

平成21年4月3日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19560346

研究課題名（和文） 希少元素を使用しない安価・高効率色素増感太陽電池の研究

研究課題名（英文） Study on Dye-Sensitized Solar Cells with Low Cost and High Conversion Efficiency Using Dyes without Rear Metal

研究代表者

古川 昌司（FURUKAWA SHOJI）

九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授

研究者番号：30199426

研究成果の概要： 赤(紫)キャベツ色素を用いて約1%の変換効率を持つ色素増感太陽電池を作製した。また、赤(紫)キャベツ色素に少量のクルクミン色素を添加することにより、赤(紫)キャベツ色素及びクルクミン色素をそれぞれ単体で使用した場合よりも高い変換効率を得られることを示した。さらに、赤紫蘇色素を用いても一定の変換効率を得られることを示した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学、電子デバイス・電子機器

キーワード：色素増感太陽電池、高効率、赤(紫)キャベツ、クルクミン、赤紫蘇

1. 研究開始当初の背景

現在、クリーンエネルギーの導入が世界中で進められている。その中でも、太陽電池は立地条件等の制約が少ないことから、最も期待されているものの一つである。太陽電池の内、最も使用されているのはシリコン系太陽電池であるが、多くの電力を使用するなどのデメリットがある。そのため、光合成型太陽電池と言われている色素増感太陽電池が将来のクリーンエネルギーとして期待されている。しかし、高効率を得られる色素増感太陽電池においては、多くの場合、希少元素であるルテニウムを含むルテニウム錯体色素が用いられていた。そのため、安価な色素を用いた太陽電池が求められていた。

2. 研究の目的

従来、高効率を得られる色素増感太陽電池においては、多くの場合、希少元素であるルテニウムを含むルテニウム錯体色素が用いられていた。そのため、安価であることが期待されている色素増感太陽電池であるが、実際は、多くの場合、高価な色素を用いて太陽電池が作製されていた。本研究では、赤(紫)キャベツ色素、クルクミン色素、赤紫蘇色素などの植物色素、及びNKX-2553など希少元素を含まない合成色素を用いて安価・高効率な色素増感太陽電池を実現することを目的とした。

3. 研究の方法

種々の植物色素及び希少元素を含まない合成色素を用いて色素増感太陽電池を作製した。具体的には、赤(紫)キャベツ色素、クルクミン色素、赤紫蘇色素、NKX-2677、及び NKX-2553 を用いて色素増感太陽電池を作製した。これらの色素は酸化半導体膜上に吸着させるが、その時の色素溶液の温度、及び浸漬させる時間を様々に変化させて色素増感太陽電池を作製した。そして、得られた太陽電池の短絡電流密度及び開放電圧等を測定し、さらに、最大電力、フィルファクター、及び変換効率等を求めた。

4. 研究成果

赤(紫)キャベツ色素を用いて約 1%の変換効率を達成することが出来た。また、赤(紫)キャベツ色素に少量のクルクミン色素を添加することで、両者をそれぞれ単体で使用した場合よりも高い変換効率を得ることが出来た。さらに、NKX-2677 と NKX-2553 を混合した色素を用いて色素増感太陽電池を作製した結果、両者をそれぞれ単体で使用した場合と比較して高い変換効率を得られることが判明した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- (1) A.Fukuyama, T.Kuroki, K.Sakai, T.Iwamoto, S.Furukawa, and T.Ikari: "Non-Radiative Investigation of Photodecomposition of Poly(di-n-hexyl silane) Thin Films by Using the Piezoelectric Photo-Thermal Spectroscopy", Japanese Journal of Applied Physics (Accepted for publication) (2009). 査読有り
- (2) S.Furukawa, H.Iino, T.Iwamoto, K.Kukita, and S.Yamauchi: "Characteristics of Dye-Sensitized Solar Cells Using Natural Dye", Thin Solid Films (Accepted for publication) (2009). 査読有り
- (3) H.Ohta, K.Morishita, and S.Furukawa: "Evaluation of Charge Transfer Characteristics of Metal-Free Phthalocyanine Thin Films by Displacement Current Measurement", Thin Solid Films, Vol.516, pp.2600-2606 (2008). 査読有り
- (4)S.Furukawa, K.Okada, T.Ohno, H.Sato, H.Iino, H.Arakawa, and T.Yasuda: "Characteristics of Dye-Sensitized Solar Cells Using Various Dyes", Transactions of the Materials Research Society of Japan, Vol.32, pp.321-324 (2007). 査読有り

(5) S.Furukawa, H.Ohta, H.Arakawa, and T.Yasuda: "On the Similarity and Difference of Molecular Structure and Packing between Organopolysilanes with Symmetric and Asymmetric Side-Chains", Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol.472, pp.145-153 (2007). 査読有り

[学会発表] (計 5 2 件)

- (1) 境健太郎、福山敦彦、碓哲雄、岩本朋久、古川昌司: 「P25/PC101 混合比を変化させた TiO₂ 薄膜の欠陥励起 PL スペクトル」、応用物理学九州支部学術講演会、平成 20 年 11 月 29 日・30 日、宮崎大学 (2008).
- (2) 境健太郎、福山敦彦、碓哲雄、岩本朋久、古川昌司: 「色素を吸着させた TiO₂ 薄膜の PPT スペクトルに対する P25/PC101 混合比依存性」、応用物理学九州支部学術講演会、平成 20 年 11 月 29 日・30 日、宮崎大学 (2008).
- (3) 飯野浩司、鎌田俊英、古川昌司: 「D149 と NKX-2553 の混合色素を用いて作製した色素増感太陽電池」、応用物理学九州支部学術講演会、平成 20 年 11 月 29 日・30 日、宮崎大学 (2008).
- (4) 飯野浩司、岩本朋久、桑田和哉、古川昌司: 「色素増感太陽電池の変換効率に対する酸化半導体ペーストに使用するポリエチレングリコールの分子量依存性」、応用物理学九州支部学術講演会、平成 20 年 11 月 29 日・30 日、宮崎大学 (2008).
- (5) 久木田広大、飯野浩司、岩本朋久、上野裕香、上之藁薫、川端優豪、藤木健司、古川昌司: 「赤紫蘇を用いた色素増感太陽電池の特性」、応用物理学九州支部学術講演会、平成 20 年 11 月 29 日・30 日、宮崎大学 (2008).
- (6) 山内彰二、飯野浩司、岩本朋久、古川昌司: 「赤(紫)キャベツ色素とクルクミン色素を用いた色素増感太陽電池の特性」、応用物理学九州支部学術講演会、平成 20 年 11 月 29 日・30 日、宮崎大学 (2008).
- (7) 矢動丸裕、古川昌司: 「フタロシアニン真空蒸着膜の作製と変位電流法によるその物性評価」、応用物理学九州支部学術講演会、平成 20 年 11 月 29 日・30 日、宮崎大学 (2008).
- (8) 飯野浩司、岩本朋久、古川昌司: 「赤(紫)キャベツにクルクミンを加えた混合色素を用いた色素増感太陽電池」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学九州支部主催)、平成 20 年 10 月 6 日、九州工業大学 (2008).
- (9) 矢動丸裕、古川昌司: 「真空蒸着法によるフタロシアニン薄膜の作製と変位電流法によるその物性評価」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学九州支部

主催)、平成 20 年 10 月 6 日、九州工業大学 (2008).

(10) 飯野浩司、鎌田俊英、古川昌司:「D149 と NKX-2553 を用いて作製した色素増感太陽電池」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 20 年 10 月 6 日、九州工業大学 (2008).

(11) 久木田広大、岩本朋久、山内彰二、上野裕香、上之菌薫、藤木健司、川端優豪、古川昌司:「桜の花びらを用いた色素増感太陽電池」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 20 年 10 月 6 日、九州工業大学 (2008).

(12) 久木田広大、岩本朋久、山内彰二、上野裕香、上之菌薫、藤木健司、川端優豪、古川昌司:「シソを用いた色素増感太陽電池」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 20 年 10 月 6 日、九州工業大学 (2008).

(13) 岩本朋久、山内彰二、桑田和哉、古川昌司:「色素増感太陽電池用酸化半導体ペーストに使用するポリエチレングリコールの分子量依存性」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 20 年 10 月 6 日 (2008).

(14) 野仲良、安田敬、荒川等、古川昌司:「色素増感太陽電池における TiO₂ 電極のナノ構造制御」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 20 年 10 月 6 日、九州工業大学 (2008).

(15) 安田敬、荒川等、古川昌司:「色素増感太陽電池のチタニアナノ多孔質電極の表面改質」、機能性有機薄膜のナノ構造制御とその電子デバイスへの応用に関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 20 年 10 月 6 日、九州工業大学 (2008).

(16) 安田敬、池田修平、古川昌司:「チタニア/シリカ多層フレイクを反射層に用いた色素増感太陽電池の特性評価」、第 69 回応用物理学会学術講演会、平成 20 年 9 月 2 日～9 月 5 日、愛知工業大学 (2008).

(17) 山本英彦、安田敬、荒川等、古川昌司:「色素増感太陽電池におけるチタニアゾル浸漬の効果」、第 45 回化学関連支部合同九州大会、平成 20 年 7 月 5 日、北九州国際会議場 (2008).

(18) 宇高晃、安田敬、荒川等、古川昌司:「フレイク状光散乱粒子の色素増感太陽電池への応用」、第 45 回化学関連支部合同九州大会、平成 20 年 7 月 5 日、北九州国際会議場 (2008).

(19) 古川昌司、桑田和哉、飯野浩司、岩本

朋久:「色素増感太陽電池における酸化半導体ペーストに関する研究」、第 45 回化学関連支部合同九州大会、平成 20 年 7 月 5 日、北九州国際会議場 (2008).

(20) 古川昌司、鎌田俊英、岩本朋久、飯野浩司:「D149 と NKX-2553 の混合色素を用いて作製した色素増感太陽電池の特性」、第 45 回化学関連支部合同九州大会、平成 20 年 7 月 5 日、北九州国際会議場 (2008).

(21) 山内彰二、古川昌司:「赤キャベツとクルクミンの混合色素を用いた色素増感太陽電池の特性」、第 45 回化学関連支部合同九州大会、平成 20 年 7 月 5 日、北九州国際会議場 (2008).

(22) 古川昌司、桑田和哉、岩本朋久、飯野浩司、山内彰二:「赤(紫)キャベツ色素を用いた色素増感太陽電池における酸化半導体ペーストに関する研究」、第 13 回九州薄膜表面研究会、平成 20 年 6 月 21 日、九州大学 (2008).

(23) 古川昌司、飯野浩司、岩本朋久:「赤(紫)キャベツとクルクミンの混合色素を用いた色素増感太陽電池」、第 13 回九州薄膜表面研究会、平成 20 年 6 月 21 日、九州大学 (2008).

(24) 山内彰二、飯野浩司、古川昌司:「2 種類の色素を用いた色素増感型太陽電池の特性」、平成 20 年電気学会全国大会、平成 20 年 3 月 19 日～21 日、福岡工業大学 (2008).

(25) 安田敬、池田修平、宇高晃、古川昌司:「色素増感太陽電池のナノ多孔質電極に関する研究」、第 3 回電気学会有機薄膜及び複合膜のナノ界面物性とデバイス・センサ応用調査専門委員会、平成 20 年 3 月 20 日、九州工業大学 (2008).

(26) 桑田和哉、古川昌司:「色素増感太陽電池の酸化半導体ペーストに添加するポリエチレングリコールの分子量依存性」、第 3 回電気学会有機薄膜及び複合膜のナノ界面物性とデバイス・センサ応用調査専門委員会、平成 20 年 3 月 20 日、九州工業大学 (2008).

(27) 安田敬、荒川等、古川昌司:「色素増感太陽電池における板状光散乱粒子の効果」、応用物理学会九州支部学術講演会、平成 19 年 12 月 1 日・2 日、九州工業大学 (2007).

(28) 矢野伊織、井上麻衣子、有村光生、福山敦彦、碓哲雄、岩本朋久、古川昌司:「圧電素子光熱分光法による TiO₂ の光吸収スペクトル評価」、応用物理学会九州支部学術講演会、平成 19 年 12 月 1 日・2 日、九州工業大学 (2007).

(29) 末弘孝一、古川昌司:「変位電流法によるフタロシアニン真空蒸着膜の物性評価に関する研究」、応用物理学会九州支部学術講演会、平成 19 年 12 月 1 日・2 日、九州工業大学 (2007).

(30) 矢動丸裕、古川昌司:「紫外線照射による有機ポリシランの構造変化に関する研究」、

応用物理学会九州支部学術講演会、平成 19 年 12 月 1 日・2 日、九州工業大学 (2007).

(31) 岩本朋久、古川昌司:「紫キャベツの色素を用いた色素増感型太陽電池の特性」、応用物理学会九州支部学術講演会、平成 19 年 12 月 1 日・2 日、九州工業大学 (2007).

(32) 飯野浩司、古川昌司:「赤キャベツの色素を用いた色素増感太陽電池の特性」、応用物理学会九州支部学術講演会、平成 19 年 12 月 1 日・2 日、九州工業大学 (2007).

(33) 古川昌司:“Introductory Talk”、低環境負荷電子材料&環境デバイスに関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 19 年 11 月 10 日、九州工業大学 (2007).

(34) 飯野浩司、荒川等、古川昌司:「ポリジヘキシルシランの構造相転移に関する研究」、低環境負荷電子材料&環境デバイスに関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 19 年 11 月 10 日、九州工業大学 (2007).

(35) 岩本朋久、古川昌司:「天然色素を用いた色素増感太陽電池の特性」、低環境負荷電子材料&環境デバイスに関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 19 年 11 月 10 日、九州工業大学 (2007).

(36) 安田敬、池田修平、荒川等、古川昌司:「色素増感太陽電池の TiO₂ ナノ多孔質電極に関する研究」、低環境負荷電子材料&環境デバイスに関するシンポジウム(応用物理学会九州支部主催)、平成 19 年 11 月 10 日、九州工業大学 (2007).

(37) 古川昌司:「有機エレクトロニクス研究の現状と将来展望」、電気学会調査専門委員会、平成 19 年 11 月 8 日、新潟大学 (2007).

(38) 末弘孝一、大多英隆、古川昌司:「変位電流法を用いたフタロシアニン真空蒸着膜の物性評価」、電子情報通信学会電子デバイス研究会、平成 19 年 9 月 21 日、九州工業大学 (2007).

(39) 矢動丸裕、大多英隆、古川昌司:「紫外線照射による有機ポリシランの構造変化」、電子情報通信学会電子デバイス研究会、平成 19 年 9 月 21 日、九州工業大学 (2007).

(40) 岩本朋久、古川昌司:「色素増感太陽電池における色素吸着量と特性の関係」、電子情報通信学会電子デバイス研究会、平成 19 年 9 月 21 日、九州工業大学 (2007).

(41) 飯野浩司、古川昌司:「赤キャベツを用いた色素増感太陽電池の特性」、電子情報通信学会電子デバイス研究会、平成 19 年 9 月 21 日、九州工業大学 (2007).

(42) 飯野浩司、荒川等、古川昌司:「ポリジヘキシルシランの分子構造の温度依存性」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(43) 矢動丸裕、大多英隆、古川昌司:「有機ポリシランの紫外線照射による光分解機構」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19

年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(44) 古川昌司、和田祐紀、飯野浩司:「ポリジメチルシラン真空蒸着膜の配向性」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(45) 末弘孝一、大多英隆、森下和則、古川昌司:「変位電流法によるフタロシアニン薄膜の物性評価」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(46) 古川昌司、仲道浩史、岩本朋久:「紫キャベツを用いた色素増感型太陽電池の特性」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(47) 古川昌司、岡田敬治郎、飯野浩司:「D149 及び NKX-2553 を用いた色素増感型太陽電池の特性」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(48) 岩本朋久、古川昌司:「色素増感型太陽電池における色素吸着量と特性」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(49) 安田敬、荒川等、古川昌司:「色素増感太陽電池における板状光散乱粒子の効果」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(50) 矢野伊織、井上麻衣子、有村光生、福山敦彦、碓哲雄、岩本朋久、古川昌司:「圧電素子光熱分光法による TiO₂ の光吸収スペクトル評価」、第 44 回化学関連支部合同九州大会、平成 19 年 7 月 7 日、北九州国際会議場 (2007).

(51) 飯野浩司、荒川等、古川昌司:「ポリジヘキシルシランの構造相転移」、第 12 回九州薄膜表面研究会、平成 19 年 6 月 16 日、福岡教育大学 (2007).

(52) 矢動丸裕、大多英隆、古川昌司:「ポリメチルフェニルシラン及びポリシラスチレン薄膜への紫外線照射の影響」、第 12 回九州薄膜表面研究会、平成 19 年 6 月 16 日、福岡教育大学 (2007).

〔図書〕(計 1 件)

古川昌司、他:「最新太陽電池技術の徹底検証・今後の展開」、情報機構、全 320 ページ (2008).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古川 昌司 (FURUKAWA SHOJI)
九州工業大学・大学院情報工学研究院
・教授
研究者番号：30199426

(2) 研究分担者

安田 敬 (YASUDA TAKASHI)
九州工業大学・大学院情報工学研究院
・准教授
研究者番号：40220149

(3) 連携研究者