

磁性材料のスピンを 使ったハイパワーな レーザーデバイス

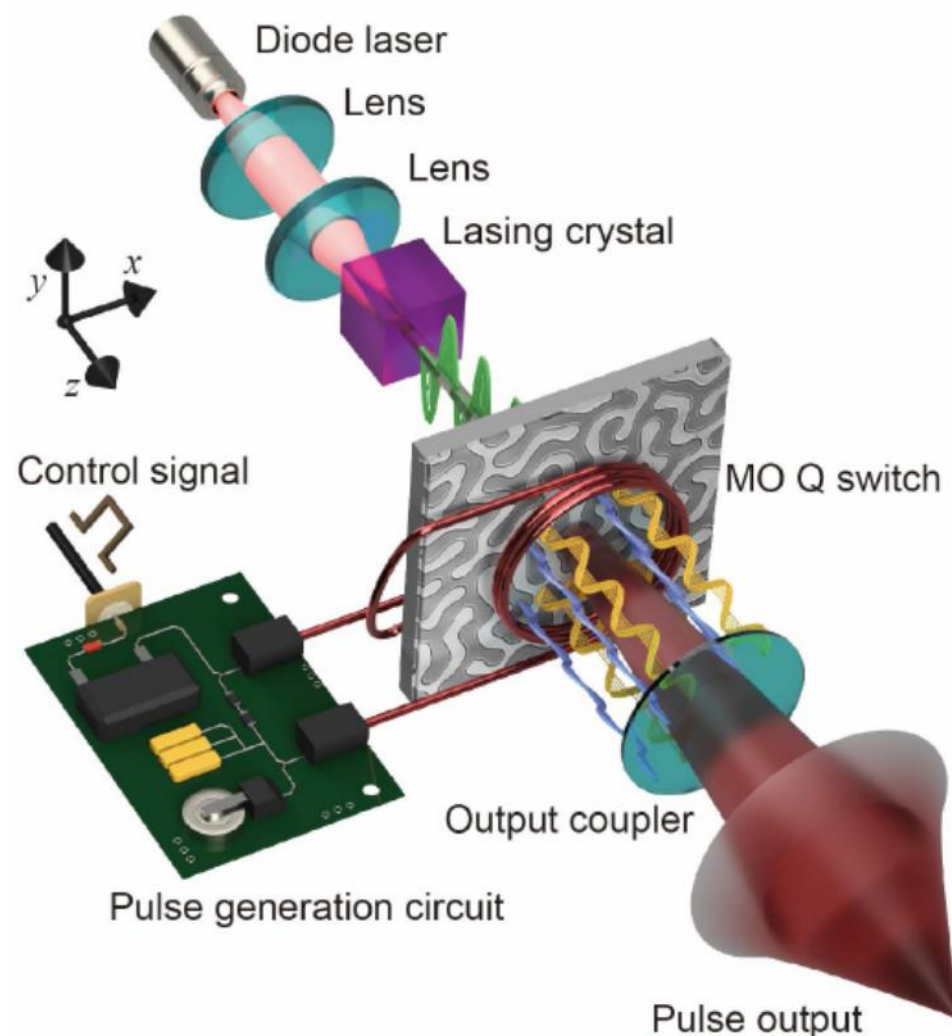
豊橋技術科学大学 大学院工学研究科
電気・電子情報工学専攻

助教 後藤 太一

新技術の概要

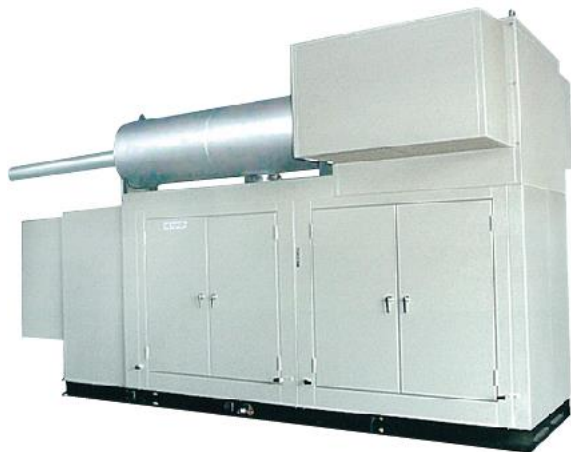
特殊な**磁性材料のスピン**の特性を使うことで従来cmオーダーだったハイパワー・パルスレーザー素子をミクロンスケールまで小型化できる技術。

- 小型
- ハイパワー
- 安価



想定される用途

- 燃焼装置（発電機等）
- 光加工装置（3次元プリンタ等）
- 高臨場感ディスプレイ



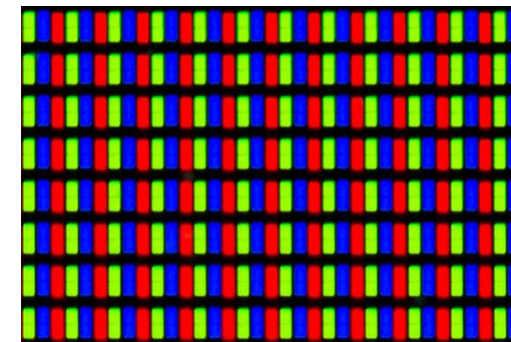
出典：日立パワーソリューションズホームページ

燃焼用プラグ



出典：COHERENTホームページ

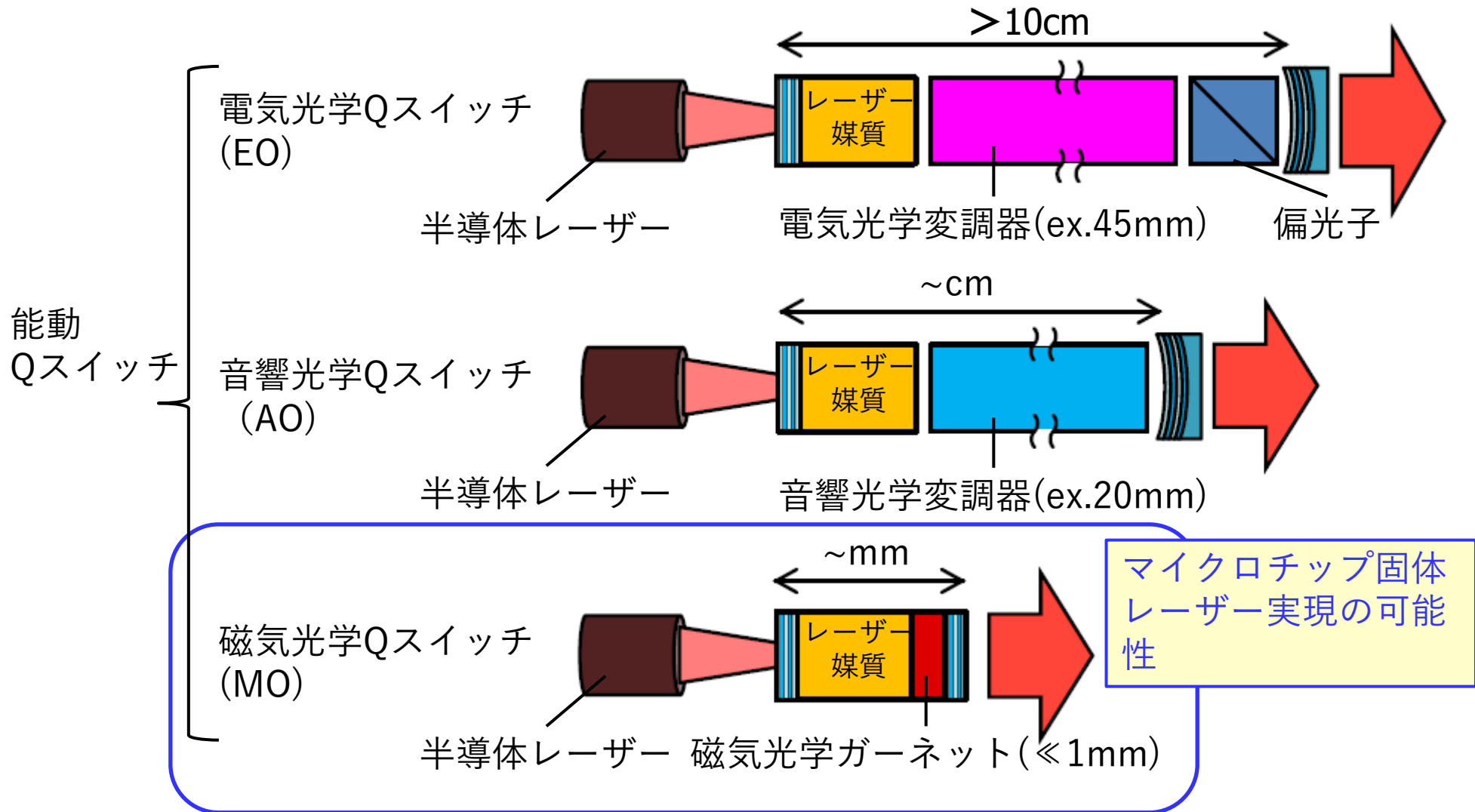
加工用レーザー



ディスプレイ画素

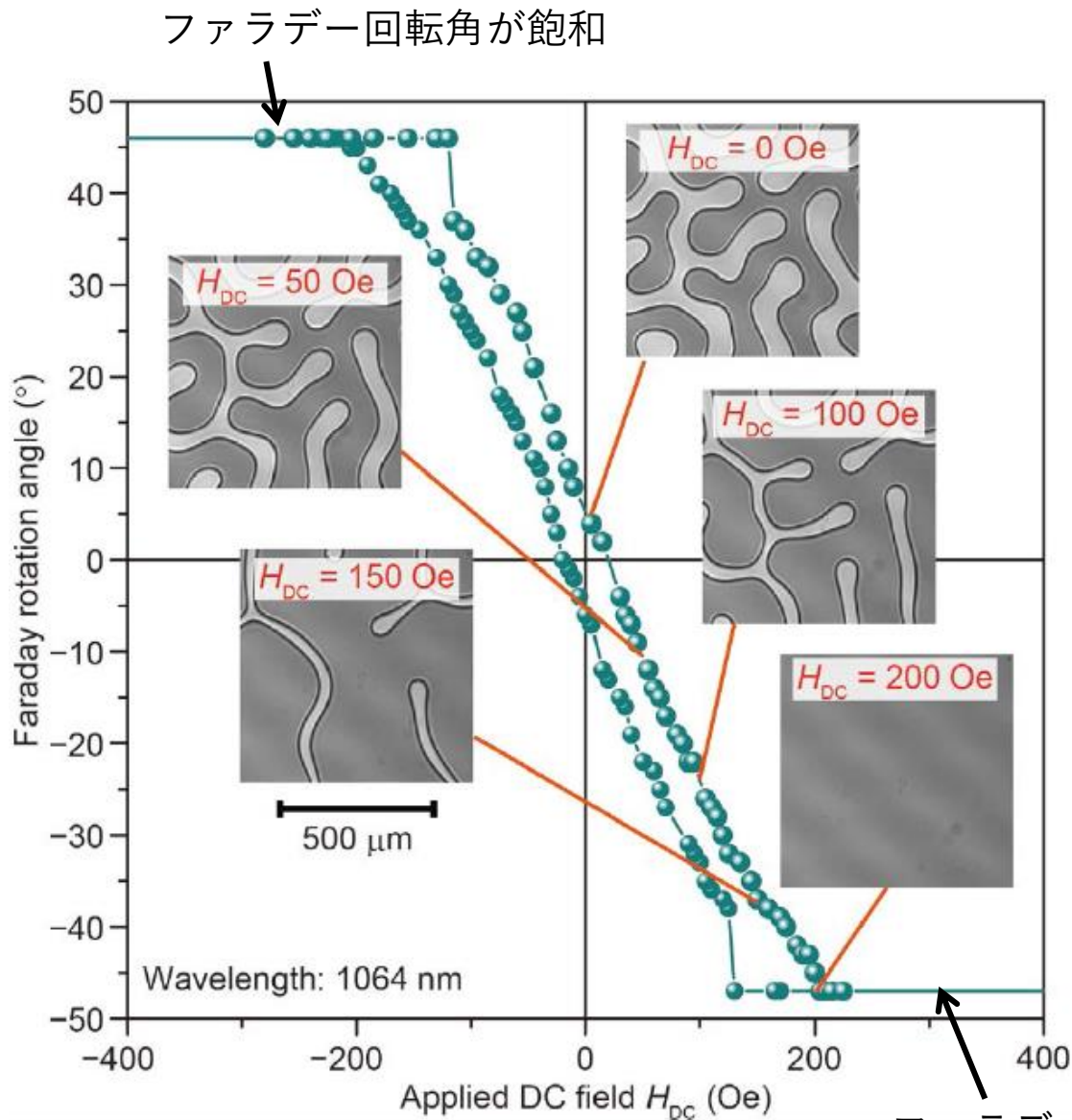
従来技術とその問題点

- 大型（共振器長が長い）
- 大消費電力（kV, kA）
- 不安定（振動に弱い、温度制御）



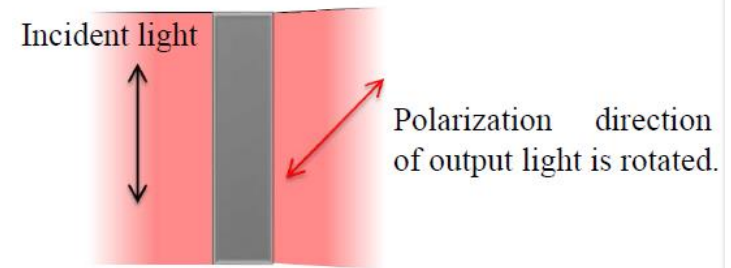
- デバイスサイズが従来の1000分の1程度に小型になる。
- 磁性材料を用いて高速なスイッチングを行い、時間幅が短いパルスが得られる。
- プロセスも全く変わるので、1つ1000万円台だったレーザー装置が究極的には10万円台で安く作れる。

新技術の内容

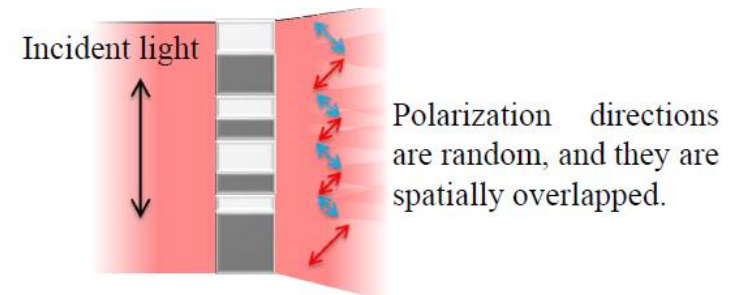


磁気ガーネット膜に印加する磁場を強くすると、磁区が単一化する。

《単一磁区》

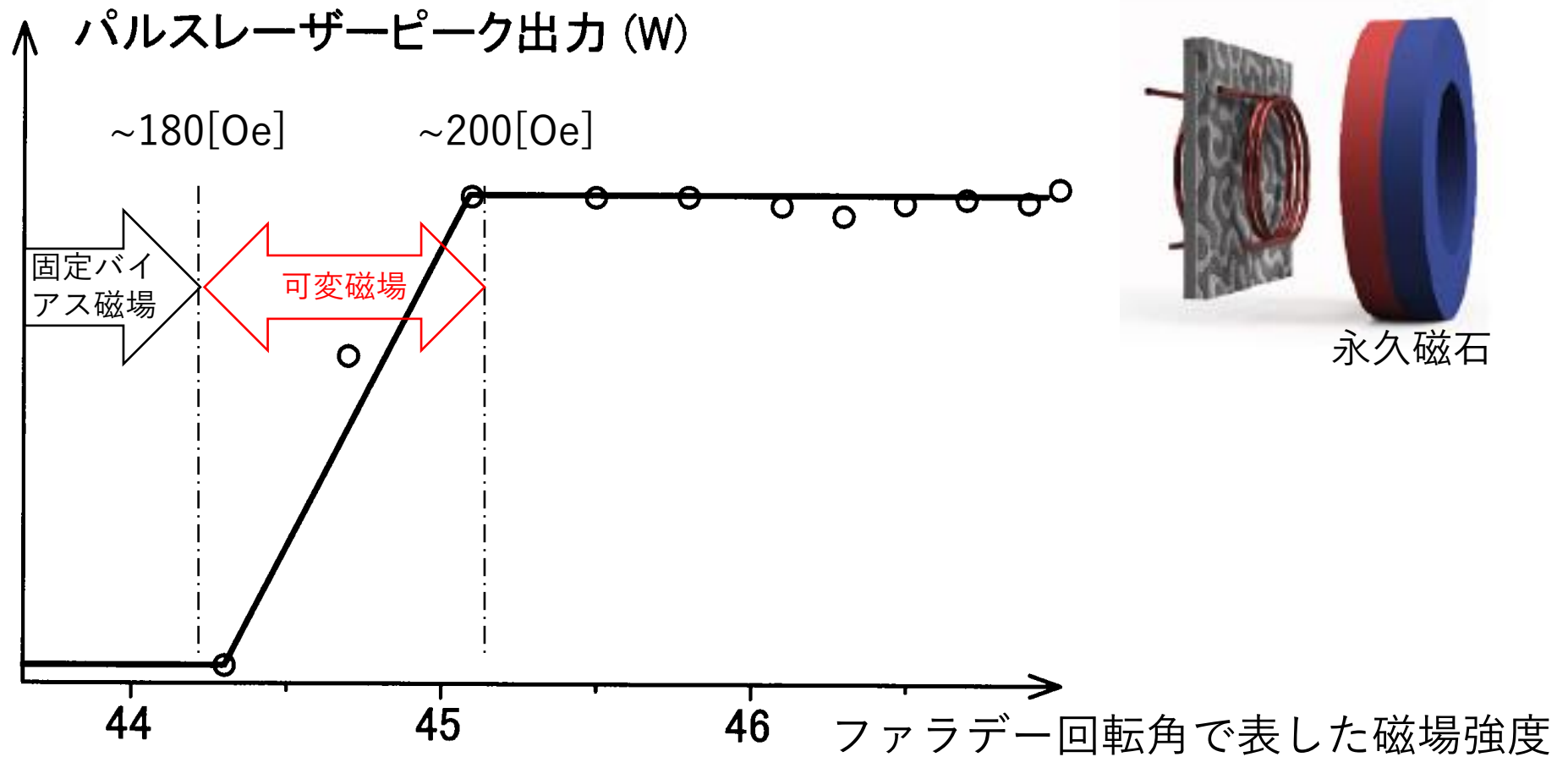


《多磁区》



ファラデー回転角が飽和

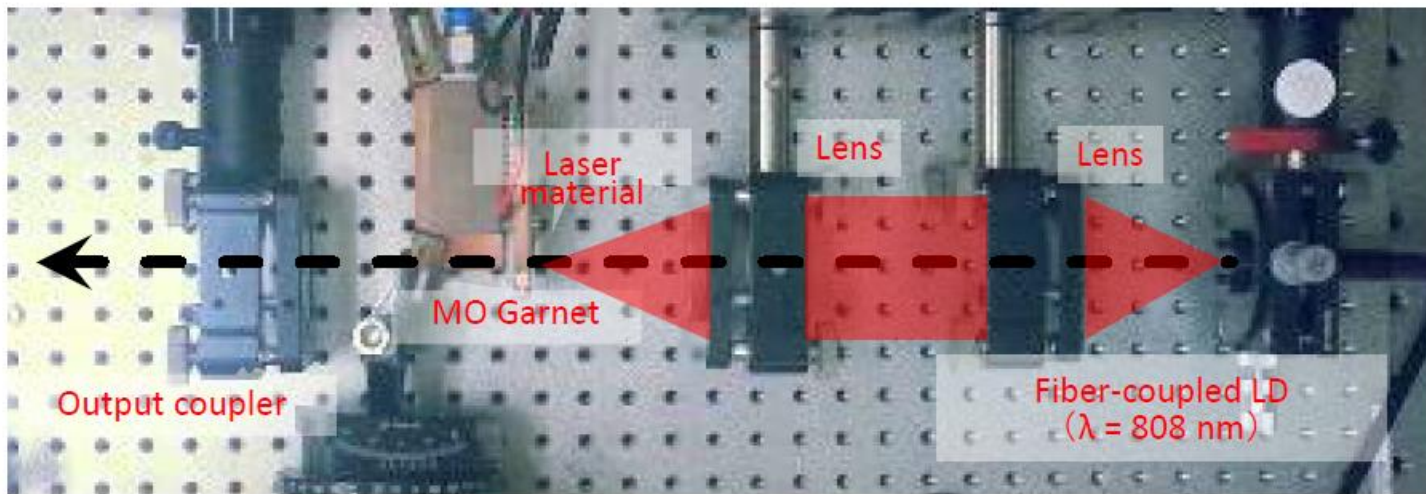
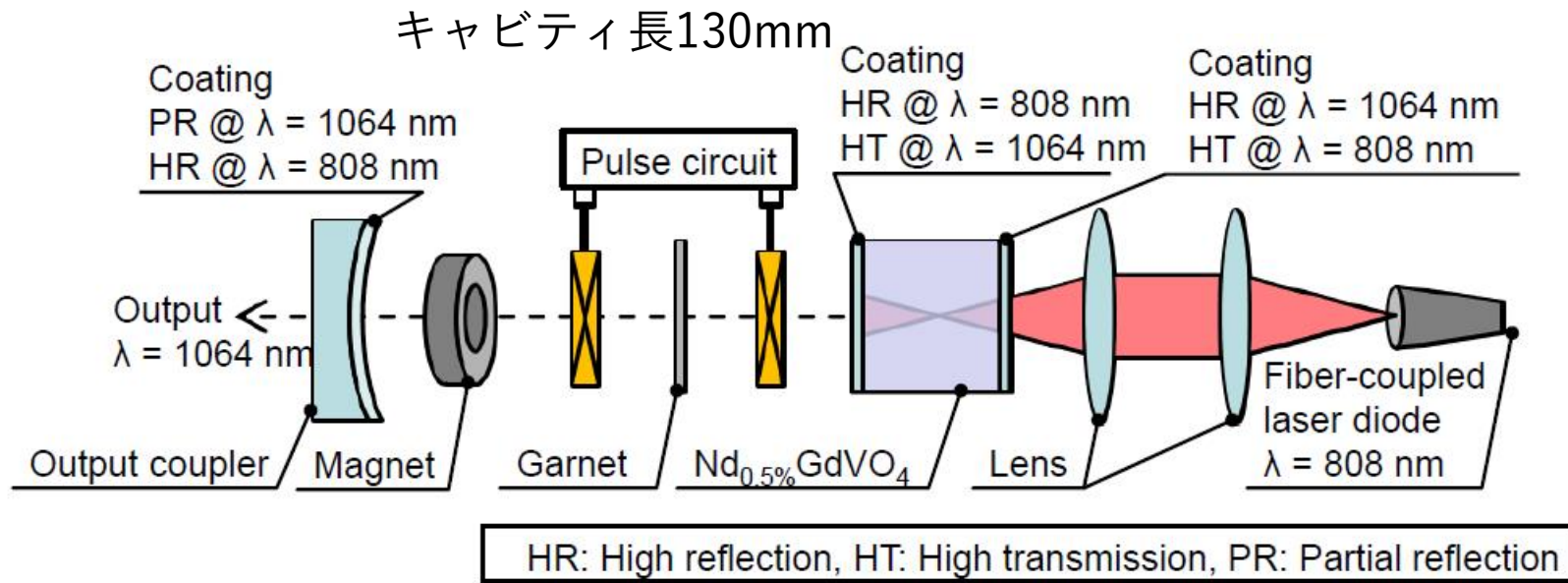
新技術の内容



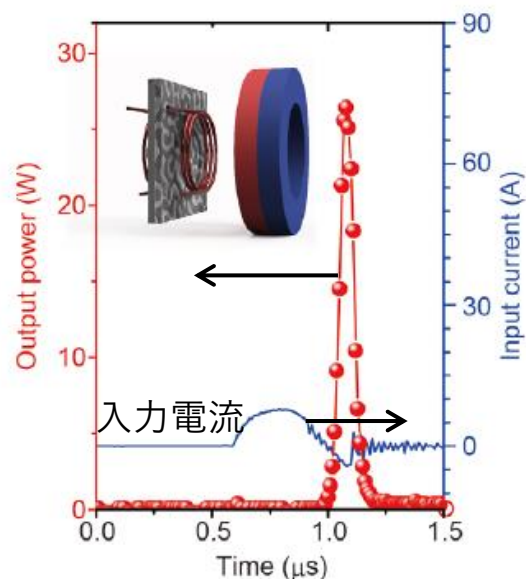
永久磁石により固定バイアス磁場を印加し、小さい電流パルスでスイッチ動作を可能にする。

* 1[Oe]≈79.6[A/m]

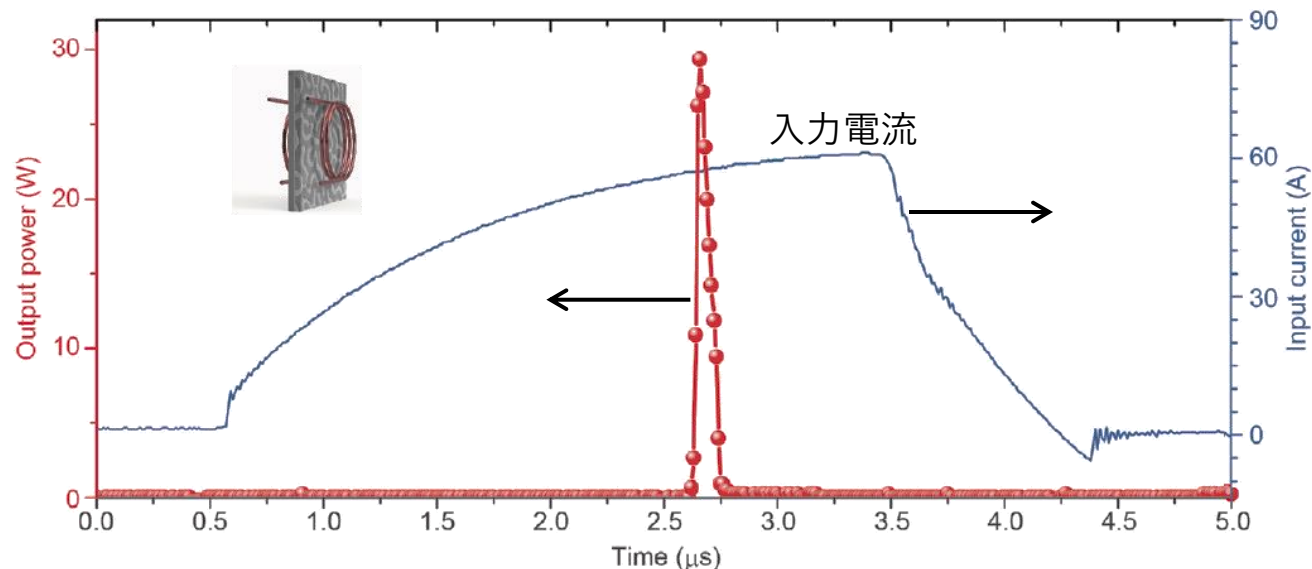
新技術の内容



【本発明】
コイル+永久磁石
0.4V, 8Aのパルス

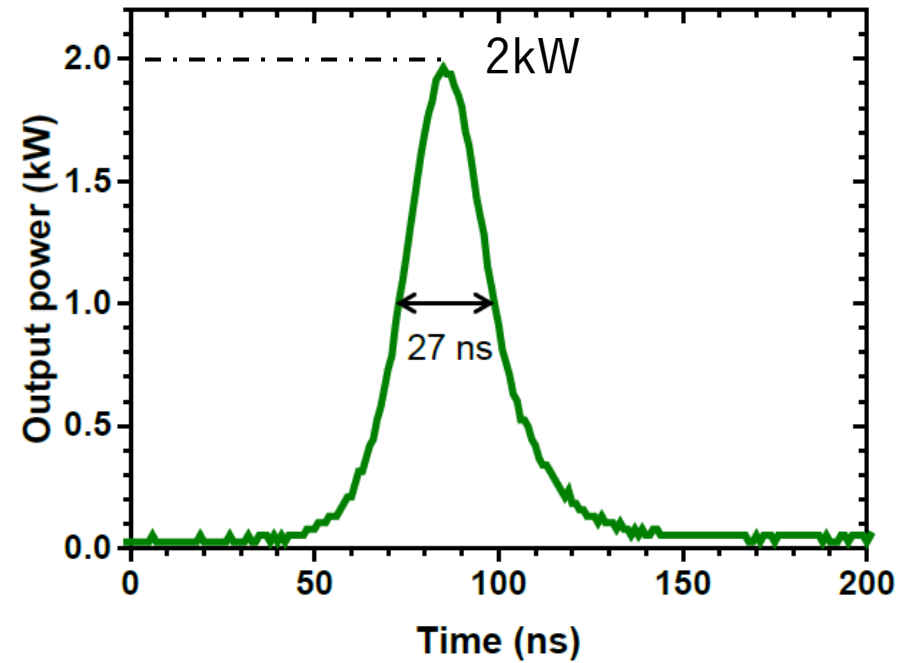
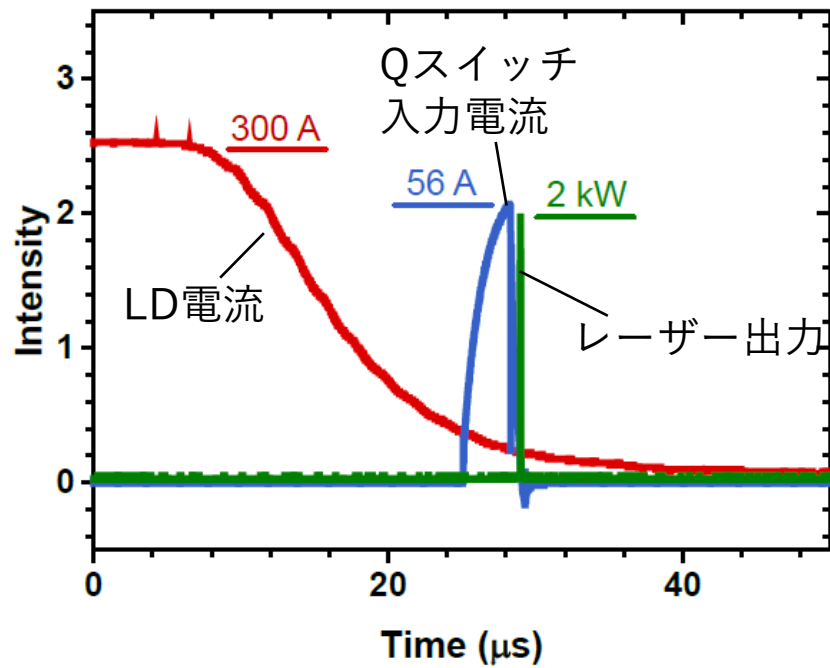
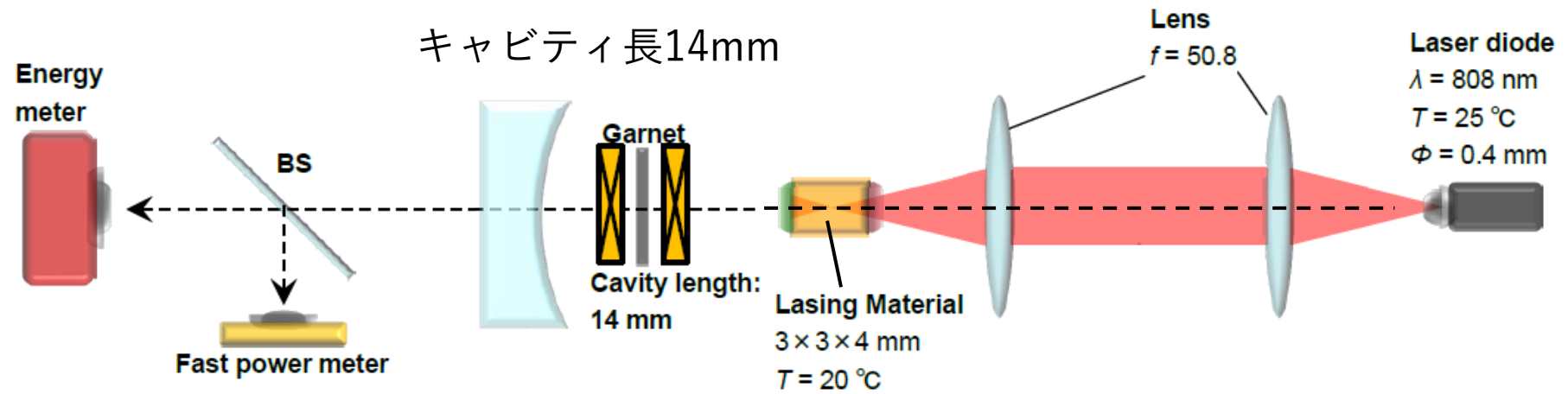


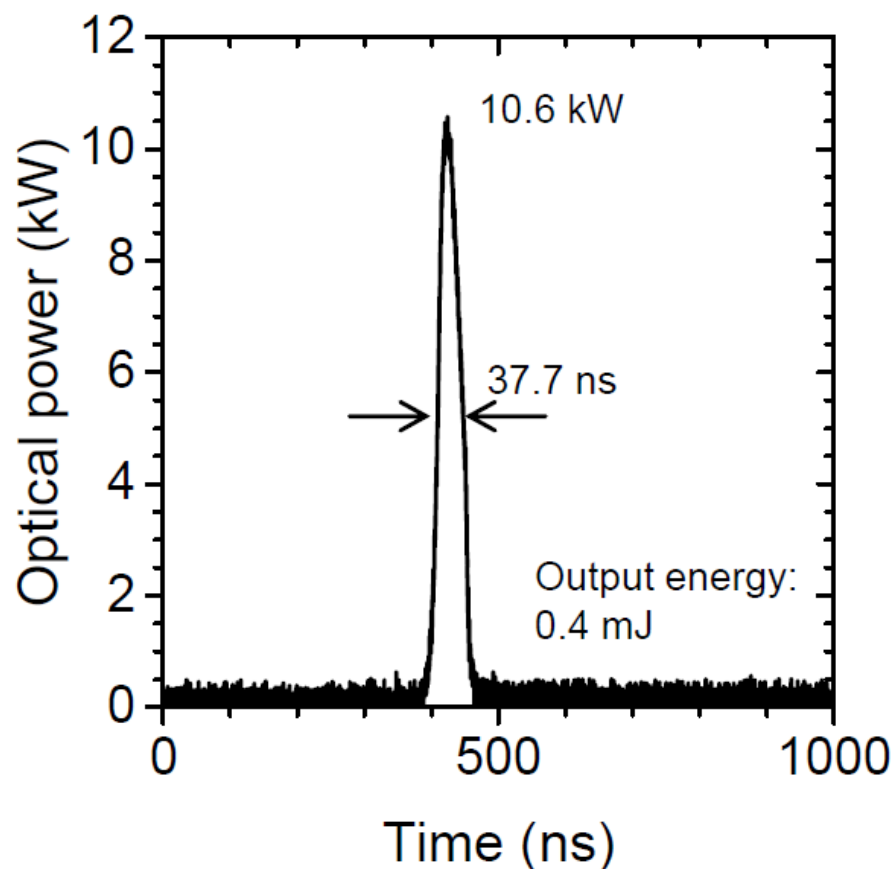
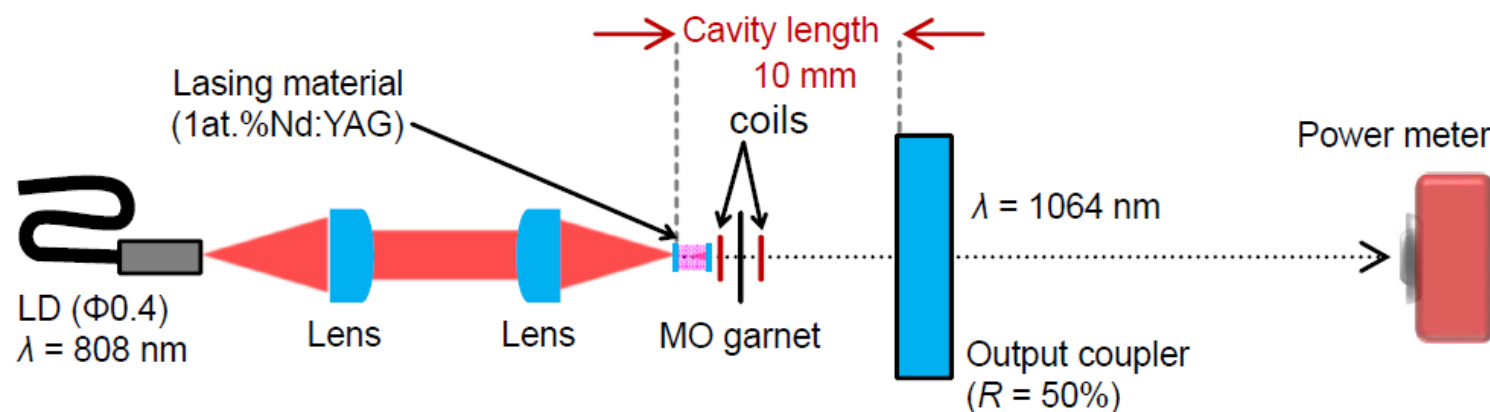
【比較例】
コイルのみ
入力電流～本発明の約8倍



永久磁石による固定磁場を適切に設定することで、
励磁コイルの入力電流を極めて小さくできる

新技術の内容





MO膜厚: 190 μm
キャビティ長L: 10mm
MO膜透過率T: 79%
入力光パワー P_{in} : 76 W
入力光繰り返し周波数: 1kHz
入力光パルス幅: 200 μs
出力CWパワー P_{CW} : 400 mW
出力ピークパワー P_{peak} : 10.6kW
出力光パルス幅: 37.7 ns

- ・最初の発振30 Wに比べて、353倍の出力向上。
- ・桁では3桁アップに相当

| | 膜厚* | キャビティ長 | 透過率 | P_{in} | P_{cw} | P_{peak} |
|----|-------------|--------|-----|----------|------------|------------|
| 当初 | 190 μ m | 130mm | 78% | 20W | 80 μ W | 30W |
| 現状 | 190 μ m | 10mm | 79% | 76W | 400mW | 10.6kW |

* 磁性ガーネット膜厚。

《 P_{peak} 1MWの実現に向けて：数値は例》
キャビティの更なる短縮：10mm→4mm
磁性ガーネット膜厚低減：190 μ m→10 μ m
透過率向上（反射防止膜）：79%→98%
入力光パワー：76W→100W

実用化に向けた課題

- 現在、パワー10kW以上まで実現している。
1MW級のパワーを実現したい。
- 実用化に向けて、レーザー・ユニットを構築することが課題である。
- 安定した光源として用いるためには、制御装置や外部磁場を付与する装置との統合が必要である。

企業への期待

- レーザー光源装置に関する技術を持つ企業との共同研究を希望している。
- また、実用化のためには、レーザーの制御および外部磁場に関する技術がキーとなる。
- レーザー装置、燃烧用プラグ、ディスプレイパネルを開発中の企業、磁場に関する開発を行っている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : Qスイッチ固体レーザー装置
- 登録番号 : 特許第6667824号
- 出願人 : 豊橋技術科学大学、
自然科学研究機構
- 発明者 : 井上光輝、高木宏幸、
後藤太一、平等拓範

お問合せ先 : 研究推進アドミニストレーションセンター

Phone: 0532 - 44 - 6975

FAX: 0532 - 44 - 6980

E-mail: tut-sangaku@rac.tut.ac.jp 担当: 白川正知