

[説明資料(提出ファイル)] 発明・工夫作品コンテスト 製作の動機または目的, 利用方法, 作品自体やその製作過程で工夫したことを, 文章, 写真, 図などで説明。この用紙1枚に記入し, PDFに変換した後, web 提出フォームにて提出する。

個人・グループ名	嶋崇志	大学名	静岡大学大学院
作品名	電界エネルギーハーベスティングを活用した電池不要の人感センサライト	人数	1名

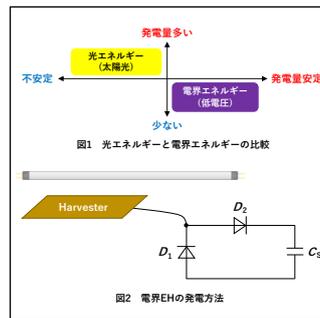
▶ 製作に至った背景と目的

防犯用や犯罪抑止を目的として人感センサライトが広く活用されている。電池式の場合, 頻りに電池交換が必要となり, もし電池切れが起こっていた場合, 必要な時に動作しない問題がある。コンセント式の場合は電池切れの心配はないが, 乾電池同様エコとは言えない。それを解決する手段として, ソーラー式のセンサライトが製品化されており, 広く普及している。しかしながら, **自然エネルギーを利用した電力確保は, 不安定**という問題が付きまとう。このような背景から, 今回は, **日中確実に必要な電力が得られ, 電池不要で駆動できる人感センサライトを製作することを目的**とした。

▶ 目的を達成するために活用した技術: 電界エネルギーハーベスティング(電界 EH)

EHとは「環境中に存在する未利用のエネルギーを利用してマイクロ〜数ワット程度の電力を生成する技術」のことであり, 電界EHは, その中の電界エネルギーから電力を生成する技術のことを指す。前述したソーラー発電は, 光エネルギーを利用した発電となる。光エネルギーと電界エネルギーの位置付けは, 図1で示される。**電界EHは, 獲得できる電力は少ないものの, 発生電界が一定なため, 確実に安定した発電を行うことができる。**蛍光灯周辺電界からのEHにおいては, 先行研究¹⁾において, 発電量の増加に繋がるいくつかのパラメータについて明らかにされているが, 今回は, そこで検討されていなかった**多層構造(工夫点④)とダイオードの個数(工夫点⑥)について明らかにすることができたため, その成果を本製作に利用**した。

今回は, 電界EHを行う対象として, 広く普及しているインバータ式蛍光灯を選択した。発電方法は図2に示す通りで, 蛍光灯付近に, 充電回路と繋がれた電気伝導体(収穫機)を近づけるだけである。



▶ 人感センサライトの概要: コンデンサに充電 → LDOで3.3Vに安定化してセンサモジュール駆動 → 夜間人検知でLED点灯



図3 天井設置の蛍光灯に実装した様子

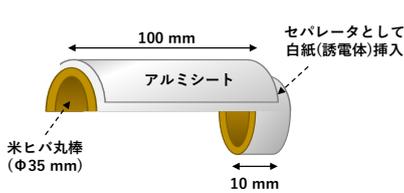


図4 2層収穫機の詳細

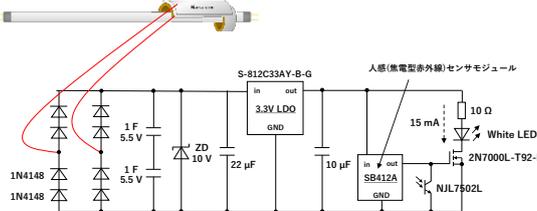


図5 人感センサライトの回路図

収穫機についての工夫点

☞ 工夫点①:

蛍光灯と収穫機の距離をできるだけ近く, フィットさせるため, **蛍光管径に近い直径 35 mm の木材丸棒**を選択し, 蛍光管の直径 30 mm に旋盤で穴あけ加工した。

☞ 工夫点②:

予備実験により, 電気伝導体は材料や厚みを変えても発電量に差がなかったため, **安価で加工がしやすく破れにくいアルミシート**を採用した。

☞ 工夫点③:

半円筒型にすることによって, **蛍光灯下への光の伝搬への影響に配慮**した。これより, 2 m 下地点の照度は変化しなかった。

☞ 工夫点④:

層数を増やすとエネルギーがおおよそ層数倍になる実験結果が得られたため²⁾, 各層が電気的に接続されないように白紙(誘電体)を介した**2層構造**とした。

回路についての工夫点

☞ 工夫点⑤:

小信号タイプの高速整流ダイオード 4 種(1SS178・1N4148・BAT43・1N60)で比較実験を行い, 最も発電量の多かった**スイッチングダイオード 1N4148**を選定した。

☞ 工夫点⑥:

電界EHにおいては, 図5に示すように, 整流用ダイオードの個数を1個ではなく2個以上直列にすることで逆方向電流や逆回復時間が減少する効果が得られるため²⁾, **各層2×2個(計8個)のダイオードで転送**を行うことにした。

☞ 工夫点⑦:

蓄積用コンデンサCs(EDLC)を2個直列にすることで容量は1/2になるが, 蓄積されたエネルギーの利用効率上がるようにした。

☞ 工夫点⑧:

フォトトランジスタ(NJL7502L)をNch-FETのゲートに接続することにより, **夜間のみLEDが点灯**できるように工夫した。

▶ まとめ

製作作品を, TOSHIBA 製インバータ安定器(FMB-2-326225R)を使用した 32 W - 2 灯型 Hf 蛍光灯(80 kHz)に装着して動作確認を行った。その結果, 10 時間(日中の蛍光灯点灯時間を想定)の充電で 0.5 F の電気二重層キャパシタを 5 V 以上に充電できることが確認され(図6), 周囲が暗くなり人を検知したときに一定時間 LED を明るく点灯できることを確認した。また, 夜間 8 時間の運用を想定した場合, 3 秒間の点灯を 15 回程度できる試算結果が得られた(LDO, センサモジュールの待機電力も込みで算出)。

これより, **今回の製作目的は達成され, これまでになかった電界EHによって得られた電力で駆動できる人感センサライトを製作することができた。**

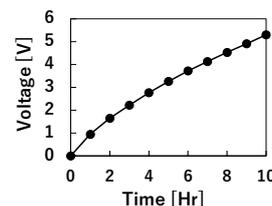


図6 充電電圧の時間変化

1) O. Cetinkaya and O. B. Akan: Electric-Field Energy Harvesting From Lighting Elements for Battery-Less Internet of Things, IEEE Access, Vol.5, pp.7423-7434 (2017)
 2) 嶋崇志・改正清広: 電界エネルギーハーベスティングを効率化するパラメータの探索と教材開発, 日本産業技術教育学会近畿支部第37回研究発表会講演論文集, pp.25-26 (2020.12)