

2016년도 산업핵심기술개발사업 기획대상과제 사전경제성분석

나노

대면적 그래핀 합성 결함최소화를 위한 CVD 공정 기술 개발



Contents

I

과제의 개요

II

사전경제성 분석

III

사전경제성 분석결과

1. 과제 개요

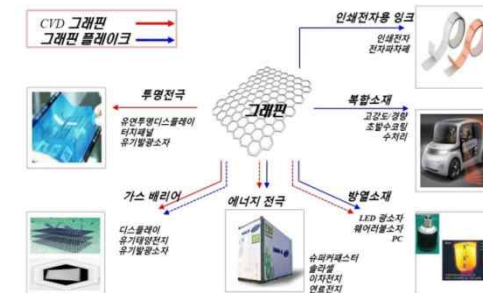
과제 개요

개발 기술

- 제조결함 최소화를 위한 CVD 그래핀 합성 기술 개발
 - 그래핀 제조결함 최소화 기술
 - 대면적 고품질 그래핀 제조를 위한 금속촉매 제조 및 제어기술
 - 그래핀 층수 제어 기술 및 저온 합성 기술
 - 대면적 고품질 그래핀 제조 장비에 필요한 열원, 챔버, 냉각 설계 기술 등

적용 가능 대상

- 그래핀 응용 분야
 - 현재 그래핀은 응용연구 단계로 연구 용도가 대부분이나 수년 내 복합소재 중심으로 시장 확대가 예상 됨
 - 고품질 그래핀은 투명전도성필름, Barrier, OLED, 케이블 등으로 활용가능하며 세계적인 기술 경쟁력을 확보할 수 있는 원천 소재가 될 것으로 예상됨



연관 산업 및 시장

- 산업 : 기능성 나노 소재
 - 기술성숙도가 높고 다양한 산업적 요구가 존재하고 있으며, 나노 융합 소재의 물성을 이용한 제품이 시장을 형성할 것으로 예상됨
 - 나노 소재 산업은 핵심기술, 특허, 표준 등을 진입장벽으로 소수의 기업이 시장을 점유하고 있으며, 시장규모도 점차 확대 되고 있음
- 시장 : 그래핀
 - 탄소원자로 만들어진 2차원 물질로 벌집 모양의 구조를 가지고 있으며, 반금속성 물질임
 - 강도, 열전도율, 전자이동도 등 여러 가지 특징이 현존하는 물질 중 가장 뛰어난 소재로 디스플레이, 이차전지, 태양전지, 자동차 등 다양한 분야 응용이 가능한 핵심소재 임

2.1 산업 동향

다양한 분야에서 응용이 가능한 기능성 나노 소재 산업의 규모가 점차 증가하고 있으며, 기업 간 전략적 제휴 및 M&A를 통해 시장 규모 확대에 영향을 미칠 것으로 예상됨

기능성 나노 소재 산업 동향 및 규모

기능성 나노 소재 산업 동향

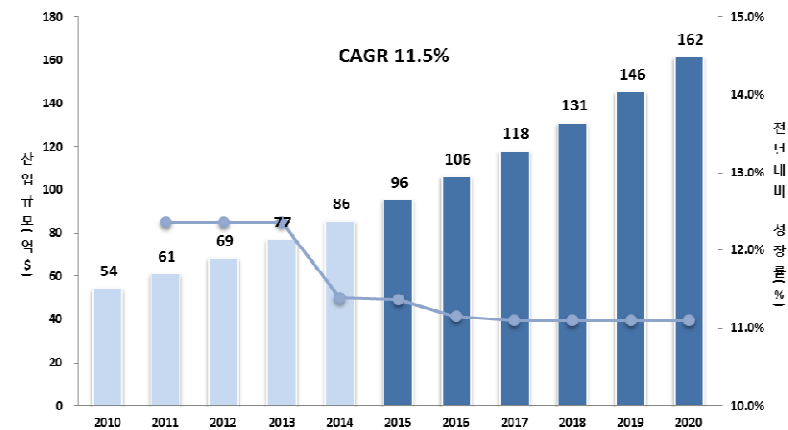
산업의 특징

- 나노 소재 산업은 기술의 성숙도 높고, 다양한 분야에 적용 및 응용이 가능함
- 기술장벽이 높은 편이며 기업간 전략적 M&A를 통해 소수의 기업이 시장을 점유하고 있음
- 산업 구조는 나노 원소재 부분과 나노가공 소재 부분으로 구성되어 있음

산업 현황

- 자동차 산업, 섬유 및 의류, 지능형 로봇 등 첨단 신소재 개발에 따라 시장성이 확대될 전망
- 기초나노 소재, 나노 중간재 형태의 제품화 및 사업화가 주를 이루고 있음
- 전체 나노 융합 산업의 가장 기초가 되는 후방기반산업으로 나노입자, 나노박막, 나노복합체, 하이브리드 나노스케일 폴리머 등 다양한 형태의 소재를 포괄하고 있으며, 이미 다양한 산업분야에 적용 되고 있음

기능성 나노 소재 산업 규모



출처 : Growth Opportunities in Global Nanomaterials Market 2011-2016, 2012, Nanomaterials - A Global Strategic Business Report, Global Industry Analysts, 2010, 중소기업기술로드맵, World Graphene Market - Opportunities and Forecasts, 2013 - 2020 (2014), Sarah Clark and Guru Gopal Mallik, (주)이노싱크컨설팅 재구성

- 기능성 나노 소재 산업은 연평균 11.5%의 성장률을 보이며, 2014년 86억 달러에서 2020년 약 160억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망됨

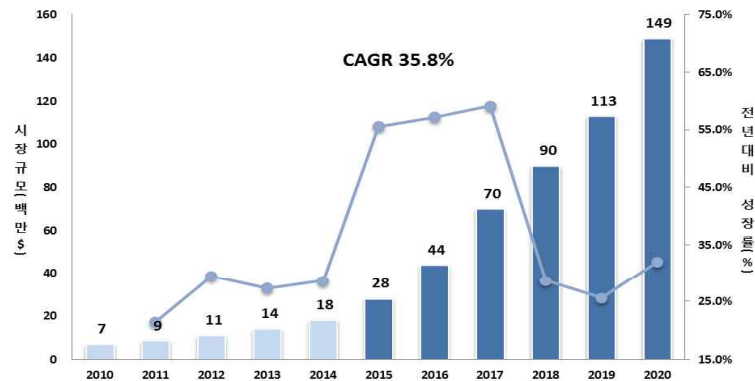
2014년 산업 규모	향후 5년 간 평균 성장률
86억 \$	11.1%

2.2 시장 규모 및 성장률

대상기술의 목표시장을 그래핀 시장으로 선정하고 이에 대한 세계 및 국내 시장 규모와 성장률을 제시함

세계 및 국내 시장 규모 및 성장률

세계 시장 규모 및 전망



출처: Growth Opportunities in Global Nanomaterials Market 2011-2016, 2012, Nanomaterials - A Global Strategic Business Report, GfK Industry Analysts, 2010, 중소기업기술로드맵, World Graphene Market - Opportunities and Forecasts, 2013 - 2020 (2014), Sarah Clark and Guru Gopal Mallick, ㈜이노싱크컨설팅 재구성

- 세계 그래핀 시장은 2014년 1,800만 달러에서 35.8%의 연평균 성장률을 보이며 2020년에는 1.49억 달러에 이르는 시장을 형성할 것으로 전망됨
- 그래핀 시장은 나노 복합 소재 분야와 관련 Barrier, OLED, 케이블 등에 응용하여 시장규모가 점점 늘어날 것으로 전망됨

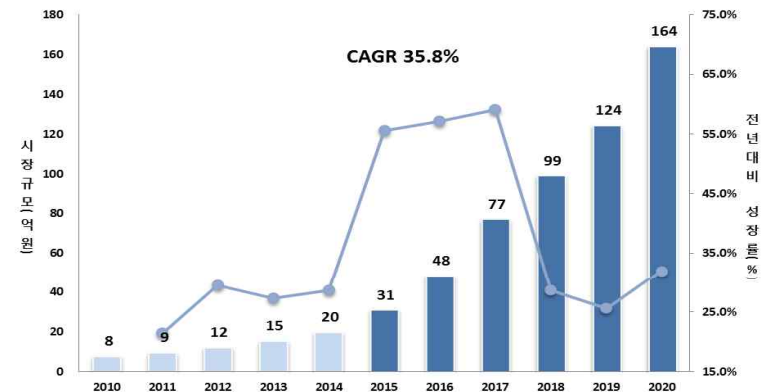
2014년 세계 시장 규모

1,800만 \$

향 후 5년 간 평균 성장률

35.8%

국내 시장 규모 및 전망



출처: Growth Opportunities in Global Nanomaterials Market 2011-2016, 2012, Nanomaterials - A Global Strategic Business Report, GfK Industry Analysts, 2010, 중소기업기술로드맵, World Graphene Market - Opportunities and Forecasts, 2013 - 2020 (2014), Sarah Clark and Guru Gopal Mallick, ㈜이노싱크컨설팅 재구성

- 국내 그래핀 시장은 2014년 20억 원에서 35.8%의 연평균 성장률을 보이며 2020년에는 164억 원에 이르는 시장을 형성할 것으로 전망됨
- 국내는 정부와 협회를 비롯한 관련 업체들이 그래핀 소재 개발 및 응용에 연구 및 투자를 하고 있어 시장의 발전 가능성이 높음

2014년 국내 시장 규모

20억 원

향 후 5년 간 평균 성장률

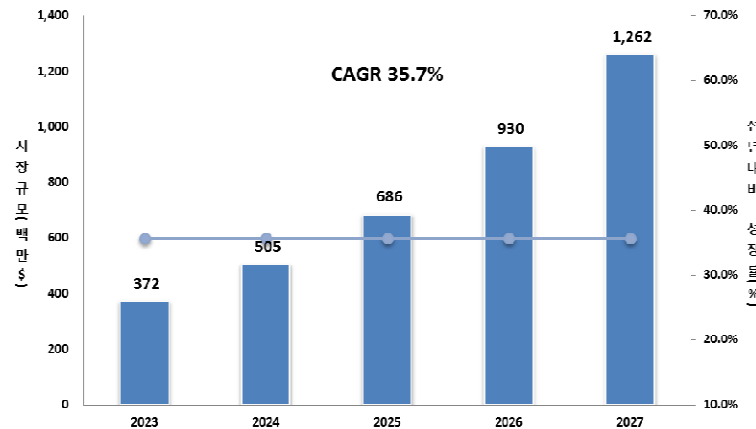
35.8%

2.3 매출액 발생 후 5년 간 평균시장규모 및 성장률

해당 기술은 개발 기간 3년, 사업화 소요기간 3년 이상이 예상되는 만큼, 사업화 완료 후 매출액이 발생하
는 2023년부터 향후 5년 간(2027년까지) 예상되는 세계 및 국내 평균시장규모 및 성장률을 제시함

매출액 발생 후 세계 및 국내 평균시장규모 및 성장률

매출액 발생 후 세계 시장 규모 및 전망



- 세계 그래핀 시장은 2023년 약 3.72억 달러에서 35.7%의 연평균 성장률을 보이며 2027년에는 12.6억 달러에 이르는 시장을 형성할 것으로 전망됨
- 그래핀은 전기적 특성이 우수하여, 투명전극, 플렉서블 디스플레이, 에너지용 전극 소재 등 여러 산업분야에 응용 및 적용이 되면서 관련 시장이 계속 확대될 것으로 예상됨

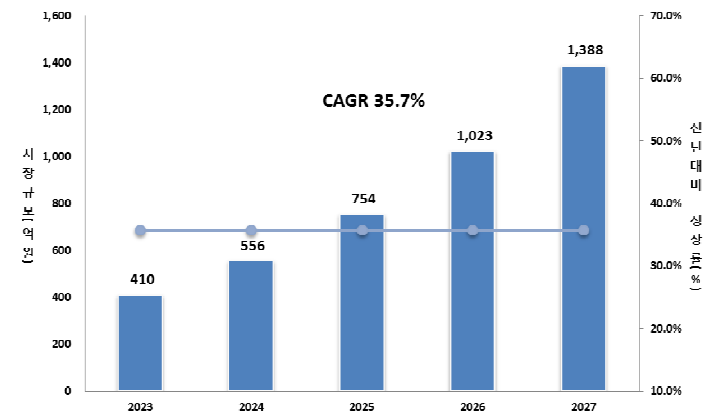
매출액 발생 후 5년 간
세계 평균시장규모

7.5억 \$

매출액 발생 후 5년 간
세계 평균시장성장률

35.7%

매출액 발생 후 국내 시장 규모 및 전망



- 국내 그래핀 시장은 2023년 약 410억 원에서 35.7%의 연평균 성장률을 보이며 2027년에는 1,388억 원에 이르는 시장을 형성할 것으로 전망됨
- 국내에서 그래핀이 상용화 된다면, 모바일 기기, 디스플레이 등의 핵심 소재 부품을 대체 할 수 있을 것으로 예상되고 있으며, 세계 그래핀 시장에서 주도권을 잡을 수 있을 것으로 판단됨

매출액 발생 후 5년 간
국내 평균시장규모

826 억원

매출액 발생 후 5년 간
국내 평균시장성장률

35.7%

2.4 시장 진입장벽 및 경쟁강도

국내외 그래핀 시장의 특성, 관련 업계 동향 등을 종합적으로 고려하여 제조결함을 최소화할 위한 CVD 그래핀 합성 기술의 목표시장인 그래핀 시장의 경쟁현황을 검토함

시장진입 장벽

시장 진입 장벽

시장
진입
장벽

- 그래핀 관련 특허는 최근 급격하게 증가하는 추세를 보임
- 뚜렷하게 강세를 보이는 기업은 없음
- 한화 캐미컬은 미국 기업 XG사이언스와 MOU를 2011년 체결하여 그래핀 아시아 지역 판매권을 확보 하였고, 응용소재 개발을 이어가고 있음
- 삼성테크윈도 그래핀 관련 소재개발에 힘쓰고 있으며, 포스코 역시 터치패널 응용분야를 중점적으로 연구하고 있음
- 그래핀 자체가 다루기가 까다롭고 대량 생산에 도달하기 까지 시간과 금전적 투자가 막대하기 때문에 시장 진입 장벽은 높다고 판단됨

구분	시장진입장벽
분석 결과	높음

시장 경쟁 강도

국내 경쟁 강도 : 시장집중도(CR3)

- 기술의 적용제품인 그래핀 응용 분야는 신표준산업코드(SIC)를 기반으로 '합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업'으로 분류

신표준산업코드(SIC)	국내-시장집중도(CR3)	경쟁 강도
C20302	68%	과점

- CR3 분석 결과, '합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업'의 경쟁구조는 68%의 시장집중도를 보이는 과점 시장임

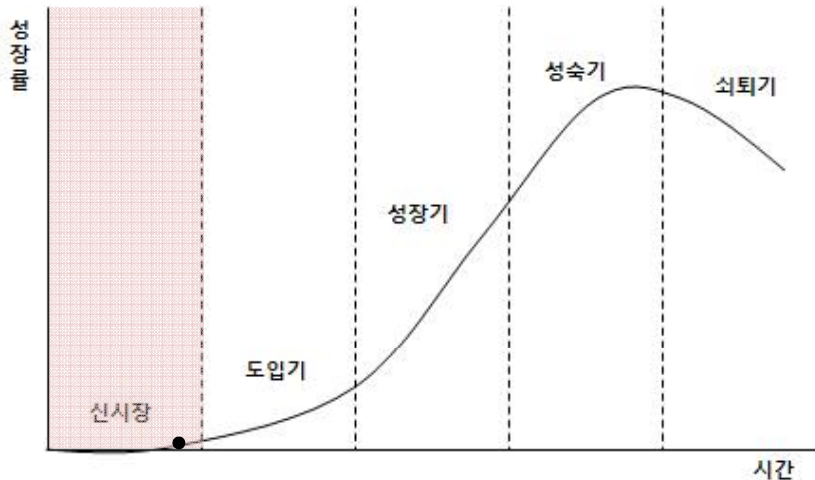
해외 경쟁 강도 : 허핀달 지수(HHI)

산업	시장	주요업체	기술점유율
기능성 나노소재	그래핀	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	19.96378
		INTERNATIONAL BUSINESS MAC HINES CORP	14.66727
		GLOBALFOUNDRIES INC	11.58895
		NANOTEK INSTRUMENTS INC	5.477592
		EMPIRE TECHNOLOGY DEVELOP MENT LLC	3.666818
HHI지수		115.89	

2.5 시장 경쟁자 수

‘제조결함 최소화’를 위한 CVD 그래핀 합성 기술개발’의 목표시장인 그래핀 시장은 아직 관련 제품이 출시되지 않고 잠재적인 경쟁자만 존재하는 **신시장**의 시장으로 판단됨

경쟁자 수(수명주기)



단계	설명
신시장	아직 관련 제품이 출시되거나 시장이 형성되지 않아, 잠재적인 경쟁자를 제외한 선발진입자(경쟁자)가 존재하지 않음
도입기	신제품이 처음 시장에 선을 보이는 단계로 수요가 적고 비용이 가장 많이 요구되는 단계이며 경쟁자의 수가 증가하기 시작함
성장기	점차 구매 고객이 증가하는 단계로 순이익이 발생하기 시작하는 단계로써 시장진입이 활발해지며 가장 많은 경쟁자가 존재
성숙기	시장이 포화상태에 있게 되며 신규고객이 감소함에 따라 시장 경쟁구도가 고착화 되고 경쟁자가 감소하기 시작하는 단계임
쇠퇴기	제품의 진부함이나 소비자의 기호 변화 등으로 인해 제품의 판매량이 감소하기 시작하는 단계로써 시장퇴출 기업이 증가함에 따라 경쟁자수 감소가 빠르게 진행됨

- 그래핀 시장의 경우 2004년 최초의 그래핀 분리 성공 이후, 주요 국가의 그래핀 기술개발 및 상용화 지원이 적극적으로 이루어 지고 있으나, 아직까지 그래핀 응용 시장은 초기 단계 수준으로 신시장으로 판단됨
- 원재료가 풍부하고 가벼워 광범위한 분야에 응용이 가능하며, 물리, 기계, 화학적 성질이 매우 뛰어나 오래 전부터 미래소재로 꾸준히 주목 받은 소재임
- 우리나라 그래핀 관련 기술은 세계 최고 수준의 기술력으로 보유하고 있어 향후 시장 선점에 높은 기대를 하고 있으며, 삼성테크윈, 한화케미칼, 포스코 등이 시장을 이끌 것으로 예상됨
- 반도체, 디스플레이 이차전지, 자동차 등의 산업이 우리나라 그래핀 주요 응용분야로 예상 되고 있으며, 충분한 수요기반을 확보하고 있다는 점에서 그래핀 시장 선점 기회가 높을 것으로 판단됨

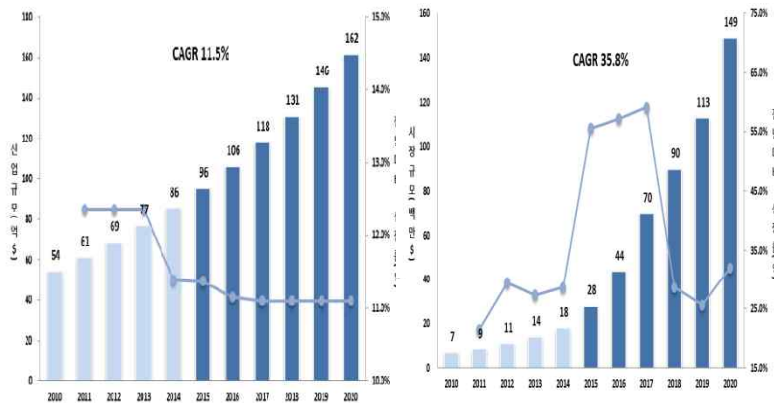
구분	제품 수명 주기
분석 결과	신시장

2.6 시장매력도 및 기술의 경제적 수명

기능성 나노 소재 산업 대비 그래핀 시장의 시장매력도는 매우높음으로 나타났으며, 해당 기술의 경제적 수명은 특허인용수명 지수에 따라 약 8년으로 분석됨

시장매력도 및 기술의 경제적 수명

연관 산업 및 목표 시장 성장률



- 기능성 나노 소재 산업의 향후 5년 간 평균성장률 대비 그래핀 시장의 향후 5년 간 평균성장률 비교 결과, 시장매력도가 보통으로 평가됨
- 기능성 나노 소재 산업의 평균 성장률은 11.1%로 전망되며, 그래핀 시장의 평균 성장률은 약 35.7%로 양자의 격차가 24.58%p로 나타남

향후 5년 간 평균 산업성장률	향후 5년 간 평균 시장성장률	시장매력도
11.1%	35.7%	± 3%이상 (24.58%)

기술의 경제적 수명

- 해당기술의 적용 시장에 대한 키워드 검색을 수행한 후 특허들의 대표 IPC 코드를 특허인용수명(TCT) 지수에 매칭한 결과, 해당 기술의 경제적 수명은 약 8년으로 판단됨

특허인용수명 지수 (중앙값)	8년
대표 IPC	C01B-031/02
Title	비금속 원소; 그 화합물

2.7 사업화 요구자원 및 연관업종 영업이익률

해당기술의 목표시장인 그래핀 시장에 진입하기 위해 **약 3년 이상의 사업화 소요기간** 및 **100억 원 미만의 사업화 비용**이 필요할 것으로 판단되며 **약 5.30%의 매출액영업이익률**을 가짐

사업화 요구자원 및 연관업종 영업이익률

사업화 소요기간 및 비용

사업화 소요기간

- 사업화 소요기간 3년 이상
 - 해당 기술은 기술개발 기간 동안 대상 제품에 적용 가능하도록 개발이 진행될 것으로 예상되며, 이에 **약 3년 이상 사업화 소요기간이 필요**할 것으로 판단됨

사업화 비용

- 사업화 비용 100억 원 미만
 - 제조결합 최소화를 위한 CVD 그래핀 합성 기술을 개발하는데 **약 100억 원 미만**의 사업화 비용이 필요할 것으로 판단됨

연관업종 매출액영업이익률

- 해당기술의 목표시장은 그래핀 응용시장임
- 신표준산업코드(SIC)중 해당기술의 목표시장 연관업종에 대한 검토 결과 '합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업'이 적합하다고 판단됨
- 2013년 분석 자료에 따르면 '합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조업'의 2013년 매출액은 53,153,628백만 원이며, 영업이익은 2,818,982백만 원으로 나타남
- '합성수지 및 기타플라스틱물질 제조업'의 2013년 매출액영업이익률은 약 5.30%로 제시됨

구분	사업화 소요기간	사업화 소요비용
분석 결과	3년 이상	100억 원 미만

기술의 목표시장	연관 업종	매출액영업이익률
그래핀 응용	합성수지 및 기타플라스틱물질 제조업 (C20302)	5.30%

2.8 파급효과 분석

기획대상과제가 목표로 하는 기술·제품에 대한 사회적 파급효과 분석 결과, **부가가치 유발계수는 0.507**, **취업유발계수는 3.1**, **기술의 응용분야는 23개**인 것으로 나타남

파급효과 분석

부가가치 창출효과

- 기술의 적용제품인 그래핀 응용 분야는 2013 산업연관표의 소분류 상 '기초무기화학물질' 품목으로 분류됨
- '기초무기화학물질'품목의 부가가치 유발계수는 0.507로 도출됨

산업연관표상 품목	부가가치 유발계수
기초무기화학물질	0.507

* 부가가치 유발계수 산업 전체 평균값 : 0.659

고용 창출효과

- 기술의 적용제품인 그래핀 응용 분야는 2013 산업연관표의 중분류 상 '기초화학물질' 품목으로 분류됨
- '기초화학물질'품목의 취업유발계수는 3.1로 도출됨

산업연관표상 품목	취업유발계수
기초화학물질	3.1

* 취업유발계수 산업 전체 평균값 : 12.6

기술의 응용분야

- 해당기술의 IPC분류코드 상위 4자리를 기준으로 그룹핑 한 결과, 아래와 같이 총 23개의 응용분야가 도출되었으며, IPC 상위 5개 응용분야는 아래와 같음

※ IPC분류코드 상위 4자리 기준으로 그룹핑하여, 3건 이상 중복된 IPC를 기술 응용분야로 선정함

IPC	응용분야
H01L	반도체 장치; 다른 곳에 속하지 않는 전기적 고체 장치
H01M	화학적 에너지 전기적 에너지 직접 변환하기 위한 방법 또는 수단
C23C	금속재료의 피복; 금속 피복재료; 표면 확산, 화학적 전환 또는 치환에 의한 금속재료의 표면처리; 진공증착, 스퍼터링, 이온주입 또는 화학증착에 의한 피복, 일반
C01B	비금속 원소; 그 화합물
B32B	적층체, 즉 평평하거나 평평하지 않은 형상

구분	부가가치 창출효과	고용창출효과	기술의 응용분야
분석결과	0.507	3.1	23개

3.1 사전경제성 분석 결과표

분석 지표	평가항목	세부평가내용	평가 기준				
시장 동향 분석	산업동향	세계 산업규모 ('14년 기준)	\$300억 미만	\$300억 이상	\$500억 이상	\$1,000억 이상	\$2,000억 이상
		'15~'20년 산업 평균 성장률	3% 미만	3% 이상	8% 이상	13% 이상	20% 이상
	시장규모	매출발생 후 5년간 세계 평균 시장규모	\$20억 미만	\$20억 이상	\$50억 이상	\$100억 이상	\$150억 이상
		매출발생 후 5년간 국내 평균 시장규모	₩1,000억 미만	₩1,000억 이상	₩2,000억 이상	₩3,500억 이상	₩5,000억 이상
	시장성장률	매출발생 후 5년간 세계 평균 시장성장률	3% 미만	3% 이상	8% 이상	13% 이상	20% 이상
		매출발생 후 5년간 국내 평균 시장성장률	3% 미만	3% 이상	8% 이상	13% 이상	20% 이상
시장 경쟁 강도	시장진입장벽	진입장벽	매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
	시장경쟁구조	시장집중도(CR3)	독점	과점	보통	낮음	매우 낮음
		허핀달 지수(HHI)	허핀달(HHI) 지수 : 115.89				
	경쟁자 수	시장 수명 주기	쇠퇴기	성숙기	성장기	도입기	신시장
	경쟁강도 종합		매우 높음	높음	보통	낮음	매우 낮음
사업성	시장매력도	관련 산업 대비 시장 성장률 ('15~'20 평균 성장률 비교)	-3% 이하	-2% 이하	±1%	2% 이상	3% 이상
	기술의 수명	기술의 경제적 수명 (인용특허수명 지수)	3년 미만	3년 이상	5년 이상	7년 이상	9년 이상
	사업화 요구자원	사업화 소요 기간 (R&D 기간 제외)	기술 개발 종료 후 사업화 소요 기간				
			3년 이상	3년 미만	2.5년 미만	2년 미만	1.5년 미만
	연관업종영업이익률	사업화 소요 비용 (R&D 비용 제외)	₩200억 이상	₩100억 이상	₩50억 이상	₩20억 이상	₩20억 미만
		목표시장 업종 영업이익률	2% 미만	2% 이상	4% 이상	8% 이상	12% 이상
파급 효과	부가가치 창출효과	부가가치 유발계수	부가가치 유발계수 : 0.507				
	고용창출 효과	취업 유발계수	취업 유발계수 : 3.1				
	기술의 응용분야	기술의 적용 가능분야	기술의 응용분야 : 23개				