

ノート

エレクトレットエアフィルタ繊維の 微視的帯電状態

塚本辰平^{*1}, 村田雄司^{*}

(2000年7月6日受付, 2000年7月24日受理)

Microscopic Charging States of Electret Air Filter

Shinpei TSUKAMOTO^{*1} and Yuji MURATA^{*}

(Received July 6, 2000; Accepted July 24, 2000)

Microscopic charge distribution of fibers of two commercially available electret air filters was investigated using ultrafine toner particles for visualizing the charge distribution. The obtained result showed that the charged area of the fiber was only below 40% of the whole surface on average. This result will indicate the possibility for improving the aerosol-collection ability of electret air filters.

1. はじめに

近年の嫌煙意識の高まり, 花粉症の急激な広まりなどにより空気清浄意識が高まっている。また, 半導体工業, 精密機械工業やバイオテクノロジーにおいては, エアロゾルの存在は悪影響を与える。そのため, エアロゾルを取り除くために様々なエアフィルタが開発されている。エアフィルタとしては高捕集効率で低圧力損失なものが理想的であるが, このような機能を達成できるエアフィルタとしてエレクトレットエアフィルタが利用されている。エレクトレットエアフィルタは繊維が帯電しているので, 粒子は普通のエアフィルタと同様な物理的捕集のほか静電気力によって捕集される^{1, 2)}。このため, 繊維の帯電状態がエレクトレットエアフィルタの粒子捕集能力を決める重要な要素である。これまでにエレクトレットエアフィルタ繊維の巨視的な帯電状態は測定されているが³⁾, 微視的な帯電状態は有効な測定方法が無かったため今までのところ報告されていない。

本研究ではフィルタ繊維の帯電状態を測定する新しい方法として平均粒径 $0.7\mu\text{m}$ の超微細乾式トナーを繊維に付着させ, その付着状態から帯電状態を知を試みた。この方法によってトナーが繊維に付着した面積を調べることで, エレクトレットエアフィルタ繊維は表面積全体の何%が帯電しているのかを調べた。

キーワード: エレクトレット, 帯電状態, 超微細トナー

^{*}東京理科大学理工学部 (278-8510 千葉県野田市山崎 2641) Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo, Yamazaki 2641, Noda Chiba, Japan
†j7300626@ed.noda.sut.ac.jp

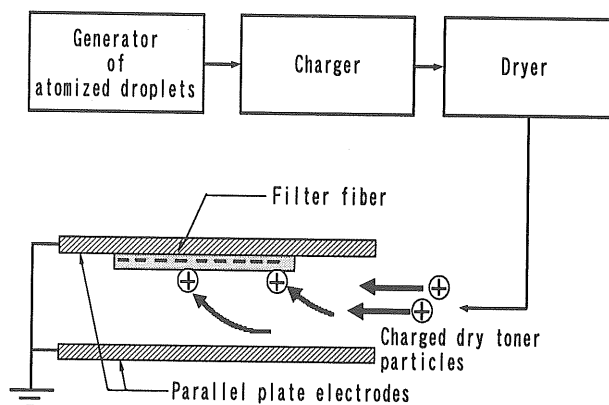


図1 超微細乾式トナー発生装置と測定部

Fig.1 A generating system of ultrafine solid toner and a system for measuring charge distribution of fibers

2. 実験方法

2.1 超微細トナー発生装置

超微細トナー発生装置⁴⁾と測定部の概略図を図1に示す。この装置によって平均粒径が約 $0.7\mu\text{m}$ の超微細トナーを発生させることができる。この装置は, 超音波霧化装置を用いた液滴発生部, コロナ放電を利用した帯電部, および液滴乾燥部で構成されている。液滴発生部に顔料と水溶性アクリル樹脂を含んだ市販のアクリル系の顔料インクを純水で希釈したものをいれ, 微小な液滴を発生させる。これを帯電部で直流コロナ放電を用いて帯電させる。この帯電液滴は液滴乾燥部に搬送され, そこでマイクロウェーブ照射によって水分を失いさらに微細な帯電固体粒子になる。

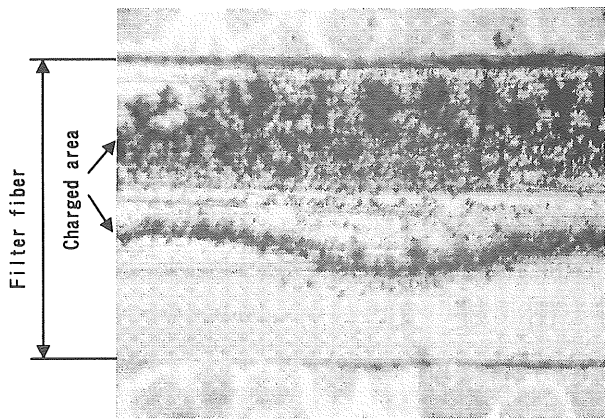


図2 超微細トナーの付着した繊維の写真

Fig.2 Visualized charge distribution of a fiber

2.2 測定試料および測定方法

今回の報告では、試料として2種類の市販エレクトレットエアフィルタ(A社, B社製)を用いた。エレクトレットエアフィルタにはエレクトレット化したフィルムから作成したもの、およびエレクトレット化された不織布シートがあるが⁹⁾、本報告では比較的繊維のサイズの大きい前者を用いた。

エレクトレットエアフィルタから繊維を1本ずつ取り出し金属板に密着させる。これを図1のように接地した平行平板電極内に置き、正および負に帯電させた超微細トナーを流入させる。このとき繊維の帯電部分の電荷によってトナーが引き付けられ、その部分にトナーが付着する。図2はこの例を示したものである。正負両極性のトナーを流した後にこの付着状態を光学顕微鏡で観察することによってトナーの付着・非付着部分の面積を測定した。

3. 実験結果

図3, 4に2種類の繊維の帯電面積比率 η の分布を示す。ここで帯電面積比率とは、フィルタ繊維の正および負に帯電した部分Cの表面積Sに対する割合で、

$$\eta = C/S \times 100 [\%] \tag{1}$$

である。測定はどちらも20本の繊維について各繊維あたり10箇所行ない、合計200点測定した。帯電面積比率は $\eta=20\% \sim 40\%$ をピークにして、ほぼ全体が帯電しているもの($\eta=100\%$)からまったく帯電していないもの($\eta=0\%$)まで非対称な山形の分布をしている。平均帯電面積比率はA, B両サンプルとも38%で、標準偏差はそれぞれ24, および22であった。また、本報告で用いたフィルムから製造されたエレクトレットエアフィルタ繊維では、繊維の一方の面が正に帯電しているとき反対側の面は負に帯電していることが観察できた。

4. 考察

本研究の測定方法のようにフィルタ繊維の一方の面を金属板に密着させることにより、裏面の電荷の影響を受けずにトナーを付着させることができたと考えられる。また、実験結果より市販されているエレクトレットエアフィルタの繊維には帯電していない部分が約60%もあることがわかった。こ

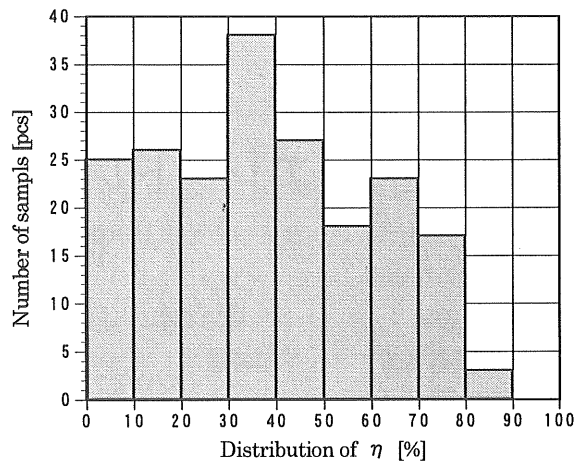


図3 フィルタ繊維帯電面積比率 η の分布(A社製)

Fig.3 Distribution of η of filter A

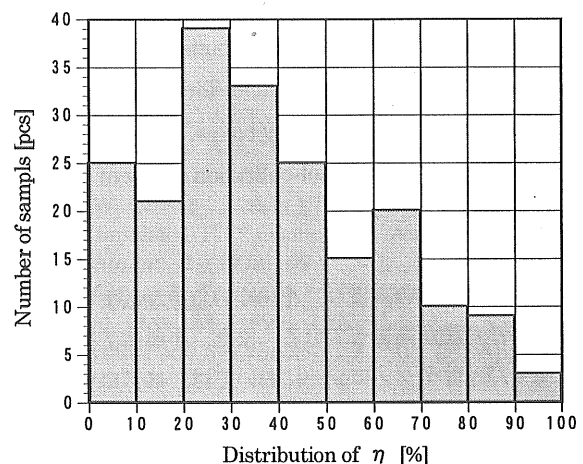


図4 フィルタ繊維帯電面積比率 η の分布(B社製)

Fig.4 Distribution of η of filter B

の無帯電の部分に帯電させることができれば、さらに高捕集効率・低圧力損失で使用寿命の長いエレクトレットエアフィルタを開発することができると考えられる。

5. まとめ

超微細トナーをエレクトレットエアフィルタ繊維に付着させることによって、これまで測定することができなかったフィルタ繊維の帯電状態を測定することができた。この方法によって、本研究で用いた市販のエレクトレットエアフィルタ繊維は表面積の約40%しか帯電していないことがわかった。このことから、フィルタ繊維の帯電部分を増加させることができればエレクトレットエアフィルタの性能が向上すると考えられる。

参考文献

- 1) 梶卷正男：静電気学会誌, 7 (1983) 99
- 2) 木村一志：繊維学会誌, 51 (1995) 332
- 3) 安藤勝敏, 近藤五郎：静電気学会誌, 18 (1994) 119
- 4) 平川弘幸, 村田雄司：静電気学会誌, 22 (1998) 46
- 5) 松浦智：静電気学会誌, 18 (1994) 216

ノート

Ar プラズマ処理による 低密度ポリエチレンの帯電特性の変化

阿部 将和^{*1}, 松田 雄一^{*}, 村田 雄司^{*}

(2000年8月3日受付, 2000年9月11日受理)

Change in Charging Characteristics of Low Density Polyethylene by Plasma Treatments in Ar Gas

Masakazu ABE^{*1}, Yuichi MATSUDA^{*} and Yuji MURATA^{*}

(Received August 3, 2000; Accepted September 11, 2000)

In the case of Ar-gas plasma treatment of polymer surface, the formation of the groups which contain oxygen is considered to be one of the reasons of the change in charging characteristics by the treatment. It has been considered that the oxygen atoms must be fixed when the treated surface was exposed to the atmosphere after the treatment because the treatment was carried out in Ar gas. In order to confirm this idea, we measured the contact and frictional charging of polyethylene films before and after the treated surface was exposed to the air. The results obtained showed that the oxygen atoms fixed on the polyethylene surface are the residual oxygen in the bell jar for the treatment.

1. はじめに

我々はプラズマ処理による接触・摩擦帯電特性の変化¹⁾に着目し、実験を行っている。プラズマ処理では不活性ガス中での処理によっても、処理後の高分子材料表面には酸素を含む基が存在し、これが処理後の特性変化の有力な原因の一つであると考えられている。プラズマ処理の実験はほとんどの場合高真空系を用い、処理ガスに置換して行われているため、処理された高分子表面の酸素は、処理直後に試料を空气中に暴露する際に取り込まれたものと考えられて来た^{2, 3)}。

我々は高真空系を用い高分子試料を Ar プラズマ処理する際、処理後の試料の空気暴露が酸素を取り込む原因であるか否かを検証する実験を行った。そのため、処理後 Ar ガス中で接触・摩擦帯電を測定し、外気に暴露した後で測定した場合とその結果を比較した。

2. 実験方法

2.1 プラズマ処理装置

本研究に用いた処理装置の概略を図1に示す。この装置は、

キーワード: Ar, Ar プラズマ処理, 帯電特性, LDPE

*東京理科大学理工学部 (278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo,

Yamazaki 2641, Noda Chiba, Japan

¹j7300601@ed.noda.sut.ac.jp

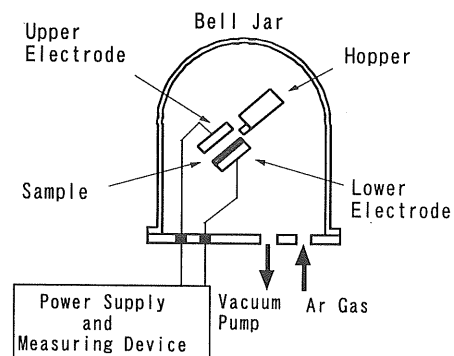


図1 プラズマ処理装置

Fig.1 Plasma treatment system.

ベルジャー, 真空系, 50Hz 交流高圧電源, 電流・電圧測定器, エレクトロメータ, Ar ガス導入機構, 一对の平行平板電極からなる。電極部は、処理後に試料の帯電特性を測定できるように帯電量測定装置としての役目を果たせるようにしてある。またこの装置の最高到達真空度は 4.0×10^{-5} Torr である。

フィルム状の試料 (LDPE: 三菱化学工業 (株), 厚さ 33 μ m) を下部電極上に固定し, 次に装置内部を 4.0×10^{-5} Torr まで減圧し, 再び Ar ガスを導入する置換動作を 5 回繰り返した後, Ar ガスを 1 Torr に保ち, 電極に電圧を印加してプラズマを発生させ, 処理を行う。

本実験では処理電力量を 1000 kJ/m^2 一定とした。