

1. 委託事業名 : 高機能を有する履物類の商品開発

2. 委託事業者名

委託先団体 : 株式会社 プラスコンフォート

連携団体 : 静岡県工業技術研究所

連携大学 : 静岡理科大学小川教授

3. 研究成果概要

はじめに

近年、クリーンエネルギーの一つとして、圧電セラミックスの電気・機械エネルギー変換による発電が注目されており、JR東日本の改札口発電床や首都高速道路での車の通過に伴う橋梁の変形を利用したLEDイルミネーション点灯として実用化されつつある。我々は静岡市の地場産業である「サンダル・履物製造業の活性化」を図るため、圧電セラミックスの共振現象を利用した発電装置を組み込んだ履物（サンダル）を考案し、歩行エネルギーを利用してLEDを点灯する高付加価値を有する夜間用交通安全サンダルを開発した。

実験方法

圧電発電装置として、発音体用圧電ブザーを利用した。LEDは逆電圧を印加すると破壊されてしまうので、整流回路を作りLEDを光らせる回路（図1）を作製し、圧電ブザーの出力電圧とLEDにかかる電圧を測定した。

本実験において電荷発生メカニズムはユニモルフ振動子に間接的に振動を与えることであり、硬質樹脂による衝撃バネを考案し加重バネと杵により歩行時の加重を利用し効率的な電荷発生を検証する。具体的には、ポリオキシメチレン板材より切削加工によりバネ材を、さらに板材と杵を接続し板材のバネ特性を変えることにより衝撃の強さを変化させ、最適なバネを見つけた。かかる後、発電ユニットのケース、バネ、杵類の射出成形金型を作成し発電回路を完成させる。

LEDの光量、光直進性、視認性を考慮し発電回路の発生電荷量と最適なライトを見つけるため発光量6,500MKD、9,000MKD、12,500MKD、15,000MKD

の種類を選択し視認性を確認する。

履物底材としての耐久性、デザイン性、履き心地を満たす素材を選択する。

実験結果と考察

圧電ブザーに力を加えた際、サンダルに設置していない時は±2.6V、サンダル(クッションあり)に設置した時は±2.6V、サンダル(クッションなし)に設置した時は±2.6Vと発生電圧は変わらなかった。その時の発生電圧の波形を図2-4に示す。

圧電ブザーに直接力を加えた時とサンダル底面のクッションなしの時では発生電圧、周波数(周期)ともに同程度であったことから、圧電ブザーに同程度の力が加わっているものと考えられ

た(図 2 と図 4 との比較)。

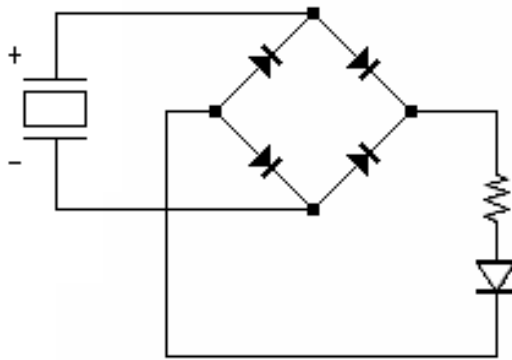


図 1. ダイオードブリッジによる全波整流回路

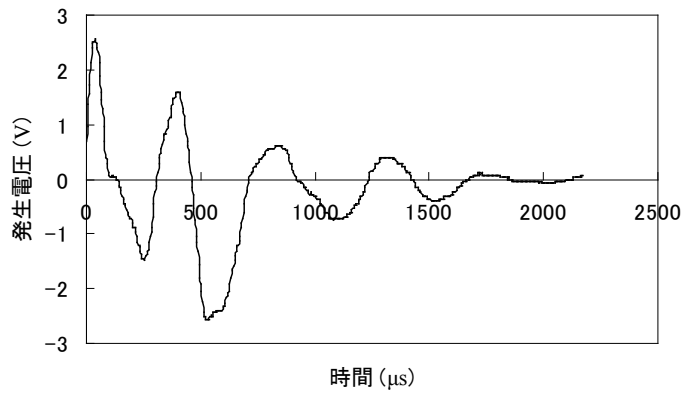


図 2. 圧電ブザーに直接力を加えた時の発生電圧波形

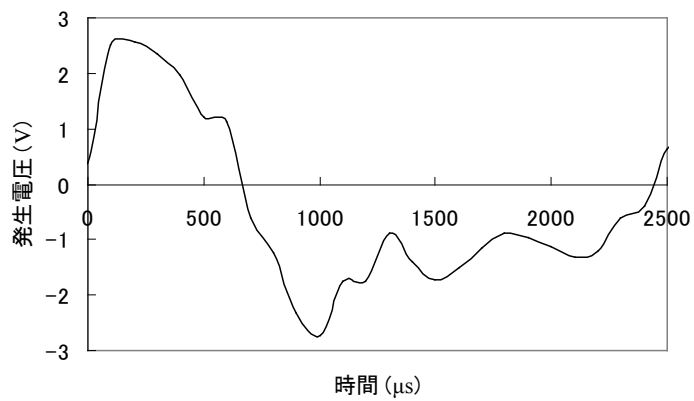


図 3. サンドルに設置した時(クッションあり)の発生電圧波形

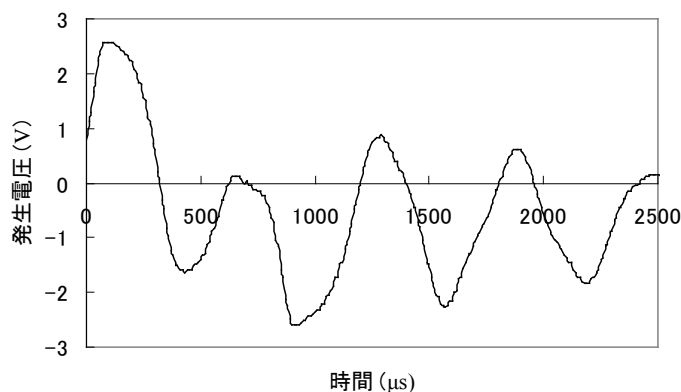


図4. サンドルに設置した時(クッションなし)の発生電圧波形

実験の結果、衝撃バネは1 mm厚×8 mm幅が最適で有り、支点からの距離、この位置は力点の位置でもあるが、本研究のケースでは12 mmであることも分かった。更に加重バネの上面（踵が当たる部分）部分は1.2 mmの厚さが最適で、杵の裏側に1 mm×1.5 mmで長さが20 mmのリブを二本入れることが、加重バネの変位復元力も最適であった。問題は衝撃バネと杵付き荷重バネの荷重付加時の強さ関係であり、板材の厚さ、幅を変化させ、変位量と変位回復強さのバランスの最適な条件を見つけ出した。また発電回路ユニットを履物底材に組み込む際、アッパー材を接着することにより杵付き加重バネの上面が自由空間にある場合と接着後の閉塞空間での動きに制限があることも分かった。写真1、写真2



写真1



写真2

予備実験では、底材にクッション性を持たせると発生電圧の周期的な減衰が大きく、LED発光の減少が認められたが、発電ユニットを工夫したことによりクッション性のある底材でも安定的にLED発光が得られることも分かった。写真3

今研究では、交通安全履物としての夜間の視認性が特に必要で有り、実験の結果最適なLEDは、赤色でφ5×3V×12,500MKDのライトが良好であったが、出力回路に同

じLEDを二本平行でつなぎ合わせても十分な光量が得られることも分かった。写真4
さらにLEDの表面に硬質透明樹脂製のレンズを密着させると外部の明るさにもよるが、
暗い公園では夜間80～100メートルの距離でも認識可能であった。



写真3. 踵部にLEDを装着した紳士サンダル



写真4. 側面部に2箇所LEDを装着した紳士サンダル