

カラーテレビの画面に生ずる静電誘導 と静電防止板

木村久男*

Electro-static Induction on the Braun Tube of the Colour Television Receiver and its Protective Static Shield

by Hisao KIMURA

Electro-static induction on the Braun Tube of the Colour Television Receiver has been recognized to produce the following effects.

- (1) Dirty contamination on the surface of the Braun tube,
- (2) Continuous small discharge from the surface of the Braun tube,
- (3) Very large electrical shock in case of switching.

Therefore, we have had measured these voltages by the various method, i.e. [1] Clydonograph, [2] Static Voltmeter with or without condenser divider, [3] Surge Oscillograph, [4] Special voltmeters, Collector type and Digital type.

Finally, we have suggested the use of the protective static shield which has been invented by the auther.

1. まえがき

カラーテレビのブラウン管の表面が、ホコリで黒ずむのは、「静電気が原因である」ことはよく知られている。ブラウン管の「表面の静電気がホコリやススを吸い寄せるので」、すぐよごれるけれども、「之を完全に防止する方法はない」と云うことが通説のようになっていた。[東電グラフ, No.233, 昭47-10月]

また、ブラウン管に触れると、「ピリピリとするが」、之も「静電気が原因であるが、人命の危険はないから安心せよ」と主張されている。[東電グラフ, No.242, 昭48-7月]ところが、筆者が学生と共に卒業研究などを行っていた時に発見した現象であるが、ブラウン管表面に左手をおき、右手でスイッチ ON 又は OFF を行った時に、何とも激しい電撃を感じたものである。ピリピリどころではなく、「心臓が止まりそうな」ショックであったのである。

その後、カラーテレビの電撃現象を既におられたとおぼしき、或るメーカーの試験場の係長の方が、筆者の実験室に來訪された時に、「画面からの電撃ショックをこのテレビで、体験して頂けませんか。」と申し上げたところ、その方は飛上らんばかりに驚かれ、大へんあわてて、「そればかりは、辞退させていただきます」と申された事実があったのである。

* 理工学部電気工学科教授電気機械、電気応用、家庭電機工学

筆者等も、カラーテレビの実験中に何回も電撃をうけ、予期せざる人体実験になってしまったわけであるが、その印象としては、「飛上って驚く程のもの」であり、この人体実験は、「辞退したくなるような強烈なショック」であることは明らかである。

そこで、このショックの原因となる静電誘導電圧の定量的測定を種々の方法を用いて、行ったのであるが、以下その測定結果を報告し、読者諸氏の御参考に供したいと思う。

静電誘導電圧測定に用いられた方法は、次のようなものであった。

(2章) クライドノグラフ方式の測定 (成蹊大実験講師, 土屋賢治氏と共同実験, 以下同じ)

(3章) 静電電圧計を用いる測定

(3.1) 直接的に静電電圧計を用いた測定 (明星大助手, 青木秀司氏)

(3.2) 分圧器付き静電電圧計による測定 (成蹊大実験講師, 土屋賢治氏)

(4章) 現象起動のサージオシログラフの記録

(5章) 特殊な計測法を用いた場合

(5.1) 集電式電位計を応用した測定記録 (福井工大講師, 藤井求氏)

(5.2) デジタル高電圧計による測定 (明星大助手, 青木秀司氏)

最後に、カラーテレビ画面よりの静電誘導を防止するための対策として、静電防止板を考案し、その広範囲の採用を提案している。

2. クライドノグラフ方式の測定

雷電流電圧を測定する方法の1つとして、クライドノグラフ (clydonograph) があることはよく知られている。[Toepler: Phys. Z., 8, 743 (1907) 及び電気工学ハンドブック, p. 507] それは写真乾板上に針端電圧を印加すると、現像後にリヒテンベルグ図が現われ、その半径を測定して、間接に電圧を測定するものである。その較正式の1つとして次式がある。

$$\left. \begin{array}{l} \text{正極波の場合は } E_m = 0.75 \cdot R(+), \\ \text{負極波の場合は } E_m = 1.78 \cdot R(-) + 2.0, \end{array} \right\} \dots\dots(1)$$

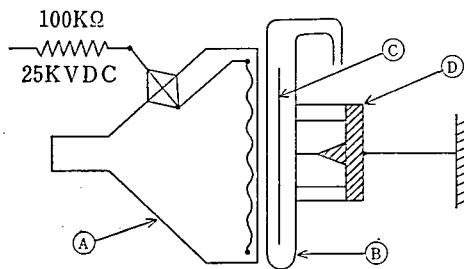


図 2.1 クライドノグラフ方式の測定方法

但し、 $R(+)$ は正像半径 (mm), $R(-)$ は負像半径 (mm), E_m は波高値 KV.

測定方法として考案されたのが図-2.1に示すような方法で、(A)はカラーテレビのブラウン管、(B)は光を通さない絶縁紙の袋である。(C)は写真のフィルムで、通常は薬剤は(D)側に向けてある。(D)は接地側の針電極である。(C)と(D)は図-2.1のような空隙はなく、

(D)から押し付ける様に取付けてある。

この様な状態で、カラーテレビのスイッチをONにすると、ブラウン管の画面内側に(+) 25KV DC が印加せられる。この状態は写真のフィルムから見れば、相対的に(D)側から(-) 25KV DC が印加されたと同様のリヒテンベルグ図が生ずる筈である。カラーテレビのスイッチをOFFにすると、ブラウン管内側の(+) 25KV DC が零になる。

之は (-) 25 KV DC を印加したことと同様な静電誘導が生ずるから、相対的に (D) 側には (+) 25 KV DC を印加したときと同様のリヒテンベルグ図が得られることになるわけである。

測定結果を示せば次の4つの写真で代表される。

図-2.2 は SW.ON 1回、即ち (D) に (-) を印加した場合である。(1) 式を用いて計算すれば (-) 35 KV となる。寸法測定のため、スケール 50 mm を同時に焼付けている。

図-2.3 は SW.OFF 1回、即ち (D) に (+) を印加した場合である。(1) 式を用いて計算すれば (+) 15 KV となる。

図-2.4 は SW.ON—30秒—SW.OFF—30秒—SW.ON—……と云う操作で ON 5回、OFF 5回を行い、得られたリヒテンベルグ図である。即ち換言すれば (-) 5回、(+) 5回を重畳した図である。結果は (-) 35 KV、(+) 15 KV に近いと云い得るようである。

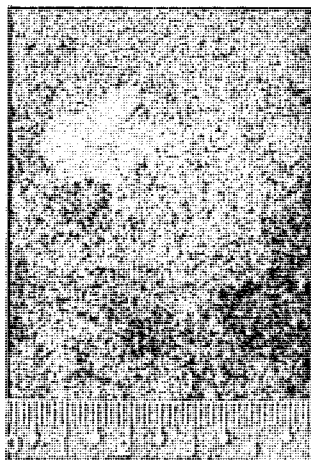


図-2.2 SW. ON 1回

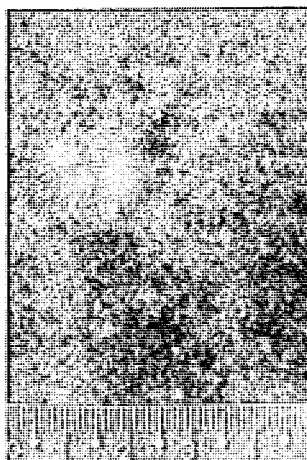


図-2.3 SW. OFF 1回

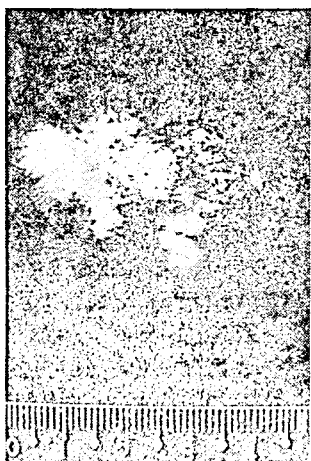


図-2.4 SW. ON 4回
SW. OFF 5回

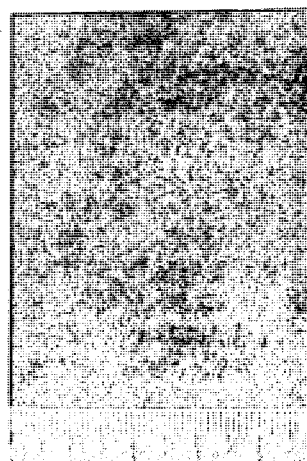


図-2.5 SW. ON 1回
(フィルム裏返し)

図-2.5 は SW.ON 1 回の場合であるが、(C) の写真フィルムの薬剤を塗布した側をブラウン管側に向けた場合であって、(D) に (-) を印加したことは、図-2.2 と同様であるが、フィルムの厚さだけ電界が弱まって、ボケた図形になっている。半径の寸法から (1) 式を用いて計算すれば、(-) 31 KV となる。

15 KV 乃至 35 KV と云う特別高圧に相当する電圧が露出していることを、カラーテレビの画面から直接記録したものである。写真のフィルムが之だけ感光するような電圧が、SW.ON や SW.OFF の度毎に発生していることが、この実験によっても実証せられたのである。

この数値は (1) 式をそのまま利用したため、電界構成が異なるためか、電源が 25 KV DC でありながら、35 KV と云うような大きな誤差を生じている。従って (1) 式は修正して用いられるべきものであろう。この場合の正しい値は、静電電圧計などの測定値がより正しいと見做さるべきものと思われる。即ちブラウン管内部の 25 KV DC の電源に対して、20 KV 前後の値がより正しいものと考えている。

この方法において、誤差が混入したとは云え、写真のフィルムに、相当に大きなリヒテンベルグ図が現われたわけであって、このことは筆者等の人体実験の経験におけるショックの強さにおいて全く一致した結果であるとする事が出来るのである。

3. 静電電圧計を用いる測定

3.1. 直接的に静電電圧計を用いた測定

静電電圧計による測定は最も簡単な方法であって、図-3.1 にその方法を示す。用いた静電電圧計は、横河製 EL-3 型、30/15 KV 用で、15 KV 側を用いた。

第 3.1 表

テレビの型, 測定条件	電源スイッチ	電圧記録	測定値 KV
東芝 19D2-S型 温度 19.7°C 湿度 61%	ON	最大 最小	14.0 13.1
	OFF	最大 最小	-12.4 -12.0
松下 TH14-P43 型 温度 21.3°C 湿度 53%	ON	最大 最小	12.9 12.0
	OFF	最大 最小	-13.1 -12.3
同上 温度 20°C 湿度 53%	ON	最大 最小	12.5 12.3
	OFF	最大 最小	-12.7 -12.2
三菱 DIATRON 14CP-141(R) 温度 21°C 湿度 57%	ON	最大 最小	11.4 9.4
	OFF	最大 最小	-11.2 -9.2

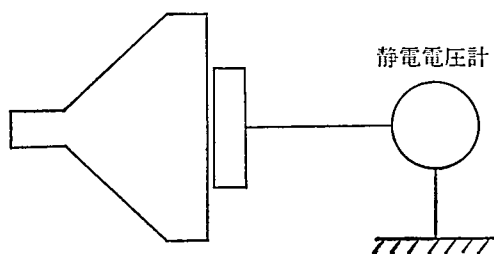


図-3.1 静電電圧計による測定回路

測定結果は、第 3.1 表の如くである。6 回ずつ測定して、その最大と最小を求めた。

3.2. 分圧器付き静電電圧計による測定

コンデンサ分圧器と静電電圧計を用いた測定回路は、図-3.2 に示すようなもので、用いた静電電圧計は 5 KV 用のものであったので、コンデンサ分圧器を用いることとした。

静電電圧計自体の静電容量は 18 pF である。分圧器としては、100 pF のコンデンサを 10 個直列に結び、之を静電電圧計に直列に結んだ。分圧器の全容量は 10 pF になるので、分圧比は 2.8、即ち静電電圧計の読みの 2.8 倍が電極の電圧になる。

この分圧器を用いた測定では範囲が、 $5000\text{ V} \times 2.8 = 14,000\text{ V}$ までであるので、更に大きい分圧比を必要として、図-3.2 の C_2 で示すコンデンサが用いられた。例へば $C_2 = 18\text{ pF}$ とすれば、最高電圧 28,000 V まで測定することが出来るわけである。

静電電圧計の測定において気がついたことは、カラーテレビのブラウン管表面の漏洩電流が存在し、それが空気中の湿度に大きく影響されることである。

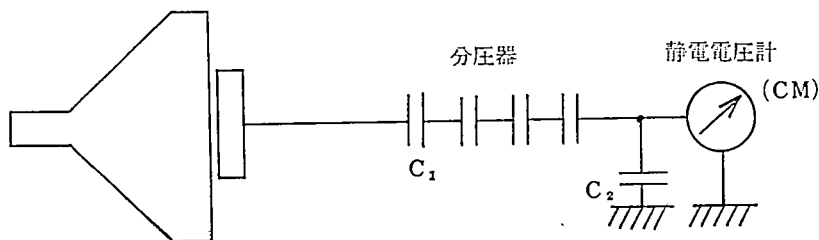


図-3.2 分圧器付き静電電圧計の測定回路

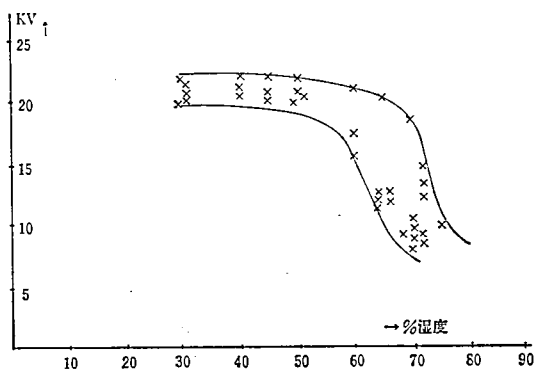


図-3.3 湿度による静電誘導電圧の変化 (ソニー KV-1810U)

そこで1年を通じて、種々の湿度の状態において、連続的に記録が行われ、之を整理したものが、図-3.3 である。

湿度の低い時、即ち冬期などの乾燥している時には、漏洩電流が少いため、測定された値が高いのである。図-3.3 において、湿度が 60% より低い時には、殆ど 20~22 KV と云うような高い電圧値を示している。

反対に湿度の高い、梅雨時などでは、漏洩電流が多いため、10 KV 前後まで測定値は低くなっている。

しかしながら、10 KV と云ふ比較的低電圧になる様な湿度の高い時でも、未だ人体に対する電撃ショックは消滅してはいないのである。

4. 現象起動のサージオシログラフの記録

図-4.1 はカラーテレビ画面から発生する静電誘導電圧の測定回路である。電極はスポンジをアルミ箔で包み、之からリード線を出したものである。画面と電極を密着させると、その接触面は $12 \times 8.5 \text{ cm}^2$ で掌の大きさを模擬している。

カラーテレビを SW.ON したり、SW.OFF したりする時に、他の掌が画面に接触していると、人体に対しては、極めて不快なる電撃が発生する。この電撃を測定しようと試みたが、電撃が発生する瞬間が予測出来なかった。即ち、人体実験の結果と云うか、経験と云うか、それから推定すると、SW.ON や SW.OFF の瞬間より、若干遅れて高電圧が発生しているように思はれた。

そこで、自然雷の実測に用いるような、現象起動のサージオシログラフを用いることにより、画面に発生する高電圧を、「世界で始めて」、定量的に記録することが出来たのである。それは昭和45年であったが、当時までの国内及び国外の文献において、この種の報告は皆無であったのである。

テレビ電源の ON, OFF によって、ブラウン管画面の裏の 25 KV の電位の変化には、時間の遅れがあり、この遅れ時間はテレビの型によって異っているため、何時でも電極に高電圧が印加された瞬間に、その高電圧を記録するために、現象起動のサージオシログラフが用いられたわけである。

種々の型のカラーテレビ受像器に対して実験が行われ、多数のオシログラムが得られたが、そのうちの2例を示せば、図-4.2 及び図-4.3 である。

この様にテレビ画面からの電撃に相当するオシログラムは、波尾長が極めて短く、図-4.2 が 110 ns 、図-4.3 が 90 ns である。そのために測定技術が相当にむづかしく、何回か失敗を重ねた後に、遂に得られた貴重なオシログラムであった。この様なテレビ画面よりの電撃波形の記録に成功したことは、我国でも、世界でも始めてであったと思われる。

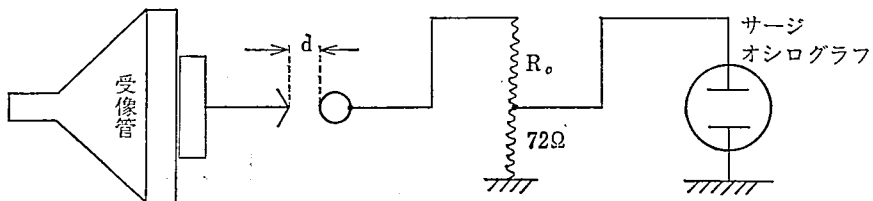


図-4.1 現象起動オシログラフによる測定回路

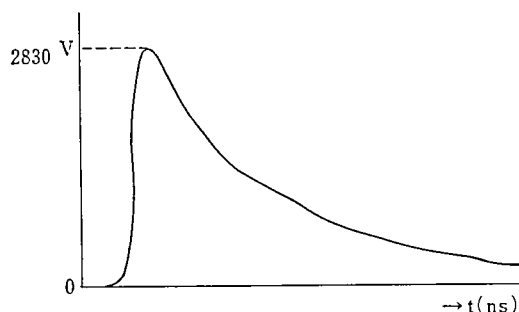


図-4.2 電撃波形, 三菱 16CT-395 型
 $d=2.0\text{ mm}$, $R_0=k\Omega$
 $V=2830\text{ V}$
 波尾長=110 ns

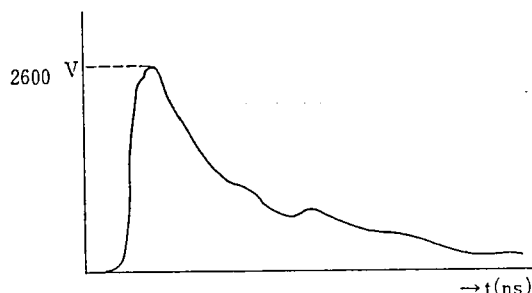


図-4.3 電撃波形, ソニー KV-1310 型
 $d=2.0\text{ mm}$, $R_0=1.0\text{ k}\Omega$
 $V=2600\text{ V}$
 波尾長=90 ns

此の様な測定方法で、多数の波形が得られたわけであるが、之等の波形から、負荷の中で消費されるエネルギー mJ (milli Joule) の計算を行ってみた。その結果として、負荷、換言すれば人体の中で消費されるエネルギーとして、 5 mJ 程度のものがあり、電撃のショックとしても相当に激しいものであると云う、筆者等の人体実験の経験とも、一致しているようである。(参考までに述べれば、人体がやっと感ずる電気量は 0.25 mJ であり、致命的の量としては 37.5 mJ が与えられている。)

次にやや詳細に、電撃エネルギーの算出方法を述べることにする。

図-4.4 はカラーテレビ画面よりの電撃電圧の測定回路を簡略化したものである。 V はカラーテレビのブラウン管のアノード電圧; C はブラウン管内のメタルバックアルミ箔と、外表面に取付けられた電極間の静電容量 [之は機種によって異なるが、 $60\sim 150\text{ pF}$ と云う程度の数値である。]; R は人体抵抗 [約 $100\text{ K}\Omega$ 程度と考えられる。]

今、カラーテレビの電源が、SW.ON され、アノード電圧が E ボルトになった時にスイッチ S が閉じたとする。実験では S を閉じるのではなく、図-4-1 の様な d なる gap の放電によって、 S を閉じると同じと見做している。この時抵抗 R の両端に発生する電圧 v は次の形になる。

$$v = V \cdot e^{-t/CR}; \text{ 但し } V \text{ は波高値を示す。} \quad \dots\dots\dots(2)$$

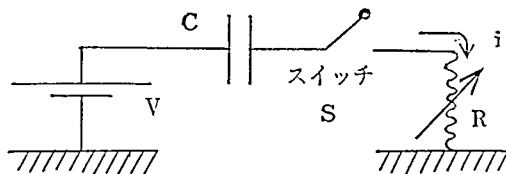


図-4.4

アノード電圧 E は 25000 V DC であるが、そのうちの過渡現象分が、ブラウン管外面に影響してくるので、この式の V は 25000 V より遙かに小さい数値が測定されている。

この波形を図示すると、図-4.5 の様になる。実際にサーヂオシログラムで測定された波形も、同様なものである。

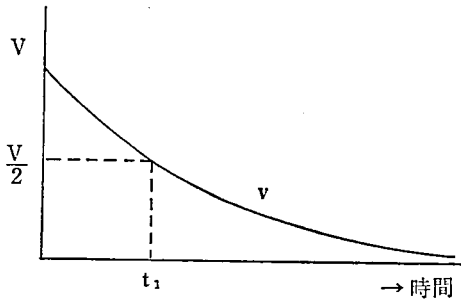


図-4.5

第4.1表

$R_n(\Omega)$	$t_n(\text{ns})$	$V(\text{volt})$	$J(\text{mJ})$
1072	110	3201	0.76
2072	213	3310	0.81
3072	316	4226	1.33
5072	522	4896	1.77
7072	728	5233	2.04
10072	1040	5576	2.31
15072	1560	5604	2.34
20072	2070	6594	3.24

抵抗 R に流れる電流波形は、電圧波形と同一であると仮定すれば、抵抗負荷 R において消費される電撃エネルギーの瞬時値を ΔJ とすれば、

$$\Delta J = \frac{v^2}{R} = \frac{V^2}{R} \cdot e^{-2t/CR} \quad \dots\dots\dots(3)$$

となる。図-4.5 において、 $v=V/2$ の点で、 $t=t_1$ であるとするれば、

$$\frac{V}{2} = V \cdot e^{-t_1/CR} \quad \dots\dots\dots(4)$$

之より、両辺の LOG をとって、 CR を求めると、

$$CR = \frac{t_1}{\log 2} = \frac{t_1}{0.6932} \quad \dots\dots\dots(5)$$

次に、抵抗 R の中で消費される全エネルギー J を計算すれば、

$$J(\text{ジュール}) = \int_0^{\infty} \Delta J \cdot dt = \frac{V^2 \cdot CR}{2 \cdot R} \quad \dots\dots\dots(6)$$

(6) 式に、(5) 式を代入して、 C を消去すれば、

$$J(\text{ジュール}) = \frac{V^2 \cdot t_1}{1.386 \cdot R} \quad \dots\dots\dots(7)$$

即ち、高電圧サーヂオシログラムで測定された波高値 V と波尾長 t_1 が求められれば、(7) 式から、エネルギーを算出することが出来るわけである。

然しながら、実際のオシログラムは、抵抗 R の値が大きくなるにつれ、分圧比が大きくなるために、波高値は測定出来ても、波尾長 t_1 の測定がむづかしく、 t_1 の値に大きな測定誤差が含まれるようになった。そこで次の様に波尾長 t_1 の求め方を工夫した。(4) 式の両辺に log をとると、(8) 式を得る。

$$\log\left(\frac{1}{2}\right) = \log(e^{-t_1/CR}) \equiv a \quad \dots\dots\dots(8)$$

(8) 式を a とおく。従って

$$a = -\frac{t_1}{CR}; \quad \text{即ち} \quad t_1 = -aCR \quad \dots\dots\dots(9)$$

を得る。又、一般に抵抗が R_n の時の波尾長を t_n とすると、(10) 式を得る。

$$t_n = -aCR_n \quad \dots\dots\dots(10)$$

これ等の関係を利用して、任意の t_n を求めるために、次の方法が考案せられた。
 先づ、波尾長が比較的正確に測定出来るようなオシログラムを用い、その時の抵抗 R_1 、波尾長を t_1 求めれば、抵抗 R_n と時の波尾長 t_n は (10) 式より

$$t_n = -aCR_n = \frac{t_1}{CR_1} CR_n = \frac{t_1 R_n}{R_1} \quad \dots\dots\dots(11)$$

この様な方法で、三菱 16CT-395 型カラーテレビの場合を例にとれば、次の様になる。
 (回路条件は、 $d=3.0$ mm 間隙、電源 ON の時)、 $R_1=1072 \Omega$ の時、 $t_1=110 \times 10^{-9}$ 秒であったので、抵抗 R_n の時の t_n は、(12) 式となる。

$$t_n = \frac{t_1}{R_1} R_n = \frac{110 \times 10^{-9}}{1072} \cdot R_n = 0.103 \times 10^{-9} \cdot R_n \quad \dots\dots\dots(12)$$

(12) 式において、 R_n を変化した時の t_n を求め、又夫々の時の波高値 V を測定して、之等の値から、(7) 式を用いて、エネルギー mJ を計算したものが第 4.1 表である。

第 4.1 表で得られたエネルギーの値と、 R_n の関係を図示すれば、図-4.6 が得られる。測定点を結ぶ曲線を、 $R_n=100 \text{ K}\Omega$ まで EXTERPORATE して得られた値が 6.0 mJ と云ふことになる。換言すれば、人体抵抗が $100 \text{ K}\Omega$ で一定であると仮定すれば、6.0 mJ

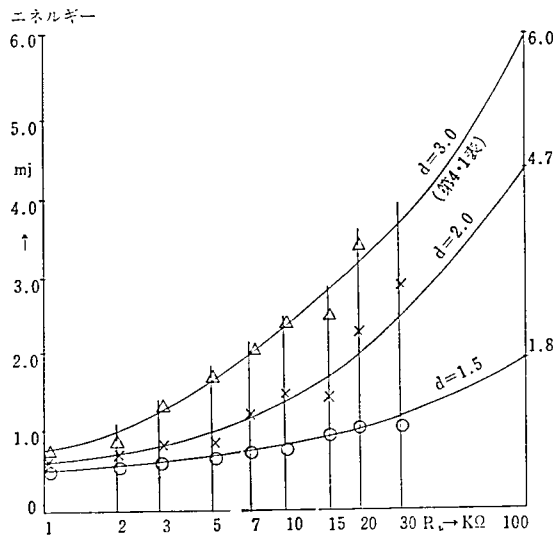


図-4.6

のエネルギーになると云う結果である。複雑な変数の組合せである人体抵抗に対して、この様な単純な近似性は全く成り立たないように思われるが、他に適当な測定方法や、表現方法がない現在の時点においては、この方法が次善の手法であると言うことが出来よう。尚、放電間隙 d が大きくなるに従い、エネルギーは大きくなっている。

抵抗 R_n と放電エネルギー mJ の関係を図示すると、常に R_n が大きい程、放電エネルギーが大となっている。コンデンサだけの放電であるならば、 R_n の変化は関係なしにエネルギーは一定の筈である。カラーテレビブラウン管の場合は、放電が行われている間も電源からのエネルギーの補給が行われる点で、コンデンサの放電とは、現象的に差異があるものと考えられるのである。

前述の様な、実験を繰返して、多くのカラーテレビ受像器の放電エネルギーの最高値を求めたものが第 4.2 表である。(d = 最大, R_n = 100 K Ω の時のエネルギー)

第 4.2 表

機 種	放電エネルギー最高値	注
三菱 16CT-395	6.0 mJ	(1)
〃 19CT-623 U	2.3	(2)
ソニー KV-1310	3.1	(4)
〃 KV-1810 U	4.8	(4)
ビクター C-300T	2.2	
松下 TH-323P	1.1	
〃 TH-929S	4.6	(4)
日立 CS-250T	1.8	
〃 CN-620S	0.68	(3)
三洋 16-CT201U	1.4	
ゼネラル 19-CCJU	2.5	
東芝 19-C3	2.5	
〃 19-T4	0.7	(3)

注

- (1) この型は、ブラウン管の前面に、約 5 mm 厚の保護硝子板が取付けられていたものであったが、この硝子板を取り外して、カラーテレビのブラウン管を露出せしめ、直接に測定したものである。
- (2) この型は、ブラウン管の前面に接して、合成樹脂の保護板が付いている。之はブラウン管が破損した時に、硝子の飛散するのを防止する目的で取付けられているものであるが、それでも若干の電撃エネルギー減少効果があるようである。
- (3) 之等の型は、ブラウン管硝子表面における反射防止のために、弗素樹脂加工を施した硝子板を 1 枚、前面に取付けたものである。窓とか蛍光灯の反射がボケる効果がある。この弗素加工の硝子板も、電撃エネルギーを減少せしめるのに役立っているようである。然しながら筆者の主張するような「事実上、静電誘導は零に近いもの」とすれば、このレベルからは未だ程遠いものである。
- (4) 之等の型は、すべてブラウン管が直接、裸で露出しているものである。この構造は、静電誘導を妨げるものが全く存在しないために、放電エネルギーは最も大きく、人体実験の結果も、その不快なるショックも最大である。唯、邪魔物がないために、テレビ画面は、放電エネルギーのより少ないものより、きれいに見えるようである。最近の新しいものは全製品がこの型になっているようで、静電誘導の点から見て、甚だ面白くない傾向であると思われる。

5. 特殊な計測法を用いた場合

5.1. 集電式電位計を応用した測定記録

図-5.1は集電式電位計の原理図の概念を示している。集電器 G を帯電体 A に近付け、気中電気伝導により G を充電し、その電位を測定する方法が集電式電位計である。

集電器 G は放射性物質の α 粒子の気中電離作用によって図-5.1 の様に $A-G$ 、 $G-E$ 間にそれぞれ $R1$ 、 $R2$ なる等価抵抗の充電路が形成される。その構造は高絶縁材料で保持された容器の内部中央に、放射性物質を金属板に固定している。この放射性物質には、ポロニウム、ラジウム等が用いられているが、それから出る α 粒子は集電器 G の小穴を通過して飛出し、電位を測定しようとする物体 A との間に介在する空気を電離するので、 A と G との間には集電器 G と大地 E との間には $R2$ の導電路が形成される。 $R1$ が極めて大きい値なので、過渡現象を考えなければ、 V_G は次式になる。

$$V_G = \frac{R2}{R1+R2} \cdot V_A; R1 \gg R2 \text{ であるから } V_G = \frac{R2}{R1} \cdot V_A$$

となる。従って G の電位を入力コンダクタンスの充分小さい増幅器に接続することによって、メーターを動作させて、物体 A の電位 V_A を知ることが出来る。

[参考文献；電試彙報，19 卷，11 号]

カラーテレビの画面に生ずる静電誘導電圧を測定するに当り、集電式電位計は種々の制

第 5.1 表集電式電位計による測定結果

テレビの型 測定条件などの備考	電 源 ス イ ッ チ	電 圧 記 録	* 測定値 kV (配置別)			
			A 図-5.3	B 図-5.3	C 図-5.4	D 図-5.5
NEC, CV-18T514E 温 22°C, 湿 63%	ON	最 大	15.6	15.5	14.5	15.0
		最 小	15.0	15.0	13.5	14.5
	OFF	最 大	-14.5	-14.5	-11.0	-14.0
		最 小	-13.5	-13.5	-10.5	-13.5
ナショナル, TH-13-R1 温 22°C, 湿 63%	ON	最 大	14.0	13.9	13.5	14.0
		最 小	12.0	10.0	10.0	13.0
	OFF	最 大	-13.0	-12.3	-10.0	-12.1
		最 小	-12.1	-11.0	- 9.0	-11.9
シャープ, 14IC-401 温 22°C, 湿 63%	ON	最 大	9.1	9.5	10.1	10.0
		最 小	8.2	9.0	7.0	9.3
	OFF	最 大	-11.5	-12.0	-10.0	-12.0
		最 小	-10.0	-11.3	-10.0	-11.2
ビクター, C-738U 前面硝子の前側 温 21°C, 湿 66%	ON	最 大	11.2	10.0	10.2	6.0
		最 小	11.0	10.0	9.8	6.0
	OFF	最 大	-13.2	-12.0	-10.7	-6.8
		最 小	-12.0	-11.8	-10.0	-6.0

* 夫々 6 回測定した値のうちの、最大値及び最小値

限があり、誤差の混入する虞があるので、図-5.2 乃至図-5.5 に示されるように4種類の測定器配置が考えられ、夫々について測定した。その結果を示せば第5.1表の如くであって、他の測定結果と比較しても大差のない結果が得られている。例へば図-3.3の湿度65%程度の測定値 10 乃至 15 とよく一致しているのがわかる。

尚、6章において述べる静電防止板を取付けた場合には、他の測定方法と同様に、測定可能な静電誘導電圧は発生しなかった。

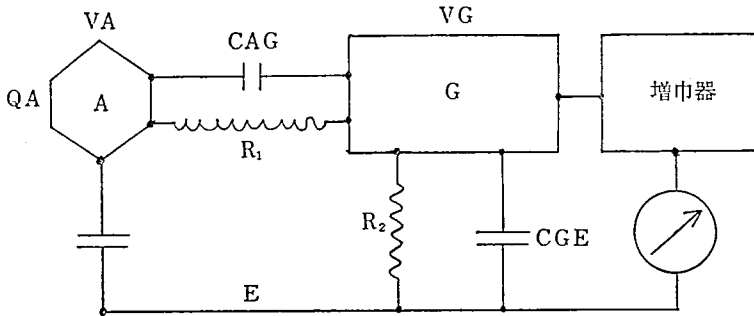


図-5.1 集電式電位計による測定回路

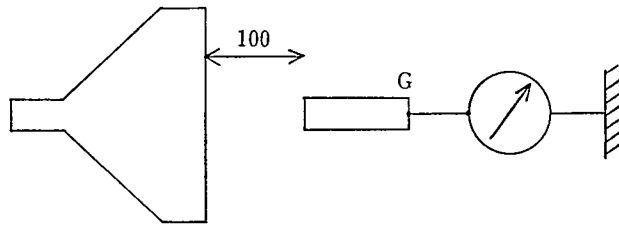


図-5.2 測定器配置 (A)

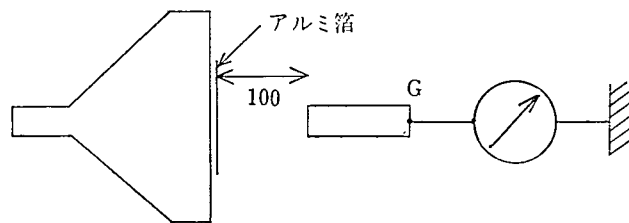


図-5.3 測定器配置 (B)

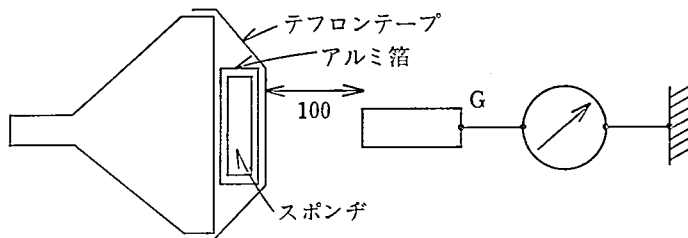


図-5.4 測定器配置 (C)

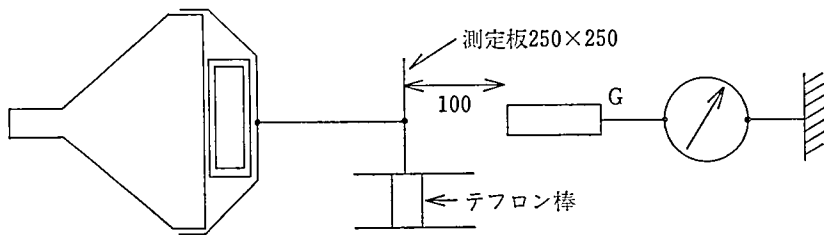


図-5.5 測定器配置 (D)

5.2 デジタル高電圧計による測定

使用した電圧計は、多摩電気製 PDM-50A 型デジタル高電圧計である。印加電圧のうち、サンプルとなる $100 \mu\text{sec}$ の中の電圧を積分し、之を MEMORY する。次の $100 \mu\text{sec}$ で基準電圧の積分を行い、その次の $100 \mu\text{sec}$ で比較が行われ、最後にデジタル表示を行うものである。サンプルの周期は 0.4 秒から 5 秒の間に変化させることができる。

この電圧計を用いての測定結果を示せば、第 5.2 表の如くである。6 回ずつ計測して、その最大と最小を求めた。

デジタル電圧計の特性として、丁度静電誘導が高くなる瞬間の $100 \mu\text{sec}$ を積分した場合と、低い時の $100 \mu\text{sec}$ を積分した場合の差が、最大と最小の差である。

結局、このデジタル高電圧計は、カラーテレビの電源の ON, OFF における画面の静電誘導電圧の測定には、あまり適当なる電圧計ではない、と云うことができる。それにしても、7 KV 近くの瞬間電圧が記録せられたわけである。

第 5.2 表

テレビの型, 測定条件	電源スイッチ	電圧記録	測定値KV
東芝 19D2-S 型 温度 20°C 湿度 53%	ON	最大	1.60
		最小	1.34
	OFF	最大	-1.08
		最小	-1.02
松下 TH14-P43 型 温度 21.3°C 湿度 43%	ON	最大	6.85
		最小	1.13
	OFF	最大	-5.09
		最小	-0.81
三菱 DIATRON 14CP-141(R) 温度 21°C 湿度 57%	ON	最大	4.84
		最小	1.20
	OFF	最大	-6.10
		最小	-1.67

6. 静電誘導防止対策としての静電防止板

カラーテレビ画面の静電誘導防止対策は、古くから色々研究が行われ、試作がなされたが、筆者が後述する方法を除き、殆どすべての試みが失敗に帰したわけである。その 2~3 の例を挙げると次の如きものがある。

(1) 先づ、導電性のある、しかも透明なる塗料は、相当に広く調査されたが、現時点では、この目的に対し実用し得るものは存在しないことがわかった。

(2) ブラウン管硝子の外面に、直接ネサ硝子処理を行うことが出来れば、透明なる導電性ある表面が得られるわけであるが、此の方法はネサ硝子処理の温度 (650°C) が、ブラウン管硝子の変形点 (512°C) より高いため、実用不可能であった。

(3) ブラウン管の前に、ネサ硝子処理をした硝子をもう一枚取付ける方法についても、この硝子とブラウン管曲面を合致させることは実際問題として不可能であり、又この方法は経済的にも甚だ不利なものであった。

(4) 市販の帯電防止剤と称するものは、その表面導電性は $10^{-12}\Omega\text{-cm}$ 程度であるため、カラーテレビの画面に塗布しても、電撃防止効果は全く見られなかった。

帯電防止剤より導電性のよい、抵抗値の小さいものが要求されることがわかったのであるが、次の実験が示すように、抵抗値 $10^7\Omega\text{-cm}$ が以下程度になることが、この目的の対策としては必要な値であった。

図-6.1 はカラーテレビ画面に取付けられた電極に、高抵抗 R を介して接地し、 R を 10^9 オームから 10^7 オームまで変化させて、カラーテレビのスイッチ ON 及びスイッチ OFF の時に生ずる電圧を測定したものである。(測定器は分圧器付静電電圧計)

この結果からわかったことは、画面電極の漏洩抵抗が 10 MEGOHM 以下であれば漏洩抵抗のなかった時の 1/100 以下に静電誘導電圧が減少すると云うことである。

即ち、テレビブラウン管の前に静電防止板を置いて、電撃電圧を事実上「零」に等しい程度に低減するためには、静電防止板の接地抵抗は、 $10^7\Omega\text{-cm}$ 程度以下でなければならない、と云うことがこの実験からわかったのである。

この目的を達成するために、多くの試作品が失敗した後に、次善の策かも知れないが次の様な具体的に実施可能な静電防止板の試作が成功した。

導電性を得るために、直径 100 ミクロン以下 (試作品は 30 ミクロン) の細い金属線を用い、25 mm 以下の間隔 (試作品は 5 mm) で、走査線に並行して配列した静電防止板が試作せられ、テレビ画面の前面に取付けられた。テレビ受像器の走査線は水平に走っており、之に並行した 30 ミクロンと云うような細い金属線は、1 m も離れると肉眼では殆ど認めることが出来ない。換言すればこの金属線によって画面が殆ど損傷されないと云うことである。試作せられた静電防止板は数年間実用されているが、変化は全然認められない。[特許 885783 号]

この静電防止板の特性は、透明度 95 乃至 97% 導電性は 10^{-8} 乃至 $10^{-4}\Omega\text{-cm}$ 、静電誘導電圧の低減率は 1/100 以下と云う性能をもつもので、図-6.2 に正面図、図-6.3 に側面図を示す。

カラーテレビ・メーカーも静電気防止については古くから関心を持っていたが、最近になって「帯電防止用ブラウン管 (実用新案、第 1075147 号、三菱、太田勝啓氏)」が発表せられた。しかし之は既に筆者が試みて失敗した方法であった。即ち、

(1) 透明な導電性皮膜が問題で、必要とする程度の $10^7\Omega\text{-cm}$ 程度のものは筆者の調査する範囲では、入手出来なかった。入手出来たものは前述の様な $10^{12}\Omega\text{-cm}$ 程度で、静電誘導防止には役立たなかつた次第である。

(2) アルカリ珪酸塩の水溶液を塗布して、高温まで加熱すると、高温の程度により、その結果が異って来る。硝子状になるまで加熱するとブラウン管本体に歪を生じてしまう

し、それ以下の温度であると白い不透明な膜を生じてしまい、共に実用にはならなかったものである。

しかし、之等の困難を乗り越えて、実用性のあるものが出来たと云う報告は喜ばしい。

要するに、カラーテレビ画面の静電誘導防止には、特許第 885783 号又は実用新案第 1075147 号の普及が望ましいと云うことである。

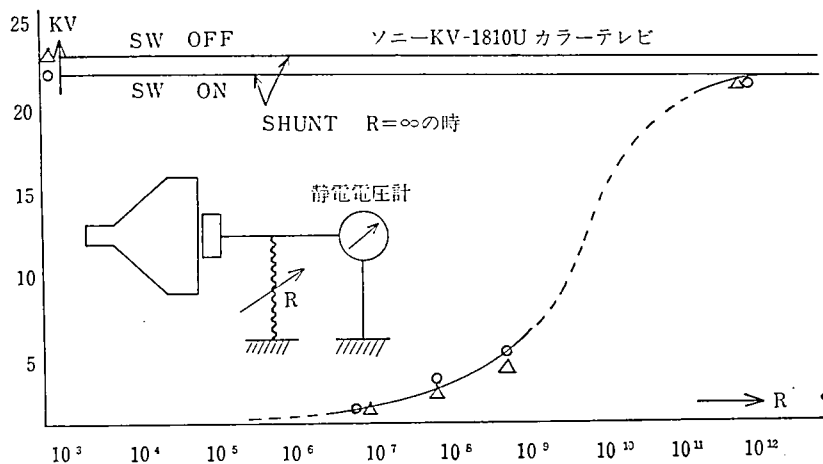


図-6.1 ブラウン管，前面の必要なる導電性

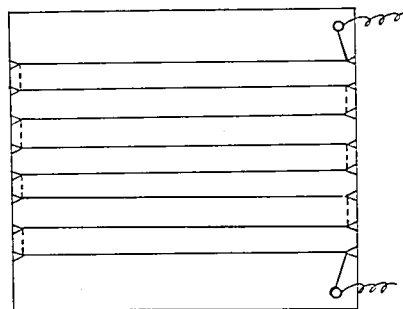


図-6.2 静電防止板正面図

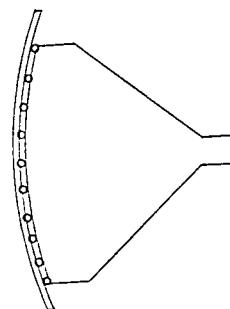


図-6.3 静電防止板側面図

7. 結 言

20 kV と云えば特別高圧であって、とても家庭内に持込めるような電圧ではないのである。然しながら、消費者保護のための法律「電気用品取締法、第 20 条第 1 号」に基づく「電気用品の技術上の基準を定める省令（通産省令第 85 号，昭和 37 年 8 月 14 日）」の中に例外が認められている。次のような点である。

「別表第八，(94)テレビジョン受信機，ロ，構造，(ロ)充電部には人が容易に触れることが出来ないこと。ただし次に掲げる場合にあっては，この限りではない。

- b. 尖頭電圧が 5000 V をこえる回路であって，回路の総合静電容量が 3000 pF 以下のもの。」

この省令のおかしい点は次の 2 項目である。

① 5000 V をこえていくらでもと、上限の電圧の規定がないため、例えば 300,000 V にもなれば、3000 pF ならば致死量に達するのである。

② 20 kV 程度ならば、致死量には達しないが、激しい電撃を生ずるのである。このような不快極まる電撃を差支えないとしていることもおかしいのである。従って消費者保護にはなっていないわけである。

同じ別表第八には類似の規定があり、すべて「電撃感を与えないこと」及び「保護網を設けること」等は共通事項となっているのに、カラーテレビ受信機だけが例外を認められていることは納得出来ない事柄である。以下類似の規定の若干を引用してみよう。

「(93) 家庭用光線治療器、電撃治療器等、イ、構造、(ロ)出力調整器をその出力が最低となる位置以外の位置において電源を入れたとき、使用者に電撃感を与えない構造であるべきこと。」

「(98) 医療用物質生成器、イ、構造、(イ) a. 電離部分、オゾン発生部等の高圧部分は、人が容易に触れるおそれのないように、適当な保護わくまたは保護網を取付けてあること。」

「(99) 電撃殺虫器、イ、構造、(ホ)保護装置、c. 電撃格子の最下部から 10 cm 以上下方に設けられた保護網。」

等の規定があり、消費者保護の方針が貫かれている。

この意味でカラーテレビ前面に 6 章で述べた静電防止板を取付けることは、この問題の唯一の解決策ではないかと思われるのである。その効果としては次の 3 つを挙げることが出来ると思われる。

(1) ほこりやすさを吸着することが少いので、画面が長時間明瞭であり、ほこりやすさを布でふき取る回数は最少になる。

(2) 画面に手などを近付けても、ビリビリと云う微少放電の発生はなくなる。

(3) 画面に手などを触れていて、電源スイッチを ON 又は OFF しても、静電防止板がない時のような電撃ショックは全く消え去っている。

擱筆するに当たり、この静電防止板を試作するに当たり、細いワイヤに関して御造詣の深い柴田莊次氏（〒166 杉並区高円寺南 4-30-3 ミサトビル 2F、馬込 88 ビル 2F、松代電子、社長）の御協力が得られたことは誠に幸であったことを記して、同氏に対する感謝の意を表することとしたい。

又、静電誘導電圧測定に協力せられた土屋賢治氏（成蹊大学工学部、実験講師）、藤井求氏（福井工大、講師）、及び青木秀司氏（明星大学理工学部、助手）に対しても厚く謝意を表する。

(53 年 5 月 26 日受理)