

ノ ー ト

核形成剤添加ポリプロピレン・エレクトレットの 高湿度下電荷安定性

有田 洋介^{*†}, 池崎 和男^{*}

(2001年5月18日受付, 2001年6月27日受理)

Charge Stability of Polypropylene Electrets with Nucleating Additives at High Humidities

Yousuke ARITA^{*†} and Kazuo IKEZAKI^{*}

(Received May 18, 2001; Accepted June 27, 2001)

Effect of nucleating additives on the charge stability of polypropylene (PP) electrets was examined at environmental conditions of 60°C/60%RH and 60°C/90%RH. The charge stability of PP electrets greatly increased by adding nucleating additives. PP electrets with 0.3 wt % talc kept 80 % of the initial value of their surface voltage after storage for 3 h at 60°C/90%RH, though PP electrets with no nucleators possessed only 40 % of the initial surface voltage under the same condition.

1. はじめに

電気・音響変換デバイスや空気清浄用フィルターに利用されているフィルム・エレクトレットの電荷安定性は実用上極めて重要である。このため、電荷安定化についてはこれまで多くの研究が報告されてきたが、フィルム化以前の素材高分子の段階で改善を図る試みは極めて少ない。多くは、フィルム化したあとでの熱処理¹⁾や延伸処理²⁾で高次構造を変え、それらの処理がエレクトレットの電荷安定性にどのように影響するか調べたものである。また、実用的なエレクトレットは、温度だけでなく、湿度に対する安定性も重要であるが、高湿度での安定性を調べたものも極めて少ない。

そこで、本研究では、核剤を添加して高次構造を著しく変化したポリプロピレン(PP)フィルムでエレクトレットを作成し、高湿度下でその電荷安定性を調べた。

2. 実験

本研究に使用したPPはMFR(melt flow rate)値が2.4 g/10 min

キーワード: エレクトレット, ポリプロピレン, 電荷安定性, 核剤, 湿度依存性

^{*} 慶應義塾大学理工学部物理情報工学科

(223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1)

Department of Applied Physics and Physico-Informatics,
Faculty of Science and Technology, Keio University, 3-14-1,
Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama 223-8522, Japan

[†] 現在の所属: 日本テレコム(株) 梶ヶ谷センター

(216-0034 神奈川県川崎市宮前区梶ヶ谷 1056)

Present address: Nihon TeleCom. Co., Ltd. Kajigaya Center,
1056, Kajigaya, Miyamae-ku, Kawasaki 216-0034, Japan

の一般フィルム用PPで、これに有極性核剤、パラジトリデンソルビトール(PDTS)(商品名ゲルオール MD)または無極性核剤、珪酸マグネシウム(タルク)を0.1および0.3 wt% 添加した。これら核剤添加PPを、フィルム成形温度240°C、成形速度7 m/minの条件で、インフレーション法により、厚さ30 μmにフィルム成形した。また、参照用として、核剤を添加していないPPを同じ条件でフィルム成形したものも使用した。

PPのエレクトレット化はスコロロンを用いて初期表面電位が500 Vになるよう5分間帯電して行った。

これらPPエレクトレットの電荷安定性評価は、温度60°C、相対湿度60%RHおよび温度60°C、相対湿度90%RHに保った恒温・恒湿槽内に所定の時間保持したあと、それらの表面電位の減衰を調べる等温表面電位減衰法で行った。

3. 実験結果

相対湿度90%の場合の等温表面電位減衰の結果を図1に示す。なお、図1には、再現性をみるために、無添加PPに対して行った2回の測定結果も示してある。相対湿度が90%の場合、核剤を含まないPPでは、恒温・恒湿槽内に10分程度入れておくだけで、表面電位は初期値の半分以下に減衰した。一方、核剤添加試料では、表面電位の減衰は遅く、タルクを0.3 wt%添加したものでは3時間経過後も初期値の80%程度の電荷が残存していた。また、有極性核剤のPDTSを0.3 wt%添加した試料では、3時間経過後の残存電荷量は初期値の64%であった。

相対湿度が60%の場合の等温表面電位減衰は、相対湿度が90%RHのときと同様な傾向を示した。湿度に対する安定性をみるために、60°C/60%RHおよび60°C/90%RHの条件下に各試料を3時間保持したあと、残存していた表面電位を調べた。この3時間

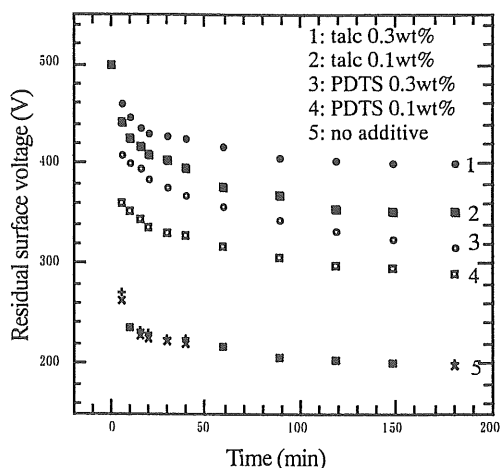


図1 60°C/90%RHもとで3時間保管された核剤入りポリプロピレン・フィルム・エレクトレットの残存表面電位

Fig.1 Residual surface voltage of polypropylene film electrets with nucleating additives stored for 3 h at 60°C/90%RH.

経過後の相対残留表面電位の湿度依存性を図2に示す。図2から、相対湿度が60%RHから90%RHに増加したときの表面電位の減衰率は、PDTS添加試料が最大で、タルク添加試料が最小であった。タルク添加PPは、60°Cという、生活環境としては高い温度のもとでも安定なだけでなく、90%RHという高湿度環境下でも極めて高い電荷安定性を示すことがわかった。

一般に、電荷安定性の高いエレクトレット用素材として要求される特性は、1) 深い電荷トラップをもつこと、2) 素材の電気抵抗が高いこと、3) 撥水性であること、の三つである³⁾。PDTSが湿度安定性に対してタルクよりも劣るのは、有極性のPDTS添加でPPの撥水性が低下したためと考えた。そこで、これを確認するために、本実験で用いたPP各試料の水に対する接触角を測定した。結果を表1にあげておく。表1からわかるように、PDTS添加試料では添加量を増すと接触角が低下し、その撥水性は、わずかではあるが、低下したことが確認された。

表1 核形成剤添加PPの水との接触角(度)

Table 1 Contact angle between PP with nucleating additives and water (degree).

添加量 (wt%)	タルク	PDTS
0.1	90.9	89.7
0.3	90.9	88.0
無添加	91.1	

また、電荷安定性への寄与が最も高かったタルク添加PPの高次構造を知るために、倍率600倍で透過型電子顕微鏡(TEM)写真を撮り、そのTEM写真から、一定面積あたりの球晶数と球晶の平均的大きさを、IBM512L8画像処理システムと画像処理ソフトウェアASPECT ver.4により求めた。結果を表2に示す。

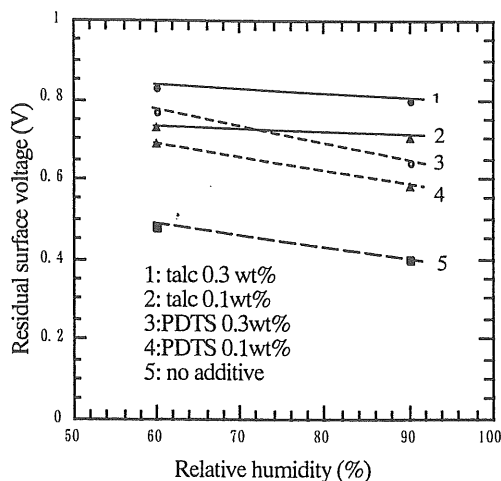


図2 60°C/60%RHおよび60°C/90%RHのもとで3時間保管された核剤入りポリプロピレン・フィルム・エレクトレットの相対残存表面電位

Fig.2 Relative residual surface voltage of polypropylene film electrets with nucleating additive stored for 3 h at 60°C/60%RH and 60°C/90%RH.

表2 タルク添加PPフィルムの相対球晶数とその大きさ

Table 2 Relative numbers of spherulites in PP with talc and their average size

添加量 (wt%)	相対球晶数	平均球晶半径 (μm)
0	1	2.3
0.1	1.2	1.9
0.3	1.5	1.4

表2より、タルクの添加量を増すと球晶数は増加するがその平均粒径は減少する。このことから、核剤を添加すると、結晶欠陥の多い、より小さな結晶粒が多数生じ、その結果、深い電荷トラップが多数導入されて電荷安定性に寄与したものと思われる。

4. おわりに

電荷安定化に最適な核剤添加量は、本実験だけでは決められないが、核形成剤添加により、PPエレクトレットの電荷安定性を著しく高めることができた。とくに、無極性核剤タルクを0.3wt%添加したPPでは、60°C/90%RHの環境下で3時間保持しても帯電電荷量は初期値の80%が残存していた。この電荷安定性は実用上充分なもので、このエレクトレットはマスクなどのように、高湿度雰囲気下での使用も可能であろう。

本研究で使用した核剤添加ポリプロピレンフィルムの作成と、それらの透過電子顕微鏡写真の撮影をしていただいた三井石油化学工業株式会社の関係者に深く感謝する。

参考文献

- 1) 石井孝明, 池崎和男: 静電気学会誌, 18(1994)144
- 2) J.van.Turnhout: *Electrets*, ed. G.M.Sessler, p.182, Springer-Verlag, Berlin (1980)
- 3) 池崎和男: 静電気学会研究会資料, IESJ96-1-7 (1996) 42