

# venteon OPCPA

次世代のウルトラファーストのアンプ



- ・ オプティカル・パラメトリック・チャープ・パルス増幅器 (OPCPA)
- ・ 数サイクル、 $< 8\text{fs}$  パルス幅
- ・ 高繰り返しレート $200\text{kHz}$  -  $4\text{MHz}$
- ・  $\mu\text{J}$  レベルのパルスエネルギー
- ・ オプションでCEP安定化

## 特徴

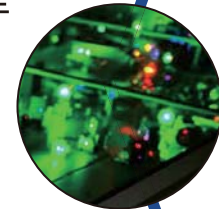
LaserQuantum社は、市販品として完全な最新世代OPCPAシステムを、世界にはじめて紹介します。超短パルス発生エキスパートとして、またパラメトリック増幅器のパイオニア的な研究を進めてきたLaser Quantum社は、この技術革新的なウルトラファースト増幅器で次のステップに踏み出します。venteon ultraの並外れたバンド幅と性能を維持しつつ、非線形な圧縮を付加することなく、数サイクルで、数 $\mu\text{J}$ レベルのパルスを発生させます。

venteon OPCPAは、数サイクルパルス幅であるのと同時に、 $\mu\text{J}$ レベルのパルスを発生し、かつ高繰り返し周波数で提供することができます。

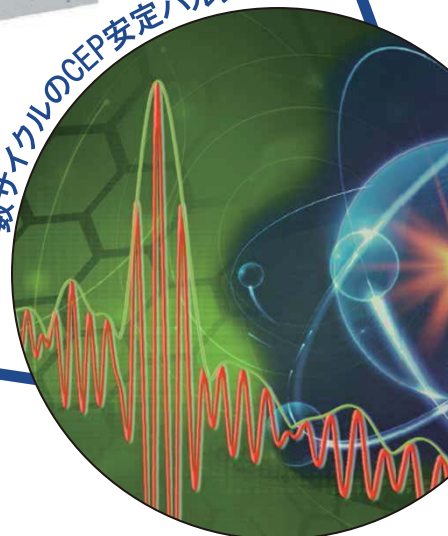
その優れた出力安定性とCEP安定化が、非線形分光や高次高調波発生研究の理想的な光源となっています。励起レーザーとして、finesse pure またはfinesse pure CEPを組み込むことによってventeon OPCPAのノイズレベルを1%以下に抑えています(図3)。



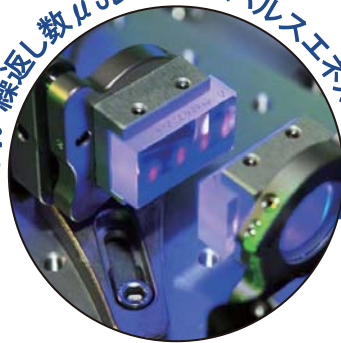
広いスペクトル帯域幅



数サイクルのCEP安定パルス



高い繰り返し数 $\mu\text{J}$ レベルのパルスエネルギー



## OPCPAの応用

venteon OPCPAシステムは、数サイクルの $< 8\text{fs}$ パルス幅、 $\mu\text{J}$ レベルのパルスエネルギー、 $200\text{kHz}$ 以上の高繰り返し周波数の性能を兼ね備えたマーケットで唯一のシステムです。高い光子フラックス、高強度、広バンド幅、ウルトラショートパルス幅を必要とする全ての応用に有効なユニークな光源です。

1つの主要な応用分野が表面科学であり、そこでは2光子光電子分光(2PPE)を主なテクニックの1つとして用いて、リアルタイムで表面における化学反応を研究したり、電子、スピン、フォノン間のダイナミクスで時間依存する相互作用を研究します。



ギガワットレベルを超えるピークパワーと、 $10^{15}$  W/cm<sup>2</sup> を大きく越えるピーク強度を備え、venteon OPCPA は高い繰り返しレートの高調波発生と XUV 分光学のための理想的なツールです。相関測定は、データ収集時間が、従来は数時間かかっていたところが(1kHzアンプ使用時)venteon OPCPAでは数分で取り込むことができ劇的に短縮されます。これにより、XUV 分光学、構造物分析と画像化技術と同様、まれな事象の研究をも可能とします。

もう一つの例としては、venteon OPCPAは統計手法の劇的な改善によって COLTRIMS (COLd Target Recoil Ion Momentum Spectroscopy)での光-物質相関を研究する新しい体制を可能とし、例えばチタンサファイア増幅システムでは不可能だった同時測定と二重イオン化プロセスが可能となりました。

これらの選択事例に加え、高い光子フラックスおよび数サイクルパルス幅、高い繰り返しレートと  $\mu$ J レベルエネルギーのユニークなコンビネーションから、venteon OPCPA は広範囲に亘る非線形応用の分野や分光法での決定的な利点を提供します。一例としてはCARS(コヒーレントアンチストークスラマン散乱)があり、測定時間の劇的減少、拡張された統計および優れた CEP 安定性によるメリットを得られるでしょう。

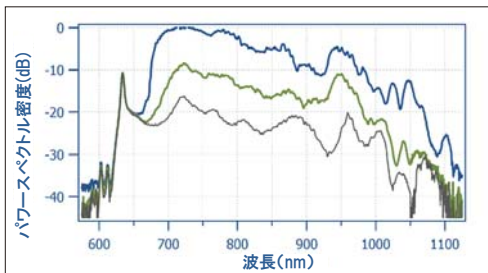


図1 venteon OPCPA の典型的な増幅出力スペクトル(青)。広帯域シーダースペクトル(黒)と最初の NOPA の増幅スペクトル(緑)。パラメトリック過程の超広帯域ゲイン特性により、シーダースペクトルのほぼ全体が、パルス幅<8fsで増幅されます。

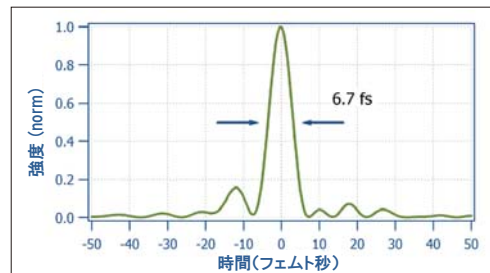


図2 venteon OPCPA の圧縮された出力パルスをventeon SPIDER で計測。数サイクルパルス幅にCEP安定化(下記の図)、かつ  $\mu$ J レベルのパルスが、アト秒科学や非線形分光研究などに理想的なシステムとなっています。

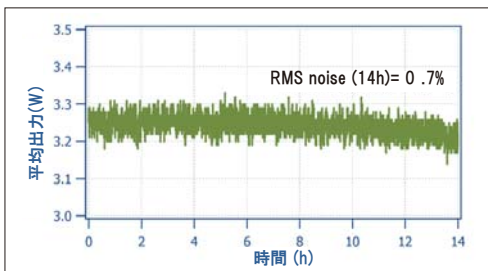


図3 14時間に亘るventeon OPCPA の典型的な長時間安定性。

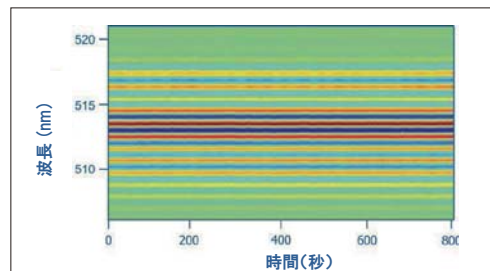


図4 venteon OPCPAのCEP安定化した出力を圧縮させ、2台目の f-to-2f 干渉計で計測。安定化には、シード発振器にスローなフィードバックループを掛けています。システムとしては、100mrad以下の rmsフェーズエラーを示します。(3ms積分時間を10分以上計測)

## 革新的技術

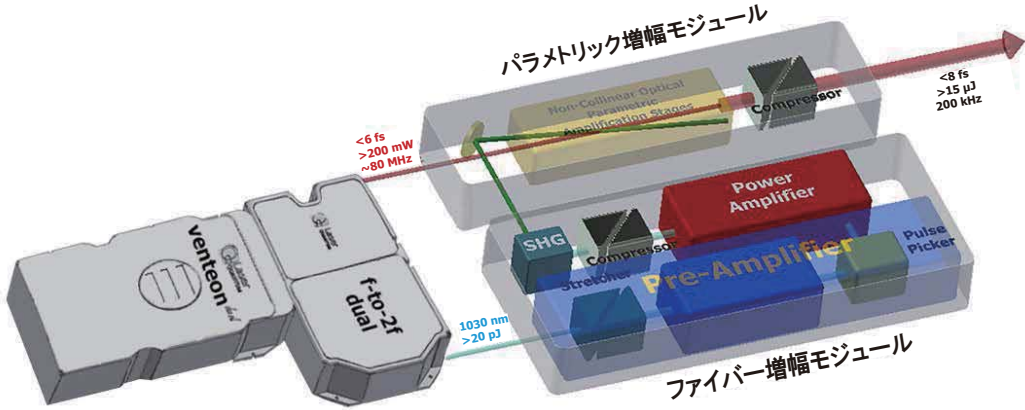
チタンサファイアをベースにしたマルチパス増幅器や再生増幅器と比較して、venteon OPCPA システムの核となるパラメトリック増幅プロセスは、もっと大きな利得バンド幅を有しています。その結果、venteonフェムト秒発振器からのウルトラブロードなバンド幅とパルス幅をサポートします。

venteon OPCPAシステムのベースは、venteon dualレーザーで、ウルトラブロードバンドな信号の他に、1030nm波長のナローバンドなシード出力を発振します。2つのレーザービームは、元々のレーザー発振のスペクトルからフィルターで切り出し、かつ非線形による広帯域化はしていないので、タイミングジッターは小さく、その結果、最終段のOPCPA出力のノイズ自体も小さく抑えられます。

増幅段で熱負荷問題が発生しないため、性能のスケーリング化ができ高繰り返し周波数が可能です。LaserQuantum社では継続的なアップグレードプログラムがあるため、通達なしに性能は改善されます。



# OPCPAの原理

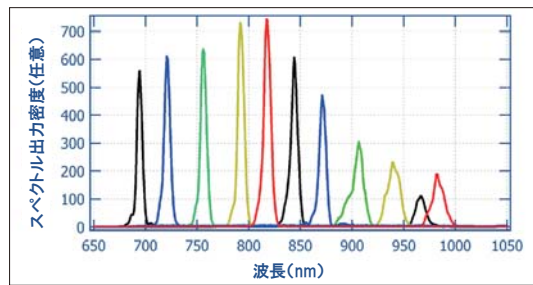


venteon dualがOPCPAのシーダーとして理想的なフロントエンドで、2つの分離したレーザー出力を提供します。<math><6\text{fs}</math>のスペクトルがウルトラブロードバンドな信号ビームと、1030nmで後続のパワー増幅のための<math>>20\text{pJ}</math>のシードビームの2つの出力です。チタンサファイアのスペクトルの非線形な広帯域化のための過程は不要です。その結果、最高の安定性と2つの出力ビームの間のタイミングジッターは本質的に低く抑えられます。

1030nmの高出力な励起ビームからSHGを発生させたあと、ウルトラブロードな信号ビームは、広い650nmから1100nmのバンド幅を維持しつつ、2つのパラメトリック増幅ステージに導入されます。この過程は極めて効率的なため、複雑なマルチパス設定は不要です。信号ビームはウルトラショートパルスなため、極めてエネルギーの高いパルスをミラーベースの圧縮器で圧縮することができます。スループットが高く、高次分散にも適合します。その結果、最終段で増幅されたパルスも<math>>300\text{nm}</math>(-10dBc)という極めて広いスペクトルバンド幅を維持しています。かつ短パルスで<math><8\text{fs}</math>で、エネルギーは<math>>5\text{ }\mu\text{J}</math>、200kHzの繰り返し周波数が得られています。更なる高出力化、短パルス化へのアップグレードが可能です。

## システム汎用性とカスタマイゼーション

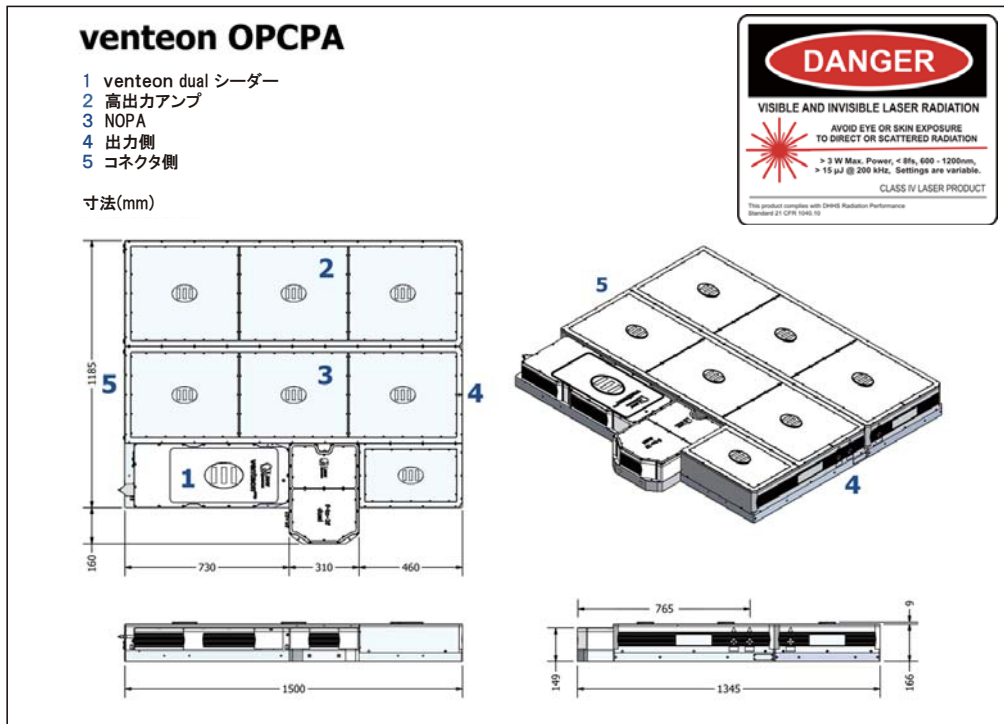
ユニークな数サイクル仕様に加えて、venteon OPCPA は非常に用途が広く、250 fs パルス幅未満で<math>>25\text{ W}</math> (515nm) または<math>>50\text{ W}</math> (1030nm) @ 200 kHzの 高い平均出力を持ち、515 nm または1030 nmでの同期出力を提供できます。広帯域作動に代わる選択肢として、高μJパルスエネルギーを維持しながら、700nmと1000nm間で容易に出力を選択できます。この作動モードでは、利用可能なパルス幅とスペクトル幅をかなりの部分でカスタマイズできます。



515nmあるいは1030nm で出射される追加のレーザーパルスの組み合わせが、ブロードバンドや選択可能な OPCPA出力と共に、UVから中赤外への効率的な周波数変換を可能とし、結果的にventeon OPCPA を、μJレベルと MHz 繰り返しレートの高出力超短パルスを供給する多機能な光源としています。

関係製品		選択仕様とアップグレード	
venteon dual	OPCPA増幅過程の理想的なフロントエンドで、他の単独の研究目的にも十分に使用できます。	CEP準備	venteon OPCPA は、完全CEPロックアンプシステムへの将来のアップグレードの準備ができた状態で購入できます。このオプションには、CEPLoQ技術を優れた特徴とする finesse pure CEP励起レーザーも含まれます。CEPLoQTMは直接に励起レーザーの変調を可能にし、従来の機構と比べ、より早く、安定な応答を可能にしています。
venteon pre-amp1	低エネルギーパルス(～10pJ)を高出力レベルの(～1nJ)に増幅するシステム		
venteon pre-amp2	繰り返し周波数が80MHz～0.3MHzの間で使用可能です。	CEP アップグレード	venteon OPCPAはCEPまたはCEP-Zero安定化の機能を付加できます。

## 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。

## システム構成

OPCPAは短期間で開発された技術です。LaserQuantum社はその先端を行こうとしています。LaserQuantum社の使命はより広い分野でこのレーザーが使用できるようにすることであり、多くの研究者と一緒に、研究要請に応えられる製品に作り上げてゆく必要があります。増幅ステージをさらに付加して、より高出力化を図ることができます。そのため光学アライメントで他のレーザービームにアクセスすることができ、またパルスのパラメーターを調整することができます。

OPCPAのワールドリーダーとしてLaserQuantum社は技術的な改善をし続けます。

## 仕様\*

	venteon OPCPA		
パルスエネルギー <sup>1,2</sup>	>15 $\mu$ J	>3 $\mu$ J	>0.75 $\mu$ J
繰り返し周波数 <sup>3</sup>	200 kHz	1 MHz	4 MHz
平均出力	>3 W		
パルス幅 (測定値)	<8 fs		
スペクトルバンド幅	>300 nm (@-10 dBc)		
ノイズ(RMS)	<1%		
電力	110 - 230 V 単相 50-60 Hz		
追加工出力	多波長出力として1030nm、515nmも可能		

\* LaserQuantum社は、継続的に性能改善プログラムを行っており、通達なしに仕様を改善することがあります

- 1 より高出力の増幅器が開発製品として提案可能
- 2 パルスエネルギーと繰り返し周波数のペアは固定
- 3 他の繰り返し周波数も可能

**LASER QUANTUM LTD**

tel: +44 (0) 161 975 5300

email: info@laserquantum.com

web: www.laserquantum.com

**LASER QUANTUM INC**

tel: +1 408 501 0079

email: info@laserquantum.com

web: www.laserquantum.com

**LASER QUANTUM GmbH**

tel: +49 7531 368371

email: info@laserquantum.com

web: www.laserquantum.com