フライアイレンズの太陽電池側取り付けによる光無線給電の検討

Study on Optical Wireless Power Transmission by Installing Fly-eye Lens on Solar Cell Side

東工大未来研　○(M1)勝田 優輝，宮本 智之
FIRST, Tokyo Tech, ○Yuki Katsuta and Tomoyuki Miyamoto
E-mail: katsuta.y.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

直流系遮断器制御のための 2m-10W クラスの固定機器向け光無線給電システムを目指している．電流低減が可能な直列接続 VCSEL アレーは光源側効率の向上に有利[1]だが，長距離伝送時は簡易な光学系が利用できない．そこで前回，太陽電池面への均一な光照射を行うために，フライアイレンズ系の検討と初期実験を行った[2]．一方，目標システムには，光源と機器の設置時などの位置合わせ精度の緩和も必要である．一般的な光源側にフライアイレンズ系があっても，光ビームの太陽電池側への照射において，位置合わせ精度が要求される．

今回，フライアイレンズ系を太陽電池側に取り付けることで，位置合わせ精度を緩和する構成について，提案と設計を行ったので報告する．

2. フライアイレンズの太陽電池側取付けの提案

フライアイレンズは，許容入射角以内でレンズアレーに入射した光は，アレーの任意位置に入射しても均一光分布のパターン形成が可能である．この特徴を利用し，フライアイレンズ及び結像レンズを Fig.1 のように太陽電池側に取り付けると，光源側と太陽電池側の位置合わせ精度が緩和する．設置後の位置ずれにも対応する．なお，この構成は太陽電池側の軸方向長さが長くなるため，特に結像レンズは短焦点距離の大径レンズが必要となる．ただし，軽量かつ大型化可能なフレネルレンズが適用可能である．

フライアイレンズは，許容入射角以上のビームは，本来の照射パターンの周囲に同じパターンを形成する．そこで，受光側を筒状構造とし，内部に反射鏡を取り付けると，許容入射角を超えた成分の光も，折り返して利用でき，太陽電池面に高効率かつ均一に結像させることができる．

3. フライアイレンズの設計

フライアイレンズを太陽電池側に取り付けた場合の設計を行った．フライアイレンズを用いた場合の照射面サイズ X は結像レンズの焦点距離 F，フライアイレンズの焦点距離 f，単レンズサイズ h を用いて次のように表される．

$$X = \frac{h}{f} \cdot F \qquad (1)$$

この式より，照射面サイズは h と F に比例し，f に反比例する．Fig.2 は h=10mm としたときの F と X の関係を表したものである．ここで，f=10mm と f=15mm はレンズ径に対し焦点距離が短いため製作できない．Fig.2 より，受光側の装置サイズ（長さ）をなるべく小さくするためには，f=20mm が適切である．この場合，太陽電池の大きさ 5cm 角または 10cm 角に対し，結像レンズの焦点距離はそれぞれ 100mm，200mm となる．装置サイズは，130-150mm，230-250mm となる．

謝辞

本研究の一部は，内閣府総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人：(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))によって実施された．

参考文献

[1] 勝田，宮本，応物 2017 秋, 6p-C14-1.
[2] 勝田，宮本，応物 2018 春, 17a-B203-8.

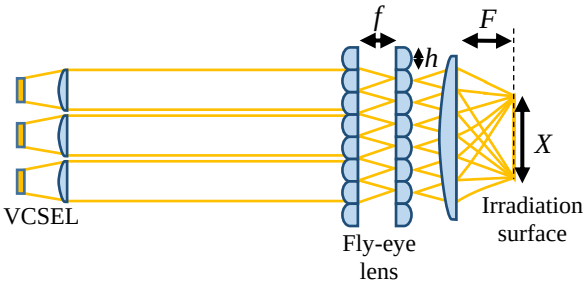

Fig. 1 Schematic design of fly-eye lens system on solar cell side

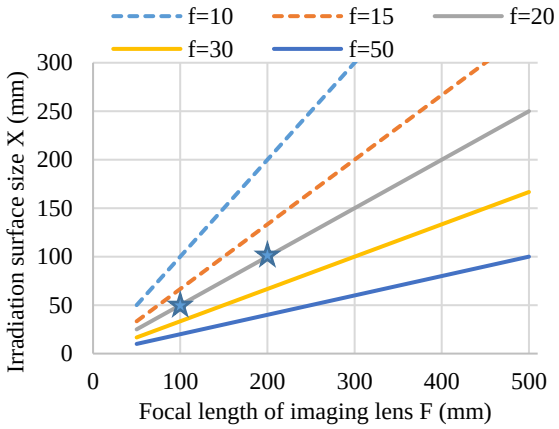

Fig.2 Focal length F vs irradiation size X (h=10mm)