

A Method for Measuring Electrical Properties of OPC Drum Using “Liquid Electrode Contact Method”

Toshinori Nozaki, Miki Harigai; GENTEC Co., LTD. ; Saitama, Japan

Abstract

OPC ドラムの電気特性を液体電極接触法によって測定しました。従来、OPC ドラムの電気特性の測定には電子写真プロセスに基づいたシュミレーターが用いられてきました。一方、液体電極接触法では、液体電極を OPC に直接接触させることでドラムに安定して電圧を供給することができたり、測定範囲が決まることなどの特徴があります。加えて、OPC ドラムの疲労にかかる時間が、この液体電極を用いた場合には従来法と比較して著しく短くなります。さらには、試験の前後で蒸着膜を使用した場合のように OPC ドラム表面を汚さないことも利点です。今回の報告では、液体電極測定法を用いて、OPC ドラムの特性を捉えることや比較を試みることを目的としました。

Introduction

一般に、OPC の電気特性の測定には、電子写真プロセスに基づいた、回転を伴うシュミレーターが用いられてきました。そのシステムにおいては、帯電器、露光器、除電器、表面電位計がドラムの周りに配置されており、帯電は非接触で行います。TOF (Time of Flight)の測定などでは、ITOや金のような電極を表面に作製する方法がよく知られています。それらの方法は、それぞれ優れていますが、改善したい点もあります。例えば、前者は帯電にムラがあること、後者は電極材料の除去が簡単ではないことです。そこでえわれわれは、透明な液体を電極として使い、ドラム表面に接触させて電圧を直接与える方法を考えました。この方法では、帯電はムラがなく、測定中は回転せず、検出範囲は固定されます。そして、電極材料の除去も簡単です。加えて、どんな形状のものでも測定できることも特長です。

今回の報告では、液体電極接触法を用いて測定した OPC の特性について結果を示します。一部は、従来法とも比較しています。例えば、疲労試験では、疲労時間が従来法と比較して著しく短くなっていました。

この液体電極接触法は、まだ検証が不十分で、データも水を電極として用いた場合のものしかありません。よって、OPC の特性を測定する新しい方法の提案として、利点や改善点を含めて結果を示します。

Methods

1. Device Configuration

液体電極接触法による測定には(liquid-method) “C_LIQ” (GENTEC)を用いました。Fig.1 は、C_LIQ の構成を示しています。OPC の表面に接触した液体電極は、ポット内の電極を通してネットワークに接続されています。そのネットワークシステムは、ポットにつながった測定プレートといくつかのリレー回路から成っています。高压電源はポット

に接続されており、ネットワークにつながっている PC によって制御されます。

表面電位の測定には 2 種類のプローブが使われます。露光には LED ($\lambda=650\text{nm}$) が使われ、ドラムの上方から透明な液体電極を透して照射されます。今回の報告では H_2O を液体電極材料として用いました。なお、測定範囲は 0.5cm^2 です。

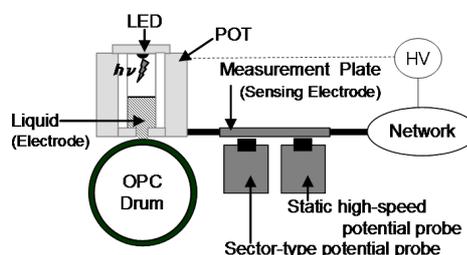


Figure 1. Schematic drawing of measurement system “C_LIQ”

2. Materials and Measurements

サンプルとしては、何種類かの OPC ドラムを用いました。そして液体電極には H_2O を使いました。測定は全て室温で行いました。

疲労試験-C_LIQ を用いた疲労試験では、ドラムは液体電極を通じて帯電されます。つまり帯電を切ると表面電位はほぼ 0V になります。なお、帯電と露光は、インターバル中にも行います。Fig.2.に測定のシーケンスを示しています。



Figure 2. A sequence of LIFE test, per 1 cycle, in C_LIQ.

CINDIE743 C(GENTEC) と CYNTHIA94 (GENTEC)を用いた疲労試験では、LIFE test sequence を繰り返し行いました；サンプルドラムはスコトロンで帯電し、露光は 780nm の LED、除電は 650nm の LED を用いました。

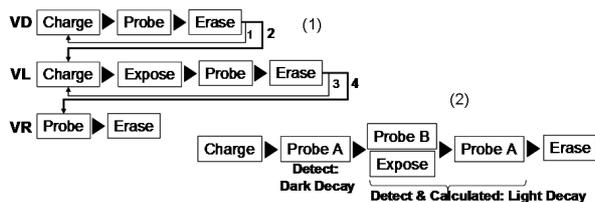


Figure 3. A sequence of LIFE test, per 1 cycle, in CINDIE743 (1), and LD2 test in CYNTHIA94 (2).

TOF 試験 - C_LIQ を用いた TOF 試験では露光を 3us したときのドラム電流を測定し、移動度と移動時間を算出しました。帯電電圧は -600V に設定しました。比較実験として行った CYNTHIA94 を用いた測定では、移動度はドラムの表面電位の推移から算出しました。コロナ帯電した後、表面電位は設定した -600V まで減衰させます。そして露光直後から明減衰の測定を行いました。

MEMORY 試験 - MEMORY 現象は C_LIQ を用いて測定しました。暗中所いたドラムに 650nm の光を 0.1s 照射しました。引き続き、設定した電圧値までゆっくりと帯電させます。(前露光ありのデータ) その後、0.1s のインターバルをおいて、再び帯電させます。(前露光なしのデータ) 疲労試験については、前述の方法と同じです。

TRAP 試験 - C_LIQ を用いた trap 試験では、定電流回路を用いたパルス帯電によって帯電させました。暗中に置いたサンプルドラムに 650nm の光を 0.1s 照射します。その直後に、パルスによる帯電を開始しました。帯電のパルス幅は、1パルスあたり 1.5ms と 3.0ms に設定しました。

Results

1. Fatigue test

Fig.4、Fig.5、Fig.6 は、C_LIQ5D、CINDIE743、CYNTHIA94 それぞれによる疲労試験の結果です。Fig.6 は CINDIE743 による試験の後(12時間または 24 時間おき)に測定したものです。

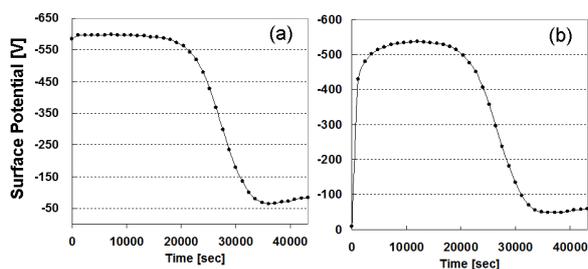


Figure 4. Transition curves of residual potential of an OPC drum measured using C_LIQ. All of the points were plotted each surface potential 1 second after start measuring dark decay (a) and light decay (b), respectively. Horizontal axis shows time for fatigue by light and charging.

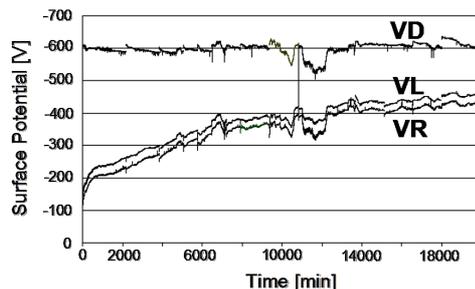


Figure 5. Transition curves of residual potential of an OPC drum measured using CINDIE743. The sample is the same as that of Fig.4.

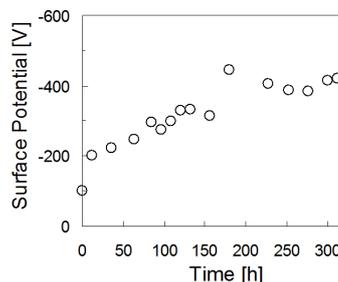


Figure 6. Residual potential transition of an OPC drum measured using LD2 program of CYNTHIA94. Each value was detected 1 second after start measuring light decay. Horizontal axis shows time for fatigue by CINDIE743. The sample is the same as that of Fig.4.

ドラム表面の残留電位の推移を比較すると、液体電極法による疲労時間は、同じ残留電位においてとても短くなっていました。主な理由の 1 つは、帯電と露光がある決まった範囲に継続的に行われることだと考えられます。そして、H₂O が直接ドラム表面にふれていることで OPC への湿度の条件が厳しくなっており、従って疲労が促進されると考えられます。さらに、液体電極法においては、さまざまな種類の OPC ドラムが 1 時間以内に退色しました。この退色はつまり、CGL の感光物質の吸光度が減少したかあるいは吸収波長が変化したことが予想されます。

2. TOF measurement

Table.1 は、TOF 試験によって算出された移動時間と移動度を示しています。液体電極法と従来法とを比較すると、どのドラムでもそれぞれ同じような値となりました。

Table 1: Drift mobility and transit time of carriers in OPC drum. Comparison of liquid-method and a conventional method.

Drum	C_LIQ		CYNTHIA94	
	Transit time [ms]	Drift mobility [cm ² /V·s]	Transit time [ms]	Drift mobility [cm ² /V·s]
1	0.68	1.53E-05	0.65	1.59E-05
2	1.23	8.46E-06	1.54	6.76E-06
3	1.16	9.00E-06	1.17	8.94E-06
4	0.74	1.41E-05	0.81	1.28E-05
5	1.62	5.94E-06	1.71	6.08E-06

3. MEMORY test

Fig.7 は前露光条件下での疲労依存性を示しています。Fig7 の前露光ありと前露光なしとの差は、Fig8 に示しています。

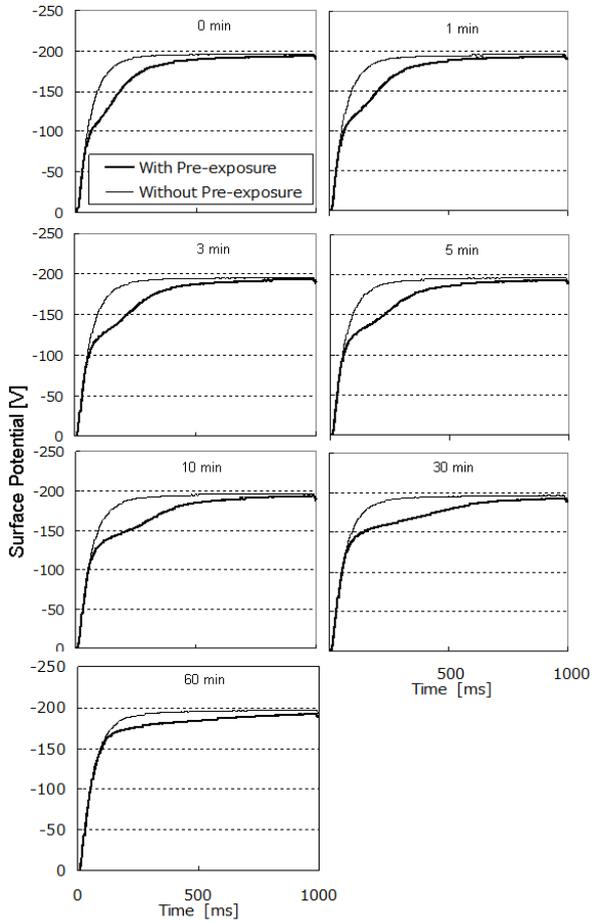


Figure 7. Fatigue dependence on charging characteristics on with pre-exposure conditions. Time displayed inside each figure is time for fatigue.

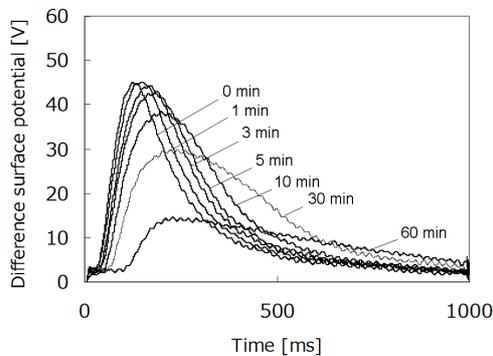


Figure 8. Difference surface potential between with and without pre-exposure conditions. And fatigue dependence of them. Time displayed inside each figure is time for fatigue.

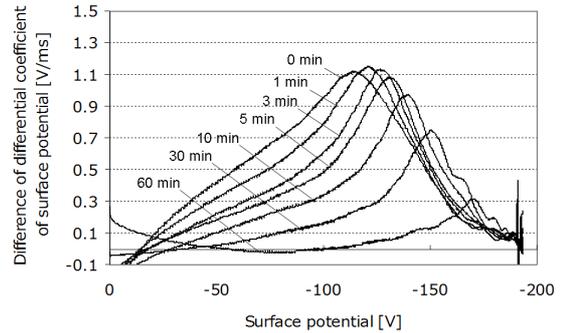


Figure 9. Difference of differential coefficient of surface potential between with and without pre-exposure conditions. And fatigue dependence of them. Times for fatigue are displayed in the figure.

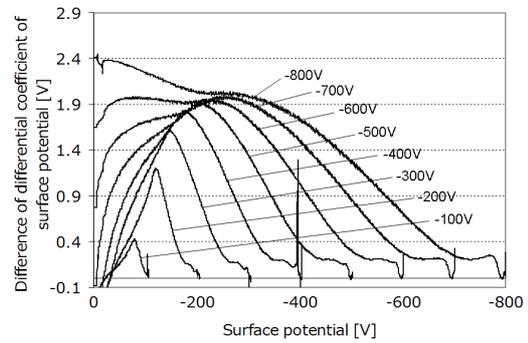


Figure 10. Comparison of charging characteristics on each setup charging voltage. The voltage values displayed inside the graph are setup charging voltages, and voltage is charged by degrees from 0V to setup voltage.

Fig7 に結果は前露光ありの場合の帯電は前露光なしの場合と比べて遅れることを示しています。そして、Fig8 の差帯電電圧曲線のピークがドラムの疲労に伴い、ダウンシフトしていることも示されています。Fig9 では、全ての条件においてそれぞれ電場によるトラップからのキャリア放出に起因すると思われるピークが見受けられます。キャリアがトラップされる時間 τ は、以下の式で説明されています。 [1], [3], [4]

$$1/\tau = 1/\tau_0 \exp(-(\epsilon_0 - \alpha\sqrt{E}) - kT) \quad (1)$$

$$E = V_s / d \quad (2)$$

ϵ_0 (eV) はトラップの深さ、 E は電場、 k はボルツマン定数、 T (K) は絶対温度、 d (m) OPC の層厚さであり、 τ_0 と α は定数である。電場によるキャリア放出に起因する電流 J_{abs} は、以下の式で表される。 [1], [3], [4]

$$J_{abs} \sim n [1/\tau] \left[\exp\left(-\int_0^t 1/\tau dt\right) \right] \quad (3)$$

n はトラップされたキャリア密度
さらに、帯電電位の帯電特性依存性も捉えています。
(Fig10)

4. TRAP test

帯電特性における相違の比較を Fig11 に示した。前露光したドラムの帯電量は、測定開始後の同時間において、前露光なしのドラムと比較して減少していた。これは、表面電位がトラップから解放されたキャリアによって打ち消されるためであると考えられた。

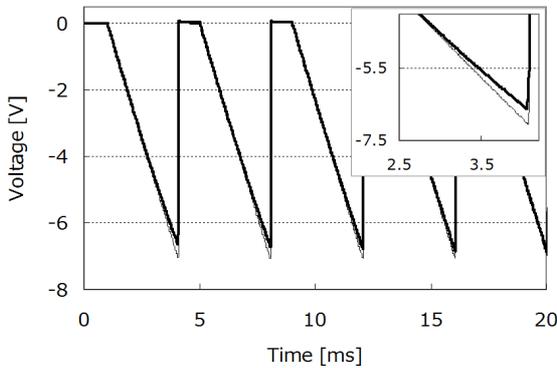


Figure 11. Pulse charging waveform. Comparison of difference between with and without pre-exposure. A Heavy line and a narrow line shows with and without pre-exposure, respectively. Inset is their enlarged view.

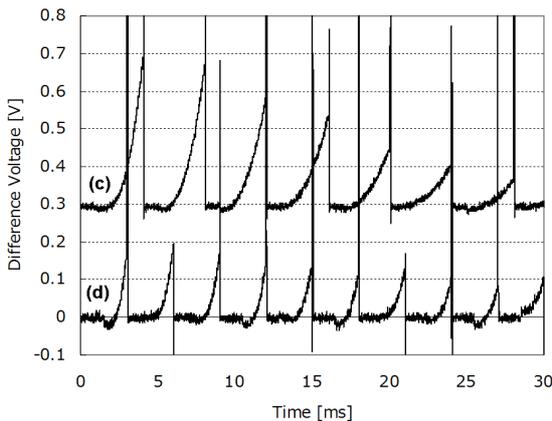


Figure 12. Difference between with and without pre-exposure charging waves calculated using the data shown in Fig.11. And comparison of charging characteristics. Pulse charging time was 1.5ms/pulse at upper (c) and 3.0ms/pulse at lower (d).

前露光ありと前露光なしの場合との間の差をとったものを Fig12 に示した。それぞれの最大値を比較すると、(c)では帯電時間とともに減少していた。一方、(d)では推移していく中でピークがあり、(c)よりもゆっくりと減少していた。

前露光によるキャリアの量を見積もるにはまだシグナルにノイズが多く残っているためできないが、それが改善されたときには、キャリアの量について比較ができると思われる。

Summary

いくつかの種類 OPC ドラムの電気特性を測定することにより、液体電極接触法について調べることを試みました。結果として、液体電極接触法によって得られた値は、TOF 試験においては(従来法と)比較的同じ値を示していました。また、この液体電極接触法は、ドラムの疲労時間を劇的に短くできるため、疲労試験においては有用であることが考えられます。ただ、液体電極接触法にはまだ問題が残っています。つまり、液体素材から OPC への影響を明らかにしたり、詳細に解析するためにシグナル検出について改善する必要があります。

液体電極を用いた方法は、まだ開発段階にあります。解決すべき問題はまだまだ残ってはいますが、OPC の特性評価(特にトラップやメモリー現象)には有用な方法であろうと思います。

References

- [1] C.W. Lin, et al., Dependence of Photoreceptor Charging Characteristics on Pre-Exposure Conditions (IS&Ts NIP 14, International Conference on Digital Printing Technologies, 1998) pg. 548.
- [2] C.W. Lin, et al., Analysis of Traps in Photosensitive Materials from the Dependence of Corona Charging Characteristics on Exposure (IS&Ts NIP 13, International Conference on Digital Printing Technologies, 1997) pg. 270.
- [3] Y. Hoshino, et al., "Measurement of Traps by Pre-exposure Effect on Charging Characteristics in Organic Photoreceptor" Jour. the Imaging society Japan. 37, 542 (1998).
- [4] Y. Hoshino, et al., "Thermally Stimulated Current Measurements on the Trapping Levels in a Cu-Phthalocyanine Binder Photoreceptor", J. Appl. Phys., 52, 5655 (1981).

Author Biography

Toshinori Nozaki is the president of GENTEC Co. He graduated Shibaura institute of technology in 1969. Since then he established GENTEC in 1982, and has been involved in research and development in the field of imaging engineering and electrophotographic technology. He is a member of ISJ (the imaging society of Japan).