

超小型太陽電池を用いた小型簡易バンド分光光量子計の開発

正員 針谷 達^{a)} 学生員 竹内 悠人^{*} 上級会員 滝川 浩史^{*}
正員 谷本 壮^{**} 非会員 神谷 雅男^{***} 非会員 平塚 元久^{*4}
非会員 日井 勉^{*5} 非会員 爪 光男^{*5}

Development of Small-size Simple Band-spectral Quantum Meter with Ultra-small Photovoltaic Cells

Toru Harigai^{*}, Member, Yuto Takeuchi^{*}, Student Member, Hirofumi Takikawa^{*}, Senior Member, Tsuyoshi Tanimoto^{**}, Member,
Masao Kamiya^{***}, Non-member, Motohisa Hiratsuka^{*4}, Non-member, Tsutomu Hibi^{*5}, Non-member,
Mitsuo Tsume^{*5}, Non-member

(2020 年 3 月 17 日受付, 2020 年 4 月 28 日再受付)

In the growth study of agricultural crops, it is important to measure photon flux density (PFD) on each wavelength region such as ultraviolet, blue, green, red, and far-red. In our previous study, a simple band-spectra quantum meter was developed using photovoltaic (PV) cells, however the space resolution for measurement area was low owing to the large device size. Developed band-spectra quantum meter with the size of 70 mm length × 35 mm width × 10 mm height was configured using ultra-small PV cells and optical bandpass filters. A cover with the role to reduce the light reaching to the PV cells was equipped to maintain linear correlation between short-circuit current output of the ultra-small PV cells and outdoor solar radiation intensity. Band-spectral PFD according to the irradiated light wavelength was obtained from the developed quantum meter irradiated with green light.

キーワード: 光量子束密度, 太陽電池, 分光, 小型化, 農業

Keywords: photon flux density, photovoltaic cell, spectroscopy, miniaturization, agriculture

1. まえがき

温室農業や植物工場などにおいて, 安定かつ高い生産性を実現するためには, 農作物の育成環境を厳密に制御する必要がある。制御環境のうち, 光量は光量子束密度 (Photon flux density: PFD) で議論され, 植物が光合成に利用できる波長域 (400~700 nm) を光合成有効放射 (Photosynthetically

active radiation: PAR), 植物の形態形成および発育に影響をおよぼす波長域 (300~800 nm) を生理的有効放射 (Plant biologically active radiation: PBAR) と呼ぶ。市販の光量子計は, PAR 領域の積算 PFD を測定する。また, 市販の分光光量子計は回折格子を用いるため, 高価である。農業や植物研究では, およそ 100 nm 波長帯域毎の積算 PFD が重要であり⁽¹⁾⁽²⁾, 回折格子を用いるほどの波長分解能は必要ない。そこで, 我々はこれまでに, 太陽電池 (Photovoltaic: PV) セルと光学フィルタを組み合わせた安価な簡易分光光量子計を開発してきた⁽³⁾。しかし, この分光光量子計は, 屋外照度用 PV セル (AM5610, Panasonic) を用いているため, デバイスサイズが長さ 250 mm×幅 100 mm×高さ 15 mm となり, 測定領域における空間分解能が低い。本研究では, より小型な PV セルを用いることで, 葉 1 枚程度の測定領域においても分光 PFD の測定が可能な小型簡易バンド分光光量子計を開発した。

2. 日射強度と光量子束密度

波長 λ における日射強度 $J(\lambda)$ は, 次式⁽⁴⁾によって波長 λ における PFD $P(\lambda)$ に変換できる。

a) Correspondence to: Toru Harigai. E-mail: harigai.toru.un@tut.jp

^{*} 豊橋技術科学大学
〒441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1
Toyohashi University of Technology
1-1, Hibarigaoka, Tempaku, Toyohashi 441-8580, Japan

^{**} 高知工業高等専門学校
〒783-8508 南国市物部乙 200-1
National Institute of Technology, Kochi College
200-1, Monobe, Nankoku 783-8508, Japan

^{***} 伊藤光学工業
〒443-0041 蒲郡市宮成町 3-19
Itoh Optical Industrial Co., Ltd.
3-19, Miyinari, Gamagori 443-0041, Japan

^{*4} エイム
〒441-8113 豊橋市西幸町字浜池 333-9
Aim Co., Ltd.

333-9, Hamaike, Nishimiyuki, Toyohashi 441-8113, Japan
^{*5} シンフォニアテクノロジー
〒441-3195 豊橋市三弥町字元屋敷 150
Sinfonia Technology Co., Ltd.

150, Motoyashiki, Mitsuya, Toyohashi 441-3195, Japan