

論 文

平衡出力型エレクトレット発電機の特性

多田 泰芳*

(1994年11月4日受理)

Characteristics of Balanced Output Type Electret Generator

Yasufusa TADA*

(Received November 4, 1994)

A balanced-output-type electret generator is proposed. It has no brush, which is essential in the single-ended-output-type electret generator reported previously. The balanced-output-type is an evolved version of the single-ended-output-type. The operation of the balanced-output-type generator is analysed theoretically and the condition under which the generator becomes parametric or non-parametric is clarified. A non-parametric type was fabricated and its fundamental electrical characteristics were derived by calculation and experiment. The experimental results agree well with the calculated ones. The values of constant-current of the balanced-output-type are the same as those of the single-ended-output-type and the value of saturated voltage of the former is two times as large as that of the latter under the same condition.

1. はじめに

実用に向く構造をもったエレクトレット発電機（以下 EG と略す）は初めて 1978 年に Jefimenko と Walker の両氏によって報告された¹⁾。この EG は二対の半円形導体板からなる固定子と、その間に置かれた二つの逆極性の半円形エレクトレットからなる円盤状回転子などから構成されており、その出力を固定子間に接続された負荷抵抗から得るようになっているので平衡出力型である。しかしながら、この EG には、回転子円盤がエレクトレットだけからできているためエレクトレット自身に機械的強度を求めるのが難しく、またこのエレクトレットが不安定なヘテロチャージを有する旧世代のものであるためそれを高度にシールドするように固定子の電極を配置しなければならないという大きな制約があった。さらに、その動作理論は不完全で電気的特性も部分的にしか求められていないかった。

そこで筆者らは、エレクトレットとして安定なホモ電荷のみを有する新世代のテフロン FEP フィルムエレクトレットを用い、それを円形金属板の片側に張り付けたものを回転子とすることにより、Jefimenko らの EG がもつ制約を取り除いた EG を提案し、まずその動作理論を完成させ電気的な基本特性を理論的に明らかにした²⁾。この EG では、回転子がその軸とブラシを通じて接地されており、出力を固定子と接地との間に接続された負荷抵抗より得るようになっているので、この EG は不平衡出力型である。この EG は回転子の構造によってパラメトリック型とノンパラメトリック型に分かれれる。理論的な検討に統いて不平衡出力型のパラメトリックな EG を試作し、その基本特性を実験的にも明らかにして理論と比較したところ良い一致を見た³⁾。

しかしながら、不平衡出力型 EG には固定子と回転子の構成が簡単で特性も測定しやすいという利点がある反面、ブラシを必要とするという欠点もある。本報告では、以下において、不平衡出力型 EG の欠点を除くためにそれを発展させたブラシレスの平衡出力型 EG を提案し、その動作および電気的特性を明らかにして、不平衡出力型 EG のそれらと比較する。

2. 理 論

ここで提案する平衡出力型 EG のうち最も基本的なものは図 1(a)に示すような扇形電極を含む金属円盤の一対からなる固定子と、図 1(b)に示すような 4 枚のフィルム状エレクトレットが極性を交互に逆にしてその両面に張

キーワード：エレクトレット発電機、平衡出力、ブラシレス、ノンパラメトリック、定電流特性

* 群馬工業高等専門学校電気工学科 (371 前橋市鳥羽町 580)
Department of Electrical Engineering, Gunma College of Technology, 580, Toriba-machi, Maebashi, 371 Japan

られた金属円盤からなる回転子を持っている。固定子の一対の金属円盤それが一つの電極からなるときその極数は1であり、回転子の片面のエレクトレット片の数が2であるときその極数は2であると定義し、EGがこのような固定子と回転子をもつときそれを1極-2極の

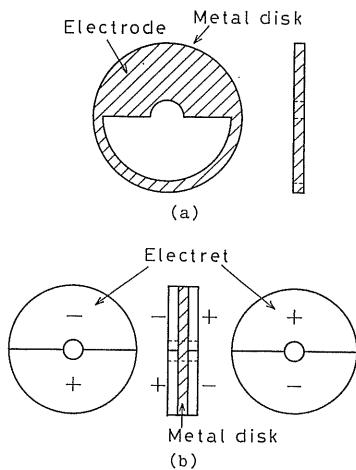


図 1 (a) 1 極の固定子の二つの円盤のうちの一枚、(b) 2 極の回転子

Fig. 1 (a)One of two disks of a 2-pole stator, (b) Rotor of which pole number is 2.

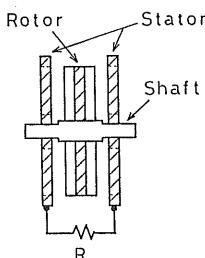


図 2 平衡出力型 EG の主要部の横断面

Fig. 2 Cross section of the main part of balanced output type EG.

EGと呼ぶことにする。一般に、平衡出力型EGの主要部の横断面は図2に示すようになる。固定子電極間には負荷抵抗Rが接続しており、これより平衡出力が得られる。

平衡出力型EGの動作を理論解析するため、はじめに図3に示すようなEGの1極-2極構成の直線運動モデルを考える。図中、 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ は各エレクトレットの平均表面電荷密度、 $\sigma'_1, \sigma'_2, \sigma'_3, \sigma'_4$ は固定子電極に誘導された電荷密度、 ϵ_0 は真空の誘電率、 $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ はエレクトレットの誘電率、 E_1, E_2, E_3, E_4 はエレクトレット中の電界強度、 E'_1, E'_2, E'_3, E'_4 は隙間中の電界強度、 h_1, h_2, h_3, h_4 はエレクトレットの厚さ、 d_1, d_2, d_3, d_4 は隙間の幅、 S_1 はエレクトレット1または3と固定子とが重なる部分の面積、 S_2 はエレクトレット2または4と固定子とが重なる部分の面積、Rは負荷抵抗、iは出力電流、vは出力電圧を表す。 i とvの正の向きを図3に矢印で示すようにとする。

図3のモデルにGaussの定理を適用すると

$$E'_1 = \frac{\sigma'_1}{\epsilon_0}$$

$$E_1 = \frac{\sigma_1 - \sigma'_1}{\epsilon_1}$$

$$E'_2 = \frac{\sigma'_2}{\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma_2 + \sigma'_2}{\epsilon_2} \quad (1)$$

$$E'_3 = \frac{\sigma'_3}{\epsilon_0}$$

$$E_3 = \frac{\sigma_3 - \sigma'_3}{\epsilon_3}$$

$$E'_4 = \frac{\sigma'_4}{\epsilon_0}$$

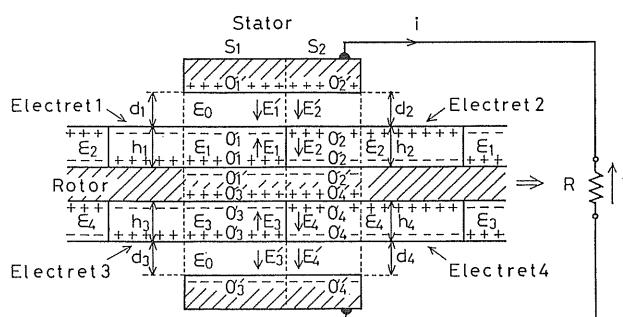


図 3 理論解析用の平衡出力型1極-2極EGの直線運動モデル

Fig. 3 Linear motion model of the 1 pole-2 pole EG for theoretical analysis.

$$E_4 = \frac{\sigma_4 + \sigma_4'}{\varepsilon_4}$$

$$E_4' = \frac{\sigma_4'}{\varepsilon_0}$$

が得られる。また Kirchhoff の第二法則を適用すると
 $-E_1'd_1 + E_1h_1 + E_2h_2 + E_2'd_2 = 0 \quad (2)$

$$\begin{aligned} E_3h_3 - E_3'd_3 + E_4'd_4 + E_4h_4 &= 0 \\ v - E_2'd_2 - E_2h_2 - E_4h_4 - E_4'd_4 &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

が得られる。式(1)を用いると式(2)と(3)は

$$-\frac{\sigma_1'}{C_1} + \frac{\sigma_2'}{C_2} + V_{e1} + V_{e2} = 0 \quad (4)$$

$$-\frac{\sigma_3'}{C_3} + \frac{\sigma_4'}{C_4} + V_{e3} + V_{e4} = 0$$

$$v = \frac{\sigma_2'}{C_2} + \frac{\sigma_4'}{C_4} + V_{e2} + V_{e4} \quad (5)$$

となる。ここで

$$C_1 = 1/\left(\frac{d_1}{\varepsilon_0} + \frac{h_1}{\varepsilon_1}\right)$$

$$C_2 = 1/\left(\frac{d_2}{\varepsilon_0} + \frac{h_2}{\varepsilon_2}\right) \quad (6)$$

$$C_3 = 1/\left(\frac{d_3}{\varepsilon_0} + \frac{h_3}{\varepsilon_3}\right)$$

$$C_4 = 1/\left(\frac{d_4}{\varepsilon_0} + \frac{h_4}{\varepsilon_4}\right)$$

$$V_{e1} = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1} h_1$$

$$V_{e2} = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_2} h_2 \quad (7)$$

$$V_{e3} = \frac{\sigma_3}{\varepsilon_3} h_3$$

$$V_{e4} = \frac{\sigma_4}{\varepsilon_4} h_4$$

である。さらに電荷保存則より

$$\sigma_1'S_1 + \sigma_2'S_2 + \int_0^t idt = Q \quad (8)$$

$$\sigma_3'S_1 + \sigma_4'S_2 + \int_0^t idt = Q$$

が得られる。ここで、 Q は時刻 $t=0$ において固定子上に存在している電荷量である。式(4)と(8)より σ_2' と σ_4' を求め式(5)へ代入すると

$$v = \frac{Q - (V_{e1} + V_{e2})C_1S_1 - \int_0^t idt}{(C_1S_1 + C_2S_2)}$$

$$+ \frac{Q - (V_{e3} + V_{e4})C_3S_1 - \int_0^t idt}{(C_3S_1 + C_4S_2)} + V_{e2} + V_{e4} \quad (9)$$

が得られる。ここでは式(9)の第1項と第2項の分母が等しい場合を考える。そのときには

$$C_1 = C_3 \quad (10)$$

$$C_2 = C_4$$

でなければならない。このことを考慮して式(9)を微分することにより

$$\begin{aligned} (C_1S_1 + C_2S_2) \frac{dv}{dt} + \left(C_1 \frac{dS_1}{dt} + C_2 \frac{dS_2}{dt} \right) v \\ + C_1(V_{e1} + V_{e3}) \frac{dS_1}{dt} - C_2(V_{e2} + V_{e4}) \frac{dS_2}{dt} = -2i \end{aligned} \quad (11)$$

が得られる。

EG が多極構成すなわち n 極- $2n$ 極である場合には、固定子において 4 枚一組のエレクトレット n 組が各組ごとに電荷密度を異なるため表面電位も異なるのでそれらを $(V_{e11}, V_{e21}, V_{e31}, V_{e41}), (V_{e12}, V_{e22}, V_{e32}, V_{e42}), \dots, (V_{e1n}, V_{e2n}, V_{e3n}, V_{e4n})$ とし、 n 個の固定子電極の各々から流出する電流を i^1, i^2, \dots, i^n とすると、式(11)から一対の固定子電極と 4 枚のエレクトレットの組み合わせ n 組について

$$\begin{aligned} (C_1S_1 + C_2S_2) \frac{dv}{dt} + \left(C_1 \frac{dS_1}{dt} + C_2 \frac{dS_2}{dt} \right) v \\ + C_1(V_{e11} + V_{e31}) \frac{dS_1}{dt} - C_2(V_{e21} + V_{e41}) \frac{dS_2}{dt} \\ = -2i^1 \\ (C_1S_1 + C_2S_2) \frac{dv}{dt} + \left(C_1 \frac{dS_1}{dt} + C_2 \frac{dS_2}{dt} \right) v \\ + C_1(V_{e12} + V_{e32}) \frac{dS_1}{dt} - C_2(V_{e22} + V_{e42}) \frac{dS_2}{dt} \\ = -2i^2 \\ \dots \\ (C_1S_1 + C_2S_2) \frac{dv}{dt} + \left(C_1 \frac{dS_1}{dt} + C_2 \frac{dS_2}{dt} \right) v \\ + C_1(V_{e1n} + V_{e3n}) \frac{dS_1}{dt} - C_2(V_{e2n} + V_{e4n}) \frac{dS_2}{dt} \\ = -2i^n \end{aligned}$$

が得られる。これらの式を加え合わせれば

$$\begin{aligned} (C_1S_1 + C_2S_2) \frac{dv}{dt} + \left(C_1 \frac{dS_1}{dt} + C_2 \frac{dS_2}{dt} \right) v \\ + C_1(\bar{V}_{e1} + \bar{V}_{e3}) \frac{dS_1}{dt} - C_2(\bar{V}_{e2} + \bar{V}_{e4}) \frac{dS_2}{dt} \\ = -2\frac{i}{n} \end{aligned} \quad (12)$$

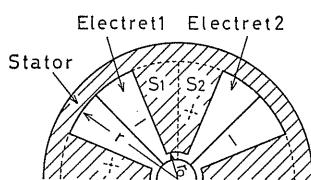


図4 実際に回転する多極構成のEGにおける面積 S_1 と S_2
Fig. 4 Areas S_1 and S_2 of real rotating multi-pole EG.

となる。ここに

$$\bar{V}_{e1} = \frac{V_{e1^1} + V_{e1^2} + \dots + V_{e1^n}}{n}$$

$$\bar{V}_{e2} = \frac{V_{e2^1} + V_{e2^2} + \dots + V_{e2^n}}{n} \quad (13)$$

$$\bar{V}_{e3} = \frac{V_{e3^1} + V_{e3^2} + \dots + V_{e3^n}}{n}$$

$$\bar{V}_{e4} = \frac{V_{e4^1} + V_{e4^2} + \dots + V_{e4^n}}{n}$$

$$i = i^1 + i^2 + \dots + i^n \quad (14)$$

である。 i と v の関係

$$i = \frac{v}{R} \quad (15)$$

を用いると式(12)は

$$(C_1 S_1 + C_2 S_2) \frac{dv}{dt} + \left(C_1 \frac{dS_1}{dt} + C_2 \frac{dS_2}{dt} + \frac{2}{nR} \right) v + C_1 (\bar{V}_{e1} + \bar{V}_{e3}) \frac{dS_1}{dt} - C_2 (\bar{V}_{e2} + \bar{V}_{e4}) \frac{dS_2}{dt} = 0 \quad (16)$$

となる。

実際に回転運動をする多極構成のEGにおいては、 S_1 および S_2 は図4のようになる。回転数 f で定速回転する n 極 $-2n$ 極のEGにおいて、回転子のエレクトレット1が固定子電極と重なり始める時刻を時刻 t の起点とし、完全に重なる時刻を $t=\tau$ とすると、 τ はまたエレクトレット1が固定子から離れ始める時刻でもあり、 2τ は完全に離れる時刻であるから、

$$\tau = 1/2nf \quad (17)$$

となる。従って、 $0 \leq t \leq \tau$ であるときの S_1 および S_2 は

$$S_1 = Sf t \quad (18)$$

$$S_2 = Sf(\tau - t)$$

$\tau \leq t \leq 2\tau$ であるときは

$$S_1 = Sf(2\tau - t) \quad (19)$$

$$S_2 = Sf(t - \tau)$$

となる。ここに

$$S = \pi(r^2 - r_0^2) = 2n(S_1 + S_2) \quad (20)$$

である。 $0 \leq t \leq \tau$ であるときの v を v_1 、 $\tau \leq t \leq 2\tau$ であるときの v を v_2 とすると、式(16)、(18)および(19)より

$$(C't + C_2\tau) \frac{dv_1}{dt} + \left(C' + \frac{2}{g} \right) v_1 + q = 0 \quad 0 \leq t \leq \tau \quad (21)$$

$$\{-C't + (C' + C_1)\tau\} \frac{dv_2}{dt} + \left(-C' + \frac{2}{g} \right) v_2 - q = 0 \quad \tau \leq t \leq 2\tau \quad (22)$$

が得られる。ここに

$$C' = C_1 - C_2 \quad (23)$$

$$g = SnfR \quad (24)$$

$$q = C_1(\bar{V}_{e1} + \bar{V}_{e3}) + C_2(\bar{V}_{e2} + \bar{V}_{e4}) \quad (25)$$

である。式(21)と(22)で $C' \neq 0$ すなわち $C_1 \neq C_2$ ならばそれらはパラメトリックである。もし $C' = 0$ すなわち $C_1 = C_2 = C$ ならば、式(21)と(22)は

$$C\tau \frac{dv_1}{dt} + \frac{2}{g} v_1 + q = 0 \quad 0 \leq t \leq \tau \quad (26)$$

$$C\tau \frac{dv_2}{dt} + \frac{2}{g} v_2 - q = 0 \quad \tau \leq t \leq 2\tau \quad (27)$$

となり、ノンパラメトリックになる。

EGが定速回転しているときは、 $v_1(0) = v_2(2\tau)$ 、 $v_1(\tau) = v_2(\tau)$ となるから、これらの関係を用いて式(21)と(22)の定常解を前の報告²⁾で行ったのと同様な計算により求めると

$$v_1 = -\frac{gq}{2+C'g} \left[1 - \frac{4}{2-C'g} \frac{1 - (C_2/C_1)^{-1+2C'g}}{1 - (C_2/C_1)^{4/C'g}} \times \left\{ 1 + \frac{C'}{C_2\tau} t \right\}^{-1-2/C'g} \right] \quad 0 \leq t \leq \tau \quad (28)$$

$$v_1 = \frac{gq}{2-C'g} \left[1 - \frac{1}{2+C'g} \frac{1 - (C_2/C_1)^{1+2C'g}}{1 - (C_2/C_1)^{4/C'g}} \times \left\{ 1 - \frac{C'}{C_1\tau} (t - \tau) \right\}^{-1+2/C'g} \right] \quad \tau \leq t \leq 2\tau \quad (29)$$

となる。同様にして式(26)と(27)の定常解を求める

$$v_1 = \frac{gq}{2} \left\{ 2 \frac{1 - e^{-2/Cg}}{1 - e^{-4/Cg}} e^{-4t/CSR} - 1 \right\} \quad 0 \leq t \leq \tau \quad (30)$$

$$v_2 = \frac{gq}{2} \left\{ -2 \frac{1 - e^{-2/Cg}}{1 - e^{-4/Cg}} e^{(2/Cg - 4t/CSR)} + 1 \right\} \quad \tau \leq t \leq 2\tau \quad (31)$$

となる。

微分方程式(21)、(22)、(26)、(27)およびそれらの解

(28)～(31)は不平衡出力型 EG²⁾ のそれらと同じ形をしている。従って、それらを用いて得られる電圧や電流の波形および基本的特性も不平衡出力型 EG のそれらと似たものになるはずである。

ここでの実験に供する平衡出力型 EG は、同じ厚さの同じ材料から作られた正負両極性のエレクトレットを用いて構成するので、ノンパラメトリックである。この EG の出力電圧および出力電流に関する基本特性を理論計算するために必要なそれらのピーク値は式(30)または(31)のいずれかを用いて求められる。式(30)において $t = 0$ の時の v_1 の値 $v_1(0)$ が正のピーク値を、 $t = \tau$ の時の $v_1(\tau)$ が負のピーク値を与える。すなわち

$$v_1(0) = \frac{gq}{2} \left(2 \frac{1 - e^{-2/Cg}}{1 - e^{-4/Cg}} - 1 \right) > 0 \quad (32)$$

$$v_1(\tau) = \frac{gq}{2} \left(1 - 2 \frac{1 - e^{-2/Cg}}{1 - e^{-4/Cg}} \right) < 0 \quad (33)$$

である。 $v_1(0)$ と $v_1(\tau)$ の絶対値は等しいので、それを V_p とすると

$$V_p = v_1(0) \quad (34)$$

より V_p が得られる。また電流のピーク値を I_p とする

$$I_p = \frac{V_p}{R} \quad (35)$$

となる。

3. 実験

試作された EG は 1 極-2 極構成の平衡出力型 EG で、その仕様は次のようにある。固定子は半円形の電極をもつ厚さ 0.5 mm のアルミ円盤の一対で極数 $n=1$ 、回転子は 2 枚の逆極性半円形エレクトレットを張り付けた厚さ 0.5 mm のアルミ円盤二つをエレクトレットの極性が互いに逆になるように合わせたもので極数 = 2、固定子電極の内半径 $r_0 = 1.1 \times 10^{-2}$ m、回転子の外半径 $r = 3 \times 10^{-2}$ m、固定子と回転子との間隙幅 $d (= d_1 = d_2 = d_3 = d_4) = 1.5 \times 10^{-4}$ m、エレクトレットの厚さ $h (= h_1 = h_2 = h_3 = h_4) = 2.5 \times 10^{-5}$ m、各エレクトレットの平均電荷密度 $\sigma_1 = 1.2 \times 10^{-4}$ 、 $\sigma_2 = 1.2 \times 10^{-4}$ 、 $\sigma_3 = 0.83 \times 10^{-4}$ 、 $\sigma_4 = 1.0 \times 10^{-4}$ C/m²、エレクトレットの材質はテフロン FEP でその誘電率 ϵ は真空の誘電率を ϵ_0 とすると $\epsilon (= \epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon_3 = \epsilon_4) = 2.1 \epsilon_0$ 。エレクトレットはすでに報告した方法³⁾と同様な方法で作られ、その電荷密度も同様にして測定された。

EG は D.C. モータ (2.3 V, 3 W) で回転させられ、その回転数 f は光学式回転数計 (YEW, 2607 型) で測定された。EG の平衡出力電圧のピーク値 V_p は図 5 に

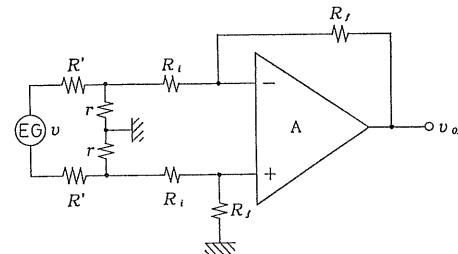


図 5 EG の平衡出力電圧のピーク値 V_p を測定する回路
Fig. 5 Circuit for measuring the peak voltage V_p of balanced output of EG.

示す測定回路で求められた。図中、 v は平衡出力電圧、 R' は負荷抵抗、 r は分圧用の抵抗、A は OP アンプ、 R_1 は入力抵抗、 R_f は帰還抵抗、 v_0 は OP アンプの出力電圧であり、ここでは全負荷抵抗 R は

$$R = 2(R' + r) \quad (36)$$

となる。図 5 より、 v と v_0 との関係を求める

$$v = \left\{ \frac{R_1}{R_f} \left(\frac{R'}{r} + 1 \right) + \frac{R'}{R_f} \right\} v_0 \quad (37)$$

が得られる。実際には $r = R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ 、 $R_f = 1 \text{ M}\Omega$ であり、 v_0 の正負の波形は対称なのでピークからピークまでの値 V_{op-p} を用いると、 V_p は式(37)より

$$V_p = \frac{1}{2} (2R' + 0.1) V_{op-p} \quad (38)$$

となる。 v_0 の波形は方形波から三角波まで変化するので V_{op-p} はオシロスコープで測定することにより得られ、これと式(38)を用いると、 V_p が得られ、 V_p と式(35)を用いると出力電流のピーク値 I_p が得られる。

4. 結果と考察

理論計算と実験により得られた、全負荷抵抗 R をパラメータとしたときのピーク電圧 V_p と回転数 f との関係を図 6 に、回転数 f をパラメータとしたときのピーク電流 I_p と全負荷抵抗 R との関係を図 7 に示す。これらの関係は不平衡出力型 EG²⁾について得られているものと形の上では同じであり、図 6 は電圧飽和領域の存在を、図 7 は定電流領域の存在を示している。

本報告における平衡出力型ノンパラメトリック EG の飽和電圧および定電流を不平衡出力型ノンパラメトリック EG のそれら²⁾と理論的に比較してみる。飽和電圧 $V_{p,R \rightarrow \infty}$ は式(32)において $R \rightarrow \infty$ すなわち $g \rightarrow \infty$ とすることにより得られ

$$V_{p,R \rightarrow \infty} = v_1(0)_{R \rightarrow \infty} = \frac{V_{e1} + V_{e2} + V_{e3} + V_{e4}}{2} \quad (39)$$

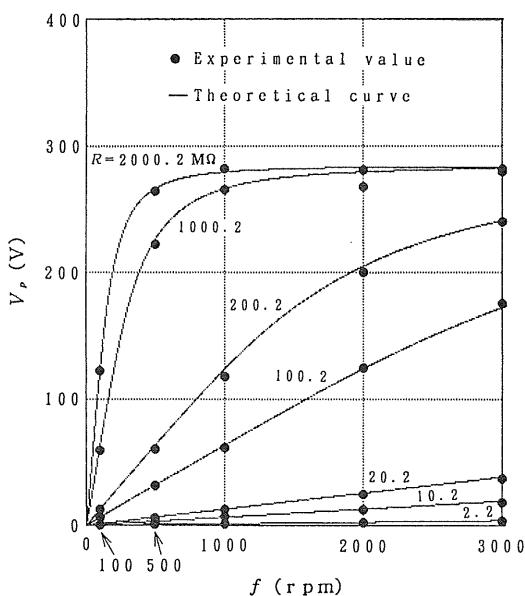


図 6 平衡出力型ノンパラメトリック EG の、負荷抵抗 R を変化させたときのピーク出力電圧 V_p と回転数 f の関係

Fig. 6 Peak output voltage V_p and revolution number f characteristics of balanced output type non-parametric EG, for a given load resistance R .

となり、また定電流 $I_{p,R \rightarrow 0}$ は式(35)において $R \rightarrow 0$ すなわち $g \rightarrow 0$ することにより得られ

$$I_{p,R \rightarrow 0} = \left\{ \frac{v_1(0)}{R} \right\}_{R \rightarrow 0} = \frac{S n f C}{2} (V_{e1} + V_{e2} + V_{e3} + V_{e4}) \quad (40)$$

となる。特に $V_{e1} = V_{e2} = V_{e3} = V_{e4} = V_e$ である場合、式(39)および(40)は

$$V_{p,R \rightarrow \infty} = 2 V_e \quad (41)$$

$$I_{p,R \rightarrow 0} = 2 S n f C V_e \quad (42)$$

となる。これらに対応する不平衡出力ノンパラメトリック EG の $V_{p,R \rightarrow \infty}$ や $I_{p,R \rightarrow 0}$ は、文献 2) の式(42)および(44)より

$$V_{p,R \rightarrow \infty} = V_e \quad (43)$$

$$I_{p,R \rightarrow 0} = 2 S n f C V_e \quad (44)$$

である。条件が同じ場合には、平衡出力ノンパラメトリック EG の飽和電圧は不平衡出力ノンパラメトリック EG の飽和電圧の 2 倍になるが、両者の定電流は同じであることが、それぞれ式(41)と(43)との比較、式(42)と(44)との比較からわかる。

いままでに筆者らが実際に試作した EG としては、本報告の平衡出力型ノンパラメトリック EG とすでに報告済みの不平衡出力型パラメトリック EG³⁾ の二つがある。前者は後者よりも小型で、そのエレクトレットの電

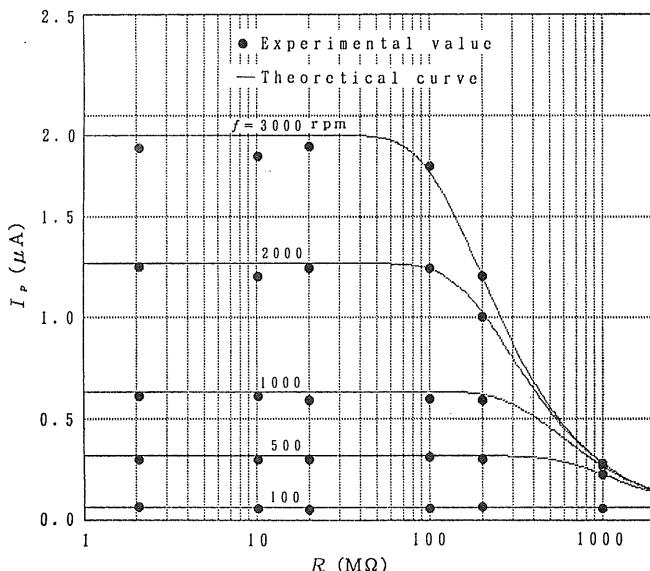


図 7 平衡出力型ノンパラメトリック EG の、回転数 f を変化させたときのピーク出力電流 I_p と負荷抵抗 R との関係

Fig. 7 Peak output current I_p and load resistance R characteristics of balanced output type non-parametric EG, for a given revolution number f .

荷密度も小さく、さらに前者が1極-2極で後者が4極-4極であるにもかかわらず、前者の飽和電圧および定電流の測定値はともに後者のそれらを上まわっている。それは前者がノンパラメトリックであることに加え、後者に比べて固定子と回転子との間隙が小さくさらにエレクトレットの厚さが大きいことによる。

Jefimenko の EG が2極-2極であるのに対して、本報告の EG は1極-2極であるので基本構造の観点からは Jefimenko 型の簡略型である。

5. む す び

平衡出力型 EG がパラメトリックおよびノンパラメトリックになる条件を明らかにし、それらの従う微分方程式およびその解を求めたところ、それらは形の上では不

平衡出力型のものと同じであった。平衡出力型ノンパラメトリックの1極-2極プラシレス EG を試作し、その基本特性を理論計算と実験により求めたところほぼ一致した。同一条件で平衡出力型と不平衡出力型を比較した場合、定電流については両者とも同じ大きさであるが、飽和電圧については前者のもののほうが大きいという結果が得られた。

参 考 文 献

- 1) O.D. Jefimenko and D.K. Walker : IEEE Trans. Ind. Appl., IA-14 (1978) 537
- 2) Y. Tada : IEEE Trans. Electr. Ins., EI-21 (1986) 457
- 3) Y. Tada : Jpn. J. Appl. Phys., 31 (1992) 846