

□ 텍스타일용 스마트코팅제 기술 개발 및 적용 현황 보고

텍스타일·의류사업에서 스마트코팅제는 다양한 방면에서 사용하고 있으며 표1에 정리하여 나타냄.

표1 : 주요 텍스타일과 의류적용에서의 스마트코팅제의 잠재성				
특성	주요 회사들/ 연구기관들	제품/해결책	잠재적 혜택	현재상태
셀프 크리닝 카펫과 텍스타일	Green Earth Nano Science(캐나다)	Gens Nano TiO ₂ 코팅제는 직물 표면에 축적된 미생물과 다른 미립자를 파괴할 수 있는 티타늄 이산화물의 빛 촉매적 특성을 이용	텍스타일의 셀프클리닝 특성을 나타내는 셀프코팅용액에서 햇빛에 활성화되는 빛 촉매의 잠재적 도움	상업적 이용가능
셀프 크리닝 카펫과 텍스타일	BigSky Technologies LLC(미국)	GreenShield는 텍스타일에 셀프클리닝 혜택을 제공하기 위해 개발된 플루오르화학 기반의 코팅용액	특정 지능형 코팅제를 사용하는 텍스타일을 개발하기 위한 환경친화적 기술의 잠재적 특성	상업적 이용가능
방화코팅제	Lubrizol(미국)	MyFlam은 침구류같이 일반적인 텍스타일에서 방화적 특성을 발휘하는 수인성코팅용액	미국연방기구의 화염매트릭스 테스트를 충족시키는 방화 코팅용액의 잠재적 특성	상업적 이용가능
방화코팅제	CHT 그룹(영국)	APYROL브랜드로, 발포제와 액상에서 제공받을 수 있는 다양한 방화 코팅용액	다른 섬유들(면/셀룰로오스/합성섬유)과 응용타입(내구재/반내구재/비내구재)에 대하여 특별히 개발된 방화 코팅제로의 잠재적 특성	상업적 이용가능

< 환경반응성 코팅제 >

사이프러스, 토탄, 판야, 췌기풀과 거미줄 같은 천연섬유들에 환경 친화적인 절차들을 도입하여 환경 친화적인 원단들을 개발하려는 시도들이 있었음. 그러나 스마트 텍스타일과 관련된 연구의 대다수는 여전히 연구단계에 놓여있음.

○ 형상기억고분자(SMP)

- 형상기억고분자는 그들이 가지는 독특한 이점에도 불구하고 텍스타일 코팅제로써의 적용이 제한되었음. 특히 가역적 효과가 발생될 때 체온보다 높은 온도에서 유도되도록 조정하는 연구가 주된 문제점으로 여겨짐.
- 다양한 종류의 SMP들 중 형상기억 폴리우레탄(SMPU)은 형상기억과 탄성 기억효과들을 내며, 고분자에 특정온도의 열을 가하였을 때 거의 모든 변형이 회복될 수 있는 특성을 지니고 있음. 따라서 이러한 SMPU들은 원단과 의류위에 코팅함으로써 차세대 지능형 의류에 적용가능성을 보이고 있음.

< 셀프클리닝 카펫과 원단 >

카펫과 원단의 셀프클리닝 코팅용액은 현재 상업적으로 이용 가능함. 또한 나노기술이 진보함에 따라 페인트와 유사한 특성을 지닌 셀프클리닝 스마트 텍스타일에 대한 요구 또한 증가하고 있음. 이와 같이 스마트 코팅용액으로 사용되어지는 물질은 아래와 같음.

○ 티타늄이산화(TiO_2) 코팅 원단

- Green Earth Nano Science회사(캐나다)는 TiO_2 의 빛 촉매 특성을 활용하는 Gens Nano TiO_2 코팅제를 개발함.
- 이 코팅제의 표면은 햇빛을 받으면 산화과정을 통해 곰팡이균들을 파괴할 수 있으며, 포름알데히드나 가구나 벽에서 발생하는 휘발성유기화합물(VOC)등의 유기화합물에 의한 반응을 방지할 수 있음.
- 따라서 천장, 벽, 카펫등과 같은 넓은 범위의 기판들 위에 적용시킬 수 있음.

○ 스마트 원단을 위한 플루오르화학의 나노코팅용액

- BigSky Technologies LLC(미국)은 수성 플루오르화학 코팅제를 기반으로 한 GreenShield를 개발함. GreenShield는 합성물의 사용을 제한하여 신장의 저항, 항균성, 항박테리아 같은 대다수의 장점을 제공이 가능함.

< 방화 텍스타일과 의류를 위한 코팅제 >

방화 텍스타일은 방화특성을 가진 modacrylic를 이용한 섬유와 브롬과 인 첨가물을 포함한 방화 기능성 코팅제의 사용을 통해 얻을 수 있음. 이러한 코팅제로 많은 천연섬유들이 처리되었을 때 가연성을 잃고, 화재가 일어나는 동안 코팅제에 있던 첨가물들이 가스화 타르로 반응되면서 연소율을 감소시킬 수 있음. 따라서 지능형 난연코팅제에 대하여 주목되고 있는 시장은 소방관 의류사업과 산업텍스타일이며 현재 일부 난연코팅제들이 산업에 사용되어지고 있음. 그러나 내화 혹은 화재를 억제하는 특성을 향상시킬 수 있는 스마트 코팅제가 내장된 텍스타일은 아직 상업적으로 출현하지 않았음. 현재 산업적 적용을 위해 연구된 방화코팅제는 아래와 같음.

○ 방화특성을 가진 수인성코팅제

Lubrizol은 특히 침구산업의 텍스타일에 적용 할 수 있는 MyFlam을 개발하였음. MyFlam은 수성이며 부드럽고 내구성을 가진 환경친화적인 코팅시스템

으로 미국연방 표준화염매트릭스 테스트를 충족하였고 부드러운 감성과 검증된 숯 형성능력으로 잘 알려져 있음.

○ 발포제와 액상 방화 코팅제

- CHT그룹은 다양한 발포기술과 패딩기술을 적용시켜 다양한 방화 코팅 용액을 제공함.

- 도포 후 분해되지만, 건조 후 직물의 표면 위에 뚜렷하게 남아있는 준안정 발포제
- 건조 후에도 구조를 유지하고 분해되지 않는 안정발포제
- CHT그룹의 난연 코팅제들은 패딩기술을 사용해서 액상으로 적용 가능함.

APYROL브랜드에서는 섬유의 타입(면/셀룰로오스/합성)과 응용타입(내구재/반내구재/비내구재)에 따라 다양한 코팅용액을 제공이 가능함.

- CHT그룹에서 제공하는 발포성 난연제로는 나이프 코팅 또는 스크린 시스템을 적용한 APYROL BND-LV이 있으며 다른 방염코팅제로는 주로 암막블라인드로 생산하기 위해 사용되는 APYROL GBO 와 APYROL S-MB1가 있음.

< 군복용 스마트 코팅제 >

미군부대는 부식보호에서 위장까지 다양한 적용을 위해 스마트 코팅제의 상업화와 연구활동에 대하여 꾸준한 투자를 하고 있음. 특히 군대에 적용되는 여러 제품들 중 군복에 사용할 수 있는 스마트 코팅제의 개발을 위해 다양한 연구기관들이 협력하고 있음.

○ 화학감지 코팅제

- 미국 위협 및 안전 구조조정국이 지원하는 프로젝트에서 Lawrence Livermore National Laboratory의 연구원들은 독성 화학물질로부터 공격에 놓였을 때 혹은 오염된 층을 벗겨내야 할 때 원단의 기공을 닫을 수 있는 새로운 화학 감지 나노코팅 시스템을 개발하고 있음. 이러한 독특한 나노코팅시스템은 기존 군복들이 관통되는 극도로 작은 사이즈의 화학물질을 방지할 수 있게끔 제작되었음.

○ 나노실버로 코팅된 군복

- 의료용 제복들과 마찬가지로 나노실버로 코팅된 섬유는 우수한 항균보호 뿐아니라 나노전자회로의 패턴이 가능함.

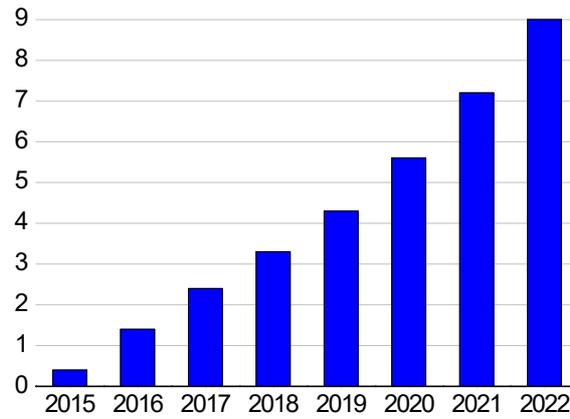
< 스마트 텍스타일을 위한 코팅제의 전망 >

스마트 텍스타일을 위한 코팅제를 종류별 세분화 시키면 아래와 같음.
환경반응성 코팅제, 셀프클리닝 코팅제, 방화 코팅제, 군복 코팅제.

○ 환경반응성 코팅제

환경반응성 텍스타일 코팅제는 의료용 모니터 장비와 스마트 센서가 부착된 의류가 중요하게 다뤄지고 있으며 앞으로의 예측을 표2로 나타냈음.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
년당 소비되는 의료용 모니터 의복의 전체 수	100,000	115,000	132,250	152,088	174,901	201,136	231,306	266,002
의료용 모니터 의복의 성장률(%)		15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
지능형 코팅제에 대한 관련시장(%)	90%	91%	92%	93%	94%	95%	95%	95%
지능형 코팅제의 시장침투율(%)	1.00%	3.00%	5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%	10.00%
코팅된 원단의 평균표면적(sq ft)	15	15	15	15	15	15	15	15
의료용 모니터 의복들을 위한 지능형 코팅제의 평균가격(\$/sq ft)	30.0	27.0	24.3	23.1	21.9	20.8	19.8	18.8
지능형 의복을 위한 지능형 코팅제의 평균가격 성장률(%)		-10.0%	-10.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%
의료용 모니터 의복을 위한 지능형 코팅제의 시장가격(\$ Millions)	0.4	1.3	2.2	2.9	3.8	4.8	5.9	7.1
년당 다른 센서가 부착된 의류의 전체 수	20,000	24,000	28,800	34,560	41,472	49,766	59,720	71,664
센서장치가 부착된 의류의 성장률(%)		20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
지능형 코팅제에 대한 관련시장(%)	80.0%	81.0%	82.0%	83.0%	84.0%	85.0%	86.0%	87.0%
지능형 코팅제의 시장침투율(%)	0.4%	1.6%	2.6%	3.5%	4.5%	6.5%	9.5%	11.5%
코팅된 원단의 평균표면적(sq ft)	15	15	15	15	15	15	15	15
센서가 부착된 의복에 대한 지능형 코팅제의 평균가격(\$/sq ft)	28.0	25.2	22.7	21.5	20.5	19.4	18.5	17.5
지능형 의복을 위한 지능형 코팅제의 평균가격 성장률(%)		-10.0%	-10.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%	-5.0%
센서 장치가 부착된 의류를 위한 지능형 코팅제의 시장가격(\$ Millions)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.4	1.9
환경반응성 텍스타일 코팅제의 총액(\$ Millions)	0.4	1.4	2.4	3.3	4.3	5.6	7.2	9.0
환경반응성 코팅재료의 종류에 따른 수익(\$ Millions)								
키토산(바이오표분자)	0.2	0.6	1.0	1.3	1.7	2.2	2.9	3.6
Poly(N-isopropylacrylamide)-poly-NiPAAm	0.2	0.6	1.0	1.3	1.7	2.2	2.9	3.6
기타(대부분의 고분자들)	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.8

환경친응성 텍스타일 코팅제의 예측


○ 셀프클리닝 텍스타일 코팅제

셀프클리닝 텍스타일 코팅제에 대한 예측은 표3로 나타냈음.

표3 : 셀프클리닝 텍스타일 코팅제의 8년간 예측표								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
일년 내에 생산된 카펫의 전체적 부피 (Billion sq ft)	50	51	52	53	54	55	56	57
생산된 카펫의 부피성장률(%)		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
지능형 코팅제에 대한 관련시장(%)	10.0%	10.1%	10.2%	10.4%	10.6%	10.8%	11.0%	11.2%
지능형 코팅제의 시장침투율(%)	0.01%	0.50%	1.00%	2.00%	3.00%	4.15%	5.55%	7.35%
텍스타일을 위한 셀프클리닝 코팅제의 평균 가격(\$/sq ft)	1.50	1.41	1.33	1.25	1.17	1.10	1.03	0.97
텍스타일을 위한 셀프클리닝 코팅제의 평균 가격성장률(%)		-6.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%
카펫 셀프클리닝 코팅제의 시장가격 (\$ Millions)	0.8	36.3	70.3	137.5	201.6	272.4	355.7	459.9
셀프클리닝 코팅재료의 종류에 따른 수익 (\$ Millions)								
티타늄 이산화물	0.7	32.7	63.3	123.8	181.4	245.1	320.2	413.9
기타	0.1	3.6	7.0	13.8	20.2	27.2	35.6	46.0



○ 방화코팅제

방화텍스타일 코팅제의 주요 소비시장은 소방관 의류와 산업적 텍스타일 산업이 있다. 방화텍스타일 코팅제에 대한 예측은 표4로 나타냈음.

표4 : 방화 텍스타일 코팅제의 8년간 예측표

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
소방복의 전체 수(Millions)	5	5	5	5	5	5	5	5
지능형 코팅제에 대한 관련시장(%)	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
지능형 코팅제의 시장침투율(%)	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%
코팅된 원단의 평균표면적(sq ft)	30	30	30	30	30	30	30	30
방화 지능형코팅제의 평균가격(\$/sq ft)	32.3	31.0	29.7	28.5	26.8	25.2	23.7	22.0
방화 지능형 코팅제의 평균가격 성장률(%)	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-4.0%	-6.0%	-6.0%	-6.0%	-7.0%
방화복을 위한 방화코팅제의 시장가격 (\$ Millions)	10.8	12.0	13.2	14.4	15.6	16.8	18.0	19.2
지능형 코팅제에 대한 다른 관련 산업의 텍스타일 표면적(Million sq ft)	15	28	47	60	81	83	85	87
다른 산업의 텍스타일 표면적에서의 성장률(%)								
지능형 코팅제에 대한 관련시장(%)	44.5%	45.0%	45.5%	45.6%	46.5%	47.0%	47.5%	48.0%
지능형 코팅제의 시장침투율(%)	12.50%	14.40%	16.00%	16.10%	16.50%	17.00%	17.50%	18.00%
방화코팅제의 평균가격(\$/sq ft)	32.3	31.0	29.7	28.9	26.9	25.0	24.0	23.0
방화 지능형 코팅제의 평균가격 성장률(%)								
산업 텍스타일을 위한 방화코팅제의 시장가격 (\$ Millions)	26.91	56.18	101.71	127.30	167.18	165.79	169.58	172.89
텍스타일에 대한 방화 코팅제의 총액 (\$ Millions)	37.7	68.2	114.9	141.7	182.8	182.6	187.6	192.1
코팅재료의 종류에 따른 수익(\$ Millions)								
Acrylic 와 수분산 폴리우레탄	17.0	30.7	51.7	63.8	82.2	82.2	94.4	86.4
염소와 브롬 파생물	17.0	30.7	51.7	63.8	82.2	82.2	94.4	86.4
기타	3.8	6.8	11.5	14.2	18.3	18.3	18.8	19.2

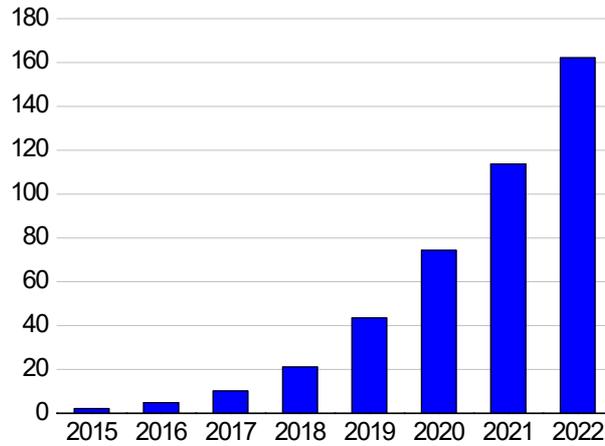


○ 군복 코팅제

군복 코팅제에 대한 예측은 표5로 나타냈음.

표5 : 군복에 대한 지능형 코팅제의 8년간 예측표(위장 코팅제 이외)								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
군사 활동 인력과 예비군의 세계 수 (Millions)	15.00	15.15	15.30	15.45	15.61	15.77	15.92	160.8
군 인력의 성장률		1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%
지능형 코팅제에 대한 관련시장(%)	30.00%	35.00%	37.00%	39.00%	41.00%	44.00%	47.00%	50.00%
지능형 코팅제의 시장침투율(%)	0.50%	1.00%	2.00%	4.00%	8.00%	13.00%	19.00%	26.00%
유니폼당 코팅된 평균 표면적(sq ft)	20	20	20	20	20	20	20	20
유니폼당 지능형 코팅제의 평균가격(\$/sq ft)	4.80	4.66	4.52	4.38	4.25	4.12	4.00	3.88
군복에 대한 지능형 코팅제의 가격성장률(%)		-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%	-3.00%
위장코팅제 외 군복코팅제의 시장가격 (\$ Millions)	2.2	4.9	10.2	21.1	43.5	74.3	113.7	162.2
코팅재료의 종류에 따른 수익 (\$ Millions)								
나노실버	1.9	4.4	9.2	19.0	39.2	66.9	102.3	145.9
기타	0.2	0.5	1.0	2.1	4.4	7.4	11.4	16.2

군복에 대한 지능형 코팅제의 예측(위장 코팅제 이외)



< 맺음말 >

텍스타일·의류사업에서 스마트코팅제는 다양한 방면에서 연구되어지고 있으며 상업적 이용을 위한 개선이 이뤄지고 있음. 주로 환경반응성, 셀프클리닝, 방화 억제, 그리고 군복에 사용할 수 있는 스마트코팅제를 개발되고 있으며 앞으로의 수요 전망도 급격히 증가하고 있는 추세이므로 기존 텍스타일용 스마트 코팅제 개선은 물론 새로운 스마트 코팅제에 대한 연구 개발 및 투자가 지속적으로 이루어져야 할 것임.