

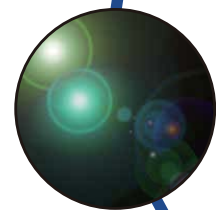
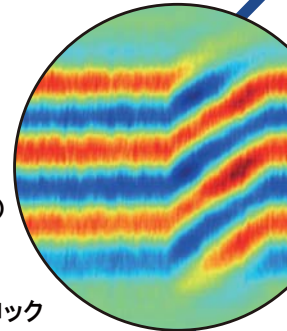
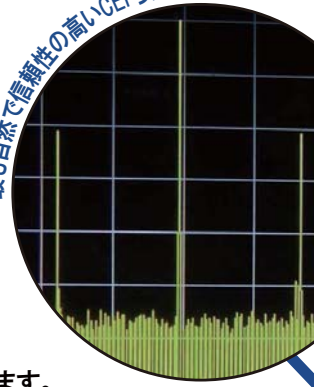
- フーリエ変換限界パルス幅:<5.5フェムト秒  
パルス幅(測定値):<6フェムト秒
- 平均出力:>220mW
- 完全設計のCEPロックレーザー
- CEPLoQ<sup>TM</sup> 技術を採用した励起レーザー搭載

### 概要

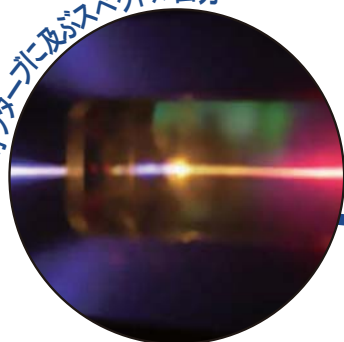
venteon CEP5 は、完全に調整された極めて短いパルスを持つキャリアエンベロープ位相(CEP)安定化レーザーであり、venteon ultra発振器の優秀なスペクトル特性を利用して、50未満のタイミングジッタでサブ2サイクルCEP安定化レーザーパルスをダイレクト実行します。venteon ultraオクターブ拡張レーザーを構成するため、venteon CEP5 システムはfCEOビート生成用のf-2f干渉計と超低ノイズfinesse pure CEPポンプレーザーを内蔵し、CEPLoQ 技術の特長として、AOM出力変調とすべての関連する電子制御なしで CEP 安定化を可能とします。

venteon CEP5 では、その広いスペクトル帯域幅を利用して、はるかに短い5フェムト秒以下のパルスを発振器から直接得ることができます。このオクターブに及ぶ広帯域のスペクトル出力によって、f-2f干渉法を用いてスペクトルを広帯域化せずにビート信号を発生させ、直接にパルスのCEP安定化を図ります。スペクトルの広帯域化をするPCF (Photonic Crystal Fiber:フォトニック結晶ファイバー)デバイスやPPLN (Periodically Poled Lithium Niobate:周期的分極反転ニオブ酸リチウム)デバイスのどちらも不要です。出力スペクトルの端にフィルタ処理を施すことで、その後の実験の際には 220mW以上の出力とサブ6フェムト秒パルスが残るので利用する出力はたったの10%です。このことは、レーザー出力ビームを歪ませることなく且つ長期にわたる優れた位相ロックを維持しながら CEP安定化を実現するのに、最も自然で最も直接的、さらには最も信頼性の高いアプローチです。

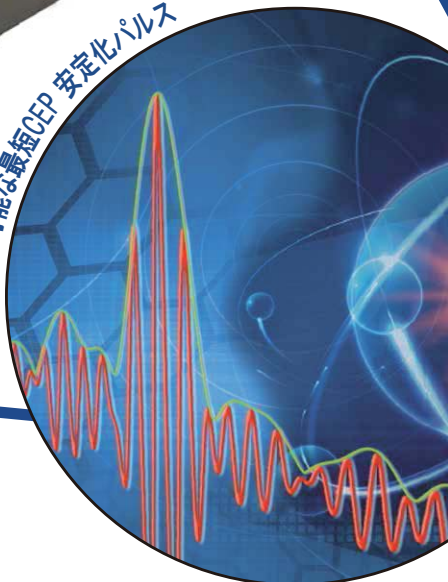
最も自然で信頼性の高いCEP安定化



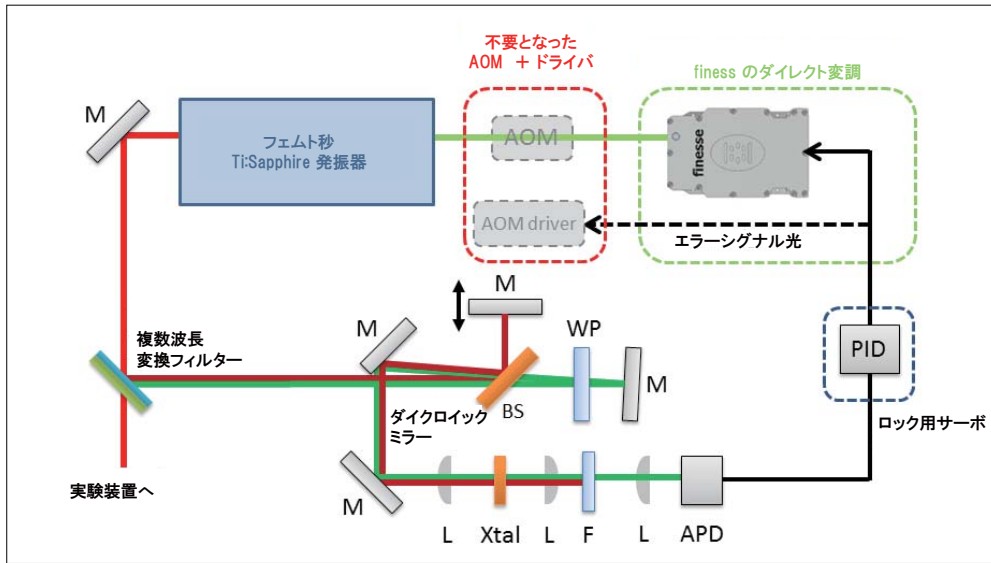
オクターブに及ぶスペクトル出力



購入可能な最短CEP安定化パルス



2番目の進歩は、発振器の前か後にAOM システムではなくCEPLoQ™ 技術を設置して励起レーザーに直接処理されたシグナル光を入力するフィードバックシステムです。これを達成するために、ポンプレーザーの +1%出力変調を直接コントロールし、最高700kHzまで90度より良い位相挙動を持たせて1 MHzまで直流電流の範囲をカバーして、従来の手法よりも安定したロックを行えるバンド幅をもたらします。これらの2つの革新的な技術の組み合わせが、今日実現できる最も直接的で自然な手法を使用するCEP安定化レーザーをもたらしました。それは、最小のメンテナンスで稼働する小型筐体内で外乱を受けない高品質出力ビームの真のサブ2サイクル・サブ5.5fsパルスで稼働します。

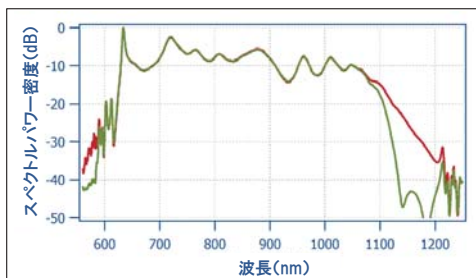


CEPLoQ 技術を用いるfinesse pure CEPでのCEP5ロックング手法の概略図

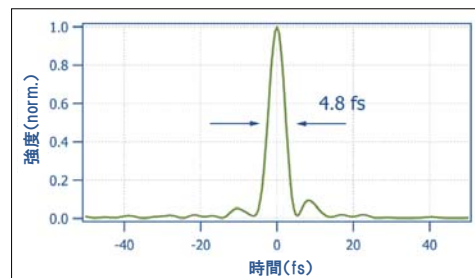
## 典型的な venteon CEP5 データ

レーザーシステムのモジュラー構成により、レーザー発振器と f-2fモジュールを容易に分離できます。CEP 安定化が不要な場合には、f-2fモジュールを取り外すことができます。そして venteon ultra に匹敵するすべての発振器特性を適用できます。こうして、多くのウルトラファースト分野のアプリケーションで最大の柔軟性を発揮できます。

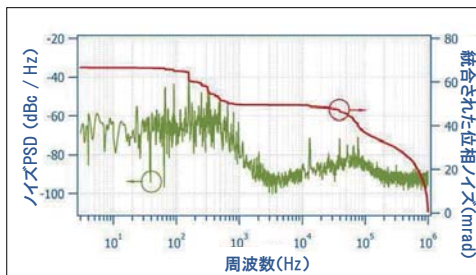
レーザーカンタム社は、SPIDER (Spectral Phase Interferometry for Direct Electric-field Reconstruction)技術およびその装置を用いて フーリエ変換の計算または実際に計測したパルス幅に基づき、当社が検知した数値と理論値が一致するかどうか パルス幅を明確に調べて分析しています。venteon CEP5 の場合、パルス幅 が6 fs未満で フーリエ変換限界パルス幅は5.5 fs未満です。これら2つの値に ほとんど差がないことで、優れたレーザー光の位相制御を実現しています。



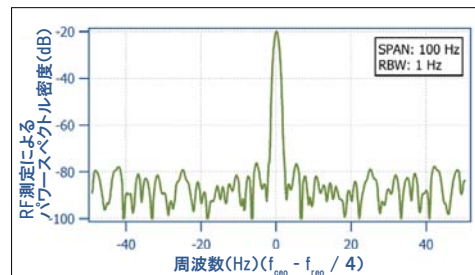
CEP 安定化の実現によるスペクトル両側のスローブ部をフィルタリングした場合の全発振器出力スペクトル(赤)と利用可能な venteon CEP5 出力スペクトル(緑)



SPIDER (Spectral Phase Interferometry for direct electric-field reconstruction) により測定された 典型的な数サイクル領域の短パルス(パルス幅:4.8 fs)

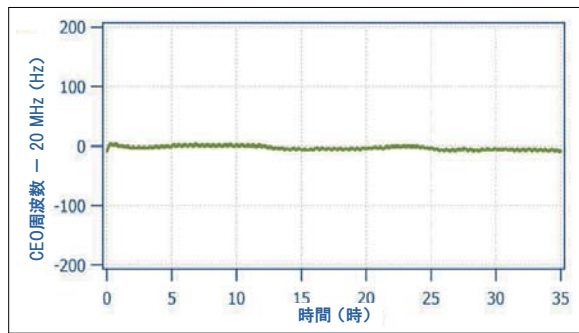


68mrad (1 MHz - 3 Hz)での安定化ピート信号の統合位相ノイズ



1 Hz の分解能帯域幅で記録された安定化CEPピート信号の拡大表示

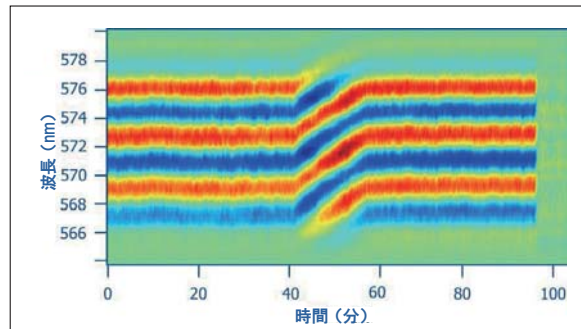




安定化CEPピートの長期追跡  
自動ウェッジコントロールにより、venteon CEP5はが何日にもわたってCEPをロックする

## オプションとアップグレード

venteon CEP5をCEP-ゼロオプションで注文すると、キャリアエンベロープオフセット周波数をゼロに安定させて、パルス列をコンスタントな CE位相(標準構成では4回に1回)で生成できるようになります。このシステムは、発振器全出力での場への依存性の高い実験や洗練されたパルス抽出の必要の無い繰り返しレートを可能にします。



ループ外計測による干渉測定。CEPの位相誤差をゼロにして、11のパルスを計測。位相同期技術がいかに優れているかが見て取れる。画像の中心部分は、共振器外にガラスウェッジを挿入することで、位相が変化する様子を示している。

※ Rauschほか編Optics express誌第17巻、2009年 20282頁~20292頁より引用

## 関連したシステム

venteonデュアルレーザーシステムは、ブロードバンドの数サイクル OPCPA アプリケーション用の理想的なフロントエンドとなります。このレーザーのスペクトル幅によって、NOPA段階用の信号としてブロードバンドサブ5.5 fsパルスが可能となり、さらに Ybベース増幅器ポンプ段階を種光とするのに十分なパルスエネルギーを供給します。パルスは2つの別個の出力ポートから供給され、本質的に超低タイミングジッタで自己同期します。CEP安定OPCPA を実現することに対して、CEP安定化レーザーシステムが必要な場合には、venteonデュアルレーザーシステムを、CEP5安定化技術および性能を誇るCEP オプション付きで注文できます。

PST option: 繰り返し率を安定化させる。共振器長や繰り返し周波数を微調整するために、低速および高速の piezo素子及びステッピングモーターを含む

TL-1000 タイミング安定化: レーザーシステム(PST オプションが必要)の完全なタイミング安定化のために必要なロック用電子装置、フォトダイオード、RF アナライザおよびオシロスコープのセット

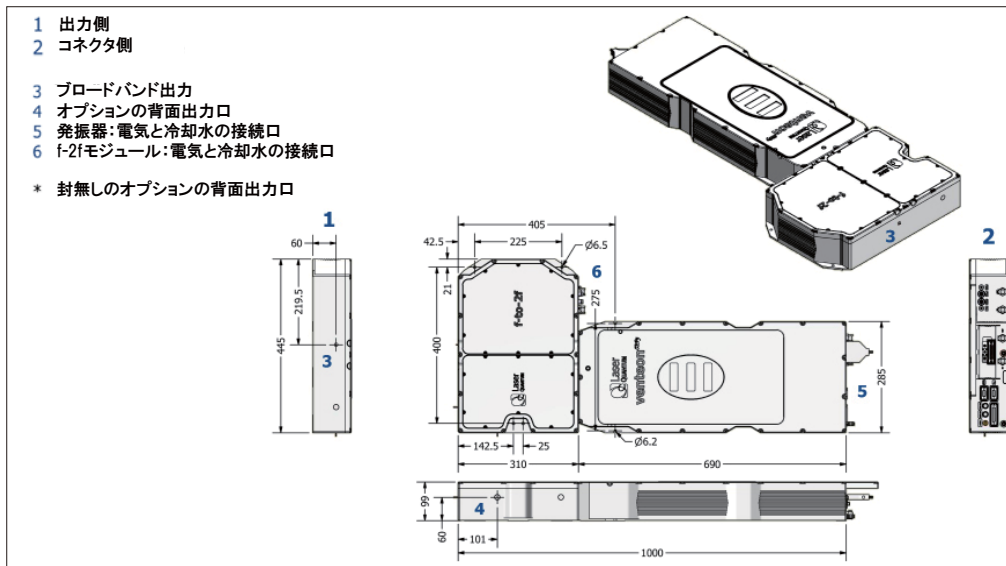


励起光の出力を直接調整するCEPLoQ™技術によって、AOMを利用することなく位相の安定性が維持され、従来の手法よりも応答速度が高速になりました。



venteon CEP5 レーザーシステムは、リモート開始、調整と分散コントロールを含むリモートコントロール能力を優れた特徴とします。付属のユーザーコントロールソフトウェアを使用することで、レーザーシステムを手動介入なしで日々、処理、モニター、維持することができます。設置に当たっては、弊社のサービスエンジニアが、レーザーシステムと関連するすべてのコンポーネントについて、詳細なトレーニングを提供します。サービスが必要な場合、ユーザーコントロールソフトウェアを経由して弊社のサービスエンジニアがレーザーシステムに遠隔から接続し、レーザーの点検と最適化を行って、迅速で効率的なサポートを保証します。

## 寸法 (mm)



図面は、製品の概要説明を目的として記載されています。詳細な図面が必要な場合は、お問い合わせください。

## その他

- 水冷式
- システムチラー付属
- 電子機器のロックを含む
- 必要なすべての測定機器(オシロスコープ、RFアナライザ)
- 重量 50kg
- 2年保証

## 仕様\*

	venteon CEP5
平均出力	~220 mW
パルスエネルギー (80 MHzにて)	~2.75 nJ
中心波長 <sup>1</sup>	830 nm +/- 30 nm
スペクトル帯域幅(-10dBcにて)	>380 nm
パルス幅(測定値) <sup>2</sup>	<6 fs
フーリエ変換限界パルス幅	<5.5 fs
RMS ノイズ <sup>3</sup>	<0.1%
励起光源	finesse pure CEP 6 W
ビーム拡がり角	<1 mrad
CEP位相ノイズ <sup>4</sup>	<100 mrad
f <sub>ceo</sub> ピーク信号のSN比 (100 kHz RBWのとき)	>30 dB
M <sup>2</sup>	<1.2
出力安定性(24時間)	<1% RMS
繰り返し周波数	80 MHz +/- 100 kHz

\* レーザーカンタム社は、常に製品の改善に努めているために仕様は予告なく変更する場合があります。

<sup>1</sup> スペクトル重心として測定

<sup>2</sup> オプションの余剰キャパティ分散補償を使用して達成

<sup>3</sup> 励起レーザー finesse pure を使って測定した1Hz~10MHzの帯域幅内のRMSノイズの値

<sup>4</sup> RF則波帯分析から得られたノイズ帯域3 Hz から1 MHz

**LASER QUANTUM LTD**

tel: +44 (0) 161 975 5300

email: info@laserquantum.com

web: www.laserquantum.com

**LASER QUANTUM INC**

tel: +1 408 510 0079

email: info@laserquantum.com

web: www.laserquantum.com

**LASER QUANTUM GmbH**

tel: +49 7531 368371

email: info@laserquantum.com

web: www.laserquantum.com

VA1.1