

중소기업 기술국산화 전략품목 상세분석

<전기전자>

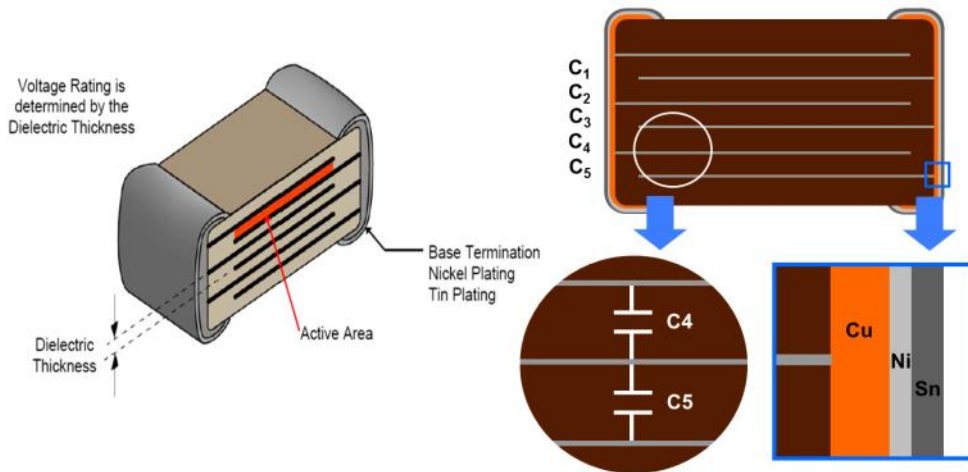
10. 초고전압용 세라믹 적층콘덴서(MLCC) 내부전극

1. 개요

가. 개념 정의

- 적층 세라믹 콘덴서 (MLCC, Multi - Layer Ceramic Capacitor)는 전자회로에서 일시적으로 전하를 축적하고 방출하여 전기가 일정하게 공급되도록 하고 부품 간의 전자파 간섭현상을 억제하는 역할을 하는 소자로, 스마트폰에 1천개/대, 내연기관 자동차 3 ~ 5천개/대, 전기차에 0.8 ~ 1.5만개/대 이상이 탑재되는 전기·전자기기의 핵심 부품임
- MLCC는 세라믹스 유전체 소재 기술, 전극 기술을 적용하여 후막을 형성하고 적층한 후 환원 분위기에서 동시 소결하는 소재 부품 기술로서 유전체 층, 내부전극 층, 외부전극 및 도금 층으로 구성됨
 - MLCC는 유전체(Ceramic body), 내부전극(Internal electrode)과 외부전극(Termination)으로 구성되며 소재의 경우 유전체로 고유전율계의 BaTiO₃가 주로 사용되며, 내부전극으로 Ni 분말이 주로 사용 됨. 유전체와 내부전극 소재는 60 ~ 300nm 크기의 분말이 300 ~ 1000층이 교차로 적층되고, 외부전극 소재는 다양한 입도와 형상의 Cu 분말이 글래스 분말과 레진이 혼합되어, 페이스트 형태로 MLCC 소자 측면에 도포됨

[적층 세라믹 콘덴서 구조]

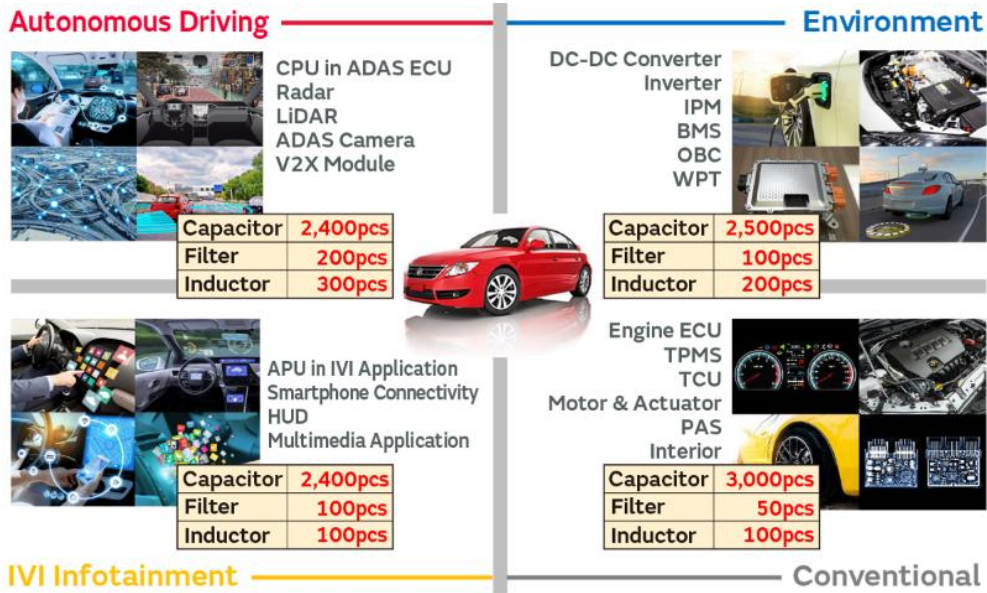


- 향후 고에너지 효율의 전기자동차의 요구가 증가함에 따라 현재 구동부 인버터에 사용되는 전력용 반도체 소자는 Si 기반의 IGBT (정격 전압 : 650V) 모듈을 사용하지만, 전기자동차의 성능, 연비, 효율 향상을 위하여 SiC 기반의 MOSFET (정격전압 : 1200V,

1700V)의 인버터 모듈이 적용될 것이며 이에 적합한 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서가 요구(고용량, 손실, 고온동작, 고전류 등) 되고 있음.

- 전기자동차에 기능별로 적용되는 수동 부품(Capacitor, Inductor) 및 EMI Filter로서 DC-DC Converter, Inverter, OBC(On Board Charger). WPT(Wireless power transfer)등에 고압용 MLCC가 요구되고 있음

[레벨 2+ 자율 주행 기능을 갖춘 전기자동차(EV)에 사용되는 MLCC 및 수동 부품 현황]



*. 출처 : Murata, "Automotive MLCCs Balancing Reliability with Miniaturization and High Capacitance in a Closely Intertwined Evolution with the CASE Trend" 2021

□ Ni 분말은 MLCC 구성에 있어 재료비의 30~50%까지 차지하고 있으며 Ni 분말의 합성 방법 및 제조사에 따라 Ni 분말의 입경 및 분포가 다른 특성을 가지고 있음

[Ni 분말 제조 업체 및 제조 방법에 따른 분말의 입경]

니켈 분말 생산 업체	JFE Mineral	Shoei Chemical	Toho Titanium	Guangbo	Sumitomo
소속국가	일본	일본	일본	중국	일본
D50 > 300nm	CVS	분무열분해	CVS	PVD	액상법
D50 ~ 200nm	CVS	분무열분해	CVS	PVD (시제품)	N.A.
D50 ~ 150nm	CVS	PVD	CVS (시제품)	N.A.	
D50 ~ 120nm	CVS (시제품)	PVD	CVS (시제품)		
D50 < 100nm	N.A.	PVD	N.A.		

- Ni 내부전극은 인쇄 특성, 적층성, Green chip delamination 등과 같이 제조공정 발생하는 문제점 및 응집체로 인한 신뢰성 문제(short 불량, 절연파괴전압 감소)를 최소화 할 수 있도록 다음과 같은 구체적인 기술이 요구 됨
 - 박막화를 위한 Ni 분말 크기 및 입도 선정 기술
 - 소결 중에 발생하는 Ni 분말의 수축억제를 위한 세라믹 공재, 첨가제 선정/분산 기술
 - 내부전극과 세라믹 유전체 층 사이의 계면 특성 제어를 위한 공재 조성 선정 기술
 - 유전체 세라믹과 내부전극의 용제와의 반응성 (Sheet attack) 및 접착문제로 인한 green delamination 문제 해결을 위한 수지 및 가소제 선정기술
 - Ni 분말 및 공재의 분산을 위한 분산 및 공정 기술
 - 공재 및 Paste 특성 평가 및 정밀 분석 기술(Rheology 등)

나. 중요성 및 의의

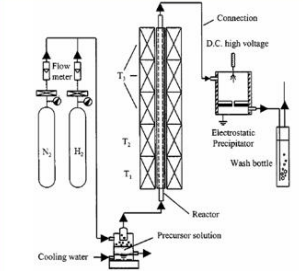
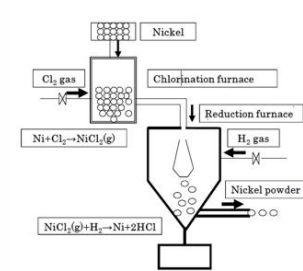
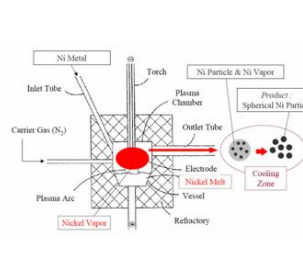
- Ni 초고전압 세라믹 콘덴서용 니켈 내부전극은 전기적 특성에서 소성 과정에서 발생하는 유전체층과 내부 전극층과의 수축율 차이로 인한 크랙(crack)과 같은 내부 구조 결함을 최소화하고 전극의 과소성으로 인한 뭉침이나 끊어짐을 최소화 할 수 있는 개발이 요구되며 이를 위하여 세라믹 공재의 분산을 최적화시켜 건조막 밀도를 높임으로써 소성 수축을 최소화된 내부전극이 요구됨
- 일본의 경우 세계시장의 대부분을 점유하고 있는 MLCC용 소재 기업들과 세계시장의 절반 이상을 점유하고 있는 MLCC 제조기업들 간의 유기적인 협력으로 첨단 MLCC 제품군의 개발 속도가 빠른 반면, 국내의 경우 소재단계 개발 부재로 인해 첨단산업용 MLCC 산업으로의 진출이 지연되고 있는 것으로 판단 됨
- 전기자동차 및 산업용 고효율 인버터 설계에 있어 WBG(wide band gap) 반도체의 수요 증가, 초고전압에 대한 니즈로 EV 시장은 향후 10년간 폭발적인 성장세를 보일 것으로 예측됨. 이와 더불어 1000V 이상의 고전압 조건에서 신뢰성이 확보되는 MLCC에 대한 수요 역시 폭발적으로 증가 될 것으로 예측되므로 유전체 세라믹 소재와 금속 분말 기술 고도화가 선제적으로 요구됨
- 초고전압 MLCC 최종 소재부품은 고전압 (2000 V이상), 고온(125℃, 150℃)과 저온(-55℃)의 환경, 진동, 휨과 같은 충격, 높은 습도 등의 극단적인 환경에서 견딜 수 있어야하기 때문에 가혹 환경 조건에서 용량 (Capacitance), DF (Dissipation Factor), 절연저항 (Insulation resistance), 온도에 따른 용량 변화(Temperature Capacitance Change, TCC), 수명 특성 (Life Time), 절연파괴 전압 (B0V) 등과 같은 신뢰성 향상을 위하여 소재 기술 (유전체 조성, 내부전극, 외부전극), 제조 공정 기술 (성형 기술, 적층 기술, 소성 기술, 도금 기술) 및 제품 평가 기술(선별기술, 신뢰성 평가 기술)의 개발이 요구됨
- 일반용 MLCC Ni 내부 전극의 경우, MLCC 제조기업에서 대부분 직접 제조해 사용하기도 하나, 전장용 및 초고전압용과 같이 일반 MLCC에 비해 기계적 강도, 고온수명 특성, 내열 충격성, 내환경성에 대해 높은 신뢰성이 요구되는 고품위군 페이스트는 일본 업체로부터 수입하거나 국내 중소 기업인 Ni 전극 업체에 의뢰 하여 개발 중이나 수요와 개발에 대한 사업성 부족으로 개발 진행에 어려움이 있음

다. 가치사슬 구조 및 분류

(1) Ni 분말 제조 및 특성

- MLCC의 시장 성장에 따라 내부전극용 Ni 분말의 수요는 지속적으로 증가하고 있으며, MLCC용 Ni 분말은 75% 이상 일본 업체들 (JFE mineral, Shoei chemical, Toho titanium, Sumitomo metal mining 등)이 공급하고 있음
- 국내의 경우, 삼성전기가 핵심원료의 안정적 수급을 위하여 조대한 Ni 분말에서 100nm 이하 초미립 Ni 분말을 분급하여 일부 사용하고 있으나 MLCC Ni 분말을 합성, 개발 하는 업체는 2 ~ 3개 업체가 있으나 양산품 공급하는 업체는 전무한 실정임
- 입경 등을 고려하여 분말을 선정한 후 습식 또는 건식 분급기를 적용하여 초고압 적층 세라믹 커패시터 내부전극으로 적합한 조대 입자가 제어된 Ni 분말 제조 필요

[Ni 분말 제조사 별 제조 방법 및 분말 특성]

제조사		Shoei	TOHO	Guangbo
제조공법		분무열분해법	CVD + Flame reaction	PVD
모식도				
분말 제조 원리		- 질산 니켈 수용액 전구체를 초음파 atomizer으로 액적화시켜 환원성 기스와 반응을 통한 니켈 분말 제조	- 염화 니켈 전구체를 기화시킨 후 기존 CVD 대비 작은 반응 공간에서 수소기스로 환원시켜 니켈 분말 제조	- Ni anode로 사용하여 Cathode의 고열 plasma로 인하여 Ni를 기화시켜 얻어진 금속 Vapor를 냉각/응축시켜 니켈 분말 제조
분말 특성 비교	분말형상	○	○	○
	입도분포	△	○	△
	결정성	○	◎	◎
	분산성	○	○	○
	순도	○	○	○
생산성	△	○	○	
종합		- 결정성 및 순도가 높은 Ni 분말 제조 가능하나, 입도 분포가 넓으며, 생산성 및 단가가 높음	- 입도분포가 좁은 분말 제조 및 높은 순도 및 결정성을 가지며 현재 180nm 미립화 Ni 영역까지 양산 진행 중	- 결정성이 우수 및 미립화 Ni 생산이 가능하며, 산소함량 증가를 통하여 산화 방지 용이 단, 입도 분포가 넓어 분급 공정 필요

- 초고전압 세라믹 콘덴서에 적용되는 Ni 내부전극은 1 μ m 전후의 박층으로 형성되면서도 그 연결성이 우수하고 굴곡이 적어야 함. MLCC 내부전극에는 평균입경 50 ~ 400nm의 미립이고 조대 입자와 결정성 및 표면특성이 제어된 Ni 분말 개발이 요구됨
- 초고전압 세라믹 콘덴서에 적합한 Ni 분말 요구특성은 분말의 크기 (D₅₀)는 120 ~ 200nm 수준으로 조대 입자 (D₉₅)가 400nm 이하로 제어된 분말이 필요함

(2) MLCC 제조 업체의 Ni 분말과 내부 전극 적용 현황

- 국내 MLCC 업체로서 Ni 내부전극의 가장 큰 수요처인 삼성전기는 100% Ni 내부전극 을 자체 생산하고 있고, 삼화콘덴서는 90% 이상을 자체 생산하는 것으로 알려져 있으며 신생 업체인 아모텍, 아바텍에서 국내 업체와 공동 개발하고 있는 것으로 알려져 있음
- 국내 2~3 업체가 Ni 내부전극 생산이 가능하지만, 이전에 삼성전기 OEM 생산을 했었거나 알려진 조성의 제품을 생산하는 수준임
- Ni 분말 제조 업체, 내부 전극 업체, MLCC 제조 업체의 supply chain

[MLCC용 Ni 분말 제조 업체 및 내부 전극 업체 supply chain 현황]

니켈 분말 업체	니켈 페이스트	MLCC
JFE Mineral	Murata (일본)	Murata
	Noritake (일본)	TDK / Yageo
Shoei Chemical	Shoei Chemical (일본)	Taiyo Yuden / AVX
	Samsung (한국)	Samsung
Toho	Samsung (한국)	Samsung
	Daiken (일본)	TDK

- 일본의 경우 Ni 분말을 MLCC 고객사에 맞게 내부전극으로 개발하여 공급하는 다수의 Ni 내부전극 제조 업체들(Shoei, Noritake, Daiken, Sumitomo 등)이 존재하며, 이들이 일본 내수는 물론 전 세계 MLCC 업체에 니켈 페이스트를 수출하고 있음

라. 기술수준과 기술격차

- 국내 MLCC 기업의 세계시장 점유율은 25%에 달하고 있어 관련 소재의 국내시장 규모 또한 세계시장의 25%에 달할 것으로 예상되고 있으나, 유전체 소재의 일부 국산화를 제외하고 내부전극 및 외부전극 소재의 경우 90% 이상 일본과 중국으로부터 수입에 의존하고 있음

(1) Ni 분말 기술

- Ni 분말 국내 개발 수준은 고부가가치 100nm 이하 차세대 니켈 분말을 목표로 개발을 진행하였고, 니켈 자체의 합성은 가능하였으나 나노 분말 합성 시에 발생하는 연결입자 및 조대입자 제어 기술의 부재, 분급 기술 부재, 분산성 저하 등의 이유로 상용화에는 이르지 못하고 있음.
- 국내에서는 액상법, 전기폭발법, 산화니켈 환원, 플라즈마법 등 다양한 합성법이 연구되어 왔으나, 아직 상용화에 성공하여 MLCC 업체에 Ni 분말을 공급하는 업체는 없음
- 일본의 200nm 이하 고부가가치 니켈 분말은 모두 일본 업체가 생산하고 있으며, 박층 또는 고신뢰성이 요구되는 초고용량, 자동차용, 초고압, 및 우주항공용 MLCC에는 거의 전량 일본 Ni 분말이 사용되고 있음.
- Ni분말 국내 기술수준은 분말 분급 및 coating기술은 선도국인 일본과 1년 정도의 기술 격차가 있으며 사업화 측면에서 선도국인 일본에 3년 정도의 기술 격차가 있음
- 고부가가치 Ni 분말 처리 원천기술 개발에 의한 국내업체의 경쟁력 향상이 시급한 상황임

(2) Ni 전극 기술

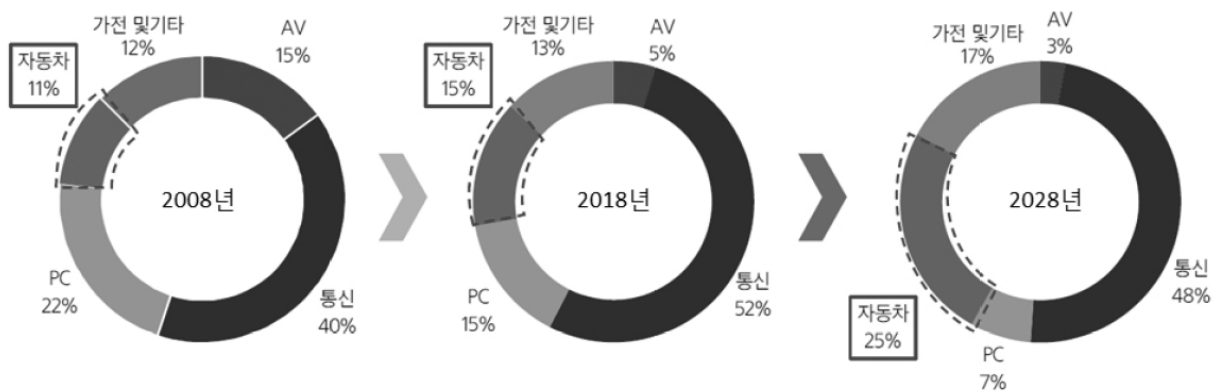
- Ni 내부 전극 기술은 MLCC 업체들은 고유의 재료, 설비, 및 공정조건을 통하여 MLCC를 제작하고 있으며, MLCC 제조업체마다 원하는 Ni 분말의 특성과 내부 전극의 조성이 각각 다른 특징을 가지고 있음
- Ni 내부 전극 국내 개발 수준은 표면처리 및 분급처리를 통한 품질 개선을 위한 많은 시도를 진행하여 IT용 MLCC의 경우 선도국인 일본 수준과 거의 동등한 수준이며 전장용으로 적용되는 초고압용 적층 세라믹 커패시터는 3년 정도의 기술 격차가 있음

2. 산업·시장분석

가. 산업 동향

- 기존 MLCC는 국내 생산업체가 있으나 고주파 노이즈 제거를 위한 디커플링 커패시터, 자동차 전장용 콘덴서는 거의 전량 일본으로부터 수입하고 있음
- MLCC 시장은 제한된 수의 생산능력을 가진 시장 참여자로 구성되어 있어 MLCC의 수요와 공급 사이에 상당한 격차가 있으며, 시장은 2017년에 공급 부족을 나타냈으며 이 부족은 2022년까지 계속될 것으로 예상
 - 자동차에 탑재되는 전자기기의 증가로 MLCC에 대한 수요가 증가하여 자동차, 스마트폰 등 산업 전반에 걸쳐 공급 부족 현상이 나타나고 있음
- Consumer Electronics의 수요 감소로 IT 및 산업용 MLCC 공급 감소
 - 2016년 TDK, 2018년에 무라타에서 일부 저용량 모바일 및 산업용 MLCC 생산중단으로 인해 일시적인 MLCC 공급부족 발생
- IT용 MLCC 공급 감소로 인해 일본 업체들은 전장용 MLCC로 개발·생산
 - 일본기업들은 전자산업의 패러다임이 IT 및 산업용 전자에서 자동차용 전장산업으로 변화하는 것에 대응하여 빠르게 전장용 MLCC 제품 비중을 높이고 있음

[MLCC의 수요산업 변화 비율]



* 출처 : 삼성증권, Murata(2019)

- 수요제품별 MLCC 사용량 변화
 - 일반 IT 제품인 핸드폰인 경우 기술의 발달로 대당 800개~1200개 정도의 MLCC가 사용되는데 반해, 전장용 MLCC는 일반 내연기관 자동차에서 전기자동차로 발전되면서 약 2~3배 정도의 MLCC 사용이 증가됨(테슬라 전기차 모델S의 경우 MLCC 사용량은 약 10,000~15,000개 수준임)
 - 자동차용 MLCC 가격은 일반 모바일용 MLCC 가격의 약 2~3배 수준이며, 자동차 MLCC 규격(AEC Q 200)을 맞추고 고신뢰성을 보장해야 하므로 기술적 난이도가 높아 시장진입장벽이 높음

나. 시장 동향 및 전망

□ 시장분석 대상 : MLCC

(1) 시장 성장 촉진요인 및 저해요인

- 한국은 반도체, 자동차, 디스플레이 분야 세계 최고 기술을 보유하고 있는 역량을 기반으로 전자세라믹스 기술 우위 확보가 가능
- 국내 산업에서 사용되는 원재료의 상당 부분을 수입에 의존하고 있고, 그동안 전자세라믹 산업을 견인하던 스마트폰 시장이 저성장 기조를 보임에 따라 급격한 성장을 기대하기는 어려울 것으로 예상되지만 전기자동차로 발전되면서 약 2~3배 정도의 수요 증가 예상

[시장 성장 촉진요인 및 저해요인]

촉진요인	저해요인
<ul style="list-style-type: none"> • 세계 최고의 반도체 부품 생산능력 • 스마트폰, 태블릿 PC 등 첨단 IT기기 시장수요 확대 • IT, 반도체 등 국내 연관 산업의 고도성장 • 일부 원료소재 국내 생산기반 구축 • IT, 자동차, 휴대폰 등 우수한 전방산업 보유 	<ul style="list-style-type: none"> • 관련 사업 기반 및 투자 자본 미약 • 내수 판매 중심의 국내 세라믹 산업은 수요산업의 동향에 큰영향을 받음 • 대기업 수직계열화로 신규기업의 진입장벽이 높음
기회요인	과 제
<ul style="list-style-type: none"> • 21세기 첨단기술 시대에 적합(소재의 고성능화, 기능화, 다양화, 전문화) • 중국, 동남아시아지역 등 대규모 수출시장 인접 • IT, 휴대폰 등 관련 산업의 지속적 성장 	<ul style="list-style-type: none"> • 일본에 의한 기술종속과 중국의 기술 추격 • 일본 기업의 시장선점에 의한 진입장벽 • 중국, 동남아 등 개발도상국의 경쟁업체 부상 • 선진국의 기술보호장벽에 의한 기술이전 어려움

(2) 세계 시장현황 및 전망

- Mordor Intelligence 자료에 따르면, 세계 MLCC 시장규모는 2020년 102.8억 달러로 추정되고, 2021-2026년 CAGR 기준 5.42%로 증가하여 2026년 150.8억 달러의 시장을 형성할 것으로 예상됨
 - 전기차와 5G 휴대폰의 증가로 이 분야의 수요는 크게 증가하지만, 기존에 시장을 이끌던 가전과 PC 그리고 AV 등의 수요가 크게 감소하여 전체 시장성장률에 증가를 제한하는 요소로 작용
 - 코로나19로 공급차질에 대한 일시적인 성장 둔화가 예상되나, 팬데믹 이후 전기차 등의 수요 증가로 향후 자동차 분야의 시장이 MLCC를 견인할 것으로 예상

[MLCC 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 달러, %)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR ('21-'26)
시장규모	102.8	115.8	122.2	128.8	135.8	143.1	150.8	5.42

* 출처 : Mordor Intelligence, "MLCC MARKET", 2021 자료 재가공

(3) 국내 시장현황 및 전망

- 국내 기업들의 전세계 MLCC 시장점유율은 24~28%(2020년 기준 유진투자증권)로 추정되며, 자동차 및 IT기기 제조기업들이 Top5 안에 포함되어 세계시장의 13% 비중을 차지할 것으로 추정(중소벤처기업부, 중소기업 기술국산화 전략품목 상세분석(MLCC), 2020)
- 국내 MLCC 시장규모는 2020년 1조 5,850억 원으로 추정되고, 2021-2026년 CAGR 5.42%로 성장하여 2026년에는 2조 3,000억 원을 상회할 것으로 예상
- 휴대폰 1위기업과 자동차 5위 기업이 국내에 생산기지를 가지고 있어 국내 MLCC 수요는 매우 커질 것으로 예상됨

[MLCC 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR ('21-'26)
세계 시장규모	15,850	17,860	18,807	19,753	20,936	22,000	23,184	5.42

* 출처 : 1) Mordor Intelligence, "MLCC MARKET", 2021 자료에 국내 시장 비중(13%) 적용하고, 2) 연평균 원달러 환율 : 1\$=1,182.84원(2020년)으로 환산하여 제작성

(4) 수출입동향

- 2020년 세라믹 유전체(MLCC) 수출입 동향을 보면, 수출 11.4억 달러, 수입 8.4억 달러로 약 3억 달러의 흑자를 기록했음. COVID-19 팬데믹의 영향을 받은 2019년을 제외하고는 수출 및 수입 모두 증가 추세를 보이고 있음
 - 삼성전기를 비롯한 MLCC 업체들의 기술력이 높아져, 2018년 이후 급속한 수출 증가를 보이고 있음

[세라믹 유전체의 것(MLCC) 연도별 수출입 추이]

(단위 : 천 달러)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (1-11)
수출금액	703,384	920,309	1,125,919	1,063,450	1,141,916	1,230,651
수입금액	534,966	605,435	812,880	747,084	840,352	909,946
무역수지	168,418	314,874	313,039	316,366	301,564	320,705

* 출처 : 수출입통계, HS Code 8532240000 세라믹 유전체(다층)을 토대로 TCI연구원 작성

- 2020년 세라믹 유전체(MLCC)의 주요 국가별 수입 현황을 보면, 일본이 약 4억 달러로 전체 수입의 48%를 차지하였고, 중국 35%, 말레이시아 6%, 필리핀 5% 순이었음. 대일 수입의존도가 매우 큰 것으로 나타났음
 - 고압/고용량 MLCC는 국내 기술수준이 낮아 대부분 일본으로부터의 수입에 의존하고 있으며, 대표적인 수입국은 일본, 중국, 말레이시아, 필리핀 등임

[세라믹 유전체의 것(MLCC) 주요 국가별 수입 현황(2020년)]

(단위 : 천 달러)

구분	일본	중국	말레이시아	필리핀	대만	기타	전체
수입금액	404,430	292,744	50,401	45,850	11,400	35,527	840,352

* 출처 : 수출입통계, HS Code 8532240000 세라믹 유전체(다층)을 토대로 TCI연구원 작성

다. 경쟁현황

- 국내 MLCC 기업의 세계시장 점유율은 25%에 달하나 대부분 IT 제품군에 제한되어 있으며, 자동차 전장용 MLCC와 같은 고부가가치 첨단 MLCC 제품군의 경우 일본 MLCC 기업이 90% 이상 점유하고 있음

(1) 국내 MLCC 관련 기업현황

- 국내 MLCC 업체로서 Ni 내부전극의 가장 큰 수요처인 삼성전기는 100% Ni 내부전극 을 자체 생산하고 있고, 삼화콘덴서는 90% 이상을 자체 생산하는 것으로 알려져 있으며 신생 업체인 아모텍, 아바텍에서 국내 업체와 공동 개발하고 있는 것으로 알려져 있음

(2) 세계 MLCC 관련 기업현황

- 일본의 내부전극 소재 제조회사인 Shoei chemical, JFE mineral, Toho titanium 등은 내부 전극층의 낮은 소결 개시 온도와 높은 수축률 문제를 해결하기 위한 제품을 출시하였으며, 전장용 MLCC에 적용 가능한 내부전극 소재 연구개발이 활발함
- 전장용 MLCC인 경우, 일본제품(무라타, TDK, 타이요유텐)이 약 90% 이상의 시장점유율을 가짐
 - 전체 MLCC 시장점유율은 무라타에 이어 삼성전기가 세계 2위의 시장 점유율을 가지고 있으나, 전장용 MLCC는 무라타가 67%, TDK가 20% 등 일본기업이 90% 이상이며, 삼성전기 시장점유율은 약 1% 수준임
 - 2017년 기준, 전장용 MLCC는 전체 MLCC의 16%를 차지하고 있으나, 이미 일본기업들은 생산능력의 10% 이상을 전장용 MLCC에 주력하고 있음
 - 무라타는 전장용 MLCC를 월 200억 개 생산(2018년)하며, TDK는 전장용 MLCC가 주력 아이템 임

[일반 IT용 및 전장용 MLCC 시장점유율]

	전체	IT(모바일)	자동차
무라타	44	30	67
삼성전기	21	33	1
타이요유텐	11	15	5
TDK	8	0	20
교세라	4	5	2
야게오	5	7	2
기타	7	10	3
비중	100	63	38

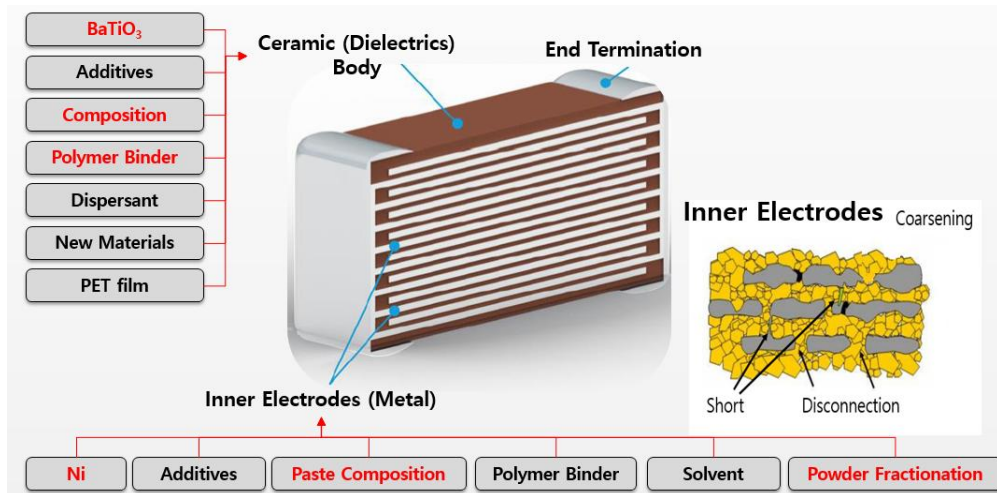
출처 : KEIT, 전장용 MLCC 기술동향과 산업전망, 2020.

3. 기술 개발 동향

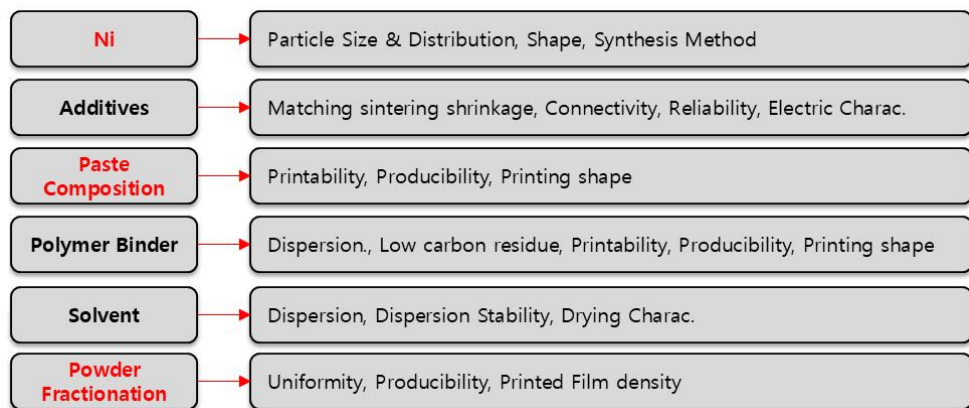
가. 기술 개발 이슈

- 초고압용 적층 세라믹 콘덴서의 구성에서 유전체와 내부전극의 기술 개발 이슈를 나타내고 있으며 Ni 내부 전극에서의 중요 개발 내용을 정리하였음

[초고압 적층 세라믹 커패시터의 주요 구성 및 Ni 내부 전극 형상 및 검토 기술 항목]



[Ni 내부 전극 기술 개발 이슈]



- 초고압화 적층 세라믹 콘덴서 실현을 위한 내부전극 박막화 및 표면 조도를 위한 Ni 분말 선정

- 균일하고 고충진 밀도를 가지는 얇고 균일한 내부 전극 층을 만들기 위해서는 결정화도가 우수하면서 coarse particle 및 표면 산화층이 제어된 미립 Ni 분말이 필요 함

나. 연구 개발 동향

- (가온기술) 초소형 고용량 MLCC용 100나노급 나노 니켈 분말 페이스트 국산화
 - 중소벤처기업부의 '창업성장기술개발(R&D) (2020~2022)', 100 나노급 니켈 페이스트용 파우더 확보. 니켈 파우더의 조대입자나 응집체가 없는 고충진 페이스트 개발, 100 나노급 니켈 파우더의 수축을 제어 할 수 있는 '20nm 이하의 수축 제어용 세라믹 파우더 조성 개발, 유전체 시트와 반응성 (sheet attack)이 없고 접착력이 우수한 바인더 조성 개발
- (한국생산기술연구원) 적층세라믹콘덴서 전극용 미세분말의 건식제조 공정개발(1/2)
 - 과학기술정보통신부의 '한국생산기술연구원연구원영비지원(R&D) (2020~2021)', 화학기상합성공정 장비 개발 및 고효율 미세분말 제조 공정기술 개발
- (한국생산기술연구원) 수용성 금속 화합물을 이용한 미세 분말의 표면처리 및 고효율 제조공정 개발(1/1)
 - 과학기술정보통신부의 '한국생산기술연구원연구원영비지원(R&D) (2020)', 건식합성 공정을 이용한 니켈 분말 제조 중 기존 공정의 낮은 공정 수율, 낮은 소결개시 온도 및 낮은 분산성 문제를 해결하기 위한 표면처리 기술 개발
- ((주)그린사이언스) 마이크로웨이브 플라즈마를 이용한 적층세라믹콘덴서용 니켈 초미세분말 제조기술개발
 - 중소벤처기업부의 '중소기업기술혁신개발(R&D) (2019~2021)', 1kg/h 급 니켈 나노분말 제조 시스템 개발
- ((주)지엠텍) 페니켈계전지로부터 고품위니켈분말($\geq 99.9\%$ 급)제조 기술개발
 - 산업통상자원부의 '에너지자원순환기술개발(R&D) (2016~2019)', 페니켈계전지 재활용 Pilot 공정 확립 및 제품 생산 (금속 회수율 $>90\%$)
- ((주)케이엠씨) 철-니켈 합금 에칭 구액의 재활용공정을 통한 니켈화합물 회수 및 소재화 기술 개발
 - 산업통상자원부의 '에너지자원순환기술개발(R&D) (2016~2018)', 재활용 에칭용액 생산을 위한 Pilot 급 설비 안정화 및 공정부산물로부터 회수된 니켈의 소재화, 재활용된 니켈 전구체로부터 이차전지 및 촉매 소재화 기술 개발, 재활용 니켈 소재 적용 분야의 BM 확보를 위한 소재 평가 기술 개발
- ((재)포항산업과학연구원) Ni MHP로부터 3N급 내열내식 합금용 Ni금속 제조 기술 및 100m 이하급 MLCC용 Ni나노 분말 제조 기술개발
 - 산업통상자원부의 '산업소재핵심기술개발(R&D) (2017~2020)', Ni 회수 최적화 공정 확립 및 연속 운영공정 설계/구축, Ni 나노분말 시제품급 연속제조공정 시스템 최적화, Ni 나노분말의 수율 향상을 위한 공정 최적 조건 도출, 생성 Ni 분말 형상 조건 제어 기술 개발, 상용 분말이 아닌 저가용 적층 제조에 적합한 맞춤형 니켈 금속 분말 합금화 기술 개발, NiCl₂ 용액을 이용한 고순도 탄산니켈 지원가 제조 기술 개발(Ni함량 ; $\geq 37\%$)

- ((주)이피랩) 적층 세라믹 콘덴서 내부전극 인쇄를 위한 패턴 몰드 개발
 - 중소벤처기업부의 ‘구매조건부신제품개발사업(2015~2016)’, 평탄도 우수한 Glass 재질을 이용한 MLCC 내부 전극 인쇄용 평판 패턴 개발 및 패턴 CELL 최적 설계

- ((주)누리비스타) 칩부품용 도전성 페이스트 개발
 - 중소벤처기업부의 ‘구매조건부신제품개발사업(2013~2014)’, 조대입자가 제어되며 인쇄성이 우수한 니켈 페이스트의 개발, MLCC 공정 적합성 확보

- (한국산업기술시험원) MLCC 내부전극용 나노 니켈 페이스트 개발
 - 중소벤처기업부의 ‘산학연공동기술개발 (2009~2010)’, 100nmNi과 BaTiO₃ 분말이 균일 분산된 MLCC 내부전극용 페이스트 개발

- ((주)다이온) 초고적층 MLCC용 Nao Laye 내부전극 paste 개발
 - 산업통상자원부의 ‘부품소재산업경쟁력향상사업 (2008~2011)’, Nano size Ni powder 합성 기술 개발, 상용 Ni powder를 통한 BaTiO₃ coating layer 형성 기술 개발

다. 핵심 플레이어 동향

(1) 해외 플레이어 동향

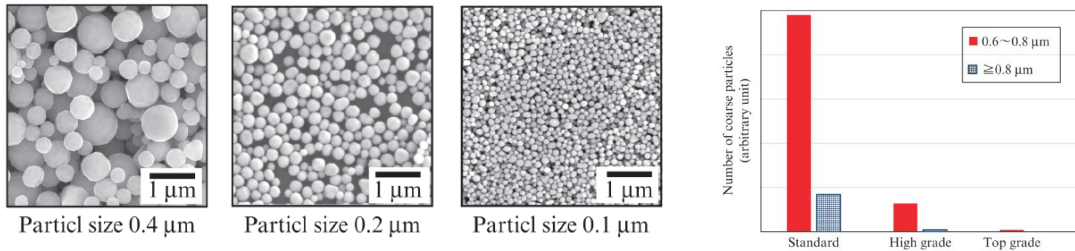
Shoei chemical

- Shoei Chem의 내부전극용 Ni 분말은 분무 열분해법을 이용하여 100 ~ 400 um 크기의 분말을 생산하고 있으며 장점으로는 분말 형상이 진구형에 가깝고 염소계 전구체를 사용하지 않으므로 순도가 높으며 수세 공정 및 건조 공정이 없어 분산성이 우수 함.
- 분무 열분해법으로 만든 Ni 분말은 액적 형태의 전구체를 이용하므로 액적의 입도 분포 조절 및 미립화가 어렵고 입도 분포가 넓어 분급하여야 하는 단점이 있음.
- Sohei Chem은 분무 열분해법의 단점을 해결하기 위하여 PVD 또는 DC- Plasma 법도 개발하고 있는 것으로 알려져 있음.
- Sohei Chem은 2020년 기준 Ni 분말은 1,600 ton 생산 공급하고 있으며 세계 시장의 34%를 차지하고 있음.
- 세계적인 니켈 파우더 적용 추세에 맞춰 Ni 분말을 개발 생산 할 뿐만 아니라 중국 (대만 포함)계 업체에 내부 전극도 공급하고 있으며 초고용량 및 초고전압용은 적층 세라믹 콘덴서 업체와 공동 개발 하거나 일부 공급하는 것으로 알려져 있음.

JFE mineral

- JFE mineral의 내부전극용 Ni 분말은 CVD(Chemical Vapor Deposition) 방법을 이용하여 100 ~ 400 um 크기의 분말을 생산하고 있으며 염화니켈 전구체를 기화시킨 후 수소 가스로 환원하여 Ni 분말 제조
- CVD 법으로 만든 Ni 분말은 염소 및 염화 수소 가스 부산물이 발생하여 염소 불순물이 함유되어 수세 공정이 필요한 단점이 있으며 수세 이후 습식 상태에 분급하므로 건식 분급법 대비 정밀한 분급이 가능하고 그림 5와 같이 미분 함량도 작은 편이고 입도 분포가 타사 대비 우수한 장점이 있음

[JFE 미네랄 Ni 분말 형상 및 제품별 입도 분포]



* 출처: Ultrafine Nickel Powder for Multilayer Ceramic Capacitors , JFE 技報 No. 47 (2021)

- JFE 미네랄은 2020년 기준 Ni 분말은 1,300 ton 생산 공급하고 있으며 세계 시장의 27%를 차지하고 있음.

Guangbo

- Guangbo 의 내부 전극용 Ni 분말은 PVD(Physical Vapor Deposition) 방법으로 제조되고 있으며 Ni 자체를 anode로 사용하고 cathode 쪽에 발생하는 고열의 plasma flame이 anode의 Ni을 기화시켜 얻어지는 금속의 Vapor를 냉각 응축 시키는 방법으로 Ni 분말을 제조 함
- PVD 법으로 만든 Ni 분말은 Ni을 기화시켜 전구체로 사용하기 때문에 초미립 Ni 분말 제조가 가능하고 고온 반응이므로 결정성이 우수하고 진구형에 가까운 분말 생산 가능한 장점이 있는 반면에 cathode 및 내화물 성분이 불순물로 혼입될 가능성이 높으며 입도 분포가 넓은 단점을 가지고 있음
- Guangbo는 2020년 기준 Ni 분말은 650 ton 생산 공급하고 있으며 세계 시장의 13%를 차지하고 있음.

기타 업체

- Toho titanium, Sumitomo metal mining이 있으며 Toho titanium은 CVD를 적용하고 Sumitomo metal mining는 습식법을 적용하여 Ni 분말을 제조 함
- Toho titanium는 2020년 기준 Ni 분말은 650 ton 생산 공급하고 있으며 세계 시장의 13%를 차지하고 있으며 Sumitomo metal mining는 2020년 기준 Ni 분말은 400 ton 생산 공급하고 있으며 세계 시장의 4%를 차지하고 있음

(2) 국내 플레이어 동향

FM

- FM은 분산 기술, 분말 제어 기술, 바인더 선정 및 공정기술을 확보하며 Ni 내부전극, Cu 외부 전극, Ag 전극등의 전극 사업을 하고 있으며 IT 중심의 초고용량 적층 칩 세라믹 콘덴서용 시장 중심으로 개발 및 사업 진행
- FM은 PVD, CVD 법 분말을 이용하여 Ni 내부 전극을 양산하고 있으며 metal content가 38 ~ 52 wt%, Ni 대비 공제 함량 7 ~ 15 (wt%/Ni, 100nm BaTiO₃), Ni 대비 공제 함량 3 ~ 20 (wt%/Ni, 20 ~ 60nm BaTiO₃), Surface Roughness(um, R_a/R_{max}) < 0.003/0.30, Viscosity (Pa·S) 10.0 ~ 25.0 for screen printing, 0.5 ~ 2.5 for gravure printing 제품 군으로 line-up화
- FM은 Ni 분말 입도(D50)인 150 ~ 600 nm을 이용하여 screen printing 및 gravure printing용 Ni 내부 전극을 국내 업체 및 해외 업체에 판매하고 있음

Nurivista

- Nurivista은 전자 제품용 발열체용 전극, 광소결용 전극, 솔더링 가능한 저온 경화형 전극, 신축 가능한 전극을 개발 생산하는 업체로서 초고용량 적층 칩 콘덴서용 전극를 개발 양산하고 있음
- Nurivista은 Ni 분말 입도(D₅₀)인 150 ~ 600 nm을 이용하여 screen printing 및 gravure printing용 Ni 내부 전극을 국내 업체 및 해외 업체에 판매하고 있음

기타

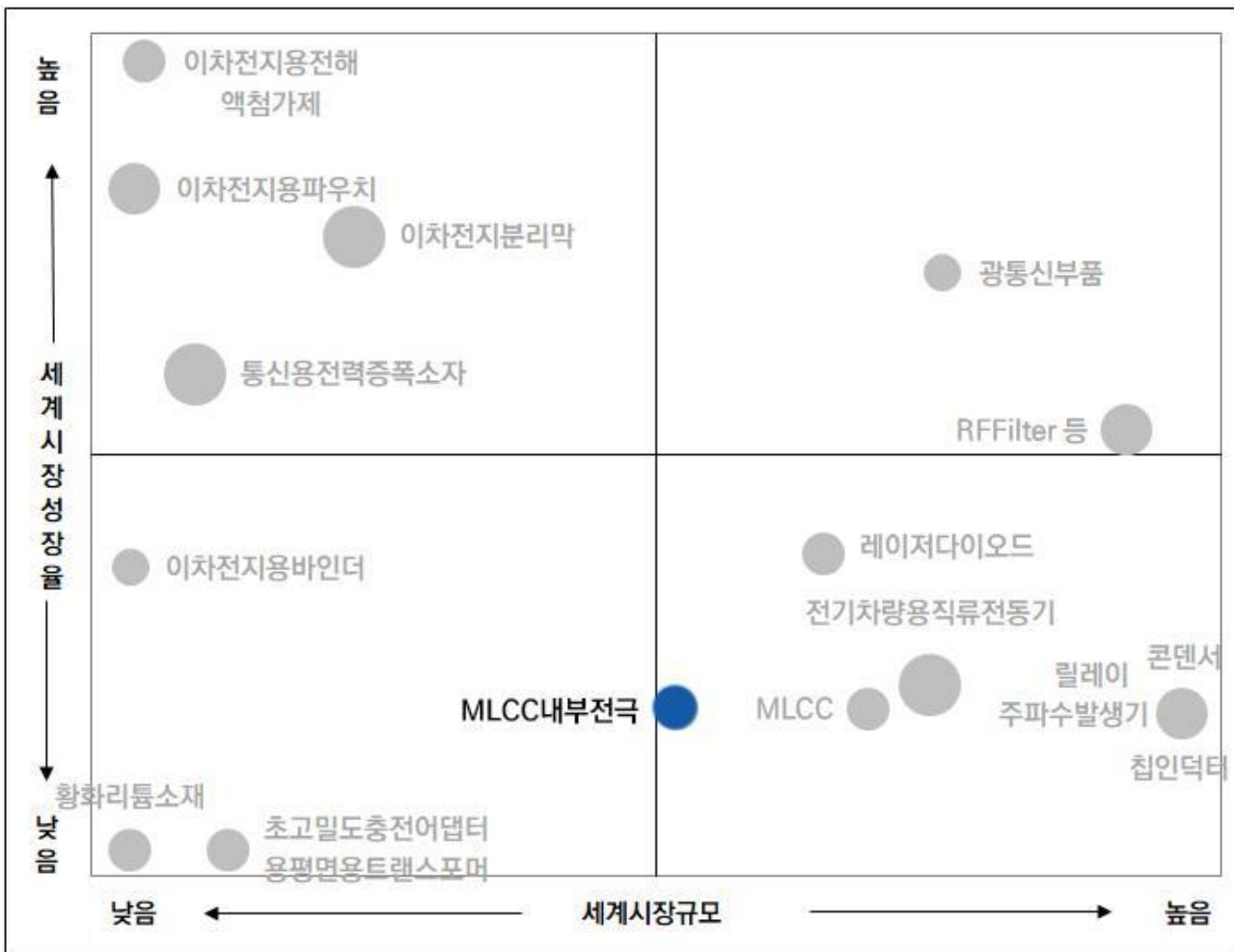
- IMD, 창성, 대주전자재료 등은 전자 부품 및 태양광 관련 전극을 양산하고 있으나 대부분 Ag, Ag-Pd, Al 전극을 생산 판매하고 있으며 예전에는 Ni 전극을 적용한 적층 칩 콘덴서용 전극은 일부 개발, 양산하는 것으로 알려져 있으나 현재는 양산 제품으로는 line-up이 되어 있지 않음

4. 공급망 분석

가. 시장 매력도

- MLCC 내부전극은 세계시장규모도 높지만 세계시장성장율이 낮아 시장 매력도가 낮은 품목으로 나타남

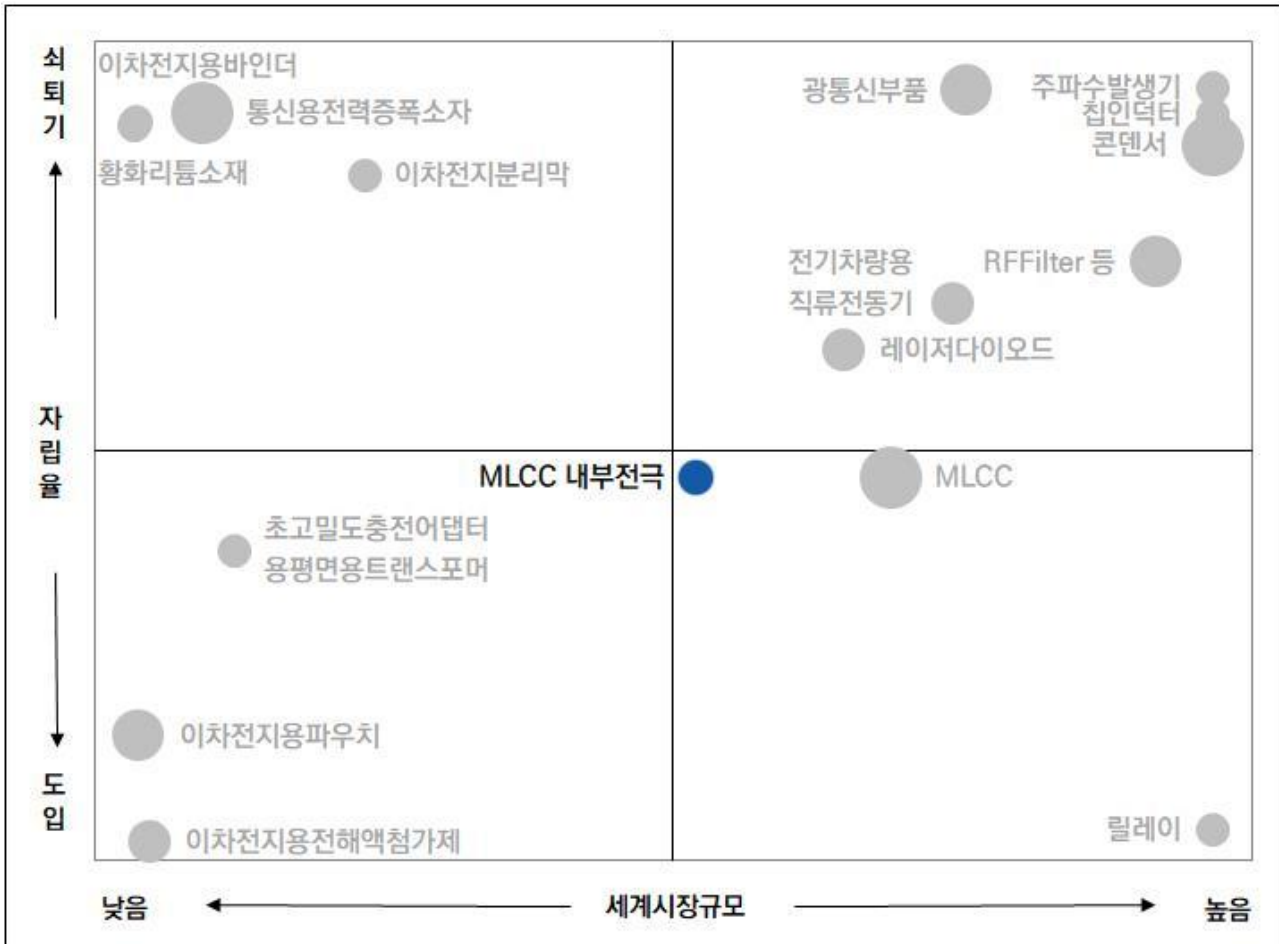
(원크기 : 수익률)



나. 생산 공백 정도

- MLCC 내부전극은 세계시장규모가 크지만 자립율이 다소 낮게 나타나 생산 공백이 있는 품목으로 나타남

(원크기 : 종사자수)

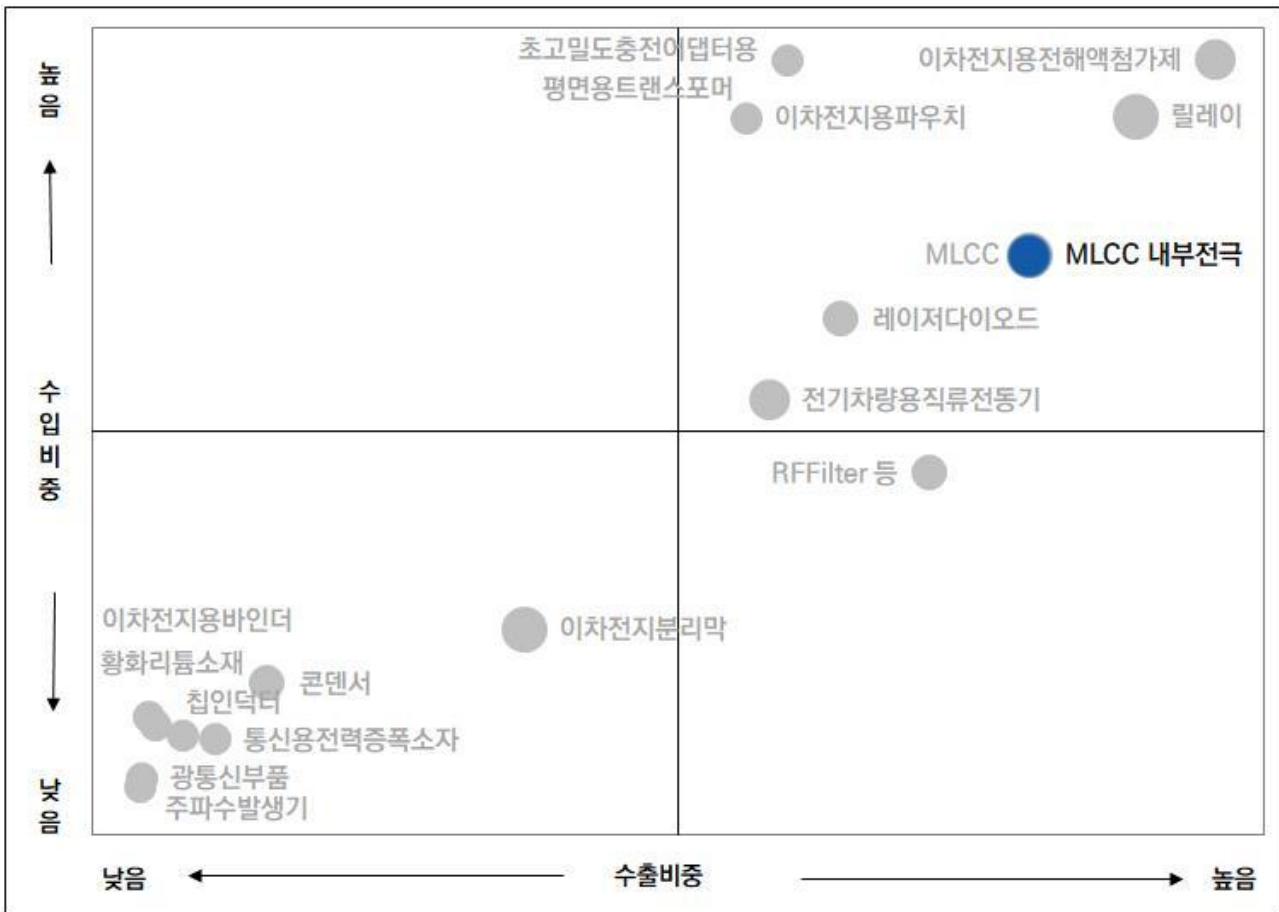


주 : 자립율 : 1-수입비중

다. 해외 지향성

□ MLCC 내부전극은 수출비중과 수입비중이 모두 높아 해외 시장 지향성이 높은 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)

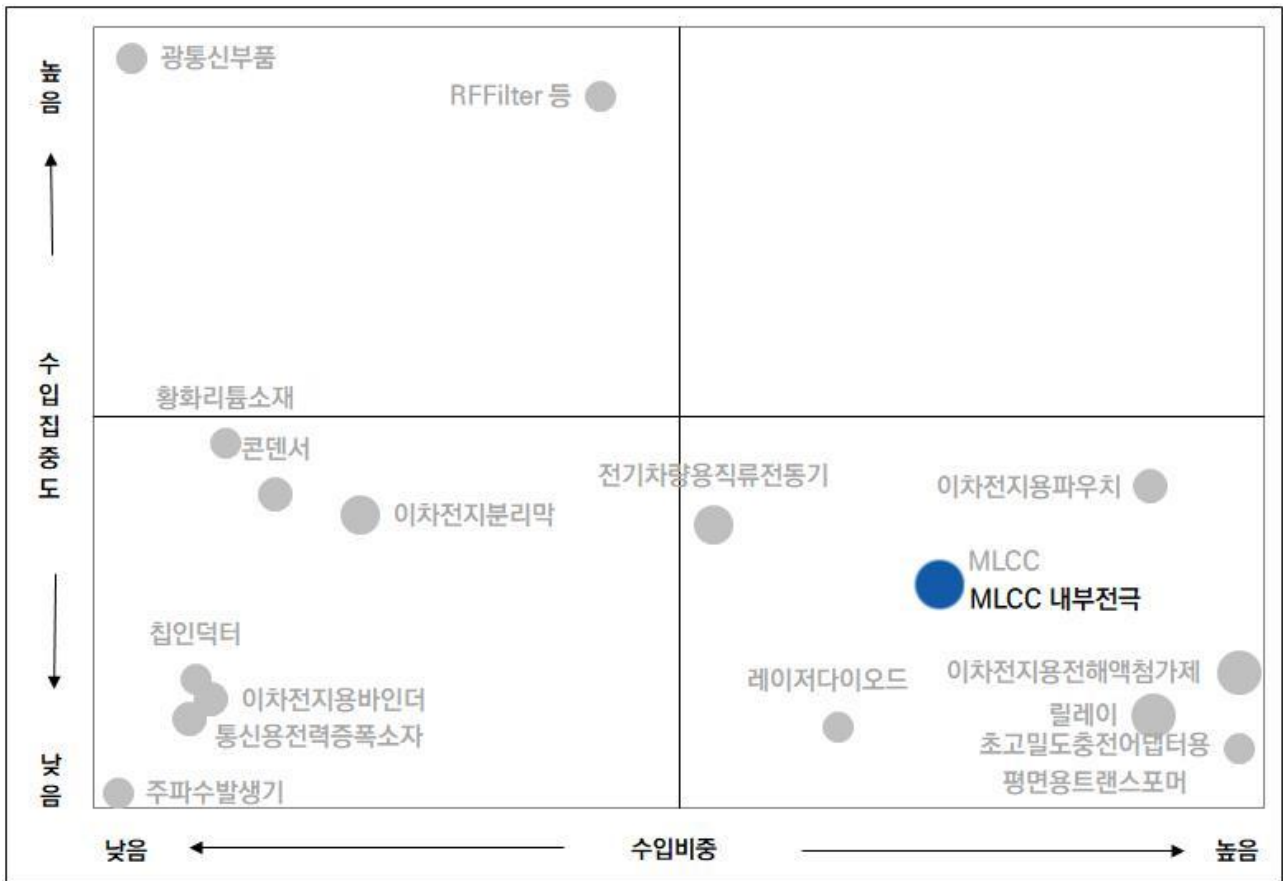


주 : (1) 수출비중 = 수출액/생산액 (2) 수입비중 = 수입액/내수액

라. 수입 리스크

- MLCC 내부전극은 수입비중이 높은 반면 수입 집중도는 낮게 나타나 수입 리스크가 크지 않은 품목으로 나타남

(원크기 : 수입액)

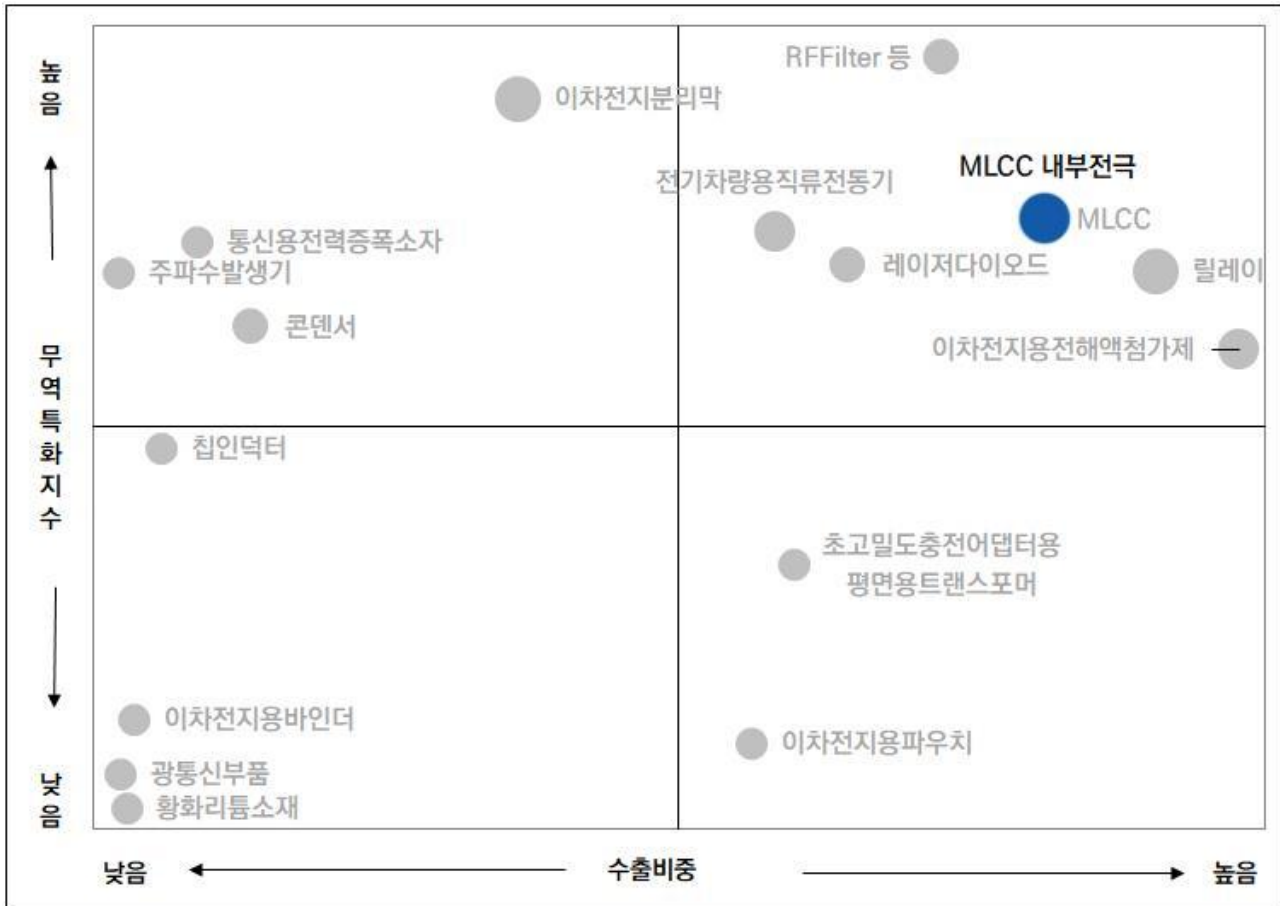


주 : 수입집중도(HHI지수) = (제1수입국 수입비중)² + (제2수입국 수입비중)² + (제3수입국 수입비중)²

마. 수출산업화

□ MLCC 내부전극은 수출비중이 높고 무역특화지수가 높아 수출산업화 잠재력이 큰 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)



주 : 무역특화지수 = (수출액 - 수입액) / (수출액 + 수입액)

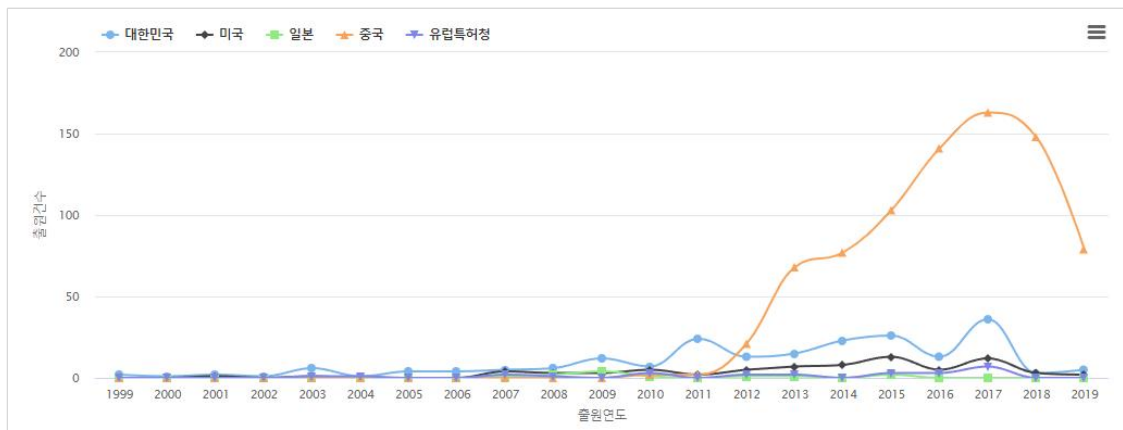
5. 주요 플레이어 특허동향¹⁾

가. 동향 분석

(1) 출원 동향

□ 연도별 국가별 출원 동향

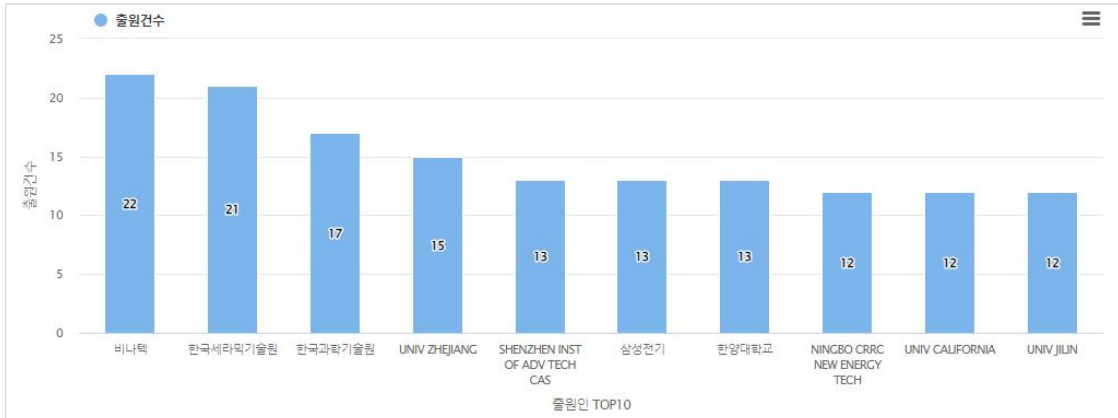
- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야에 대해 1999~2019년 동안 주요 5개 국가 (대한민국, 미국, 일본, 중국, 유럽)에서 출원된 특허 1,124건의 연도별 출원 건수를 통해 해당 품목의 특허 출원 동향을 파악한 결과, 연도별로 상기 5개 국가들의 출원 건수를 통해 국가별 최근 출원 동향을 파악함으로써 향후 기술개발 경향 및 시장 전망을 예측함
- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야에 있어서, 한국, 미국, 일본, 유럽은 1999년부터 2019년까지 꾸준히 특허 출원이 상승하고 있는 것으로 파악되며, 특히 중국은 2012년부터 급격하게 특허 출원이 증가하고 있으며, 최근에는 타 국가에 비해 월등하게 특허 출원 건수가 많은 것으로 나타남



□ 주요 출원인 동향

- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야에서의 선도 기업(기관)을 파악하고 이들 기업(기관)의 특허 출원 현황을 비교, 분석하여 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야의 상위 10개 출원인을 살펴본 결과, 한국의 비나텍이 22건을 출원하여 동 기술 분야에서 최다출원인으로 파악되고, 그 뒤를 이어 한국세라믹기술원, 한국과학기술원, UNIV ZHEJIANG, SHENZHEN INST OF ADV TECH CAS, 삼성전기, 한양대학교 등이 상위권을 차지하고 있는 것으로 파악되며, 동 기술 분야는 한국 기업(기관)이 강세를 나타내고 있는 것으로 확인됨

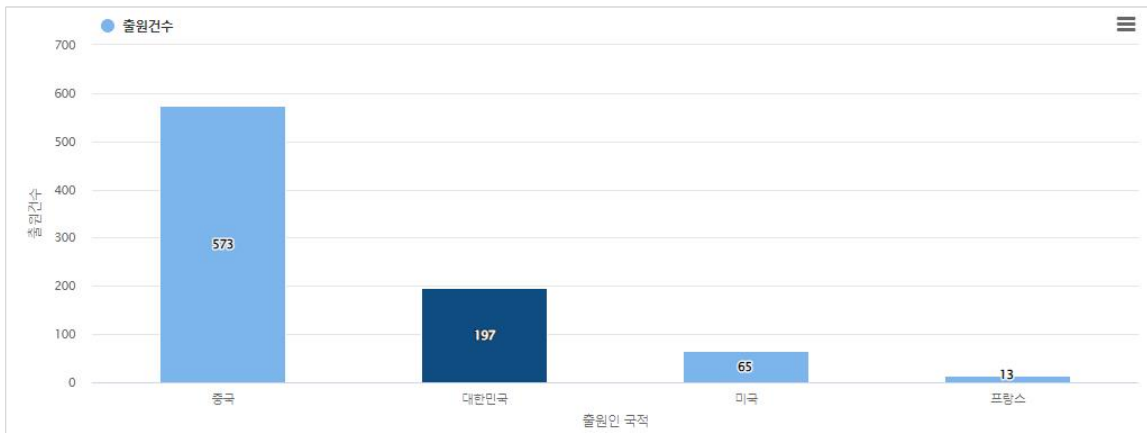
1) 자료 출처 : 특허빅데이터센터(KPBCenter), <https://pbcenter.re.kr/home/p/analysis-field>



(2) 국가별 세부 동향

□ 국가별 특허 점유율 동향

- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야 특허 출원인의 국가별 양적 점유율을 분석하여, 특허 출원 선도국을 확인하고, 선도국 대비 한국 국적 출원인의 특허 점유율을 분석하여 양적인 경쟁력을 파악한 결과, 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야는 중국이 총 573건(64%)의 특허를 출원하였고, 그 뒤를 이어 한국이 197건(22.2%), 미국 65건(7.3%), 프랑스 13건(1.4%)의 특허를 출원한 것으로 나타나, 특허 출원 건으로는 중국과 한국이 동 기술 분야를 선도하고 있는 것으로 파악됨



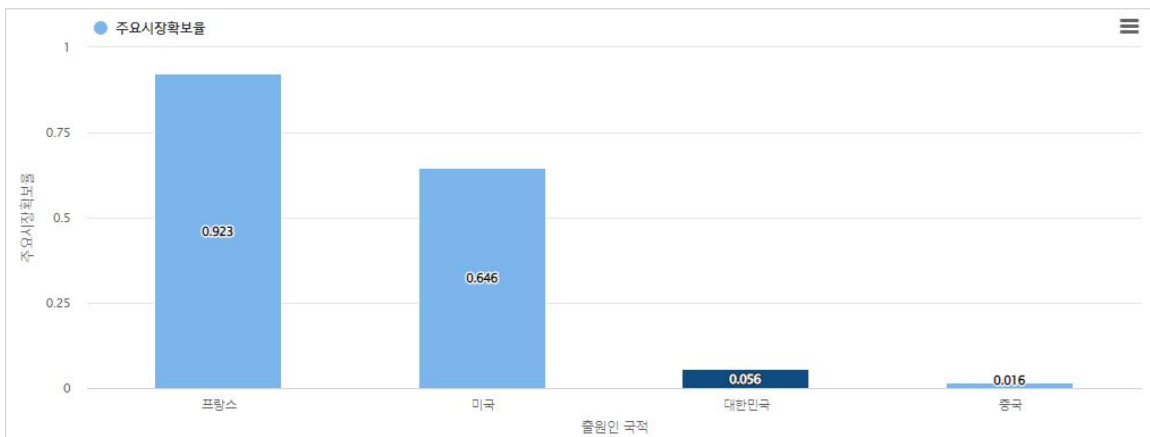
□ 국가별 피인용지수

- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야 특허 출원인의 국가별 피인용도 분석을 통해, 영향력이 높은 특허를 출원한 선도국을 확인하고, 선도국 대비 한국 국적 출원인의 특허 피인용도 분석을 통해 질적인 경쟁력을 해석함
- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야의 국가별 피인용지수를 살펴보면, 한국이 6으로 특허 과급력 및 영향력이 가장 높은 것으로 파악되었고, 그 뒤를 이어 미국 4.786, 프랑스 4.75, 중국 2.429로 파악됨. 중국은 상대적으로 특허 출원 건수는 많지만, 특허의 질적인 측면에서는 타 국가에 비해 낮은 것으로 나타남



□ 국가별 주요시장 확보율

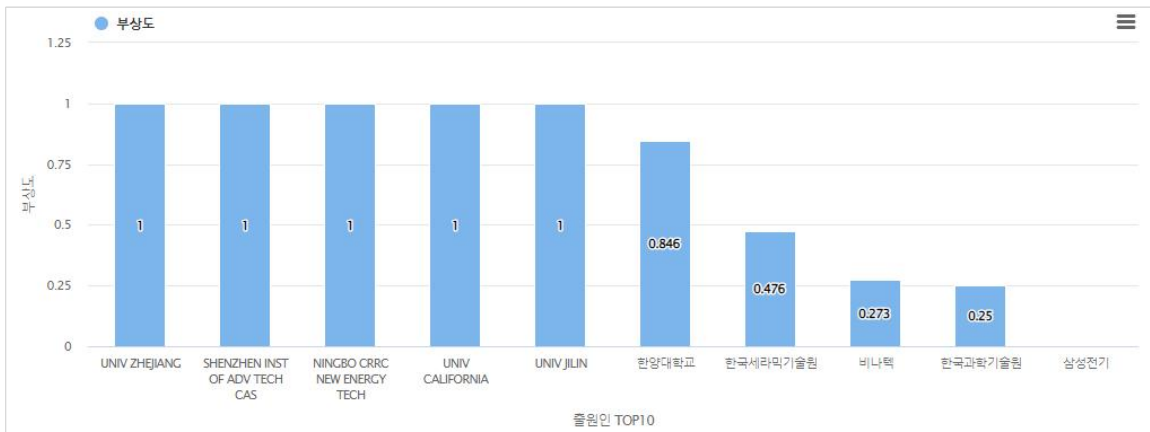
- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야에 있어서, 특허 출원인의 국가별로 주요 특허청 (한국, 일본, 미국, 유럽, 중국) 중 3개 이상의 특허청에 동시 출원한 특허 비율을 분석하여, 주요시장 확보율이 가장 높은 선도국을 확인하고, 선도국 대비 한국 국적 출원인의 주요시장 확보율 분석을 통해 해당 품목의 국가별 시장영향력(또는 주요 시장 선점 의지)을 파악함
- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야에 있어서, 프랑스가 해외 시장 진출을 위한 권리 확보를 위해 가장 활발하게 여러 국가에 동시 출원하고 있고, 그다음으로 미국, 한국, 중국 순으로 나타남. 한국과 중국은 상대적으로 주요시장 확보율이 낮은 수치를 나타내고 있어, 해외 시장 진출보다는 자국 내 특허 출원에 집중하고 있는 것으로 파악됨



나. 심층 분석 - 주요 출원인 IP 경쟁력 관점 분석

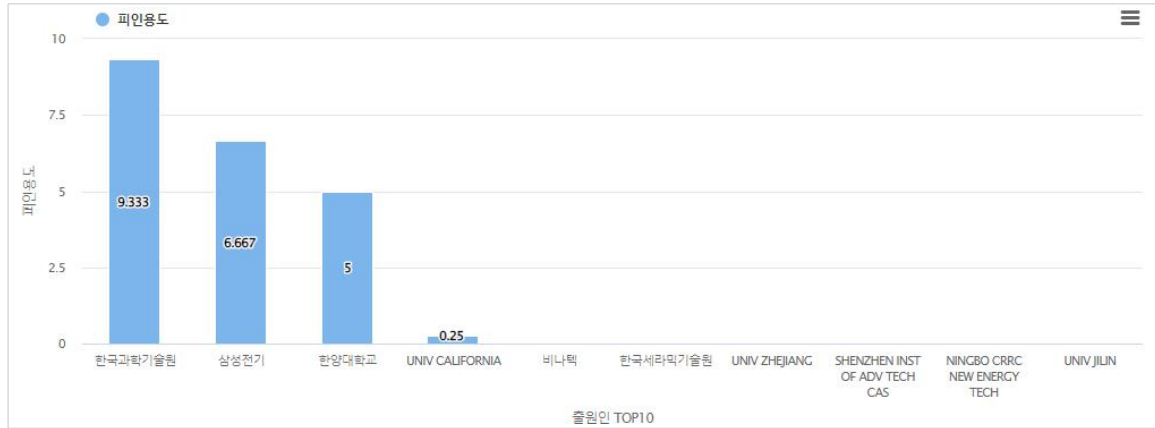
(1) 주요 출원인 기술부상도

- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야 상위 10개 주요 출원인들의 최근 5년간 특허 출원 건수를 기준으로 출원 증가율 변화를 통해 기술부상도를 산출하여 양적인 경쟁력 수준을 파악함
- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야의 최근 기술부상도를 살펴보면, UNIV ZHEJIANG, SHENZHEN INST OF ADV TECH CAS, NINGBO CRRC NEW ENERGY TECH, UNIV CALIFORNIA, UNIV JILIN이 각각 1의 수치를 보여 가장 높은 경쟁력 수준을 보이고 있으며, 그 뒤를 이어 한양대학교 0.846, 한국세라믹기술원 0.476, 비나텍 0.273으로 나타나, 최근 들어 중국과 일본 기업(기관)이 높은 경쟁력 수준을 보이고 있는 것으로 파악됨



(2) 주요 출원인 피인용지수

- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야 상위 10개 주요 출원인들이 보유한 특허의 피인용 건수를 기반으로 피인용지수를 산출하여 주요 출원인들의 보유 특허에 대한 질적 경쟁력 수준을 파악함
- 한국과학기술원이 9.333으로 가장 높은 피인용지수를 나타내어 특허의 질적 수준이 가장 높은 것으로 파악되었고, 그 뒤를 이어 삼성전기 6.667, 한양대학교 5, UNIV CALIFORNIA 0.25로 나타나, 한국의 한국과학기술원이 타 기업(기관)보다 특허의 질적 수준이 매우 높은 것으로 파악되었고, 전체적으로 한국 기업(기관)이 타 국적의 기업(기관)보다 특허 출원 건수도 많고, 특허의 질적 수준도 높은 것으로 나타남



(3) 주요 출원인별 주요시장 확보율

- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야 상위 10개 주요 출원인별로 주요 특허청 중 3개 이상의 특허청에 동시 출원한 특허 비율을 분석하여 주요 출원인들의 주요시장 진출 수준을 파악함으로써 기업(기관)의 영향력 및 해외 시장 진입을 위한 특허 활동량을 파악함
- 초고전압용 세라믹 적층 콘덴서 Ni 분말 및 내부 전극 분야에 있어서, 미국의 UNIV CALIFORNIA가 1의 주요시장 확보율을 나타내어 해외 시장 진입을 위하여 가장 활발하게 특허 활동을 펼치고 있는 것으로 파악되었고, 그 뒤를 이어 한국과학기술원이 0.235로 2위를 차지하고 있는 것으로 파악됨. 그러나 전체적으로 한국, 중국, 일본 기업(기관)들이 해외 시장 진입 보다는 자국에만 특허 출원을 진행하고 있는 실정으로 파악됨



6. 전략제품 기술 개발 전략

가. 중소기업 기술 개발 전략

- 평균입경(D₅₀) 120 ~ 200nm급 고결정성 구형 Ni 분말 선정
- 해쇄/분급 처리를 통한 입경(D₉₅) 400nm 이상 조대입자/응집체 제거 및 분급 기술
- Ni 분말의 수축률 감소 및 니켈 분말의 수축 개시 온도를 높이기 위한 코팅 기술 개발
- 높은 충전 밀도와 우수한 표면 조도를 가지는 Ni 내부전극을 위한 Ni 분말 및 공제의 분산 공정 최적화
- MLCC 제조 업체와 공동 개발 및 검증을 통하여 MLCC 특성 구현 및 니켈 내부전극 전극 연결성 90% 이상, 양품율 98% 이상, 품질 특성 (불량을 100 Fit 이하)이 우수한 신뢰성 확보 가능한 내부전극 개발

나. 핵심기술 리스트

[초고압용 Ni 내부전극 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
Ni 분말 선정 및 초대 입자 제거 기술	<ul style="list-style-type: none"> 초고전압 적층 세라믹 커패시터 내부 전극으로 적합한 평균입경(D₅₀) 120 ~ 200nm급 고결정성 구형 Ni 분말 선정 해쇄/분급 처리를 통한 입경(D₉₅) 400nm 이상 초대입자/응집체 제거 기술
내부전극 충전밀도 및 표면 조도 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> Ni 분말과 공재의 혼합체인 Ni 내부전극에 있어 Ni 분말을 분산하는 금속 분산 기술과 세라믹 공재를 분산하는 최적화된 분산 기술 충진 밀도를 가지는 얇고 균일한 내부 전극 층을 만들기 위해서는 결정화도가 coarse particle이 제어된 미립 Ni 분말 선정
공재 선정 및 분산 기술	<ul style="list-style-type: none"> 내부전극과 유전체의 수축 제어 거동의 제어를 위한 nano 분말 공재, 공재 분산제, 수지, 가소제 및 분산 설비 및 공정 기술
수지 및 가소제 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> 유전체 층과 내부 전극의 용제와의 반응성(sheet attack)을 최소화 하기 위한 용제 선정 기술 인쇄공정에서 인쇄성, 인쇄후 표면 조도, 적층 공정에서의 접착력, 절단 공정에서의 절단 stress 완화, 소결 공정에서의 잔류 탄소에 의한 영향이 고려된 수지 선정

다. 기술이전 관련 정보

니켈 분말 제조 방법 (부경대학교 산학협력단, 10-2019-0091717 (2019.08.07.))

- 폐 리튬이온전지로부터 양극활물질이 추출되고, 양극활물질이 환원제를 포함하는 용액에 의해 습식 환원되어 산화니켈(NiO)과 알칼리금속 탄산물로 분리되고, 알칼리금속 탄산물은 수세되어 제거되며 산화니켈(NiO)이 환원되어 니켈(Ni) 분말이 회수되는 니켈 분말 제조 방법에 관한 기술임

내부전극 페이스트 조성물 및 이를 이용한 적층 압전소자 및 그 제조 방법(한국세라믹기술원, 10-1803894-0000 (2017.11.27.))

- 후막구조 압전체층과 내부전극의 동시 소성시 수축률을 제어하며, 세라믹 재질의 압전체층과 내부전극 간의 박리 등의 문제를 방지할 수 있는 내부전극 페이스트 조성물 및 이를 이용한 적층 압전소자 및 그 제조 방법에 대한 기술임. 내부전극 페이스트 조성물은 금속 분말 60 ~ 85 중량%, 세라믹 공재 5 ~ 15 중량% 및 나머지 바인더로 조성되며, 세라믹 공재는 $xPb(Mg_{1/3}, Nb_{2/3})O_3 - yPbZrO_3 - zPbTiO_3$ 로 조성되는 주성분과, $LiBiO_2$ 로 이루어진 부성분을 포함하는 것이 특징임. (여기서, x는 0.35 ~ 0.40이고, y는 0.2 ~ 0.3이며, z는 0.35 ~ 0.40임.)

슬러리 환원법을 이용한 미세 니켈 분말 제조 장치 및 이를 이용한 MLCC용 미세 니켈 분말 제조 방법 (한국지질자원연구원, 10-1324527 (2013.10.28))

- Ni 분말은 니켈 공급원에 환원제를 투입하여 형성된 니켈 금속분말을 세정 및 건조시켜 제조되며, 슬러리 환원법을 이용하여 분산성 및 수득율이 우수함

전자세라믹스 전극용 Ni 원자재 분말의 국산화(부산대학교 산학협력단, 보고서 등록 번호; TRKO200400002262, 2013, 김광호)

- 효율적인 제조 공정 기술을 개발하기 위하여 1차년도(기초연구)에서는 기상법과 습식법에 의한 니켈 분말을 제조. 다양한 공정 변수를 적용하여 적층 세라믹 콘덴서 내부 전극용 니켈 분말 제조의 가능성을 검토.

화학환원법에 의한 미세 니켈 분말의 제조 방법 (충남대학교 산학협력단, 10-1044726-0000 (2011.06.21.))

- 적층세라믹콘덴서(MLCC)의 내부 전극으로 사용되는 니켈 분말을 제조하기 위한 방법에 관한 것으로, 황화니켈(II)(NiSO₄), pH조절제, 차아인산나트륨(NaH₂PO₂) 및 히드라진(N₂H₂)을 환원반응이 종료할 때까지 혼합한 후 수세, 건조 등의 공정을 거쳐 니켈 분말을 제조함. 상온에서 단시간 동안 환원반응이 가능하도록 하고, 입도제어를 위하여 황화니켈, 차아인산나트륨, 히드라진 및 유기용매의 첨가량과 온도 등을 변수로 함.