

點火コイルの新短絡試験法

西 堀 博* 片 木 劍 三 郎*

A New Sesting Method for Delecting Short Circuit in the Ignition Coil

By Hiroshi Nishibori and Kenzaburo Katagi
Hitachi Laboratory, Hitachi, Ltd.

Abstract

Among the prevailing test-methods for inspecting the poor component parts of ignition coil (particularly on the short circuit between two layers and two windings) is the 3-needle gap method which is principally being applied. However, this method is not applicable for the inspection of ignition coils, excepting when they are found to be very bad in quality.

The author have devised a new testing method taking into consideration the logarithmic ratio of the secondary-induced voltage and have examined it carefully from the viewpoints of theory and practice.

The results of the experiment have shown that this method could inspect very sensitively the 10 turns (i. e. 0.06%) as the minimum short circuit turn between two secondary windings.

Further merits in this method are measurable in the secondary-induced voltage while operating, in addition to the quality test of the insulation in the simplest and easiest way.

〔I〕 緒 言

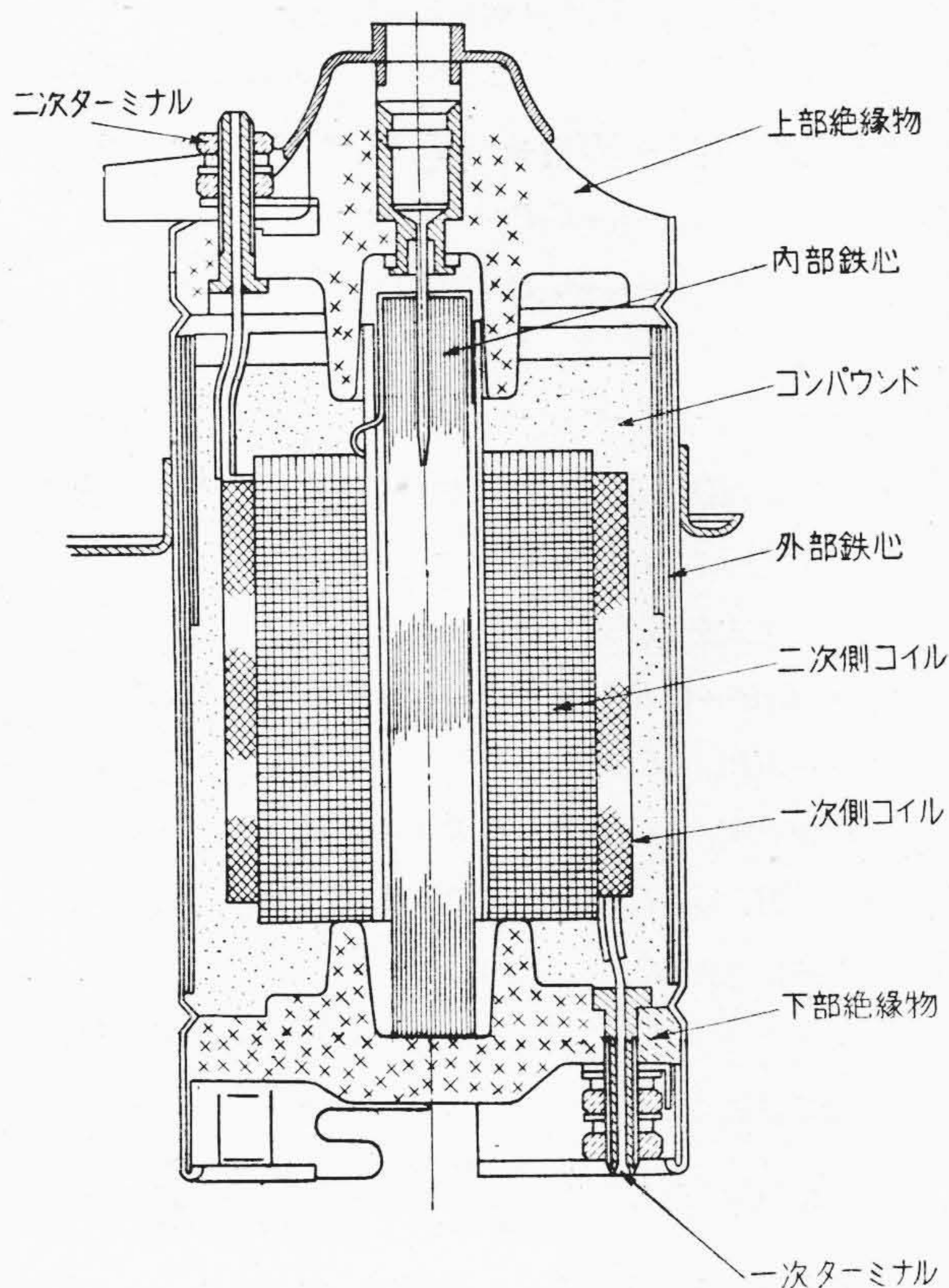
點火コイルには種々な故障が考えられる。これらの故障のうちの確な検出が困難なものは、層間短絡及び巻回間短絡である。現在の三針間隙を用うる検出方法は簡単であるが、短絡の甚だしい場合でなければ明瞭に検出で

きない缺點を有するため、更に感度の良い試験法が要望された。これに對處して筆者等は整流管、靜電々壓計を使用して二次誘起電壓の減衰程度から點火コイルの良否を判別する新試験法を案出したので、ここにこれを發表し諸賢の御批判を乞う次第である。

〔II〕 點火コイルの一般的事項

- 1) 點火コイルの構造と動作との大要

* 日立製作所日立研究所



第1圖 開路鉄心型点火コイルの構造

Fig. 1 Construction of Open Core Type Ignition Coil.

点火コイルは鉄心の構造によつて、開路鉄心型と閉路鉄心型との二種類に分けられるが、我が國に於ては殆ど前者を採用している。いま、開路鉄心型の一例を示すと第1圖の如くである。一次側及び二次側コイル共に同一鉄心に巻かれていて、その外側に渦流損をできるだけ少くするため割目を入れた外部鉄心がある。この点火コイルを使用した自動車用六気筒の点火装置の結線圖を示すと第2圖となる。この動作原理は断続器接點がカム軸の回転によつて機關の回転と、ある一定の周期的關係をもつて開閉され、それによつて一次電流を断續して、その二次側に1萬數千ボルトに及ぶ高電壓を誘起させる。この二次誘起電壓は分配器に入り、分配子の回転により各気筒の点火栓に送られ、ここで爆發性混合ガスに点火する。

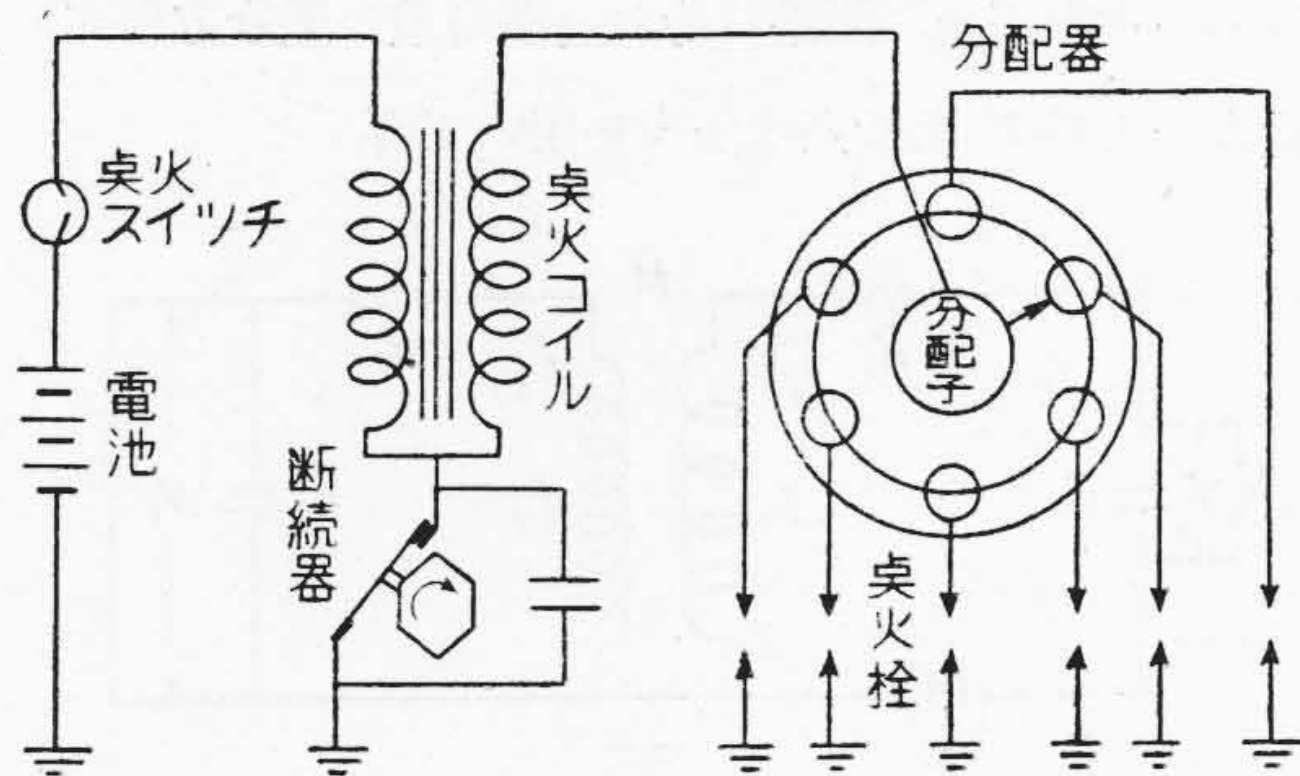
2) 点火コイルの故障の種類

点火コイルの故障を大別すると、一次側或は二次側コイルの断線、兩コイル間或はコイルとリード線との接續不良、コイルと外函との絶縁不良、及び層間或は巻回間の短絡になる。このうちの確な検出が困難なものは後者の層間短絡と巻回間短絡とである。これらの短絡現象には導體同志が直接接觸している場合と、高電壓の印加により發生した火花を通じて接觸している場合とがある。このうち前者の直接接觸の場合は抵抗測定とか、インダクタンス測定で検出できるが、これとても短絡程度の相當甚だしい場合に限られている。後者の場合は是非とも高電壓測定法によらねばならない。この高電壓測定法として従來一般に行われているのは、動作中の二次誘起電壓を三針間隙で測定し、その大小から判別するのであつて最も簡單であるが感度が甚だ悪い。感度をよくするためには高速度ブラウン管による方法も考えられるが、これは取扱いが面倒になる缺點がある。これらの點を考へて取扱いも簡單で感度のよい方法としてここに新試験法を提案する次第である。

[III] 新試験法並びにその理論

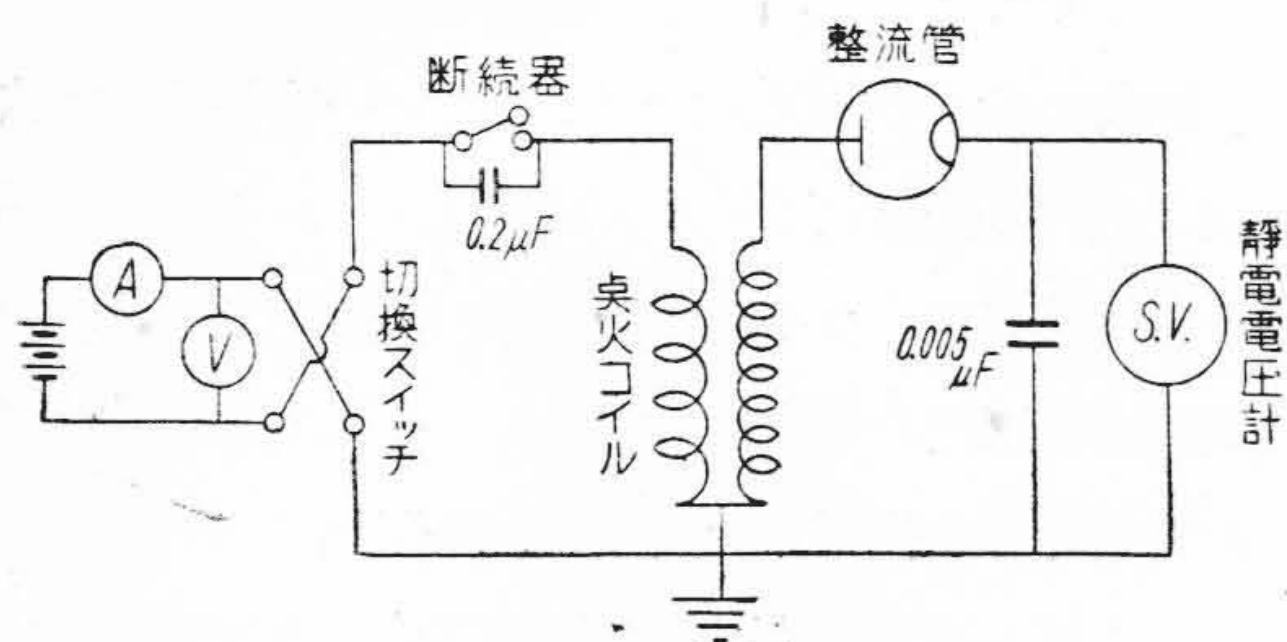
1) 新試験法¹⁾

この新試験法の結線圖を示すと第3圖となる。カム軸を毎分740回(断續器の開閉は毎分 740×6 回となる)の割合で回転させ、その時の二次誘起電壓の最大値を靜電圧計で讀み、次に逆轉スイッチにより一次側の電源



第2圖 六気筒用点火装置の結線圖

Fig. 2 Connection Diagram of Ignition System for 6 Cylinder type.



第3図 二次誘起電圧の減衰比測定用結線図
Fig. 3 Connection Diagram for Measuring of Alternation Ratio of Secondary Induced Voltage.

の極性を反轉して、同様にその時の最大値を測定する。このように逆轉スイッチにより電源の極性を反轉した理由は、二次誘起電圧の第1波と第2波との最大値の比を求めて、これより減衰程度を調べるためであつて、整流管側で二次極性を變換しても同様の結果を得るが、取扱いを簡単にするため一次側を選んだ。

いま、これら二つの測定値のうちの大きい方を V_m 、他を V_n とすれば、對數減衰率 d は

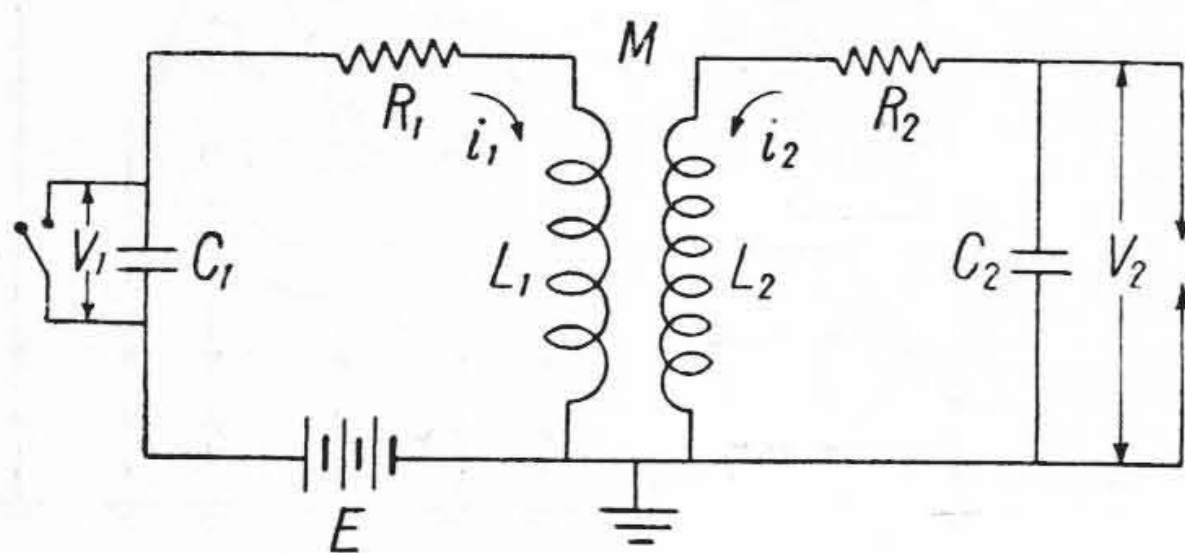
$$d = \log_{10} V_m / V_n$$

の形で表わされる。新試験法はこの對數減衰率 d の大小から短絡の有無、或は絶縁の良否をも判別するのである。

2) 新試験法の理論

(A) 點火コイルの二次側が短絡を起していない場合の二次誘起電圧の算定

この場合の點火コイルの回路は第4圖の如くなり、これから一次斷續器の開路瞬時の過渡現象の微分方程式を林重憲博士の P 函數表示法⁽²⁾を用いて導くと



第4圖 短絡していない場合の點火コイル回路
Fig. 4 Circuit of Ignition Coil in Case of Non Short Circuit.

$$(L_1 P + R_1) i_1 + M P i_2 + v_1 = E + L_1 P i_1^{-0} + M P i_2^{-0} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$(L_2 P + R_2) i_2 + M P i_1 + v_2 = L_2 P i_2^{-0} + M P i_1^{-0} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$-i_1 + C_1 P v_1 = C_1 P v_1^{-0} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$-i_2 + C_2 P v_2 = C_2 P v_2^{-0} \quad \dots\dots\dots (4)$$

となる。

ここに i_1^{-0} , i_2^{-0} , v_1^{-0} , v_2^{-0} はそれぞれ i_1 , i_2 , v_1 , v_2 の初期値である。いま、初期條件として、 $t=0$ の時に

$$i_1^{-0} = i_{01}, \quad i_2^{-0} = i_{02}, \quad v_1^{-0} = 0, \quad v_2^{-0} = v_{02}$$

として上式を解くと

$$(C_1 L_1 P^2 + C_1 R_1 P + 1) V_1 + C_2 M P^2 V_2 = E + L_1 P i_{01} + M P i_{02} + C_2 M P^2 v_{02} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$C_1 M P^2 V_1 + (C_2 L_2 P^2 + C_2 R_2 P + 1) V_2 = M P i_{01} + L_2 P i_{02} + (L_2 P + R_2) C_2 P v_{02} \quad \dots\dots\dots (6)$$

となる。したがつて、 V_2 は

$$V_2 = A_2 / A_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

となる。ここに

$$A_1 = C_1 C_2 L_1 L_2 \left\{ \left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} \right) P^4 + \left(\frac{R_1}{L_1} + \frac{R_2}{L_2} \right) P^3 + \left(\frac{1}{C_1 L_1} + \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{R_1 R_2}{L_1 L_2} \right) P^2 + \left(\frac{R_1}{L_1} \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{R_2}{L_2} \frac{1}{C_1 L_1} \right) P + \frac{1}{C_1 C_2 L_1 L_2} \right\} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$A_2 = C_1 C_2 (L_1 L_2 - M^2) v_{02} P^4 + \{ C_1 (L_1 L_2 - M^2) i_{02} + C_1 C_2 (L_1 R_2 + L_2 R_1) v_{02} \} P^3 + \{ C_1 R_1 L_2 i_{02} + C_1 M R_1 i_{01} + C_2 (L_2 + C_1 R_1 R_2) v_{02} \} P^2 + \{ M i_{01} + L_2 i_{02} + C_2 R_2 v_{02} \} P \quad \dots\dots\dots (9)$$

である。したがつて、 V_2 の一般解は

$$V_2 = A_1 e^{P_1 t} + A_2 e^{P_2 t} + A_3 e^{P_3 t} + A_4 e^{P_4 t} \quad \dots\dots\dots (10)$$

となる。ここに A_1 , A_2 , A_3 , A_4 は定數で、 P_1 , P_2 , P_3 , P_4 は (8) 式を 0 とおいた方程式

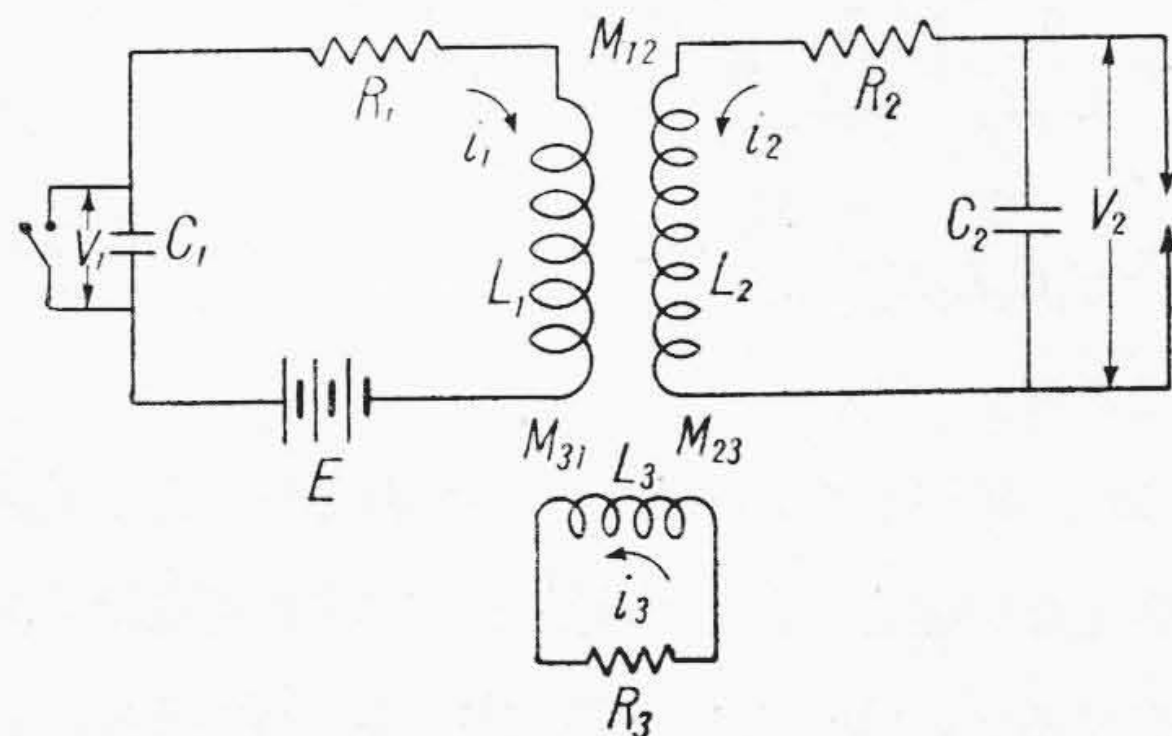
$$\left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} \right) P^4 + \left(\frac{R_1}{L_1} + \frac{R_2}{L_2} \right) P^3 + \left(\frac{1}{C_1 L_1} + \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{R_1 R_2}{L_1 L_2} \right) P^2 + \left(\frac{R_1}{L_1} \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{R_2}{L_2} \frac{1}{C_1 L_1} \right) P + \frac{1}{C_1 C_2 L_1 L_2} = 0 \quad \dots\dots\dots (11)$$

の根である。この根は回路常数の値によつて

- a) 四根がすべて実数の場合、 $-\gamma_1, -\gamma_2, -\gamma_3, -\gamma_4$
- b) 二根が実数で、他の二根が共軛複素数の場合
 $-\gamma_1, -\gamma_2, -\alpha+j\beta, -\alpha-j\beta$
- c) 四根が二組の共軛複素数の場合
 $-\alpha+j\beta, -\alpha-j\beta, -\delta+j\eta, -\delta-j\eta$

の三つの場合にわかれる。

(B) 点火コイルの二次側が一部短絡を起した場合
 の二次誘起電圧の算定



第5圖 短絡した場合の点火コイル回路

Fig. 5 Circuit of Ignition Coil in
 Case of Short Circuit.

この場合の点火コイルの回路を示すと第5圖となる。

(A) の場合と同様にしてこれから微分方程式を導くと

$$(L_1P+R_1)i_1+M_{12}Pi_2+M_{31}Pi_3+v_1 \\ =E+L_1Pi_1^{-0}+M_{12}Pi_2^{-0}+M_{31}Pi_3^{-0} \dots\dots (12)$$

$$(L_2P+R_2)i_2+M_{12}Pi_1+M_{23}Pi_3+v_2 \\ =L_2Pi_2^{-0}+M_{12}Pi_1^{-0}+M_{23}Pi_3^{-0} \dots\dots (13)$$

$$(L_3P+R_3)i_3+M_{31}Pi_1+M_{32}Pi_2 \\ =L_3Pi_3^{-0}+M_{31}Pi_1^{-0}+M_{32}Pi_2^{-0} \dots\dots (14)$$

$$-i_1+C_1Pv_1=C_1Pv_1^{-0} \dots\dots (15)$$

$$-i_2+C_2Pv_2=C_2Pv_2^{-0} \dots\dots (16)$$

となる。初期条件として、 $t=0$ の時

$$i_1^{-0}=i_{m1}, \quad i_2^{-0}=i_{m2}, \quad i_3^{-0}=i_{m3}, \quad v_1^{-0}=0$$

$$v_2^{-0}=v_{m2}$$

として上式を解くと

$$M_{31}PI_3+\{(L_1P+R_1)C_1P+1\}V_1+M_{12}C_2P^2V_2=K_1 \\ \dots\dots (17)$$

$$M_{23}PI_3+M_{12}C_1P^2V_1+\{(L_2P+R_2)C_2P+1\}V_2=K_2 \\ \dots\dots (18)$$

$$(L_3P+R_3)I_3+M_{31}C_1P^2V_1+M_{23}C_2P^2V_2=K_3 \\ \dots\dots (19)$$

となる。ここに

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= (L_1P+R_1)i_{m1}+M_{12}Pi_{m2}+M_{31}Pi_{m3} \\ &\quad +M_{12}C_2P^2v_{m2} \\ K_2 &= M_{12}Pi_{m1}+L_2Pi_{m2}+M_{23}Pi_{m3} \\ &\quad +(L_2P+R_2)C_2Pv_{m2} \\ K_3 &= M_{31}Pi_{m1}+M_{23}Pi_{m2}+L_3Pi_{m3} \\ &\quad +M_{32}C_2P^2v_{m2} \end{aligned} \right\} \dots\dots (20)$$

である。したがつて、(17)、(18)、(19) 式から V_2 を求めると

$$V_2=A_4/A_3 \dots\dots (21)$$

となる。ここに

$$A_3 = \begin{vmatrix} M_{31}P & L_1C_1P^2+R_1C_1P+1 & M_{12}C_2P^2 \\ M_{23}P & M_{12}C_1P^2 & L_2C_2P^2+R_2C_2P+1 \\ L_3P+R_3 & M_{31}C_1P^2 & M_{23}C_2P^2 \end{vmatrix} \dots\dots (22)$$

$$A_4 = \begin{vmatrix} M_{31}P & L_1C_1P^2+R_1C_1P+1 & K_1 \\ M_{23}P & M_{12}C_1P^2 & K_2 \\ L_3P+R_3 & M_{31}C_1P^2 & K_3 \end{vmatrix} \dots\dots (23)$$

となる。したがつて V_2 の一般解は

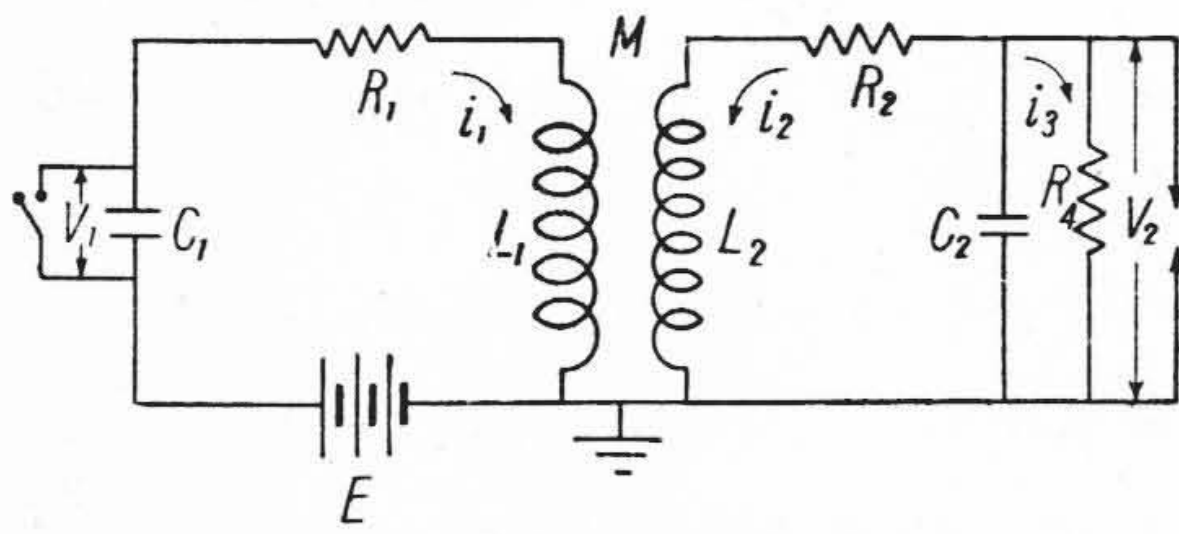
$$V_2=B_1e^{q_1t}+B_2e^{q_2t}+B_3e^{q_3t}+B_4e^{q_4t}+B_5e^{q_5t} \\ \dots\dots (24)$$

となる。ここに B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 は常數で q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 は (22) 式を 0 とおいた方程式 (25) の根である。

$$\begin{aligned} &C_1C_2(2M_{12}M_{23}M_{31}+L_1L_2L_3-L_1M_{23}^2-L_2M_{31}^2 \\ &-L_3M_{12}^2)P^5+C_1C_2(L_1L_2R_3+L_2L_3R_1+L_3L_1R_2 \\ &-M_{12}^2R_3-M_{23}^2R_1-M_{31}^2R_2)P^4+\{C_1C_2(L_1R_2R_3 \\ &+L_2R_3R_1+L_3R_1R_2)-C_1(M_{23}^2-L_1L_3)-C_2(M_{23}^2 \\ &-L_2L_3)\}P^3+\{C_1(L_1R_3+L_3R_1)+C_2(L_3R_2+L_2R_3) \\ &+C_1C_2R_1R_2R_3\}P^2+(C_1R_1R_3+C_2R_2R_3+L_3)P \\ &+R_3=0 \dots\dots (25) \end{aligned}$$

この方程式の根は前と同様、實數根と共軛複素數根との組合せになる。

(C) 点火コイルの二次漏洩抵抗 (R_4) を考慮した場合の二次誘起電圧の算定



第6図 二次漏洩抵抗を考慮した場合
の点火コイル回路

Fig. 6 Circuit of Ignition Coil with
Secondary Leakage Resistance.

この場合の点火コイルの回路を示すと第6図となる。
これから微分方程式を導くと

$$(L_1 P + R_1) i_1 + M P i_2 + v_1 = E + L_1 P i_1^{-0} + M P i_2^{-0} \quad (26)$$

$$(L_2 P + R_2) i_2 + M P i_1 + v_2 = L_2 P i_2^{-0} + M P i_1^{-0} \quad (27)$$

$$-i_1 + C_1 P v_1 = C_1 P v_1^{-0} \quad (28)$$

$$-i_2 + i_3 + C_2 P v_2 = C_2 P v_2^{-0} \quad (29)$$

$$v_2 = i_3 R_4 \quad (30)$$

となる。初期条件として $t=0$ の時

$$i_1^{-0} = i_{P1}, \quad i_2^{-0} = i_{P2}, \quad v_1^{-0} = 0, \quad v_2^{-0} = v_{P2}$$

として上式を整理すると

$$V_2 = \frac{A_6}{A_5} \quad (31)$$

となる。ここに

$$\begin{aligned} A_5 = & C_1 C_2 L_1 L_2 \left[\left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} \right) P^4 \right. \\ & + \left\{ \frac{R_1}{L_1} + \frac{R_2}{L_2} + \frac{1}{C_2 R_4} \left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} \right) \right\} P^3 \\ & + \left\{ \frac{1}{C_1 L_1} + \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{1}{C_2 R_4} \left(\frac{R_1}{L_1} + \frac{R_2}{L_2} \right) \right. \\ & + \left. \left. \frac{R_1 R_2}{L_1 L_2} \right\} P^2 + \left\{ \frac{R_1}{L_1} \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{R_2}{L_2} \frac{1}{C_1 L_1} + \frac{1}{L_2} \right. \right. \\ & + \left. \left. \frac{1}{C_2 R_4} \left(\frac{1}{C_1 L_1} + \frac{R_1 R_2}{L_1 L_2} \right) \right\} P \right. \\ & + \left. \left. \frac{1}{C_1 C_2 L_1 L_2} \left(\frac{R_2}{R_4} + 1 \right) \right\} \right] \quad (32) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_6 = & C_1 C_2 (L_1 L_2 - M^2) v_{P1} P^4 \\ & + \{ C_1 (L_1 L_2 - M^2) i_{P2} + C_1 C_2 (L_1 R_2 + L_2 R_1) v_{P1} \} P^3 \\ & + \{ C_1 R_1 L_2 i_{P2} + C_2 (L_2 + C_1 R_1 R_2) v_{P2} \} P^2 \\ & + \{ M i_{P1} + L_2 i_{P2} + C_2 R_2 v_{P2} \} P \quad (33) \end{aligned}$$

となる。したがって V_2 の一般解は

$$V_2 = D_1 e^{r_1 t} + D_2 e^{r_2 t} + D_3 e^{r_3 t} + D_4 e^{r_4 t} \quad (34)$$

となる。ここに D_1, D_2, D_3, D_4 は常數で r_1, r_2, r_3, r_4 は次の方程式

$$\begin{aligned} & \left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} \right) P^4 + \left\{ \frac{R_1}{L_1} + \frac{R_2}{L_2} + \frac{1}{C_2 R_4} \left(1 - \frac{M^2}{L_1 L_2} \right) \right\} P^3 \\ & + \left\{ \frac{1}{C_1 L_1} + \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{1}{C_2 R_4} \left(\frac{R_1}{L_1} + \frac{R_2}{L_2} \right) \right. \\ & + \left. \frac{R_1 R_2}{L_1 L_2} \right\} P^2 + \left\{ \frac{R_1}{L_1} \frac{1}{C_2 L_2} + \frac{R_2}{L_2} \frac{1}{C_1 L_1} + \frac{1}{L_2} \right. \\ & + \left. \frac{1}{C_2 R_4} \left(\frac{1}{C_1 L_1} + \frac{R_1 R_2}{L_1 L_2} \right) \right\} P \\ & + \frac{1}{C_1 C_2 L_1 L_2} \left(\frac{R_2}{R_4} + 1 \right) = 0 \quad (35) \end{aligned}$$

の根である。

(D) 短絡しない場合と、した場合との対數減衰率
短絡しない場合と、した場合との二次誘起電壓の減衰を比較すると、(10) 式と (24) 式とからわかる如く、後者の場合は減衰項が一項増加している。この項は短絡線輪に現れた短絡電流に基づくもので、これがため對數減衰率は短絡した場合に増大する。いま、これらについて數値實例をもつて検討する。但し、ここに使用した値はコイルを外函より取り出したものについて各種常數を測定し、これによつたものである。

(a) 短絡しない場合

$$R_1 = 1.8 \, \Omega, \quad L_1 = 1.53 \times 10^{-3} \, \text{H}, \quad M = 5 \times 10^{-2} \, \text{H}$$

$$C_1 = 0.2 \, \mu\text{F}, \quad R_2 = 3.9 \times 10^3 \, \Omega, \quad L_2 = 3.5 \, \text{H}$$

$$C_2 = 100 \, \mu\mu\text{F}$$

とすると (11) 式は

$$P^4 + 4.3 \times 10^3 P^3 + 1.15 \times 10^{10} P^2 + 1.31 \times 10^{13} P + 1.75 \times 10^{19} = 0 \quad (36)$$

となる。この方程式を解くと

$$\left. \begin{aligned} \frac{P_1}{P_2} \} &= -1.81 \times 10^3 \pm j 9.83 \times 10^4 \\ \frac{P_3}{P_4} \} &= -3.31 \times 10^2 \pm j 4.25 \times 10^4 \end{aligned} \right\} \quad (37)$$

となる。よつて V_2 は

$$\begin{aligned} V_2 = & A_1' e^{-1.81 \times 10^3 t} \\ & \sin 9.83 \times 10^4 t + A_2' e^{-3.31 \times 10^2 t} \sin 4.25 \times 10^4 t \quad (38) \end{aligned}$$

となる。ここに A_1', A_2' は常数である。

(b) 短絡した場合

$$R_1 = 1.8 \Omega, L_1 = 1.53 \times 10^{-3} \text{ H}, M_{12} = 5 \times 10^{-2} \text{ H}$$

$$C_1 = 0.2 \mu\text{F}, R_2 = 3.8 \times 10^3 \Omega, L_2 = 3.5 \text{ H},$$

$$M_{23} = 1.48 \times 10^{-1} \text{ H}, C_2 = 100 \mu\mu\text{F}, R_3 = 120 \Omega,$$

$$L_3 = 1.2 \times 10^{-2} \text{ H}, M_{31} = 3 \times 10^{-3} \text{ H}$$

とすると、(25) 式は

$$P^5 + 3.03 \times 10^4 P^4 + 1.43 \times 10^{10} P^3 + 3.19 \times 10^{14} P^2 + 4.38 \times 10^{19} P + 4.38 \times 10^{23} = 0 \quad \dots\dots\dots (39)$$

となる。この方程式を解くと

$$\left. \begin{aligned} q_1 \} &= -1.80 \times 10^3 \pm j 9.81 \times 10^4 \\ q_2 \} \\ q_3 \} &= -8.15 \times 10^3 \pm j 6.62 \times 10^4 \\ q_4 \} \\ q_5 &= -1.04 \times 10^4 \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (40)$$

となる。よつて V_2 は

$$V_2 = B_1' e^{-1.80 \times 10^3 t} \sin 9.81 \times 10^4 t + B_2' e^{-8.15 \times 10^3 t} \sin 6.62 \times 10^4 t + B_3' e^{-1.04 \times 10^4 t} \quad \dots\dots\dots (41)$$

となる。ここに B_1', B_2', B_3' は常数である。

この場合、初期条件の實測が困難であるため、(38) (41) の兩式の常数の $A_1', A_2', B_1', B_2', B_3'$ の決定は出来なかつたが、これら兩式を比較することにより短絡した場合に對數減衰率が大きくなることが推察出来る。なお、漏洩抵抗が減少すると對數減衰率が増加すること

は、(35)、(8) の兩式を比較して、 P^4 の項が等しくて四根の和及び積の項、即ち P^3 及び常數項が増大することからわかる。

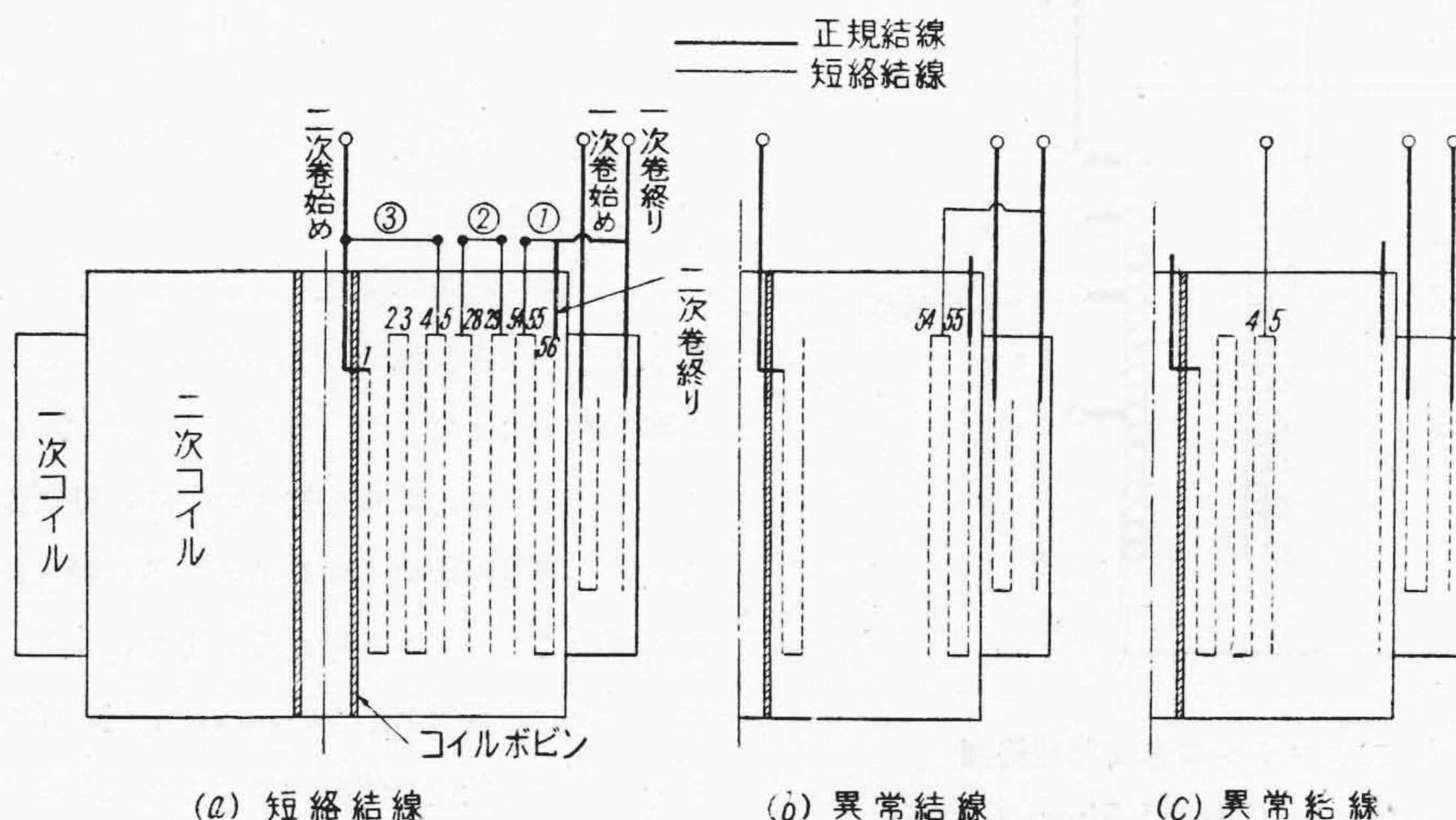
[IV] 實 測 結 果

点火コイルの一次側及び二次側の巻數と段數との異なつた供試品の仕様を第1表に示す。層間短絡の人工故障

第1表 各種点火コイルの仕様

点火コイルの種類	一次コイルの定數			二次コイルの定數		
	巻數(回)	段數(段)	抵抗(Ω)	巻數(回)	段數(段)	抵抗(Ω)
I	210	5	1.8	18,300	56	3,900
II	200	4	0.8	12,000	36	2,550
III	160	4	1.61	16,000	36	3,800

は第7圖(a)に示す如く、第1表の(I)コイルを用い、二次コイル巻始めより數えて54段目と55段目との接續部(即ち巻終り附近)、コイル中央部の27段目と28段目及び29段目と30段目との接續部及び4段目と5段目との接續部(巻始め附近)よりリード線を出し、これを同圖の細線で示す如く結線した。なお、同圖の(b)と(c)とは短絡電流の影響を検べるために行つた異常結線であつて、(b)は(a)―①の巻終りの、又(c)は(a)―③の巻始めの正規結線はずした場合である。し



第7圖 点火コイルの層間短絡圖

Fig. 7 Diagram in Case of Short Circuit Between Two Secondary Layers of Ignition Coil.

第 2 表 層間短絡した場合の對數減衰率 (外函なし)

結合法 (第 7 圖参照)	一 次 平 均 電 流 1100 (mA)			一 次 平 均 電 流 640 (mA)		
	V_m (V)	V_n (V)	對數減衰率: $\bar{d}$	V_m (V)	V_n (V)	對數減衰率: $\bar{d}$
正 規 結 線	8,900	7,800	0.057 ₃	4,850	4,250	0.057 ₃
短 絡 (a) - (1)	3,150	900	0.544 ₁	1,750	500	0.544 ₁
" (a) - (2)	4,600	1,600	0.458 ₆	2,600	900	0.460 ₇
" (a) - (3)	8,800	7,700	0.058 ₀	4,750	4,150	0.058 ₆
異 常 結 線 (b)	8,850	7,750	0.057 ₇	4,800	4,200	0.057 ₇
" (c)	"	"	"	"	"	"

たがつて、(a) の①、②、③、を比較すると短絡されたコイル部分の影響が短絡個所によつて如何に異なるかがわかり、(a) - ①と (b) 及び (a) - ③ と (c) とより短絡電流の影響がわかる。しかして、(b) と (c) とより短絡電流の短絡個所の相違による影響がわかる。

實驗は前述せる如く、外函からコイルの部分のみを取り出し、油槽中に入れて使用した。上記の各場合の測定結果を第 2 表に示す。この表より、一次平均電流の變化によつて二次誘起電壓は異なるが、對數減衰率は殆んど變化していないことがわかる。一方、二次誘起電壓の減衰は巻終り層間短絡、即ち (a) - ①の場合に最も著しいが、これは自己インダクタンス及び相互インダクタンスがコイルの直徑に關係して大きくなるため、短絡電流の

影響が強められたものと考え。なお、(b) と (a) - ①並びに (c) と (a) - ③ とを比較してみると、いずれも前者の場合の對數減衰率は小さいが、これから對數減衰率の増加は短絡電流の影響によることがわかる。

次に、二次巻回間の短絡の場合を圖示すると第 8 圖となり、又この結果は第 3 表の如くなる。同表より巻回間

第 3 表 巻回間短絡した場合の對數減衰率 (外函なし)

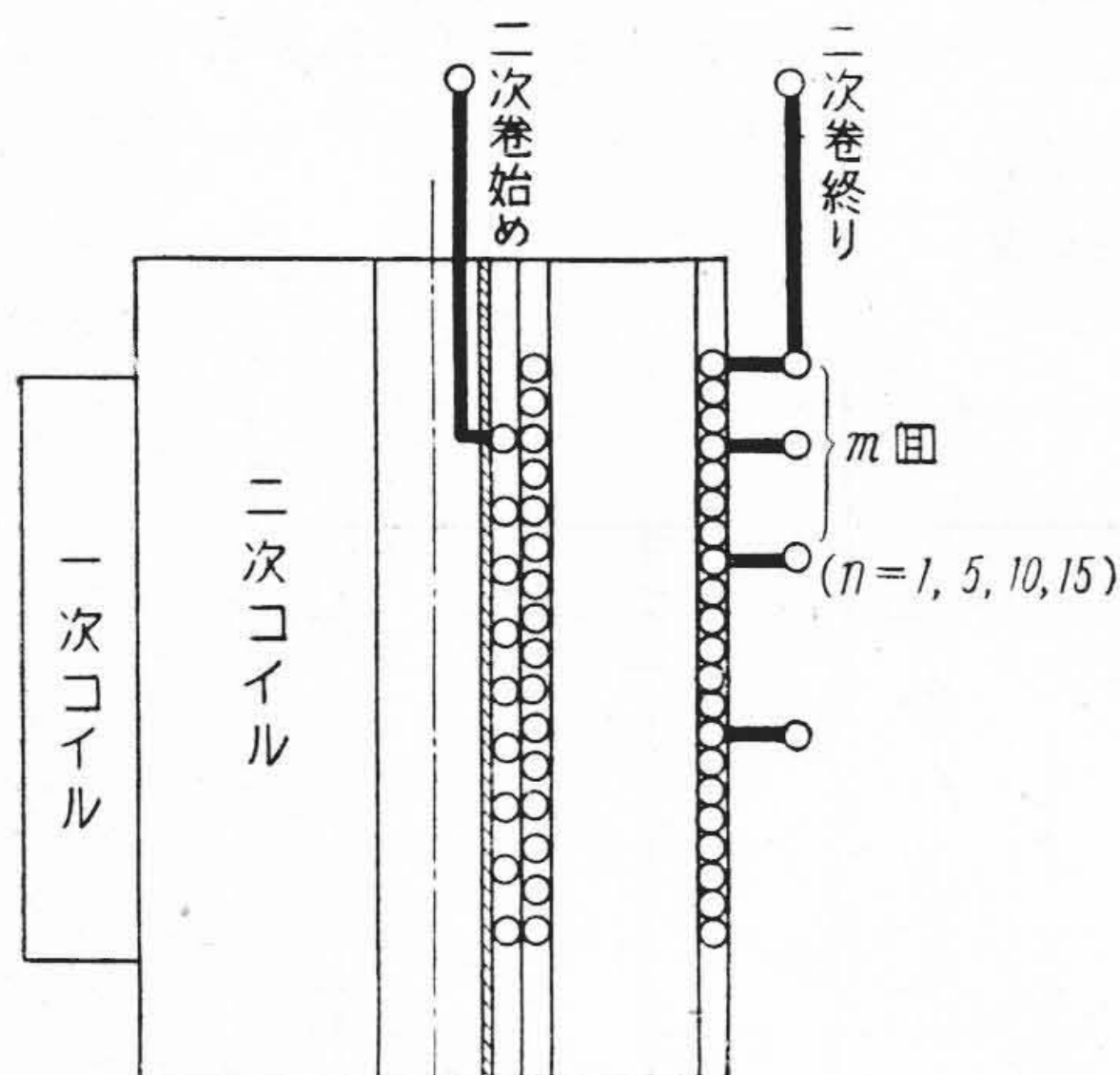
一次平均電流: 630 mA

短 絡 の 種 類 (第 8 圖参照)		V_m (V)	V_n (V)	對數減衰率 $\bar{d}$
二 次 巻 終 り 間 の 短 絡 回 數	0 回	4,900	4,300	0.056 ₅
	1 回	"	"	"
	5 回	4,850	4,250	0.057 ₃
	10 回	4,600	3,400	0.131 ₃
	50 回	4,350	2,550	0.232 ₅

短絡回数 10 回程度 (0.06%) の如き微少短絡でも充分検出できることがわかる。

なお、實際の製品に就て對數減衰率を比較すると第 4 表となる。表中の良品 (I)、(II)、(III)、のコイル仕様は第 1 表に示したものである。この場合の對數減衰率がコイルのみの場合よりも大きいのは、外函に収めたために生ずる靜電容量やインダクタンスの變化並びに鐵損や誘電體損によるものと考え。また、良品 (IV) (油入型) の對數減衰率が小さいのは、上記の鐵損、誘電體損を含めた漏洩抵抗の値が大きいことによるものと考え。なお、同表の不良品 (I)、(II) の對數減衰率は非常

(以下第 51 頁につづく)



第 8 圖 二次コイルの巻回間短絡圖

Fig. 8 Diagram in Case of Short Circuit Between Two Secondary Windings of Ignition Coil.

(6) この研削抵抗力より単位研削面積當りの研削抵抗力即ち比研削抵抗力を誘導することによりガラスの平面研磨機構は3段階より成り、

第1段階に於いては機械的研削作用が行われ、

第2段階に於いては砥石とガラスとの間の摩擦熱によつてガラス面が熔融し始め、

第3段階に於いては熔融したガラスをガラス面からむしり取る、
ということがわかつた。

終りに臨み本研究に當り御懇切な御指導を賜つた東大教授兼機械試験所長大越諄博士、御討論と御援助を戴いた馬場桑夫・正野崎友信・小坂誠市郎の諸博士及び學研第5部第4班（表面工學）協議會の方々並びに日立製作所豐田取締役・兼先日立研究所長・茂原工場宮城課長研削砥石製造に當られた日本人造黒鉛高梨課長、終始熱心に實驗に當られた柿崎公男・角田珠吉・寺田清彦・渡邊義朗の諸君に謝意を表して筆を擱く。

参 考 文 献

- (1) 久本；日立評論 32 No. 1. 6~16 (昭 25.1)
- (2) 久本；日立評論 32 No. 3. 189~204 (昭 25.3)
- (3) 日立、82 號、5、6、10 (昭 21.7)
- (4) Schlesinger は砥粒1個當りの比研削抵抗力を

考え、關口・長谷川は単位研削面積當りの比研削抵抗力を誘導している。本論文に於いては後者の考え方に倣つた。

Schlesinger ; Werkstattstech. 25 409 (1931)

關口・長谷川；機械學會誌、昭 8・10、700~710

- (5) ソーダ石灰ガラスに於いては 1000°C 附近で 36°C の溫度變化があれば粘度は約 2 倍餘り變化する。
澤井・和田；ガラスの化學と工學、228 (昭 24・修教社)

- (6) 鴨川；數物學會誌、昭 18・8、396~415

- (7) Bowden・Ridler ; Proc. Roy. Soc. Lond.
(A) 154 644 (1936)

Bowden ; General Discussion on Lubrication and Lubricants, London 2 236 London. (1937)
A. v. Philippovich ; V. D. I. 81 1467 (1937).

Bowden・Moore・Tabor ; J. Applied Physics 14 80 (1943) 等

なお Bowden のこれらの理論は實驗の不備から來るものだとする反駁もある。例えば

Klemencic ; Forsch. a. d. G. d. Ingenieurwesens 11 Nr. 3 (1940) (抄録；精密機械 7 471~478 (昭 15))

(第 28 頁よりつゞく)

點火コイルの新短絡試験法

第4表 各種點火コイルの對數減衰率
(外函あり)

點火コイル の 種 類	V_m (V)	V_n (V)	對數減衰率 d	一次平均電流 (mA)
良 品 (I)	18,500	13,300	0.143 ₃	1,040
" (II)	19,150	"	0.158 ₄	1,090
" (III)	12,600	8,600	0.165 ₂	985
" (IV)	19,000	14,000	0.132 ₉	940
不良品 (I)	8,500	2,500	0.477 ₁	1,100
" (II)	5,800	1,000	0.763 ₀	980

に大きく、良品の3倍以上になつている。

以上の諸結果より、コイルの巻數や段數が相當變化しても良品同志の間の對數減衰率の相違は僅かであるが、

西 堀 博 片木 劍三郎

不良品と良品との差は非常にあることが認められ、短絡檢出法として感度が高いことがわかる。

[V] 結 言

今回提案した新試験法は簡単な裝置で從來の方法よりも高感度で層間短絡や巻回間短絡の有無並びに絶縁の良否を檢出することができる。その上、動作中の二次誘起電壓が同時にわかる利點がある。したがつて、本方法は點火コイルの良否判別の有力な一手段と考える。終りに臨み御指導を賜つた日立研究所三浦倫義博士並びに種々便宜を與えられた多賀工場の關係各位に對し、衷心より感謝する。

参 考 文 献

- (1) 特許出願中
- (2) 林重憲；演算子法と過渡現象、國民科學社