



白川 晃  
Akira SHIRAKAWA

## 研究课题 寻求高输出激光、研究下一代光纤激光

### 关键词

光纤激光, 陶瓷激光, 固体激光, 光子带隙技术, 光子带隙光纤激光, 相位同步激光, 多芯光纤激光, 高输出超短脉冲陶瓷激光, 超短脉冲光子结晶光纤光源

所属专业	新一代激光研究中心
研究成员	白川 晃 副教授
所属学会	应用物理学会, 激光学会, 电气学会, Optical Society of America, International Society for Optical Engineering
研究设备	各种光纤熔接机·切割机, 加热式光纤耦合器制造装置, 各种光频谱分析仪, 紫外线·可视光·近红外线分光光度计, 高输出激光二极管, Q 开关 YAG 激光

### 研究概要

#### 使用光子带隙技术的新型光纤激光

该研究室以光纤激光、相位同步激光、陶瓷激光等激光技术为中心从事相关的研究和开发。尤其作为高输出的光纤激光, 目前最受产业界的关注。

在石英光纤中间的纤芯部位掺入镱 (Yb) 这种 1 微米波长且具有良好发光特性的稀土原子, 在包裹纤芯的金属包层上掺入锗原子等, 以此来制作提高折射率的微细周期结构。与普通的光纤相反, 石英光纤的纤芯折射率较低, 周边金属包层的折射率较高, 因此不能进行全反射传输。但在金属包层的周期结构中, 能够像操纵固体中的电子一样来操纵光子, 形成光子带隙 (光子禁带: 是指不能在周期性结构中传播特定频带的光的特性)。其波长范围内的光一旦进入纤芯就不会再出来, 而是在纤芯内传播, 进行高效率的激光振荡。我们把它称为光子带隙光纤激光。

#### 光子带隙光纤激光

通常掺入镱 (Yb) 的光纤激光的波长为 1050nm 左右, 具有良好的发光特性。虽然想让它发出 1200nm 波长的光, 可是激光在达到 1200nm 之前就已经振荡完了。

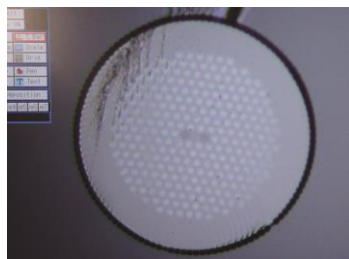
因此使用光子带隙来控制透过的波长范围, 增益谱的形状会发生变化, 在 1200nm 波长范围就能产生较高的输出。在效率方面也能达到与普通光纤激光一样的水平。这是世界上具有先驱性的研究。

该新型光纤激光可应用到各个领域。比如通过倍频效应将波长范围转换为 589nm, 激光就能转变成相当于钠的 D 线的激光, 被称为雷射导引星。在 SUBARU 望远镜等大口径望远镜中, 也可以用作点光源等来捕捉空气的波动。

光子带隙技术还能改变激光的功率特性。高输出激光的界限不过是拉曼散射 (分子振动, 光能损失) 而已。因此用光子带隙来控制拉曼散射, 使激光在拉曼散射的波长范围内不能通过, 这样就能产生高输出的激光。

该研究室不考虑通过增大光纤的纤芯来做对应处理, 他们的目标是通过用光子带隙的效应来控制非线性特性, 从而得到高输出的激光。

#### 相位同步激光



光子带隙光纤的显微镜像

为了超越破坏极限, 提高激光的输出, 只能采用同步化的方法。但是虽然聚集较多的激光能够提高输出, 却不能提高亮度。因此必须合并各自的相位, 使激光束叠加在一起。在相位同步激光领域, 该研究室从事多芯光纤激光的研究。这是使用光子结晶技术制作多个纤芯, 合并它们各自的相位而形成的一种模式。此外他们还熔解光纤的端面, 将其控制在特定的长度, 创造了被称为末端密封法的新型相位同步法, 它可以只选择相位合并的模式。验证结果表明这项研究实现了非常好的效率, 与普通光纤激光相比并无差异。



淡淡发光的光纤。由于高输出激光主要是近红外线, 所以不会变亮



大口径光纤熔接机



稀土类氧化物 thin-disk 激光

#### 使用新材料的固体激光

在陶瓷激光的研究中, 该研究室致力于新材料的探索及物质场控制的研究。如果使用他们共同研发的陶瓷制造法, 就能使用熔点高、难结晶且至今无法使用的稀土类氧化物等材料。它的便利之处就是具有较高的热导率和较宽的增益谱, 因此可以应用到高输出的超短脉冲激光中。在新材料方面, 他们也在进行共同研究, 制作类似于压电陶瓷的氧化物、氟化物材料。这些材料被称为无序结晶陶瓷, 可随机添加稀土, 据此来实现较宽的发光光谱。今后就有可能实现迄今为止的单结晶激光无法实现的应用。

### 优势

#### 用独创的构思创造下一代激光

从 1980 年开始, 电气通信大学激光研究所 (现在的新一代激光研究中心) 持续保持着一种不拘泥于现有理论的灵活思维, 研发出了崭新的激光, 颠覆了光纤激光、陶瓷激光等以往的激光概念。

这种思想仍然保留至今, 该研究室以光子带隙光纤激光、相位同步激光、高输出超短脉冲陶瓷激光、超短脉冲光子结晶光纤光源等独特的构思, 致力于下一代光纤激光、高输出激光的研究。

### 未来展望

#### 希望将激光升华为「自由技术」

光科学研究在日本非常盛行, 但主流是研究应用激光的产品, 针对激光本身的研究几乎还未展开。激光技术日趋成熟, 很多课题被弃之不顾, 研究人员仅在有限的应用领域开展研究, 这就是激光研究的现状。

白川副教授在立足于光纤激光与固体激光研究的同时, 从各个角度研究激光, 希望将它升华为谁都可以使用的「自由技术」。

此外他们还以无拘无束的自由方式与国内外相关企业进行共同研究, 并取得了很多的学术成果。

今后他们虽然会继续继承、推进这些共同研究及研究方式, 但另一方面, 也会继续构建扎实的基础, 希望能够创造出具有较高产业价值的成果。