

.....
 小 論 文

コロナモータの起動トルクの発生について

亀 山 滋*, 村 田 雄 司*

(1994年5月6日受理)

The Generation of the Starting Torque of a Corona Motor

Shigeru KAMEYAMA* and Yuji MURATA*

(Received May 6, 1994)

In order to make clear the origin of the starting torque of the corona motor, the distributions of the corona current and the charge are measured using a model system composed of a blade electrode and a plane plate in place of a rotor. In the case that the blade angle is 90 deg., both the current and the charge distributions on the plate are symmetrical and the peak points of both distribution are just under the tip of the blade electrode. On the contrary, when the blade is inclined, both distributions are not symmetrical and the peak points are situated ahead of the blade tip. From this asymmetric charge distribution, we can explain why the starting torque is generated.

1. はじめに

コロナ放電によりロータ表面に電荷を与え回転させるコロナモータは、古くから知られており、近年詳しい研究も行われている¹⁾。また、コロナ放電のため、回転と同時にオゾンを発生する。通常、このオゾンの処理を考慮しなければならないが、我々は、コロナモータの機械的動作とオゾン生成の双方に興味を持ち研究を始めた。本実験は、その第一段階としてコロナモータの駆動原理を実験的に明らかにすることを目的とした。コロナモータの回転には、電極とロータの角度が大きな影響を与えることがわかっている²⁾。これは、ロータ表面の電荷密度分布が変化するためと考えられる。そこで、電極の角度を変化させたときの電流密度分布と電荷密度分布を測定した。

2. 実験装置および測定法

2.1 放電電極の構造

放電電極には、かみそりの刃を用いた「刃形電極」と、細いワイヤーを用いた「ワイヤー電極」を製作した。かみそりの刃は、ステンレス製、長さ 50 mm、幅

11 mm、厚さ 0.15 mm、刃先角度 10 度である。ワイヤーはステンレス製、直径 0.1 mm で、形状を刃形電極と同一にするため長さ 50 mm、幅 15 mm、厚さ 3 mm の絶縁板の端面に接着してある。これは、刃形電極の形状によるコロナ風の電荷密度分布への影響を予想したためである。

これ以後、図 1 のように、放電電極と平板電極との間隔 (d)、角度 (θ)、位置を定める。

2.2 電流密度分布測定

測定装置は図 2 に示す構成である。電流測定電極付きの平板電極を X 軸ステージにのせ、その上方に放電電極を設置し、高電圧を印加しコロナ放電させる。このとき、平板電極を水平方向に移動させ、電流密度を測定する。平板電極は、74 mm × 60 mm の真鍮板製のガード電極の中央に直径 1 mm の穴をあけ、その中央にテフロンで絶縁した直径 0.7 mm の測定電極を固定してある。

2.3 電荷密度分布測定

測定装置は図 3 に示したような構成である。まず、絶縁板 (PMMA 厚さ 1 mm 比誘電率 3.6) をコロナ放電により帯電させる。その後 X 軸ステージにより、水平方向に移動させ、表面電位計により電荷密度分布を測定する。

3. 測定結果

3.1 電流密度分布

刃形電極の角度と電流密度分布の関係を図 4 に示す。刃形電極を用いた場合、角度 90 度では電極の前後で対

キーワード：コロナモータ、電流密度分布、電荷密度分布
 * 東京理科大学工学部電気工学科 (278 千葉県野田市山崎 2641)

Department of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo, 2641 Yamazaki, Noda-shi, Chiba-ken, 278 Japan

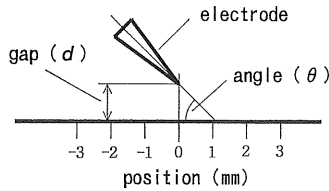


図1 電極と平板電極の関係

Fig. 1 Arrangement of the blade electrode against the plane electrode.

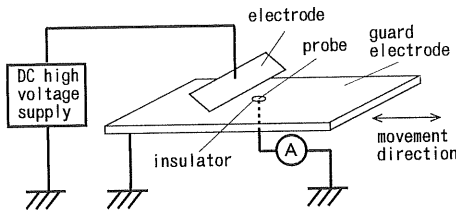


図2 電流密度分布測定装置

Fig. 2 Apparatus for measuring the current density distribution on the plane electrode.

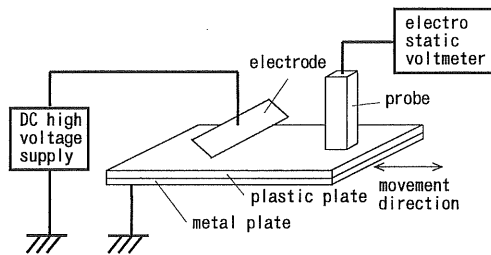


図3 電荷密度分布測定装置

Fig. 3 Apparatus for measuring the charge density distribution on the plastic plate.

称に分布するが、角度が小さくなるにしたがって、電極の前方に広範囲に分布していくことがわかる。角度 10 度では、ピーク位置の前方への移動も顕著である。

ワイヤー電極を使用した場合、角度によらず対称に分布した。

3.2 電荷密度分布

刃形電極の角度と電荷密度分布の関係を図5に示す。電荷密度分布も電流密度分布測定の結果から予想されるように、刃形電極を用いた場合、角度 90 度では対称であり、角度が小さくなるにしたがって偏りを生じる。しかし、その分布範囲は電流密度分布より広い。

ワイヤー電極を用いた場合、角度によらず偏りは生じなかった。

4. 考 察

刃形電極で、電流密度分布が偏るのは、刃先の方向の電界が最も強くなり、コロナ放電により発生した電荷が

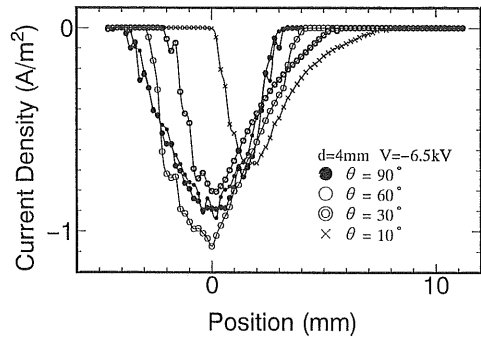


図4 刃形電極の角度と電流密度分布

Fig. 4 Current density distribution as a function of blade angle against the plane electrode.

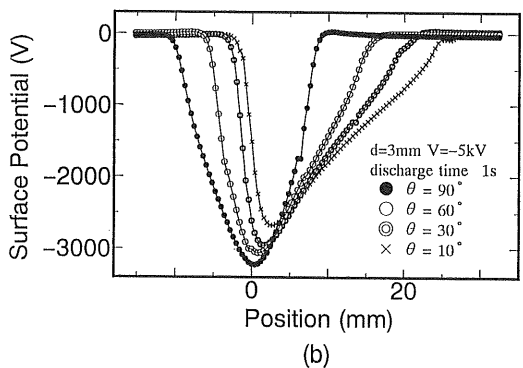
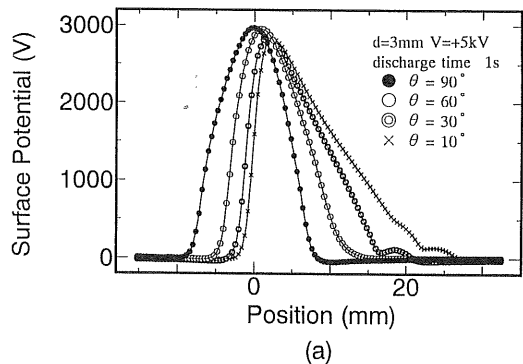


図5 刃形電極の角度と電荷密度分布

(a) 正放電, (b) 負放電

Fig. 5 Charge density distribution as a function of blade angle against the plastic plate. (a) positive discharge; (b) negative discharge.

電界の方向に飛ばされるためだと思われる。一方、ワイヤー電極では、電界が放射状に一樣にできるため角度を変化させても電流密度分布が偏らないと思われる。今回の実験ではコロナ風の影響は確認できなかった。

また、電流の分布する範囲より電荷の分布する範囲の方が3倍程度広い。これは、放電開始直後では、電流密

度分布の測定結果で得られたように電荷が絶縁板表面に流れ込むが、絶縁板に付着した電荷が作る電界により、後続の電荷がこれを避けて遠くに運ばれるためである。

なお、本来なら電流密度分布、電荷密度分布の測定において、実際のコロナモータと放電ギャップ、印加電圧等の条件を同一にするべきであるが、絶縁板から逆放電が起こる(電荷密度分布測定)あるいは、電極間で火花放電が起こる(電流密度分布測定)ため条件を変えざるを得なかった。しかし、分布の傾向は変わらないと思われる。

以前行ったコロナモータでの実験で、ワイヤー電極ではコロナモータが起動しなかった。今回の実験結果からワイヤー電極では、ロータ表面の電荷と電極との反発力が電極の前後で打ち消しあってしまうが、傾けた刃形電極では電荷が前方に分布するので反発力が有効に働いてコロナモータが起動することが確認できた。

5. 結 論

本実験により以下の結論が得られた。

1. コロナモータの起動トルクは、ロータ表面の電荷密度分布が電極の前方に偏り、ロータと電極の反発力が有効に働くため生じることが実証された。
2. 電流密度分布の測定結果から電荷密度分布の偏りが生じることを説明できた。
3. コロナ風の電荷分布への影響はほとんどないと思われる。

参 考 文 献

- 1) 例えば、服部正行, 浅野和俊: 静電気学会講演論文集, '83, p. 86; '84, p. 257; '85, p. 339; '86, p. 185; '87, p. 187; '88, p. 315; '89, p. 403; '90, p. 187; '91, p. 229; '92, p. 521; '93, p. 395 (1983~1993)
- 2) 服部正行, 浅野和俊: 静電気学会講演論文集 '86, p. 185 (1986)