

新しいコンデンサ放電形内燃機関点火装置の開発

Development of New Type Capacitor Discharge Ignition System for Internal Combustion Engine

笹山 隆生*
Takao Sasayama

要 旨

半導体回路化した内燃機関点火装置の一つであるコンデンサ放電形点火装置の性能的、回路的問題点を究明し、新しい回路方式を開発した。コンデンサ放電形は原理的にイグニッション・コイルの一次側定数で火花時間が決定されるため、従来は高出力が得られず、燃焼特性が思わしくなかった。新回路方式ではコンデンサの放電時間を長くとり、交番的な火花を点火プラグに与えることにより火花エネルギーと着火回数を増加させ、混合気への着火、燃焼性を向上させた。また、新回路方式は構成が簡単であり、コストの低下も可能である。

本稿は新しいコンデンサ放電形点火装置の回路解析を中心にその火花特性など、実験結果を交え報告するものである。

1. 緒 言

自動車の排気ガスがもたらす大気汚染が大きな社会問題となっている今日、内燃機関の燃焼を的確にコントロールすることは非常に重要な課題である。点火装置は、燃焼の確立を決定する火花放電の発生装置として排気ガス浄化策に占める重要性が大きい⁽¹⁾。したがって点火装置に要求される性能は高度化し、従来の装置に代わる新しい点火装置の出現が強く要望されるようになった。

点火装置の半導体回路化は以前から提案され、現在、一部実用化をみているが性能的に一長一短があり、燃焼特性の上からはじゅうぶんな効果をもたらしていない。

本論文は半導体回路化した点火装置の問題点を明らかにし、新しい回路方式を開発して排気ガス浄化の目的に沿った点火装置を開発した結果を述べたものである。

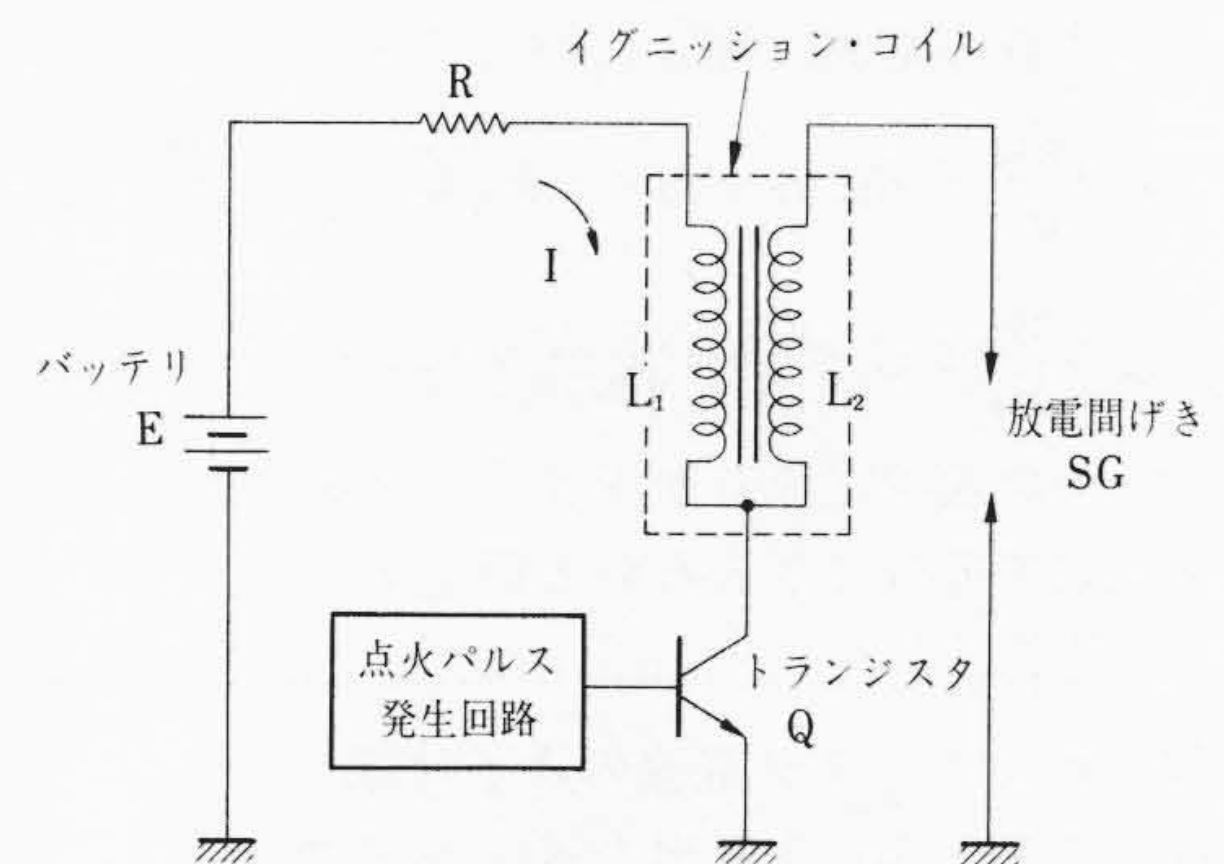
2. 各種点火方式とその問題点

2.1 誘導エネルギー蓄積形と静電エネルギー蓄積形

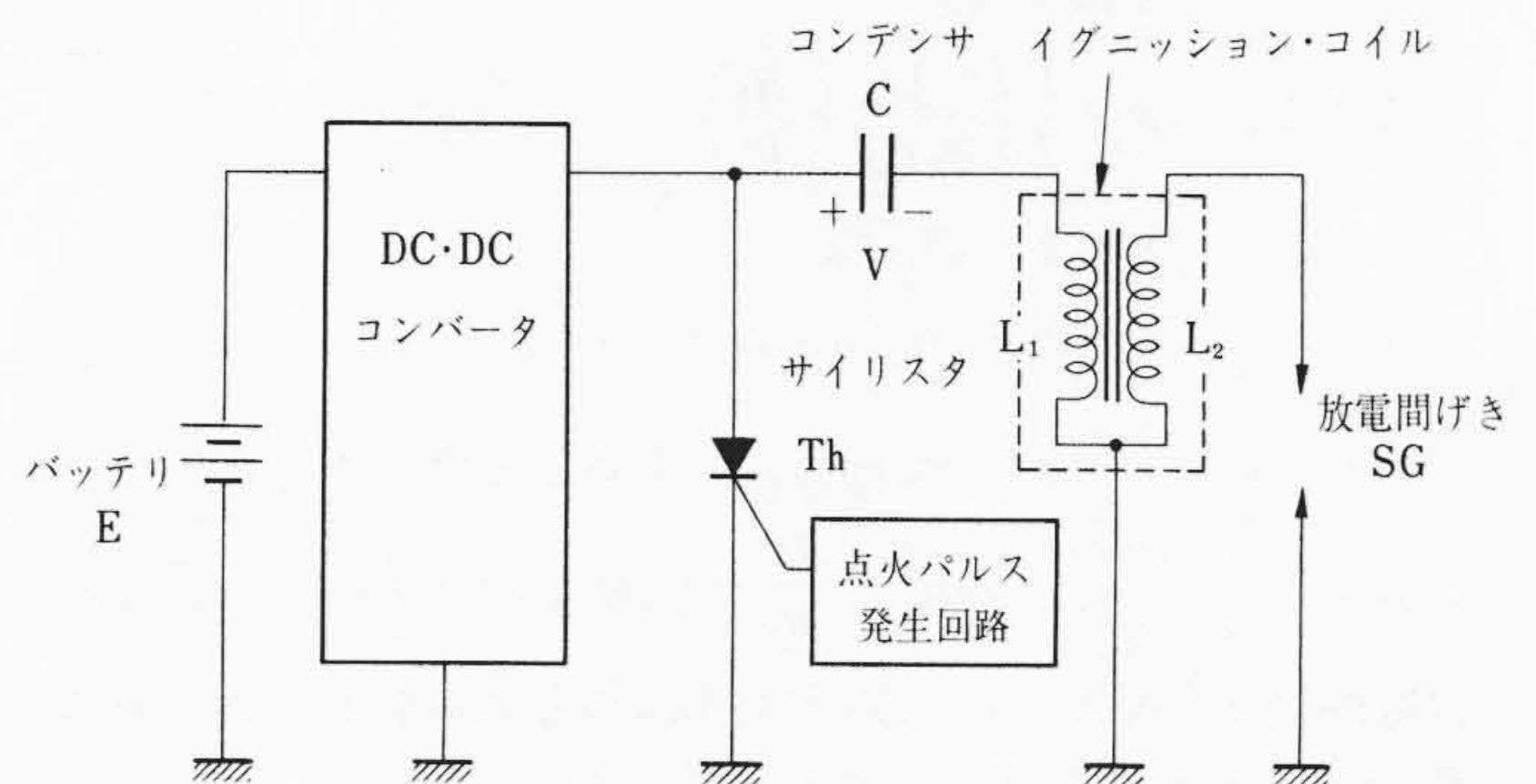
点火装置は一般に、非出力時に蓄積した電気エネルギーを機関の回転角に応じたタイミング、すなわち点火時期に急激に放出し、火花エネルギーに変換する方式をとる。電気エネルギーの蓄積方法は誘導エネルギー蓄積形と静電エネルギー蓄積形の2種類に分けられる。図1は両方式を代表する半導体回路の例を示したものである。

図1(a)は誘導エネルギー形のトランジスタ点火装置で、この装置ではトランジスタQの導通時、イグニッション・コイルの一次側に電流Iを流して誘導エネルギー $\frac{1}{2}LI^2$ を蓄積しておき、点火時期にQをしゃ断状態にしてこれを放出し、イグニッション・コイル二次側に高圧パルスを発生、火花放電を得る。

図1(b)は静電エネルギー形のコンデンサ放電形点火装置((Capacitor Discharge Ignition System)以下CDIと略称する)の概要を示したものである。この装置では、まず12Vのバッテリー電圧EをDC-DCコンバータにより $V=2\sim 500V$ の直流に変換し、コンデンサCに $\frac{1}{2}CV^2$ の静電エネルギーを蓄積させておく。次に点火時期にサイリスタThを点弧し、イグニッション・コイルの一次側に急激な電圧変化を与え、二次側に高圧、火花放電を得る。



(a) トランジスタ点火装置



(b) コンデンサ放電形点火装置 (CDI)

図1 2種の半導体回路点火装置

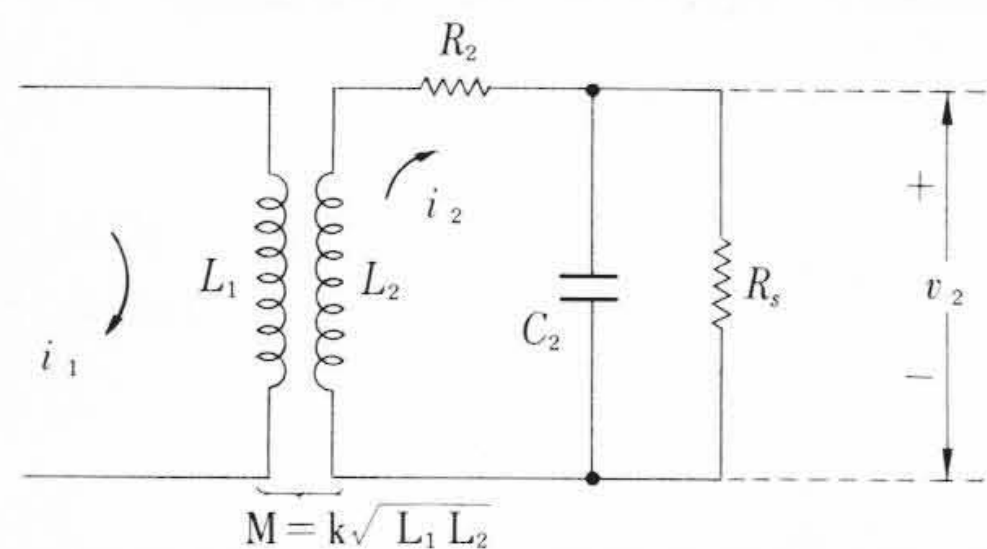
2.2 トランジスタ点火装置

トランジスタ点火装置はCDIに比べ回路構成が簡単であり、一般に低コストで生産できる長所があるが、性能的に不じゅうぶんな点が幾つかあげられる。

第1に誘導エネルギー蓄積形であるため、点火時期以前に電流を流しておく必要があり、通流時期が回転角で決まる通常の方法では特に低回転時に電力損失が大きい。これは高出力化の妨げとなっている。

第2に火花特性において、発生エネルギーの分布がアーク放電部分にかたより、着火エネルギーが小さい欠点がある。

* 日立製作所日立研究所



- L_1 : 1次コイルの自己インダクタンス
 L_2 : 2次コイルの自己インダクタンス
 M : 1次-2次の相互インダクタンス
 k : 1次-2次の結合係数
 R_2 : 2次コイルの抵抗
 C_2 : 2次コイルの浮遊容量
 R_s : 放電間けき間漏えい抵抗

図2 イグニッションコイルの等価回路

また、点火プラグの濡(ぬ)れ、汚損に対して出力の低下が大きい⁽²⁾。この原因を究明すると以下のとおりである。

イグニッション・コイルの集中定数等価回路を図2のように仮定すると、各部の電流、電圧に対して次式の関係が成り立つ。

$$L_2 \cdot \frac{di_2}{dt} + R_2 \cdot i_2 + v_2 = -k \sqrt{L_1 \cdot L_2} \cdot \frac{di_1}{dt} \quad (1)$$

$$i_2 = \frac{v_2}{R_s} + C_2 \cdot \frac{dv_2}{dt} \quad (2)$$

ここで、一次巻線電流 i_1 がトランジスタによりしゃ断され、その変化を次式で近似できるものと仮定する⁽³⁾。

$$i_1 = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau_f}} \quad (3)$$

ここで、 τ_f : コレクタ電流の降下時間

したがって、(1)~(3)式より出力電圧 v_2 を求めると、

$$v_2 \doteq \frac{kI}{L_2 \sqrt{L_1 C_2}} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\beta t - \gamma) \quad (4)$$

$$\text{ここで、} \alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_s C_2} + \frac{R_2}{L_2} \right)$$

$$\beta = 1 / \sqrt{L_2 C_2}$$

$$\gamma = \tan^{-1} \beta / (\alpha + 1/\tau_f)$$

となる。これより最大値 $v_{2\max}$ を求めると次式のようになる。

$$v_{2\max} \doteq \frac{kI}{L_2 \sqrt{L_1 C_2}} \cdot \exp \left[- \left(\frac{L_2}{R_s} + C_2 R_2 \right) \cdot \left(\gamma + \frac{\pi}{2} \right) / 2 \cdot \sqrt{L_2 C_2} \right] \quad (5)$$

放電間けきの漏えい抵抗 R_s が $v_{2\max}$ に与える影響を調べるため、 $R_s = \infty$ のときの出力との比 δ を考えると、

$$\delta = \frac{v_{2\max}}{v_{2\max, R_s=\infty}} = \exp \left[- \frac{1}{2 R_s} \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \left(\gamma + \frac{\pi}{2} \right) \right] \quad (6)$$

となる。

(6)式において、 $1/R_s$ にかかる係数 λ は影響度を表わし、次のようになる。

$$\lambda = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \left(\gamma + \frac{\pi}{2} \right) \doteq \frac{L_2}{2 \sqrt{C_2}} \tan^{-1} \left(\frac{\tau_f}{\sqrt{L_2 C_2}} + \frac{\pi}{2} \right) \quad (7)$$

トランジスタ点火装置では、トランジスタの耐圧の制限から一次巻線の誘起電圧を押えるため、二次巻線数が多くなり L_2 が大になる。また、静電容量 C_2 は巻線間容量が支配的で、これは高巻数で小さい。したがっていずれも(7)式の λ の値を大きくする要因となり、トランジスタ点火装置が点火プラグの濡れ、汚損に基づく漏えい抵抗で大きな出力低下をみる事が明らかとなる。この改善策としてイグニッション・コイルを低巻数比化し、トランジスタの耐圧を上げることが必要になる。

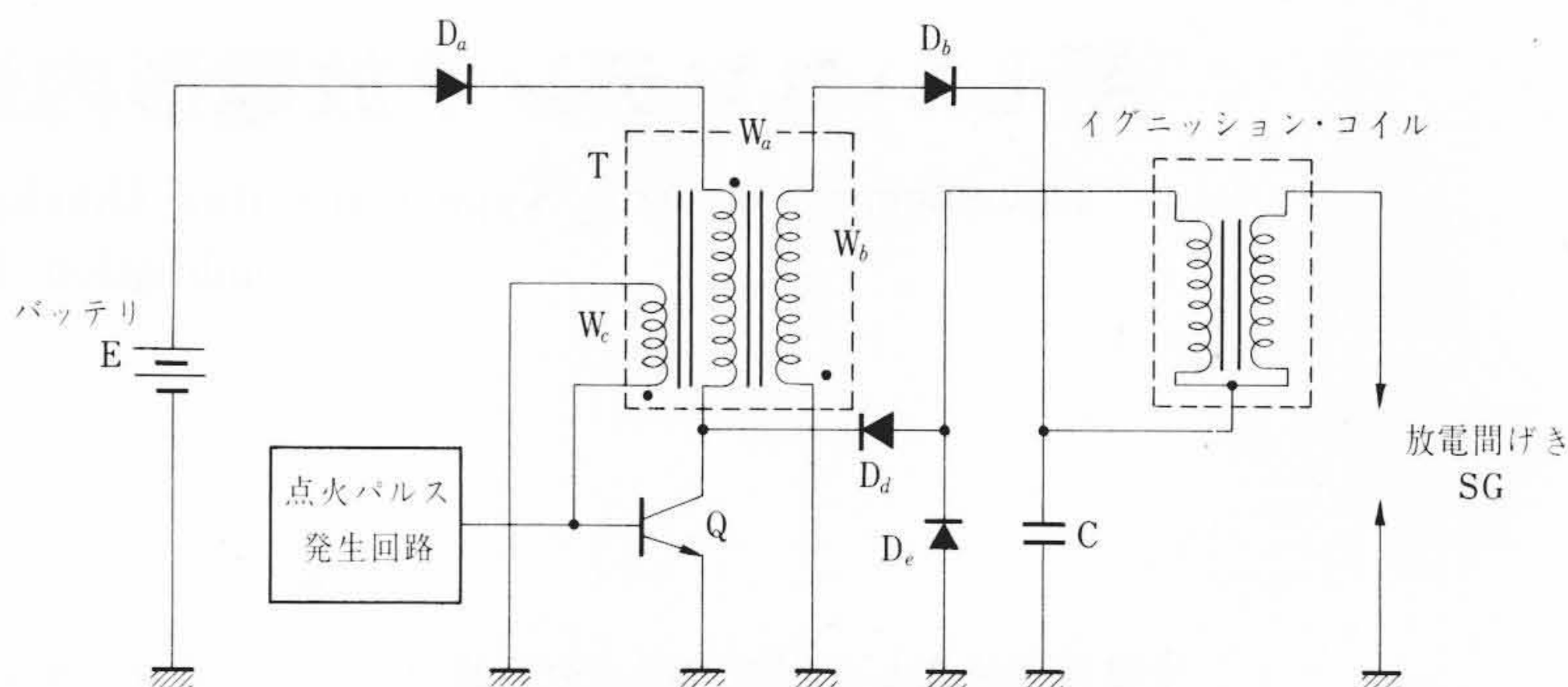


図3 新しいCDIの回路構成

2.3 CDI

CDIは、電圧の形でエネルギーを保持するため非出力時の電力損失はきわめて小さい。しかし、コンデンサの蓄積エネルギーが火花エネルギーに変換される効率は一般に低い⁽⁴⁾。これは、火花継続時間がイグニッション・コイルの一次側の共振周期で決められてしまうからにはほかならない。したがって高出力化がむずかしく、燃焼確立にじゅうぶんなエネルギーを与えにくいという欠点がある⁽⁵⁾。

さらに、高出力化を阻止するものとしてDC-DCコンバータ出力端子の一時短絡がある。図1(b)において点火時期にサイリスタThを点弧するとDC-DCコンバータの出力端子は短絡される。コンバータ容量が大きいと短絡電流が大きくなり、サイリスタの消弧不能が起こることがある。このため、大容量化するには特殊な回路方式を必要とする⁽⁶⁾。

また、CDIは直流昇圧部分とエネルギー充放電部分に回路が分かれるので、複雑となり高価である。

以上述べたようにCDIにも幾つかの欠点があげられるが、トランジスタ点火装置のように本質的なものは少なく、回路上の改良で処理しうる可能性が大きい。特に火花特性に関して、着火時に放電間けきに強力な容量放電を得るには、イグニッション・コイルの一次側に大きな容量分を持つCDIが有効である。

以上の観点から点火方式をCDIとし、上述の欠点を除く新たな点火装置の開発を図った。

3. 新しいCDIとその動作

3.1 新しいCDIの回路構成

図3は新たに開発したCDIの回路構成を示したものである。

主回路には能動素子としてパワー・トランジスタQを1個用いるのみの簡潔な構成となっている。コンデンサCはトランスTの一次巻線Waに流れる電流がトランジスタQによりしゃ断されるとき充電され、Qの導通時にイグニッション・コイルに放電する。

トランジスタQはトランスTに巻かれた三次巻線Wcに発生する起電力で駆動され、Wcと一次巻線Waとはトランジスタに正帰還をかけるよう結合されているので、点火時期にトランジスタQを瞬時トリガするだけで作動する。このため駆動回路はきわめて小電力化できる。一次巻線Waに流れるコレクタ電流がビルド・アップし、飽和領域から脱した時点でQは急激にカット・オフに移行する。その際の磁束変化によりWbに発生した起電力でCが充電される。Qの導通時間を長くとり、Cの充電電荷をじゅうぶんイグニッション・コイルに放出させるようにすると火花出力エネルギーを増すことができ、燃焼特性が改善される。

上述のように回路は点火時期に同期して働くため非動作時の電力損失はほとんどなく、また昇圧部の出力短絡も起こらず、高出力化設計が容易である。

3.2 回路解析

回路動作を確認し、定量的検討を行なうため以下に回路解析をする。

(1)Qが飽和領域にあるとき、

図4(a)はトランジスタQが飽和領域にはいった時点からの等価回路を示したものである。Wbに発生する電圧はダイオードDbの逆耐圧で阻止されるから、同回路は省略できる。各定数の記号を同図のように定める。さらに、ダイオードおよびトランジスタのベース、エミッタ間を順方向降下電圧と抵抗で、トランジスタのコレクタ、エミッタ間を飽和抵抗で表わすと(b)の等価回路となる。トランジスタに相当するスイッチSW投入後の電流、電圧を同図のように定め、その関係を求めると次式が得られる。

$$L_a \cdot \frac{di_a}{dt} - M_{ac} \cdot \frac{di_c}{dt} + (R_a + R_{da} + R_{CE}) i_a + V_{da} = E \quad \cdots (8)$$

$$L_c \cdot \frac{di_c}{dt} - M_{ca} \cdot \frac{di_a}{dt} + (R_c + R_{EB}) i_c + V_{EB} = 0 \quad \cdots (9)$$

ここで、 M_{ac} : Wa-Wc間の相互インダクタンス

M_{ca} : Wc-Wa間の相互インダクタンス

解析を簡単にするため、

$$M_{ac} = M_{ca} = \sqrt{L_a L_c}$$

$$V_{da} = V_{EB} = 0$$

$$R'_a = R_a + R_{da} + R_{CE}$$

$$R'_c = R_c + R_{EB}$$

とおき、(8)、(9)式を解くと、

$$i_a = \frac{E}{R'_a} \left[1 - \frac{L_a R'_c}{L_a R'_c + L_c R'_a} \cdot \exp\left(-\frac{R'_a R'_c}{L_a R'_c + L_c R'_a} \cdot t\right) \right] \quad \cdots (10)$$

$$i_c = \frac{\sqrt{L_a L_c}}{L_a R'_c + L_c R'_a} \cdot E \cdot \exp\left(-\frac{R'_a R'_c}{L_a R'_c + L_c R'_a} \cdot t\right) \quad \cdots (11)$$

が得られる。

トランジスタQが飽和領域にある期間は、

$$i_a \leq h_{FE} i_c \quad \cdots (12)$$

ここで、 h_{FE} : トランジスタQのエミッタ接地直流電流増幅率が成立する期間である。その時間間隔を T_1 とすると、

$$T_1 = \left(\frac{L_a}{R'_a} + \frac{L_c}{R'_c} \right) \cdot \ln \left(\frac{L_a R'_c + L_c R'_a}{R'_a L_a + h_{FE} \sqrt{L_a L_c} \cdot R'_c} \right) \quad \cdots (13)$$

与えられ、Qがカット・オフに移る直前、Waに流れる電流値 I_{ao} は、

$$I_{ao} = i_a \Big|_{t=T_1} = \frac{h_{FE} \cdot E}{h_{FE} R'_a + R'_c \sqrt{\frac{L_a}{L_c}}} \quad \cdots (14)$$

となる。

(2)Qがしゃ断領域に移行したとき

Qがしゃ断領域に移る際の等価回路は図5に示すとおりである。ダイオードDdを含む回路は、ダイオードDa、トランジスタQでしゃ断されるため省略できる。Qのしゃ断領域移行によるラン

スTでの磁束変化はWa、Wc電流のしゃ断で生ずるが、Wcによる磁束変化はWaによるものよりじゅうぶん小さいと考えられるから図5(a)が等価的に成り立つ。Waに流れる電流の初期値は I_{ao} であるからQのしゃ断時等価回路は同図(b)に示すようになる。

同図のように回路定数を定め、電流、電圧の関係を表わすと次式が成り立つ。

$$L_a \cdot \frac{di_b}{dt} + M_{ba} \cdot \frac{di'_a}{dt} + (R_b + R_{db}) \cdot i_b + v_c + V_{db} = 0 \quad \cdots (15)$$

$$i'_a = -I_{ao} \quad \cdots (16)$$

$$i_b = C \cdot \frac{dv_c}{dt} \quad \cdots (17)$$

$$i_a = i_{ao} + i'_a = 0 \quad \cdots (18)$$

簡単のため $R'_b = R_b + R_{db}$

$$V_{db} = 0$$

とおく。 i_a の初期値 $i_{ao} = I_{ao}$ であるから、これらを用いて(15)~(18)式を解くと、

$$v_c = \frac{I_{ao}}{\omega \cdot C} \sqrt{\frac{L_a}{L_b}} \cdot \exp\left(-\frac{R'_b}{2L_b} \cdot t\right) \cdot \sin \omega t \quad \cdots (19)$$

$$i_2 = \frac{I_{10}}{\omega \sqrt{L_b C}} \cdot \sqrt{\frac{L_a}{L_b}} \exp\left(-\frac{R'_b}{2L_b} \cdot t\right) \cdot \cos(\omega t + \phi) \quad \cdots (20)$$

ここで、

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L_b C} - \left(\frac{R'_b}{2L_b}\right)^2}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{R'_b \sqrt{\frac{C}{L_b}}}{2\sqrt{1 - \frac{R_b'^2 C}{4L_b}}}$$

が得られる。

ダイオードDbにより二次電流 $i_b \geq 0$ の期間、コンデンサCが充電される。その時間を T_2 とすると、

$$T_2 = \frac{\frac{\pi}{2} - \phi}{\omega} \quad \cdots (21)$$

となり、最終的にコンデンサに充電される電圧 V_c は、次のように表わされる。

$$V_c = v_c \Big|_{t=T_2} = I_{ao} \cdot \sqrt{\frac{L_a}{C}} \cdot \exp\left(-\frac{R'_b}{2L_b} \cdot \frac{\pi}{2} - \phi\right) \quad \cdots (22)$$

以上の各式より新形CDIの各部の電流および電圧波形を求めると、図6に示すようになる。これらから各パラメータの効果を定量的に求め、設計検討することが可能になる。

T_1 および T_2 は放電サイクルを制約するから、使用する機関のサイクル数、気筒数および最高回転数により決定しなければならない。コンデンサ容量および充電電圧は主として放電回路の諸要求、たとえば火花放電時間、火花エネルギーなどから、また使用するイグニッション・コイルとのマッチングも考慮して決める必要がある。さらに、コンデンサ充電電圧および一次巻線電流はトランジスタQの最大定格値を考慮して決められなければならない。

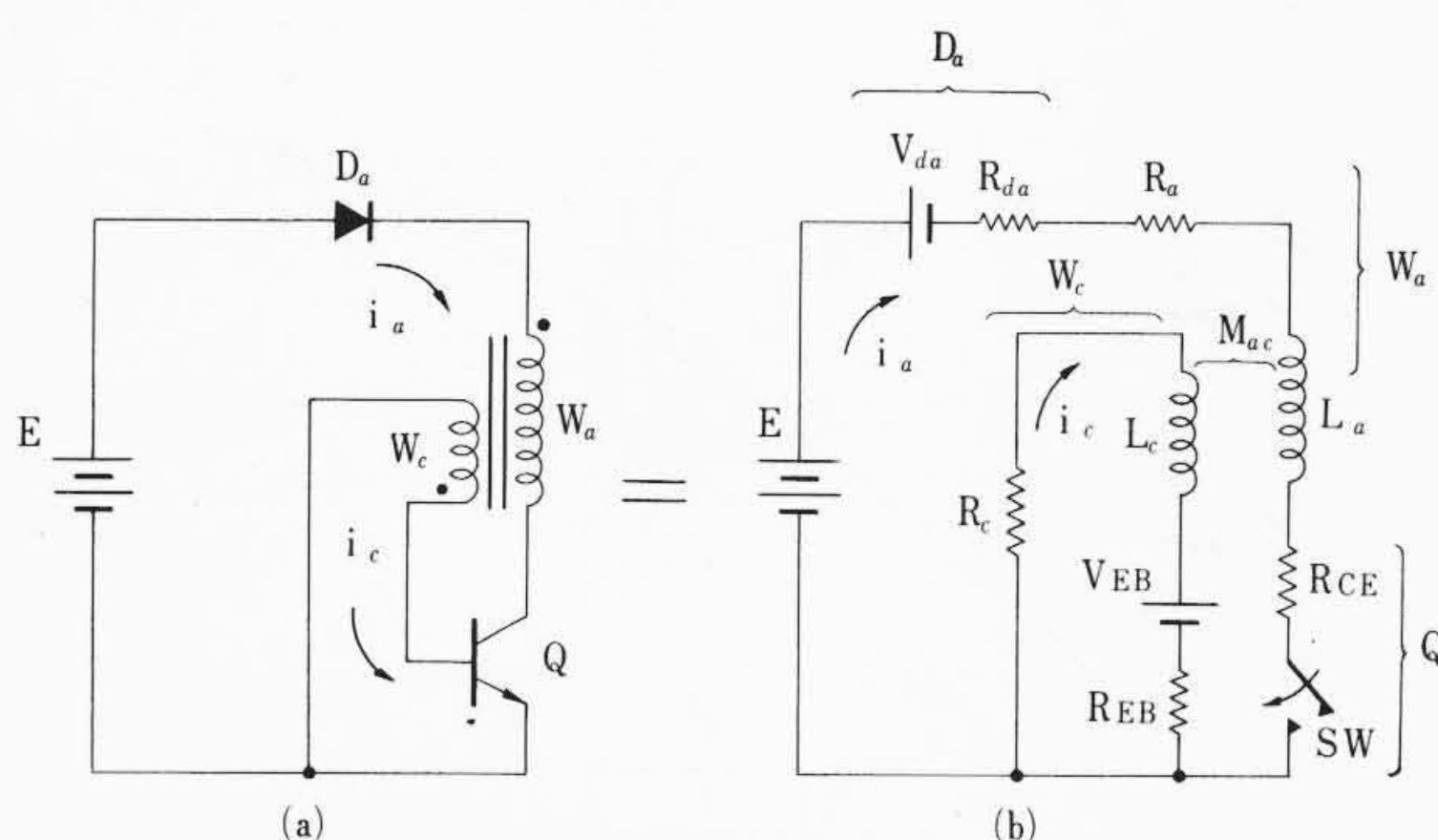


図4 Qが飽和領域にあるときの等価回路

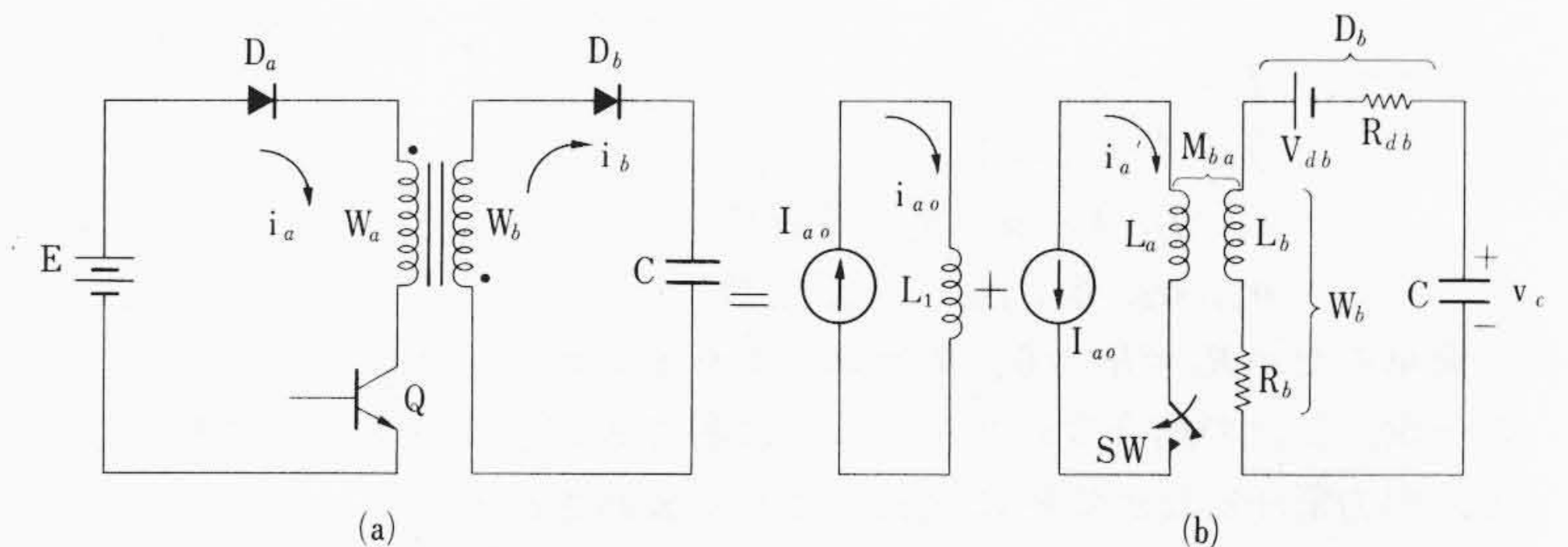


図5 Qがしゃ断領域に移行したときの等価回路

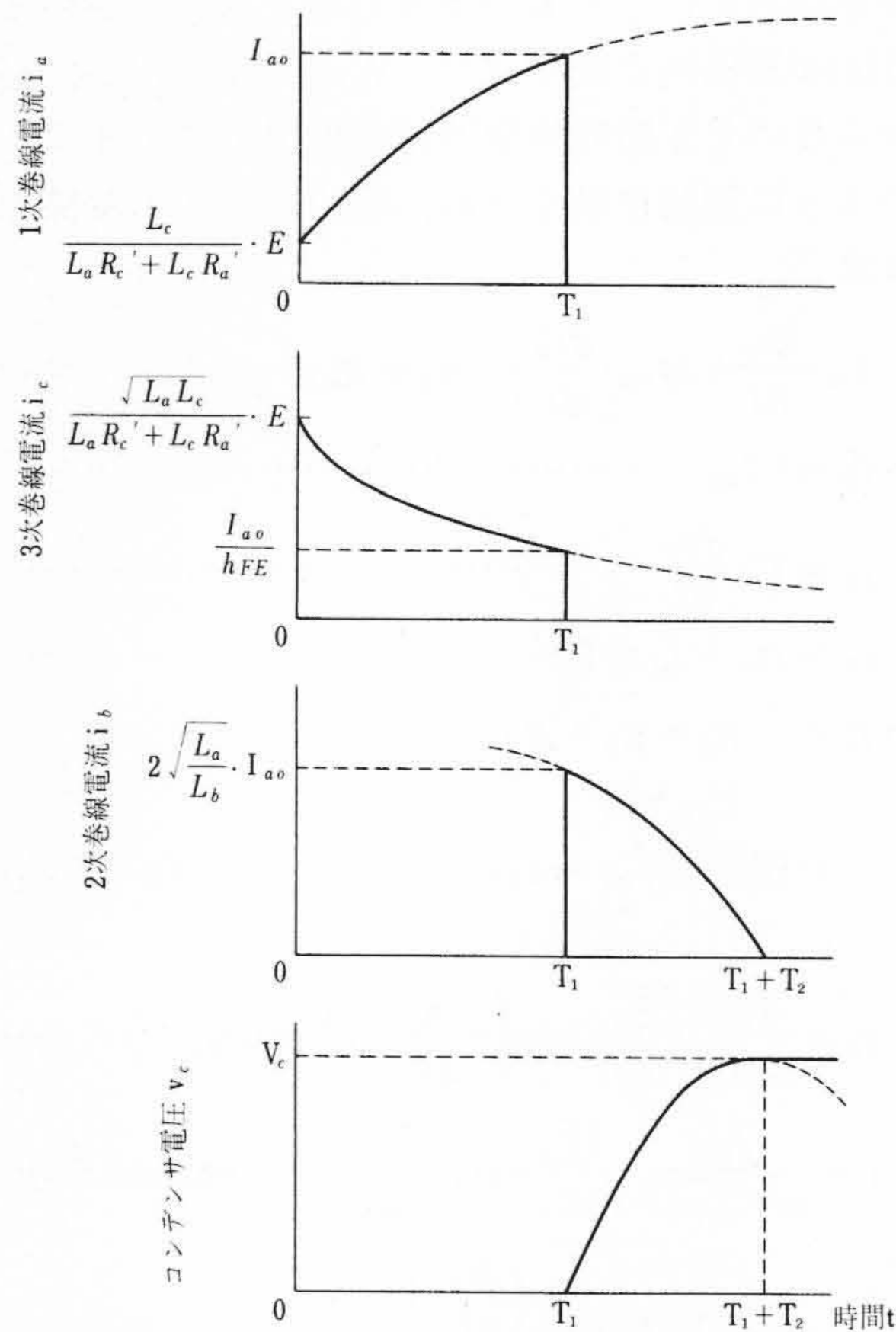


図6 回路解析の結果得られる電流電圧波形

4. 新形CDIの出力特性

4.1 CDIの放電回路の動作

CDIは図7に示す基本動作でコンデンサが放電する。すなわち、コンデンサ C_1 を電圧 V_c で充電し、点火時期にスイッチ SW を閉じてイグニッション・コイルの一次巻線に放出する。イグニッション・コイルを図2の等価回路で表わし、放電時の現象を以下に解析する。図7に定めた各部の電流および電圧の間には次式の関係が成り立つ。

$$L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + M \cdot \frac{di_2}{dt} + R_1 \cdot i_1 = v_1 \quad \dots\dots\dots(23)$$

$$-C_1 \cdot \frac{dv_1}{dt} = i_1 \quad \dots\dots\dots(24)$$

$$M \cdot \frac{di_1}{dt} + L_2 \cdot \frac{di_2}{dt} + R_2 \cdot i_2 = -v_2 \quad \dots\dots\dots(25)$$

$$i_2 = \frac{v_2}{R_s} + C_2 \cdot \frac{dv_2}{dt} \quad \dots\dots\dots(26)$$

したがって電流および電圧についての一般解は次のようになる。

$$f_j(t) = \frac{1}{a_0} \left[K_j \cdot \varepsilon^{-\alpha_1 t} \cdot \cos \beta_1 t + \frac{1}{\beta_1} (\lambda_j + \alpha_1 \cdot K_j) \varepsilon^{-\alpha_1 t} \cdot \sin \beta_1 t + \mu_j \cdot \varepsilon^{-\alpha_2 t} \cdot \cos \beta_2 t + \frac{1}{\beta_2} (\nu_j + \alpha_2 \cdot \mu_j) \cdot \varepsilon^{-\alpha_2 t} \cdot \sin \beta_2 t \right] V_c \quad \dots\dots\dots(27)$$

ここで、 f : v または i

j : 1 または 2

$a_0, k_j, \lambda_j, \mu_j, \nu_j$: 実係数

$\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$: 正定数

簡単のため $R_1=R_2=0, R_s=\infty$ 、またイグニッション・コイルの一次、二次の結合度がじゅうぶんに密であるものと仮定とすると、出力電圧 v_2 は近似的に次式のように表わされる。

$$v_2(t) \doteq \frac{-k \cdot V_c}{C_2 \sqrt{L_1 L_2} (\omega_1^2 + \omega_2^2)} \cdot \left[1 - \cos \sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2}{1 - k^2}} \cdot t \right] \quad \dots\dots\dots(28)$$

ここで、 $\omega_1 = 1/\sqrt{L_1 C_1}$

$\omega_2 = 1/\sqrt{L_2 C_2}$

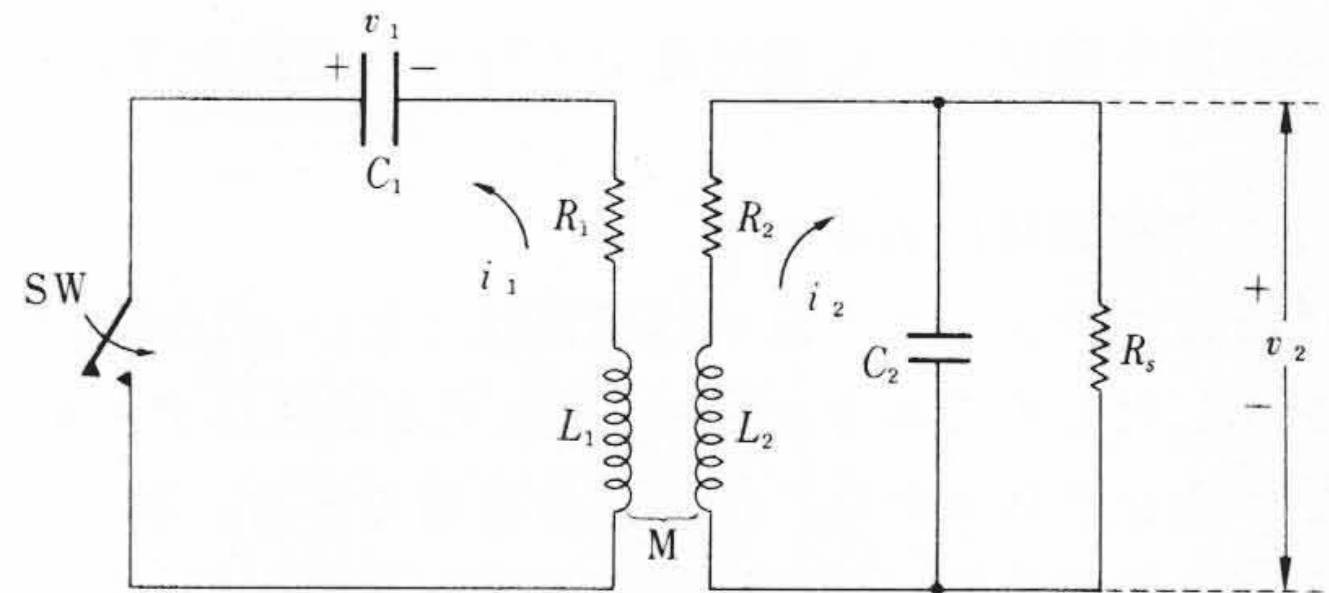


図7 CDI放電回路の等価回路

したがって、出力電力の尖頭値 $v_2]_{\max}$ は次のようになる。

$$v_2]_{\max} \doteq \frac{2k V_c}{C_2 \sqrt{L_1 L_2} (\omega_1^2 + \omega_2^2)} \quad \dots\dots\dots(29)$$

4.2 CDIにおけるイグニッション・コイル

(29)式から、出力電圧 v_2 はコンデンサ C_1 の初期充電電圧に比例し、その電圧比を決定するものはコンデンサ容量とイグニッション・コイルの定数であることがわかる。

図8はコンデンサ C_1 の静電容量をパラメータとして充電電圧 V_c と $v_2]_{\max}$ の関係を実験的に求めた結果を示したものである。これより両者がよく比例することがわかる。

電圧比の静電容量 C_1 依存性は図9に示すとおりである。また、巻数比 a に対しては図10に示すように最大点を示す値が存在する。これらは次のようにして解析することができる。すなわち、(29)式を変形すると、

$$\frac{v_2]_{\max}}{V_c} \doteq \frac{2k}{C_2 \sqrt{L_1 L_2} (\omega_1^2 + \omega_2^2)} = \frac{2k}{C_2 \sqrt{\frac{L_2}{L_1} + \frac{L_1}{L_2}}} \quad \dots\dots\dots(30)$$

$$\doteq \frac{2k}{K \cdot \frac{C_2}{C_1} \left[\left(\sqrt{a} - \frac{1}{K} \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{a}} \right)^2 + \frac{2}{K} \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \right]} \quad \dots\dots\dots(30)$$

ここで、 a : 巻数比

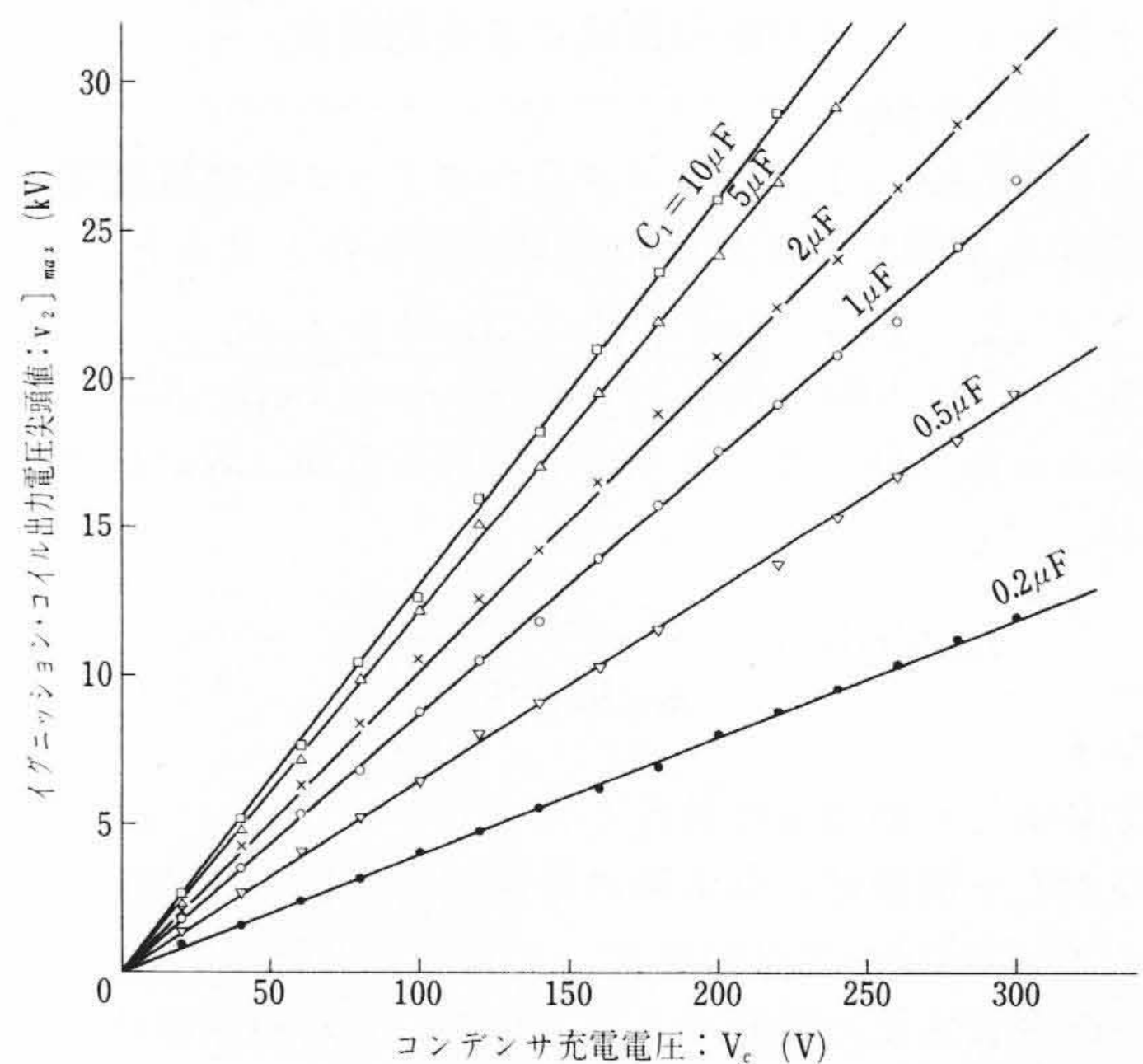


図8 コンデンサ充電電圧と出力電圧せん頭値の関係

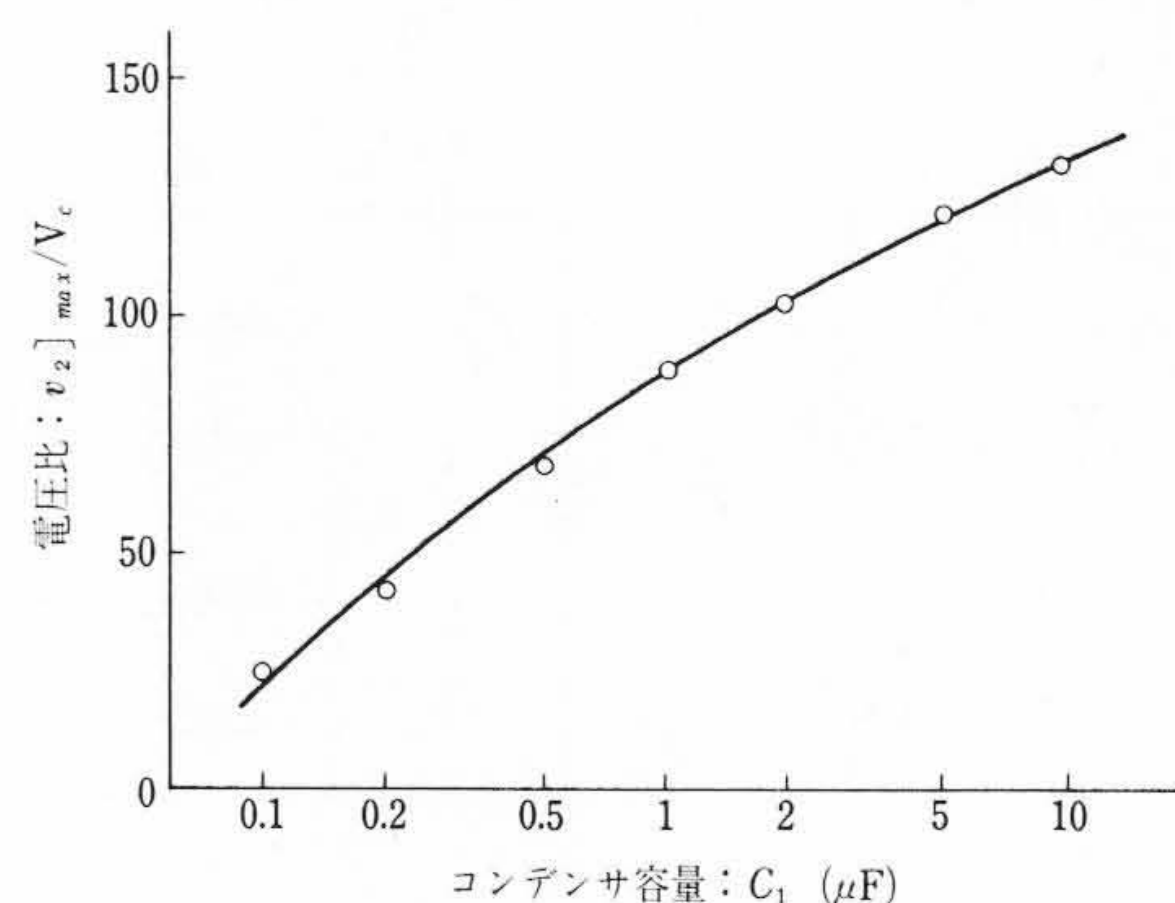


図9 コンデンサ容量と電圧比の関係

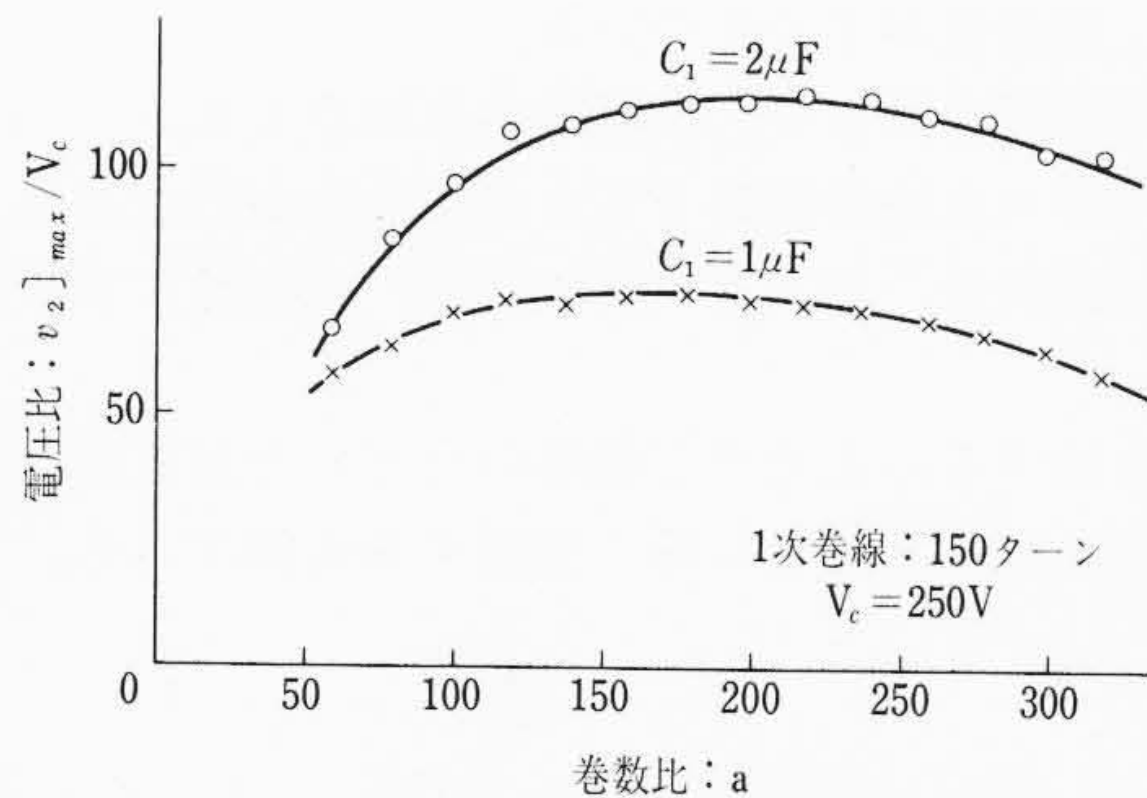


図10 イグニッション・コイルの巻数比と電圧比の関係

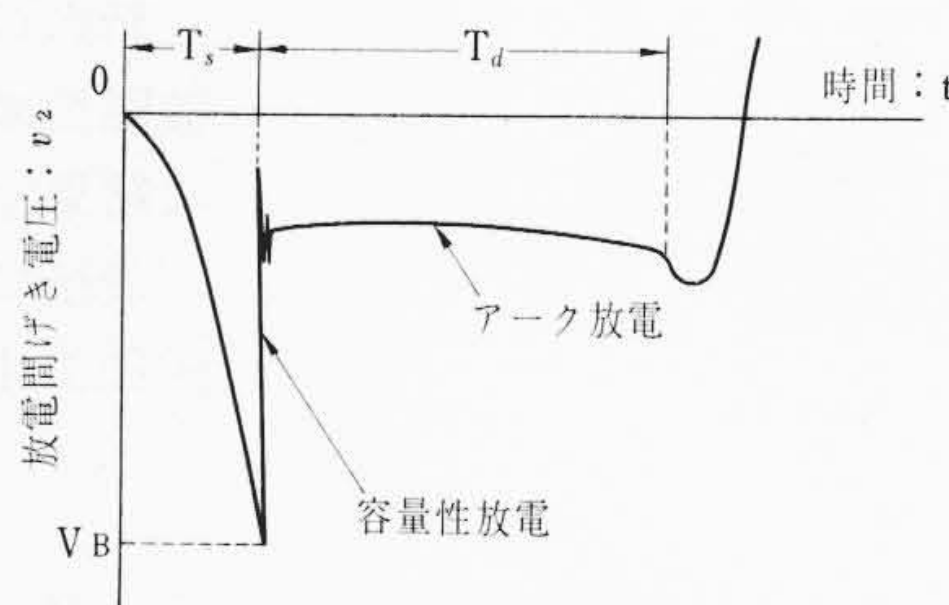


図11 放電間げき電圧波形

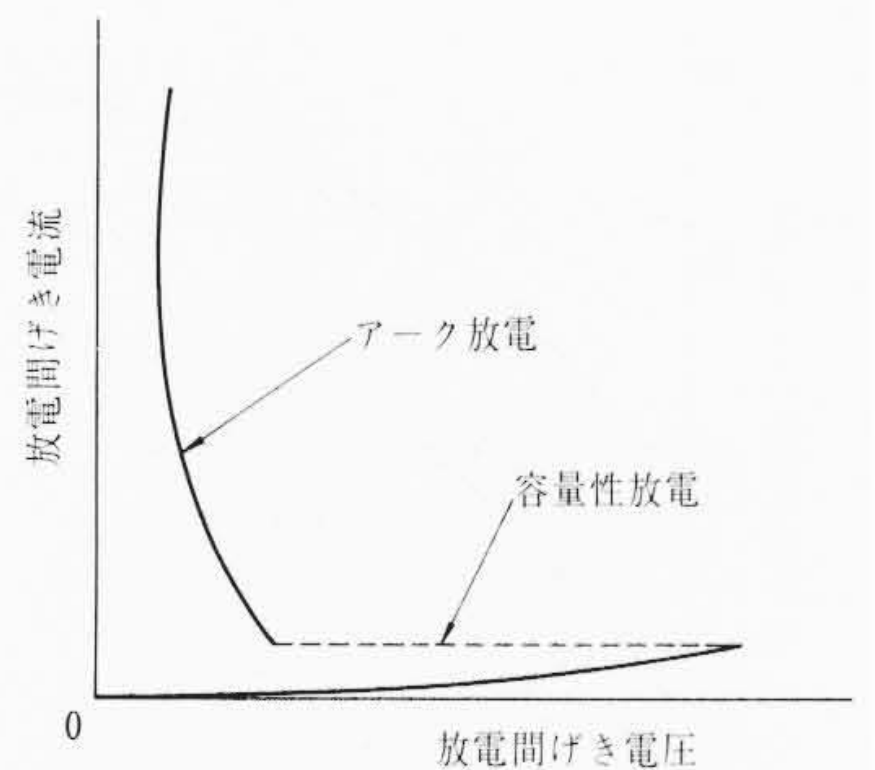


図12 放電間げき電流電圧特性

K : コイルのリラクタンスにより定まる定数となる。したがって、 C_1 に対しては単調増加であり、 a に対しては $a = \frac{1}{K} \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$ で最大値 $k \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$ をとる。

以上は出力電圧のみについての検討結果を示したものであるが、そのほかに火花発生後の諸パラメータを考慮してCDI用イグニッション・コイルの最適仕様を決定しなければならない。

4.3 新しいCDIの火花特性

図11は放電間げき間電圧波形の概要を示したものである。点火時期を始点として立上る電圧は、放電間げき長で定まるブレーク・オーバ電圧 V_B に達すると放電が開始される。放電開始までの時間 T_s は高回転時の点火時期遅れに影響が出ない程度に短くしなければならない。

放電開始直後は放電間げき間に蓄えられていた静電エネルギーが放出される。これは、一般に容量性放電と呼ばれるものであり、これに続いてアーク放電が継続する。

内燃機関の混合気への着火は容量性放電が、燃焼確立にはアーク放電が主要な役割を果たすと言われており⁽⁵⁾、放電間げき間静電容量の大きいCDIは着火性がすぐれている。しかし、従来のCDIはアーク放電期間 T_d が短く、また放電回数は1点火時期に2回であるため燃焼確立に不じゅうぶんな点が指摘されている⁽⁷⁾。

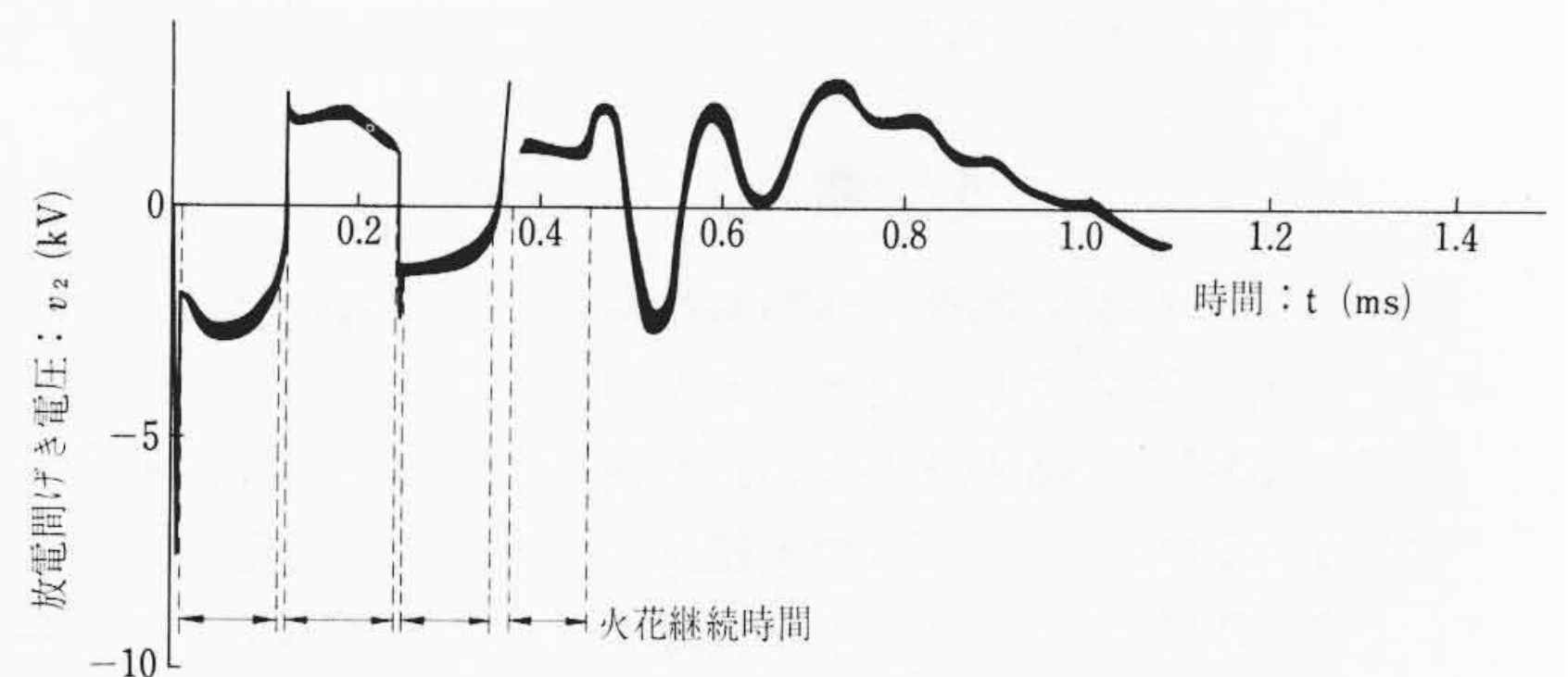
放電開始後における放電間げき間の電圧、電流特性は図12に示すS字形となる。CDIは出力インピーダンスが低いので、通常の点火方式よりアーク放電電流が大きく電圧はやや低くなる。アーク放電期間 T_d はイグニッション・コイル一次側の定数によりほぼ決定され、通常数十マイクロ秒と短い。また、サイリスタにより放電を制御する一般のCDIでは、サイリスタを消弧させる必要から一次側の共振電流は1サイクルしか流さない。このため、コンデンサ中に蓄積されていたエネルギーは火花エネルギーにじゅうぶん変換されない。

以上に述べたように、従来のCDIは着火性が良好であり高エネルギー密度であるにもかかわらず、燃焼確立に必要な時間だけ放電が継続せず火花特性が要求に沿わない面がある。

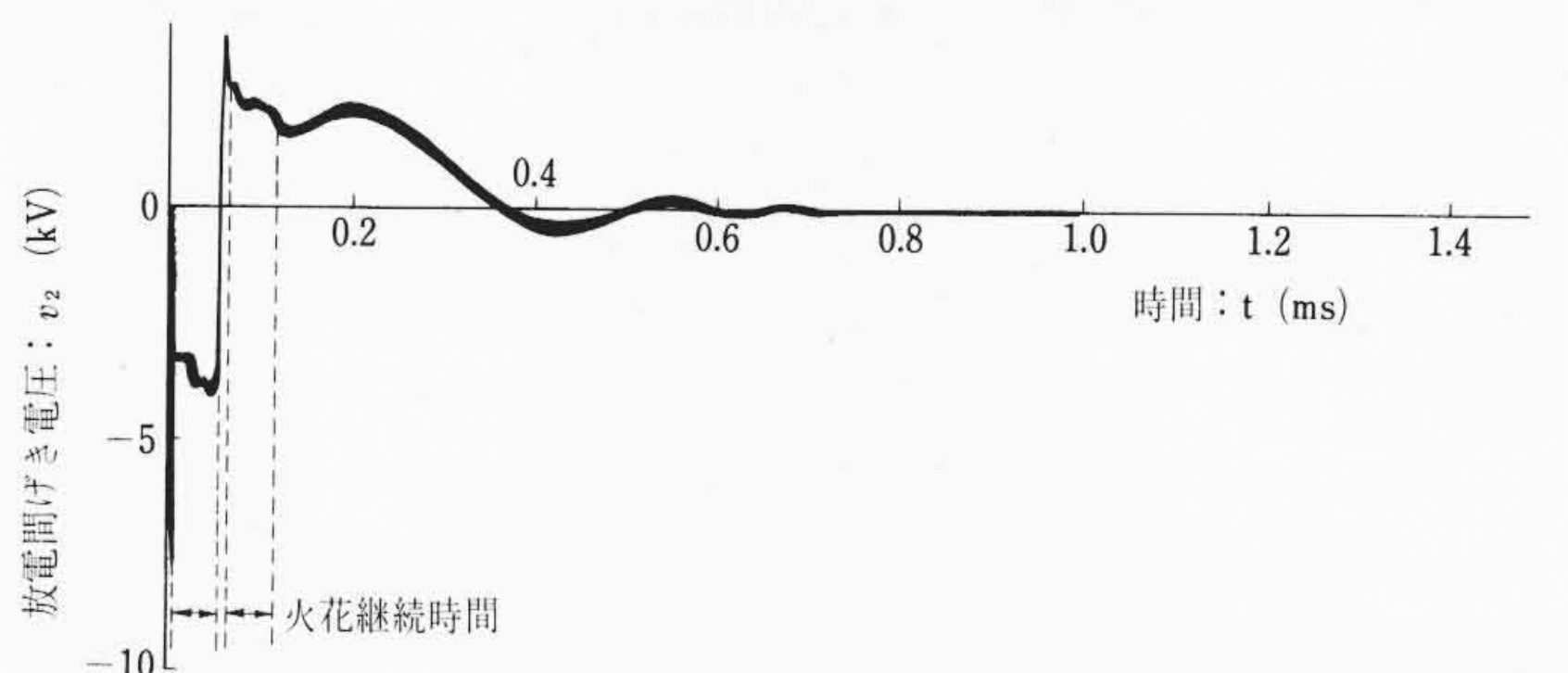
新しいCDIにおいては、トランジスタQが飽和領域にある期間、コンデンサの放電が繰り返し継続する。図13に従来のCDIと放電間げき電圧を対比して示した。新しいCDIは放電回数が多く、1火花のアーク放電時間も長い。長い放電時間を得るにはコンデンサ容量を増すことで得られる。

1点火期間における放電回数を増すことは容量性放電エネルギーを高め、着火を確実にすることから、積極的に取り入れる動きがあり⁽⁸⁾、新しい回路方式はこの点有利である。

また、1点火あたりの火花エネルギーは燃焼性との関係から重要視されているが、特に希薄混合気への点火には高いエネルギー値が不可欠とされ、排気ガス浄化の決め手の一つとなっている⁽⁸⁾⁽⁹⁾。図14は新形CDIの1点火あたりの火花エネルギー値およびイグニッション・コイル一次、二次間のエネルギー変換効率を従来のCDI



(a) 新形CDI



(b) 従来のCDI

(1,000cc 機関, アイドリング, 点火プラグ間げき: 0.75mm)

図13 放電間げき電圧波形

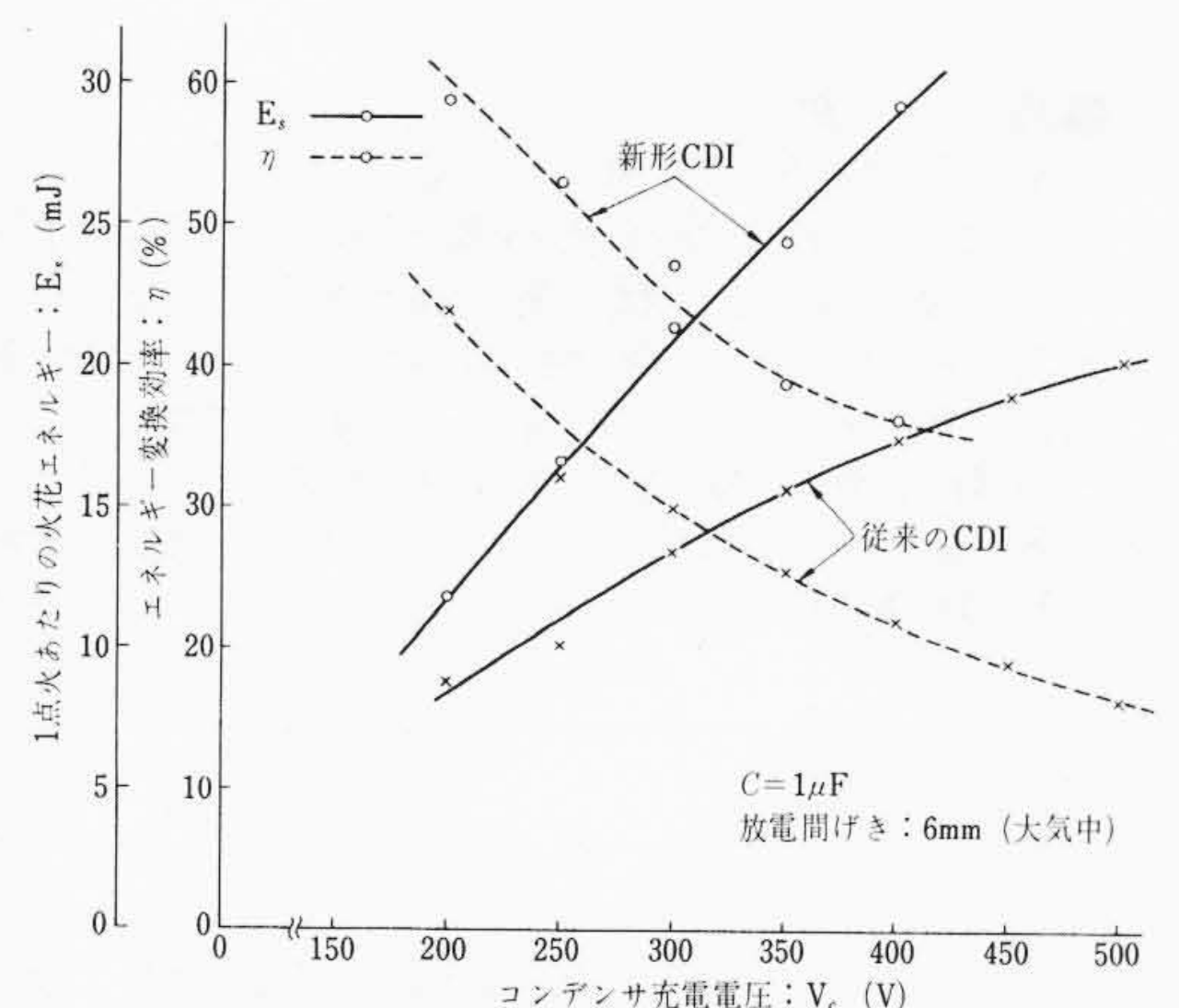


図14 火花エネルギーとエネルギー変換効率

と比較した結果である⁽¹⁰⁾。エネルギー値は5~10mJ以上、効率は15~20%向上する。火花エネルギーの測定は東京大学酒井氏の方法⁽¹¹⁾によって行なわれた。

次に点火プラグの濡れ、汚損に対する効果を検討する。新しい回路方式において、同一のイグニッション・コイルを使用し、コンデンサ容量をパラメータとして漏えい抵抗による出力電圧の尖(せん)頭値変化を調べた結果を示したのが図15である。比較のため無負荷出力を20kVに統一した。出力の変化はコンデンサの容量に依存せず、低下率は他の点火方式より小さい。

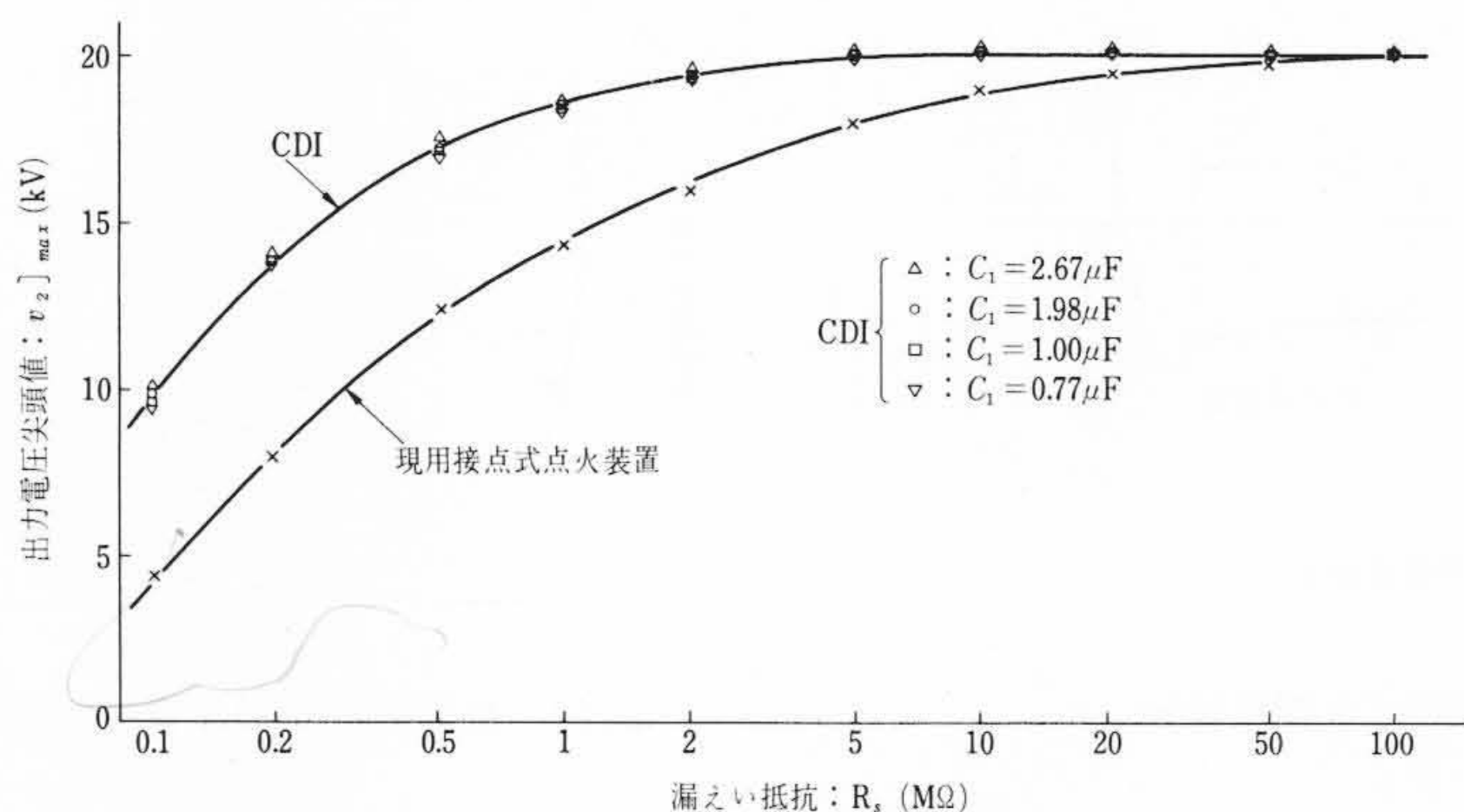


図15 漏えい抵抗による出力電圧せん頭値の変化

5. 結 言

以上、新形CDIの動作、回路解析および出力特性について述べたが、これを要約すると次のとおりである。

- (1)新形CDIは回路構成がきわめて簡単で故障の危険性が低い。
- (2)新形CDIはトランスへの電磁エネルギー蓄積時間が一定となり、かつ同期間にコンデンサが放電するので昇圧部分の出力短絡が起こらず高出力化が容易である。
- (3)従来のCDIに比べ、放電回数が多く、まだ火花エネルギーも

大きいので着火性、燃焼性がすぐれている。

(4)新形CDIの回路解析を行ない、設計基準を確立した。

新形CDIは本稿で述べた検討結果をもとに製品化が行なわれ、機関装着試験では始動特性、対プラグ汚損特性、燃焼性にすぐれた結果を得ている。

最後に、本研究を続けるにあたりご指導いただいた日立製作所佐和工場、日立研究所の関係各位に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 林：内燃機関，9，〔11〕，pp. 33～40 (Nov. 1970)
- (2) G.E. Spaulding, Jr. : SAE Trans., 68, pp. 610～619 (1960)
- (3) R.A. Schmeltzer : IEEE Trans., ED-10,〔3〕，pp. 164～170 (May. 1963)
- (4) R.S. Warner : ASME Paper, 66-DGEP-11, pp. 1～8 (May. 1966)
- (5) R.J. Craver et.al. : SAE Paper, 700081, pp. 1～11 (1970)
- (6) 笹山：昭和44年電気四学会連合大会講演論文集，〔II〕，pp. 1084 (March. 1969)
- (7) G. Baumann, H. Scholl : Ingenieurs De L' Automobile : 70,〔7〕，pp. 389～401 (July. 1970)
- (8) R.S. Warner : ASME Paper, 70-DGP-11, pp. 1～8 (Apr. 1970)
- (9) 田沼ほか3：自動車技術会学術講演会前刷集，〔711〕，pp. 19～30 (May. 1970)
- (10) 笹山：昭和45年電気四学会連合大会講演論文集，〔II〕，pp. 1034 (Apr. 1970)
- (11) 酒井，安々平：機械の研究，18，〔12〕，pp. 56～60 (Dec. 1966)

Vol. 54

日立評論

No. 5

目 次

■論 文

- ・原子炉 H T R の繰返しパルス運転
- ・自己出力形中性子検出器を用いた炉内中性子の測定
- ・誘導電動機絶縁の機能試験法
- ・大容量ボイラ用自動バーナ制御装置
- ・日立 V-Lift の基本的特性と応用例
- ・中野倉庫運輸納め 30 t 積大形荷物用エレベータ
- ・F 種 ハイボンエナメル線の接着性
- ・F H 種用フィルム・シート状絶縁材料

・ガンダイオードを用いた T V 中継装置

■鑄造技術特集

- ・乾式流動 N 鑄型
- ・鑄鉄の金型鑄造技術の解析
- ・鑄鋼羽根車の精密鑄造化
- ・原子力タービン用ダイヤフラムの製造
- ・含ニッケル 13 % クロム鑄鋼の諸特性
- ・マグネシウムダイカスト利用によるタイプライタ部品の機械加工の省力

発行所 日立評論社

東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

郵便番号 100

取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区神田綿町3丁目1番地

郵便番号 101

振替口座 東京 20018 番