

菅原宣義**

保苅和雄**

土方正範**

(昭和51年9月30日受理)

Studies of Lichtenberg Figures Using a Camera in
Air, Oxygen and Nitrogen Gases

—In the case of a Positive Impulse—

by Noriyoshi SUGAWARA, Kazuo HOKARI
and Masanori HIJIKATA

Photographs of the surface discharge on the sheet film were taken with the camera fixed upon the rod electrode. In this case, the sheet film was placed on the acryl resin on the earthed plate electrode and the standard wave-shape positive impulse voltage was applied to it with the rod electrode.

Comparing Lichtenberg Figures taken with the camera with Lichtenberg Figures on the sheet film in air, oxygen and nitrogen gases, the authors found that differences of the maximum length of the Figure from the electrode to the exposed area existed between the Figure taken with the camera and the Figure on the sheet film, and depended on the applied voltage.

In the experiment in air using these results, it became clear that the maximum length of the figure versus applied voltage for the surface discharge on the acryl resin plate could be obtained by correcting the maximum length of the Lichtenberg Figure using a camera with the difference, and the character of that relation had the same character as that of Dust Figure.

1. 緒 言

固体絶縁物表面と接する気体や油の中で、絶縁物表面に沿って起こる沿面放電の現象はきわめて複雑であり、各種の電気機器の絶縁材料面における絶縁設計を行なう場合には十分考慮されなければならない重要な問題である。

* 昭和51年10月16日、電気四学会北海道支部連合大会にて一部発表

** 北見工業大学電気工学科

かかる沿面放電の放電図形を記録する方法として、写真フィルムや乾板面上で沿面放電を起こさせる方法や、絶縁材料面上で沿面放電を起こさせた後で、この絶縁材料面上に松脂と光明丹の混合物をふりかける方法があり、前者により得られる図形をリヒテンベルグ图形 (Lichtenberg Figure)、後者による図形を電荷図 (Dust Figure) と言われ、これらの実験手法を使用しての研究は古くから行なわれている¹⁾。

しかし、従来から行なわれているこれらの方法には一長一短がある。例えば、電荷図法では、図形を得るために熟練を要すること、図形の保存が難かしく写真に撮らねばならぬこと、また光明丹には鉛毒があること、さらに放電の枝 (Stiel) を観察出来ぬことなどが欠点であるが、さい断波の電圧を使用することにより Stiel の観察は可能である²⁾。一方、リヒテンベルグ图形は絶縁材料面上における沿面放電ではなく、感光乳剤面上における沿面放電という特殊条件下であること、シートフィルムや乾板を使用するため暗い場所を必要とすることなどが欠点であるが、この場合には放電の枝を鮮明に得ることができる。

このようなリヒテンベルグ图形法の欠点を除き、放電の枝を観察でき、かつ従来の方法よりも容易に放電图形を得る方法としてカメラ法が空気³⁾や油中⁴⁾において近年用いられだしている。

このカメラ法は絶縁物の真上よりカメラで現象を撮影する方法であり、川島・鳳氏は F 1.2 のレンズを有するカメラでポラロイドタイプ 410 (ASA 10,000) を使用して得た图形と ASA 12 のシートフィルム上のリヒテンベルグ图形とが完全に一致していると報告³⁾している。

カメラ法により得られる图形は、乾板やシートフィルムを使用して得られるリヒテンベルグ图形と同様に、沿面放電が絶縁面上またはシートフィルム上で開始してから終るまでの光の時間積分として記録されたものであるから、今後、カメラ法およびシートフィルムにより得られる放電图形をそれぞれカメラ法によるリヒテンベルグ图形およびシートフィルムによるリヒテンベルグ图形と呼び、区別することとする。

本文は、絶縁板に背後電極が存在する場合の正極性衝撃沿面放電に関し、Gleitbüschel の範囲におけるカメラ法とシートフィルムによるリヒテンベルグ图形の対応関係を空気、窒素および酸素ガス中において調べ、また空気中において、電圧を変えた場合にこれらの対応関係がどうなるかを調べるとともに、アクリル板上における图形の伸びと印加電圧との関係を求めて考察した。

2. 実験方法

実験装置は図 1 のようなペークライト製の気体置換容器 (内容積 0.027 m³) 内に厚さ 1 mm の Al の平板電極を設け、その上に厚さ 3 mm の絶縁材料 (アクリル板 260 × 260 mm) をのせ、さらにその上にシートフィルムを置き、その中心部に高電圧電極として、6 mmφ の鉄製棒状電極を置く、これに標準波形の正極性衝撃電圧を印加する。この真上で、絶縁板より約 50 cm の所に F 1.2 の 35 mm フィルム用カメラを開放状態にして放電图形を撮る。カメラの焦点は絶

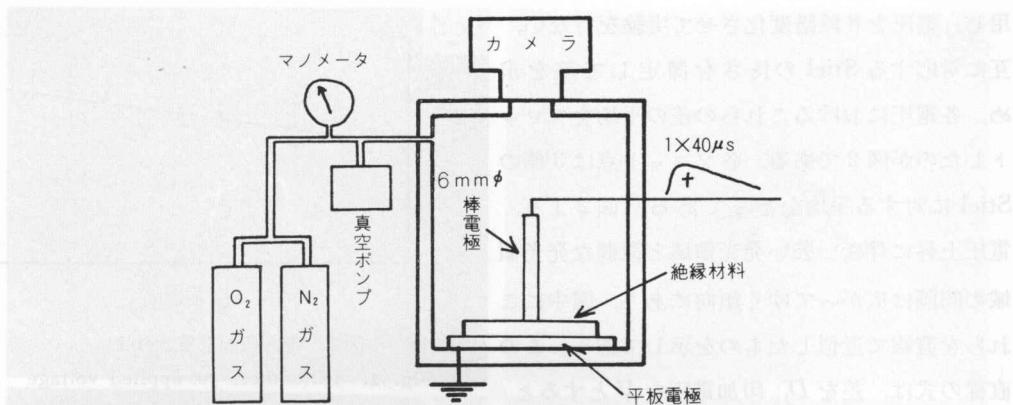


図1 実験装置

Fig. 1. Experimental apparatus

縁物面上に合っているので、高電圧電極のリード線は焦点からはずれるため写真には写ることなく、これによって現象図形がさえぎられることはない。

シートフィルム(パンクロタイプ)はキャビネ版(118×165 mm)であり、ASA 100とASA 4のものを実験目的により使用し、現像は標準条件で行なった。また、35 mm フィルムはTri-X(パンクロタイプ ASA 400)と2475 レコーディングフィルム(パンクロタイプ ASA 1,000)を増感現像を行ない、前者はASA 3,200相当とし、後者はASA 32,000相当とした。

N_2 ガスで実験を行なう場合には、容器内を5 mmHgまで排気した後に大気圧までガスを送気して使用し、 O_2 ガスの場合は5 mmHgまで排気した後に大気圧までガスを送気し、さらに再度5 mmHgまで排気した後にガスを大気圧まで送気して使用した。この結果、市販ガスの純度(99.9%)を考慮して、容器内の N_2 および O_2 ガスの純度は99.8%となる。

絶縁材料は電圧印加ごとに取り替え、エチルアルコールと純水で洗浄後20時間以上デシケータ内で乾燥させたものを使用した。また、Stiel の長さは棒状電極の周囲から Stiel の先のブラシ状に感光した所までとした。

3. 実験結果および考察

3.1 印加電圧と差

カメラ法により沿面放電の研究を行なう場合、まず、シートフィルム面上のリヒテンベルグ图形とそれを同時に上方からカメラにより撮影して得られた图形との対応関係が一致することを確認している^{3,4)}。しかし、この対応関係の確認は電圧を変化させずに一つの電圧点でしか行なわれていないようである。

しかし、電圧が上昇するとともに、カメラで撮影可能なぐらい強く発光する Stiel が長くなるとともに、微弱な発光をする領域もまた伸び、この両者の間隔が電圧変化に無関係に一定値を保つことには疑問があるものと思われる。そこで、Tri-X と ASA 100 のシートフィルムを使

用し、電圧を 8 段階変化させて実験を行ない、互に対応する Stiel の長さを測定して差を求め、各電圧におけるこれらの差の平均をプロットしたのが図 2 である。各プロット点は 3 個の Stiel に対する平均をとっている。図 2 より、電圧上昇に伴ない強い発光領域と微弱な発光領域の間隔は広がってゆく傾向にあり、図中にこれらを直線で近似したものを示してある。この直線の式は、差を D 、印加電圧を V とすると

$$D = aV \quad (1)$$

で表わされ、 a は比例定数である。

3.2 空気、酸素および窒素ガス中における実験

シートフィルムの包装単位により、Gleitbüschel の発生電圧および Stiel の伸びが若干異なるため、本章における実験では同じ箱に入っている ASA 100 のシートフィルムを使用した。また、カメラに使用したフィルムは市販の 35 mm パンクロタイプフィルムとしては最高感度をもつ 2475 レコーディングフィルムを使用し、超増感現像を行なって ASA 32,000 相当とした。増感の限界としては乳剤粒子の粗大化からみてこのぐらいと思われる。

印加電圧は空気および窒素が 29.6 kV であり、酸素は 31.5 kV である。

写真 1 に空気、酸素および窒素ガス中における実験結果を同倍率にしたものを見せる。各ガス体中における特長は次のようになる。窒素ガス中においては、35 mm フィルムからも判別されるように、Stiel の発光は極めて強く、かつ他の 2 つのガス体中よりも短かく、枝分かれが少なく、Stiel の先のブラシ状の領域もカメラに写るぐらいの強さで発光している。酸素ガス中においては、Stiel が細く糸状であり、発光も弱く、先はほとんどブラシ状ではないが伸びが若干大きいようである。空気中においては、窒素と酸素ガス中における特長を合わせ持つような特長を示し、Stiel は強く発光し、その先はブラシ状をしており、ブラシ状の領域の発光は極めて弱く、Stiel の伸びは酸素の影響かと思われるが窒素ガス中よりも長目である。

これらのガス中においては、3~5 枚のシートフィルムにつき実験を行ない、カメラ法によるリヒテンベルグ图形と対応するシートフィルム上の各 Stiel の長さの差を求めてみたのが図 3 である。これより、Stiel の先にはほとんどブラシ状を示さない酸素ガス中においては差が一番小さく平均値で 10 mm であり、窒素および空気中ではそれぞれ平均値で 27.1 mm および 28.4 mm である。このようにして、各ガスごとに求まった差をカメラ法より求めた各 Stiel の長さに加算して、その Stiel に対応するシートフィルム上の Stiel の長さを真値として差を求める、真値との差の % を求めると図 4 のようになる。これより、図 3 で求めた差をカメラ法により求めた Stiel 長に加算すると、空気では平均 +5.8%, -5.6%, 酸素では平均 +9.2%, -7%, 窒

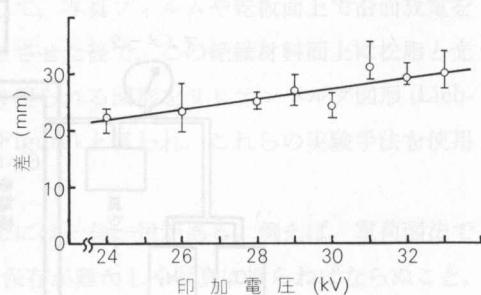
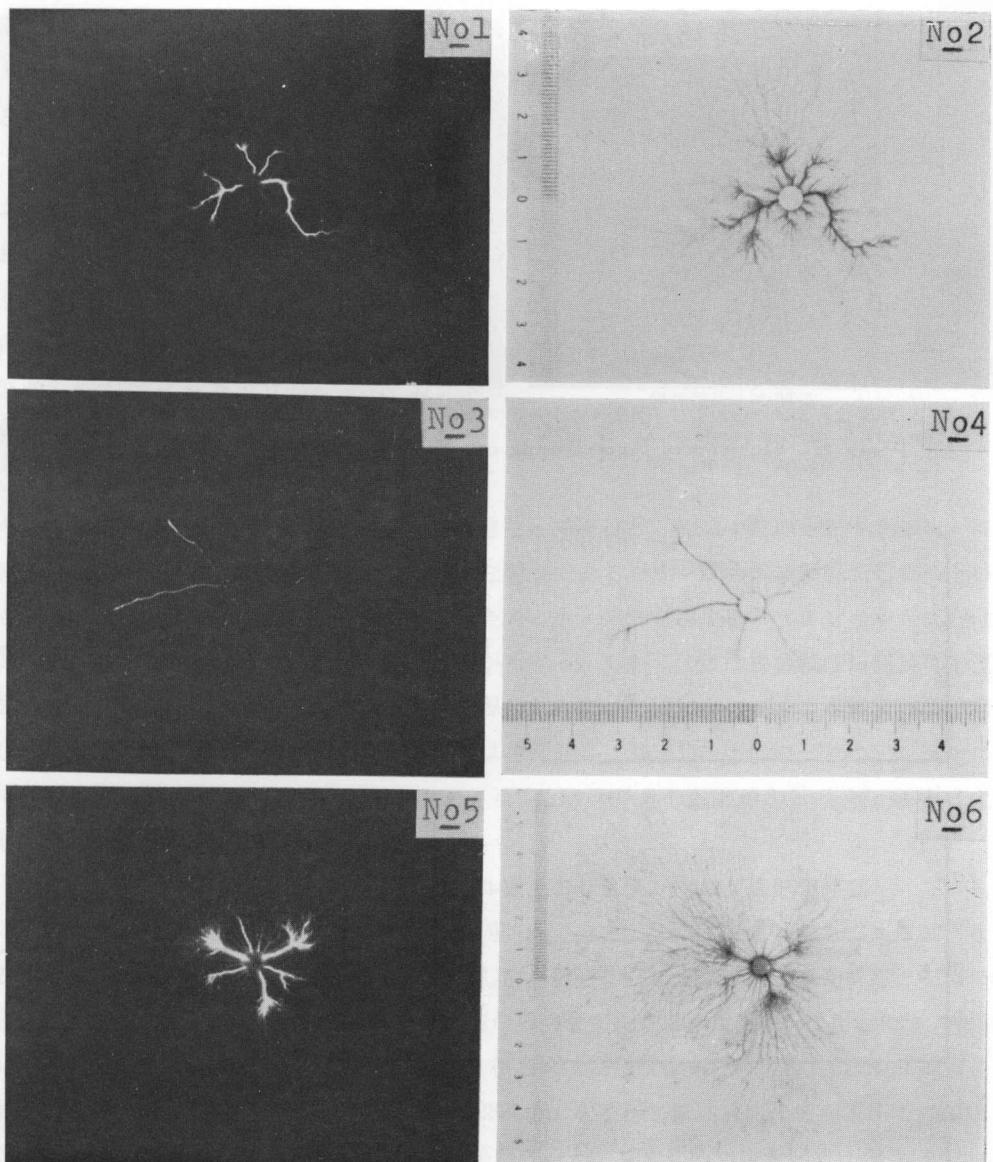


図 2 差と印加電圧との関係
Fig. 2. Differences vs. applied voltage



No.1, No.3 and No.5 are Lichtenberg Figure
using camera

No.2, No.4 and No.6 are Lichtenberg Figure
at the ASA-100 sheet film

No.1 and No.2 in Air

No.3 and No.4 in Oxygen

No.5 and No.6 in Nitrogen

写真1 カメラ法およびシートフィルム上におけるリヒテンベルグ图形

Photo 1. Lichtenberg Figures using camera and at the sheet film

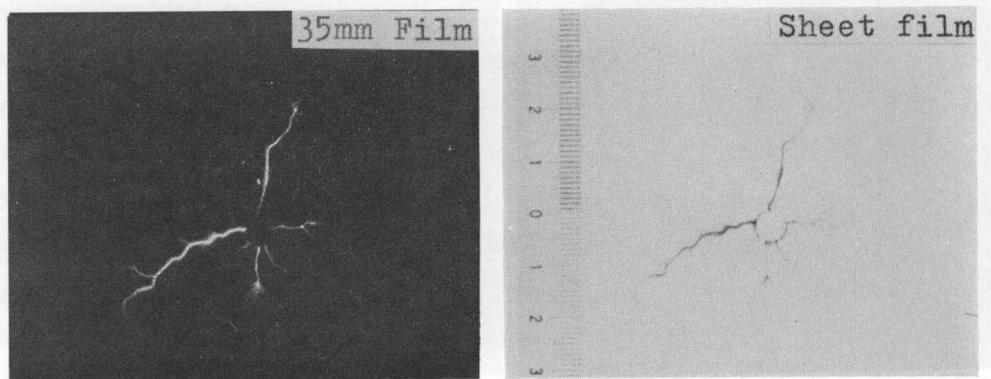
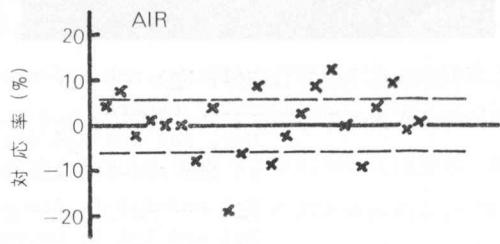
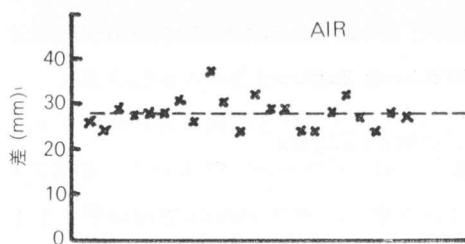
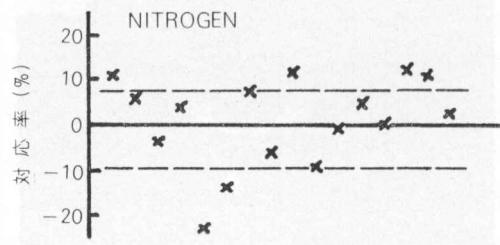
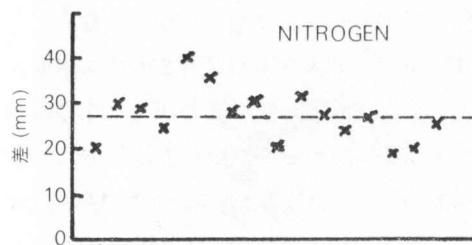
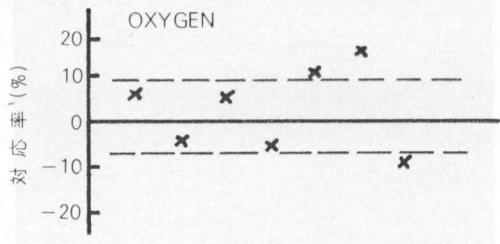
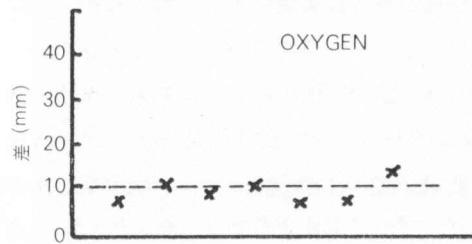


写真2 カメラ法およびASA-4のシートフィルム上におけるリヒテンベルグ图形
Photo 2. Lichtenberg Figures using camera and at the ASA-4 sheet film



Plot 点は各 Stiel に対応

図3 各 Stiel の差

Fig. 3. Differences of each stiel

Plot 点は各 Stiel に対応

図4 各 Stiel の対応率

Fig. 4. Similitude percentage of each Stiel

素では平均 +7.5%, -9.5% の対応率でシートフィルム上の Stiel の長さとして求めることができる。

3.1 より電圧変化に対する差の値は(1)式より求めることができるために、各ガス体中ににおける電圧変化に対する图形の差を(1)式より求めると図5のようになる。この場合、(1)式の比例定数 a の値は、空気、酸素および窒素ガス中ではそれぞれ 0.959, 0.317 および 0.916 となる。

なお、シートフィルムに ASA 4 のパン

クロタイプのものを使用し、空気中で実験を行なってみると、ASA 100 のシートフィルムには感光している空気および窒素ガス中での大きな特長であるブラシ状の領域が感光していないため、このような低い ASA 感度のシートフィルムとカメラ法によるリヒテンベルグ图形は写真2に示すように、ほぼ完全な一致を見る事ができる。しかし、この場合には沿面放電の現象を忠実に観察している事にはならないものと思われるため、シートフィルムも感度の高いものを使用せねばならないと思われる。このことより、川島・鳳氏³⁾の图形の一致は、シートフィルムの ASA 感度が低かった事と、シートフィルムとカメラとの距離が 8 cm と短いことによるものと思われるが、さらに検討せねばならない。

3.3 カメラ法による空気中におけるアクリル板上のリヒテンベルグ图形の伸び

アクリル板上で沿面放電を起こさせると同時に、カメラ法によりリヒテンベルグ图形を撮影し、さらに電圧印加後のアクリル板を注意しながら容器内より取り出して光明丹と松脂の混合粉末をふりかけて電荷図を観察し、電極周辺からの最大長さを測定した。使用したフィルムは 2475 レコーディングフィルムで、ASA 32,000 相当まで増感現像を行い、最大の Stiel の長さを求め、これに **3.2** で求めた空気中の图形の差 28.4 mm を電圧に無関係に全ての電圧での値に一律に加算した曲線と、電圧と差が(1)式の関係が在るとして求めた曲線を図6に示す。プロット点は 5 回の実験結果の平均であり、電荷図による曲線のパラソキは +7.2%, -5.7% である。これら電荷図による曲線とカメラ法による曲線で大きな差が無いのは、**3.2** で 29.6 kV におけるシートフィルムより求めた最大 Stiel 長の平均が 49.6 mm となり、同じ電圧における電荷図による曲線の値とほぼ一致したためである。またカメラ法ではアクリル面上における発光を写したのであるから、これより求まる曲線の傾向は電荷図より求まる曲線の傾向と同じとなる。しかし、カメラ法により差も考慮して求まる Stiel の最大の伸びは、ASA 100 のシートフィルム上の Stiel の伸びに相当している事になる。この事より、図6で、電圧変化に伴って差も変化すると考えた方が適当であると思われるとともに、電圧と Stiel の長さとがほぼ比例する部

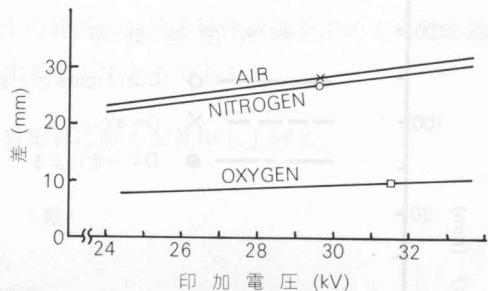


図 5 空気、窒素および酸素中の差と印加電圧との関係

Fig. 5. Differences in Air, Nitrogen and Oxygen vs. applied voltage

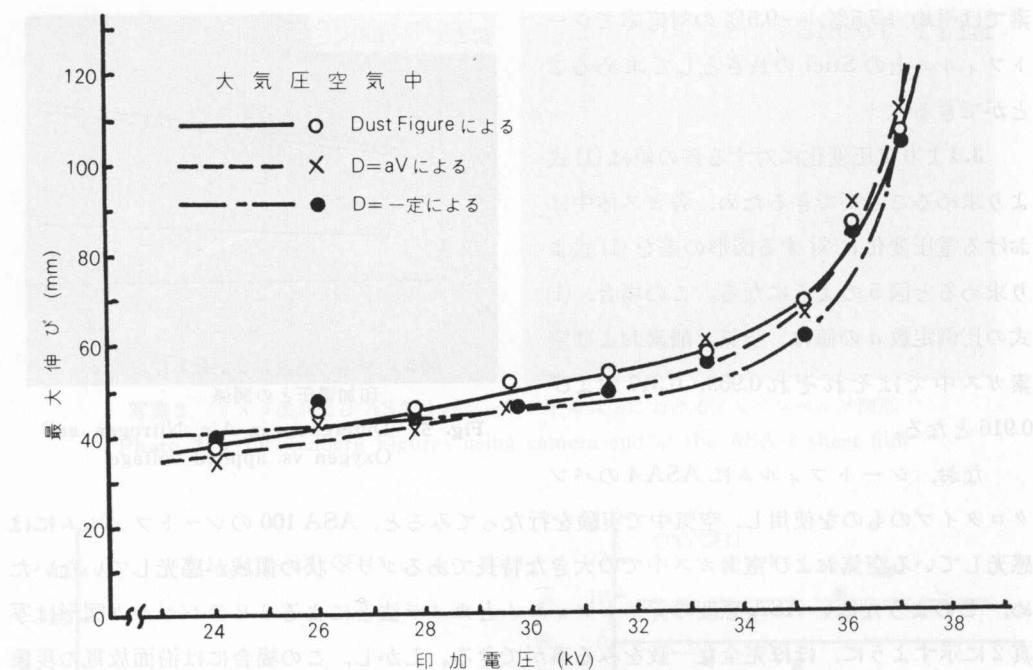


図6 図形の最大伸びと印加電圧との関係

Fig. 6. Maximum length of the figure vs. applied voltage

分からはずれる 36 kV 以上の電圧部分についてはさらに研究を要する所である。

4. 結 言

Gleitbüschel の範囲でカメラ法とシートフィルムによるリヒテンベルグ図形の対応関係を、空気、酸素および窒素ガス中において、標準波形の正極性衝撃電圧を $6 \text{ mm}\phi$ の棒状電極に印加して検討した。この結果、現在行なわれている様な 1 つの電圧点におけるカメラ法とシートフィルムによるリヒテンベルグ図形の対応関係の一一致が、実験を行なう全電圧範囲においても得られるとする事には疑問があり、電圧に比例して両図形の差は大きくなると考えた方が適切であると思われる。

また、カメラ法により求まる Stiel 長と印加電圧との関係曲線において、Stiel の長さは、シートフィルム上における長さに対応するが、求まる曲線の傾向は絶縁材料面上におけるもので、電荷図法により求まる電荷図長と印加電圧との関係曲線の傾向と一致することが判明した。

また、窒素および酸素中におけるリヒテンベルグ図形より判明したそれぞれの多くの特長は、これら 2 つのガスが主要ガス体としての混合気体である空気中におけるリヒテンベルグ図形中にも見出すことが出来た。このことは、空気中のみの実験では判明しなかったことであり、窒素および酸素中での実験結果より初めて類推できる事である。

今後、負極性の衝撃電圧を印加した場合の対応関係と窒素および酸素ガス中における正、負両極性の衝撃電圧を印加して、Gleitbüschel の範囲における特性曲線を求める研究を通して、かかる研究をより一層進展させ、明らかにする事ができるであろう。

終りに、本実験に協力された才木弘、野村秀雄君に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) たとえば：坂本・田頭，新高電工学，朝倉書店。
- 2) Glaussnitzer, W.: ETZ-A 90 [15], 359-363 (1969).
- 3) 川島・鳳：放電研究会資料，ED-75-10.
- 4) 井関・倉橋・松浦：S 46 年電気学会全国大会，No. 113.

（原稿受付 1973 年 11 月 2 日）

（校閲依頼 1974 年 1 月 10 日）

（採用依頼 1974 年 1 月 15 日）

（採用通知 1974 年 1 月 20 日）

（抄録依頼 1974 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1974 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1974 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1975 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1975 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1976 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1976 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1977 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1977 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1978 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1978 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1979 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1979 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1980 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1980 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 5 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 5 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 6 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 6 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 7 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 7 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 8 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 8 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 9 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 9 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 10 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 10 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 11 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 11 月 25 日）

（抄録採用 1981 年 12 月 10 日）

（抄録依頼 1981 年 12 月 25 日）

（抄録採用 1982 年 1 月 10 日）

（抄録依頼 1982 年 1 月 25 日）

（抄録採用 1982 年 2 月 10 日）

（抄録依頼 1982 年 2 月 25 日）

（抄録採用 1982 年 3 月 10 日）

（抄録依頼 1982 年 3 月 25 日）

（抄録採用 1982 年 4 月 10 日）

（抄録依頼 1982 年 4 月 25 日）

（抄録採用 1982 年 5 月 10 日）