3. Common mode 필터

최근 정보량의 증가와 전자기기의 고성능화로 인해 데이터는 점차 대용량화 되고 이를 빠르고 정확하게 전송하는 것이 중요한 고려사항이 되었다. 특히 I/O단 간 대역폭이 전체적인 시스템 성능의 중요한 부분이 되고 있다. 이 중 내부 I/O 단에서의 전송보다 외부 I/O 단 전송이 잡음에 많이 노출되기 때문에 잡음에 강한 저전력 고속데이터 전송기법이 필수적이며, 이를 충족시키기 위해 디스플레이, 통신용 허브, 디지털 휴대기기 등에 적용되는 LVDS (Low Voltage Differential Signaling)가 제안되었다. 하지만 실제 설계에 있어 전기적인 길이의 비대칭성, 임피던스 부정합, 주변 선로의 영향 및 구조의 불연속면에 의해 위상 및 전압차가 발생한다. 이는 데이터 전송률에 비례하여 Common mode 전류 발생 및 방사 잡음 발생의 원인이 된다. 또한 휴대용 정보기기의 전송 방식이 저전력, 저전압인 경우 우수한 신호 무결성 (Signal integrity) 및 낮은 전송 에러율 (BER)을 위해 EMI에 대한 전자파 내성을 갖추어야 한다.

일반적인 Common mode 필터는 그림 5와 같은

기본적인 원리를 통해서 특성을 구현할 수 있다. 1:1 트랜스포머 형태를 가진 것으로서 두 인덕터에 Common mode 전류가 흐르는 경우 자기 인덕턴스 (Self inductance)에 상호 인덕턴스 (Mutual

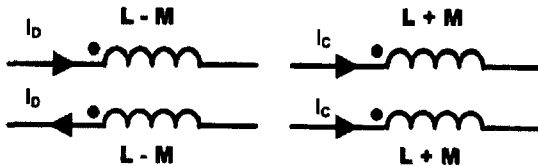
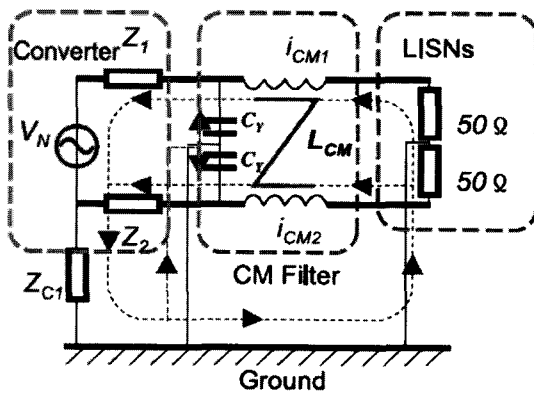
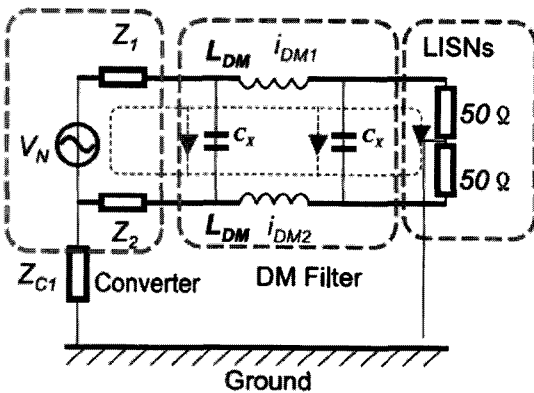


그림 5. Common mode 필터의 기본원리.



(a)



(b)

그림 6. 스위칭 mode noise 및 EMI 필터 (a) Common mode 노이즈 및 필터, (b) Differential mode 노이즈 및 필터.

inductance)가 합쳐짐으로써 Common mode 임피던스가 높아진다. 반대로 Differential mode인 경우 자기 인덕턴스에 상호 인덕턴스 값만큼 상쇄된다. 이상적인 트랜스포머인 경우 인덕턴스가 0의 값을 가지게 되어 Differential mode 전송선로로 유지되고, 반대로 Common mode의 경우 인덕턴스가 2배로 되어 Common mode 임피던스가 증가하여 필터로서의 기능을 가지게 된다. 이러한 Common mode 필터를 구현하는데 가장 많이 적용되는 구조는 나선형태가 위아래로 적층된 것이다. 위아래로 적층됨으로써 보다 큰 상호 인덕턴스를 얻을 수 있다.

그림 6(a)는 Common mode 노이즈를 나타내며 이 Noise는 접지를 통하여 두 선로로 흐르는 스파이크 형태의 고주파 노이즈이다. 두 선로에 흐르는 전류는 크기가 같고 위상이 같다. 그림 6(b)는 Differential mode 노이즈를 나타내며 입력 전력과 같은 선로를 따라서 흐른다.

EMI 필터는 그림 6과 같이 Common mode 커패시터 (CY), Differential mode 커패시터 (CX), Common mode 인덕터 (LCM) 및 Differential mode 인덕터 (LDM)로 구성 된다. Common mode 커패시터 (CY)와 Common mode 인덕터 (LCM)는 Common mode 잡음을 감쇠시켜서 잡음을 억제시킨다. 인덕터는 고주파 잡음에 대하여 높은 임피던스가 되어 잡음을 반사시키거나 흡수한다. 반면에 커패시터는 접지에 낮은 임피던스 경로를 제공하여 고주파 잡음을 접지로 흐르게 한다. 전원 공급 장치가 효과적으로 동작하기 위해서는 Common mode 인덕터는 스위칭 주파수영역에서 적당한 임피던스가 보장되어야 한다.

Common mode 인덕터는 코어에 코일의 감은 수가 같은 두 개의 권선을 가지며, 각 권선은 입력 전력 선로와 직렬 연결된다. 이 때 한 권선에서 발생된 자속은 다른 권선에서 발생된 자속을 상쇄시키도록 제작되어야 한다. 인덕터의 삽입 손실 임피던스는 이상적인 경우 입력 전력 선로에 대해서는 0이나 누설 자속이나 권선의 DC 저항에 의하여 적은 양이 존재한다. Common mode 인덕터의 각 권선에서 발생된 자속이 상쇄되기 때문에 Differential mode에 해당하는 SMPS에 전력을 공급하기 위한 전류는 전력 손

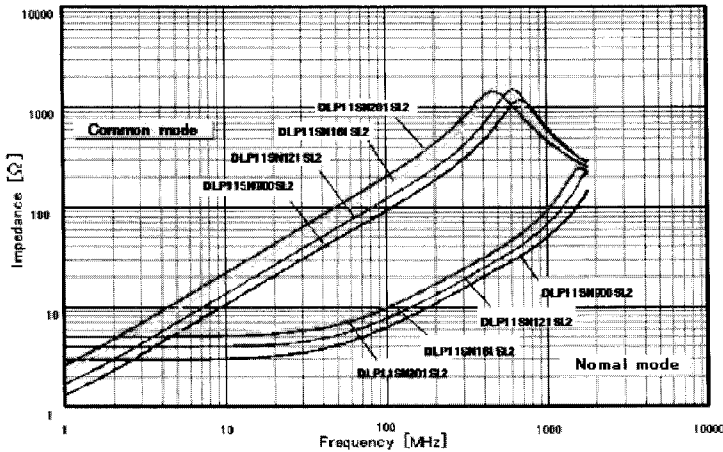


그림 7. Common mode 필터 특성.

실 없이 Differential mode 인덕터를 통과한다.

Common mode 전류는 각 선로에서 발생한 자속이 상쇄되지 않고 합쳐지기 때문에 Common mode 인덕터의 총 임피던스를 통과하게 되어 Common mode 노이즈 전압은 Common mode 인덕터의 권선에서 감쇠된다. Common mode 인덕터는 상대적으로 작은 크기로 큰 인덕턴스를 얻을 수 있는 페라이트 코어와 같은 고투자율의 재료를 이용한다.

현재 상용화되어 사용되고 있는 Common mode 필터의 용도는 Signal line용과 Power line용, Audio 용으로 나누어지는데 본 자료에서는 Signal line용에 대해서 설명하고자 한다. Signal line용에 상용화되어 있는 제품은 크게 권선형, 박막형, 적층형으로 나눌 수 있다.

권선형은 소형화 특히 두께 감소가 어렵고 복잡 기능화에 약점을 가지고 있으나 기존의 권선형 인덕터의 제작 개념을 바로 적용할 수 있었기 때문에 제품의 구현이 초기에 이루어 졌고 기본적인 제품의 신뢰성이 상대적으로 안정되어 있으며 낮은 저항을 가지면서 다양한 Common mode 임피던스를 구현할 수 있기 때문에 제품 크기 문제에 민감하지 않는 부분이나 비교적 높은 정격전류를 요구하는 부분에 많이 사용되고 있다.

박막형은 초기에는 F-PCB의 제작 방식인 Poly

imide film에 진공증착 방식으로 도선을 형성한 후 열접착으로 적층하는 형태로 구현을 하였으나, Soldering 온도에서 필름의 벗겨짐 불량 및 손상 발생에 의한 불량이 문제가 되어 현재는 폴리비닐벤질에테르 화합물 조성을 사용하여 Photo etching 방식을 적용하여 제품을 구현하고 있다. 일본의 TDK社에서 이 방법을 적용하여 초소형화 제품 (0.65 × 0.55 × 0.3 Size)을 구현하거나 초고주파에서


도 Differential mode 주파수가 통과가능하게 한 부품을 상용화 하고 있다. 하지만 이 방식도 페라이트 기판에 선로가 형성된 고분자막을 붙이는 형태이므로 신뢰성적인 측면에서는 아직까지 약점이 노출되어 있다.

적층형은 페라이트와 선로가 형성되는 절연층 세

표 1. Common mode filter의 종류.

Signal line용	Power line용	Audio용
Spiral or Wire-winding Design 사용환경 : 0.1A, 50Vdc 높은 결합계수가 요구됨. 현재 Murata 시장점유율 높음.	Wire-winding Design 사용환경 : 6A, 300Vac 고전류에 대한 안정성 요구. 현재 TDK 시장 점유율 높음.	Multilayer Design 사용환경 : 0.1A, 5Vdc Common mode filter 또는 Dual mode filter, 2-mode Bead Array로 부름. Panasonic-Matsushita 1012 size

표 2. Signal line용 Common mode filter의 종류.

설계 방식	제조사	Size	장단점	주요 Market
적층형 	Walsin Panasonic ICT CTC	1210 Single 2010 2012 Dual	Z  normal 높다 절연 불량 Soldering 특성 우수	LCD, M-Board Note book USB, IEEE1394 등 고속 신호라인
Film Type 	Murata TDK Inpaq	0806 1210 Single 2010 Dual	열적 특성 불량 Soldering 불량 제조 Cost 높음	LCD
Wire Winding형 	TDK Toko Murata Chilisin	1210 2012 Single	납땜 불량시 재작업 불가 high  Z  구현 가능	Nomal

라믹을 적층하여 동시 소성하는 방식으로 구현되어 신뢰성 면에서는 박막형보다 우수하고 소형화면에서는 권선형보다 우수하다. 하지만 선로를 구현하는 전극 형성이 인쇄 방식으로 구현되기 때문에 전극의 선폭을 줄이는데 한계가 있어서 선로간 기생 Capacitance의 발생으로 문제가 야기되고 있다.

### 3.1 국내·외 시장현황

Common mode 필터가 주로 채용되어지는 전자 기기는 디지털 TV, 노트북컴퓨터, 스마트폰 등이며 이외에도 디지털 카메라, Potable 기기, Set top box 등이 있다. 디지털 TV에는 주로 HDMI Line에 채용되며 4개 정도 사용되고, 노트북컴퓨터에서는 내부 Interface보다는 외부 Interface의 USB 단자에 적용되며 HDMI와 Display port (DP)에 다수 사용된다. 특히 HDMI 등의 고속 Interface가 증가 추세이기 때문에 사용량은 지속적으로 증가되고 있다. 핸드폰에서는 LCD Display단이나 카메라단에 적용되고 있으며, 특히 전 세계적인 스마트폰 개발 열풍으로 두께를 낮추면서 다기능화를 추구함에 따라 Main board의 실장 공간 문제로 인한 다수의 F-PCB를 사

용하고 고해상도의 LCD를 적용하며 DATA의 고속화에 따라 다수의 Common mode 필터의 사용이 불가피하게 되었다. 고가모델에 적용수량이 확대되고 있으며 특히 크기에 민감한 넷북이나 태블릿 PC, PMP, 휴대용 게임기 등에 채용이 확대될 것으로 판단된다.

### 3.2 국내·외 관련기업 현황

Common mode 필터의 생산업체를 비교하여 보면 일본 기업이 기술적으로나 수량적으로 가장 앞서가고 있으며 국내, 대

만 기업은 고속통신 쪽에서 초기 단계에 진입하였고 판된다. 표 3은 권선형을 제외하고 박막형과 적층형을 기준으로 일본의 TDK, Panasonic, Murata 회사의 현재의 사양을 비교한 표이다.

소형화와 고속도에 대응하기 위해서는 각 사 모두 미세선폭 및 미세 선간을 가지는 설계를 진행하여 기생 인덕턴스나 커패시터 성분을 최소화하는 방향으로 진행하고 있다. 이를 위해서 TDK는 박막 형태로 내부전극의 선간 선폭의 간격을 각각 15, 5  $\mu\text{m}$ 로 구현하고 있다. 적층형으로 제품을 구현하는 Panasonic도 내부전극의 선폭은 20  $\mu\text{m}$ , 선간격은 15  $\mu\text{m}$ 로 구현하고 있다. 이는 현재의 인쇄 방식으로는 구현하기 불가능하기 때문에 내부 패턴의 구현 방식을 레이저를 이용한 트리밍 방식으로 추정되고 있다.

국내에서는 Common mode 필터를 국내에서 처음 구현하여 제품화한 세라텍과 이노칩테크놀로지, 아모텍 등의 회사에서 HDMI 및 MIPI용 제품을 구현하여 제품화를 하고 국내유일의 Common mode 필터와 Suppressor를 결합하여 EMI 기능과 ESD 기능을 동시에 구현한 복합필터를 출시하였다. 대만

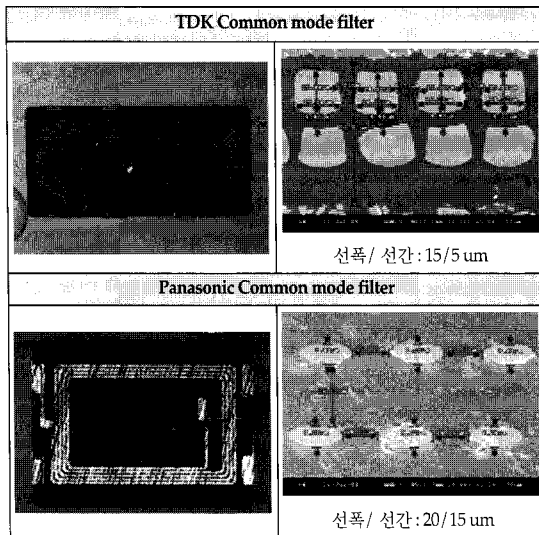




표 3. 일본 선진사의 Common mode 필터의 특성 비교.

제조사	크기 (mm)	pole	Common   Z   (at 100MHz)	제조방식	Application
TDK	0.65 × 0.5 × 0.3 (TCM0605 series)	1	35Ω / 65Ω / 90Ω	Thin film	USB 2.0 / MIPI
	0.85 × 0.65 × 0.4 (TCM0806G series)	1	35Ω / 65Ω / 90Ω	Thin film	USB 2.0
Murata	0.65 × 0.50 × 0.45 (DLPONS series)	1	67Ω / 90Ω / 120Ω	Thin film	USB 2.0
	1.25 × 1.0 × 0.8 (DLP11S series)	1	SA : 35-90Ω SN : 67 - 330Ω	Thin film	USB 2.0
Panasonic	0.85 × 0.65 × 0.45 (EXC14CE series)	1	65Ω / 90Ω	Multi-layer	USB 2.0
	1.25 × 1.0 × 0.5	1	EXC24CE series (36 - 200Ω) EXC24CF series (90Ω) EXC24CG series (24Ω / 90Ω) EXC24CH series (50Ω / 90Ω)	Multi-layer	USB 2.0 EXC24CE series EXC24CF series HDMI ( ~3 GHz) EXC24CG series USB 3.0 ( ~10 GHz) EXC24CH series

표 4. 일본 선진사의 Common mode 필터의 내부 구조.



## 4. 결론

오늘날 이동통신기기의 발달과 휴대용 Application의 발전으로 전원부 회로의 경박단소화가 이루어지고 있고, 대용량 동영상 전송을 위한 빠른 속도와 이미지 처리를 위해 Common mode 노이즈 제거가 필수적으로 대두되어지는 현실에 있다. 이에 국내외 다수의 페라이트 관련 기업에서 Common mode 필터와 전원용 파워 인덕터, DC-DC Converter 등의 각광받는 아이템으로 선정되고 있다. 그러나 아직 이와 관련된 국내 학계와 기업 간의 페라이트 관련 연구실적은 미비한 편이고, 선진 기술을 가지고 있는 일본업체와의 격차는 상당한 차이를 보이고 있다. 또한 대만과 중국 등의 연구기관과 관련기업에서는 무서운 속도로 국내와의 기술격차를 좁히면서 양적으로 질적으로 추격해 오고 있는 실정이다. 향후에는 보다 적극적인 자세로 다양한 매체를 통한 산학연과의 기술정보 공유 및 원천적인 재료 기술력 증진 등을 통해 세계적인 유수의 업체와 경쟁할 수 있도록 기술 향상을 해야 할 것이다.

에서는 적층형 제품을 출시한 Walshin과 박막형 제품을 출시한 Inpaq 회사가 있으나 모두 일본기업에 비해서는 소형화나 고속통신 적합부분에서는 다소 성능이 약한 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

- [1] T. Nomura, A. Nakano, in: Proceedings of the Sixth International Conference on Ferrites, The Jap. Soc. Powder and Powder Met., Tokyo, 1992, p. 1198.
- [2] M. Satoh, A. Ono, T. Maruno, N. Kaihara, in: Proceedings of the Sixth International Conference on Ferrites, The Jap. Soc. Powder and Powder Met., Tokyo, 1992, p. 1210.
- [3] A. Nakano, H. Momoi, T. Nomura, in: Proceedings of the Sixth International Conference on Ferrites, The Jap. Soc. Powder and Powder Met., Tokyo, 1992, p. 1225.
- [4] H. Watanabe, Y. Kanagawa, T. Suzuki, T. Nomura, US Patent 4, 956, 114 (1990).
- [5] M. Shinagawa, T. Yamaguchi, in: Proceedings of the Sixth International Conference on Ferrites, The Jap. Soc. Powder and Powder Met., Tokyo, 1992, p. 105.
- [6] J. Y. Hsu, W. S. Ko, H. D. Shen, and C. J. Chen: IEEE Trans. Magn. 30 (1994) 4875.
- [7] S. F. Wang, Y. R. Wang, T. C. K. Yang, C. F. Chen, and C. A. Lu: Scr. Mater. 43 (2000) 269.
- [8] S. F. Wang, Y. R. Wang, T. C. K. Yang, P. J. Wang, and C. A. Lu: J. Magn. Mater. 217 (2000) 35.
- [9] J. Y. Hsu, W. S. Ko, and C. J. Chen: IEEE Trans. Magn. 31 (1995) 3994.
- [10] Y. Yamamoto, A. Makino, and T. Nikaidou: J. Phys. IV 7 (1997) C1-123.
- [11] J.-Y. Hsu, W.-S. Ko, H.-D. Shen, and C.-J. Chen: IEEE Trans. Magn. 30 (1994) 4875.
- [12] www.scckorea.com
- [13] www.amotech.co.kr
- [14] www.greatorigin.co.kr
- [15] www.sem.samsung.co.kr
- [16] www.tdk.co.jp
- [17] www.panasonic.co.jp
- [18] www.murata.co.jp

## 저자|약력



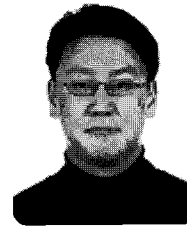
성 명 : 여동훈

◆ 학 력

- 1996년 성균관대학교 대학원 전기공학과 공학박사

◆ 경 력

- 1998년 - 2000년 펜실베이니아주립대학교 Post-Doc.
- 2000년 - 2004년 (주)한원마이크로웨이브 연구소장
- 2004년 - 현재 한국세라믹기술원 미래융합세라믹 본부 책임연구원



성 명 : 이준석

◆ 학 력

- 1992년 연세대학교 공과대학 요업공학과 공학사
- 1994년 연세대학교 대학원 세라믹공학과 공학석사

◆ 경 력

- 1994년 - 1999년 LG 이노텍 주임연구원
- 2000년 - 2004년 아이엠텍 수석연구원
- 2004년 - 2007년 아모텍 기술연구소 수석연구원
- 2007년 - 현재 지엠피 대표이사

