

衝擊電壓에 의한 沿面放電의 成長에 關한 研究

俞 壽 福
電 氣 科

〈要 約〉

Lichtenberg 圖形을 만드는 方法들 中에서 寫眞乾板法과 Camera 法은 매우 간단하며, 固體誘電體面 上에서 發生하는 沿面放電을 研究하는데 有用하다.

本 研究에서는 이 두가지 方法으로 Lichtenberg 圖形을 만들고, 電極의 形狀 및 絶緣材料의 物理的 特性에 의하여 나타나는 沿面放電의 現象에 대하여 考察하였다.

實驗結果에 따르면, 沿面放電의 開始電壓은 電極의 形狀에 의하여 영향을 받으며, 또 絶緣材料의 表面抵抗에 의하여 달라진다. 그러나 印加電壓에 대한 沿面放電의 成長率은 電極의 形狀에는 無關하며, 絶緣材料의 比誘電率에 關係함을 알았다.

A Study on the Development of Surface Discharge by Impulse Voltage

Yoo Soo Bok

Dept. of Electrical Engineering

〈Abstract〉

Among the methods for recording Lichtenberg figures, photographic plate method and camera method were very simple methods. These two methods were found to be useful for the investigation of the surface discharge on insulating solid materials.

In this study, Lichtenberg figures were obtained by these two methods and the relations between the development of surface discharge and the shape of electrode and between the development of surface discharge and the characteristics of materials were investigated.

From results of experiment, the starting voltage for the formation of Lichtenberg figures was found to depend on the shape of electrodes and the surface resistance of the insulating material, while the rate of the development of surface discharge with the applied voltage, is not influenced by the shape of electrode but depends on the relative permittivity of the insulating materials.

I. 緒 論

氣中에 놓인 固體誘電體의 表面에 發生하는 放電 現象을 研究하기 위하여 Lichtenberg 圖形이 많이 利用되어 왔다. 특히 沿面코로나의 進展, 沿面放電의 開始電壓 및 電界強度 등에 관한 特性을 研究하는 데, 또 雷電壓의 波高值, 波形, 極성과 같은 그

러한 特性을 調査하기 위한 Klydonograph, Teinograph 에 利用되어 왔다. (1) (3) (9)

이러한 Lichtenberg 圖形을 얻기 위한 方法에는 Dust figure 法, 寫眞乾板 및 Film 法, Donor 法, Camera 法 등이 있다. (2) (8) (4)

이들 方法中에서 Dust figure 法은 선명한 圖形을 얻기 위해서는 細粉末을 散布하는데 高度의 技術을 要하며 특히 絶緣材料의 表面抵抗이 낮을 때

에는 선명한 圖形을 얻기가 거의 不可能하다. 비록 선명한 圖形이 만들어졌다 하더라도 이를 保存하기가 어려울 뿐만 아니라, 이 方法에 使用되는 粉末은 有毒性이기 때문에 취급에 주의를 요한다.⁽³⁾⁽⁴⁾

Donor 法은 殘留電荷로 圖形을 그리는 方法으로서 絶緣油中の 放電圖形을 만드는데 적합하다.⁽⁵⁾

本 研究에서는 寫眞乾板法과 Camera 法으로 Lichtenberg 圖形을 만들었으며, 寫眞乾板法이 다른 方法에 비하여 선명한 圖形을 쉽게 얻을 수 있는 반면, Film의 感光膜 위의 放電에만 국한되는 점을 감안하여, 電極의 形狀에 의한 沿面放電現象을 調査하기 위해서는 寫眞乾板法을 利用했으며, 寫眞乾板이 아닌 다른 誘電材料의 表面上에서의 放電圖形을 記錄하기 위해서는 Camera 法을 利用하였다.

지금까지 Lichtenberg 圖形에 關해 發表된 대부분의 論文에서는 Lichtenberg 圖形의 最大 길이와 印加電壓과의 關係가 주로 논의되었다. Lichtenberg 圖形의 開始電壓에 대하여 Polbüschel은 약 3kV에서 나타난다고 알려져 있다. 그러나 이 電壓은 電極의 形狀과 絶緣材料의 形態에 의하여 달라진다.

沿面放電의 開始電壓에 關한 實驗에서 電界의 불균일성을 막기 위해 종래 使用된 高電壓電極은 그 下端 끝 부분을 半球形으로 하였으나, 이 경우 電極과 絶緣板 사이의 空氣 Gap으로 인하여 放電의 絶緣板上 到達點이 印加電壓의 크기에 의해서 매우 다르다. 이것은 寫眞乾板法을 利用하여 Lichtenberg 圖形을 取하여 보면 알 수 있다.

그러므로 本 研究에서는 棒電極의 下端을 直角으로 絶斷한 圖形斷面으로 하여 印加電壓의 크기에 關係없이 항상 放電開始點이 一定하도록(棒電極의 最 下端의 外周部分) 하였다. 따라서 이것은 沿面放電의 發生初期의 狀態를 調査하기 위해서는 적절한 電極이라 할 수 있겠다.

다음에 종래 使用된 半球形棒電極을 使用하여 誘電材料의 比誘電率 및 表面抵抗에 關係하는 放電現象을 調査하였다.

II. 實驗方法

1. 實驗裝置

寫眞乾板法에 의한 Lichtenberg 圖形을 만들기

위하여 그림 1과 같이 가로 600 mm 세로 600 mm 높이 450 mm의 暗箱子안에 高電壓棒電極과 接地平板電極을 設置하고 이것을 다시 가로 1,200 mm 세로 1,800 mm 높이 1,600 mm의 木材暗箱子에 넣어 實驗을 行하였다.

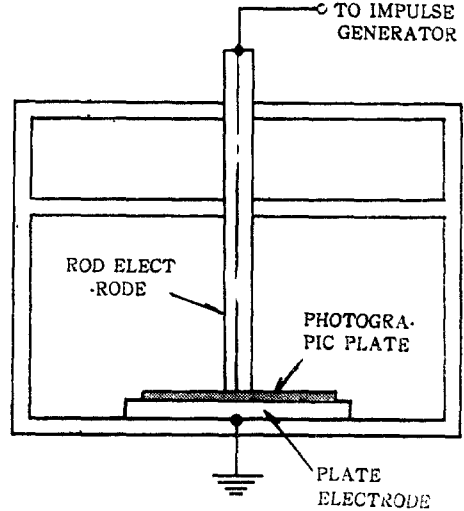


그림 1. 實驗裝置(寫眞乾板法)

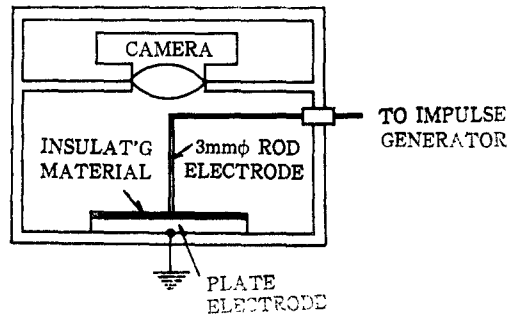
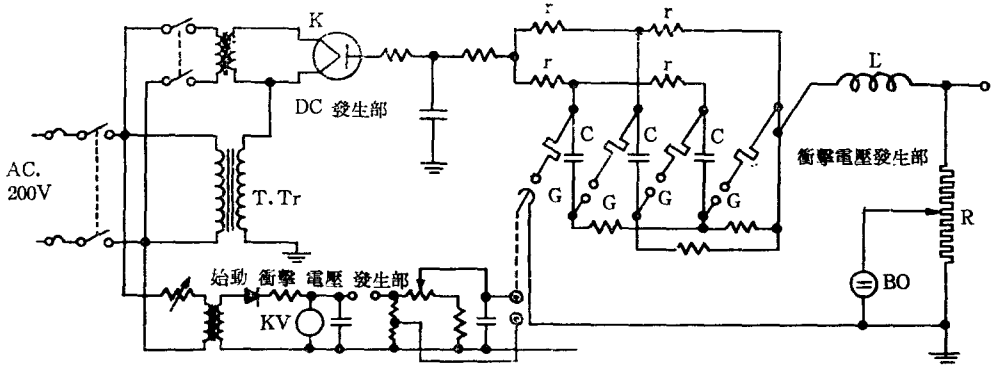


그림 2. 實驗裝置(Camera 法)

다음으로 여러가지 誘電材料의 表面上에서 發生하는 放電現象을 調査하기 위하여는 그림 2와 같이 棒電極과 接地平板電極을 配置한 暗箱子에 Camera를 設置하였다. 이 경우의 棒電極은 直徑 3mm의 Stainless steel로 만들어졌으며 그 下端部는 半球形으로 하여 電極形狀으로 인한 沿面 Corona 發生의 불균일성을 抑除하고자 하였다.

平板電極은 앞의 두 경우 공히 直徑 30 cm, 두께 5 mm의 黃銅圓板을 使用했으며 이를 直接接地시켰다.

그림 3은 實驗에 使用한 衝擊電壓發生裝置의 回



BO: 衝擊波 波形觀測用 Oscilloscope
 T·Tr: Testing Transformer
 K: 整流用 Kenetron
 C: Condenser
 G: 間隙
 L: 波頭調整用 Inductance

그림 3. 衝擊電壓發生裝置 回路圖

路圖이며, 이 衝擊電壓發生裝置는 多段式直列充電方式(最大發生衝擊電壓 300 kV, Tokyo Transformer Co. 製)으로 $1 \times 40 \mu\text{sec}$ 의 標準衝擊波를 發生한다.

2. 試料 및 實驗方法

이 實驗에 使用된 試料는 寫眞乾板(Panchromatic ASA 250, 두께 0.25 mm, 比誘電率 3.9)과, Camera 法에 使用한 誘電材料로서, glass, Bakelite, Acryl 板을 擇하였으며, 誘電材料는 各款 標本으로 直徑 30 cm 두께 1 mm 의 圓板으로 만들고 使用하기 직전에 약 5分間 Oven 에 넣어 乾燥시켰다.

이러한 試料에 더하여, 우선 寫眞乾板法에 의한 Lichtenberg 圖形을 만들기 위하여 그림 1과 같이 高電壓棒電極과 平板電極사이에 寫眞乾板을 插入하고 이것에 正極性衝擊電壓($1 \times 40 \mu\text{sec}$)을 印加하였다.

이 때 使用한 高電壓棒電極은 그 下端 끝 부분을 直角으로 切斷한 圓形斷面으로 하여, Film 上에 沿面放電 開始點의 位置를 一定하게 하고져 하였다.

지금까지 行해진 沿面放電의 開始電壓에 關한 實驗은 대부분 接地電極은 平板電極이고 高電壓電極은 球電極이나 끝부분이 半球形으로 된 棒電極으로 모두가 그 電極端이 曲率을 가진 電極構造이므로 이것은 高電壓電極의 端部에 좁은 空氣 Gap 및 固體誘電體와 背後電極으로서 構成된 電極構造이다. 이 경우 高電壓電極에 電壓을 印加시키면, 우선 좁은 空氣 Gap에서 放電이 일어나고 Streamer가 絶緣

板에 이르고, 그 點의 電界의 接線方向成分이 크게 되던 계속하여 沿面 Streamer 형으로 絶緣板 위를 進展한다고 생각되며, 印加電壓의 크기에 따라 空氣 Gap의 放電의 絶緣板上 到達點이 매우 다르다.

그러나 下端을 直角으로 切斷한 棒電極을 高電壓電極으로 使用하면 沿面放電開始點은 반드시 棒電極周端이 되고, 이 點을 放電開始 즉 沿面放電 開始點이라고 말할 수 있을 것이다. 이 경우에도 高電壓棒電極과 寫眞 Film 과의 密着度가 不充分하던 棒電極의 下面과 Film 사이에서 空氣放電이 일어나고 거기에 放電圖形이 나타나므로 棒電極의 先端을 예민하게 直角으로 절삭한 것을 아주 고르게 研磨하여 寫眞乾板에 垂直으로 세워 實驗을 行하였다.

棒電極의 直徑은 3, 5, 10, 20, 30 mm로 바꾸어서 電極周端 근방의 電界를 여러가지로 變化시켜 Lichtenberg 圖形을 만들고 各各에 대한 沿面放電의 開始電壓과 그 成長過程에 대하여 考察하였다.

다음으로 여러가지 絶緣材料 面上에서의 沿面放電圖形을 만들기 위하여 별도로 製作한 試料를 그림 2와 같이 高電壓電極과 平板電極 사이에 插入하고 이것에 衝擊電壓($1 \times 40 \mu\text{sec}$)을 印加하였다. 이 때 試料에 電壓을 印加하여 放電이 이루어지고 있는 동안에는 Camera의 Shutter(B-Shutter)는 열 어두며, 한번 衝擊電壓을 印加한 試料는 殘留電荷의 效果를 없애기 위하여 새로운 試料로 交替하였다. 여기서 使用한 試料는 앞에서 언급한 바와 같이 Glass, Bakelite, Acryl 3種의 誘電材料를 모두 두께 1 mm, 直徑 30 cm의 圓板으로 만들고,

比誘電率, 表面抵抗 등 各各의 物理的 特性을 미리 調査하여, 이들 特性과 沿面放電의 成長과의 關係에 대하여 考察하였다.

또, 한편으로 그림 2와 같은 裝置에 試料를 寫眞乾板으로 使用하므로 해서 寫眞乾板法과 Camera法에 의한 Lichtenberg 圖形을 比較하여 보았다. 이들 두 圖形은, 寫眞乾板法에 의한 것은 다소 ละเอียด하나 가늘고, Camera法에 의한 것은 조금 굵게 나타나 보이긴 했어도, 서로 일치함을 보여 주었다.

Ⅲ. 印加電壓과 沿面放電의 成長

그림 1과 같은 實驗裝置의 高電壓電極에 印加電壓을 順次的으로 높였을 때의 沿面放電圖形의 變化하여 가는 모양을 直徑 10 mm의 棒電極의 경우에 대해서 그림 4에 나타내었다.

우선 낮은 印加電壓에서는 電極周邊에 沿面 Glow Corona가 약하게 나타날 것이라고 생각되지만 Film面上에서는 잘 나타나 보이지 않았으며, 거기에서 印加電壓을 조금 더 높이면 微光을 發하는 沿面 Corona가 時間幅 數 μsec 의 單一 Pulse로서 發生한다. 이것을 Toepler는 Polbüschel⁽⁶⁾이라고 칭하였으며 이것은 沿面 Streamer가 電極周端에서 放射狀으로 비교적 直線的이며 같은 길이로 成長하고 있다. Toepler에 의하면 Polbüschel의 成長과

印加電壓의 關係는 高電壓電極의 極性에 의하여 다르며

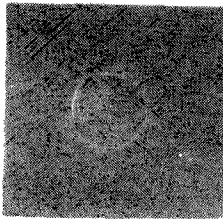
正極性에서 $V=5.9R$

負極性에서 $V=11.5R$

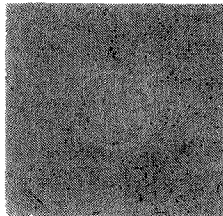
단, V ; 印加電壓[kV], R ; 半徑[cm]로 表示된다.

本實驗에서 Polbüschel의 最大成長은 印加電壓 3.2 kV를 前後하여 5.5 mm 정도로 나타났으며, 또한 棒電極의 直徑을 變化시켰을 때에 Polbüschel이 가장 낮은 電壓에서 發生하는 電極의 直徑은 3 mm이고, 다음으로 5 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm 順으로 가장 높은 電壓에서 發生하는 電極의 直徑은 10 mm 이었다. 그림 5에서는 沿面放電이 가장 낮은 電壓에서 發生하는 電極直徑 3 mm와 가장 높은 電壓에서 發生하는 電極直徑 10 mm의 경우를 대표시켜서 線을 그리고 있다. 以上과 같이 電極의 크기에 의해서 Polbüschel의 發生電壓이 다소 다르다는 것을 알 수 있다. 이것에 관해서는 다음 節에서 다시 論하기로 한다.

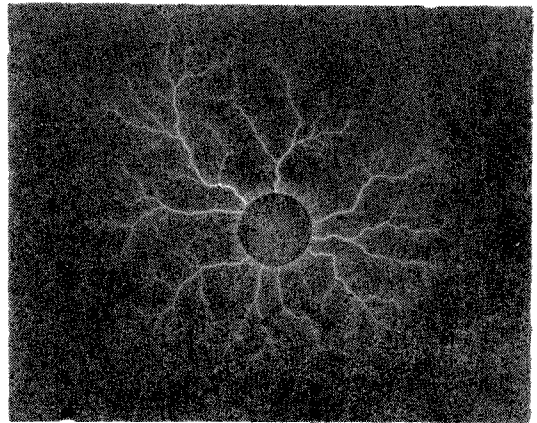
印加電壓을 Polbüschel이 發生하는 電壓보다도 더 높이면 여러개의 發光 Pulse를 同伴하면서 그 先端이 分岐된 沿面 Streamer가 電極에서 放射狀으로 나타난다. 이 때는 棒電極의 直徑의 크기에는 關係없이 印加電壓이 같으면 沿面放電은 같은 길이로 成長한다. 이 圖形을 Transient⁽⁷⁾ 圖形이라고



Polbüschel 圖形 印加電壓 : 2.4 kV



Transient 圖形 印加電壓 : 6.4 kV



Gleitbüschel 圖形 印加電壓 : 10.4 kV

그림 4. 沿面放電圖形

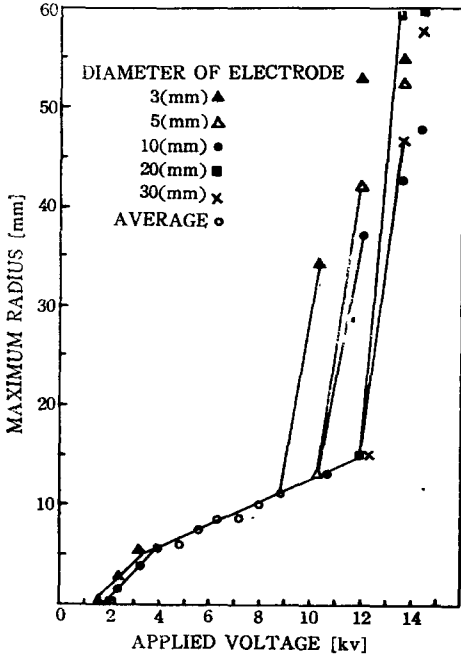


그림 5. 印加電壓과 沿面放電圖形の 成長

하며, 그림 5에서는 이 圖形에 대해서 모든 電極의 平均値를 나타내었다. 本 實驗에서 이 圖形의 最大 成長은 印加電壓 12kV 근처에서 15mm 정도로 나타났습니다.

이 電壓 以上에서는 強한 發光을 同伴한 Streamer 가 나타나고 放電圖形은 非對稱으로 急激히 進展한다. 이 圖形을 Gleitbüschel⁽⁹⁾이라고 하며, Toepler 는 Gleitbüschel의 成長과 印加電壓의 關係는 다음 式으로 주어진다고 하였다.⁽¹⁰⁾

$$R = K \times 10^{-6} V^5 \cdot C^2 \sqrt{dv/dt} \cdot 1/3 \times 10^8$$

단, 正極性일 때 $K=0.2$, 負極性일 때 $K=0.17$ 이다.

이 Gleitbüschel은 高電壓棒電極의 直徑이 작을 수록 낮은 電壓에서 發生하고, 또한 電極의 直徑에 따라 그 成長率 역시 다르다.

그림 5에서 나타낸 바와 같이 Gleitbüschel의 發生은 印加電壓 9.6kV 前後에서이고, 그 成長이 Film 面의 크기를 넘으면 沿面 arc로 된다.

IV. 電極의 形狀과 沿面放電의 成長

前節에서 論한 印加電壓과 沿面放電의 成長에 대

한 實驗過程에서 沿面放電의 最初의 發生 Pulse는 Polbüschel의 沿面 Corona 發光으로서 Lichtenberg 圖形上에 나타난다. 그 發生瞬時的 電壓値를 沿面放電 開始電壓이라고 하고, 이 電壓値와 各 棒電極의 直徑과의 關係를 그림 6에 圖示하였다.

直徑이 작은 電極에서는 周端의 電界가 높기 때문에 낮은 印加電壓에서 沿面放電이 開始하는 것이라고 생각된다. 반면 直徑이 크게 되면 電極周端의 電界가 낮아지고 그것에 해당하는 만큼 높은 電壓을 요하는 것이다. 그러나 棒電極의 直徑이 크지면 어디까지나 Polbüschel의 發生電壓이 높아지는 것은 아니다. 그림 6에서 나타낸 바와 같이 直徑 20mm, 30mm에서는 오히려 沿面放電 開始電壓이 低下한다. 이것은 棒電極의 直徑이 크게 되어 沿面放電에 關係하는 外周가 길게 되며, 電極面積效果와 같이 最大弱點分布理論의 觀點에서 말하면, 弱點에서부터 隨時沿面放電이 몇 군데에서 時間差를 가지고 發生하는 것이라고 생각된다.⁽⁸⁾ 그 때문에 電極直徑이 크게 되면 적은 印加電壓에서 沿面放電이 發生하는 것이다.

다시 말하여 沿面放電開始電壓이 電極의 直徑의 增加와 더불어 높아지는 直徑 3mm에서 10mm까지는 電極先端近傍의 電界가 低下하는 現象에 의하고, 電極의 直徑의 增大와 더불어 역으로 내리는 電極直徑 20mm, 30mm에서는 電界의 低下보다도 電極周端의 最大弱點이 增加하고 그 點에서의 沿面放電開始電壓이 낮아지는 現象에 의한 것이라고 생각된다.

이와 같이 電極直徑의 크기에 따라서 沿面放電의

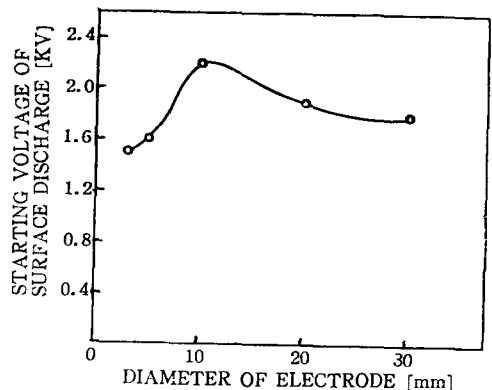
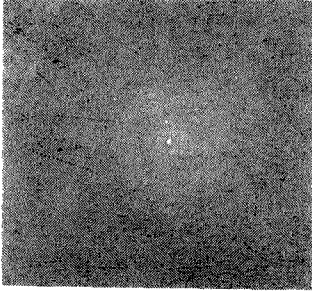
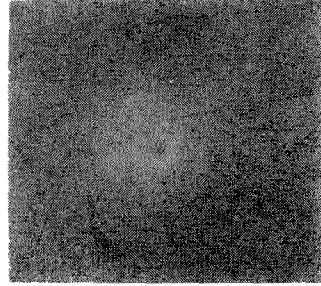


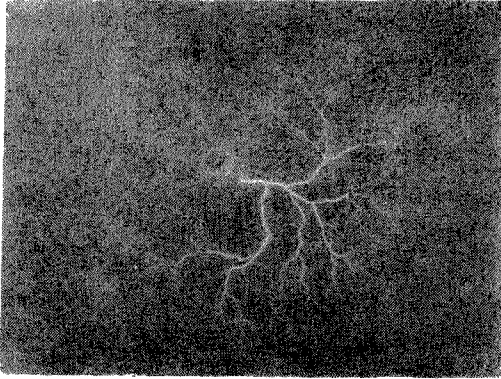
그림 6. 電極의 直徑과 沿面放電開始電壓



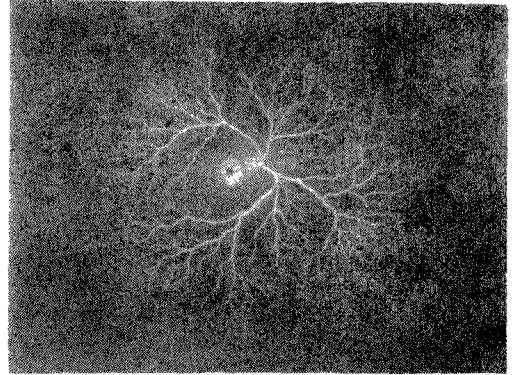
Polbüschel 圖形
印加電壓 : 3.2 kV



Transient 圖形
印加電壓 : 7.2 kV



Gleitbüschel 圖形
印加電壓 : 9.6 kV



Gleitbüschel 圖形
印加電壓 : 11.2 kV

그림 7. 不平等電極에 의한 沿面放電圖形

Polbüschel의 發生에 차이가 있을 수 있다는 점을 알 수 있다. 그러나 비록 Polbüschel이 電極의 直徑에 따라 그 發生電壓은 다소 달리 하기는 하지만 各 電極에 대한 Polbüschel의 成長率은 一定하며, 5種의 電極 모두에 대한 平均値는 Toepler의 印加電壓과 沿面放電의 成長에 대한 關係를 거의 만족시킨다.

Transient 圖形에서도 電極의 直徑에 관계없이 印加電壓에 대해기 一定한 成長率을 가지며 그 값은 1.25 mm/kV 정도이다. Gleitbüschel이 되면서부터 圖形的 成長率이 急激히 크지면서 電極의 直徑에 따라 그 發生電壓 및 成長率은 달라진다.

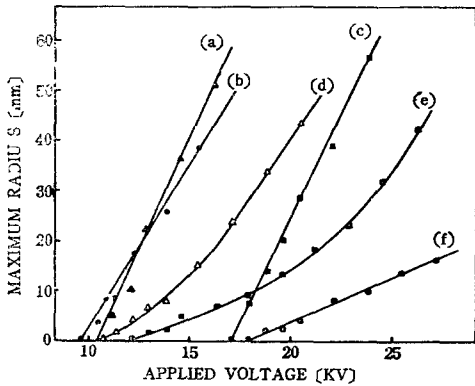
이와 같이 Polbüschel, Transient 圖形에서 印加電壓에 대한 圖形的 成長率이 電極의 直徑에 의하지 않고 거의 一定한 것은 이러한 것들의 放電形式이 電極의 形狀에 의한 電界나 絶緣物의 狀態에

그다지 영향을 받지 않고 印加電壓值에 强하게 영향을 받는 것으로 사료된다.

이 關係를 더욱 명확히 하기 위하여 그림 7과 같은 Lichtenberg 圖形을 얻기 위한 實驗을 行하였다. 이들 圖形은 直徑 20 mm의 棒電極의 下端 끝部分을 半球形으로 한 尖端에서 어느 한 부분을 Tip으로 하여금, 극부적으로 不平等電界가 되도록 했을 때의 Lichtenberg 圖形을 나타낸 것이다. 이들 圖形에서 알 수 있는 바와 같이, Polbüschel, Transient에서는 沿面放電의 成長은 電極의 근처에서 거의 一定하며 電極의 形狀에 의한 영향을 나타내는 바가 없으며, Gleitbüschel에서 急激히 극부적으로 成長하여 가며 電極의 形狀에 의한 영향이 크게 나타나고 있다.

Ⅶ. 絶緣材料에 따른 沿面放電의 成長

絶緣材料의 表面抵抗 및 比誘電率을 달리 했을 때의 誘電體 面上에서 發生하는 沿面放電을 調査하기 위하여 그림 2와 같이 接地平板電極과 棒電極 사이에 試料(Glass, Bakelite, Acryl)를 挿入하고 $1 \times 40 \mu\text{sec}$ 의 正極性 衝擊電壓을 印加하여 그 放電 瞬間에 대한 放電圖形을 Camera로 撮影하였다. 그림 8은 그 때의 印加電壓과 Lichtenberg 圖形의 半徑과의 關係를 圖示한 것이며, 이 때 半徑 R 은 Lichtenberg 圖形上에서 電極으로부터 가장 먼 Tip까지의 길이를 測定한 것이다.



- (a) a sheet of glass
- (b) a sheet of bakelite
- (c) a sheet of acryl
- (d) two sheet of glass
- (e) glass(top) and acryl(bottom)
- (f) acryl(top) and glass(bottom)

그림 8. 絶緣材料에 따른 Lichtenberg 圖形의 成長

表 1은 이 때에 使用한 試料에 대한 各各의 特性을 表示한 것이다.

이들 Data로부터 固體誘電體表面에서의 沿面放電은 그 誘電體의 特性에 따라 다르다는 것을 알 수 있다. 앞서 行한 同一 Film 面上에서 電極의 形狀을 달리 했을 때는 Polbüschel의 發生은 印加電壓에 의하여 크게 좌우되었으나, 電極構造가 같고 絶緣材料를 바꾸었을 때는 그 絶緣材料의 特性에 따라 Polbüschel의 發生電壓이 크게 다르다.

Huter 와 Papen은 沿面放電의 開始電壓은 絶緣材料의 誘電率에 반비례한다고 했다. 그러나 本實

表 1. 試料의 特性

絶緣材料	表面抵抗(Ω)	比誘電率
Bakelite	6.3×10^{11}	5.4
Glass	2.3×10^{13}	6.9
Acryl	8.6×10^{15}	3.1

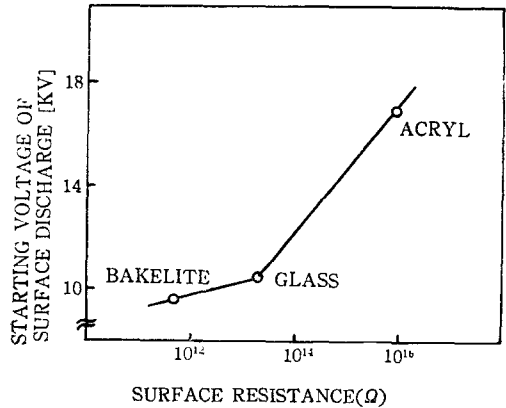


그림 9. 表面抵抗과 沿面放電開始電壓

験에서 나타난 圖形에서는 沿面放電의 開始電壓은 차라리 誘電率보다는 絶緣材料의 表面抵抗에 크게 좌우됨을 보여 주고 있다.

이러한 사실로 미루어 보아서 沿面放電의 開始電壓을 높이기 위해서는 絶緣材料의 表面抵抗을 增加시키면 된다는 結論을 얻을 수 있다. 이러한 表面抵抗과 沿面放電의 開始電壓과의 關係를 그림 9에 圖示하였다.

그러나 한편 그림 8의 Polbüschel 영역에서 印加電壓이 增加했을 때의 沿面放電의 成長率은 絶緣材料의 比誘電率이 높을 때는 크고 반면 比誘電率이 낮을 때는 그率が 작다. 그러므로 沿面放電의 成長率은 絶緣材料의 比誘電率에 의하여 決定된다는 것을 알 수가 있다.

이상과 같이 Lichtenberg 圖形의 半徑과 印加電壓과의 關係는 絶緣材料의 比誘電率과 表面抵抗에 의하여 강한 영향을 받는다. 이 關係를 더욱 분명히 하기 위하여 앞에서 行한 實驗에서의 試料를 두 장 겹쳐서 實驗을 行하였다. 즉 한장의 Glass 板을 한번은 다른 Glass 板 위에, 또 한번은 Acryl 板 위에 놓고, 각각의 경우에 대하여 電壓을 印加하였다 그래서 絶緣材料의 靜電容量은 絶緣材料의 두께(2 mm)가 增加하기 때문에 減少하며, 어느 것이나 放

電은 모두 Glass 板에서 發生하므로 表面抵抗은 變하지 않는다. 그 結果를 그림 8(d) 및 그림 8(e)에 各各 圖示하였으며, 두 경우 모두 開始電壓은 한장의 Glass 板에서의 開始電壓과 거의 일치한다. 그러나 絶緣材料를 겹치므로 해서 比誘電率이 減少하였기 때문에 曲線의 기울기는 減少한다. 그림 8(f)는 Glass 板 위에 Acryl 板을 놓은 경우에 대한 曲線을 表示하고 있다. 이 경우도 한장의 Acryl 板의 경우에 비해서 開始電壓은 비슷하나, 曲線의 기울기는 減少한다.

Ⅶ. 結 論

Lichtenberg 圖形을 만들기 위해서 寫眞乾板法과 Camera 法은 간단하면서도 아주 便利한 方法임을 알 수 있다.

특히 Camera 法은 여러가지의 絶緣材料에 대한 沿面放電現象을 研究하는 데 유용한 方法이라 하겠다.

이에 반해 寫眞乾板法은 비록 寫眞乾板 위에서만 放電圖形이 可能하기는 하지만 放電圖形이 섬세하고 선명한 圖形을 쉽게 얻을 수 있다는 利點이 있다. 또 寫眞乾板法에서 高電壓電極의 先端을 直角으로 切斷한 棒電極을 使用하면 印加電壓의 大小에 關係없이 沿面放電의 開始點이 一定한 圖形을 얻을 수 있다.

이들 두 가지 方法으로 行한 實驗에서 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 電極의 直徑의 크기에 따라 沿面放電의 開始電壓이 다르며, 沿面放電이 가장 낮은 電壓에서 發生하는 電極의 直徑은 3 mm 이고, 다음으로 5, 30, 20, 10 mm 順으로, 가장 높은 電壓에서 發生하는 電極의 直徑은 10 mm 로 나타났다.

2) 印加電壓에 대한 Polbüschel 및 Transient 圖形의 成長率은 電極의 直徑에 關係없이 一定하다. 이것은 이러한 것들의 放電形式이 電極의 形狀에 의한 電界에 그다지 영향을 받지 않고 印加電壓值에 강하게 영향을 받기 때문이라고 생각된다.

3) Gleitbüschel 에서는 그 圖形의 成長率이 急激히 增加하며, 電極의 直徑에 따라 Gleitbüschel 의 發生電壓과 그 成長率이 크게 다르다.

4) 沿面放電의 開始電壓은 比誘電率에 의하기보다 주로 絶緣材料의 表面抵抗에 영향을 받는다. 그

러나 그 成長率은 比誘電率에 의한다. 따라서 絶緣強度는 그 絶緣材料의 表面抵抗을 增加시키므로서 增大시킬 수 있다.

參 考 文 獻

1. A. Kawashima, S. Fukuda, "A Method for Observing Lichtenberg Figures Using High-Speed Image-Converter Camera", Rev. Sci. Instrum. Vol. 44, pp. 1142-1143, Aug. 1973.
2. T. D. Cross, T. S. Sudarshan; "High-Speed Photography of Surface Flashover Across High Density. Alumina in Vacuum Under Direct and Impulse Voltages" I. E. E. E. Trans. on E. I., EI-11, No. 2, pp. 63-66, 1976.
3. A. Kawashima, S. Hoh, "Lichtenberg Figures on Various Electrical Insulating Materials" I. E. E. E. Trans. on EI, EI-13, No. 1, pp. 51-56, 1978.
4. A. Kawashima, S. Hoh, "Observation of Surface Discharges Using Image-Converter Camera", 1975 International Symposium on High-Voltage Engineering, Zurich, pp. 465-468, Sept. 1975.
5. M. Toepler, "Über den inneren Aufbau von Gleitbüschel Und die Gesetze ihrer Leuchtfäden", Ann. d. Phys. Vol. 53, pp. 213-234, 1917.
6. 岸田治夫, 佐藤, 島山四男, "油中放電圖形と沿面放電に對する 細溝の 効果", I. E. E. J., Vol. 92-A, No. 5, pp. 246-250, 1972.
7. 川島章弘, 志關誠男, "正極性沿面放電의 開始電壓と 伸び", 日本電氣學會論文誌 論文番號 55-A59, pp. 457-464.
8. A. Kawashima, "Cryogenics", 14 pp. 217, 1974.
9. 丁性桂, "高電壓工學", pp. 66-68, 1975.
10. 田春生, "放電·高電壓工學", pp. 351-352, 1980.