

論 文

直流コロナ放電による帶電制御装置

横山成昭*, 村田雄司**, 高橋清*
橋本秀雄***, 磯田清之*

(1982年12月27日受理)

Electrostatic Charge Controller by DC Corona Discharge

S. YOKOYAMA,* Y. MURATA,** K. TAKAHASHI,*

H. HASHIMOTO*** and K. ISODA*

(Received December 27, 1982)

An automatic controller for an electrostatic eliminator of DC corona discharge type was trially manufactured for the purpose of discharging static electricity charged on a running film. This device is a capable of eliminating charges accumulated on the running film till low-potential. An elimination experiment was performed with the film for condenser (polyethylene terephthalate film with sputtered aluminum on one side). It was obtained from experimental result that charged potential of ± 800 V decreased substantially to zero volt by use of this device.

1. 緒 言

帶電除去のために主として自己放電式除電器、交流および直流コロナ放電式除電器の使用が考えられる。自己放電式除電器は、帶電電位が高い場合には除電できるが残留電位を伴う。交流コロナ放電式除電器は正負のコロナ放電特性が対称でないことから除電後の電位がゼロにならないことがある。このように、両者とも比較的低電位まで除電を必要とする場合には問題となることが多い^{1,2)}。これらに比べ直流コロナ放電式除電器は除電効率が大きい。しかし、帶電状態に応じた放電電圧の制御が必要である。この直流コロナ放電制御方式の示唆についてはすでに発表した³⁾。そこで、低表面電位(500~1,000 V)の帶電を実際に除電するため、この方式を応用した除電実験装置を試作した。本装置により、メタライズド・フィルムを用いて実験を行なった結果、定速走

行中のフィルムにおいて、初期帶電電位 ± 800 V 程度の帶電電位を ± 30 V 以内に除電制御することができたのでここに報告する。

2. 除電方法³⁾

摩擦、剝離等で帶電した物体は、その帶電状態が場所的、時間的に不均一な電荷分布をなしてて、これらの電荷分布を均一に除電することは非常に困難である。また、除電効果の高いコロナ放電を用いて除電する場合においても、この不均一な帶電状態のため、所要の除電電圧に制御することは容易ではない。もし、帶電状態がほぼ均一ならば、除電のために制御すべき直流コロナ放電の電圧範囲は少なくてすみ、制御は容易になる。そこで、本実験装置ではまず、除電対象物を直流コロナ放電によりほぼ均一な状態に帶電させる。次に、この帶電電位を測定した後、その測定値に相当する逆極性の除電所要電圧によってコロナ放電を加え除電する。この方法は、均一に帶電させるべきコロナ放電の状態が多少変動した場合や、他の要因によって帶電電位に変動が生じた場合においても、その変動幅は小さいから最終的には良好な除電が可能である。

3. 実験装置

試作した除電装置の構成を図1に、装置機構の概略を図2にそれぞれ示す。図においてフィルムは右から左に走行させる。以下、本装置の動作について詳述する。試

* 芝浦工業大学電子工学科 (108 東京都港区芝浦 3-9-14)
Department of Electronic Engineering, Shibaura Institute of Technology, 9-14, Shibaura 3-chome, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

** 東京理科大学理工学部電気工学科 (278 野田市山崎東亀山 2641)

Department of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo, 2641, Higashi-Kameyama, Yamazaki, Noda, 278 Japan

*** 大福機工株式会社 (555 大阪市西淀川区御幣島 3-2-11)
Daifuku Machinery Works, Ltd., 2-11, Mitejima 3-chome, Nishiyodogawa-ku, Osaka, 555 Japan

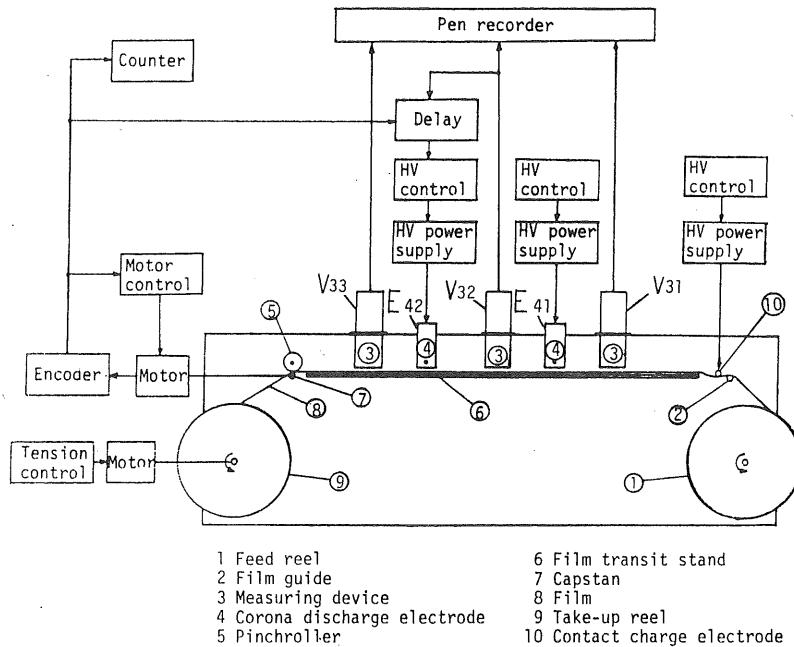


図 1 直流コロナ放電式除電器の実験装置のブロック図

Fig. 1 Block diagram of experimental apparatus for electrostatic eliminator of DC corona discharge type.

料のフィルムはリール①より、摩擦帶電を模擬的に与えるために、直流電圧が印加されているフィルムガイド用金属円筒電極⑩を通過し、適当な電荷に帶電される。そして、模擬帶電されたフィルムは、その帶電電位を観測するための回転セクタ式帶電電位測定器 V₃₁によって、帶電状態が観測される。この帶電状態になっているフィルムは、最初のコロナ放電電極 E₄₁ のコロナ放電により、ほぼ均一な帶電状態にされる。フィルムの電位は、検出器 V₃₂により計測される。この帶電電位の値は、試料フィルムが次の除電用コロナ放電電極 E₄₂の真下を通過するまでの時間だけディレイ回路によって保持されて、除電用としてのコロナ放電電極 E₄₂へ印加する高電圧制御用信号となる。フィルムが除電用コロナ電極の真下を通過するとき、先に検出された電圧に応じ、逆極性のコロナ放電を行ない除電する。また、除電結果は検出器 V₃₃により常にその状態が観測される。なお、キャプスタン⑦を駆動する DC サーボモータには、ロータリエンコーダによる速度制御が施されており、試料フィルムを一定速度で走行させることができる。さらに、このロータリエンコーダからの出力パルスはディレイ回路のディレイ時間を決定するためのタイミングパルスとしても用いられている。

本制御装置で用いた除電用コロナ放電電圧制御用ディ

レイ回路のブロック図を図 3 に示す。この回路は先に述べたごとく、フィルムが測定器 V₃₂の位置から除電用コロナ放電電極 E₄₂の真下まで走行するのに要する時間だけ、測定値を保持しているものである。測定器 V₃₂で計測されたアナログ値をそのまま比較的長い時間保持させるのに適当な手法がないため、本装置ではこれをデジタル値に変換する手法を用いた。すなわち、駆動モータと一緒に回転するロータリエンコーダから、試料フィルムが 5 mm 走行するごとに一定数のパルスを出力させ、そのパルスをタイミングパルスとして試料フィルムの除電前の電位を A/D 変換し、メモリにストアする。さらに、タイミングパルスの数に相当する時間だけディレイさせて再び D/A 変換し、もとのアナログ信号として取り出し、コロナ放電電圧の制御に用いる。この方式により、制御用アナログ信号は、フィルムが検出器 V₃₂と除電用コロナ放電電極 E₄₂との間隔を走行する時間だけディレイさせることができるものである。

図 4 にコロナ放電電極の構造を示す。この電極は均一帶電用、除電用ともに同一のものである。なお、この電極構造は図に示すごとく、アースされたアルミカバーの中に直径 0.1 mm の細線を 1 本、長さ 30 mm に張ったものであり、実験に際してはこの細線がフィルム表面からほぼ 10 mm の高さに位置するように設置してある。

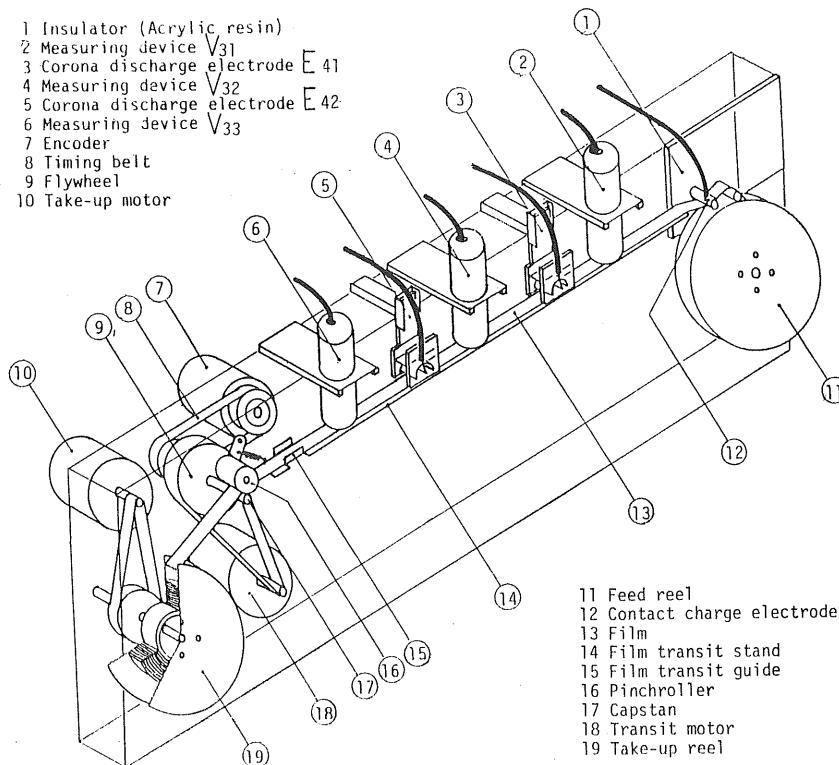


図2 実験装置の機構

Fig. 2 Structure of experimental apparatus.

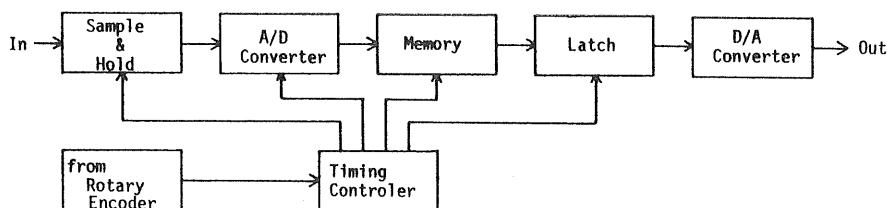


図3 除電電圧用信号ディレイ回路のブロック図

Fig. 3 Block diagram of signal delay circuit for controlling corona discharge.

実験に用いた試料フィルムは、片面がアルミ蒸着されたポリエチレンフィルムで、フィルムの厚さ、幅はそれぞれ $12 \mu\text{m}$, 20 mm である。

4. 実験結果および考察

試料フィルムをガイドする金属円筒電極に直流電圧を印加した場合の、印加電圧と試料フィルムの帶電電位との関係を図5に示す。この結果から、試料として用いたフィルムは $\pm 300 \text{ V}$ 以下の印加電圧では帶電しないが、それ以上の電圧ではその電圧に相当する電位に帶電

することが認められた。また、図5から認められるように、試料フィルムの帶電特性には、印加電圧 700 V 付近に変曲点がみられ、これより高い電圧ではほぼ印加電圧に対し直線的に帶電電位が増加した。なお、フィルムの走行速度を変えて同様な実験を行なった結果、フィルムの帶電電位の変化は認められなかった。また、フィルムの帶電分布状態を調べるために、試料面にトナーを一様に振りかけ、その面上に付着したトナーの分布状態を調べた。その結果、分布状態が一様でないしま模様が観察された。この現象は、フィルムとローラ間の接触むらに

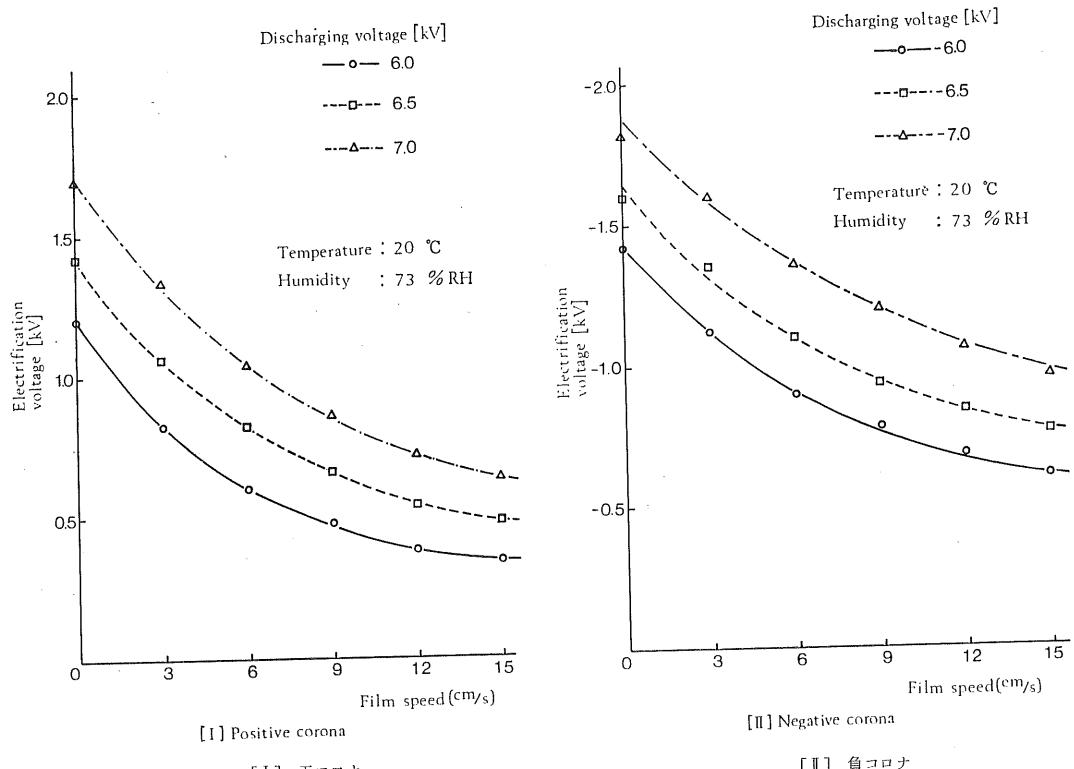


図 7 フィルム走行速度と直流コロナ放電による帯電電位との関係

Fig. 7 Relationship between running speed of film and charged potential by DC corona discharge.

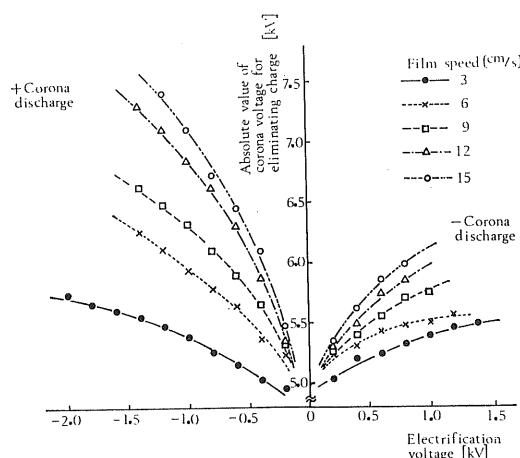


図 8 フィルム初期帯電電位とコロナ放電による除電電圧との関係

Fig. 8 Relationship between initial charging voltage of film and absolute value of corona voltage for eliminating charge.

本装置の手法による除電方式では、均一帯電用のコロナ放電が試料に対して行なわれるため、帯電電位の変化も少ない。そこで、除電制御に当たっては、フィルムの帶

電位、走行速度に対し、除電用コロナ放電電圧は比例するものとして制御を行なった。

装置の説明で述べたディレイ回路を、試作した除電装置に組み入れた場合の走行フィルムの除電結果の一例を図9(I), (II)にそれぞれ示す。(I)はディレイ回路による制御をかけない場合、(II)はかけた場合である。図9において、(a)は除電の模擬実験を行なうために、まず、直流電圧を金属円筒電極に印加し、フィルム面に初期帯電を与えた場合のフィルムの帯電電位を示す。(b)は(a)の初期帯電電位に帯電したフィルムに、さらに負のコロナ放電を加えた後の帯電電位を示す。この初期帯電電位を消滅させ、一様な電位に帯電させるようにコロナ放電を印加すれば、除電できることはすでに発表したが、ここでは、除電制御系の有効性を調べる目的で、完全に均一状態には帯電できないコロナ放電電圧を故意に設定したため、図に示すように初期帯電の影響が現われている。図9(I)の(c)は、ディレイ回路による制御を行なわずに、最適な除電効果が得られるように除電用コロナ放電電圧を設定して除電を行なった結果を示す。また、図9(II)の(c)は、ディレイ回路による制御を行なった結果を示す。この実験結果より明

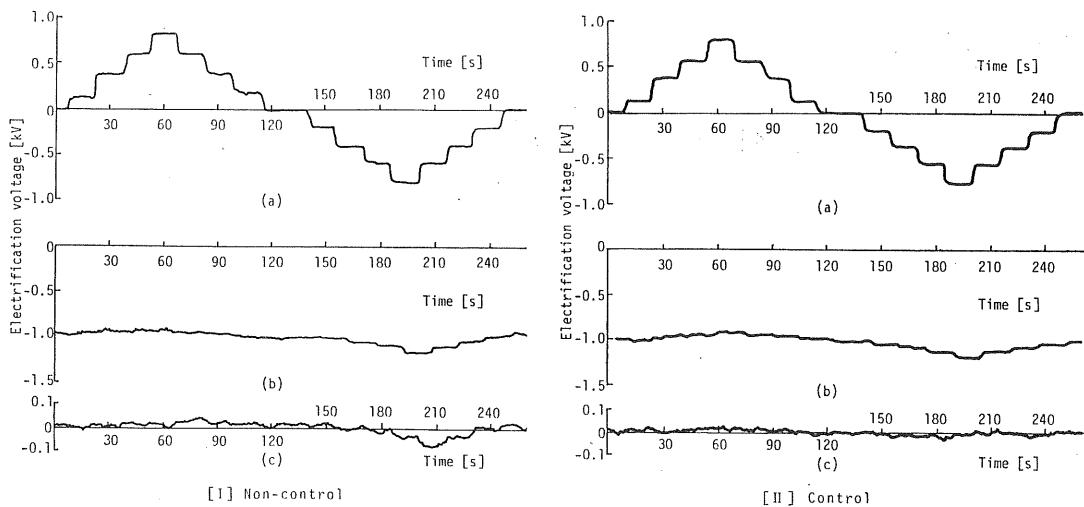


図 9 除電特性

Fig. 9 Discharge characteristics.

らかなように、制御を行なわない場合には、不均一帯電の影響が除電後にも残留するが、制御を施すことにより除電結果を改善することができた。

5. 結 言

本試作装置を用い、帶電しているフィルムに、2回の直流コロナ放電を行なうことによりその帶電を除電することができた。すなわち、はじめのコロナ放電は試料の帶電状態の不均一性を取り除き、帶電状態を均一にするものである。2回目の放電は、はじめのコロナ放電でなされた帶電状態を検出し、その帶電を除電するためにその帶電電位に応じて、放電電圧が自動制御される逆極性のコロナ放電である。この除電自動制御装置は、低い帶

電電位の試料であっても有効な除電方式として、この種の装置の開発に寄与するものと思われる。

終りにあたり、本実験を行なうに際し、ご協力いただいた学部卒研生、石川俊正、渡辺憲之君に謝意を表わします。

参 考 文 献

- 1) K.G. Lövstrand : *Static Electrification Conf. Ser.* 27, p. 246, Inst. Phys. Soc., London (1975)
- 2) 高分子学会編：静電気ハンドブック，p. 378，地人書館 (1978)
- 3) 村田雄司：静電気学会講演論文集'79, p. 1, 静電気学会 (1979)