**高性能，低成本，超薄微聚光光伏发电系统**

近些年随着光伏产能的爆发性增长以及技术的进步，由硅基太阳能电池主导的光伏价格不断降低。但是随着其转换效率接近可达到的极限，硅基电池的成本降低空间也将逐渐达到饱和。届时市场将需要更高效能，更低成本的光伏技术来持续或者打破目前的太阳能电池价格学习曲线。

基于高效率IIIV族半导体多节芯片和聚光光学系统的聚光光伏技术可以显著提高转换效率并且降低半导体材料的使用成本。但是传统的聚光技术集成度小，结构复杂，体积大，对太阳追踪器准确度要求高，因此在实际应用中其模组和系统成本并没有体现出理论预期的优势。此外，散射光占总入射光的相当份额（大约20%～40%取决于地理位置），而传统聚光模组通常不能转换这部分能量。

MIT课题组近些年致力于研发新型微聚光光伏发电系统。通过显著减小模组器件尺寸（例如应用百微米级别大小的多节电池和相应尺寸的微聚光器件），微聚光光伏技术可以把把这些微电池和微光器件阵列紧密的集成在厚度和大小类似于硅基电池的平板模组里。这样高集成度的做法可以带来多方面的好处。微电池有利于散热，提高转换效率，增加半导体材料利用率，增强电池互联的灵活性；微聚光器可以显著减小光学器件尺寸，增加光学效率，并且可以通过模制塑料的方式低成本生产大面积的阵列。在模组生产方面，微聚光光伏技术可以广泛的利用已有的硅基模组组件和加工生产流程，从而显著降低模组制造成本。在系统成本方面，模组尺寸，安装，以及追踪系统可以做到最大限度与商用硅基电池系统相兼容，从而可以在系统组件上充分利用由硅基电池产能增长带来的价格优势。

MIT课题组开发了创新的IIIV族/硅混合微聚光光伏技术。该技术的核心部分是一个集成了IIIV微电池阵列的多功能硅基芯片。该芯片平台无缝整合了微聚光，微装配，以及直射／散射光混合光伏等多种功能。从光学角度，集成在硅电池里的微聚光器从根本上同时提高了聚光比和接受角度（400X ~ 2000X，1～2），这样可以在降低模组成本同时使用廉价的硅基准踪器，而不需要使用为传统聚光系统特殊设计的高敏感度高成本准踪器。从模组装配角度，此多共功能硅基芯片平台在一个非常紧凑的近平面结构里承载大规模集成的微电池阵列和微聚光系统阵列。模组的厚度不超过2厘米，并且可以用常用的硅基平板模组部件进行组装。从能源转化角度，此技术可以集成最先进的多节太阳能电池以提供直射光转换效率；同时，低造价硅基芯片平台有效的接收和转换散射光。取决于地理位置，研究显示此种混合光伏技术每年可以比硅基和传统聚光光伏分别多提供40～50%和15～40%的能量输出。通过利用低成本微加工技术和高集成度的架构设计，MIT课题组开发的超薄微聚光光伏技术可以非常有效的整合硅基光伏的价格优势以及多节光伏的性能优势，因此将成为极具竞争性的下一代光伏技术。

**古田**，博士，现任麻省理工学院材料研究中心研究员，光子材料实验室项目共同负责人。研究兴趣主要集中在纳米光子和集成光学领域。研究工作涉及高性能光伏，超表面光学器件，光学相变材料，二维材料集成光子器件，柔性光电器件，芯片集成红外光谱仪，短距离光通讯等。近期代表成果发表在Nature Photonics，Nature Communications，Light: Science & Applications，Progress in Photovoltaics，Nanophotonics，Optica，Optics Letters等学术期刊。近期获得奖项包括R&D 100 Award, the TechConnect National Innovation Award等。古田博士担任Photonics Society Optical Interconnects Conference, International Congress on Glass, IEEE SENSORS, IEEE Photonics Conference, Workshop on Interconnections within High-Speed Digital Systems等国际会议委员会成员。他是美国光学学会，国际光学工程学会，美国物理学会，电气电子工程师学会会员。此前分别在北京理工大学本科(2004)和美国特拉华大学电子工程系博士学位(2012)。

代表性论文

1. (Invited) D. Li, L. Li, B. Jared, G. Keeler, B. Miller, M. Wood, C. Hains, W. Sweatt, S. Paap, M. Saavedra, C. Alford, J. Mudrick, U. Das, S. Hegedus, A. Tauke-Pedretti\*, J. Hu\*, and T. Gu\*, "Wafer integrated micro-scale concentrating photovoltaics," **Prog. Photovolt: Res. Appl.** 26, 651-658 (2018) (co-corresponding author)

2. L. Zhang, J. Ding, H. Zheng, S. An, H. Lin, B. Zheng, Q. Du, G. Yin, J. Michon, Y. Zhang, Z. Fang, M. Shalaginov, L. Deng, T. Gu\*, H. Zhang\*, and J. Hu\*, "Ultra-thin, High-efficiency Mid-Infrared Transmissive Huygens Meta-Optics," **Nat. Commun. 9, 1481 (2018).** (co-corresponding author)

3. (Invited) A. Tauke-Pedretti, J. Cederberg, J. Cruz-Campa, C. Alford, C. Sanchez, G. Nielson, M. Okandan, W. Sweatt, B. Jared, M. Saavedra, W. Miller, G. Keeler, S. Paap, J. Mudrick, A. Lentine, P. Resnick, V. Gupta, J. Nelson, L. Li, D. Li, T. Gu, and J. Hu, "Hybrid Integration of III-V Solar Microcells for High-Efficiency Concentrated Photovoltaic Modules," **IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron**. 24, 4000109 (2018).

4. H. Lin, Y. Song, Y. Huang, D. Kita, S. Deckoff-Jones, K. Wang, L. Li, J. Li, H. Zheng, Z. Luo, H. Wang, S. Novak, A. Yadav, C. Huang, R. Shiue, D. Englund, T. Gu, D. Hewak, K. Richardson, J. Kong, and J. Hu, "Chalcogenide Glass-on-Graphene Photonics," **Nat. Photonics** 11, 798-805 (2017).

5. (Invited) H. Lin, Z. Luo, T. Gu, L. C. Kimerling, K. Wada, A. Agarwal, and J. Hu, "Mid-infrared Integrated Photonics on Silicon: A Perspective," **Nanophotonics** 7, 393-420 (2018).

6. L. Li, H. Lin, Y. Huang, R. Shiue, A. Yadav, J. Li, J. Michon, D. Englund, K. Richardson, T. Gu, and J. Hu, "High-performance flexible waveguide-integrated photodetectors," **Optica** 5, 44-51 (2018).

7. D. Kita, B. Miranda, D. Favela, D. Bono, J. Michon, H. Lin, T. Gu, and J. Hu, "High-performance and scalable on-chip digital Fourier transform spectroscopy," **Nat. Commun**. (in press).