圧電素子を用いた振動による発電の教材への応用Ⅱ

An Application Ⅱ as the Teaching Material Based on the Generation of Electricity by the Oscillation Using Piezoelectric Elements

九州共立大学 総合研究所 °山口 静夫
Kyushu Kyoritsu University Research Center °Shizuo Yamaguchi
E-mail: yama1217@kyukyo-u.ac.jp

1. はじめに

前回，小学校高学年の理科の発電に関する教材としてペットボトル容器の両端に圧電素子を配置し，その容器の中にビー玉を入れて振ることによる衝突で発電するカチカチ発電機について報告した．しかしビー玉の重さによる衝突時の衝撃で圧電素子が破損しやすかった．

今回は，ビー玉の代わりに重さが軽いビーズを用いて発電機を構成し，その発電特性に検討を加えた．

2. 圧電素子の動作

Fig.1 に使用した圧電サウンダ(FGT-31T-3.7A1)の動作を示す．図から上側に①上部電極，下側に③下部電極およびその中間に②圧電体がサンドイッチされ，全体の厚さは 0.25mm 程度となっている．動作としては，上からビーズを圧電サウンダに落下させて力を加えると②圧電体が a 方向に伸びて，b 方向に縮むことにより⊖，⊕の方向に，電圧 E_G が発生する様子を表している．

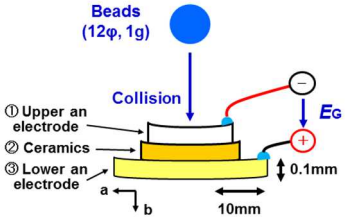

Fig.1 Generating voltage E_G for a piezoelectric element

3. 圧電素子によるカチカチ発電機の外観

Fig.2 に，圧電素子による発電機の外観を示す．図から①ペットボトル円筒容器の両端の②，②' Cap-a, b の内側に, Fig.1 で示した圧電素子 P-a, b の上側電極部分と⑤ビーズが衝突するように取り付ける．その際，ビーズとの衝突時における圧電体の破損を防ぐために厚さ 0.1mm の金属シートを 18φ 程度に切り抜き，これを貼り付けて用いてる．発電を確認するための緑色と赤色の③，④(③'，④') LED1, 2 の接続は，アノード(A)とカソード(K)を逆方向に並列接続した．⑤ビーズは，直径 12φ，重さ 1g と軽く，圧電素子への衝撃を低減している．

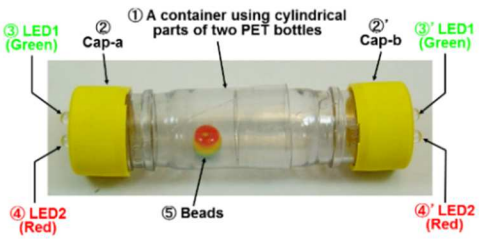

Fig.2 External appearance of the generator using piezoelectric elements

4. 圧電素子によるカチカチ発電機の動作

Fig.3 にペットボトル円筒容器を左右もしくは上下方向に振って発電したときの③，④ LED1, 2 が光っている状況を示す．その点灯時間は 1ms 以下と短いが視覚で確認できる．

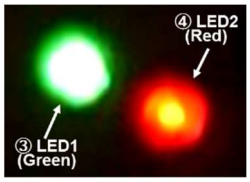

Fig.3 Appearance of lighting with LED1, LED2 as the generator

5. 圧電素子によるカチカチ発電機の発電特性

(1) Fig.4 に，負荷として(a)抵抗および(b)LED を接続したときの発電特性の測定回路を示す．図(a)から負荷を R=1kΩ として端子電圧 E_R と流れる電流 I_R を測定する．I_R は E_R/1kΩ から求め，電力 P_R は $E_R I_R$ から求めている．

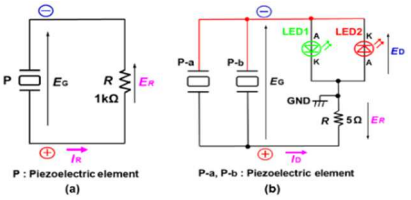

Fig.4 Measuring circuit for (a) R=1kΩ and (b)LED1, 2 as load of the generator

図(b)から LED の端子電圧 E_D と R=5Ω の端子電圧 E_R を測定する．流れる電流 I_D は E_R/5Ω から求めている．

(2) Fig.5 に測定した CSV データを Excel 処理し，負荷が抵抗の場合の E_R, I_R および P_R の特性を示す．

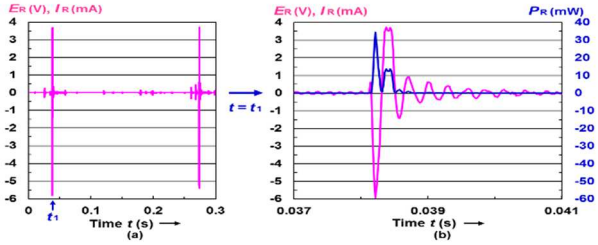

Fig.5 Characteristics of E_R, I_R and P_R of a resistor for the generator

図(a)は上下方向に周期 0.2s 程度で振ったときの特性で，図(b)は時間軸を 100 倍拡大したときの $t = t_1$ の波形となる．ビーズが衝突した瞬間に E_R=-5.8V, I_R=-5.8mA となり，電力は P_R=34mW が得られ，さらに時間の経過に伴って f_r=3.3kHz 程度で速やかに減衰振動している．

(3) Fig.6 に負荷が LED1,2 の場合の E_D, I_D の特性を示す．$t = t_1$ のときに LED2 が動作して E_D=-1.9V, I_D=15mA から電力が P_D=29mW 程度となった．LED1, LED2 の動作電圧は，各々3V, 1.7V なので，それ以下だと I_D が流れない．なお電流 I_D の極性は，測定上反転している．

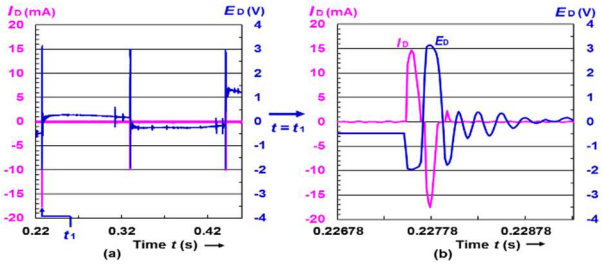

Fig.6 Characteristics of E_D and I_D of LED1, 2 for the generator

© 2019年 応用物理学会