

복합방사 멜트블로운 부직포 제조기술

이창환
(주)엘크론

1. 멜트블로운(Melt-Blown, MB) 기술의 이해

1.1. MB의 개요

MB 공정은 낮은 점도의 용융성(melt base) 고분자 수지를 작은 노즐(오리피스)을 통해 방사하고 용융된 수지는 고온 고압 공기에 의해 연신, 냉각되어 웹 형성장치에 적층되므로써 부직포 형태를 갖게되는 제조방법으로 약 0.8-10 μm 직경의 섬유로 구성되어진다. 이 때 형성된 섬유는 대부분 2-3 cm에서 수십 cm 이상의 단섬유 형태로 자기 접착성에 의해 부직포 형태화되어 형태안정성을 갖게 된다.

- 일반적으로 사용되는 수지 점도 : MI(melt-index) 800-1500
- 적용 가능한 수지 : PP, PBT, PET, PA, PLA, TPU, PC 등

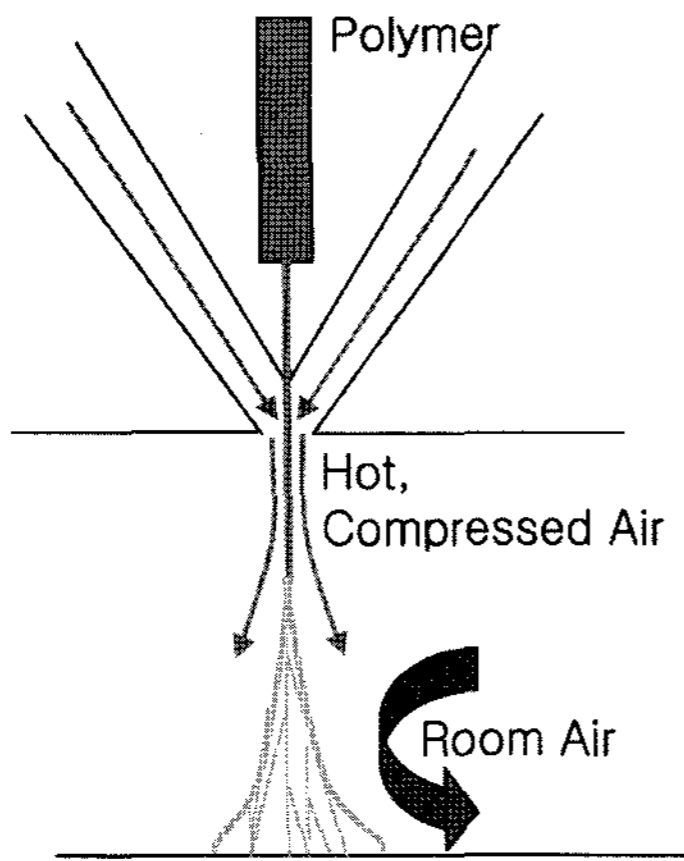


Figure 1. MB 설비 모식도.

· MB 제조방법의 역사는,

- 미국 화학 무기연구소에서 핵무기 실험에 대한 모니터링을 위해 대기상의 방사능 입자를 포집하기 위한 매체 연구에서부터 시작되었다고 알려져있다.

1951년 미국 해군 연구소의 Wente에 의한 에어필터 용도의 유기 초극세 섬유제조법 연구를 시작으로 1960년대

중반 Esso.R.E (현. Exxon Chemical)에서는 상업화 기술 개발에 착수하여 polypropylene(PP)고분자를 중심으로 공업적 제조기술을 개발하여 melt-blown이라고 명명하였고 생산기술을 특허화하였으며 이때부터 MB 용 고분자에 대한 연구가 본격화되기 시작했다.

1960년대 중반 Exxon 사는 Beloit, Reifenhauser, Troisdorf, J&M 등에 특허 사용 권리를 부여하여 설비의 개량을 주도하였고 1970년대 Kimberly-Clark, Jonson&Jonson, 3M, Web Dynamics 등의 다국적 기업들은 MB에 대한 생산기술을 개선하여 개량 특허 등을 출원하였고 본격적으로 제품화하기 시작했다.

1980년대 Tennessee 대학은 MB 공정연구와 개발을 위해 대학내 연구기관으로 Tandec를 설립하여 MB 생산 기술을 보급하고 부직포 웹에 기능성을 부여하기 위해 다양한 가공기술을 연구하였다.

복합 방사를 위한 spin pack 연구는 1990년대 노즐 구조와 분배판에 대해 MB 설비 기업과 MB 부직포 웹 생산 기업간의 공동연구로 진행되어 사업화 되었고 다수의 특허가 출원되었다.

- 국내 MB 제조기술의 도입시기는 1980년대 MB 기술의 상업화에 따라 1990년대 설비를 도입하여 2008년 현재

Table 1. Spunbond 제조방법과 melt blown 제조방법의 비교

	Spunbond	Melt Blown
원료	저점도 MFR (<35)	고점도 (800-1,500)
공정온도	낮음	높음
섬유온도	냉각에어에 의한 급냉	공급에어에 의한 고온
Quenching	0.5-3 m 냉각 chamber	대류에 의한 자연냉각
섬유장	3-4 m 장섬유형태	0.5 m 이하의 단섬유형태
forming 거리	0.5-1.2 m	0.1-0.4 m
섬유직경(de.)	>2	<0.5
섬유강도	높음	낮음
섬유균제성	보통	우수함
생산성	100-200/2-6	30-70/1-0.5
(kg/hr/m)	dpf 기준	dpf 기준

약 10여 대가 가동 중이다.

- 주요 MB 설비 제조업체로는 Reifenhauer(독), Nordson (독), Hills.(미), Biax(미), Kasen(일) 등이 있으며 국내 MB 생산 업체에 각각 설치되어있다.

1.2. MB 부직포의 특성

MB 부직포의 특성은 노즐의 크기나 토출량, 공정조건에 의해 다양한 굵기의 섬유 제조가 가능하고 10-수백(gsm)의 부직포 웹 생산 뿐 아니라 섬유 분포에 따라 기공도를 달리하므로써 다양한 구조의 부직포 웹 형성이 가능하기 때문에 필터와 같은 여과매체에 최적의 소재라고 할 수 있으며 비교적 간단한 공정 관리로 타 부직포 제조방법에 비해 가격 경쟁력이 우수한 제조방법이기도 하다. 또한, 부직포중 가장 약한 웹 강도를 가지고 있음에도 불구하고 물수건과 같은 생활용 소재에서부터 자동차 흡음재, 필터 등의 산업용 소재, dressing과 같은 의료용 소재 등 다양한 산업분야에서 사용될 수 있다.

최근 나노 섬유에 대한 관심은 전기방사에 의한 부직포 제조방법과 더불어 MB 제조방법에 의한 상업화 가능성에도 집중되고 있으며 기존의 단방사(mono-spinning) 방식에서 벗어나 이성분의 폴리머를 동시에 방사하는 복합방사(bi-components, multi-components spinning) 기술의 개발에 따라 물성이 개선되고 기능이 보강된 부직포 웹 제조에 대한 기대감이 커지고 있다.

· MB 부직포 제품의 특성

- 수많은 미세기공에 의한 높은 흡액성능
- 균제도가 높은 섬유 분산성
- 기체 및 수증기에 대한 높은 투과성
- 유연하고 bulky 한 소재 특성
- 우수한 화학적 가공성

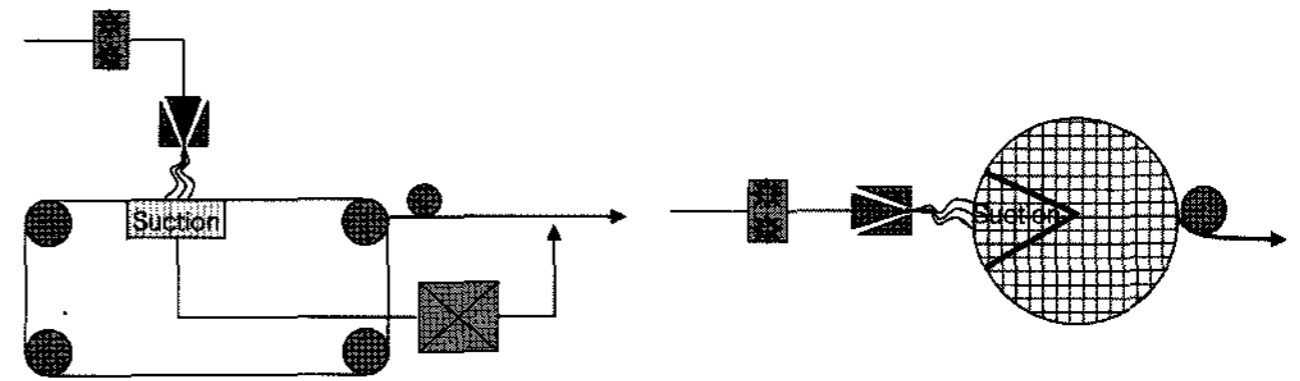
액체와 공기여과, 기름 및 환경오염 물질의 흡수 등 환경 산업에 이용될 수있으며 생산단가가 낮아 일회용 제품으로 적합하다.

1.3. 설비 해설

MB 설비는 수직형과 수평형 구조로 나뉘어진다.

수평형 구조는 개발초기 개발된 형태로 용융 점도가 비교적 높은 고분자 수지에 적합하고 벌키성이 크며 표면이 거친 부직포 생산에 용이할 뿐아니라 설비 관리도 용이하여 1m 이내의 작은 폭의 pilot 설비에 활용되고 있다.

수직형 구조는 상대적으로 용융 점도가 낮은 고분자 수지에 적합하며 spunbond 라인과 같이 다른 부직포 생산 설비와의 복합화가 용이하며 섬유 직경이 작은 극세사 섬유와 컴팩트한 구조의 부직포 웹 생산에 알맞기 때문에 넓은 폭의 중, 저중량 생산 설비에 많다.



수직 MB 다이

수평 MB 다이

Figure 2. 수직식 MB와 수평식 MB의 제조 방식.

MB 복합 방사 설비는 다음과 같다.

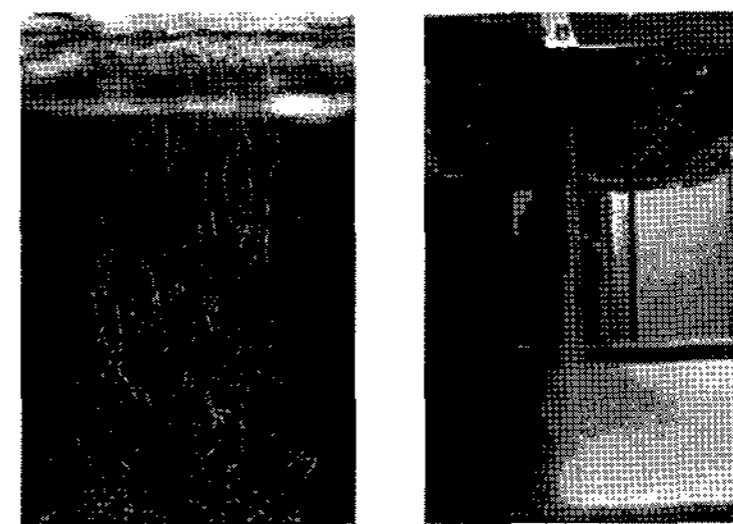
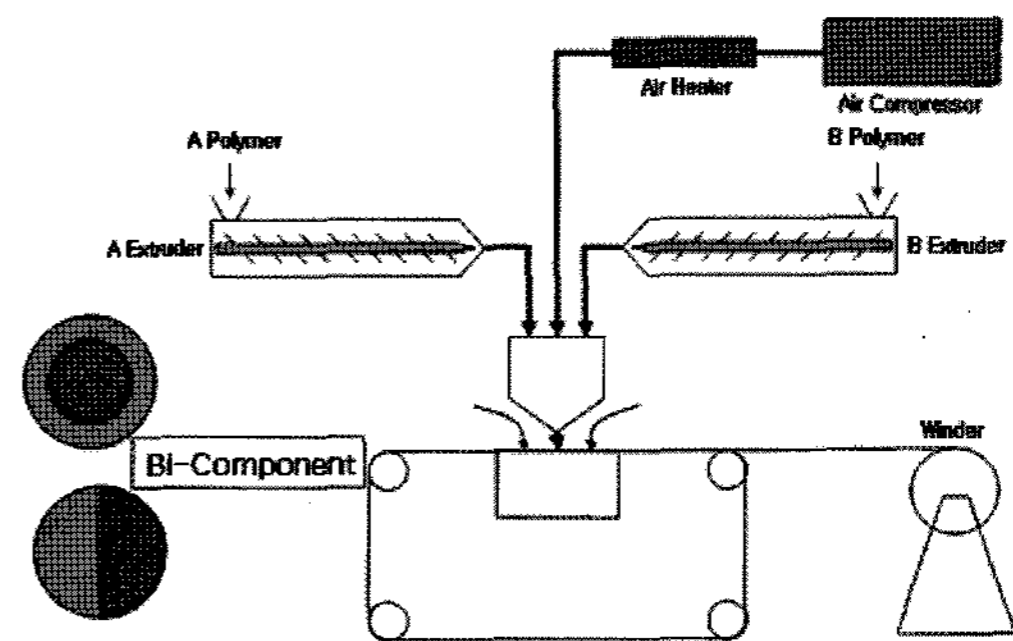


Figure 3. 멜트블로운 방사과정.

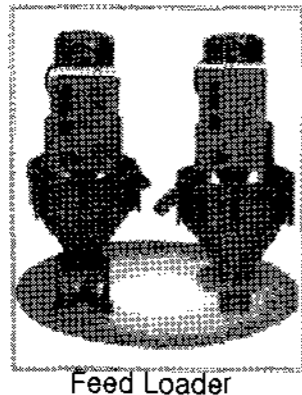
MB 설비의 주요 구조는 크게 고분자 수지의 이송부분, 용융부분, 방사부분, 웹형성부분, 권취부분으로 나눌 수 있다.

고분자 수지의 이송부분은 저점도 칩(chip)을 방사조건에 맞게 용융부분으로 이송하는 공정으로 칩 저장 탱크에서 칩을 녹이는 extruder까지를 말하며 수분 함유성이 큰 고분자의 경우 건조 공정을 거쳐 이송하나, MB에서 일반적으로 사용되는 polypropylene과 같은 올레핀계 수지의 경우 건조 공정이 필요하지 않다.

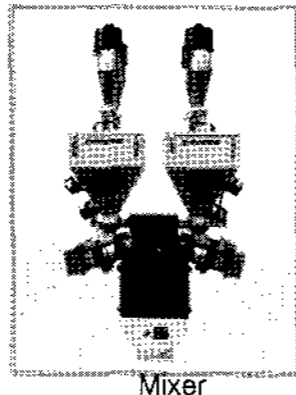
원료로 사용되는 고분자 수지는 일반적으로 pellets 형태로 공급되며 granules 형태의 경우 공급시스템의 분진 제거를 위한 특수 필터가 필요하다.



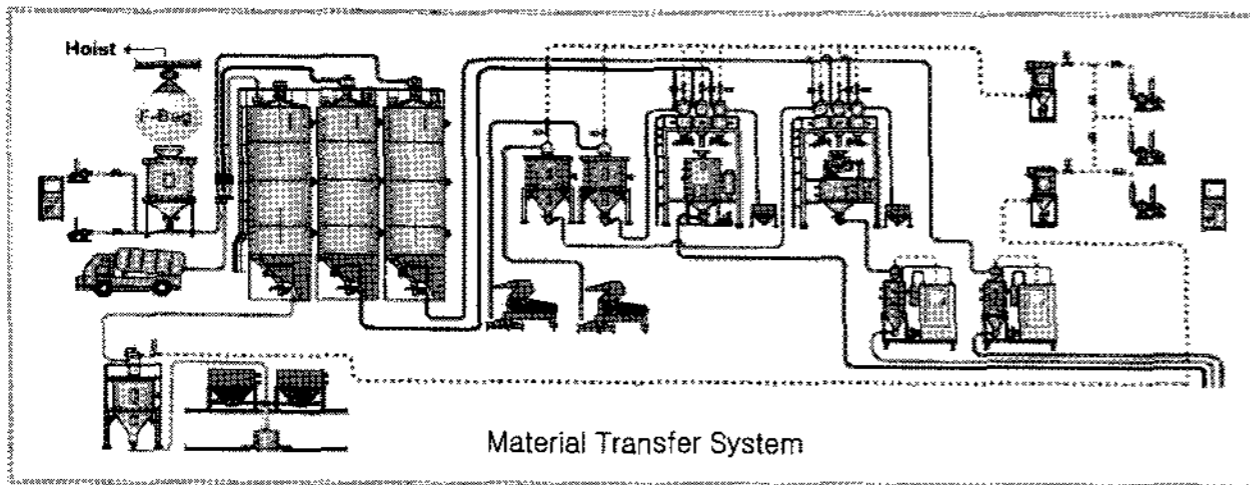
또한, 사용하는 고분자 수지에 따라 산화 방지제, 친수성 첨가제 등 다양한 첨가제를 사용하게 되나 분산성 문제와 shot 등의 불량원인이 되므로 유의해야 한다.



Feed Loader



Mixer



Material Transfer System

Figure 4. MB 원료 제조 이송 공정도.

용융부분은 이송된 chip이 열에 의해 녹아 방사 부분까지 압출되는 공정으로 압출 공정이라고도 한다. 용융이 일어나는 압출기(extruder)는 고분자의 점도, 소재, 형태 등에 의해 구조를 달리하여 용융된 고분자의 역류나 장시간의 체류에 의한 탄화 등이 발생하지 않도록 해야 한다. MB 용 수지는 점도가 낮아 수지에 대한 전단 가열이 발생하지 않기 때문에 barrel에 더 많은 히터를 장착하도록 L/D가 30:1보다 큰 것을 사용한다. 이것은 더 많은 고분자 수지를 용융시켜 생산량이 커지게 되고 수지를 균일하게 용융시키는 역할을 하게 된다.

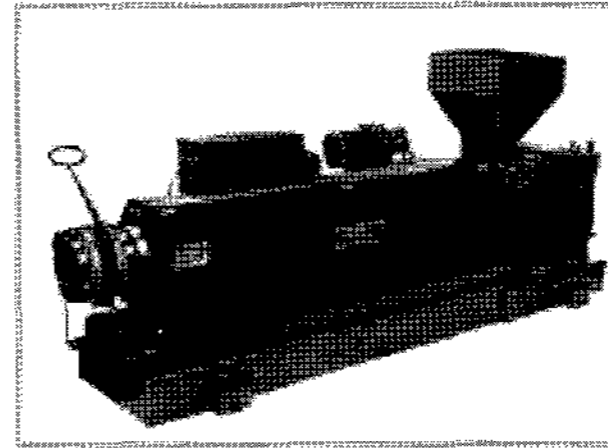
압출기 내부의 공급 screw는 산 높이를 높게하여 chip이 안정적으로 공급되도록 하고 모터의 경우 수지의 특성(저 점도, 저 분자량)에 맞도록 torque 용량이 적은 것을 사용한다. 미터링 펌프는 압출기가 낮은 용융 점도로 인해 고분자의 충분한 압력을 노즐에 미치지 못하기 때문에 일정한 생산량과 길이방향에 대한 중량 편차를 줄이기 위한 역할을 한다.

복합방사 섬유의 경우 chip의 이송프로세스와 용융 프로세스는 폴리머의 수와 비례하여 설치된다. 현재 2개의 이송 압출라인이 상업화되어 2-성분(bi-components) 복합방사 부직포 웹 생산이 가능하며 3(tri-)이상의 이성분 복합 방사 프로세스 개발이 진행 중에 있다.

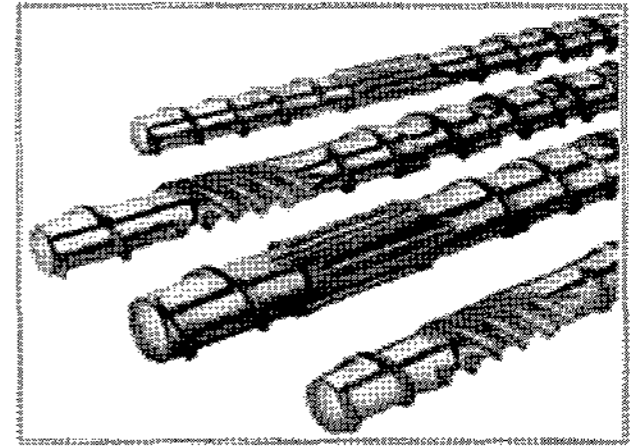
방사부분은 압출된 용융 고분자 수지가 섬유화되는 공정으로 220-280 °C 정도의 온도에서 방사된다. 용융된 고분자 수지는 설계된 노즐을 따라 이동하게 되며 기어 펌프(gear pump or metering pump)의 회전수에 의해 토출량이 결정된다.

· 토출량 (cc/min) 계산식

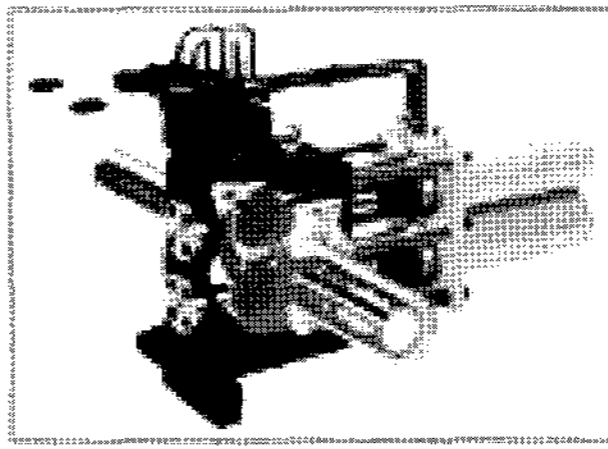
기어펌프의 용량 × 회전수 × 폴리머수지의 밀도



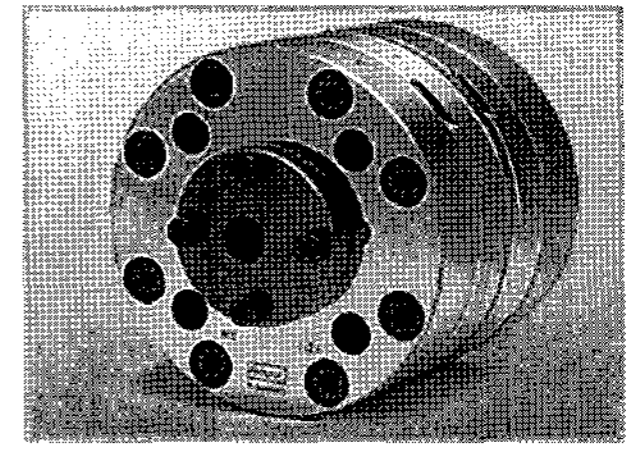
Extruder



Screw



Screen Changer(Polymer Filter)



Gear Pump(Constant Output)

Figure 5. MB 설비내의 다양한 부품.

방사부분은 MB 설비의 핵심 부분으로 설비 제조업체에 따라 spin pack(air plate, nozzle)의 구조와 각 부분설비의 설계가 다르고 생산업체의 경우 부직포 웹의 특성이 달라지기 때문에 개발용도에 맞는 설비를 갖추는 것이 중요하다.

특히 방사부분에서 용융된 고분자 수지가 섬유화되기 위해서는 고온 고압의 공기가 필요하게 된다. 이 공기는 외부 공기를 컴프레셔에 의해 압축시켜 die tip(노즐의 끝부분)에 공급되도록 하고 주변공기와 함께 forming belt 아래로 흡입된다. 이 때 흡입되는 공기는 섬유가 적절하게 적층되도록 die tip에서 blowing 된 공기보다 많이 흡입되어야 한다.

방사팩(spin pack)의 구조는 앞서 설명한 바와 같이 제조업체에 따라 달라지는데 일반적으로 3가지 형태로 나누어져 있다.

exxon die system의 경우 고분자 수지의 분배판이 coat hanger 방식으로 노즐이 1열 형태로 되어있으며 대부분의 설비업체에서 일반적으로 채용하는 시스템이다. coat hanger 방식은 sheet 또는 film 사출기의 분배 형태이기도 하다. 장점으로는 안정화된 고품질의 부직포 웹 생산이 가능한 반면 단위 폭 당 생산량이 한정적이다.

biax die system의 경우 노즐이 다열 형태로 동심원의 구조의 에어홀이 있다. 높은 생산성이 가능한 반면 섬유 직경의 편차가 크고 각 홀당 균제도 관리가 다소 어려운 단점이 있다. Hills 사 spin pack의 경우 coat hanger 시스템의 단계를 세분화하여 부직포 웹의 편차를 개선하였으며 화학적(감광) 처리에 의해 노즐직경이 0.1 mm 수준까지 가능해지므로써 기

존의 35 h/in(직경 0.3 mm) 보다 노즐 밀도가 높은 100 h/in 이상의 노즐 제조가 가능하게 되어 1 um 이하의 나노급 섬유 생산이 가능하게 되었다. 그러나 용융된 고분자의 이동거리가 길어 방사압이 상승되어 생산 관리에 어려움이 있으며 생산량이 적어 일반 부직포 제품에는 경쟁력이 약한 단점이 있다

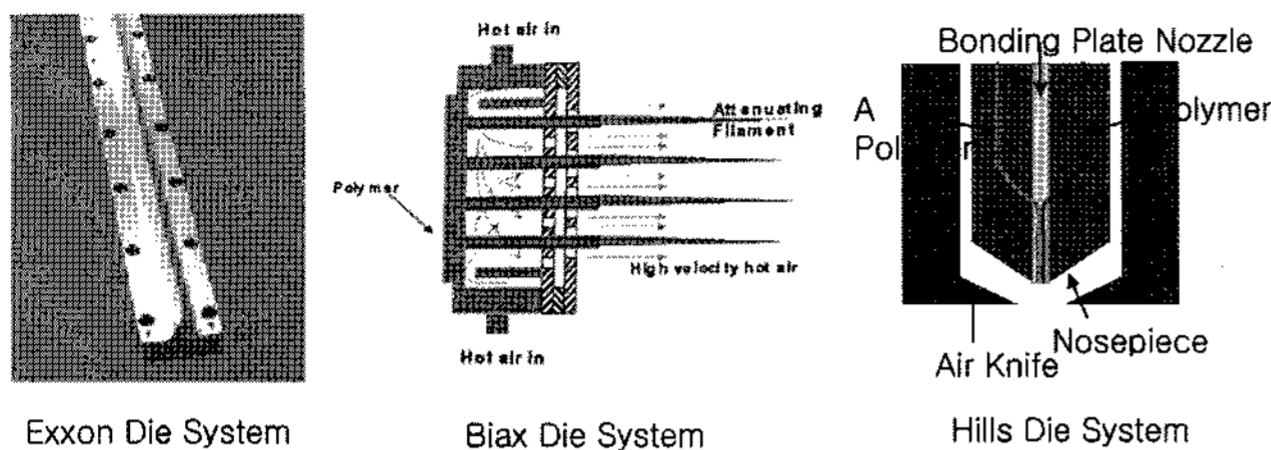


Figure 6. MB의 다양한 제조방식.

웹 형성부분은 일반적으로 web former, collect 또는 forming belt라고 하는데 방사된 웹이 표면에 적층될 수 있도록 belt 하부에서 공기를 흡입하는 장치이다.

방사된 웹의 좌우 폭 방향과 상하 길이방향의 중량, 웹형태, 웹구조 등의 균일성을 부여하는 설비로 belt의 재질, mesh 크기, 공기 흡입부분의 구조 등의 설계가 중요하다. 일반적으로 belt는 폴리에스터 또는 steel 소재를 사용하며 고내열성 소재를 사용하기도 한다.

마지막 권취부분은 부직포 웹의 중량이나 고분자 수지의 종류, 웹 형태 등에 적합한 권취롤(winder)을 이용하며 일반적으로 100 m/분 속도 이내에서 사용한다.

MB 부직포 웹의 강도가 낮기 때문에 그 이상의 권취속도는 어려우며 웹 형성부분과 권취부분의 장력 조절이 매우 중요하다.

1.4. MB 공정 변수

MB 생산에서의 중요한 공정 변수로는 각 설비의 최적화된 시스템 구축이 우선되어야 한다. 앞서 설명한 각 설비 부분이 생산하고자 하는 용도에 맞는 설비인지에 대한 검토가 필요하다. 더불어 공정별 software에 해당하는 공정 조건 설정이 매우 중요하다. 주요 공정변수로는 다음과 같다.

- 원료의 선정
- 용융 온도
- 에어 조건 (온도 및 압력)
- 에어갭 (air gap) 조건
- DCD (die to collector distance)
- 토출량 (output)
- 기타

우선 원료부분은 MI 800-1500 수준이 MB 생산에 적합하다. PP, PE, PET, PA 등 대부분의 열가소성 수지는 MB 생산이 가능한 수지이나 현재는 PP 외 MB에 적합한 점도의 고분자 수지는 없기 때문에 PP 이외의 고분자 수지를 방사할 경우에는 각 설비에 생산 가능한 원료 개량 공정 조건을 찾아야 한다. 고분자 수지는 분자량과 분자량의 분포가 중요하며 가능한 분자량 분포가 적은 것이 직경이 작고 균일한 섬유 생산에 유리하다. 또한, MI 값이 높을수록(점도가 낮을수록) 생산량이 높아진다.

고분자 수지의 용융온도는 수지의 흐름성과 점도를 제어하는 역할을 하는데 spin pack 온도는 고분자의 용점(melting temp.)보다 최소 20-30 °C 높아야 방사성이 좋다. 방사 온도가 높을수록 극세 섬유의 생산은 가능하나 고분자 취화를 유발하여 섬유 사절 및 부직포 웹 강도의 원인이 된다.

방사시 부여되는 에어의 온도와 압력은 MB 공정에서 가장 중요한 공정 조건으로 방사된 고분자가 섬유화 되도록 연신성을 부여하고 섬유의 냉각점을 조절하여 부직포 웹의 강도와 외관에 영향을 미친다. 또한, 섬유의 극세화를 제어하는 역할을 한다. 에어의 온도가 높으면 냉각점이 낮아져 부직포 웹의 접착성은 좋으나 벌키성이 떨어지게 되며 압력이 높으면 최종 섬유 직경이 극세화되고 적층상태가 compact하게 되어 외관이 깨끗한 반면 린트, 플라이 등의 섬유 사절의 원인이 된다. 일반적인 에어압력은 3-10 psi 정도로 관리하는 것이 좋다.

에어갭 관리는 균일한 에어량을 공급하여 균일한 부직포 웹을 얻기위한 중요한 공정 변수로 일반적으로는 0.5-1.0 mm 정도의 에어갭을 맞추며 에어갭이 작을 수록 공기의 속도가 빨라지므로 에어량을 적게 조정한다. 또한, 노즐 tip과 방사팩 하단부의 거리인 set-back은 0.8-1.2 mm 정도로 관리하여 방사되는 섬유와 에어가 former 방향으로 일정하도록 하여야 한다.

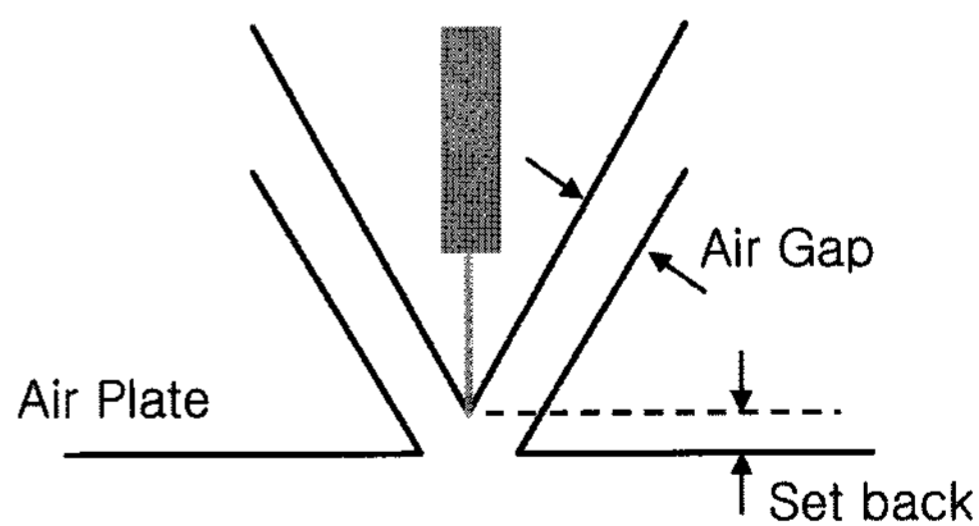


Figure 7. MB 제조 시의 air 관리 모식도.

DCD는 웹내의 섬유밀도와 적층 형태를 제어하는 중요한 인자로 DCD의 길이에 따라 MB 부직포 웹의 용도 구분이 가능하다. DCD의 길이가 길어지면 섬유의 직경이 감소되며 웹의 평균 기공이 커지는 경향이 있으나 임계점 이상이 되면



더 이상 직경은 감소하지 않는다. 필터 제품의 경우 DCD를 짧게 하며 오일흡착포의 경우 DCD를 길게 하여 방사한다.

토출량은 생산량과 같은 의미로 토출량이 증가할수록 평균 섬유 직경이 커지는데 이것은 방사후의 die-swelling 현상때문이다. 토출량 증가는 생산성의 향상효과는 있으나 부직포 웹이 다소 거칠어지는 경향이 있으며 노즐에서 걸리는 고분자 수지의 압력이 높아져 부분적인 압력차에 의한 웹의 불균일과 leak 현상의 원인이 되기도한다.

기타 공정변수로서는 압출기의 압력 및 회전수, 압출온도, 노즐의 온도분포, 노즐압력, web former의 흡입속도, 유량, winder의 장력, 권취압력 등 공정별로 다양한 인자들이 있다.

· MB 부직포 생산 불량률의 유형과 trouble shooting

- 부직포 웹의 중량 편차

- ① 노즐 온도 불균일, 노즐 막힘 : spinpack의 부분별 온도 관리 및 노즐 burning후의 탄화 및 세정 상태 확인
- ② polymer 공급 불균일 : gear pump의 구동상태 점검 및 부분별 고분자 토출량 분석
- ③ web former 흡입량 불균일 : damper 조정
- ④ airgap 불균일 : air 공급상태 확인부 재조정

- 원료 leak

- ① spinpack 조립 불량 : 노즐 및 팩의 위치 점검후 재조정, 예비 열처리후 열팽창 상태 장착, sealing 교체
- ② pack 압력 점검 : 노즐 막힘 및 원료 물성 점검

- fly 발생

- ① 공급 공기와 흡입공기와의 유량차 : air receiver를 이용한 급격한 공기량 변화 완충
- ② 고분자 점도가 너무 낮을 경우 : 생산조건에 맞는 고분자 선정

- shot 발생(용융상태에서의 섬유간 충돌형태로 섬유절단 발생)

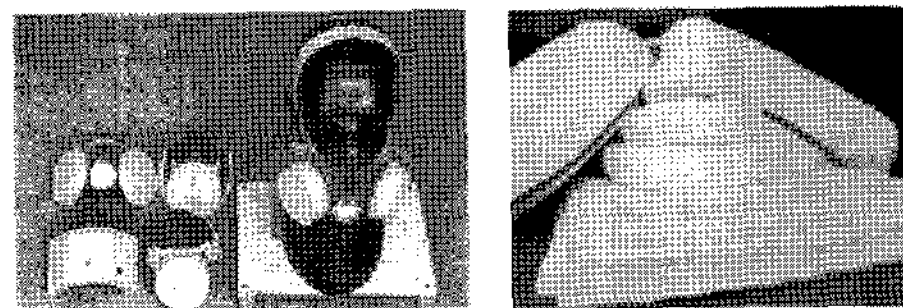
- ① 부분적 노즐 막힘 : 노즐 점검 및 재처리
- ② 공정 공기가 배기 공기보다 낮을 경우 : 에어온도를 낮추고 공급량 증대
- ③ die tip 오염 : die tip 오염세척 및 교체
- ④ 용융 고분자 및 첨가제의 물성 불량 : 수지의 균제성 및 첨가제와의 상용성 점검

2. MB 부직포의 개발과 용도전개

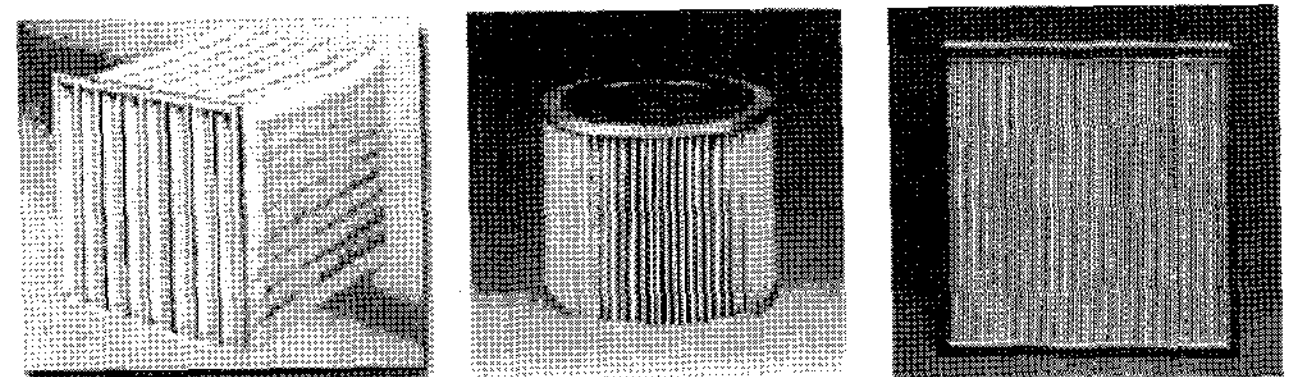
2.1. MB 부직포의 용도 현황

MB 부직포는 차별화된 웹 특성과 높은 생산 효율성 및 가

격 경쟁력이 타 부직포에 비해 높기 때문에 다양한 용도에 적용되고 있다. 여과 소재로서 필터용 매체로 사용되어 자동차, 공기청정기 및 공조용 등의 에어필터 분야와 공조용 폐액 및 폐수처리, 정수기 등 액체 필터 분야에 사용되고 있을 뿐 아니라 산업용 방진 마스크, 일회용 마스크 등 다양한 용도로 사용되고 있다. 또한, 자동차 및 건축용 흡음재, 오일흡착포 등 산업용 소재로서도 활용도가 높으며 일반 생활용품으로는 물티슈 등에도 사용되고 있다.



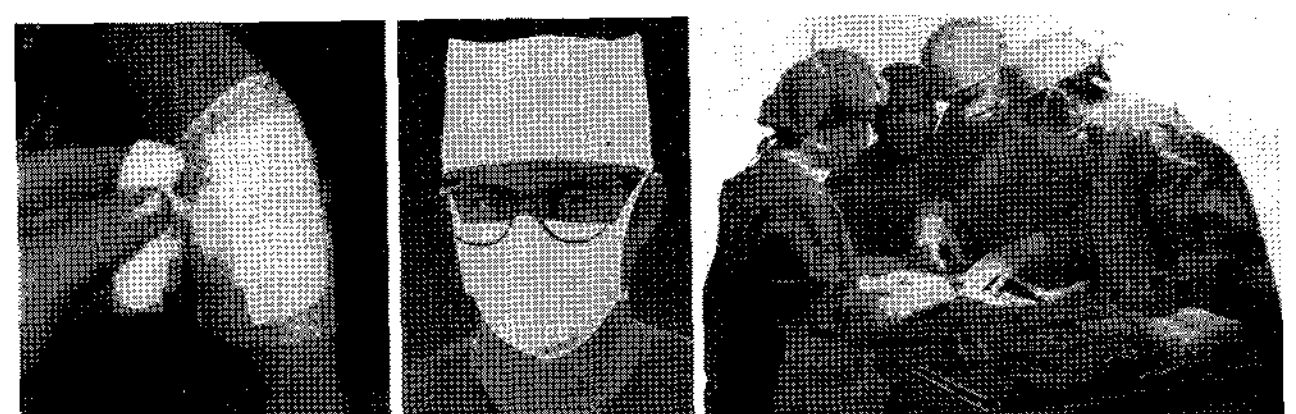
<산업용 방진 마스크> <오일 흡착포>



<백필터> <HEPA 필터>

Figure 8. MB 소재의 산업용 제품.

최근에는 상처용 보호밴드 및 수술용 마스크, 수술복 등 의료분야에도 용도가 확대되고 있으며 spunbond와 같은 타 부직포 시스템과 복합화하여 의료용 및 일회용 위생제 등 물성이 개선된 제품개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 SMS(spunbond-MB-spunbond) 제품의 경우 박테리아, 혈액, 병원균에 대한 차단성이 우수하여 수술복, 환자복, 수술용 모자 및 각종 세균 보호복 등에 사용되고 있으며 여과성능 및 통기성이 우수하기 때문에 의료용 붕대, 창상 보호재 등으로 사용되어 세계적으로 6억 불 이상의 시장규모를 가지고 있다.



<상처보호밴드> <일회용 마스크> <일회용 수술복>

Figure 9. MB 소재의 의료용 제품.

· 용도 전개

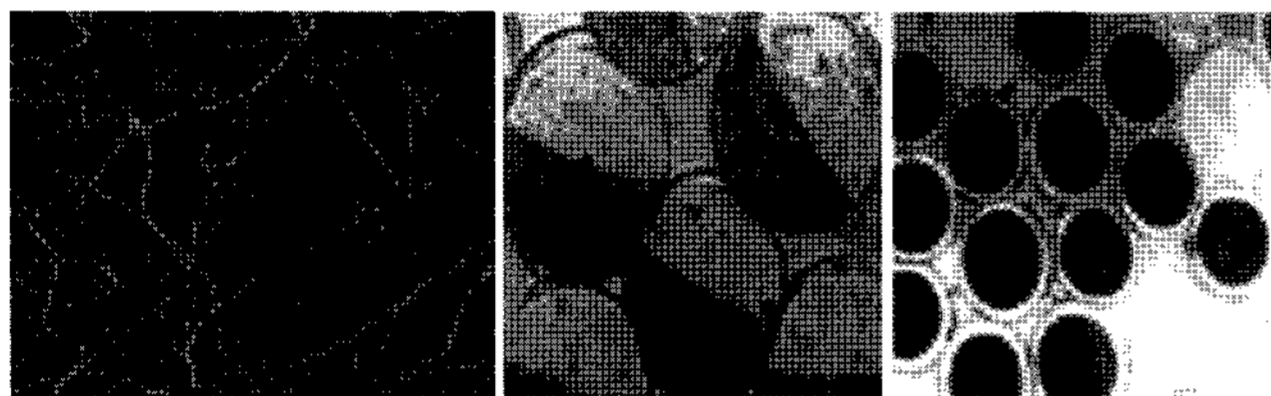
- 여과용 : 필터류(클린룸, 일반 공조, 자동차, 수처리 산업

등), 마스크 등

- 의료용 : 수술복, 세균보호복, 소독용 웹, 밴드 등
- 위생용 : 기저귀, 생리대, 요실금 소재 등
- 오염방지용 : 오일 흡착포
- 의류용 : 산업의복류, 의류용 패딩 등
- 기타 : 와이퍼, 핫멜트 접착소재 등

2.2. MB 부직포의 용도 개발과 적용 기술

MB 부직포의 용도개발은 앞서 언급한대로 제조방법이 다른 부직포 웹에 비해 많은 장점을 가지고 있어 소재에 대한 대체 능력 뿐 아니라 기존 소재의 개량, 신규 시장의 창출 등 꾸준한 증가추세에 있다. 기존의 단방사 방식 소재의 한계성에서 벗어나 PP/PET, PP/PE, PP/TPU 등 다양한 고분자를 이용하여 소재의 형태안정성과 혼용 소재의 특성을 활용한 복합방사 기술이 개발되어 향후 용도 전개가 더욱 넓어질 전망이다.



〈섬유직경 : $\le 1\mu m$ 〉 〈Side By Side Type〉 〈Sheath/Core Type〉

Figure 10. MB 복합방사 섬유의 형태.

더욱이 전기방사 방식의 장점이었던 1 μm 이하의 나노급 섬유 생산이 가능해지므로써 일회용 생활 소재나 저가용 산업소재에서 벗어나 고부가성 특수 분야의 제품 개발에 접목되는 소재가 되고 있다. 특히, 의료, 군수, 전자 산업 등에도 MB 부직포의 응용 개발이 진행되고 있다.

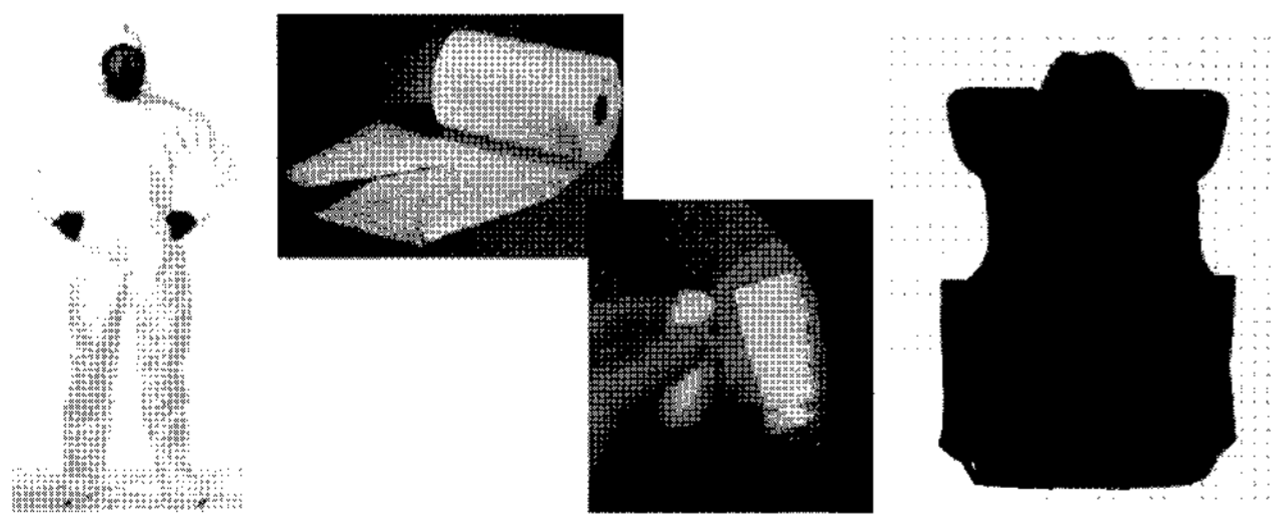
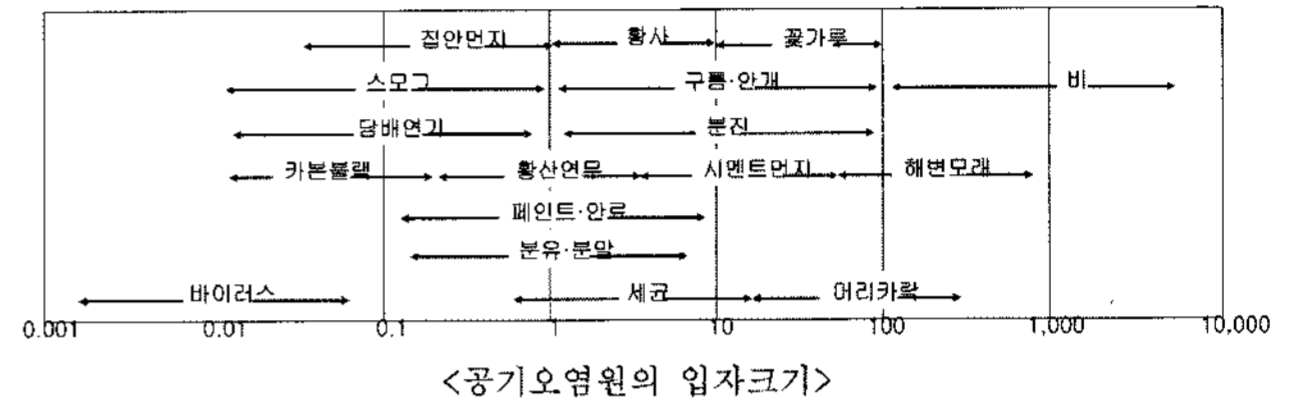


Figure 11. MB 소재의 군수, 의료용 제품.

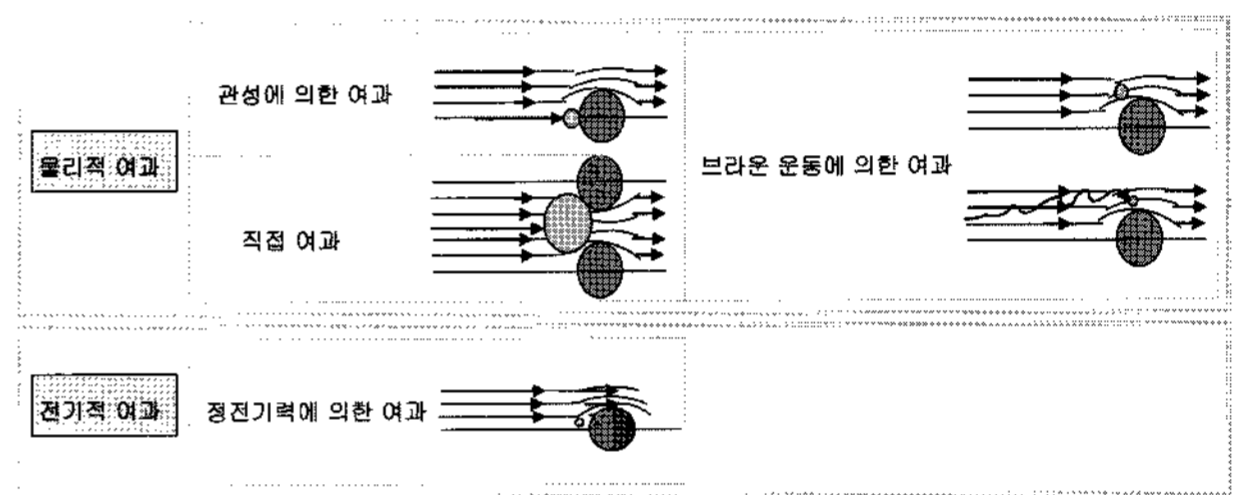
2.3. MB 나노섬유 부직포 개발과 제품화 전개

나노섬유 부직포의 개발은 넓은 표면적과 미세 기공의 형성, 웹의 경량성 등의 장점으로 고효율성 필터부분의 응용개발이 예측된다.

일반 생활에서도 이미 HEPA 급 이상의 효율성 높은 필터가 사용되고 있지만 생활속에서 발생하는 각종 오염원(먼지, 꽃가루, 화학성분, 바이러스 및 세균 등)에 대한 원천적 여과를 위해서는 다양한 오염원을 제어할 수 있는 소재의 필요성이 제기되고있다. 나노 섬유 필터여재는 이에 가장 적합한 소재라고 할 수있으며 다양한 가공 처리를 통해 향후 진보된 필터 시스템의 주요 소재로 자리잡을 것이다.



〈공기오염원의 입자크기〉



〈공기여과의 메커니즘〉

Figure 12. 필터 여과 메커니즘.

또한, 나노 섬유로 제조된 부직포 소재는 박테리아, 혈액, 병원균 등에 대한 차단성이 우수하기 때문에 의료용 소재로 써도 활용성이 높을 것으로 예상된다.

현재 사용되고 있는 수술용 소재, 창상 커버제 외에도 혈액 투석 분리막, 인공혈관 보강재, 삼출물 흡액 소재 등으로의 개발도 가능하다.

3. MB 부직포의 개발 방향

3.1. 타소재와의 복합화

MB 부직포 웹은 여러 가지 우수한 특성에도 불구하고 낮은 물성으로 인해 형태안정성이 취약하여 독립적인 소재로 사용하기에는 어려움이 많기 때문에 일회용 와이퍼 및 물티슈 등의 저가 용도 외에는 타소재와의 복합화 제품이 개발되어왔다.

대표적인 제품으로는 여과 매체로서의 필터 소재가 있다. 일반적으로 구성되는 air filter 제품은 지지체로서 spunbond, thermal-bond, chemical-bond 등을 사용하고 MB 부직포는 내층체로서 필터의 기능을 담당하는 소재로 사용되어 왔다. 보통 2-, 3-layer 구조로 구성되어 있다.

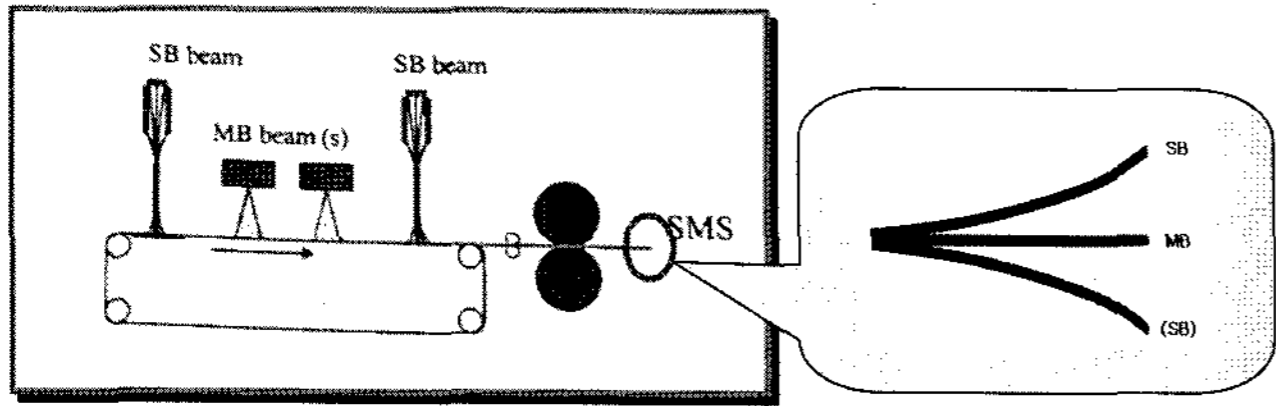


Figure 13. MB 설비의 복합화 예.

최근 개발되고 있는 MB 복합방사 소재는 강도와 형태안정성이 개량되어 독립적인 용도의 사용이 확대되고 있다. 또한, 나노 섬유 부직포를 원단에 복합화시켜 투습 기능을 갖는 레저의류용 소재, 신축성이나 내열성을 갖는 기능성 소재의 경우는 의료 및 의류용 고감성화 소재로 개발되어 필름이나 직편물과 같은 부직포 이외 소재와의 복합화에 응용되고 있다. 이러한 제품들은 의료, 건축, 자동차, 인테리어 등 다양한 분야의 새로운 용도로 확대되고 있다.

3.2. Fusion 산업에의 응용

MB 부직포 기술 개발은 복합방사 기술과 나노섬유 개발 기술, 다양한 소재 복합화 기술 등으로 전자, 군수, 화학 산업 등 타 산업분야와의 응용개발로 확대되고 있다. 특히 전자 산업의 경우, MB 부직포의 barrier 특성을 이용한 battery seperator로의 개발이 진행되어 1차 전지 seperator에는 이미 제품화가 되어 있으며 일본, 미국을 비롯한 선진국에서는 2차 전지 seperater 개발을 시도하고 있다.

seperater 개발은 1 um 이하의 섬유 직경의 MB 부직포웹을 전해질을 차단, 통과시킬수 있도록 일정 수준의 미세 기공으로 적층, 형태적으로 안정화시킬 수 있는 제조 기술이 요구된다.

또한, 고강성 고내열성 고분자 소재의 부직포를 이용하여 방탄, 방검복과 같은 군수산업 소재 개발과 미세 기공성을 이

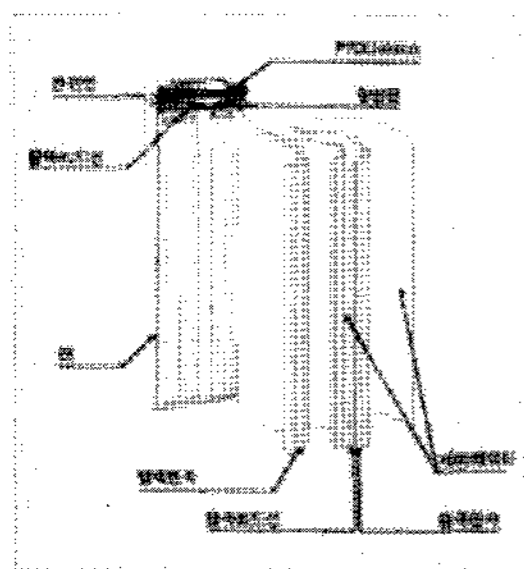


Figure 14. 2차 전지 Separator 구조.

용한 화학물질 여과 제품, 오페수 차폐소재, UV 차단성과 생분해성 고분자 소재의 부직포를 이용한 농업용 소재 등 다양한 산업분야에의 응용이 가능할 것으로 기대되고 있다.

4. MB 기술에 대한 결론

melt blown 제조 기술은 개발 역사에 비해 제품성이 낮아 그동안 일회용 생활제품 중심으로 상업화되어 왔다. 미국을 비롯한 일본, 독일 등 선진국에 비해 설비의 도입 시기도 늦었을 뿐 아니라 그동안 용도 개발에 대한 연구도 등한시 되어 왔다.

최근 MB 부직포의 다양한 기술이 개발되어 그 동안 약점으로 지적되었던 물성과 형태안정성, 사용 가능한 고분자 소재의 한계성 및 생산 기술에 대한 제어성 등이 많이 개선되어 MB 부직포를 기반으로하는 고효율성 필터, 내열성 흡음재 등 고기능성 시장에 대한 외산 제품과의 경쟁이 가능하게 되었다. 또한, 이성분 소재의 복합방사가 가능해지므로써 각 고분자의 특성 발현이 가능해 새로운 용도의 창출이 모색되고 있고 나노 섬유 제조기술 개발로 인해 일회용이 아닌 내구성 소재로서의 응용 제품에까지 접목되어 MB 소재에 대한 새로운 관점을 가져야 할 때이다.

앞서 언급한대로 이미 전자, 의료, 군수, 화학, 농업 등 다양한 분야에서의 퓨전 산업 소재로서도 가능성이 검증되고 있다.

향후 꾸준한 용도 개발과 창출, 안정화된 제조기술을 기반으로 한 MB 부직포의 무한한 시장 개척을 기대한다.

• 이 창 환

- 1993. 한양대학교 섬유공학과(석사)
- 1992-1997. (주)효성 기술연구소 책임연구원
- 1997-2001. (주) 효성 대구 염색공장 생산팀장
- 현재. 한양대학교 고분자공학과(박사 중)
- 2001-현재. (주)웰크론 연구소장