

ラマン分光法用の 785nm レーザーとして最適なものは？

レーザー性能パラメーター

ラマン分光法で最も一般的に使用される波長は 785nm です。散乱効率、蛍光の影響、検出器効率、およびコスト効率が高くコンパクトで高品質なレーザー光源の可用性の間で最適なバランスを提供します。

[Lasers for Raman Spectroscopy - Cobolt - Applications \(hubner-photonics.com\)](https://www.hubner-photonics.com/Lasers-for-Raman-Spectroscopy-Cobolt-Applications)

785nm ではさまざまな種類のレーザーが利用可能です。これらは異なる性能とコスト特性を備えているため、特定のラマン分光装置のセットアップに最適なソリューションを見つけるには、慎重に選択することが重要になる可能性があります。

重要なパフォーマンスパラメータは次のとおりです。

1. **スペクトル幅**
 - システムの解像度を制限しないように、これは数十 pm 未満である必要があります。一部の高分解像度アプリケーションでは、それよりもはるかに小さい線幅が必要になる場合があります
2. **スペクトル純度 (またはサイドモード抑圧比 -SMSR):**
 - 照明源は、ラマンピークが検出されるスペクトル領域で少なくとも 60dB より優れている必要があります。
3. **波長安定性:**
 - システムの解像度を制限しないように、時間と温度の両方が数 pm のオーダーで低くなければなりません
4. **モード:**
 - 高分解像度イメージング用途では、高品質の TEM00 横方向シングルモードビームプロファイルが重要です。(プローブベースのシステムでは、コアサイズが 50~200 μ m のファイバーに効率的に結合できる限り、マルチモードビームが機能します。)

785nm 付近のレーザー技術

785nm では基本的に 4 種類のレーザーが利用可能ですが、使用法やラマン分光法に関してはそれぞれ独自の長所と短所があります。

1. **785nm ダイオードレーザー:**
 - 標準的なファブリーペロー型半導体レーザーは、通常 1nm を超えるスペクトル帯域幅を持っているため、通常はラマン分光用途には適していません。
2. **785nm DFB ダイオードレーザー:**
 - これらは、チップ自体のゲイン構造と統合された DBR(分布ブラッグ反射器) 構造を備えたシングル横モード半導体エミッターです。単一のレーザーチップとして購入することも、すぐに使用できるようにパッケージ化して購入することもできます。非常に狭い線幅と単一周波数の性能も提供できますが、出力は数十 mW に制限されます。SMSR は通常、メインピー

クから数 nm 離れたとしてもわずか 30~50dB であり、ラマン分光法に適したものにするためにスペクトルクリーンアップフィルターを使用する必要があることを意味します。コンパクトなサイズなので、小型のハンドヘルドシステムに適しています。



図 1 DBR ダイオードレーザゲインチップの構造図と DBR ダイオードレーザの標準パッケージ例

3. 785nm 狭線幅ダイオードレーザ(NLD)または周波数安定化ダイオードレーザ:

- 周波数安定化ダイオードレーザは、発光を狭い線幅に周波数ロックするための外部格子構造 (通常は VBG-ボリュームブラッググレーティング) を備えた高出力ファブリーペロー半導体ダイオードレーザに基づいています。このアプローチは、シングル横 (TEM00) モードとマルチ横モードの両方のエミッターで動作し、単一周波数性能まで数十 pm の線幅でレーザー放射を実現します。出力パワーの範囲は、シングル横モードレーザーの 100mW 強から、マルチ横モードのワットレベルレーザーまでです。DBR レーザと同様に、高品質のラマン分光分析結果を得るために十分なサイドモード抑圧比 (SMSR) を達成するには、通常、これらのレーザーをスペクトルクリーンアップフィルターと組み合わせる必要があります。Cobolt 08-NLD シリーズはこのテクノロジーに基づいており、最大 120mW 出力のシングル横モード TEM00 レーザーと最大 500mW 出力のマルチ横モードレーザーの両方が含まれています。すべての Cobolt 08-NLD レーザーには、ダイクロイックスペクトルクリーンアップフィルターが設計に統合されており、統合された光アイソレーターが標準で付属しているため、レーザーは光フィードバックの影響を受けにくくなっています。すべての Cobolt 08-NLD レーザーは、シングルモード偏波維持 (SM/PM) ファイバーまたはマルチ横モードファイバーにファイバー結合することもできます。

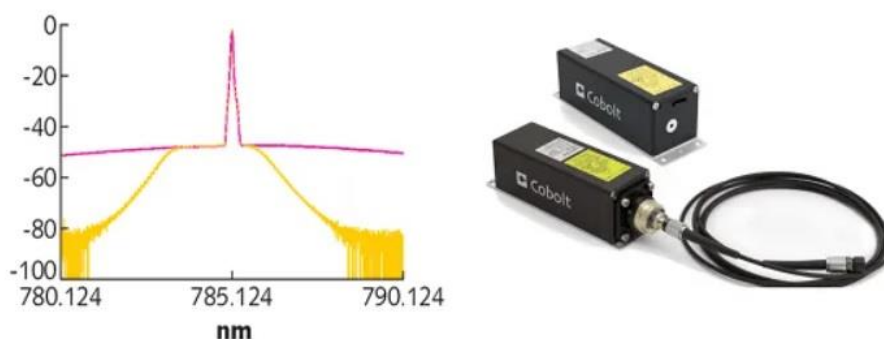


図 2 ダイクロイックスペクトルクリーンアップフィルターを使用した場合 (黄色) と使用しない場合 (ピンク) の、マルチモード周波数安定化ダイオードレーザの典型的なスペクトル性能。光アイソレーターが統合された Cobolt 08-NLD 785nm レーザー。自由空間またはファイバー結合。

4. 強化されたスペクトル純度(ESP)を備えた 785nm 周波数安定化レーザー:

- 3.で述べた周波数安定化レーザーダイオードの性能はさらに改善できます。線幅を減らすという意味ではなく、スペクトル純度を高めるという意味です。ラマン信号は本質的に弱いため、高分解能ラマンではスペクトル純度が重要です。バックグラウンドスペクトルが高すぎる場合、ラマン信号は見えません。標準の Cobolt 08-NLD レーザーのダイクロイックスペクトルクリーンアップフィルターを使用すると、メインピークから約 1~2nm の位置で >60dB のスペクトル純度を達成することができます。これは、200~40000cm⁻¹ の指紋スペクトル領域におけるラマンシフトの検出には十分です。ただし、200cm⁻¹ 未満の領域の低周波ラマンアプリケーションでは、メインピークから数 100pm の高いサイドモード抑制比 (SMSR)が必要です。Cobolt 08-NLD ESP レーザーは、レーザーピークから 300nm の距離で >60dB のスペクトル純度を可能にする特許出願中のテクノロジーに基づいています。これらのレーザーは強化されたスペクトル純度(ESP)を備えており、低周波数または THz 領域でのスペクトルシフトを伴うラマン分光法に非常に適しています。

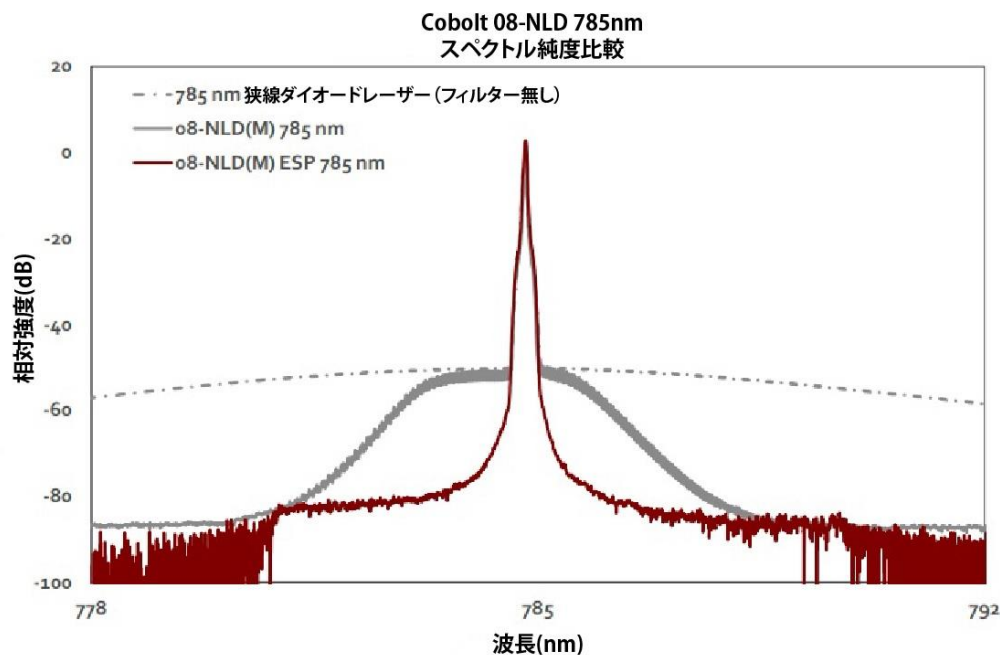


図 3 Cobolt 08-NLD 785nm ESP レーザーのスペクトル性能。メインピークから 300nm 未満の距離で >60dB の SMSR を実現し、レーザーの外部スペクトルクリーンアップなしで低周波ラマンを可能にします。