18a-C8-4

熱光発電のための輻射制御に関する検討

Investigation on Emissivity Control for Thermo-photovoltaic Power Generation

京大院工[1]，大阪ガス[2]，京大白眉[3] ○末光真大[2]，De Zoysa Menaka[3]，橋本康平[1]，井上卓也[1]，浅野卓[1]，野田進[1]

Kyoto Univ.[1]，Osaka Gas[2], Kyoto Univ. Hakubi Center[3] ○M. Suemitsu[2]，M. De Zoysa[3]，K. Hashimoto[1]，T. Inoue[1]，T. Asano[1]，S. Noda[1]

E-mail: m-suemitsu@osakagas.co.jp[2]，snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp[1]

[序] 我々は電子・光子両状態の制御による物体の熱輻射制御をこれまでに報告[1-4]しており，またその高効率(太陽光)熱光発電((S-)TPV)への応用を提案している[4]．この TPV に関し，発電効率およびパワー密度を高めることは実用上重要であるが，どのような輻射制御および太陽電池が最適かの議論は十分になされていなかった．今回，あるエネルギー(E_{edge})から短波側のみで発光する輻射制御がなされたエミッタ，およびそのカットオフエネルギーE_{edge} と等しいバンドギャップをもつ太陽電池を仮定し，TPV の最高発電効率η_{TPV} および最高発電パワー密度 $I_{dens.}$の E_{edge} に対する依存性を検討したので報告する．

[計算] 計算は **Fig. 1 (a)**に示す TPV システムを想定し下記の仮定の下で行った．投入されたパワーP_{in} によりエミッタは加熱され温度 T に到達しているものとする．このときエミッタは **Fig. 1 (b)**に示す例のように E_{edge} より短波側で輻射率 1，長波側で輻射率 0 のスペクトルの光を輻射し，輻射以外のエネルギー損失は完全に抑制されていると仮定する．この場合，定常状態において P_{in} は全て輻射エネルギーに変換されるので，T，エミッタ面積 A，E_{edge} で決まる輻射パワーから逆に P_{in} が計算される．このエミッタからの輻射は E_{edge} と等しいバンドギャップおよび面積をもつ PV セルによって全て吸収され，吸収された光子 1 個に対し電子・正孔対が 1 個生成され，電力に変換される．その際，PV セルの温度は 300 K であり，その暗電流は発光再結合過程のみに起因して生じ，その他のエネルギー損失は真空および完全ミラーによって，完全に抑制されているものとする．上記の想定の下で計算した P_{in} および最大出力が得られる PV セル動作点での発電量 P_{max} を用い $\eta_{TPV} = P_{max.} / P_{in}$ と定義し，また $I_{dens.} = P_{max.}/A$ と定義する．

[結果] エミッタ温度 T が 1100 K, 1300 K, 1500 K の場合における E_{edge} に対する η_{TPV} および $I_{dens.}$の依存性をそれぞれ **Fig. 2 (a), (b)**に示す．同図より，E_{edge} が大きいほど効率は徐々に増加するものの，発電パワー密度は指数関数的に減少することが分かる．また発電効率自体は大きくはエミッタ温度に依存しないものの，発電パワー密度は比較的強く依存することが分かる．詳細は当日報告する．

[文献] 1) Menaka De Zoysa *et al.*, *Nat. Photonics.* **6**, 535-539 (2012)，2) 井上卓也，Menaka，浅野，野田 14’春季応物 18a-E16-10，3) 橋本康平，Menaka，末光，井上，浅野，野田 14’春季応物 17a-PA1-15. 4) De Zoysa Menaka，浅野，湊，野田 10’春季応物, 19pM16.

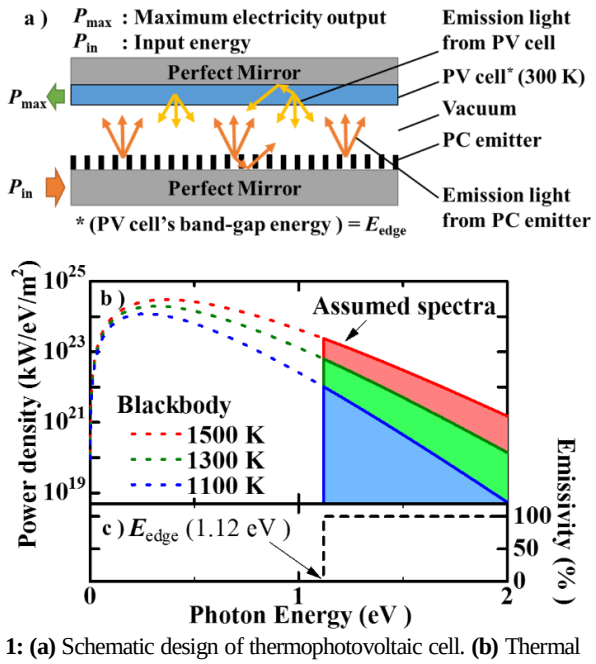

Fig. 1: (a) Schematic design of thermophotovoltaic cell. **(b)** Thermal radiation spectrum of PC emitter. **(c)** Emissivity of the PC emitter.

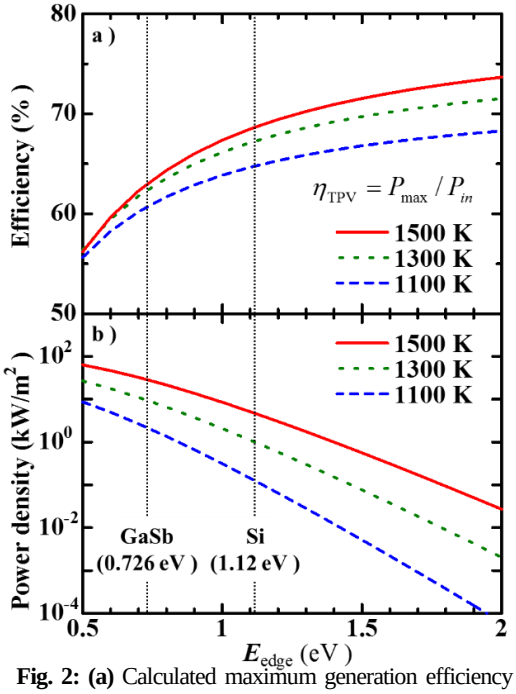

Fig. 2: (a) Calculated maximum generation efficiency and **(b)** maximum power density with respect to the E_{edge} (=emissivity edge = PV cell band-gap).

© 2014 年　応用物理学会