

정전기에 의한 면단섬유의 제거

면단섬유의 제거에 대하여 기히 보고된 것과는 달리 장섬유와 단섬유($\frac{3}{8}$ in 미만)가 정전장 Gradients에서 상이하게 작용하게끔 할 수 있다고 보고하고 있다. New Orleans에 있는 Southern Regional Research Laboratory(S.R.R.L.)는 이 연구를 수행하기 위하여 몇 개의 시험장치를 개발했다 실제로 그들은 정전장을 이용하여 시간당 $\frac{1}{4}$ lb의 생산율에서 45%까지 단섬유함유율을 감소시켰다. 만일 S.R.R.L.의 시험이 공업적으로 이용 가능하다는 것이 증명된다면 단섬유는 기계적인 수단 대신으로 정전력에 의하여 장섬유로부터 분리 가능할 것이다.

1. 이론의 근거

면섬유를 장섬유와 단섬유 Group으로 분리하는 원리를 뒷받침하는 이론은 다음 두 사실에 근거를 둔 것이다.

1) 면방공장에 인도되는 원면은 lb당 약 140백만의 섬유로 되어 있다. 이러한 섬유는 섬유장 최고 $1\frac{1}{2}$ in이고 평균섬유장 $1\frac{1}{16}$ in이며 단섬유 함유율은 무게로 약 6~8%이다. 그러나 미열면, 손상되었거나 부적당하게 조면된 면은 12%이상의 단섬유를 함유하고 있다.

2) 단섬유 함유율 1%의 감소마다 사강력은 1% 증가되고 과다한 단섬유의 함유는 대부분 모든사와 직물의 품질을 떨어뜨리며 방적공정에 있어 조사의 연의 증가를 요한다는 것이 실증되고 있다. 또 The National Cotton Council of America는 단섬유 자체만도 lb당 5¢만큼 방적노동비에 영향을 준다고 보고하고 있다.

이러한 결론은 S.R.R.L.로 하여금 면섬유로부터 고율로 단섬유를 제거하기 위한 고성능의 기계를 개발할 가능성을 연구케 해서 방적공정에 있어 능력을 높이고 품질을 향상하게끔 하고 있다. 이러한 기계가 개발되면은 면사의 균육도, 강력, 품위를 개선할 것이며 방적하기 곤란한 원면에 대하여 공정을 보다 유효하게 하겠고 면제품의 원가를 감소시킬 것이다.

2. 문제점

원면으로부터 단섬유를 재래식 소즐보다 더 효과적으로 제거하는 방법을 발전시키기 위하여 S.R.R.L.는 개개섬유를 기초로 섬유를 처리해서 단섬유를 계속적으로 제거하는 방법을 연구했다. 여러 가지 고려된 수법가운데 기계적인 방법과 정전장 방법의 절충이 가장 합리적인 것 같이 생각되었다.

섬유장에 따라서 섬유를 분리하는 정전장의 효과는 정전장의 영향하에서 섬유의 배열(Alignment), 병진운동(Translation), 영동운동(Migration)을 측정한 예비연구에서 확립되었다. 배열은 정전력선에 평행하게 정돈되는 것이고 병진운동은 정전력선에 평행하게 운동하는 것이며 영동운동은 정전장력의 증가방향에 대한 섬유의 운동이다. S.R.R.L.의 연구는 인접섬유간에 현저한 차이는 생기지 않으나 단섬유는 장섬유와 상이하게 행동한다는 것을 나타내고 있다. 그래서 이것은 섬유분리의 문제로 정전력장을 설계케 했고 충분한 감도로서 성분을 집합케 했다.

원면으로부터 단섬유를 제거하는 새로운 공정을 개발하는 것은 다음 두 별개의 방법의 연구와 개발이 동시에 요청된다.

- 1) 정전장을 이용하여 장섬유와 단섬유를 분리하는 Fiber Processing system
- 2) 정전장에 기하 작용받은 섬유를 교란하지 않고 개개의 섬유로서 정전장으로 면을 계속적으로 공급하는 Feeding System

3. 연구과정

S.R.R.L.의 연구자들은 섬유를 분리하기 위하여 불균일한 정전장을 사용하는 두 가지 시험장치를 설계하여 제작했다.(불균일한 정전장은 전극간의 장 Gradients가 최저로부터 최고강도까지 비선형율로 변화하는 것이다.) 그들은 정전위가 가해질 양전극 혹은 한 전극을 특별하게 설계하므로서 이 형태의 정전장을 얻었다. 기본원리는 새로운 것이 아니며 광범하게 다른 물질을 분리하는데 사용되었었다. 그러나 장, 단면섬유와 같이 유사한 물질을 분리하는 것은 아니었다. 불균일 정전장의 원리는 그림 1에 예시되어 있고 그림1, 2와 표 1로부터 불균일 정전장의 원리를 어떻게 응용하는 것이 가장 좋은 결과를 나타내느냐 하는 것을 알 수 있다.

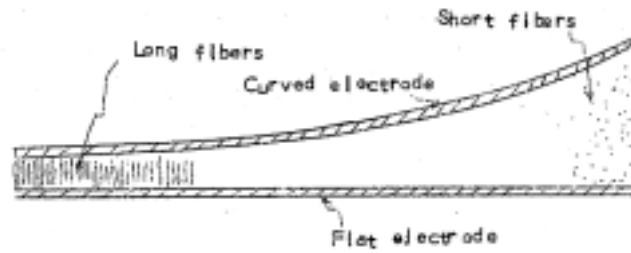
단섬유 ; $\frac{3''}{8}$ 미만의 섬유

단섬유의 감소율 ; $\frac{\text{단섬유(input)} - \text{단섬유(Output)}}{\text{단섬유(Input)}} \times 100$

장섬유의 제거율 ; $\frac{\text{단섬유 샘플링에 있어 } \frac{3''}{8} \text{이상의 섬유}}{\frac{3''}{8} \text{이상의 섬유(input)}} \times 100$

그림 1과 같이 두 전극은 평면과 타원의 선분과 같이 전극을 놓으므로서 전위는 비선형적으로 변화한다(전극간의 거리처럼 역으로). 운전중 개개로 떨어진 섬유는 최저정전장강도의 부위의 전극간에 공급된다. 이러한 섬유는 전극간의 역선에 따라서 배열되고 보다 높은 정전장강도의 부위를 행하여 끌려진다.

장섬유는 단섬유보다 빠르게 이 부위를 행하여 영동운동을 하고 단섬유는 높은 정전장강도에 쉽게 끌리지 않으므로 섬유장별로 섬유를 분리할 수 있게끔 오랫동안 저정전장강도의 부위에 남아 있다. 따라서 섬유장별로 전극간으로부터 이러한 섬유를 제거할 수 있다.

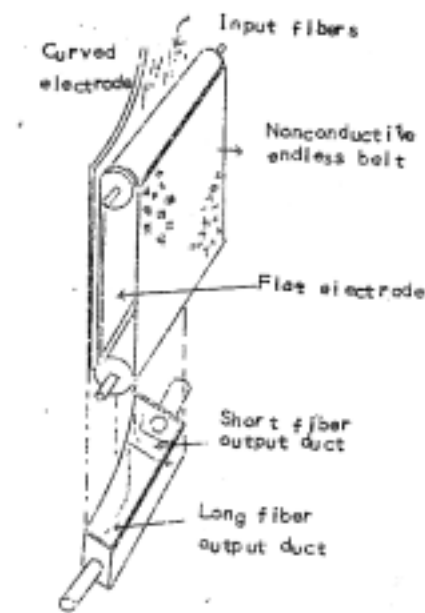


<그림 1> 불균일 정전장원리

S.R.R.L.은 몇 개의 불균일 정전장장치를 설계했다. 그림 2는 이것들 중 하나를 보여 주고 있으며 그림 2에서 평면과 곡면전극은 기술한 것과 같이 작용한다. 또 기계적 조작에 있어 필요로 하는 지속적인 생산을 하기 위하여 순환 Belt가 공급구로부터 평면전극과 떨어져서 선회한다. 이 Belt는 섬유의 영동운동과 병진운동방향에 수직으로, 배열된 섬유를 이동시키고 장섬유와 단섬유 분류물로서 제거되는 두 개의 흡수관으로 운반한다. 이 기계의 대표적인 성과(표 1)은 저생산수준에서 좋은 섬유분리를 나타낸다. 면의 단섬유함유율은 32~66%까지 감소되었으며, 단섬유는 시간당 132g 생산에 있어 16g Input으로부터 8.8% Output로 감소되었다. 상기표에서 생산을 상승시키기 위한 기도는 분리에 있어 급멸소를 초래했다. 생산을 증가시키기 위한 목적으로 정전장의 단위를 크게 하는 노력도 헛수고였고 길이와 폭의 증가도 생산에는 무영향이였다. 깊이(전극공간)의 증가는 정비례로 생산을 증가시켰으나 그것 또한 같은 등급(magnitude)의 전압의 증가를 요하였다.

이러한 제한을 극복하기 위하여 S.R.R.L.은 용원리가 폭에 무관한 상당히 다른 기계를 설계했고 이 설계를 40in폭의 Model로 제작해서 소면기에 이용할 수 있었다. 그들은 상기 원리를 이용하여 여러 가지 Model을 설계했고 그림 3은 이들 중 한 Model의 개요도이다. 도면에 있어 평면과 두 쌍의 회전하

는 Cylinder형 전극은 그림 2의 평면과 곡면의 전기적 기능을 수정한다. 그러나 이 기계와 관계되는 Model에서 정전장은 장섬유를 끄는 두 개의 고정전장강도의 부위를 가지고 있다고 단섬유는 각쌍의 역회전하는 전극간에서 정전장의 전폭에 걸쳐서 제거된다. 큰 전극쌍의 회전은 전기적으로 유도된 영동운동에 반대이어서 고정전장도 부위에서 단섬유의 율을 낮춘다.



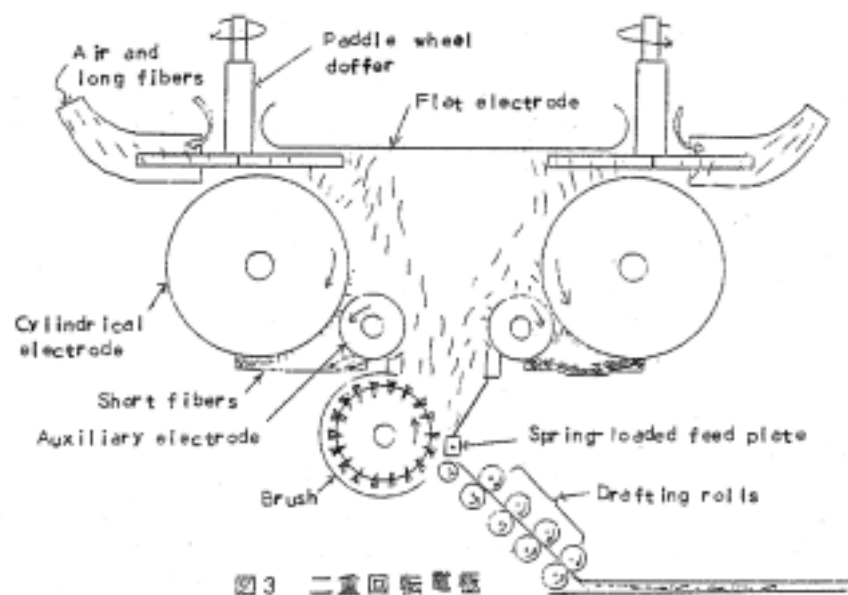
<그림 2> 연속생산원리

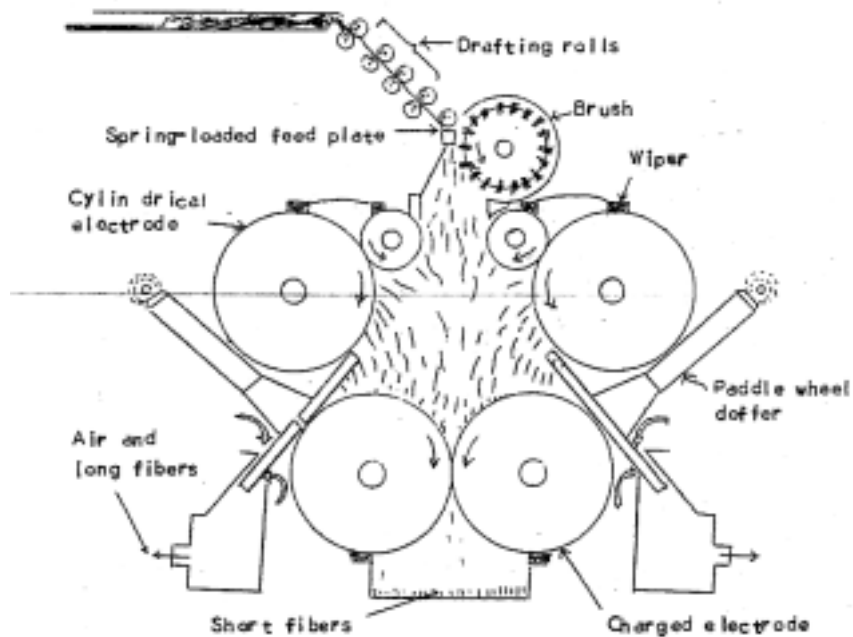
<표 1> 섬유분리결과

生産率 (Grams/hr)	短纖維含有率		短纖維 減少率	長纖維 除去率
	Input (%)	Output (%)	(%)	(%)
15	16.0	5.4	66.3	4.5
30	16.0	10.0	37.5	3.5
68	16.0	10.8	32.5	4.4
132	16.0	8.8	45.0	8.1

그림 3의 개요도는 Web, sliver, picker lap로부터 섬유를 개개로 분리할 수

있는 공급방법을 보여 준다. 그것은 몇 개의 Drafting단계와 spring하중의 공급대에 접해서 운동하는 뺏뺏한 Brush를 가지고 있으며 공급기구로부터 섬유는 Brush에 의하여 생기는 적은 기류로서 정전장에 운반된다. 정전장에서 일단 장섬유는 고정전장강도의 부위에서 영동운동에 의하여 분리되고 더 서서히 영동운동을 하는 단섬유는 두 개의 저정전강도의 부위에서 회전하는 Cylinder형 전극에 의하여 운반되어 정전장에서 제거된다. 부도체의 호전 Paddle Wheel doffer는 고정전장강도의 부위로부터 흡수구로 장섬유를 운반한다. S.R.R.L.의 연구자들은 정전장에서 섬유가 충분히 배열된 조건으로부터 고도로 평행화된 Sliver나 Roving을 생산하는 것은 비교적 쉽다고는 하지만 Web나 Sliver에서 생산되는 것을 제거하는데 노력은 행하지 않았다. 이러한 시험 Model은 약 8in.폭이고 기능은 폭에 무관하므로 소면기의 폭 40in로 확대한 것은 적어도 원형 Model의 5배를 생산할 것이다. 지금까지 시간당 1lb의 생산이 가장 가능한 방법으로 성공적으로 조작되고 있다.



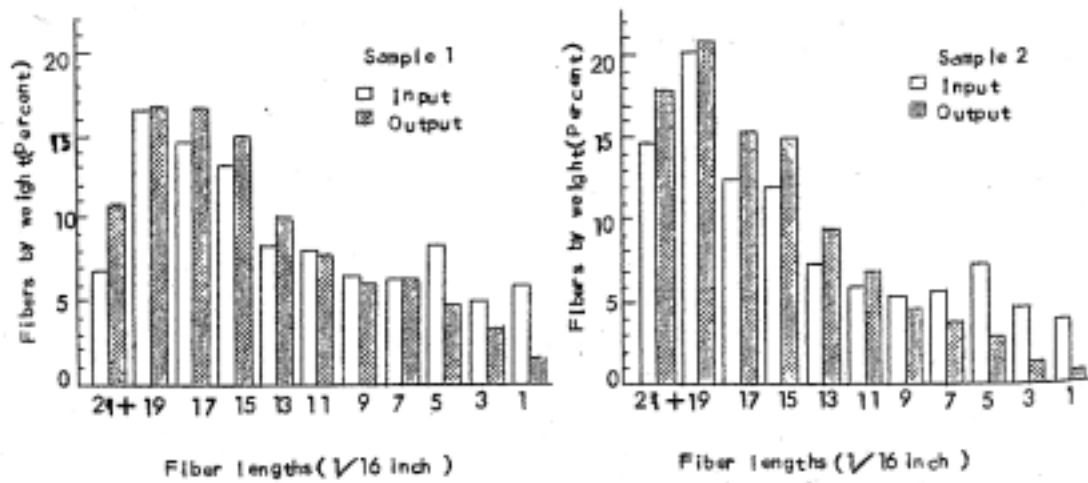


<그림 4> 세쌍의 회전 Cylinder를 이용한 변형 이중전극

이 기계의 변형은 세쌍의 회전하는 Cylinder형 전극을 가지고 있다. 두쌍은 반대방향으로 회전하고 있고, 셋째쌍은 충전되어 있으며 전기적으로 유도된 섬유영동운동 방향의 반대로 회전한다.

<표 2> 회전전극에 의한 섬유의 분리

生産率 (Grams/Hr)	短纖維含有率		短纖維 減少率 (%)	長纖維 除去率 (%)
	Input (%)	Output (%)		
27	8.6	5.1	40.8	7.0
29	8.6	5.5	35.8	2.4
69	8.6	6.3	27.0	2.8
69	9.0	6.7	25.5	7.4
114	8.6	6.9	19.8	3.4
173	8.4	6.6	21.4	3.6
213	9.0	7.7	15.1	1.5
264	9.0	8.0	11.1	1.6
342	9.0	8.1	10.1	4.4



<그림 5> 단섬유제거전후의 섬유분포

이 셋째쌍은 두 개의 저장전장강도부위 대신 무시할 수 있는 정전장강도의 지점에 단섬유 제거의 한 부위를 제공한다. 이러한 기계의 대표적인 결과 (표 2)는 고생산성을 얻을 수 있다는 것을 나타냈고 저율의 장섬유가 단섬유와 같이 제거되었다. 단섬유의 감소율은 생산율이 증가함에 따라 계속하여 감소하나 감소경향은 전에 설계한 것과 같이 심하지는 않다. 단섬유 제거로 기인된 섬유장분포의 변화는 그림 5와 같고 수집된 결과의 자료중 가장 대표적인 것이다.