

# NANOFIBER ELECTROSPINNING SYSTEMS



**ME** MECC CO., LTD.

Total System Catalog October 2019

## 静电纺丝法

静电纺方法的主要特点是将各种材料（主要是聚合物）纺成纳米纤维形状，并且纤维形状的控制相对容易。

研究到目前为止实现了以下静电纺丝材料。

(见图 1)

- 工业热塑性聚合物
- 可生物降解聚合物
- 聚合物混合物
- 与无机化合物混合的复合材料

近年来，氧化铝、氧化锆、钛氧化物、锆钛酸铅等陶瓷纳米纤维的纺丝实例频频出现。

静电纺丝法通常使用材料溶解于溶剂中的溶液作为纺丝材料。

静电纺丝系统，如图 1 所示，由高压电源、聚合物溶液、储槽、喷头和接地收集器组成。聚合物溶液将以恒定的速度从储槽中推出到喷丝头上。

在喷丝头上施加 20kv 至 40kv 的高压，当电吸引超过聚合物溶液的表面张力时，聚合物溶液喷射器将注向收集器。射流中的溶剂逐渐挥发，当到达集电极时，射流将降低到纳米级。

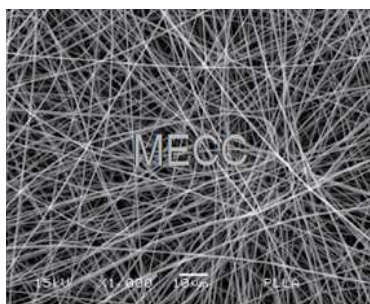


Fig. 2

静电纺纳米纤维形成如图 2 所示的膜。纤维的排向性取决于集电极。纳米纤维膜的单位体积的总表面积比微米级纤维膜大得多。

因此，纳米纤维通过化学或物理改性获得了前所未有的特性，并有望在各个领域得到新的应用。

如图 3 所示，即使用同一聚合物纺丝，也可以通过改变纺丝参数来制备不同形状的纤维，如光滑表面纤维、珠状纤维和多孔纤维。

静电纺丝的参数一般分为三组：溶液特性、纺丝环境和纺丝条件。(图 4)

### Solution Characteristics

- 溶液浓度
- 粘度
- 导电性
- 弹性
- 表面张力

### Spinning Environment

- 环境温度
- 湿度
- 大气压

### Spinning Conditions

- 施加电压
- 溶液喷出量
- 收集器之间的距离和喷丝头
- 集电极的绕线速度

图 4 静电纺丝法影响纳米纤维形状的参数

如何组合这些参数是技术诀窍关键所在

找到所需形状的纳米纤维的最佳纺丝条件，是最困难也是最花费时间的。

虽然花了很多时间来寻找这些参数和纤维形状之间的相关性，近年来其关联性变得越来越清晰。

纺丝溶液的聚合物浓度显然是控制聚合物纤维直径的最重要因素。而且，收集器的设计对于控制纤维的取向是重要的。

用碟式收集器制成的高速取向纳米纤维样品如图 5 所示。有几个重要的参数需要控制，如纤维直径，表面形状和方向。

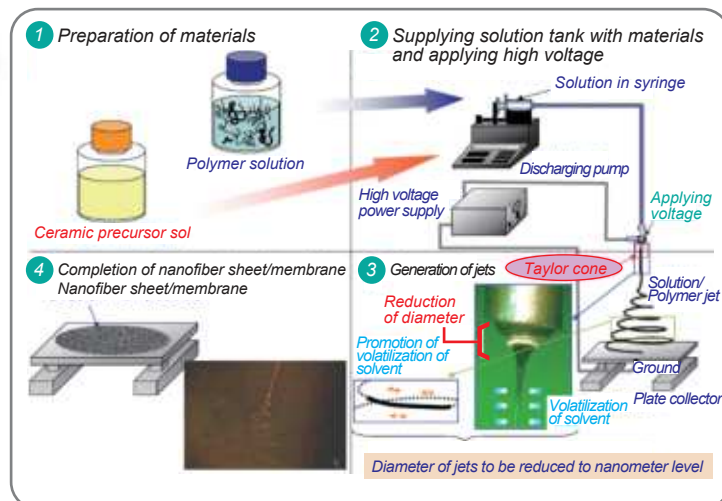
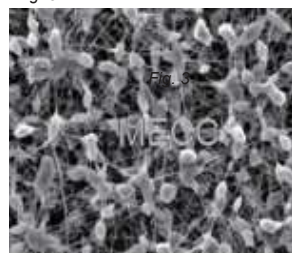


Fig. 1 Principles of electrospinning

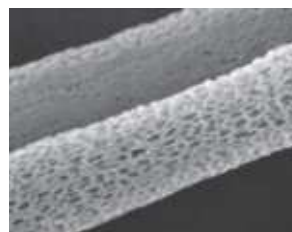
Fig. 3



Beaded fiber



Aligned fiber



Porous fiber



Nanoflament

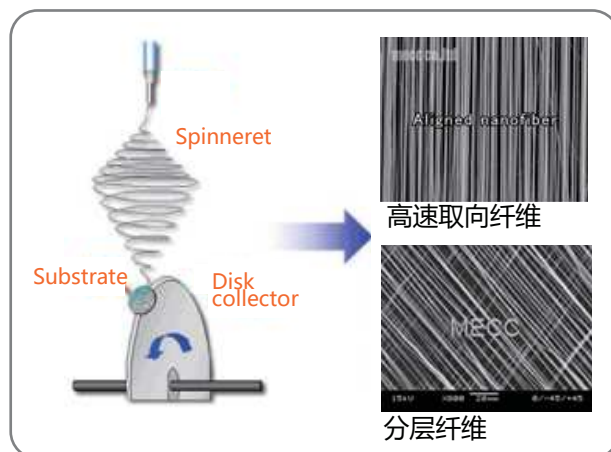


Fig. 5



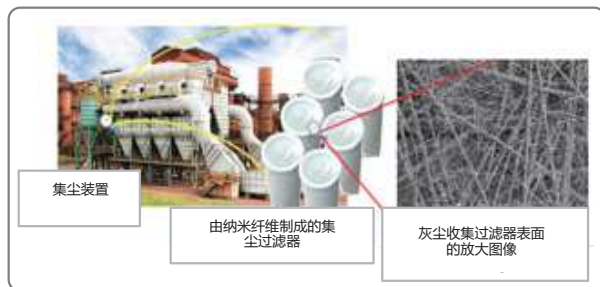
## 纳米纤维的应用

以下纳米纤维的应用目前被认为是具有前景的，并且这些领域的研究正在许多大学，实验室和公司中进行。

- **环境工程**  
滤水器，滤尘器，口罩等
- **电子材料**  
电池隔膜，高导电材料，透明导电膜
- **功能性商品**  
功能性衣服，功能性食品等
- **医疗 / 保健，生物学**  
再生医学，伤口处理，给药系统，细胞培养，血管等

### 环境工程

在环境工程领域，纳米纤维是众所周知的产品，例如过滤器或口罩。利用其高性能过滤，使用由纳米纤维制成的水处理过滤器可以高效地消除目标分子。此外，全球正在开发能够捕获非常小颗粒的口罩，如 PM2.5 的纳米纤维层，以保护人们免受严重的空气污染。



集尘器和过滤器的结构（来自 NEDO 网站）



由 NAMI 开发的 N95 纳米纤维面膜

作为应用之一，用于消除铯的过滤器正在开发中。通过将纳米纤维无纺布层与熔喷无纺布结合起来，可以筛选出光靠熔喷无纺布原本收集不到的极小的铯颗粒（来自专利公布清单）。

### 功能性商品

近年来，一些研究表明，不仅可以使单一和简单的纳米纤维纺织各种纺织品，还可以使用纺织品的复合材料，具有颗粒的复合材料或功能性物体的涂层材料。

英国林肯大学和伊朗食品科学与技术研究所的合作团队在一篇学术期刊“食品类水胶体”中对适用于食品应用的静电纺丝方法进行了全面总结。



运动服有纳米纤维层高透气性和防水性能

作者之一，林肯大学的尼克·塔克博士解释说，静电纺丝法有助于设计生产新的辅助食品化合物，输送系统的性能也正在被改善。具体来说，用静电纺丝法纺制的纳米纤维有望用于食品输送系统，加工和储存之间的过程中或者转移到体内别的位点的过程中保护营养成分。

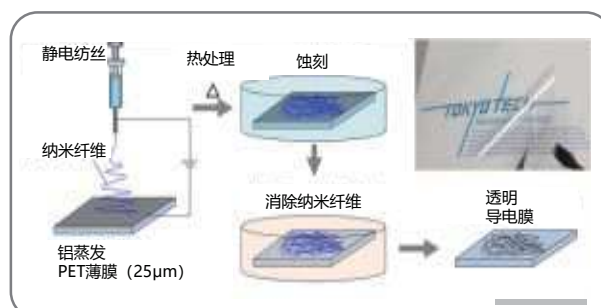
### 电子材料

在电子材料领域，纳米纤维有望用于以下应用：

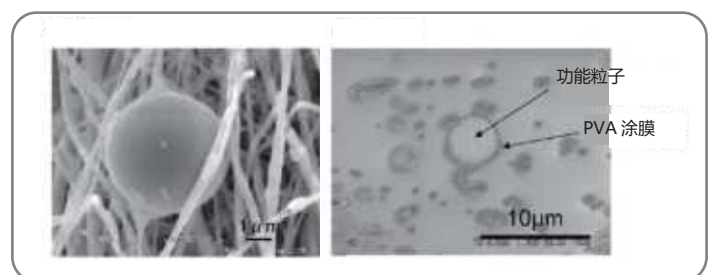
- 高效太阳能用电极或分离器、电池、燃料电池和二次电池。
- 显示器用透明导电滤波器（电极）；触摸板和功能玻璃。

东京理工大学松本副教授组正在开发透明导电薄膜，预计将取代目前用于电极和显示面板的 ITO。

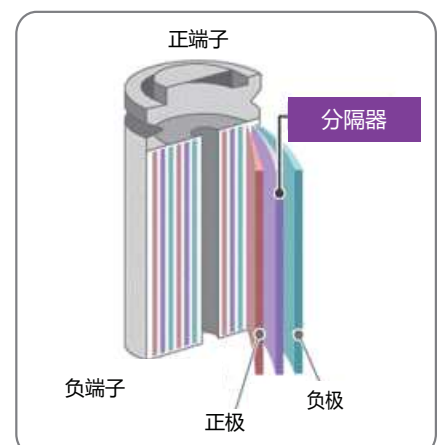
这些薄膜具有与 ITO 一样高的可见光透过率（80%），在  $45\Omega/\text{sq}$  的表面电阻下具有很高的导电率，并且非常薄、轻、柔韧、不易破损。



透明导电膜（来自东京工业大学的网站）



含有功能颗粒的纳米纤维无纺布（来自专利公布列表）



电池分离器（来自帝人公司网站）

## 医疗 / 保健, 生物学

医疗 / 保健或生物学是用静电纺丝法制造的纳米纤维的重要应用之一，并且正在吸引研究人员的兴趣。一些与再生医学相关的产品已经在海外商业化。

日本经济和工业部报告称，2050 年全球预计再生医学相关商品的市场规模为 1500 亿美元，日本为 130 亿美元。

此外，还预计，2050 年全球范围内，主要使用纳米纤维的医疗材料（如培养基和支架）的销售额将达到 347 亿美元。这表明纳米纤维在医学领域的应用将在未来得到迅速和广泛的扩展。

与再生医学有关的市场规模

|      | JAPAN  | World   |
|------|--------|---------|
| 2012 | 170    | 2,400   |
| 2020 | 950    | 11,00   |
| 2030 | 5,500  | 52,000  |
| 2050 | 13,000 | 150,000 |

(百万美元, JPY100 / USD)

与培养基，血清和试剂（包括支架）有关的市场规模，

|      | JAPAN | World  |
|------|-------|--------|
| 2012 | 40    | 545    |
| 2020 | 148   | 1,815  |
| 2030 | 969   | 11,610 |
| 2050 | 2,300 | 34,664 |

(百万美元, JPY100 / USD)

## 从医学角度看纳米纤维的特征

### 1) 对细胞的粘附性

易于用作细胞支架。

### 2) 生物可吸收性和生物降解性

在一段时间内，在体内被吸收或降解。

### 3) 多孔性和宽表面积

- 溶液将渗透到更多的空间。
- 高保水性。
- 易影响接触生物。

### 4) 可调节的强度

强度和弹性可调。



紧急透析膜（来自 NIMS 网站）

## 医疗领域的典型应用

实际应用逐年增加。

### 协助人体的功能

人造血管，人造角膜，人造皮肤，覆膜支架  
人造骨的修复剂

### 药物释放 / 药物输送 (DDS)

药物释放胶囊，经皮吸收剂

### 伤口 / 疾病治疗

对神经 / 器官的透皮贴剂，外科敷料  
粘性绷带，透析膜，防粘剂

### 细胞培养 / 支架用于细胞增殖

用于再生医学的支架材料  
培养和分离细胞



用于覆膜支架的管状纤维集合  
(由 MECC 制造)



用于人造血管的管状纤维集合  
(由 MECC 制造)



用个性化设计的心轴收集器来静电纺丝构成人工血管的纤维



用于支架培养细胞的定向纳米纤维膜



## 静电纺丝设备

这是一系列用于实验室和试产的静电纺丝设备。  
可根据需要将专门设计的喷头和收集器集成到这些系统中，用于特殊应用。  
请咨询我们的销售代表或研究人员，选择适当的组合设备。

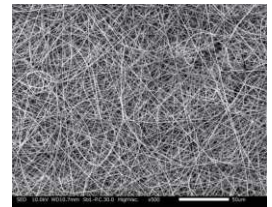
此外，在引进静电纺丝设备之前，我们愿意在实验室制作纳米纤维样品。

### ● 供实验室使用

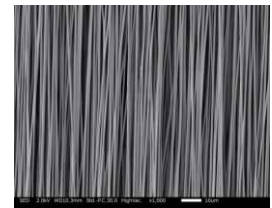
- NANON-01A 全球最畅销的设备，用于静电纺丝各种纳米纤维。
- NEX-101 实验的入门机型，用于寻找纺丝条件。
- NF-103 实验室使用的机型，其功能从 NANON-01A 扩展而来。
- NF-500 高端型号，50kV 的高压电源。

### ● 用于试生产

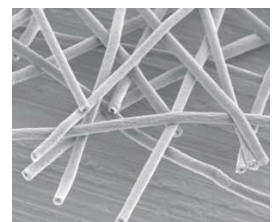
- NW-103 用于纺制芯鞘纤维的无纺布机型。  
有效纺丝宽度为 850mm。
- NF-1001 用于纺制无纺布和核 / 壳纳米纤维无纺布的高效机型。  
有效纺丝宽度为 1000mm。



Nonwovens



Aligned sheet



Hollow fiber



## NANON-01A 用于研发的静电纺丝系统

NANON-01A 型是用于实验室的纳米纤维静电纺丝系统。  
通过编程纺纱条件和组合系统部件（如喷丝头和收集器），可以轻松纺出各种材料。

由于其可操作性和可靠性，该机型得到了全世界许多纳米纤维研究人员的认可。

该机型将节省大量时间和成本于制作样品和开发产品上。

### ● 纺制高品质纳米纤维膜

MECC 独特的技术制造的稳定高电压，可以纺出均匀的小直径的纳米纤维。

### ● 一体化纳米纤维制备系统

纳米纤维所需的所有组件装置，例如高压电源，注射泵，喷丝头，收集器和控制面板都集成到标准系统中。

### ● 可纺各种纳米纤维

通过喷头和收集器的组合，该装置可以制造许多类型的纳米纤维，例如取向纤维和芯鞘纤维等。

### ● 使用安全性能

NANON-01A 具有较高的安全性能，例如设备运行中的紧急开关，自动断电及警报装置。

### ● 清洁装置

可设置参数，在纺丝中途对针头进行清洁。

#### 【标准配件】

| Parts     | Model           | Part number |
|-----------|-----------------|-------------|
| Collector | Plate collector | C-PL        |

| Parts     | Model             | Part number |
|-----------|-------------------|-------------|
| Spinneret | Clip Spinneret_75 | S-CL/75     |

#### 【可选配件】

| Parts     | Model                   | Part number   |
|-----------|-------------------------|---------------|
| Collector | Drum Collector_φ200W200 | C-DR/D200W200 |
|           | Drum Collector_φ100W200 | C-DR/D100W200 |
|           | Drum Collector_φ200W30  | C-DR/D200W30  |
|           | Disk Collector          | C-DI          |
|           | Mandrel Collector       | C-MA/200      |
|           | Y-axis slide collector  | C-YA          |
|           | R to R collector        | C-RR/200      |

| Parts     | Model                       | Part number |
|-----------|-----------------------------|-------------|
| Spinneret | Tubeless spinneret          | S-TU/75     |
|           | Coaxial spinneret 18G       | S-CA/18G/75 |
|           | Coaxial spinneret 22G       | S-CA/22G/75 |
|           | Coaxial spinneret 27G       | S-CA/27G/75 |
|           | Multi-jet spinneret 4-holes | S-MJ/4S     |
|           | Vertical clip spinneret     | S-VCL/75    |
| Pump      | Syringe pump                | YSP-101     |



## NEX-101

### 纳米纤维电纺丝器的实验

NEX-101 型是纳米纤维静电纺丝的入门型号，适用于简单的制作样品和寻找纺丝条件的实验。

该机型集成了静电纺丝所需的基本装置，例如高压电源，喷丝头，收集器和注射泵。

- 易于设定纺丝条件  
可以轻松设置以下条件。
  - 高压：0 至 30kV
  - 纺丝距离：100 至 200mm
  - 摆动距离：0 至 200mm
- 前端控制器  
所有控制器和显示器均位于设备前端，便于操作。
- 操作员的安全  
考虑到操作员的安全性，系统配备了金属底盘，高压灯和紧急停止开关。
- 快速简便地纺制无纺布  
使用单喷头和滚筒收集器可以快速，轻松地获得 150mm x 150mm 的无纺布样品。

#### 标准配件

| Parts | Model | Model number |
|-------|-------|--------------|
| 收集器   | 滚筒收集器 | -            |
| 泵     | 注射泵   | YSP-10       |

| Parts | Model  | Model number |
|-------|--------|--------------|
| 喷丝    | 夹子式喷丝头 | -            |



## NF-500

### 用于研发的静电纺丝系统

NF-500 型是一种用于实验室的高端型静电纺丝设备。

通过集成诸如 50kV 高压电源，多孔喷头和卷带收集器以及溶液加热喷头及配件，可以纺各种纳米纤维。

\* 还提供医疗用的特殊模型。请咨询我们的销售代表。

- 卷带收集器  
通过与多孔喷头的组合，它可以连续旋转 450mm 宽的纳米纤维膜。
- 取向纤维膜的制成  
使用滚筒收集器，可以制成通常用于细胞培养或电子设备的向性纳米纤维膜。
- 两个内置注射泵  
该系统可以使用两个内置泵输送两种不同的溶液，从而制作芯鞘结构纳米纤维。

#### 标准配件

| Parts | Model | Model number |
|-------|-------|--------------|
| 收集器   | 平板收集器 | C-PL         |
| 喷头    | 夹子式喷头 | S-CL/100     |

| Parts | Model | Part number |
|-------|-------|-------------|
| 电源    | 高压电源  | HVU-50P100* |

\* 负电压选择型号 HVU-50N100。

#### 可选配件

| Parts | Model         | Model number  |
|-------|---------------|---------------|
| 收集器   | 平板收集器 600x150 | C-PL/600x150  |
|       | 平板收集器 600x600 | C-PL/600x600  |
|       | 滚筒收集器φ200W200 | C-DR/D200W200 |
|       | 滚筒收集器φ200W300 | C-DR/D200W300 |
|       | 滚筒收集器φ200W30  | C-DR/D200W30  |
|       | 碟式收集器         | C-DI          |
|       | 心轴收集器         | C-MA/600      |
|       | 卷带收集器         | C-RR/450      |
|       | Y 轴滑动收集器      | C-YA          |
| 喷头    | 无管式喷头         | S-TU/100      |
|       | 芯鞘喷头 18G      | S-CA/18G/100  |
|       | 芯鞘 22G        | S-CA/22G/100  |

| Parts | Model       | Model number |
|-------|-------------|--------------|
| 喷头    | 芯鞘 27G      | S-CA/27G/100 |
|       | 多孔喷头 4 孔    | S-MJ/4       |
|       | 多孔喷头 6 孔    | S-MJ/6       |
|       | 多孔喷头 8 孔    | S-MJ/8       |
|       | 多孔喷头 12 孔   | S-MJ/12      |
|       | 纵式喷头        | S-VCL/100    |
|       | 11 连喷头      | S-11N/100    |
|       | 溶液加热式喷头     | S-HU-100     |
| 电源    | -10kV 负电源 * | HVU-10N100   |
| 电源    | 感应加热供应      | IHP-101      |
| 调节器   | 温度控制器       | for IHP-101  |

\* 连接到收集器。



## NF-103

### 用于研发的静电纺丝系统

NF-103 型是一种用于实验室的静电纺丝设备，对于追求性能和最新纺丝技术可扩展性的用户来说是值得推荐的。

- 取向芯鞘纤维  
该机型可使用 200mm 宽和 200mm 直径的滚筒收集器和两个内置泵纺出芯鞘结构的取向纤维膜。
- 参数设置快速简便  
可以使用触摸屏轻松编程纺丝参数。

#### 【标准配件】

| Parts | Model | Part number |
|-------|-------|-------------|
| 喷丝    | 夹子喷丝头 | S-CL/75     |
| 集电极   | 板收集器  | C-PL        |

| Parts | Model | Part number |
|-------|-------|-------------|
| 电源    | 高压电源  | HVU-40P100* |

\*Choose 型号 HVU-40N100 负极性。

#### 【可选配件】

| Parts | Model         | Part number   |
|-------|---------------|---------------|
| 收集器   | 滚筒收集器φ200W200 | C-DR/D200W200 |
|       | 滚筒收集器φ100W200 | C-DR/D100W200 |
|       | 滚筒收集器φ200W30  | C-DR/D200W30  |
|       | 碟式收集器         | C-DI          |
|       | 心轴收集器         | C-MA/200      |
|       | Y 轴滑动收集器      | C-RR/200      |
|       | 卷带收集器         | C-YA          |
| 喷头    | 无管式喷头         | S-TU/100      |

| Parts | Model     | Part number |
|-------|-----------|-------------|
| 喷头    | 芯鞘喷头 18G  | S-CA/18G/75 |
|       | 芯鞘喷头 22G  | S-CA/22G/75 |
|       | 芯鞘喷头 27G  | S-CA/27G/75 |
|       | 多孔喷头 4 孔  | S-MJ/4      |
|       | 多孔喷头 6 孔  | S-MJ/6      |
|       | 多孔喷头 8 孔  | S-MJ/8      |
|       | 多孔喷头 12 孔 | S-MJ/12     |
|       | 纵式喷头      | S-VCL/100   |

## 功能比较 ; 实验机型

| 静电纺丝实验机型 | NEX-101                    | NANON-01A                                        | NF-103                                           | NF-500                                                  |
|----------|----------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 主要用途     | 无纺纤维膜<br>(150 毫米 x 150 毫米) | 无纤维膜 (200mm x 600mm)<br>取向纤维<br>芯鞘纤维             | 无纤维膜 (200mm x 600mm)<br>取向纤维<br>芯鞘纤维             | 无纤维膜 (4500mm x 600mm)<br>取向纤维<br>芯鞘纤维                   |
| 标配收集器    | 滚筒收集器                      | 平板收集器                                            | 平板收集器                                            | 平板收集器                                                   |
| 可选收集器    | —                          | 滚筒φ200w200<br>碟式<br>心轴 w200<br>卷带 w200<br>Y 轴滑动  | 滚筒φ200w200<br>碟式<br>心轴 w200<br>卷带 w200           | 平板 600×600<br>滚筒φ200w300<br>碟式<br>心轴 w600<br>卷带 w450    |
| 标配喷头     | 夹子式 (50mm 宽)               | 夹子式 (75 毫米宽)                                     | 夹子式 (75 毫米宽)                                     | 夹子式 (100mm 宽)                                           |
| 可选喷头     | —                          | 纵式<br>无管式<br>芯鞘<br>多孔喷头 4 孔                      | 纵式<br>无管式<br>芯鞘<br>多孔喷头 4 孔<br>溶液加热式喷头           | 纵式<br>无管式<br>芯鞘<br>多孔喷头 4/6/8/12 孔<br>溶液加热式喷头<br>11 连喷头 |
| 高压电源     | 30kV                       | 30kV                                             | 40kV                                             | 50kV                                                    |
| 可选高压     | —                          | —                                                | —                                                | -10kV                                                   |
| 注射泵      | YSP-101                    | 1 个内置                                            | 2 个内置                                            | 2 个内置                                                   |
| 纺丝距离     | 100 至 200 毫米               | 50 至 150 毫米                                      | 50 至 300 毫米                                      | 50 至 300 毫米                                             |
| 摆动速度     | 20mm/sec                   | 300mm/sec                                        | 300mm/sec                                        | 300mm/sec                                               |
| 旋转速度     | 滚筒 50rpm                   | 滚筒 150 至 3000rpm<br>碟式 3000rpm<br>心轴 50 至 100rpm | 滚筒 150 至 3000rpm<br>碟式 3000rpm<br>心轴 50 至 100rpm | 滚筒 150 至 3000rpm<br>碟式 3000rpm<br>心轴 50 至 100rpm        |
| 控制       | 开关和旋钮                      | 10 键                                             | 触控面板                                             | 触控面板                                                    |
| 外尺寸      | 750W x 500D x 880H (mm)    | 830W x 630D x 880H (mm)                          | 1160W x 760D x 1803H (mm)                        | 1460W x 950D x 2050H (mm)                               |





## NW-103

### 用于试生产的无纺布静电纺丝设备

NW-103 型是静电纺丝纳米纤维无纺布的中试生产设备，卷带收集器。利用诸如 PVDF，PAN 和 PVA 等溶液，可制造直径为几十纳米至几百纳米的纤维。

- 高速生产 850mm 宽的膜  
NW-103 可以安装 4 或 6 排多孔喷头，在 10m/min 的输送速度下纺出有效宽幅 850 毫米无纺布。
- 100 $\mu$ m 以上纤维膜  
将负高压电源连接到收集器上会产生 100 $\mu$ m 以上纤维膜。
- 使用 3 种不同的溶液纺丝  
系统集成 3 台齿轮泵，可单独控制。  
可使用 3 种不同的溶液实现纳米纤维板的纺丝。



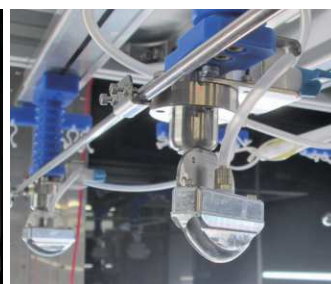
多孔喷头

## NF-1001

### 用于试生产的静电纺丝系统

型号 NF-1001 是一个试生产设备，可高效纺制和收集有效宽幅为 1m 的无纺布

- 100 $\mu$ m 或更厚的膜  
使用 + 50kV 和 -30kV 高压电源可以纺制 100 $\mu$ m 或更厚的膜。
- 独立开发多孔喷头，可实现高生产率  
最先进的多孔喷头 (MJS) 可以集成在 6 排 (最多 21 个) 上，根据溶液可改变喷头数和孔数
- 与现有的卷带装置轻松连接  
通过输入来自系统的同步信号，现有的卷带装置可以很容易地连接到 NF-1001。
- 在触摸屏上编辑参数  
在触摸屏上的操作可实现纺丝条件可以快速，轻松编辑并存储。
- 操作员的安全功能  
强化玻璃，紧急停止开关，安全门锁，高压瞬间关闭系统等安全装置，保障操作人员安全。



## CFS-101

### 芯鞘纳米纤维生产设备

CFS-101 型是一款生产应用于医疗或电子设备的芯鞘结构纳米纤维纺丝的设备。

- 专用芯鞘喷头纺丝  
3 排 12 个芯鞘喷头排列，高效纺出芯鞘结构纤维的无纺布。
- 通过触摸屏编程  
纺丝条件可以快速、简便通过触摸屏编辑和保存。



芯鞘喷头



【典型的纺丝参数】

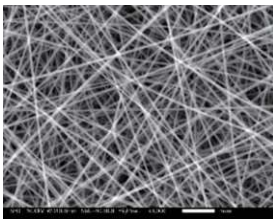
|   | Core materials | Shell materials | Weight/m <sup>2</sup> |
|---|----------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | Mineral oil    | PVDF (15wt%)    | 4.2g/m <sup>2</sup>   |
| 2 | PVA (10wt%)    | ABS (19wt%)     | 2.7g/m <sup>2</sup>   |
| 3 | PS (30wt%)     | PVDF (15wt%)    | 2.1g/m <sup>2</sup>   |

Number of nozzles: total of 14 pcs on 4 row

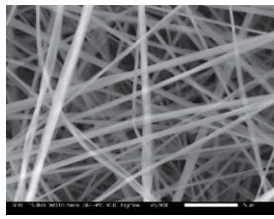
## 功能比较；试生产设备

|           |                                                                                             |                                                                                                |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 静电纺丝试生产设备 | <br>NW-103 | <br>NF-1001 |
| 主要用途      | 无纺布有效宽度：680mm<br>芯鞘结构纤维                                                                     | 无纺布有效宽度：1000mm                                                                                 |
| 标配收集器     | 钢带                                                                                          | 钢带                                                                                             |
| 可选收集器     | 卷带收集装置 (850mm)                                                                              | 卷带收集装置 (1000mm)                                                                                |
| 标配喷头      | 多孔喷头 (MJS)                                                                                  | 多孔喷头 (MJS)                                                                                     |
| 可选喷头      | 芯鞘喷头                                                                                        | —                                                                                              |
| 高压电源      | 正 +40kV (3 个单位)<br>负 -10kV (1 个单位)                                                          | 正 + 50kV (3 个单位)<br>负 -30kV (1 个单位)                                                            |
| 泵         | 齿轮泵 (3 台)                                                                                   | 齿轮泵 (3 台)                                                                                      |
| 溶液喷出量     | 50 至 500 毫升 / 小时                                                                            | 50 至 500 毫升 / 小时                                                                               |
| 纺丝距离      | 100 至 300 毫米                                                                                | 100 至 400 毫米                                                                                   |
| 摆动        | 摆动范围：100mm (+/-50mm)<br>摆动速度：0 至 100 毫米 / 秒                                                 | 摆动范围：400mm (+ / 200mm)<br>摆动速度：0 至 300 毫米 / 秒                                                  |
| 输送机速度     | 10,000mm / min 或更低                                                                          | 15,000mm / min 或更低                                                                             |
| 控制 / 编辑   | PC 或 PLC / 触摸屏                                                                              | PLC / 触摸屏                                                                                      |

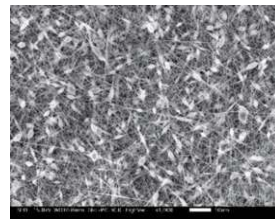
## 纳米纤维样品照片



无纺布 (PAN)



无纺布 (乙基纤维素)



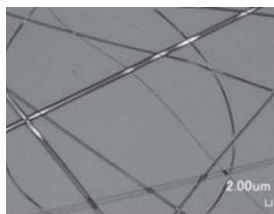
珠状纤维 (PI)



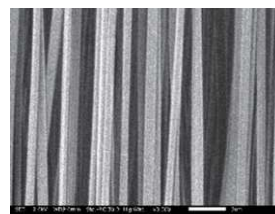
带状纤维 (PAN)



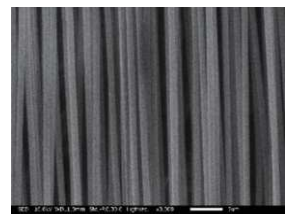
非织造布 (醋酸纤维素)



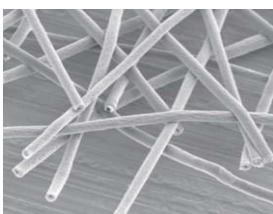
无纺布 (壳聚糖)



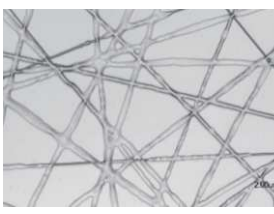
取向纤维 (PES)



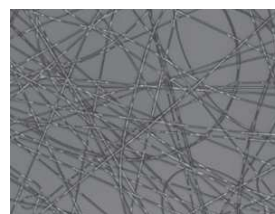
取向纤维 (PLLA)



中空纤维 (PMMA)



互连结构 (PCL)



无纺布 (明胶)



非织造布 (胶原蛋白)

## ESM 系列 医疗应用的静电纺丝设备

ESM 系列是为医疗领域应用而开发的纳米静电纺丝设备。

超净环境下，进气口采用 HEPA 过滤器，纺丝空间内的所有金属部件 都是采用无涂层，不易生尘的不锈钢材料。

通过喷头，收集器的不同组合能够纺丝生产多种聚合溶液的具有均一纤维径，膜厚度的纳米纤维。

- 纺丝空间内的所有金属部件都是不锈钢材料
- 具有均一纤维径，膜厚度的纳米纤维的纺丝
- 进气口装有 HEPA 过滤器

## ESM-101

## 适用于医疗领域实验室的静电纺丝设备

为应用于医疗领域而开发的纳米纤维静电纺丝设备，纺丝空间内的所有金属部件 都是采用无涂层，不易生尘的不锈钢材料。

通过喷头，收集器的不同组合能够纺丝生产多种聚合溶液的纳米纤维。

适合用于拓展开发应用领域，制作样品的入门型号。



## ESM-201

## 适用于医疗领域实验室的静电纺丝设备

为应用于医疗领域而开发的纳米纤维静电纺丝设备，纺丝空间内的所有金属部件都是采用无涂层，不易生尘的不锈钢材料。

通过喷头，收集器的不同组合能够纺丝生产多种聚合溶液的纳米纤维。另外，纺丝空间更为宽阔，可生产大号样品。

有内置更高电压的电源和加热纺丝的装置等多种追加选项可供选择，是拥有高扩展性能的高端型号。



## ESM-301

## 适用于生产医疗领域中空管结构纳米纤维束的静电纺丝设备

为人工血管，血管支架等特殊应用而开发的内置旋心轴收集器的型号。

纺丝空间预留很大，最长可生产 60cm 的管状纤维束。

内置有膜厚度测量仪，按照程序设定的时间间隔参数自动进行测量，数据还可对电脑传输，显示。

内置有双注射器泵，可以使用不同材料来生产混合材料管状纳米纤维束。



| 医疗应用的静电纺丝设备 | ESM-101                                                           | ESM-201                                                           | ESM-301                    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 主要用途        | 无纤维膜 (200mm x 600mm)<br>取向纤维<br>芯鞘纤维                              | 无纤维膜 (450mm)<br>取向纤维<br>芯鞘纤维                                      | 芯鞘纤维                       |
| 标配收集器       | 平板收集器                                                             | 平板收集器                                                             | 平板收集器                      |
| 可选收集器       | 滚筒φ100w200 心轴 w200<br>滚筒φ200w200 卷带 w200<br>滚筒φ200w30 Y 轴滑动<br>碟式 | 滚筒φ100w200 心轴 w200<br>滚筒φ200w200 卷带 w200<br>滚筒φ200w30 Y 轴滑动<br>碟式 | —                          |
| 标配喷头        | 夹子式 (75 毫米宽)                                                      | 夹子式 (100 毫米宽)                                                     | 夹子式 (100 毫米宽)              |
| 可选喷头        | 纵式 多孔喷头<br>无管式<br>芯鞘                                              | 纵式 多孔喷头<br>无管式<br>芯鞘<br>溶液加热式喷头<br>11 连喷头                         | 无管式<br>芯鞘<br>多孔喷头          |
| 注射泵         | 1 个内置                                                             | 2 个内置                                                             | 2 个内置                      |
| 纺丝距离        | 50 至 150 毫米                                                       | 50 至 300 毫米                                                       | 50 至 300 毫米                |
| 摆动速度        | 300mm/sec                                                         | 300mm/sec                                                         | 300mm/sec                  |
| 旋转速度        | 滚筒 150 至 3000rpm<br>碟式 3000rpm<br>心轴 50 至 100rpm                  | 滚筒 150 至 3000rpm<br>碟式 3000rpm<br>心轴 50 至 100rpm                  | 心轴 50 至 100rpm             |
| 耗电量         | 1.0kVA 以下                                                         | 1.5kVA 以下                                                         | 1.5kVA 以下                  |
| 温度          | 20 至 30°C                                                         | 20 至 30°C                                                         | 20 至 30°C                  |
| 湿度          | 30% 至 70% (无结露)                                                   | 30% 至 70% (无结露)                                                   | 30% 至 70% (无结露)            |
| 高压电源        | 0.5kV 至 30.0kV                                                    | 0.5kV 至 40.0kV                                                    | 0.5kV 至 40.0kV             |
| 控制参数        | SPINNING PARAMETERS / ROOM LAMP / ELECTROSPINNING / FAN ON        |                                                                   |                            |
| 注射器容量       | 2.5 / 5.0 / 10.0 (ml)                                             | 5.0 / 10.0 / 20.0 (ml)                                            | 5.0 / 10.0 / 20.0 (ml)     |
| 外尺寸         | 830W x 630D x 880H (mm)                                           | 1460W x 950D x 1950H (mm)                                         | 1470W x 1040D x 2200H (mm) |
| 重量          | 140kg 以下                                                          | 1200kg 以下                                                         | 1200kg 以下                  |



## 静电纺丝用组件 . 收集器系列

当 20-50kv 高电压向喷头施加时，溶液将从喷头产生高速纺丝射流，在收集器上形成纳米纤维。通过选择以下收集器，可以制作各种形状 / 模式的纳米纤维。

### 平板收集器



适合纺非织造布。  
适合纺丝条件的研究。

样本大小：  
· 200 x 150 mm  
· 600 x 150 mm  
· 600 x 600 mm

### 滚筒收集器



非织造布和取向纤维。  
通过不同的旋转速度进行纺丝。

样本大小：  
· A4 x 2 sheets (200 x 600 mm)  
· 450 x 628 mm  
· 600 x 628 mm

### 芯轴收集器



管状纳米纤维集合的纺丝。  
通常用于医疗应用。

金属棒直径：  
1, 2, 4, 6, 8, 10 (mm)

Tube length : 150mm/450mm

### 碟式收集器



平行排列纳米纤维束的纺丝。

可获得 628 毫米长的丝状样品。

### 卷带式收集器



纺丝纳米纤维成长薄片的收集器。  
铝箔可用作基材。

Sample size:  
· 200mm x 10m  
· 450mm x 10m  
· 600mm x 10m

### Y 轴滑动收集器



对收集板进行了修改，使其 Y 轴移动。  
需要控制器单元。

Stroke: +/- 25mm  
Speed: 0 to 10mm  
Sample size: 250 x 125 mm

#### 【平板收集器】

| Product                 | Model        | System    |
|-------------------------|--------------|-----------|
| Plate collector 250x150 | C-PL/250x150 | NANON, NF |
| Plate collector_600x150 | C-PL/600x150 | NF-500    |

#### 【滚筒收集器】

| Product                 | Model         | System    |
|-------------------------|---------------|-----------|
| Drum Collector_φ200W200 | C-DR/D200W200 | NANON, NF |
| Drum Collector_φ100W200 | C-DR/D100W200 | NANON, NF |
| Drum Collector_φ200W30  | C-DR/D200W30  | NANON, NF |
| Drum Collector_φ200W600 | C-DR/D200W600 | NF-500    |

#### 【碟式收集器】

| Product        | Model     | System    |
|----------------|-----------|-----------|
| Disk collector | C-DI/D200 | NANON, NF |

#### 【芯轴收集器】

| Product           | Model     | System    |
|-------------------|-----------|-----------|
| Mandrel Collector | C-MA/L150 | NANON, NF |
| Mandrel Collector | C-MA/L450 | NF-500    |

#### 【卷带收集器】

| Product             | Model    | System    |
|---------------------|----------|-----------|
| RtoR collector/W200 | C-RR/200 | NANON, NF |
| RtoR collector/W450 | C-RR/450 | NF-500    |
| RtoR controller     | C-RR-OP  | NANON     |

#### 【Y 轴滑动收集器】

| Product                     | Model   | System |
|-----------------------------|---------|--------|
| Y-axis slide collector      | C-YA    | NANON  |
| Y-axis collector controller | C-YA-OP | NANON  |

## 静电纺丝用组件. 喷丝头系列

喷头也被称为“喷嘴”，当 20-50kv 高电压向喷头施加时，溶液将从喷头产生高速纺丝射流，在收集器上形成纳米纤维。通过选择以下喷头，可以制作各种形状 / 模式的纳米纤维。

### 夹子式喷头



一种用于 NANON 和 NF 系列的标准喷头。可以在短时间内纺丝各种纳米纤维。使用后清洗容易，因为只有金属接头需要清洗。

### 纵式喷头



一种纵向排列的夹式喷头，用于在更宽的区域获得纳米纤维。操作简单，清洗方便。

### 11 连喷头



一种最多可容纳 10 个注射器的喷头。(有 11 个孔。)仅可用于到 NF-500。操作简单，清洗方便。

### 多孔喷头 (MJS)



具有多个喷丝孔的喷头，可以提高纳米纤维纺丝效率。可根据材料选择喷丝孔的数量。具有低电压下高生产率纺丝特点。  
喷丝孔数量：4/6/8/12

#### 【夹子式喷头】

| Product                     | Model     | System        |
|-----------------------------|-----------|---------------|
| Clip Spinneret_75           | S-CL/75   | NANON, NF-103 |
| Clip Spinneret_100          | S-CL/100  | NF-500        |
| Vertical clip spinneret_75  | S-VCL/75  | NANON, NF-103 |
| Vertical clip spinneret_100 | S-VCL/100 | NF-500        |

#### 【11 连喷头】

| Product               | Model     | System |
|-----------------------|-----------|--------|
| 11-syringe Nozzle_100 | S-11N/100 | NF     |

#### 【多孔喷头 (MJS)】

| Product                   | Model      | System        |
|---------------------------|------------|---------------|
| Multi-jet spinneret *_75  | S-MJ/*/75  | NANON, NF-103 |
| Multi-jet spinneret *_100 | S-MJ/*/100 | NF-500        |
| MJS holder                | S-MJ-H/75  | NANON, NF-103 |
| MJS holder                | S-MJ-H/100 | NF-500        |

\* 喷口数量：4、6、8、12、22

### 芯鞘喷头



喷丝头旋转芯 / 鞘结构纳米纤维。18g, 22g, 27g 不同注射器型号可供选择。

内径  
18g: 芯部φ0.94mm 鞘体φ2.5mm  
22g: 芯部φ0.48mm 鞘体φ1.4mm  
27g: 芯部φ0.22mm 鞘体φ0.8mm

### 无管式喷头



一个喷丝头直接安装注射器，以节省纺丝溶液。适用于各种高价溶液的纳米纤维的纺丝性能评价。

### 加热式喷头



通过直接加热喷头将溶液加热到 200 摄氏度。

配有专用电源和温度控制器。

适用于在常温下不可纺丝的溶液。

#### 【芯鞘喷头】

| Product                   | Model        | System        |
|---------------------------|--------------|---------------|
| Coaxial spinneret 18G_75  | S-CL/18G/75  | NANON, NF-103 |
| Coaxial spinneret 22G_75  | S-CL/22G/75  | NANON, NF-103 |
| Coaxial spinneret 27G_75  | S-CL/27G/75  | NANON, NF-103 |
| Coaxial spinneret 18G_100 | S-CL/18G/100 | NF-500        |
| Coaxial spinneret 22G_100 | S-CL/22G/100 | NF-500        |
| Coaxial spinneret 27G_100 | S-CL/27G/100 | NF-500        |
| Coaxial spinneret for NW  | S-CL/NW      | NW-103        |

#### 【无管式喷头】

| Product                | Model    | System    |
|------------------------|----------|-----------|
| Tubeless Spinneret_75  | S-TU/75  | NANON, NF |
| Tubeless Spinneret_100 | S-TU/100 | NF        |

#### 【加热式喷头】

| Product                        | Model     | System         |
|--------------------------------|-----------|----------------|
| Solution Heating Unit          | S-HU/100  | NF-103, NF-500 |
| Solution for Heating           | S-H-S/100 | NF-103, NF-500 |
| Solution heating_75            | S-MJ/**** | NF-103         |
| Solution heating_100           | S-SH/100  | NF-500         |
| Induction heating power supply | IHP-101   | NF-103, NF-500 |
| MJS Holder_100                 | S-SH-TC   | NF-103, NF-500 |

## 静电纺丝组件；高压 / 高频电源

直流高压电源以几十千伏的电压向喷头施加高压，纺制纳米纤维。  
有 30kv/40kv/50kv 正·负电压类型，可用于 NF 系列。  
不可在常温下纺丝的溶液，配有专用高压电源和温度控制器。



**HVU series**

| Product                  | Model      | System                     |
|--------------------------|------------|----------------------------|
| High Voltage Unit_30P100 | HVU-30P100 | +30kV, 100μA               |
| High Voltage Unit_30N100 | HVU-30N100 | -30kV, -100μA              |
| High Voltage Unit_40P100 | HVU-40P100 | +40kV, 100μA               |
| High Voltage Unit_40N100 | HVU-40N100 | -40kV, -100μA              |
| High Voltage Unit_50P100 | HVU-50P100 | +50kV, 100μA               |
| High Voltage Unit_50N100 | HVU-50N100 | -50kV, -100μA              |
| Induction Heating        | IHP-101    | Heating from 50°C to 200°C |

## 注射泵 / 齿轮泵

注射泵和齿轮泵为喷头提供溶液。



**注射泵**  
NANON 外接注射泵

| Product      | Model         |
|--------------|---------------|
| Syringe Pump | YSP-101 (YMC) |



**齿轮泵**  
NW 和 NF-1001 的齿轮泵，  
可连续供应溶液

| Product              | Model   |
|----------------------|---------|
| Gear Pump            | P-GR    |
| Gear Pump Controller | P-GR-OP |

## 接头



**TAC 接头**



**金属接头**



**鲁尔接头**



**无管式接头**

用于连接注射针和喷头的接头，这里有适合各类喷头的接头

| Product                    | Model         | Spinneret |
|----------------------------|---------------|-----------|
| Metal Connector M-539-055A | M-539-055A/CL | Clip      |
| Metal Connector M-539-057  | M-539-057/CA  | Coaxial   |
| Needle Connector M-539-755 | M-539-755/TU  | Tubeless  |
| Luer-lock Connector VRF106 | M-VRF106      |           |
| TAC Connector BF3.2-M3-SUS | M-TAC-BF3.2   |           |
| Hose Nipple MS-5H-6        | M-MS-5H-6     |           |

## 其他



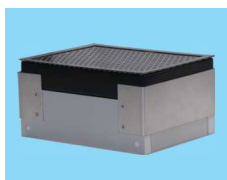
**除湿器**  
控制设备内部的湿度。  
(此产品仅适用于  
NANON)



**特氟龙管**  
在注射器和喷头之间  
传送溶液。



**清洁绳**  
用来清洁纺丝针头溶  
液凝固物。  
由耐火材料制成



**活性炭滤器**  
吸收有机溶剂。  
**中性过滤器**  
收集纳米纤维颗粒。



**注射器**  
注射器提供溶液。  
(体积：5 毫升)



**注射器针头**  
27G (15mm, 22mm)  
22G (15mm, 24mm)  
18G (15mm, 24mm)



## 咨询 / 样品制作

MECC 经验丰富的员工愿意提供技术支持，包括长期积累的知识和数据。

我们将为客户提供指定材料，是否可以纺出纳米纤维，以及纺丝条件的研究等服务。这可以节省客户经济与时间的成本。可以接受任何少量或指定尺寸的样品。

### 【样品制作工作流程】



### 【电纺纳米纤维材料清单】

| 缩写       | 化学名称        | 最小 / 最大<br>光纤直径            |
|----------|-------------|----------------------------|
| PVDF     | 聚偏二氟乙烯      | 300nm 至 1.4 $\mu$ m        |
| PEO      | 聚环氧乙烷       | 400nm 至 1.3 $\mu$ m        |
| PVA*     | 聚乙烯醇        | 300nm 至 2.3 $\mu$ m        |
| PLLA*    | 聚 L- 乳酸     | 400nm 至 3.0 $\mu$ m        |
| Nylon6,6 | 尼龙 6,6      | 300nm 至 2.7 $\mu$ m        |
| Nylon6   | 尼龙 6        | 100nm 至 1.0 $\mu$ m        |
| PET      | 聚对苯二甲酸      | 400nm 至 1.8 $\mu$ m        |
| PS       | 聚苯乙烯        | 400nm 至 8.5 $\mu$ m        |
| PU       | 聚氨酯         | 400nm 至 1.2 $\mu$ m        |
| PMMA     | 聚甲基丙烯酸甲酯    | 900nm 至 3.0 $\mu$ m        |
| PP       | 聚丙烯         | 1.5 $\mu$ m 至 12.0 $\mu$ m |
| PE       | 聚乙烯         | 900nm 至 3.0 $\mu$ m        |
| PSU      | 聚砜          | 400nm 至 1.4 $\mu$ m        |
| PAN      | 聚丙烯腈        | 300nm 至 5.0 $\mu$ m        |
| PCL*     | 聚己内酯        | 500nm 至 15.0 $\mu$ m       |
| PLGA*    | 聚 (乳酸, 乙醇酸) | 1.0 $\mu$ m 至 3.0 $\mu$ m  |
| PES      | 聚醚砜         | 400nm 至 2.6 $\mu$ m        |
| PEG      | 聚乙二醇        | 700nm 至 2.4 $\mu$ m        |
| CA*      | 醋酸纤维素       | 400nm 至 5.1 $\mu$ m        |
| PI       | 聚酰亚胺        | 400nm 至 600nm              |

\* 可生物降解的聚合物

注意：不同材料制造商的材料品质原因，会有较难纺丝或不适合量产材料的出现，请谅解。

### 【样品照片】



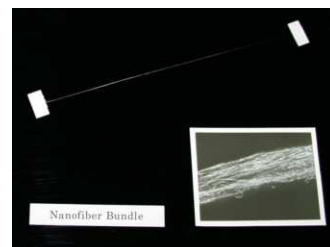
取向膜 (PLLA)



无纺布 (PAN)



纳米纤维管 (PU)



纳米纤维束 (PLLA)

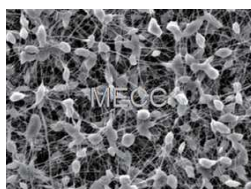
### 【SEM 图像】



无纺布



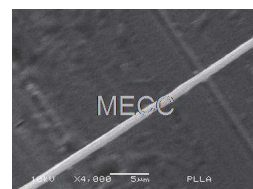
取向纤维



粒状纳米纤维



中空纳米纤维



纳米丝

## Typical Customers

### JAPAN

- Tokyo University
- Kyoto University
- Tokyo Institute of Technology
- Tohoku University
- Kyoto Institute of Technology
- Kyushu University
- Shinshu University
- Fukui University
- Nagoya University
- Kobe University
- NIMS
- AIST
- RIKEN

### KOREA

- KAIST
- UNIST
- Joowon Industrial

### SINGAPORE

- National University of Singapore
- Nanyang Technology
- Clearbridge

### THAILAND

- TISTR

### CHINA

- Zhejiang University
- Shanghai Jiao Tong University
- Sichuan University
- Beijing University of Chemical Technology
- Nanjin Biaojiang Scientific and Technic

### TAIWAN

- National Taiwan University
- National Taiwan Normal University
- Ming-Chi University of Technology
- Academia Sinica
- Coating P. Materials

### SAUDI ARABIA

- King Saud University
- KFUPM

### EGYPT

- Zewail University
- American University of Cairo

### INDIA

- Naval Material Research Laboratory

### GERMANY

- DIK

### PORTUGAL

- Centi

### FRANCE

- Paris-Sud University

### SPAIN

- LEITAT

### ITALY

- M. Penati Strumenti
- CNR-IPCB
- IIT-Istituto Italiano di Tecnologia
- Università degli Studi di Pavia

### IRELAND

- Trinity College

### POLAND

- IFTR of Polish Academy of Sciences

### RUSSIA

- Labtest

### AUSTRALIA

- University of Wollongong

### U.S.A.

- University of Washington
- Vanderbilt University
- Georgia Southern University

### CANADA

- University of British Columbia
- University of Guelph

## Corporate Profile

公司名称  
地址  
法人代表  
业务领域

工作人员  
资本金  
成立时间  
主要银行  
工厂  
来访路径

MECC CO., LTD.  
日本福冈县小郡市福童 196-1  
Megumi Usui  
• 电子设备的开发与制造  
• 有线电视运营（广播和互联网提供商）  
55  
JPY 40,000,000. (USD 400,000)  
1973 年 5 月  
Nishinohon City Bank, Fukuoka Bank, Mizuho Bank  
日本福冈县小郡市福童 196-1 邮编：838-0137  
距福冈机场 45 分钟车程  
距 JR 鸟栖站 8 分钟车程

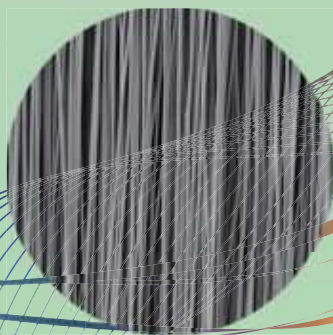
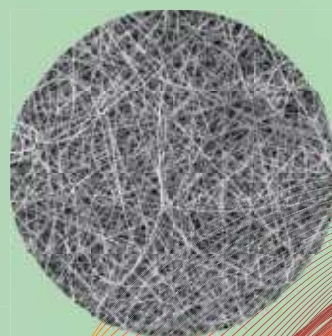
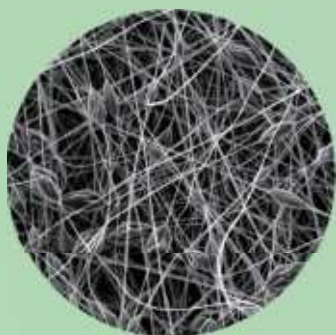


MECC 总部



位于日本福冈  
距离东京 900 公里，首尔 550 公里，上海 870 公里

Contributing to the World  
with “Only One” Technology.



MECC CO., LTD.

196-1 Fukudo, Ogori-shi, Fukuoka 838-0137 JAPAN

Phone +81-942-41-2900 Fax +81-942-41-2205

URL: [www.mecc-nano.com](http://www.mecc-nano.com) E-mail: [askmecc@mecc.co.jp](mailto:askmecc@mecc.co.jp)