

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목분석보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

# 첨단소재가공시스템

융·복합 기술이 적용되고 있는 차세대 성장기반 산업

요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

NICE평가정보

작성자

전재원 선임연구원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2124-6822)로 연락하여 주시기 바랍니다.

# 첨단소재가공시스템

## 융·복합 기술이 적용되고 있는 차세대 성장기반 산업

### ■ 다양한 산업분야와 연관성이 매우 높은 산업

소재가공산업은 부품, 기계 및 시스템을 포함하는 산업으로 다양한 산업분야와 연관성이 높고, 국가 산업 경쟁력에 기인하는 분야이다. 해당 산업은 기계산업 및 설비투자의 근간을 이루는 자본재 산업이고, 전후방 산업의 규모가 크고 꾸준한 기술수요가 존재하며, 다양한 융·복합 기술이 적용되고 있다. 한편, 설비 구축 및 생산을 위한 초기 투자비용이 발생하며 가공 방식에 대한 높은 기술적 이해도가 필요하여 일정 수준의 시장진입 장벽이 존재한다.

### ■ 냉각 가공, 하이브리드 가공 분야로 기술발전 가속화

티타늄, 인코넬 등과 같은 첨단소재는 일반적인 가공 방식으로는 품질이 떨어지고, 생산성이 저하된다. 해당 소재들은 동시 공정 적용, 효과적인 냉각방법, 절삭조건 최적화 등을 통해 가공 품질 개선이 필수적이며, 환경오염 및 작업자의 유해환경 개선을 위한 부분도 고려해야 한다. 가공 시 발생하는 절삭열은 공구 수명 단축 및 제품 표면에 결함을 야기하므로 냉각재 고압 분사를 통해 품질 개선을 하고 있으며, 최근에는 극저온 냉각 가공을 통해 가공 효율성 증대 및 환경 문제를 개선하고 있다. 또한, 제품 품질 개선을 위한 공정을 통합 또는 순차적으로 가공하는 하이브리드 가공이 적용된 복합 가공기가 출시되고 있다.

### ■ 첨단소재 수요 증가에 따른 가공 기술 확보가 필요

우주·항공·자동차 산업을 중심으로 경량화/고효율화 요구에 따른 첨단소재 적용이 증가하고 있다. 공작기계, 스마트시스템 등이 포함되는 세계 정밀기계 시장은 연평균 약 8.2%의 높은 성장세가 전망되고, 첨단소재가공시스템 시장도 세계 시장은 15.5%, 국내 시장은 2.4%의 성장률로 지속적인 성장이 전망된다. 한편, 가공 기술에 있어 현재 국내 기업의 수준은 일본 및 유럽 등에 비해 격차가 있는 것으로 조사되며, 가공 신뢰성을 기 확보한 해외 선진 기업들은 기술 경쟁력을 바탕으로 시장을 선점하고 있다. 국내 기업들은 선도기술에 관한 추격연구가 주를 이루는 것으로 파악되며, 향후 시장 수요에 대응하기 위해 기업 간 기술 제휴 및 산학연 연구개발을 통한 핵심기술의 확보가 필요할 것으로 판단된다.

# I. 배경기술분석

## 첨단가공시스템은 복잡한 밸류 체인을 형성하는 차세대 성장기반 산업

첨단가공시스템은 전통적인 공작기계 산업에 융·복합 기술이 적용되어 소재·부품부터 최종 수요산업까지 연관성이 크며, 기업 및 국가 산업 경쟁력에 기인하는 분야

세계적으로 자원의 고갈, 대체자원 개발, 친환경 제품의 필요성이 증대됨에 따라 항공·자동차 산업을 중심으로 다양한 산업분야에서 첨단소재 수요가 증가하고 있고, 새로운 가공기술이 도입되고 있다. 이에 해당 가공기술이 속하는 공작기계 산업의 특징, 첨단소재의 정의와 종류에 대해 먼저 알아보하고자 한다.

### ■ 핵심 자본재 산업으로 전후방 산업과의 연관성이 큰 산업

공작기계 산업은 공작물을 각종 절삭 또는 비절삭 가공하여 다양한 형상 및 치수로 가공하는 기계 또는 시스템을 포함하는 산업이다. 선반, 머시닝센터, 연삭기, 프레스 등의 전통적인 정밀생산 기계와 초미세 가공, 융·복합 기술, 집적화 기술 등을 포함하는 정밀가공시스템 및 관련 부품 등이 해당 산업에 포함된다. 4차 산업혁명 시대의 산업 구조에 대응되는 공작기계는 기계-IT 융합 기술로 생산성 향상, 품질 고도화를 위한 솔루션을 제공하는 등 전후방 산업과의 연관성이 높은 분야이다.

[표 1] 공작기계의 밸류 체인

구분	후방산업	공작기계 산업	전방산업
내용	소재·부품 철강 공구 등	첨단소재 가공시스템 초정밀 가공시스템 3D 적층제조 스마트 가공시스템 등	우주·항공 자동차 조선 금형 등

\*출처: 중소기업 전략기술로드맵 기계금속(2019), NICE평가정보 재구성

공작기계 산업은 제품을 만드는 자본재 산업으로 전통적인 기반 산업에 해당하며, 다양한 전방 산업 및 큰 시장규모로 인해 꾸준한 기술수요가 있고, 신제품 및 신기술의 도입에 따라 공작기계에 다양한 융·복합 기술이 접목되고 있다. 한편, 초기 설비 구축에 높은 투자비용이 필수적이며, 가공 방식에 대한 높은 기술적 이해도가 필요하여 일정 수준의 시장진입 장벽이 존재하는 분야이다.

[표 2] 공작기계 산업의 특징

특징	주요 내용
자본재 산업	· 기계산업 및 설비투자의 근간을 이루는 자본재 · 제품의 품질, 생산성에 직결되고, 기업 경쟁력에 직접적인 영향을 미침
꾸준한 기술수요	· 항공, 자동차, 조선산업 등 산업 전반에 걸친 전방산업의 규모가 큼
융·복합 산업	· 다양한 분야의 융·복합 기술이 적용되고 있으며, 자동화, 친환경기술, 첨단소재 가공 등이 있음
일정 수준의 시장진입 장벽 존재	· 초기 설비 구축 및 생산을 위한 높은 투자비용 · 가공 방식에 대한 기술 이해도 및 엔지니어링 지식

\*출처: 업계자료(2020) 종합, NICE평가정보 재구성

■ 고부가가치/친환경 제품·부품 수요 증가에 따른 첨단소재의 적용

첨단소재는 고강성, 초경량 등 기계적 성질이 우수한 반면, 절삭가공이 어려운 소재를 지칭하며, 난삭재로 불리기도 한다. 내열성, 내식성 및 내마모성이 우수한 신소재뿐만 아니라 복합소재도 사용 목적에 따라 첨단소재로 분류되기도 한다. 대표적인 첨단소재는 티타늄(Titanium), 인코넬(Inconel), CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic, 탄소섬유강화플라스틱), CGI(Compacted Graphite Iron, 강화흑연주철) 등이 있다.

[그림 1] 대표적인 첨단소재 및 적용분야



\*출처: 중소기업 전략기술로드맵 금속(2019), NICE평가정보 재구성

## ▶▶ 티타늄

티타늄은 중량 대비 고강도, 생체 친화성, 내부식성, 용접성이 우수한 금속으로써, 높은 용점, 낮은 열팽창 계수, 열전도도를 갖는다. 고온에서도 유지되는 특성 때문에 우주·항공 분야에서 부품 재료로 주로 사용되며, 알루미늄 대비 낮은 열팽창 특성과 탄소섬유복합재와의 재료 친화성 때문에 주로 구조체를 위한 소재로 활용되고 있다. 또한, 소재 표면에 형성되는 산화 피막이 견고하고 우수한 내부식성을 갖춰 해양 플랜트, 선박용 부품에 적합하며, 우수한 비강도 및 생체 친화성으로 바이오 산업에서 인공관절, 임플란트 등에 활용되고 있다.

## ▶▶ 인코넬

인코넬은 대표적인 니켈-크롬 합금으로써 철, 몰리브덴, 니오븀을 주로 함유하고 있으며, 미량의 알루미늄, 티타늄을 포함하고 있는 내열 합금강이다. 그 중 인코넬 718은 대표적인 니켈 합금으로 고온 강도와 내부식성이 우수하고, 700° C 이상의 고온 환경에서도 피로 저항성이 높기 때문에, 우주·항공 분야에서 주로 사용된다. 티타늄 합금과 마찬가지로 인코넬 역시 고온 강도와 낮은 열전도도를 가지기 때문에 절삭가공이 쉽지 않은 소재이다.

## ▶▶ CFRP

CFRP는 열경화성 또는 열가소성 수지에 탄소섬유가 첨가되어 있는 복합재료, 중량 대비 고강도, 높은 내구성, 우수한 내부식성 때문에 항공, 자동차, 스포츠 레저 등 산업 전방위로 그 수요가 점차 증가하고 있다. CFRP에 들어있는 탄소섬유는 방향성을 가지고 폴리머 매트릭스와 함께 여러 층을 갖도록 적층되어 있는데, 각층의 탄소섬유 방향에 따라 그 물성이 다르기 때문에 층의 개수, 적층 각도는 제품에 요구되는 물성을 충족시킬 수 있도록 설계된다. 또한 사용되는 탄소섬유의 체적비, 탄소섬유의 종류에 따라서 물성이 달라지기 때문에 용도에 맞게 다양한 물성을 갖는 CFRP가 제작될 수 있다.

## ▶▶ CGI

CGI는 강성, 내구성, 인장강도가 높지만 중량은 가벼운 소재이다. 조직상 늘어나는 성질이 있어 진동 방지 특성이 있고, 피로 강성은 회주철 대비 2배 이상 높으나, 고속가공이 어려워 회주철 가공에 비해 가공시간이 배 이상 소요되는 단점이 있다. 공구 수명과 생산성 개선을 위해 원형 밀링가공이 유리하며, 동일 부품 적용 시 일반 회주철 대비 약 20% 중량을 감소시킬 수 있다.

## II. 심층기술분석

### 공정 효율화, 가공 변수 개선 등을 통한 첨단소재 가공물의 품질 개선

첨단소재 특성을 파악하여 적합한 가공시스템의 적용이 중요하며, 하이브리드 가공, 가공 변수 개선 등에 대한 활발한 연구 개발 진행 중

첨단소재가공시스템은 가공성이 매우 떨어지는 첨단소재를 가공하는 기계 또는 시스템을 말한다. 첨단소재 가공을 위해 기존 산업의 솔루션은 주로 공구제작 기업을 중심으로 공구를 개선하는 방법이었으며, 공구에 다이아몬드 입자 코팅을 수행하거나, 전용 공구의 개발을 통해 절삭성을 향상시키고 결함을 억제하는 방법이었다. 하지만, 효과적인 냉각방법의 적용, 절삭조건 최적화, 하이브리드 공정 적용 등을 통해 절삭성 및 생산성 향상이 이뤄지고 있으며, 환경 문제의 개선이 가능한 공정이 적용되는 추세이다.

#### ■ 냉각 가공

티타늄, 인코넬 등과 같은 첨단소재 적용 부품의 제조는 생산 비용 감소를 위해 주조, 항온단조, 메탈 3D 프린팅과 같은 방법이 도입되어 왔으나, 형상 정밀도, 제품 무결성 등을 요구하는 우주·항공 분야에서는 여전히 터닝, 밀링 등과 같은 종래의 절삭 가공을 사용하여 제작된다. 그러나 해당 금속 소재의 고강도, 낮은 열전도도 특성 때문에 절삭 가공 시 1,000°C 이상의 절삭열이 발생하고, 이에 따라 공구에 소재가 응착되어 공구 수명의 단축 및 표면거칠기의 악화 등 결함이 발생된다. 이러한 결함을 해결하기 위해 냉각재 고압 분사 및 극저온 환경 하에서의 냉각 가공 기술이 활용되고 있다.

#### ▶▶ 냉각재 고압 분사 가공

일반적으로 금속 소재 가공 시에는 윤활 및 냉각 목적으로 수용성 오일을 냉각재(절삭유)로 활용하며, 0.4~6.0bar 정도의 압력으로 분사하여 가공하는 방법을 사용한다. 그러나 티타늄, 인코넬과 같은 합금은 기존 금속 대비 공구와 가공점의 간격이 좁아져 냉각재의 절삭부 침투가 쉽지 않아 효과적인 냉각 및 가공이 이루어지지 않는다. 이에 20bar 이상의 고압으로 냉각재를 분사하여 가공성을 향상시킨 방법이 개발되었고, 현재는 냉각재를 고압으로 분사하여 가공하는 방법이 일반적으로 사용되고 있다. 냉각재를 고압으로 분사 시, 절삭 칩이 빠르게 제거됨으로써 절삭 열원이 공작물로부터 빠르게 제거되어 가공물 및 기계의 열변형을 억제시키고, 공구의 마모 개선으로 이어지는 장점이 있다. 냉각재 고압 분사를 위해 일반적으로 외부 노즐을 이용하고 있으나, 가공 주축 내부 관통, 공구 부착 분사 등의 방법도 도입되어 상용화 중이다.

[그림 2] 냉각재 고압 분사 가공



\*출처: mmkorea.net(2020)

### ▶▶ 극저온 냉각 가공

기존의 냉각재에는 화학 성분들이 다량 포함되어 있어 작업자에게 유해하고, 냉각재 폐기 비용이 필요하며 여러 환경 문제를 일으킬 요소가 존재한다. 이에 유해한 냉각재의 사용 없이 냉각 효과 향상을 위해 연구된 방법이 액화 이산화탄소, 액화 질소 등의 냉각 기체를 냉각재로 사용하는 극저온 냉각 가공 방법이다. 냉각기체 사용 시, 냉각재가 대기 중으로 바로 기화되어 잔류물이 남지 않고, 냉각 효과가 월등하여 티타늄과 같은 고온의 절삭열이 발생하는 첨단소재 가공에 효과적으로 적용이 가능한 이점이 있다. 냉각 기체를 분사하기 위해서는 외부 노즐을 이용하거나 공구 내부를 관통하여 직접 분사하는 방법이 연구되고 있다.

[그림 3] 극저온 냉각 가공

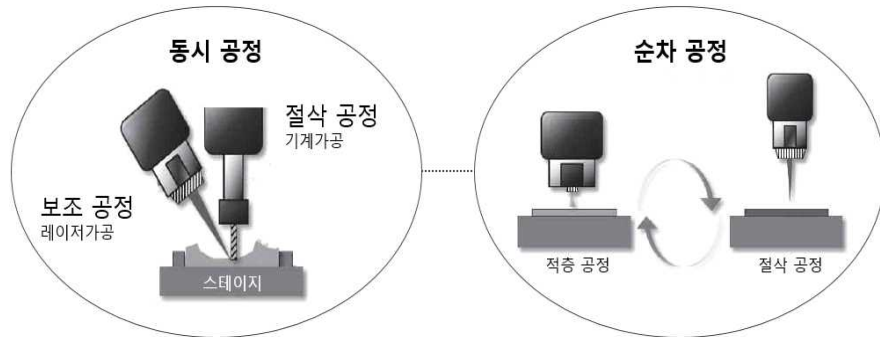


\*출처: 한국정밀공학회지 제35권 제3호(2018), NICE평가정보 재구성

### ■ 하이브리드 가공

첨단소재는 일반적인 가공 시, Burr(가공 부위에 소재가 돌출 또는 늘어난 형태) 생성, 표면기질기 악화 등이 발생하므로 추가 다듬질, 연삭, 열처리 등의 후공정을 수반한다. 추가적인 공정은 생산 사이클 타임 증대, 추가 설비투자 등의 부담이 있으나, 제품의 품질관리 및 생산성 향상을 위해서는 반드시 필요하다. 이에 두 가지 이상 공정의 장점을 극대화하거나, 각각 다른 공정을 하나의 공정에서 동시에 또는 순차적으로 적용하는 하이브리드 가공시스템이 개발되어 현재 상용화되고 있다.

[그림 4] 대표적 하이브리드 가공 방법



\*출처: 중소기업 전략기술로드맵 정밀기계(2019), NICE평가정보 재구성

▶▶ LAM(Laser Assisted Machining, 레이저 보조 가공)

대표적인 하이브리드 가공 방법인 LAM은 첨단 소재를 레이저 열원을 통해 예열하고 연화된 부위를 절삭하는 방법으로, 비접촉 가공, 최소한의 열 영향부, 가공의 유연성 등의 장점이 있어 여러 가공분야에 적용 범위가 확대되고 있다. 또한 레이저를 통해 소재를 높은 온도로 연화시킬 수 있어, 공구 수명의 연장, 가공 절삭력 감소, 표면거칠기 향상 등의 개선이 가능하다. 국내외 주요 공작기계 기업들은 복합소재 및 취성소재 가공을 타깃으로 LAM 적용 하이브리드 가공기계를 출시하고 있다.

[그림 5] LAM 가공



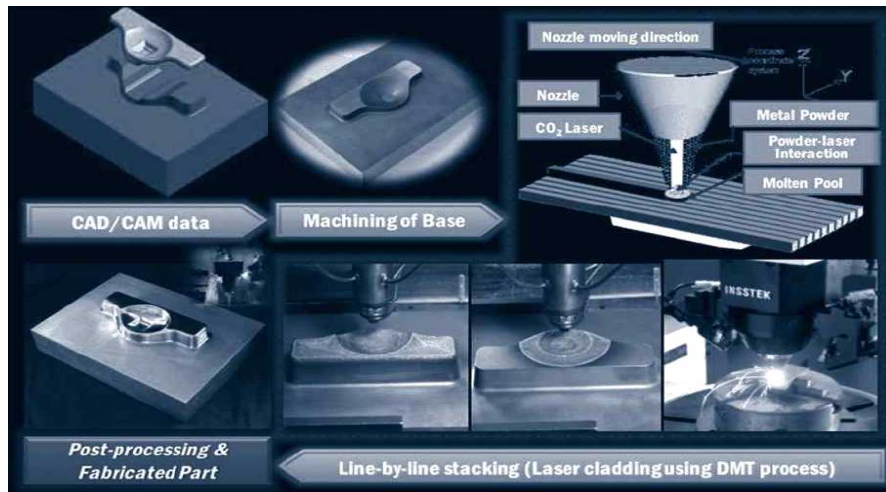
\*출처: 중소기업 전략기술로드맵 정밀기계(2019), NICE평가정보 재구성

▶▶ 적층&절삭 순차 가공

최근 제조산업의 혁신 기술 분야인 3D 프린팅은 비절삭, 복잡한 형태의 구현 등의 효과가 있어 새로운 제조 패러다임으로 발전 중이다. 그러나 현재는 대규모 양산 및 초정밀 제품 생산에는 한계가 있어 추가적인 가공이 필요한 상황이다. 이에 3D 프린팅의 적층가공 방식의 단점인 측면 단차, 표면거칠기 및 치수정밀도 등을 개선하고 생산성 향상 목적을 위해 절삭가공 공정과 결합한 순차 가공이 적용된 하이브리드 가공기계가 개발되었다.



[그림 6] 하이브리드 적층&절삭 가공



\*출처: KEIT, 금속 적층절삭용 하이브리드 공작기계 기술동향(2016)

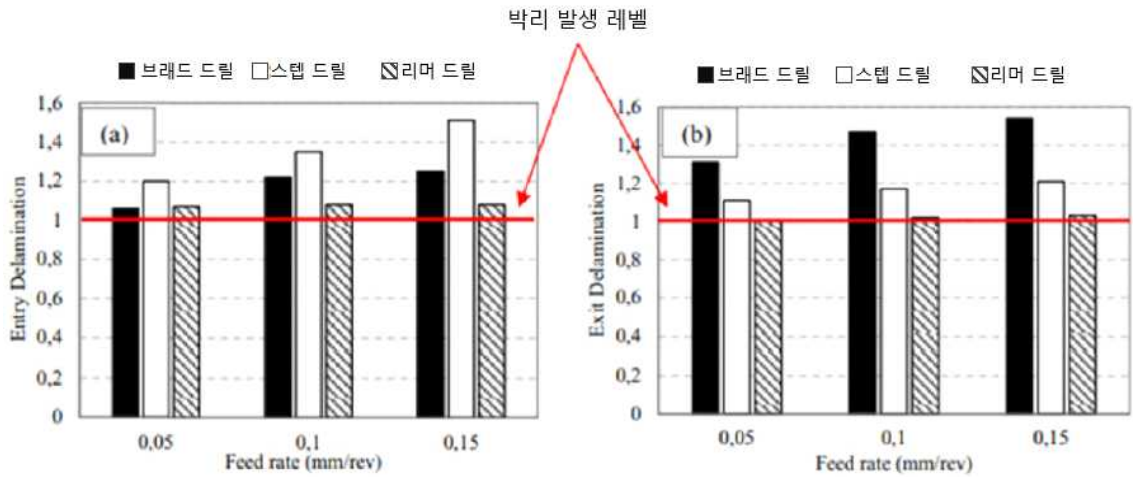
### ■ 복합소재 가공성 향상을 위한 변수 개선

CFRP와 같은 복합소재는 소재를 구성하는 탄소섬유의 특성 및 적층 구조에 의해 일반적인 금속 가공의 소성변형에 의한 절삭과 달리 취성 파괴의 형태로 절삭된다. 수지·섬유 소재가 갖는 함수성때문에 냉각재를 사용하지 않는 건식 절삭이 주로 이용되고 있으나, 박리, 뜯김, 열손상 등의 결함이 발생되며 이를 최소한으로 억제하는 기술개발이 진행되고 있다.

CFRP 가공변수 중 피드(Feed, 공구 이송속도)가 결함에 가장 큰 영향을 미치며, 피드가 커질수록 절삭력 및 추력이 증가하게 된다. 이에 빠른 피드로 가공을 수행하다가 출구 직전에서 피드를 감소시켜 박리를 억제하는 방법이 제안됐으며, 가공 홀 깊이 측정, 공구 속도제어, 결함 센싱 등의 모니터링 기술을 통해 가공품질을 개선하고 있다.

가공품질 향상을 위해 복합소재 가공전용 공구 사용이 도입되고 있다. 한국정밀공학회지에 게재된 실험결과에 따르면 리머 드릴을 사용했을 때 브래드, 스텝 드릴 대비 가공 입·출구에서 박리지수가 감소하는 점이 입증되었다. 또한, 고경도의 공구 사용으로 품질을 개선할 수 있는데 PCD(Polycrystalline Diamond, 다이아몬드 다결정질) 코팅을 통해 공구 마모율을 감소시켜 고품질의 가공물을 얻을 수 있다. 그 밖에도 극저온 냉각 가공을 적용한 방법도 고안되었는데 건식가공 대비 가공 횟수 증가에 비례하여 결함 억제율이 향상되는 결과가 나타났으나, 초기 가공에서는 개선을 차이가 거의 없으며 추가적인 냉각 시설비용을 고려해야 한다.

[그림 7] 공구 형상에 따른 박리 발생 그래프



\*출처: 한국정밀공학회지 제35권 제3호(2018), NICE평가정보 재구성

### ■ 가공시스템 핵심요소 및 개발 방향

첨단소재가공시스템의 기술개발 방향은 기본적인 가공기계의 핵심요소에 직접적인 영향을 받으며, 이를 발전시키거나 융·복합화 방향으로 진행되고 있다. 기계의 고속/정밀화, 다축시스템의 안정화, 레이저/초음파의 추가 응용 가공, 공구와 같은 요소 부품에 대한 형상 최적화 및 강화 기술 등이 주요 개발 내용으로 파악된다.

[표 3] 핵심요소 기술 및 개발 방향

분류	요소 기술	개발 내용
H/W	이송계의 고속/정밀화	· 고속 가공을 위한 동특성 및 안정성 향상
	다축/고속 가공시스템	· 5축 가공기/멀티 주축 가공기
공정	레이저/초음파 응용 가공	· 레이저 방출, 초음파 진동의 미세 제어를 통한 고품위 가공 실현
	지능형 CNC	· 가공 및 장비의 상태를 쉽게 모니터링하여 제어할 수 있고, 데이터의 도식화를 제공
	친환경성	· 극저온 가공시스템 · MQL(Minimal Quantity Lubrication, 극소량 절삭유) 가공
공구	고능률/내마모 공구	· 공구 형상의 설계 최적화 · 고경도 코팅 및 표면처리

\*출처: 산업기술 R&D 투자전략(2018), 중소기업 전략기술로드맵 정밀기계(2019), NICE평가정보 재구성

### Ⅲ. 산업동향분석

#### 첨단소재가공시스템 시장, 지속적인 성장 예상

국내 및 세계 첨단소재가공시스템은 꾸준한 성장세가 전망되며, 국내 기술 수준은 세계 수준과 격차가 존재

#### ■ 각종 산업 수요 및 4차 산업혁명 기반으로 우수한 성장세 전망

첨단소재가공시스템을 포함하는 정밀기계는 전방산업인 제조업의 설비투자 동향에 영향을 받는다. 자본재 산업으로서 우주·항공/자동차/조선산업을 중심으로 한 수요 증가가 시장성장을 견인할 것이며, 융·복합 기술의 도입으로 수요산업 범위가 이전보다 더욱 확대될 것으로 전망된다.

중소기업 전략기술로드맵 보고서(2019)에서 재구성된 세계 정밀기계 시장규모에 따르면 2017년 1,922억 달러에서 연평균 8.2%의 성장률(CAGR)을 기록하며 2022년에는 2,853억 달러 수준에 이를 것으로 전망된다. 4차 산업혁명 및 스마트 공장의 확산에 따라 우수한 성장세를 지속할 것으로 예측되며, 3D 적층제조 및 스마트시스템, 미세전자기계시스템 시장의 성장세가 특히 두드러진다.

[표 4] 세계 정밀기계 시장규모

(단위 : 백만 달러, %)

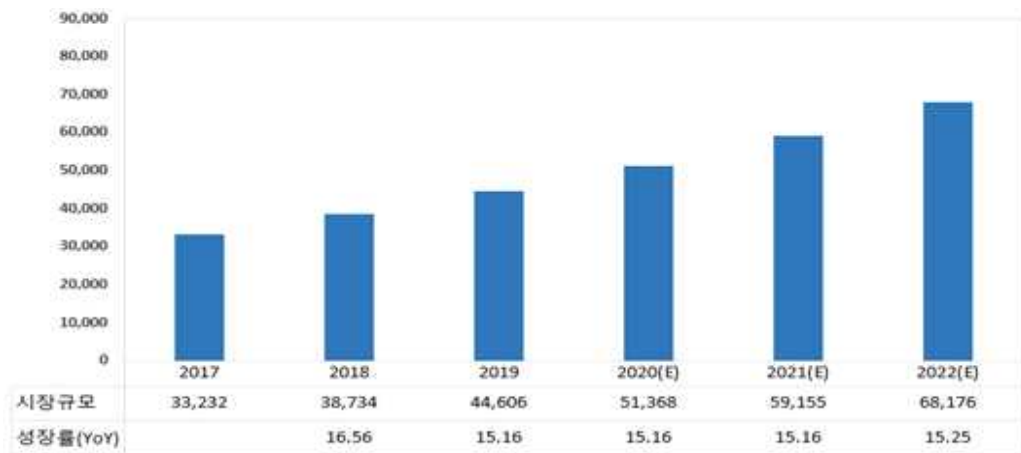
구분	2017	2018	2019	2020(E)	2021(E)	2022(E)	CAGR
공작기계	82,820	84,682	86,630	88,577	90,614	92,652	2.3
사출성형기	18,927	19,873	20,867	21,909	23,004	24,154	5.0
3D 적층제조	8,584	11,038	14,195	18,255	23,476	30,190	28.6
스마트시스템	39,295	43,225	47,548	52,303	57,533	63,286	10.0
미세전자기계시스템	42,560	47,667	53,387	59,794	66,969	75,005	12.0
TOTAL	192,187	206,485	222,626	240,838	261,597	285,287	8.2

\*출처: 중소기업 전략기술로드맵 정밀기계(2019), NICE평가정보 재구성

첨단소재가공시스템 시장은 공작기계나 사출성형기와 같이 특정 기계 또는 시장으로 규정하기 어려워 각각의 정밀기계 시장에서 첨단소재가공에 해당되는 분야를 고려하여 추정된다. 중소기업 전략기술로드맵 보고서(2019)에서 재구성된 세계 첨단소재가공시스템 시장에 따르면 2017년 332억 달러에서 2022년에는 약 682억 달러로 연평균 약 15.5%의 성장률(CAGR)을 지속할 것으로 전망된다. 국내 첨단소재가공시스템 시장규모는 2017년 6.0조 원에서 연평균 2.4%의 성장률(CAGR)을 보이며 2022년에는 6.7조 원 규모에 이를 것으로 전망된다. 2018년에 발생한 세계 경기 침체와 맞물려 설비투자지수가 하락하여 국내 시장에 영향을 미쳤던 것으로 확인된다.

[그림 8] 세계 첨단소재가공시스템 시장규모

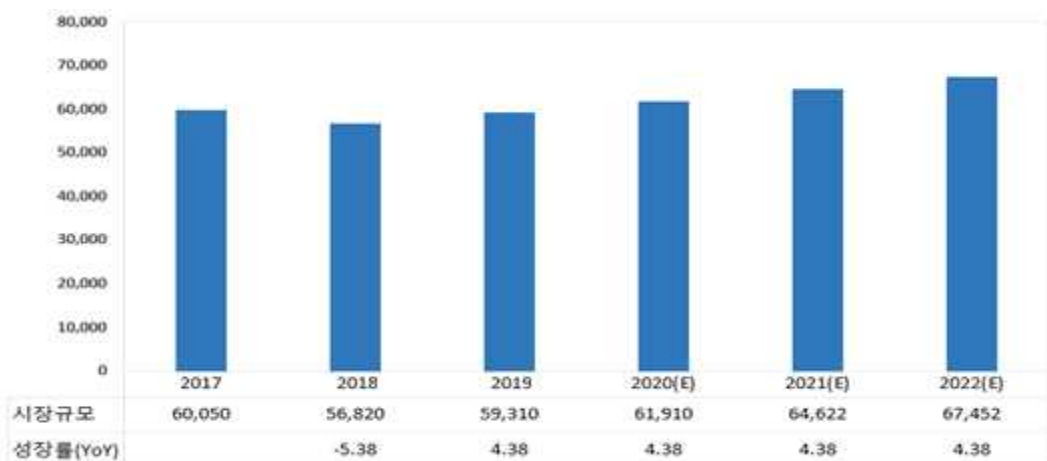
(단위 : 백만 달러, %)



\*출처: 중소기업 전략기술로드맵 정밀기계(2019), NICE평가정보 재구성

[그림 9] 국내 첨단소재가공시스템 시장규모

(단위 : 억 원, %)



\*출처: 중소기업 전략기술로드맵 정밀기계(2019), NICE평가정보 재구성

■ 세계 수준과의 기술 격차는 여전히 존재

KISTEP(2019) 보고서에 따르면 장기간의 초정밀·고효율 생산시스템에 대한 국가지원과 관련 기업의 연구개발로 응용개발 분야는 세계 수준에 상당히 근접하였으나 상대적으로 원천 핵심기술의 개발이 지연되어 세계 최고 수준인 일본 대비 4.8년이 차이 나며 약 81.6% 기술 수준으로 파악된다. 국내에서는 가공 부하를 극복하기 위한 고강성/고출력 주축, 고강성 구조물 및 이송계, 고압 냉각 장치 등의 개발이 주를 이루고 있으나, 제어기, 센서 및 운용 시스템 등 요소기술의 국산화가 늦어지고 있으며, 3차원 적층, 장비/셀의 지능화 등 원천기술에 있어서는 추격연구가 주를 이루는 것으로 파악된다.

[표 5] 주요 국가 기술 수준 비교

국가	기술			내용		연구개발 활동 경향
	그룹	수준(%)	격차(년)	기초	응용개발	
한국	추격	81.6	4.8	보통	우수	유지
중국	추격	71.4	6.3	보통	보통	급상승
일본	선도	100.0	0.0	탁월	탁월	상승
유럽	상위	99.5	0.3	탁월	탁월	상승
미국	상위	94.4	1.5	우수	우수	상승

\*출처: KISTEP(2019), NICE평가정보 재구성

## IV. 주요기업분석

### 국내 기업은 공정 개선, 고강성 제품 기술력을 기반으로 시장경쟁력 확보

해외 주요 기업이 세계 시장을 선도하고 있으며, 국내 기업은 하이브리드 가공, 복합 가공 분야에서 경쟁력을 확보하기 위한 연구개발 지속 추진

#### 1. 주요기업 동향

- 해외: DMG Mori, Mazak, 5ME
- 국내: 두산공작기계, 현대위아, 화천기계

첨단소재가공시스템 시장에 참여하고 있는 해외 기업들이 시장 선도 제품을 출시하며 점유율을 확보하고 있다. 주요 기업으로는 DMG Mori(일본), Mazak(일본), 5ME(미국) 등이 있으며, 우수한 기술력을 바탕으로 시장을 선도하고 있다. 국내에서는 두산공작기계, 현대위아, 화천기계 등 대기업을 중심으로 공정집약형 복합가공기, 첨단소재 가공용 장비 개발이 이루어지고 있으며, 해당 기업들이 국내 시장의 90% 이상을 차지하고 있다. 글로벌 선도기업들과 기술격차를 줄이기 위한 해외 기업들과의 기술제휴 및 국내 산학연 연구개발을 통해 기술경쟁력을 확보하는 중이다.

[표 6] 첨단소재가공시스템 주요기업 동향

기업	개발/사업화 현황
DMG Mori(일본)	· LAM, 초음파 보조 가공시스템 등 하이브리드 가공기술 선도 · 자체 개발한 제어 솔루션을 기반으로 스마트 팩토리 대응
Mazak(일본)	· 다수의 첨단소재 전용기계 라인업 보유 · 해외 제조공장 및 테크놀로지센터 마련으로 생산/서비스 인프라 확보
5ME(미국)	· 극저온 가공시스템 모듈화 개발
두산공작기계(국내)	· 5축 가공기, 복합 가공기 라인업 다수 보유
현대위아(국내)	· 3D 프린터 모듈이 적용된 하이브리드 가공기 개발
화천기계(국내)	· 고강성 금형 특화 가공기 상용화 · 트윈 주축 가공기, 무인 흑연 전극가공기 등 다양한 라인업 보유

\*출처: 업계자료(2020) 종합, NICE평가정보 재구성

**[DMG Mori]**

2009년 일본의 공작기계 기업 Mori Seiki는 독일의 DMG와의 제휴를 통해 DMG Mori라는 글로벌 기업으로 성장했으며, 해외 거점 생산기지화, 시스템 패키지화로 시장 영향력을 공격적으로 확대해나가고 있다. 기술제휴 전 이미 구축돼있던 선반, 머시닝센터 공작기계 기술력에 하드터닝기, 5축 가공기 등 고신뢰 및 복합 기술을 더하여 모듈러 가공시스템 및 하이브리드 가공기를 상품화했다. 펨토초(Femto Second,  $10^{-15}$ 초) 레이저를 이용해 표준 소재부터 첨단 소재까지 가공이 가능한 LASERTEC 시리즈를 보유하고 있고, 초음파 보조 가공시스템을 부가하여 취성이 강한 소재 가공에 특화된 ULTRASONIC 시리즈를 제품화했다. 또한, 자체 개발한 CELOS 제어 솔루션을 활용하여 기계 제어의 조작성 및 편의성을 향상시켰으며, 지능형 생산 계획수립, 처리 시간과 배치 크기의 최적화, 주문관리 인터페이스 등을 제공하여 스마트 팩토리에 최적화된 솔루션을 상용화시켰다.

**[그림 10] DMG Mori의 주요 제품(LASERTEC(좌)/ULTRASONIC(우))**



\*출처: kr.dmgmori.com(2020)

**[Mazak]**

1919년 일본에서 설립된 Mazak은 오랜 전통을 기반으로 공작기계 분야에서 세계 최고 수준의 기술력을 갖춘 기업이다. 선반, 수평형 머시닝센터, 수직형 머시닝센터 등 다수의 기초 라인업을 갖추고 있고, 5축 가공기, 복합 선반가공기 등 다축/복합가공기를 주력으로 수요처의 다양한 요구에 대응하고 있다. 특히, 첨단소재가 다수 적용되는 항공부품 가공 전용기계를 보유하고 있는데 날개리딩에지, 날개리브 가공용 VORTEX HORIZONTAL PROFILER시리즈, 터빈블레이드 가공용 INTEGREGX I시리즈, 랜딩기어부품 가공용 INTEGREGX e-H시리즈 등이 있다. Mazak은 미국, 영국, 중국, 싱가포르 등 세계적으로 10개 지역에 제조공장을 마련하여 생산 인프라를 확보하고 있고, 80여 개의 테크놀로지센터를 마련하여 교육 및 고객지원 서비스를 제공하고 있다.

[그림 11] Mazak의 주요 제품(INTEGREX e-H시리즈)

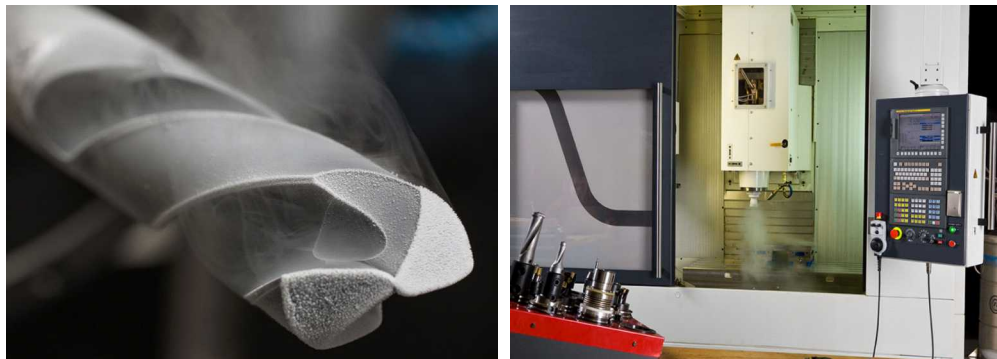


\*출처: mazak.co.kr(2020)

[5ME]

미국 기업인 5ME는 세계 최초로 액화질소를 사용한 주축 관통 극저온 가공시스템을 출시하여 극저온 가공기술을 선도하는 기업이다. 첨단소재 가공에 최적화된 SPECHT 시리즈를 보유하고 있으며, 자사 제품군에 극저온 가공시스템 기술을 적용하고 있다. 사이클 타임 감소, 에너지 절감, 작업자 환경 개선 등을 통해 가공 효율성 및 친환경성을 제고한 제품군을 개발하고 있으며, 첨단소재가공시스템 시장의 주요 기업으로 주목받고 있다.

[그림 12] 5ME의 주요 제품 및 가공작업 예시



\*출처: 5me.com(2020)

[두산공작기계]

두산공작기계는 1976년 설립되어 선반, 머시닝센터, 보링기, 스위스턴 등 다수의 제품군을 바탕으로 국내 공작기계 시장을 주도하고, 세계 공작기계 시장에서도 두각을 나타내고 있다. 자동차 엔진, 구조물, 항공, 의료, 금형 등 수요산업 공정에 대응되는 Lynx, DNM, NHP 시리즈 등을 주력 제품으로 보유하고 있으며, 첨단소재 수요 증가에 맞춰 고강성, 고정밀, 복합가공 기술 개발에 매진하고 있다. 두산공작기계는 글로벌 시장 조사기관 Technavio에서 2017년에 발표한 ‘세계 복합가공기 시장’ TOP 5에 선정되기도 했으며, 국내 최초 복합가공기 개발 이력을 바탕으로 기술을 발전시켜 복합가공기술에 대한 역량을 입증하기도 했다. PUMA MX, SMX 복합가공기 시리즈를 필두로 차세대 첨단소재 가공에 대응할 것으로 기대된다.



[그림 13] 두산공작기계의 주요 제품(복합가공기)



\*출처: www.doosanmachinetools.com(2020)

## 2. 코스피기업 동향

### ■ 대기업(코스피) 중심으로 우수한 국내 시장점유율 확보

#### [현대위아]

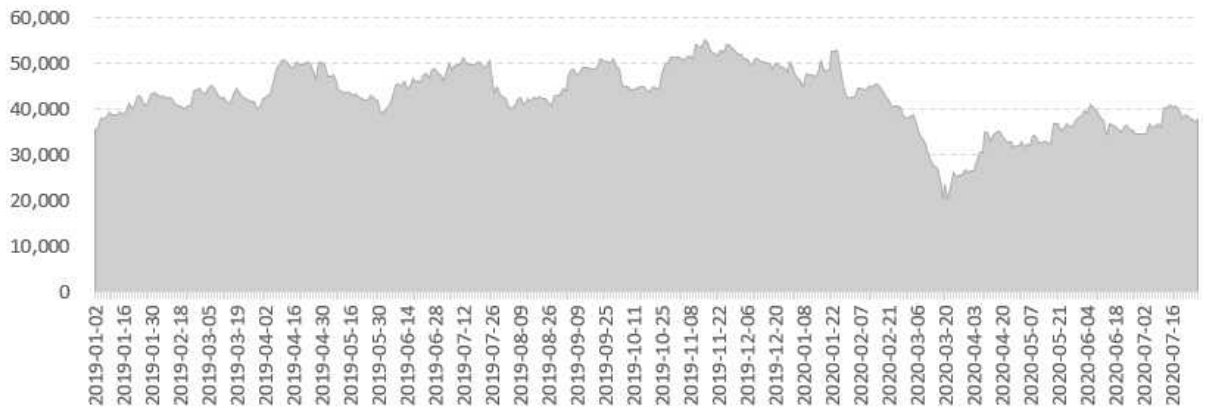
현대위아는 2011년 상장된 국내 대표적인 공작기계 제조기업이다. 현대위아는 3D 프린터 제조 기업인 인스텍과 산업통상자원부 ‘글로벌 전문 기술 개발사업’의 일환으로 2015년부터 개발에 착수하여 하이브리드 가공기를 개발하였다. 해당 가공기는 금속 분말을 쌓아 물체를 만드는 3D 프린터와 공구로 가공품을 깎는 공작기계를 결합한 제품으로, 절삭 가공의 높은 정밀도와 3D 프린터의 편리함을 더한 것이 장점이다. 5축 머시닝센터 구조에 3D 프린터 모듈을 합치는 방식으로 개발됐으며, 적층 종류인 DED(Direct Energy Deposition, 고에너지 직접 조사), PBF(Powder Bed Fusion, 분말 적층 용융) 방식을 모듈 교환 시스템으로 선택적 사용 가능하여 제품 특징에 맞는 작업방식의 선택이 가능하다. 현대위아는 인스텍과 함께 2020년부터 티타늄 소재의 인공 고관절 시장에 진출할 계획으로, 향후 우주·항공, 방산 분야에 활용도를 넓힐 것으로 전망하고 있다.

[그림 14] 현대위아의 주요 제품(하이브리드 가공기)



\*출처: www.hyundai-wia.com(2020)

[그림 15] 현대위아 주가추이(2019년~2020년 7월) 및 주요 재무현황/분석



(단위: %)	2017년	2018년	2019년
대출액증가율	-1.3	5.3	-7.1
대출액영업이익률	0.2	0.1	1.4
대출액순이익률	-0.8	-0.7	0.8
부채비율	129.1	134.0	119.1

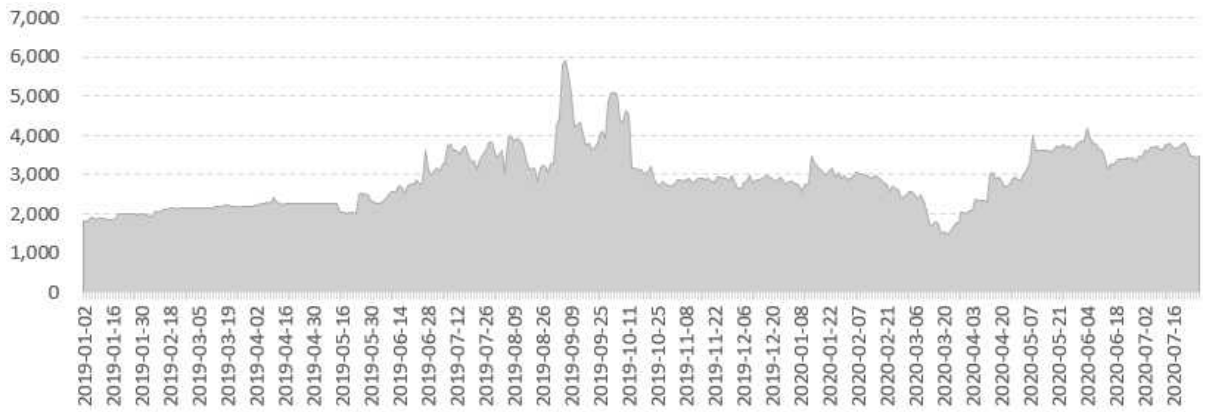
**재무** \* 차량부품 사업 역신장과 전체적인 업황 부진 등으로 외형은 전년대비 역신장을 기록  
**분석** \* 저수익구조 사업 축소, 기계사업 합리화 등 제비용 감축에 따라 순이익 흑자전환

\*출처: Kisvalue, NICE평가정보 재구성

[화천기계]

화천기계는 1975년 설립되어 1988년에 상장된 공작기계 제조기업이다. 동사는 일반적인 선반, 수평 머시닝센터, 수직 머시닝센터 가공기계 제품군이 있고, 금형 가공에 특화된 SIRIUS 시리즈를 주력으로 보유하고 있다. 화천기계는 차세대 가공시스템에 대응하기 위해 SMART Ua STEEL 제품을 개발했는데, 자체 개발한 소프트웨어를 통해 CAM 연산부터 가공까지 원스톱 솔루션이 가능한 것으로 파악된다. 또한, 독립적인 조작이 가능하고 좌우 두 개의 주축을 장착하여 생산성을 향상시킨 TTC-10과 무인가공이 가능한 흑연 전극가공기 SMART UaX를 개발하여 다양한 산업 수요에 대응 가능한 제품을 선보이고 있다.

[그림 16] 화천기계 주가추이(2019년~2020년 7월) 및 주요 재무현황/분석



(단위: %)		2017년	2018년	2019년
매출액증가율		6.6	-13.3	-11.6
매출액영업이익률		0.1	-1.7	-5.8
매출액순이익률		0.3	-0.4	-3.8
부채비율		27.3	30.4	27.1
재무 분석	* 주력 제품인 공작기계 수주가 위축된 가운데 차량부품 사업도 부진하여 전년 대비 매출규모 축소			
	* 디스플레이, 비메모리 반도체 등 IT 산업 설비투자 재개가 기대되나, 코로나19 확산, 자동차 산업의 부진 등으로 매출 신장은 제한적으로 전망			

\*출처: Kisvalue, NICE평가정보 재구성