

Aramid 섬유 의 염색성 및 용도 전개방향

김은철, 배진석¹

(주)삼광염직 산업용섬유사업부, ¹경북대학교 섬유시스템공학과

1. 서론

슈퍼섬유란 기존의 의류용에서 쓰이는 나일론, 폴리에스터와 같은 일반적인 섬유와는 달리 월등히 강하고 고열에 견딜 수 있는 말그대로 슈퍼/고성능 섬유이다.

일반적인 의류용에도 접목이 가능하지만 비행기, 우주선, 공업용업 로프, 토목 및 건축용 소재, 산업보호복 등에 사용되고 있다. 이러한 슈퍼섬유의 종류는 다음과 같다.

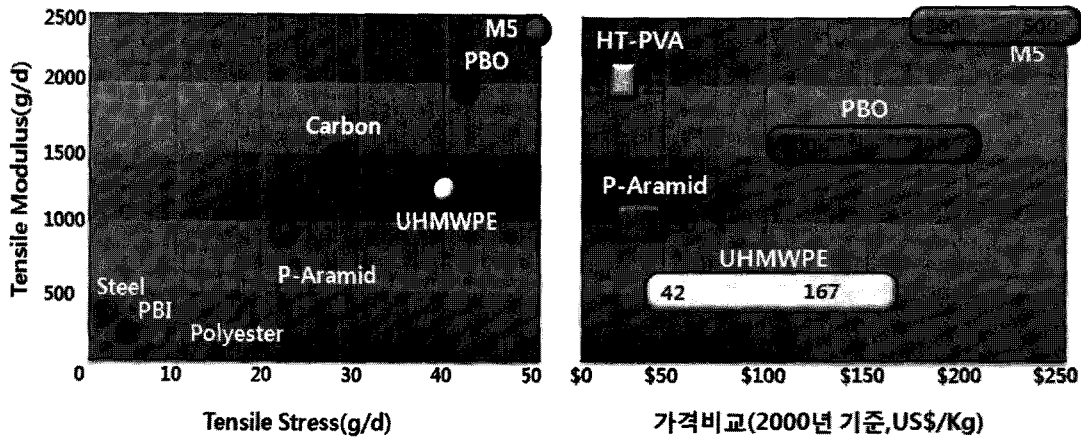
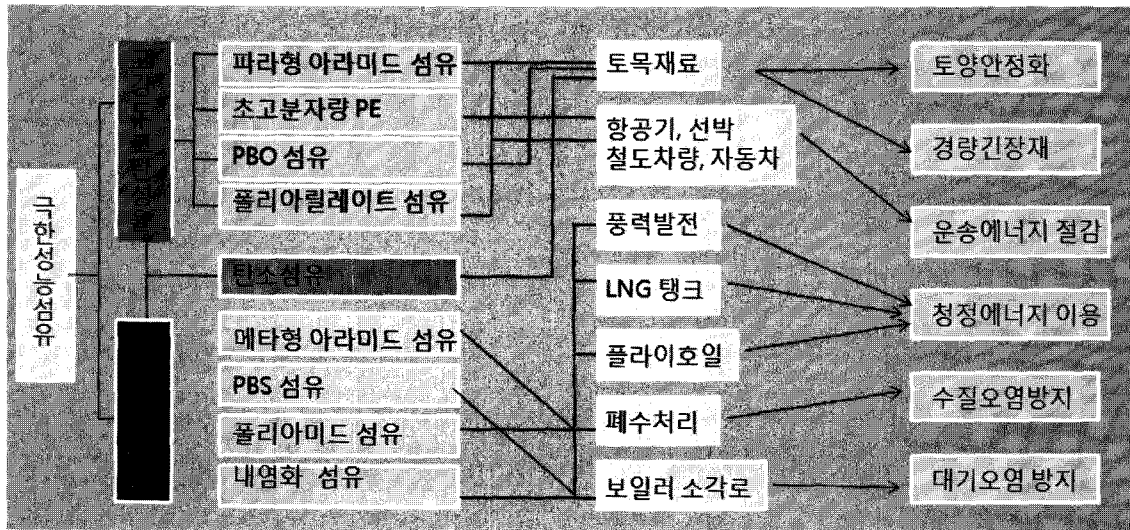


Table 1. 각 슈퍼섬유별 성능표

섬유	상품명	강도 kg/mm ²	탄성율 X10 ³ /mm ²	분해온도 (융점) °C	LOI	내약품, 내약품성		가격	
						랭크	요주의	랭크	(\$/lb)
p-아라미드	Kevlar, 트와론	300	10	430	29	3	내광, 농산	3	9~16
m-아라미드	Nomex, 코넥스	70	1.3	400	30	3	내광, 농산	3	9~16
폴리아미드이미드	Kelmel	40	2.9	380	30	3.5			
p-코아라미드	테크노라	300	6.5	500	25	4			
폴리이미드	P84	50	0.4	450	37	3.5	알칼리	3	
폴리아릴레이트	베크란	350	8.5	400	28	3			
PBO	자이론	580	23	650	68	3.5	내광	2	>50
PBI	Logo	30	0.5	450	41	3.5		2	>70
PPS	프로론, 트르론	60	0.6	285	34	4			
PEEK	Zyex	80	0.9	345	34	4			
멜라민	Basofil	20		450	32	3	농산	4	1.5~5
PTFE	테플론, 도요프론	20	0.3	327	95	5		3	
노보 로이드	Kynol	18	0.4	350	35	3.5	농산	3	4.5
고강도 PVA	구라론 K-11	230	4.0	245	20	3			
고분자량 PE	다이나마	350	15	150		4			
폴리에스터	PET	30	0.5	260	22	3		5	
탄소섬유 PAN계		460	50	3,000	55	3	농산	3	8~10

이런 많은 종류의 슈퍼섬유들 중 요즘 가장 많이 언급되는 것이 아라미드 섬유일것 이다. 아라미드 섬유는 방향성 폴리아마이드(aromatic polyamide)섬유의 총칭으로서 '섬유의 구성물질이 긴 사슬 모양의 합성 폴리아마이드이며, 적어도 85%의 아미드결합이 두 개의 방향성 고리에 직접 붙어 있는

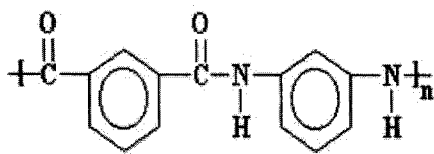


Figure 1. meta aramid(DUPONT NOMEX).

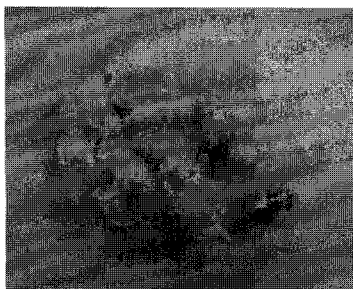


Figure 2. meta aramid fiber.

인조섬유'로 정의 된다.

아라미드는 나일론계 고분자로서 섬유형태로 사용된다.

아라미드의 종류엔 메타 아라미드와 파라 아라미드가 있다.

메타 아라미드는 벤젠환이 메타 위치에서 아미드기와 연결된 중합체로 만든 섬유이다.

현재 미국 듀폰/일본 데이진/중국 연태/프랑스 커멜/한국 웅진케미칼, 휴비스 등이 생산중이며 강도와 신도는 보통의 나일론과 비슷하나 열에 대한 안정성이 뛰어나며 다른 내열용 소재에 비하여 가볍고 땀 흡수도 어느정도 가능하므로 쾌적성이 나타나는 장점이 있다.

염색적인 부분에서는 파라 아라미드에 비해 용이한 편이나 아직까지 국내에서 본격적으로 생산을 하는 곳은 드문 상황이다. 그 이유는 아라미드는 강고한 분자구조와 고결정성의 구조로 인해 염료의 섬유로의 침투가 원활하게 진행되지 못하기 때문에 염착이 쉽게 이루어지지 않으며 설상 염착이 되더라도 내광견뢰도 등 견뢰도가 현저히 떨어지기 때문에 상품성이 없어지기 때문이다. 원사업체에서는 보통 원착사를 제공하고 있지만 재고의 문제 및 경제성의 문제로 인해 후염에 대한 요구는 증대되고 있는 것이 현실이며 국내에서의 메타의 원사생산업체가 2곳이나 양산함으로 인해 내수 및 수출

원단업체 요구는 지속적으로 늘어날 것으로 판단된다. 현재 대구의 S사를 비롯해 S사, P사 국내에서 3~4곳 정도에서만 양산을 하고 있는 것으로 파악되며 나머지 업체는 아직 lab test 정도의 경미한 수준으로 파악된다.

염색의 까다로움 외에 또 다른 이유는 원사업체와 원단업체간의 계약으로 인해 쉽게 원사나 원단을 구할수조차 없는 상황이며 1번의 현장적용을 위해서도 적지 않는 비용을 들여야 원단을 구매할 수 있는 것이 현실이기에 실제 업체에서 염색방법 연구나 현장적용을 위해 원단을 구하기는 쉽지 않으며 염색방법도 아직 많이 보급되지 않은 상황이기에 아직까지 모든 현장에서의 적용은 멀어보인다.

안료를 폴리머에 혼입하는 원착방법외에 보편적으로 알려진 후염 염색방법으로는 크게 3가지가 된다.

- ① 분산염료에 의한 염색
- ② 양이온 염기성 염료에 의한 염색
- ③ 초입계 유체 순환시스템을 이용한 염색

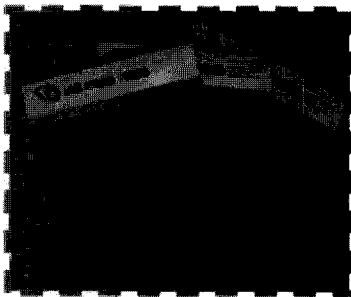
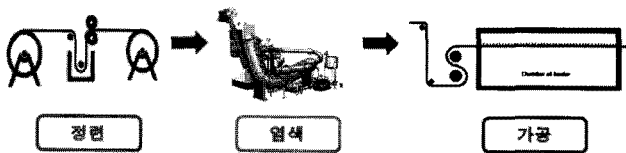


Figure 3. META ARAMID 염색 원단.



1.1. 분산염료에 의한 염색

통상적으로 분산염료의 염색 메커니즘과 같이 섬유내부에 침투가 되지 못하기 때문에 분산염료가 섬유외부에 붙어있는 개념이기에 수세 시 염료가 지속적으로 빠지게 된다. 그로인해 세탁, 마찰, 일광 등 견뢰도가 현저히 떨어지게 되므로 현실적으로 상용화 하기에는 어려운 부분이 있으며 중담색미만의 컬러 외에 중농색 이상의 컬러에서는 적용하기 어려운 염색 방법이다.

1.2. 양이온 염기성 염료에 의한 염색

현재 대부분의 국내외의 aramid의 보편적인 염색방법이다. 염기성 염료 자체가 + charge를 띄고 있는 염료이기에 분산염료에 의한 염색에 비해 밝고 선명한 색상을 가질 수 있다. 하지만 양이온 염기성 염료로만으로는 섬유내부로 완벽한 침투가 용이하지 않기에 팽윤제(swelling agent)를 사용하여 메타 아라미드섬유의 결정구조를 느슨하게 팽윤시켜서 양이온 염기성 염료의 침투를 도와주는 역할을 한다. 분산염료에 의한 염색에 비해 세탁, 마찰, 일광견뢰도 등 대부분의 염색물성에서 우수한 결과를 보여준다. 하지만 염료의 선정 및 팽윤제의 선정이 중요하며 현장적용 시 재현성문제가 가장 큰 숙제이다.

1.3. 초입계 유체 순환시스템을 이용한 염색

초입계 유체에 대한 연구는 Baron Cagniard de la ture에 의해 용매는 초입계상과 입계점을 가진다고 1822년 처음 알려졌다으며 그 이후 1869년 Thomas Andrews에 의해 이산화탄소의 입계점이 보고되었고 초입계 유체에 대한 관심은 Hannay 와 Hogarth에 의해 1879년 입계점 이상의 온도와 압력에서 압축된 초입계 유체가 물질을 용해하는 탁월한 능력이 있다고 발표되면서 시작되었다.

초입계 유체를 사용하면 환경친화적인 부분들은 있지만 몇 건의 논문사례를 빌어볼때 컬러의 일드가 떨어지고 균염성저하로 인해 실제 양산에는 맞지 않는 것으로 결과들이 나오고 있다. 더구나 일광견뢰도의 저하는 상품으로서의 전개는 불가능한 것으로 보여진다.

Table 2. 후염기준 메타아라미드의 염색물성기준

	일광	20	hr	3-4	3-4	3-4	ISO 105 B02	
		40		2-3	2-3	2-3		
세탁	변색	T	급	4	4	4	ISO 105 C01	
				4	4	4		
				4	4	4		
견뢰도	물	변색	급	-	-	-		
				T	4	4		4
				C	4	4		4
땀	변색	T	급	4	4	4	AATCC 125	
				4	4	4		
				4	4	4		
마찰	건	습	급	4	4	4	ISO 105 E04	
				3-4	3-4	3-4		



Figure 4. 메타 아라미드의 용도(소방복/경보호복용 작업복/레이싱복/HEAD, NECK 보호대).

2. 국내 메타 아라미드 추후 용도 전개 방향

2.1. 인테리어

국내방염규격은 세계최고수준이다. 국내 소방규격상 고층 건물에 난연직물 및 난연가공을 한 커튼 및 인테리어용품을 구입해야 하는 규제로 인한 시장이 생성되어 있다. 하지만 난연사로는 국내소방규격 통과가 어려워 통상적으로 약 난연제 처리를 진행하여야 하는데 기존의 할로겐계 난연제는 환경규제물질로 금지됨으로 인해 비할로겐계인 인계 타입의 난연제를 많이 쓰고 있다. 하지만 저가의 인계난연제는 가공 시 백색의 점반이 생성되며 및 원단 고유의 터치를 녹눅하게 변화시키게 된다. 이런 단점들을 극복할 수 있는 부분이 아라미드 원사이다. 국내 아라미드 원사는 가격 경쟁력에 따라 인테리어시장에도 아라미드가 접근이 용이한 상황이다. 더구나 현재 염료를 사용한 날염은 컬러일드의 한계로 힘든 상황이지만, 인테리어 원단의 특성상 중담색 미만의 컬러가 많기에 일부 컬러는 가능할 것으로 판단된다. 하지만 트렌드 및 화려한 디자인의 원단을 원할 경우는 건피도는 떨어지지만 피그먼트로는 날염이 가능하기에 추후 용도 전개방향 기하급수적으로 넓어질 것이라 판단된다.

2.2. 군용피복사업

최근 국방부는 군용피복의 고기능화를 통한 “전투력 향상”

과 “군장병들의 삶의 질 향상”을 위하여 2020년까지 “제기능(諸技能) 보장을 위한 혁명적인 피복/장구류 개선계획(2008년 11월)’ 수립하였으며 국방부의 전투복 개선 시범사업이 이슈로 부각되면서 기존의 전투복 소재를 대체하는 원천소재 및 피복의 개발이 시급이 설정이다.

그러한 맥락으로 2010년 03월 지식경제부와 국방부간의 ‘차세대 국방섬유 협력 MOU’를 맺고 2011년부터 국내 군복에도 기능성에 바람이 불고 있으며 일부 군납업체에서 아라미드를 소재로 납품을 전개하고 있는 상황이다. 더구나 이번에 발생한 연평도 폭격사건으로 인해 일부 전차병에 한해서 진행되어 오던 난연군복에 대한 수요가 전군으로 확대될 분위기라는것도 아라미드의 시장성을 확대시킬 수 있으리라 판단된다.



Figure 5. 연평도 사건당시 포탄 화염에 탄 헬멧.

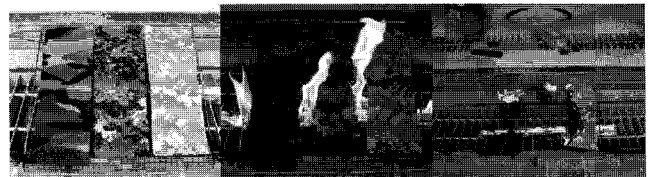


Figure 6. 왼쪽 : 현 군복/중간 : 신규 디지털 군복
오른쪽 : 난연성 개선 군복.

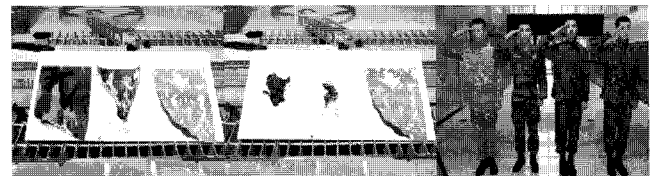


Figure 7. 왼쪽 : 현 군복/중간 : 신규 디지털 군복/오른쪽 : 난연성 개선 군복(규격의 의한 난연성 TEST는 아니지만 원단별 난연성의 차이는 알수 있음).

파라 아라미드는 벤젠환이 파라 위치에서 아미드기와 연결된 중합체로 만든 섬유이다.

현재 미국 듀폰/일본 데이진/한국 코오롱/효성 등이 생산중이며 섬유가 가볍고 강한 인장강도를 지니고 있다. 또한 내화화성이 좋으며 뛰어난 수치안정성을 가지고 있다. 하지만 메타 아라미드에 비해 UV의 영향을 많이 받는다.

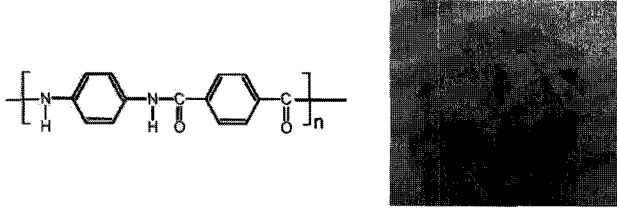


Figure 8. para aramid(DUPONT KEVLAR).

다른 고분자 재료들처럼 파라 아라미드는 자외선에 더욱더 민감하다.

자외선에 노출된 섬유와 그렇지 않은 섬유의 color 차이만 보더라도 자외선에 노출되기전에는 gold yellow이지만 노출되고나면 light brown 컬러로 변색이 되고 만다. 이러한 부분에서도 메타 아라미드에 비해 내광견뢰도가 현저히 떨어지는 것이 현실이다.

염색성에 있어서도 메타 아라미드에 비해 염착성이 떨어진 다. 분자구조가 메타 아라미드에 비해 더욱더 치밀하며 강도 또한 더 강하기에 염색이 더 어렵다.

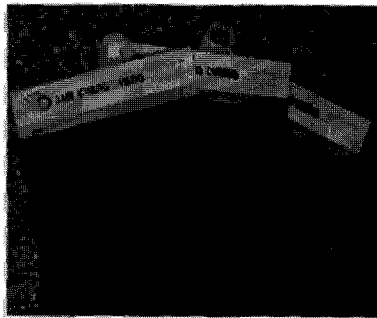
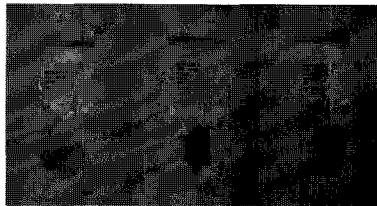


Figure 9. PARA ARAMID 염색 원단.



KOLON HERACRON FIBER 염색성 TEST



Figure 10. 파라 아라미드의 용도(방탄복/방탄헬멧/모터사이클복/극한스포츠복/스키복/타이어코드).

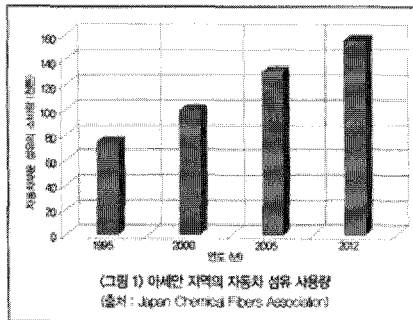
3. 국내 메타 아라미드 추후 용도 전개 방향

3.1. 의류용에 접목

파라 아라미드가 국내원사업체에서도 생산을 하면서 현재 외국원사업체들과 가격경쟁을 진행하고 있다. 이런 긍정적인 상황에서 기존의 원단업체에서의 고민들은 기능성적인부분들에서는 모두 공감을 하고 원사를 활용하여 제품을 만들고 싶어 하지만 가격적인 부담들 때문에 진행을 할 엄두를 못내고 있는 것이 현실이다. 이런 부분에서 T사, Y사에서는 모터사이클 및 극한스포츠용, 그리고 등산복 브랜드에 납품까지 하고 있다. 그 이유는 파라 아라미드와 일반 기능성 원사의 교직 및 혼방을 통해서 전체 원단 가격을 para 100%를 사용할 때에 비해 경제성을 가지고 제작패턴을 개발해 활발한 영업을 하고 있다.

파라 아라미드의 장점인 강도나 내 마모성을 위해 표면부분을 파라 아라미드를 사용하고 뒷면이나 안감쪽에는 일반 폴리에스터나 나일론 등의 기능성 원사로 제작을 하여 흡습 및 스트레치 등의 기능성을 가지는 원단을 개발을 해서 적용하고 있는 것이다. 이처럼 소재의 장점을 잘 활용하고 가격의 단점을 최소화 하여 진행한다면 등산복 및 일반 의류용에서도 충분히 활용할 수 있다.

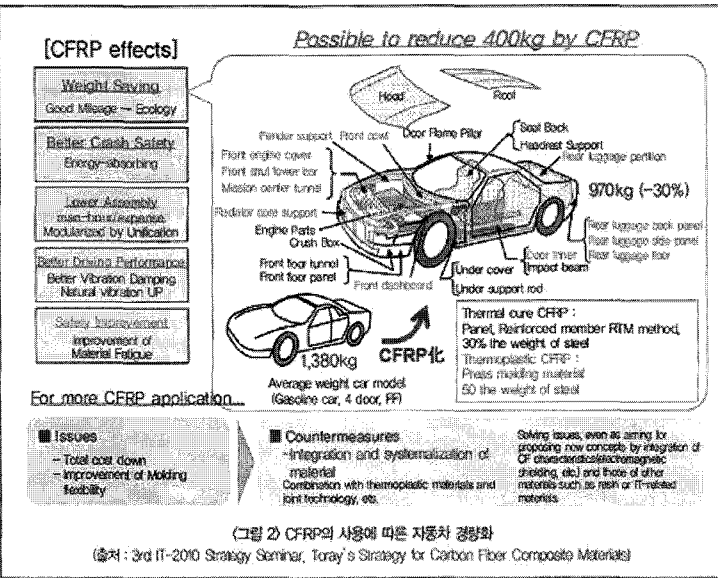
현재 등산복 및 일반 의류는 소재선택시 경량화 및 기능성이 주 타겟이다. 그러다 보니 소재자체가 15~30D급의 경량 원단이다 보니 특히 가방을 메는 어깨부분이나 지퍼, 그리고 팔꿈치등 등산이나 일반생활을 하면서 인열이나 강도 부분이 많이 떨어질 수밖에 없어 원단의 미짐이나 뜯김으로 인해 소



(표 1) 자동차용 주요 섬유 소재의 종류 및 적용 부품

종류	주요 적용 부품
Carbon Fiber	● 차체 프레임, 후드, 범퍼 및 내외장재 등
Super Fiber	Kevlar ● 타이어 벨트, 무연탄소/유도 벨트 ● 타이어 보강재, 브레이크 패드
	Zylon ● 타이어 벨트, 무연탄소/유도 벨트 ● 타이어 코드, 브레이크 패드 ● 연료-탱크, 고무보강재 등
Nano-Fiber	● 필터, 시트 커버 등
Natural Fiber	● 천장재, 시트커버, 트렁크, 카펫 등

자동차용 섬유소재 종류



CFRP의 사용에 따른 자동차 경량화

비자들의 항의를 많이 받고 있는 고충이다. 이런 부분들을 슈퍼섬유들을 잘 활용한다면 보다 경량 및 기능성등 소비자들의 요구를 만족시키면서 단점들을 극복할 수 있는 새로운 상품이 탄생하고 있는 것이다.

3.2. 자동차등 산업용으로서의 용도 전개 확대

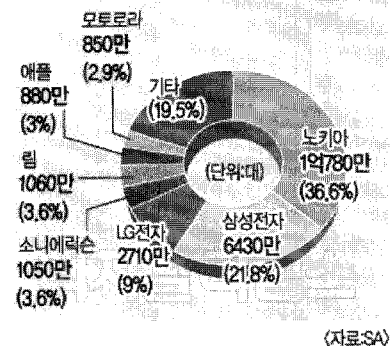
자동차 산업에 있어서 큰 숙제가 경량화와 친환경이다. 자동차시트를 비롯해 헤드라이너, 도어트림 등 기존의 섬유의 사용부분외에도 타이어코드, 엔진룸 흡음재 등 섬유의 활용 범위는 많다. 탄소저감이 시대적흐름이다 보니 자동차의 경량화를 통한 연비의 고효율을 위해서라도 자동차 메이커에서 많은 부분들을 섬유 및 슈퍼섬유소재를 원하고 있는 상황이다. 예를 들면 엔진의 성능이 개선되고 변속기의 발전으로 인해 고연비, 고출력의 자동차들이 많이 나오면서 엔진의 과열로 인한 사고를 막기 위한 흡음재를 아라미드 소재로 쓴다든지, 시트의 안쪽면을 아라미드 소재를 사용하여 난연성을 높이는 개발들이 많이 진행되고 있다.

3.3. 휴대폰 케이스등의 악세사리

전 세계적으로 지속성장하고 있는 것이 휴대폰 산업이다. 수많은 휴대폰들이 매일 신제품으로 출시 되고 있으며 그에 맞는 휴대폰 범퍼들이 출시되고 있는 것 또한 현실이다.

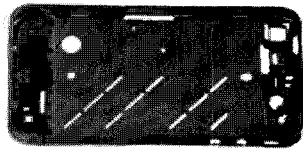
이런 상황에 이제 휴대폰의 개인의 분신과도 같으며 현재와 같은 스마트폰은 개인의 모든 업무와 가정생활에서 까지

2010년 1분기 세계 휴대폰 업체 실적

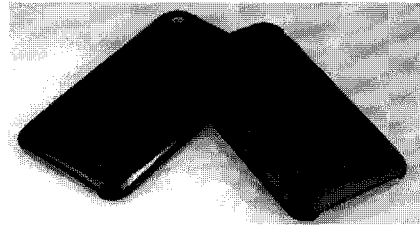


2010년 세계 휴대폰 업체 실적

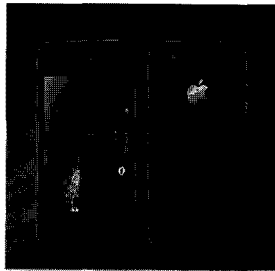
활용을 하고 있는 것이 현실이다. 이제는 휴대폰은 지구상에서 살아가는 사람에게 없는 안될 존재인 것이다. 하지만 똑같은 디자인에 한정된 컬러로 요즘 세대들에게는 남들과는 차별화 될 수 있는 소재가 필요한데 그게 바로 휴대폰 범퍼인 것이다. 이런 부분에서 여러 가지 휴대폰 범퍼가 있지만 기능성 섬유를 활용한 부직포, SUEDE, CARBON으로 만들어진 범퍼들이 많이 출시되고 있다. 부직포의 피혁같은 느낌은 경량화에는 부족하며, SUEDE의 경량 및 다양한 컬러구현의 내구성도 약하며, CARBON의 경량 및 고급스러움은 컬러의 다양한 구현 미비와 전파방해 등의 단점을 가지고 있다. 하지만 파라 아라미드는 성형적인 부분에서의 한계점들만 극복해 낼수 있다면 좋은 상품이 될 수 있을것이라 판단된다.



수선불량을 일으킨 아이폰4의 철제 프레임은 그림처럼 크랙 3조각으로 구성되어 있습니다



전파방해문제로 이슈가 된 카본섬유



아프리카 블랙우드+18K GOLD \$3,000



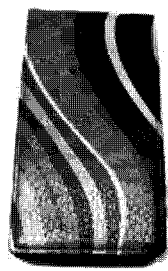
카본섬유 케이스 \$45



카본섬유 케이스 \$45



MCM 케이스 \$80



폴스마스 케이스 \$180

무광 케이스

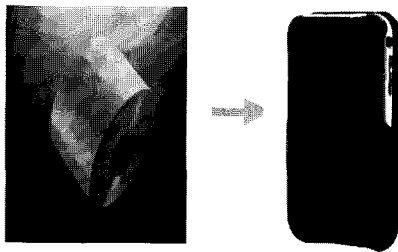


Figure 11. PARA 방적사를 이용한 무광케이스

유광 케이스

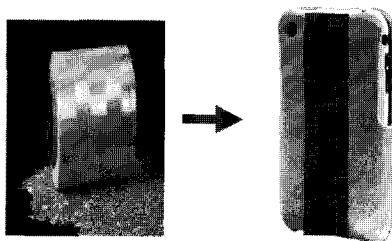


Figure 12. PARA 필라멘트사 이용한 유광케이스

Table 3. 아라미드 섬유의 주요한 응용 분야

분야	용도 예	
보강재 플라스틱	FRP (열경화형)	항공기 부품, 스포츠 용품, 산업기기 부품, 압력 용기
	FRTP (열가소형)	운할 부품, 사무기 부품
시멘트 보강재	건축재	커튼 월, 바닥재, 천정재
	토목재	파이프, 철근 대체재
고무 보강재	타이어	승용차 타이어, 트럭 타이어, 레이싱 타이어
	벨트	무단 변속 벨트, 타이밍 벨트, V벨트, 컨베이어 벨트
	호스	고압 호스, 스팀 호스
일반산업 자재	로프, 케이블	석유 리그 계류색(繫留索), 행커 로프, 안테나 스테이, 요트 로프
	코드, 조뉴	미싱실, 낚시줄, 테니스 갓, 아체리 현, 히터선 코드, 광파이버텐셔너
	직(織) 벨트	내열 벨트, 스텝 벨트
	범포(帆布)	막 구조재, 요트 셸
	필터	내열 필터, 내산 필터
방호복	방탄복	방탄 조끼, 헬멧
	내절창의	안전 장갑, 앞치마, 바지, 등산화
	방염복	내 스퍼터웃, 라이더 스츠
석면대체	마찰재	브레이크 패드, 클러치, 페이싱
	가스킷	엔진 가스킷
	패킹	글랜드 패킹

Table 4. 각국의 아라미드관련 특허등록업체 상위 10위 업체 - BSG 제공

한국		미국		일본		유럽	
출원인	출원건수	출원인	출원건수	출원인	출원건수	출원인	출원건수
효성(KR)	3	CIBA-GEIGY(US)	158	테이진(JP)	22	CIBA-GEIGY(US)	31
Hoechst(DE)	3	SANDOZ	103	TORAY(JP)	17	BAYER(DE)	23
삼광염직(KR)	2	BAYER(DE)	94	테이진 테크노 프로덕트(JP)	15	Hoechst	8
코오롱(KR)	2	Hoechst(DE)	89	TOYOBO(JP)	7	CIBA SPECIALTY CHEM HOLDING(US)	7
클라리언트 파이낸스(VG)	2	EASTMAN KODAK(US)	37	DU PONT TORAY(JP)	6	E I DU PONT DE NEMOURS(US)	6
테이진(JP)	2	E I DU PONT DE NEMOURS(US)	28	CIBA SPECIALTY CHEM HOLDING(US)	4	Imperial Chemical(GB)	6
다이스타 텍스틸파르벤(DE)	1	CIBA SPECIAKTY CHEM HOLDING(US)	26	NIKKA CHEM(JP)	4	Hoechst(DE)	4
동양나이론(KR)	1	BASF Aktiengesellschaft(DE)	25	KANEBO(JP)	3	TORAY INDUSTRIES(JP)	4
디에스엠(NL)	1	DyStar Textilfarben(DE)	23	TAOKA CHEM(JP)	3	EASTMAN KODAK(US)	3
바스프	1	Burlington Industries	14	UNITIKA(JP)	3	HUNTSMAN ADVANCED(CH)	3
버링톤 인터스트리즈, 인코포레이티드 제이.케이.레슬리	1	Imperial Chemical(GB)	14	치바가이기가크치엔게제르시아후트(CH)	2	BASF Aktiengesellschaft(DE)	3
사이브론 케미칼스	1	BASF CORPORATION(US)	12	쿠라리안트인타나쇼나르(CH)	2	테이진(JP)	2
오영산업	1	Clariant Finance(VG)	10	DyStar Textilfarben(DE)	2	Clariant Finance(VG)	2
E I DU PONT DE NEMOURS(US)	1	Produits Chimiques(FR)	10	E I DU PONT DE NEMOURS(US)	4	CLARIANT INTERNATIONAL(CH)	2
인비스타 테크놀러지스	1			MEISEI KAGAKU KOGYO(JP)	2	DyStar(US)	2
				NICCA CHEMICAL(JP)	2	BASF CORPORATION(US)	2

참고문헌

1. 세계 SUPER 섬유 및 고기능성 섬유의 현황과 전망, 한국섬유산업연합회.
2. 슈퍼 섬유와 그 용도 전개, 한국섬유개발연구원, 이승용.
3. 첨단산업용 파라아라미드 슈퍼섬유, 한국과학기술정보연구원, 강박광.
4. 첨단산업용 슈퍼섬유기술동향, 한국과학기술연구원, 강박광.
5. 자동차 소재에서 슈퍼섬유, 한국자동차공학회, 오토저널 2009년 12월호, 한국자동차부품연구원, 유승을, 정신경.
6. 초임계 유체 순환시스템을 이용한 아라미드 방적사의 분산염료 염색성, 한국섬유공학회지 40(5), 2003, 용광중, 박영환, 유기풍, 이해정, 남성우.
7. 아라미드 섬유의 염색기술개발 - 가공기술 40(8), 2005 / KTDI-TSNET, 이용성.
8. 메타형 아라미드 섬유의 반도체 레이저 염색 - SEN' I GAKKAISHI 65(2), 2009.
9. 슈퍼파이버 개요, (세계 슈퍼파이버 동향 및 극한 섬유 성능현황), 숭실대학교.
10. 폴리아라미드 섬유염색에 관한 특허기술동향조사 분석, (주)비에스지 연구소.

· 김은철 -----

- 2002. 경일대학교 화학공학과 졸업
- 2002. 세아염직(주) 실험실 근무
- 2004. (주)삼광염직 연구소 입사
- 2005. (주)삼광염직 개발팀 근무
- 2009. 경북대학교 섬유시스템공학과(석사)
(주)삼광염직 기술영업팀 과장
- 2010. (주)삼광염직 선행기술개발팀 부장
- 현재. (주)삼광염직 산업용섬유사업부 총괄부장

· 배진석 -----

- 1995. 경북대학교 염색공학과 졸업
- 1997. 경북대학교 염색공학과(석사)
- 2002. North Carolina State University US-EPA Post-Doc.
- 2004. 한국섬유기술연구소
- 2005-2007. 한국염색기술연구소
- 2007-현재. 경북대학교 섬유시스템공학과 조교수