

2017 Volume 1.2

INNER VISION

Revealing inner space like you have never seen before.



Optical






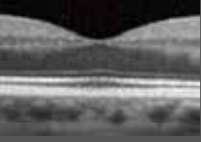


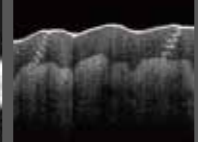

Coherence

Tomography

Santec OCT Systems and Lasers:

Being used in a wide range of applications



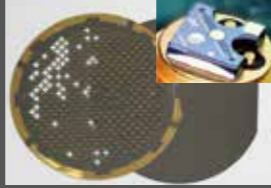

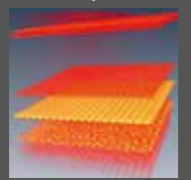
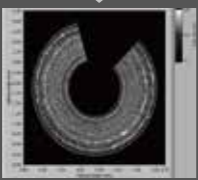
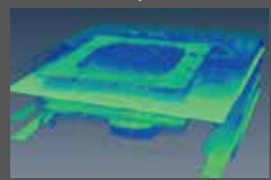

Medical Imaging

眼科	内視鏡	冠動脈	皮膚	歯
				
↓	↓	↓	↓	↓
				

Z.P.Chen, et al.,
Opt. Express, Aug/ 2007
Vol. 15 No. 16


Guillermo J. Tearney, et al.
J. of Biomedical Optics
Mar/ 2006 Vol.11 No.2

Industrial inspection

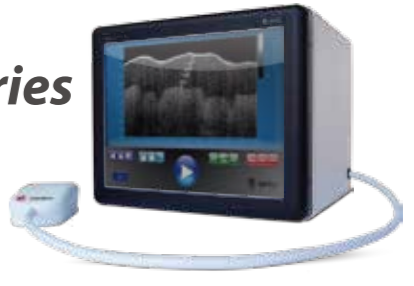
フラットパネルディスプレイ	医療装置 / カテーテル	シリコンエッチ / MEMSデバイス	3D測定
			
↓	↓	↓	↓
			

Our Products

Systems



Hi-Performance *IVS-2000 Series*



Portable *IVS-300 Series*

Lasers



HSL-1



HSL-20



HSL-200



HSL-2100

Components



プローブ



バランスフォトディテクタ



DAQボード



干渉計



解析ソフトウェア

INNER VISION SS-OCT system IVS-1000/200

santecのSS-OCTシステムIVS-1000/2000は研究用途、製品化の為の基礎検討など、様々な分野・応用でご利用頂ける装置です。OCTは近赤外線の後方散乱光の干渉を利用することで電子顕微鏡や実体顕微鏡とは異なり、可視域で透明でなくても生体や試料を採取・破壊することなく内部構造をリアルタイムに可視化する事が出来るため、X線CT、MRI、超音波、共焦点顕微鏡に続く最先端断層測定器として期待されております。

Inner Visionは当社の高速スキャングレーザ (HSLシリーズ) を使用し、高解像度で鮮明な干渉分析画像をリアルタイムに得ることができます。また、3次元撮影も可能です。

オプションでLabVIEWを用いたソフトのソースコードも開示できますので、お客様ご自身でのカスタマイズも可能です。また、光源やプローブをご希望に合わせてお選び頂けます。



Typical specifications

parameter	Specification	Notes
Swept source	HSL series	
Interferometer	Mach-Zehnder type Delay line integrated	Other custom available
Probe	Microscope type Handheld type	2D, 3D, CCD included
DAQ board	Special FPGA type 100MHz, 12bit	Real time displaying up to 25-30fps
PC	Quad-core 2.4GHz clock	Windows 7
Software	OCT software Viewer software	LabVIEW10.1 required VI file can be disclosed by option
Option	Foot switch PS-OCT High Repeatability (<0.1um) measurement System	

Model No.	Center Wavelength	Features
IVS-1000-VCSEL	1060nm	Tunable VCSEL Type
IVS-2000-HS	1310nm	MEMS Type High Speed :100kHz A-line
IVS-2000-HR	1310nm	High Resolution
IVS-2000-LC	1310nm	MEMS Type Long imaging range > 10mm, 50kHz A-line
IVS-2000-ST	1310nm	General and In-line Inspection

INNER VISION SS-OCT system IVS-300

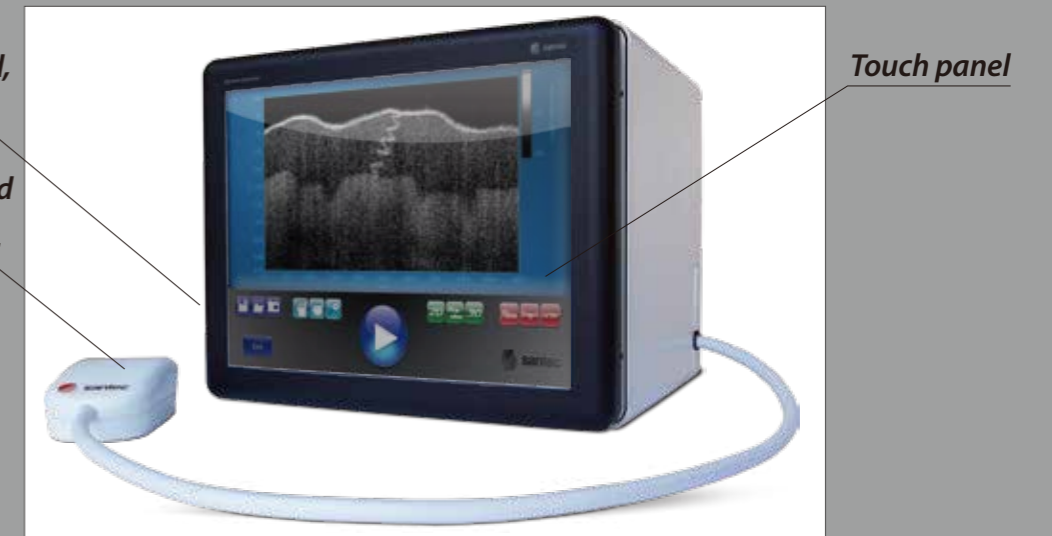
オールインワン ポータブルOCT

光源、干渉計、フォトディテクタ、プローブ、データ処理用マルチファンクションボードなど、OCTシステムを構成するすべてのモジュールが一つになった、世界初のオールインワンポータブルSS-OCTシステム「IVS-300」です。

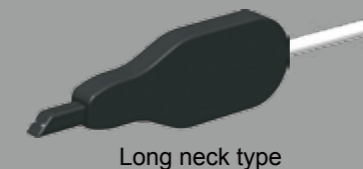
臨床研究などの現場で測定するアプリケーションに適しており、OCTを初めて使用する方でも顕微鏡のように簡単に使用できます。

USB port (x3)
for Mouse, Keyboard,
Foot switch, Other

Probe with integrated
Interferometer and
2 axis MEMS scanner



Probe type



Long neck type



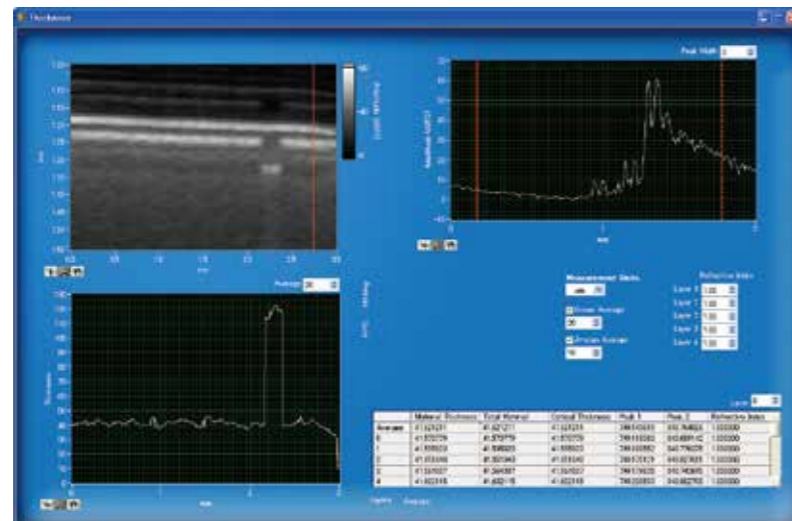
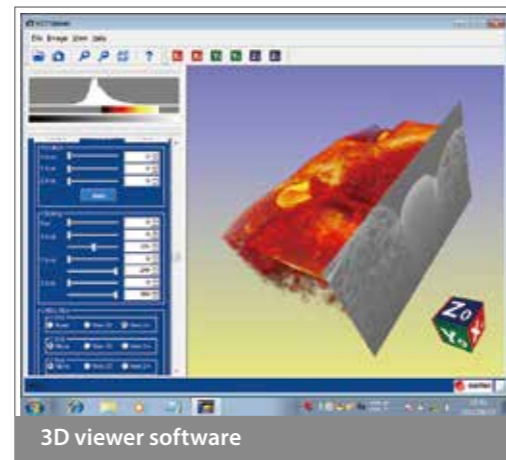
Grip type

Basic configuration

Parameter	Specification	Notes
Swept source	HSL series	
Probe	Long neck type Grip type	Built in Mach-Zehnder interferometer
DAQ board	Special FPGA type 100MHz, 12bit	Real time displaying up to 25-30fps
PC	Quad-core 2.4GHz clock Touch panel	Windows 7
Software	OCT software Viewer software	
Other	CP-OCT available	CP = Cross Polarization

Feature of IVS software

- リスケーリングアルゴリズム処理をリアルタイムに行うFPGAを実装したDAQ board
- 最大30fpsのリアルタイム・イメージング
- 1D、2D、3Dのイメージング機能
- 測定データの連続保存機能
- スキャン角度は自由に設定可能
- OCTグラフのキャプチャーデータや、生データの入出力が可能
- 表示画面のカスタム設定が可能 (IVS-2000のみ)
- 産業応用のための厚み、距離を解析できるソフトウェア (IVS-2000のみ)
- LabVIEW (VIファイル、ソースコード) プログラムはオプションで使用可能
- オプションの3D表示ソフト「OCT viewer」のトライアル版が使用可能



OCT probes

ハンドヘルドプローブや内視鏡用プローブは、SS-OCTシステムやOEM製品にカスタム・オプションとして使用して頂けます。



TUTORIAL

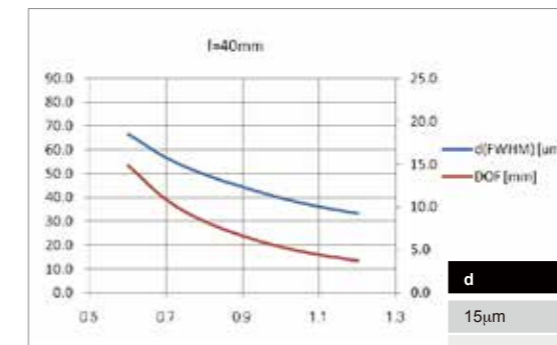
■ハンドヘルドタイプ
手に持ち、サンプルに押し当てて測定するプローブです。アタッチメントにより測定物までの距離を変え、3D測定も対応可能です。

■顕微鏡タイプ
XYZステージにより高精度にサンプルの位置決めを行い、CCDカメラにより測定部位を拡大してディスプレイ上で確認できるため、測定位置を確認しながら測定できます。また3D測定も可能です。

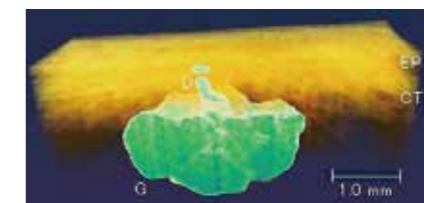
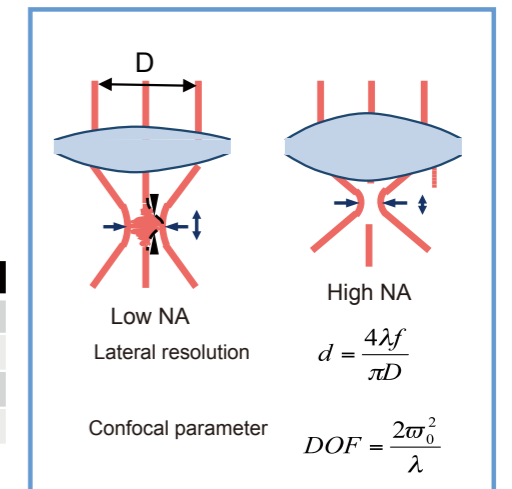
■横方向分解能と焦点深度 (DOF)
下記図のDは対物レンズに入射されるビーム径、fは焦点距離であり、NA (Numerical Aperture) は対物レンズの開口数、DOFは焦点深度です。

左下グラフは、d (スポットサイズ) とDOF (焦点深度) の2つのパラメータの一般的関係を示します。

OCTの分解能の原理として、例えば対物レンズのDOF (焦点深度) を深くするには、対物レンズのNA (開口数) を小さくする必要がありますが、水平方向の分解能であるスポットサイズは対物レンズのNAに反比例するため、NAを小さくすると必然的に水平方向の分解能であるスポットサイズが大きくなります。逆に、NAの大きな対物レンズを使用することで、焦点深度は浅くなりますが、水平方向の分解能を得る事が出来ます。つまり、深さ方向の焦点深度と横分解能はトレードオフの関係にありますので、光軸方向分解能との兼ね合い、及び測定の目的に応じて選定する必要があります。



Typical variations



Human labial glands

Oral/Dental application

Features of Swept Sources

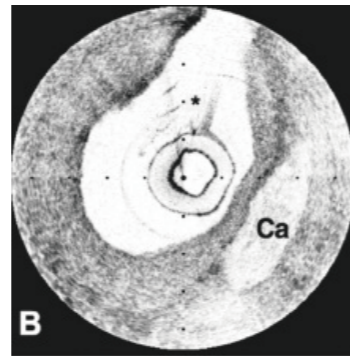
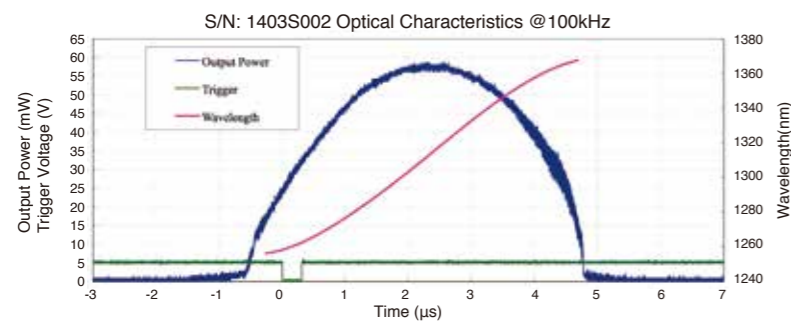
MEMS based HSL (HSL-20)

HSL-20は、MEMS技術を用いることで従来技術よりも小型、高速スキャンが可能な光源です。santecの独自設計により最速で100kHzの安定した高速スキャンが可能です。また、この光源はシステムと同期するためのk-トリガーとスタート-トリガーを内蔵しております。

HSL-20-100

HSL-20-100は、1.31 μ m波長範囲で高速スキャンし、冠動脈のイメージングなどの高速に測定するアプリケーションに適しています。

100kHz @ 1.31 μ m

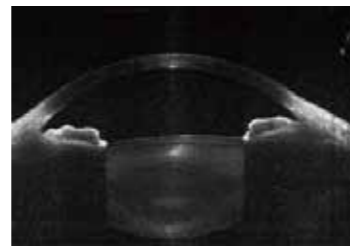
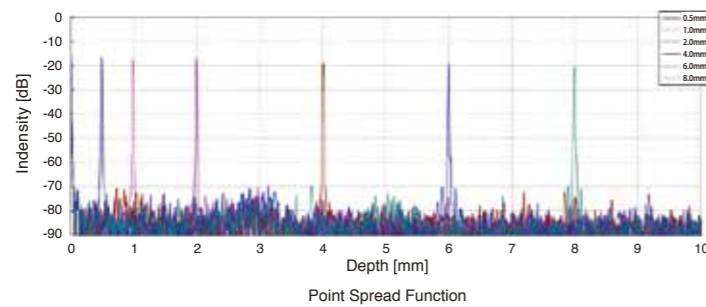


Guillermo J. Tearney, et al.
J. of Biomedical Optics
Mar/ 2006 Vol.11 No.2

HSL-20-50

HSL-20-50は、スキャンスピード50kHzで長いコヒーレンス長 (20mm以上) を持ち、目の前房 (角膜からレンズの後ろの表面まで) イメージングなど、深い測定距離を必要とするアプリケーションに適しています。

Deep imaging range



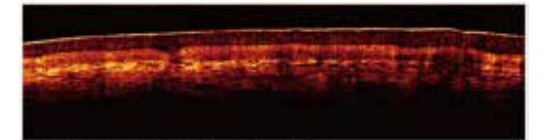
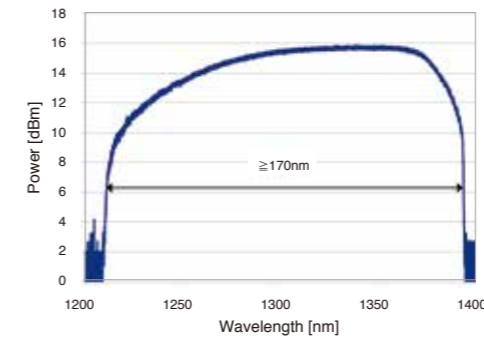
Polygon scanner based HSL (HSL-2100)

santecのSS-OCT用光源のベストセラー製品であるHSL-1100/2100シリーズはポリゴンスキャナを用いた構成です。この光源の特徴は高い再現性と線形性で、データ取得にk-トリガーを必要としない為、システム全体をシンプルに構成する事が可能です。それにより高い安定性、低コストなどを実現します。

HSL-2100WR

Wide scanning

HSL-2100WRは、HSLシリーズで最も広帯域のスキャンレンジ (170nm) が特徴です。最大20kHzのスキャンレートにより、分解能が約5ミクロン (体内) の測定が可能です。皮膚やガン組織、シリコンデバイス検査などより高い分解能が要求されるアプリケーションに適しています。



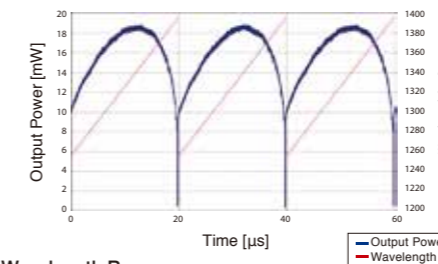
Skin at underside of 1st knuckle joint of ring finger
(Courtesy of MDL, Photo from press release July 28th 2009, www.mdl-ltd.co.uk)

HSL-2100HW

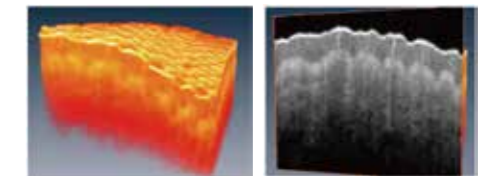
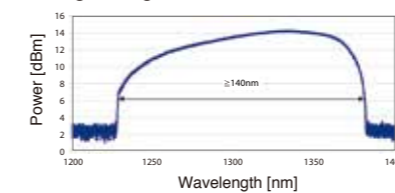
Wide scanning range with 50 kHz

HSL-2100HWは、広帯域 (140nm) でありながら50kHzと高解像度と高速性を両立した光源です。内視鏡用途など、高い分解能と高速なイメージングが必要なアプリケーションに適しています。

Transient Characteristics



Wavelength Range



3D OCT image of human finger
250x250x1024 pixel measured within 1.2sec

Specifications of Swept source

Parameter		Unit	HSL-20	
			Long Coherence	Hi-Speed
Wavelength Scan *1	Center Wavelength	nm	1315-1340	1290-1320
	Scan Range	nm	≥100	≥100
Output Power	Peak	mW	≥40	≥40
	Average	mW	≥18	≥18
Scan Rate		kHz	50	100
Coherence length *2		mm	≥20	≥16
Duty Cycle		%	≥45	≥45
Trigger		-	Integrated Start Trigger and k-Trigger	
Output Optical Fiber		-	SMF	
Output Optical Connector		-	SC connector APC polish	
Operation Environment	Temperature	°C	15-35	
	Humidity	%	<80, no condensation	
Electric Power		-	DC 12V ±5%	
Power Consumption		VA	50	
Size (W) x (D) x (H)		mm	134 x 194 x 54	
Weight		kg	2	

Parameter		Unit	HSL-200, HSL-2100			
			Standard	Wide Range	Hi-Speed Wide Range	Long Coherence
Wavelength Scan *1	Center Wavelength	nm	1315-1340	1290-1320	1300-1330	1300-1330
	Scan Range	nm	≥110	≥170	≥140	≥100
Output Power	Peak	mW	≥20	≥20	≥15	≥20
	Average	mW	≥12	≥10	≥9	≥10
Scan Rate		kHz	20	20	50	20
Coherence length *2		mm	≥5	≥6	≥3	≥9
Duty Cycle		%	≥65	≥60	≥65	≥65
Trigger		-	Integrated start trigger			
Output Optical Fiber		-	SMF			
Output Optical Connector		-	FC connector APC polish			
Operation Environment	Temperature	°C	15-35			
	Humidity	%	<80, no condensation			
Electric Power		-	AC 100V - 240V ±10%, 50/60Hz			
Power Consumption		VA	70 @ AC 100 - 120V, 80 @ AC 230 - 240V			
Size (W) x (D) x (H)		mm	343 x 376 x 153			
Weight		kg	10			

*1 : -10dB bandwidth

*2 : Round trip path length @-6dB signal drop Ex) 10mm coherence length = 5mm depth @-6dB down signal drop in OCT image

MEMS based HSL



HSL-20

Polygon scanner based HSL



HSL-200



HSL-2100

OEM solutions

HSL-20

HSL-20は、高速なスキャンと長いコヒーレンス長を両立した光源で、高速なイメージングと深い測定レンジを実現できます。検査時間の大幅短縮は、医療現場で患者への負担を大きく軽減することにつながると期待されています。

- 【特徴】**
- 高速スキャン
 - Small foot print
- 【用途】**
- OCTシステム用OEM光源
 - 撮像システム用OEM光源



BPD-200

BPD-200は2つのフォトディテクタをもち、この2つの差分を出力します。これによりレーザーのパワー変動などのコモンモードノイズを大幅に抑圧できます。さらに位相が異なる信号の場合は、信号が増幅されて出力されるというメリットもあります。従って微弱な信号も高感度に検出でき、OCT等のヘテロダイン干渉測定に最適です。さらにBPD-200はSwept Source OCTで問題になるディテクタの波長依存性によるアーチファクトの問題を大幅に軽減しており、SS-OCTに最適なディテクタです。

- 【特徴】**
- 帯域DC-80MHz or DC-200MHz
 - 高信頼性 & 高利得 & 高直線性
 - 2つのディテクタのバランスのとれたゲイン特性
 - アーチファクトを抑える設計
- 【用途】**
- Swept Source - OCT
 - ヘテロダイン計測
 - OFDR (Optical Frequency Domain Reflectometry)



HSL-200

HSL-200はOCT用ベンチトップ光源HSL-1100/2100がベースとなっており、OCTシステムへの組み込み用に設計されたコンパクトな光源です。世界最高級の性能、及び高い信頼性をそのままに、電源を外部入力として小型化し、RS-232Cなど外部からの制御・監視も可能です。OEM製品として、ご希望の仕様（スキャンレート、スキャン範囲、コヒーレンス長、出力など）にカスタマイズすることが可能です。

- 【特徴】**
- 高信頼性
 - 小型
 - 低RIN
- 【用途】**
- OCT用OEM光源
 - インライン検査装置用光源



IFM-200

IFM-200はマッハツェンダー干渉計のOEMモジュールです。可視光やディレイラインを内蔵し、外部制御することも可能です。santecが通信用に製品化している部品も内部に使用しており、通信部品メーカーならではの品質とコストを実現しております。仕様はご要望に合わせて設定が可能です。

- 【特徴】**
- 高信頼性
 - 小型
 - 可視光・ディレイライン内蔵可能
- 【用途】**
- OCT用干渉計
 - SS-OCT用クロック干渉計
 - インライン検査装置用干渉計
 - ヘテロダイン計測用干渉計



OCT solutions from santec

santecは光通信の分野で世界の伝送装置メーカー様とのビジネスを展開して参りました。パワーモジュラ、WDMフィルタモジュール、光減衰器などの伝送用光部品、及び波長可変レーザ、波長可変フィルタなどの光測定器を開発、製造、販売しております。

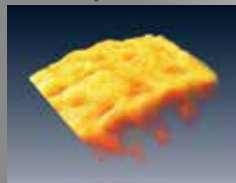
強いベンチャー精神をもって1979年に設立、数々の新しい光関連製品を世に送りだし30年以上が経ちました。特に1986年には外部共振器型半導体レーザを用いた、世界初の波長可変光源を発売しました。

santecの次世代OCT用光源「HSL-2100」は、設立から25年にわたって積み重ねられた革新的なデザインと専門知識を生かし開発され、多くの特許も取得しております。

現在、HSLシリーズは複数のモデルが発売され、高感度、高分解能なイメージングを可能にする、高いパフォーマンスを有する光源をご提供しております。

光源だけではなく、バランスドディテクター、プローブ、干渉計などSS-OCTに必要な全ての部品、更にはトータルシステム (IVS-2000) もご提供しております。

3D Inspection



Orange surface



Plastic screw

Biology



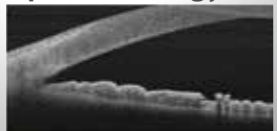
Tadpole

Endoscopy

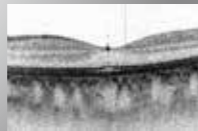


Rabbit Esophagus *1

Ophthalmology



Anterior segment of human eye



Human retina *2

References courtesy of
 *1 J. Su, J. Zhang, L. Yu, and Z. Chen (Univ. of California Irvine), Optics Express, Vol. 15, 10390
 *2 Y. Yasuno (Tsukuba Univ.), et al, Optics Express, Vol. 15, 6121
 (These two images were taken with their own developed SS-OCT system with using santec's HSL-series.)

Products

- OCT system
- Swept Source Engine
- OCT components
- DAQ board
- OCT software
- Balanced detector
- Interferometer
- Optical probe/catheter

Support

- 技術サポート
- 医療、工業応用の基礎検討に関する技術サポート
- OEM製品の開発、設計、量産
- 技術移管

Background of Swept Source-OCT

OCTは1990年代初頭に研究発表された、非侵襲なイメージング技術です。現在では診断機器として製品化されており、眼科では必須の診断器となっております。従来の画像診断機器 (MRI、PET、X線CT、超音波診断) 等と比べ、OCTは非侵襲、高分解能、低コストという特徴を持ち、多くの医療分野で実用化が進んでます。初期のOCTはTime-Domain OCT(TD-OCT)と呼ばれる技術が用いられており、干渉計の光学距離を機械的に可変させて、干渉信号の強度変化をモニタする手法でした。TD-OCTは研究段階において、光による癌の診断 (光バイオバイオプシ) など、多くの可能性を示し、眼科や循環器分野などでは製品化もされました。しかしそのイメージングスピードは、光学距離を変える為に可変させるミラーの機械的な動作の為に限界があり、また測定感度もその検出手法の為に十分ではありませんでした。

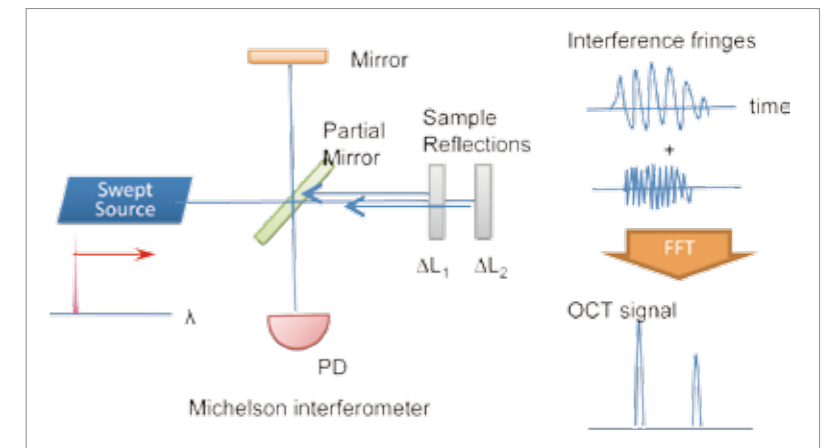
そこで登場したFourier-Domain OCT (FD-OCT) は、TD-OCTで問題であったスピードと感度を、飛躍的に向上させるブレークスルーを生み出しました。FD-OCTは干渉信号を分光する事で干渉距離を算出する手法で、TD-OCTのようにミラーを可変させる必要がありません。その分光手法は大きく分けて2種類あります。そのうちの1つは、回折格子とCCDで構成される分光器と、広帯域光源を用いた、Spectral-Domain OCT (SD-OCT) です。このSD-OCTの登場で、イメージングのスピードは100倍以上向上し、感度も100-1000倍 (20-30dB) 向上、これにより眼科のOCTはその有用性を増し、広く使われるようになりました。しかしそのSD-OCTも万能ではなく、分光器に使われるCCDが非常に高い性能を要求されるのに対し、それを満足するCCDはシリコンを材料とした物しかありませんでした。シリコンを材料とするCCDは近赤外領域 (980nm~) では感度が無く、散乱の強いサンプルに対しては光が散乱してしまい、深い領域までのイメージングが出来ないという欠点がありました。そこで登場してきたのがもう一つのFD-OCTである、Swept-Source OCT(SS-OCT) です。

SS-OCTは分光の為に分光器を用いるのではなく、波長可変レーザを用いる事で時間的に分光を行います。この技術はSD-OCTと同等の測定感度を持つ上に、近赤外領域でも十分な感度を持つInGaAsのディテクタが使えることで、散乱の強いサンプルでも深いイメージング領域を確保できます。また、SD-OCTでは問題になるCCDカメラの動きによる画質の低下 (Fringe Washout)の問題も無く、更に高速化もできるという画期的な技術でした。これにより、使える波長や使い方の自由度が広がり、その応用も多岐に広がるようになりました。

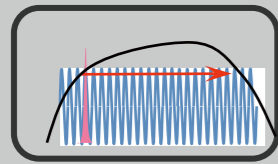
santecは、これまで培ってきた波長可変光源の技術を応用して、このSS-OCTの実用化を牽引して参りました。santecの光源は高速、高分解能、高感度なOCTを実現するだけでなく、その高い信頼性で現在多くの診断器に採用されております。

SS-OCT 原理

干渉計に入力された光は、干渉計のサンプル側とミラー側に分岐され、その反射 (散乱) 光は再度合波されてディテクタに到達します。そのサンプル側とミラー側の光路長差により光の干渉現象が起こります。干渉によって生じた干渉縞の周期を計測し、周波数解析によってその光路長差を求めます。



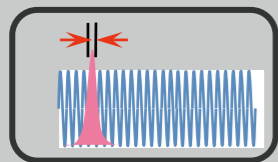
Important Parameters in



Swept range \leftrightarrow Axial resolution

$$\delta z = \frac{2 \ln 2}{\pi} \frac{\lambda_0^2}{n \Delta \lambda}$$

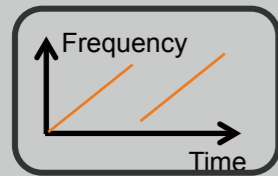
λ_0 : Wavelength
 $\Delta \lambda$: Swept range



Coherence length \leftrightarrow Depth range

$$cl = \Delta L \times 2 = \frac{2 \ln 2}{\pi} \frac{\lambda_0^2}{\delta \lambda}$$

$\delta \lambda$: Linewidth



Swept rate \leftrightarrow Imaging speed

$$Fr = f_{swept} / N_A$$

f_s : Swept rate
 N_A : A-lines/frame

光出力強度

サンプルが強い光の吸収特性を持っている場合、強い強度の光を入射する事で信号の感度は上がります。ただし、人体に用いる場合にはその安全性から入射出来る光の強度には制限が有り、様々な規格で定義されています (例: JIS, ANSI, など)。目に入れる場合や、肌に照射する場合、更にはその波長やビームのスポットサイズなどで定義されており、強い強度の光を入れる場合には注意が必要です。

直線性

SS-OCTでは取得されたデータを周波数解析して光路長差を求める為、そのデータは等周波数間隔($k=2\pi/\lambda$) で取得される必要があります。しかしSS-OCTで使われる多くの光源は、時間に対して周波数が直線的に変化する訳ではありません。そのような光源を用いて等時間間隔でサンプリングを行ったデータを周波数分析しても、正しい周波数分析結果を得る事ができません。そこで光源から出力される等周波数間隔のトリガ信号 (kトリガー) を基準にデータをサンプリングしたり、等時間間隔で取得されたデータを等周波数間隔に校正 (リスケール) する必要があります。

スキャン速度 (スキャンレート)

光源のスキャン速度はイメージング速度に直結します。
1回の波長スキャンをOCTではA-Lineと呼び、測定ビームの位置を動かしながらA-Lineを取得する事で、断層画像が得られます。つまり、30,000Hzのスキャンレート (A-Line) で横方向のデータ数を1000 A-Lineとすると、毎秒30枚の断層画像が取得できる事になります。断層画像測定では30kHz程度のスキャン速度でもビデオレートでの表示が可能なので十分ですが、3次元測定時の測定時間の短縮や、データの平均化などの為に、更に高速な光源が求められています。

波長可変帯域

OCTの深さ (光軸方向) 分解能は左ページに示されるように、中心波長と波長可変帯域で決まります。中心波長は、測定するサンプルの散乱係数や水の吸収係数に応じて決める必要が有ります。例えば網膜の測定では硝子体の水の吸収を軽減するため、830nmや1060nmを中心とした波長が使われるのに対し、皮膚の測定では水の吸収よりも散乱の方が信号を減衰させる為に1310nmの波長が用いられます。散乱が極めて強いサンプルには、散乱を抑えるために更に長い波長が使われる事もあります。
一方で波長可変帯域に関しては、一般的に広ければ広いほど高い分解能が得られる為に、広帯域に波長可変できる光源が望まれます。

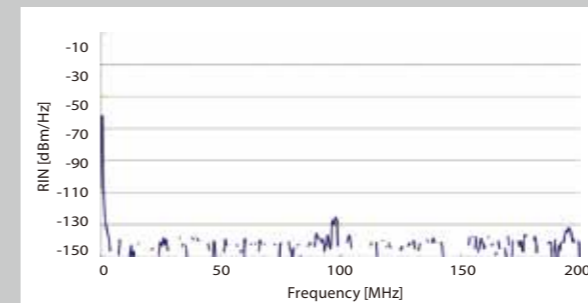
コヒーレンス長

可干渉距離とも呼ばれますが、干渉信号を劣化無く計測できる長さの事です。
可干渉距離は光っているレーザの線幅と反比例し、より細く光っている光源の方が可干渉距離は長くなります。干渉縞を計測する場合、光路長差が広がれば広がるほど干渉縞の周期は短くなりますが、その干渉縞を測定するレーザの線幅が太いと干渉縞を十分に分離して計測する事が出来ず、平均化されてしまい、干渉縞の振幅が低下してしまいます。一般的に、その光源で測定した干渉縞の振幅が半分になる光路長差をコヒーレンス長と定義します。

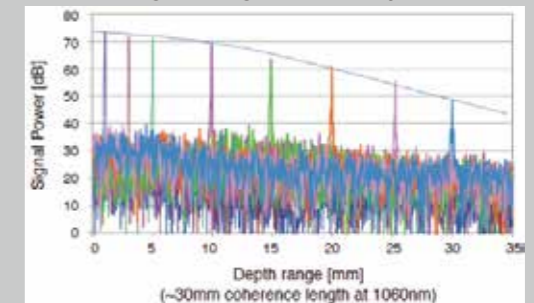
相対強度雑音

Relative Intensity Noise (RIN) と呼ばれ、レーザ光における光強度の揺らぎを平均光パワーにより正規化したものです。光強度の揺らぎの要因は、ゲインデバイスへの入力電流の変動や、モード競合ノイズなど様々な要因が有ります。このRINが大きい場合、干渉信号計測の測定感度を低下させます。位相が反転した干渉信号をバランス検出する事で、原理的には光源のRINは相殺されますが、実際には100%バランスさせる事が出来ない為、光源のRINは低い事が望まれます。

RIN of HSL series



OCT signal of high coherence type HSL



偏光

OCTの干渉計で使われる部品のPMD (偏光モード分散) の影響を低減するため、OCT用の光源は高い偏光度が望まれます。また、偏光OCTと呼ばれる偏光を分離して計測するOCTの場合には、直線偏光の出力を持った光源が望まれます。

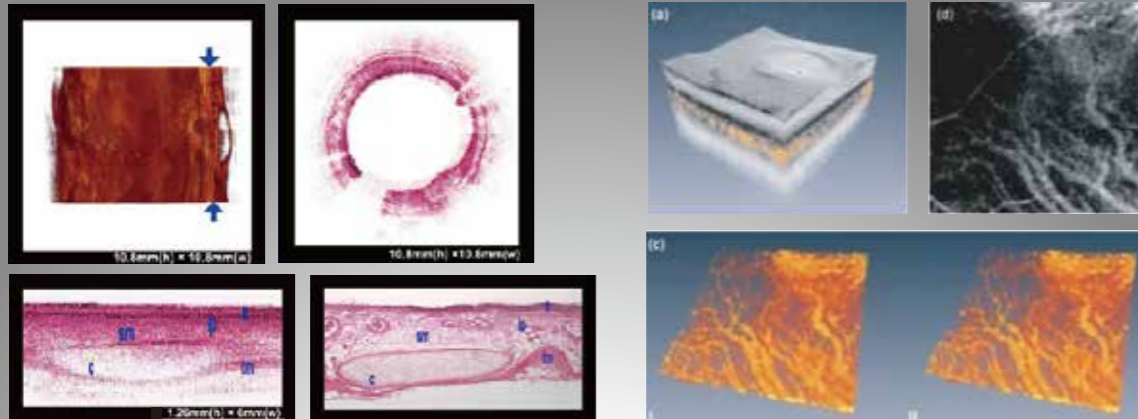
信頼性

OCTは医療用、産業用 (インライン検査) の為に実用化されており、高い信頼性が望まれます。特に医療向けには医療認可を受ける為のEMC/EMIなど厳しい規格があり、性能だけではなく、安全性、信頼性などにも配慮された光源である必要が有ります。

OCT Image Gallery

References

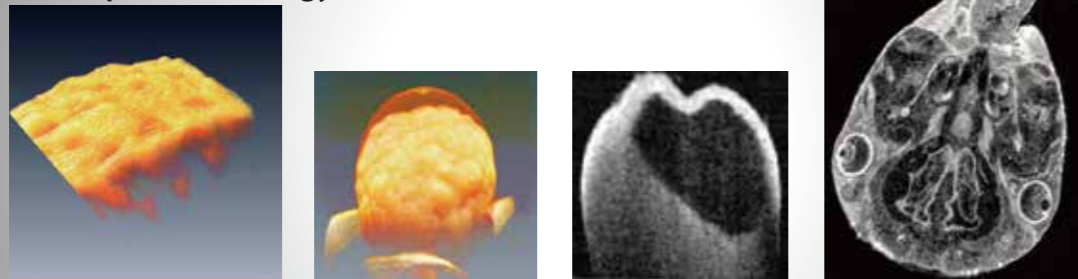
Medical Diagnostics



Endoscopy
(In courtesy of Z.P.Chen UC Irvine)

Ophthalmology
(In courtesy of Y.Yasuno, Tsukuba Univ)

Developmental Biology

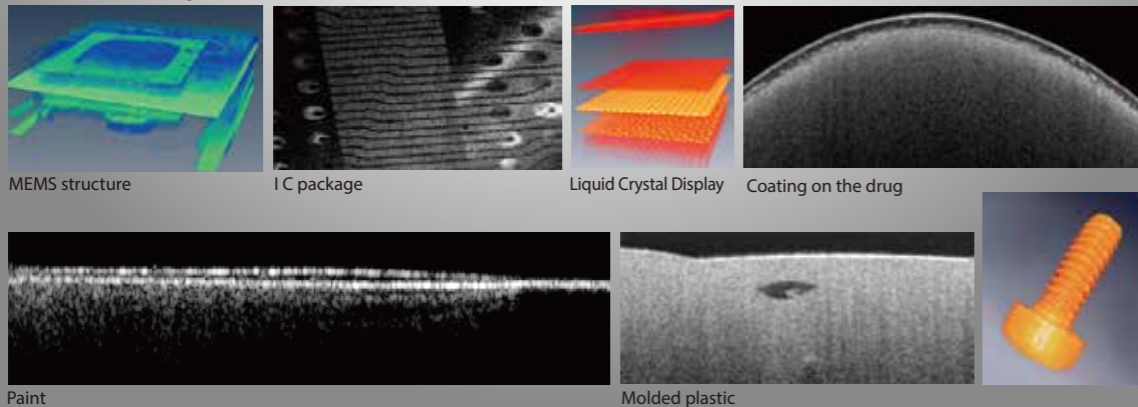


Orange skin

Embryo

Tadpole

Industrial Inspection



MEMS structure

IC package

Liquid Crystal Display

Coating on the drug

Paint

Molded plastic

Title	Author(s)	Journal	Institute
High speed wavelength-swept laser source with High Linearity Sweep for optical coherence tomography	Changho Chong, Atsushi Morosawa, Tooru Sakai	IEEE J of Selected Topics in Quantum Electronics, Biophotonics Part1, Volume 14, Issue 1, Jan.-feb. 2008 Page(s):235 - 242	santec
Spectral Narrowing Effect by Quasi-Phase Continuous Tuning in High-Speed Wavelength-Swept Light Source	Changho Chong, Takuya, Suzuki, Atsushi Morosawa, Tooru Sakai, Naoyuki Mekada	Optics Express Vol. 16, No. 25, 21106-21118, December 8, 2008	santec
Large Coherence Length Swept Source for Axial Length Measurement of Eye	Changho Chong, Takuya, Suzuki, Kohki Totsuka, Atsushi Morosawa, Tooru Sakai	APPLIED OPTICS, Vol. 48, No. 10 / 1 D144-150 April 2009	santec
Optically Modulated MEMS Scanning Endoscope	Changho Chong, Isamoto Keiji, Jonathan Evans, Hiroshi Toshiyoshi	IEEE Photonics Tech. Letters, VOL. 18, NO. 1, January 1, 2006	santec
In vivo high-contrast imaging of deep posterior eye by 1- μ m swept source optical coherence tomography and scattering optical coherence angiography	Yoshiaki Yasuno*1, Youngjoo Hong1, Shuichi Makita1, Masahiro Yamanari1, Masahiro Akiba2, Masahiro Miura1,3 and Toyohiko Yatagai4	14 May 2007 / Vol. 15, No. 10 / OPTICS EXPRESS 6121	Tsukuba Univ.
In vivo three-dimensional microelectromechanical endoscopic swept source optical coherence tomography	Jianping Su,1 Jun Zhang, 2 Linfeng Yu, 2 Zhongping Chen1,2	6 August 2007 / Vol. 15, No. 16 / OPTICS EXPRESS 10390	Univ. of California, Irvine
Three-dimensional and high-speed swept-source optical coherence tomography for in vivo investigation of human anterior eye segments	Yoshiaki Yasuno, Violeta Dimitrova, Madjarova and Shuichi Makita, Masahiro Akiba, Atsushi Morosawa, Changho Chong, Toru Sakai, Kin-Pui Chan, Masahide Itoh and Toyohiko Yatagai	26 December 2005 / Vol. 13, No. 26 / OPTICS EXPRESS 10652	Tsukuba Univ. santec
High speed frequency swept light source at 1550nm for Fourier domain OCT with A-scanning rate at 20kHz	R K Wang1, S Cheung1, P H Tomlins2, C Chong3, A Morosawa3, D Heard4	BIOS2005, 2005 Jan SPIE in SanJose, California, USA	Cranfield Univ santec
Polarization-sensitive swept-source optical coherence tomography with continuous polarization modulation	Masahiro Yamanari, Shuichi Makita, Toyohiko Yatagai, and Yoshiaki Yasuno	Proc. SPIE Vol. 6847, 68471J (Feb. 18, 2008)	Tsukuba Univ.
In vivo 3-D imaging of gastrointestinal tracts by use of an endoscopic swept source optical coherence tomography with a microelectromechanical endoscopic rotational probe	Jun Zhang, Jianping Su, Kenneth Chang, and Zhongping Chen	Proc. SPIE Vol. 6847, 68472Y (Feb. 18, 2008)	Univ. of California, Irvine
Multi-channel Fourier domain OCT system with superior lateral resolution for biomedical applications	Jon Holmes, Simon Hattersley, Nick Stone, Florian Bazant-Hegemark, and Hugh Barr	Proc. SPIE Vol. 6847, 68470O (Feb. 18, 2008)	Michelson Diagnostics Ltd.
Real-time swept source optical coherence tomography imaging of the human airway using a microelectromechanical system endoscope and digital signal processor	Jianping Su, a Jun Zhang, b Lingfeng Yu, b Henri G Colt, c Matthew Brenner, b, c and Zhongping Chena, b, *	Journal of Biomedical Optics, May/June 2008 Vol. 13 3, 030506-1-3	Univ. of California, Irvine
Full range swept-source optical coherence tomography using 3x3 Mach-Zehnder interferometer with unbalanced differential detection.	Youxin Mao.; Fluerau, Costel; Sherif, Sherif; Shoude Chang, Biomedical Imaging: From Nano to Macro	2008. ISBI 2008. 5th IEEE International Symposium on Vol. Issue, 14-17 May 2008 Page (s):1355 - 1358	Ntl Research Council of Canada
Forward-Imaging Swept Source Optical Coherence Tomography using Silicon MEMS Scanner for High-Speed 3-D Volumetric Imaging	Kumar, K.; Condit, J.C.; McElroy, A.; Kemp, N.J.; Hoshino, K.; Milner, T.E.; Xiaojing Zhang	Optical MEMS and Nanophotonics, 2007 IEEE/ LEOS International Conference on Volume , Issue , Aug. 12 2007-July 16 2007 Page(s):10 - 11	Univ. Texas
Delineation of an oral cancer lesion with swept-source optical coherence tomography	Meng-Tsan Tsai, Hsiang-Chieh Lee, Chih-Wei Lu, Yih-Ming Wang, Cheng-Kuang Lee, and C. C. Yang	J. Biomed. Opt., Vol. 13, 044012 (2008); DOI: 10.1117/1.2960632, 8 August 2008	Ntl. Taiwan Univ.
Effective indicators for diagnosis of oral cancer using optical coherence tomography	Meng-Tsan Tsai, Hsiang-Chieh Lee, Chih-Wei Lu, Yih-Ming Wang, Cheng-Kuang Lee, and C. C. Yang	Optics Express, Vol. 16, Issue 20, pp. 15847-15862	Ntl. Taiwan Univ.
Development of Phase-Stabilized Swept-Source OCT for the Ultrasensitive Quantification of Microbubbles	R.K.Manapuram, V.G.R.Manne, K.V.Larin	Laser Physics, Vol. 18, No. 9, pp. 1080-1086 (2008)	Univ. Houston
A prototype hybrid intraoperative probe for ovarian cancer detection	John Gamelin, Yi Yang, Nrushigh Biswal, Yueli Chen, Shikui Yan, Xiaoguang Zhang, Mozafareddin Karemeddini, Molly Brewer, Quing Zhu	Optics Express, Vol. 17, Issue 9, pp. 7245-7258	Univ. Connecticut
DEVELOPMENT OF HIGH-SPEED SWEEP-SOURCE OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY SYSTEM AT 1320 nm	T.Wu, Z.Ding, M.Chen, L.Xu, G.Shi, Y.Zhang	Journal of Innovative Optical Health Sciences Year: 2009 Vol: 2 Issue: 1 (January 2009) Page: 117 - 122	Zhejiang Univ.
Endoscopic Optical Coherence Tomography Probe Using Electromagnetically Vibration of Single Fiber	T. Matsunaga, R. Hino, W. Makishi, M. Esashi, Y. Haga	PROCEEDINGS OF THE 25TH SENSOR SYMPOSIUM, 2008, pp. 659-662	Touhoku Univ.
Evaluation of oral vascular anomalies using optical coherence tomography	Nobuyoshi Ozawa a, 1, Yasunori Sumia, *, Changho Chongb, 2, Tohru Kurabayashi	British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Accepted 20 March 2009, YBJOM3063 1-5	Natl. Gerontology Centr.
Phase-sensitive swept source optical coherence tomography for imaging and quantifying of microbubbles in clear and scattering media	Ravi Kiran Manapuram, 1 Venu Gopal Reddy Manne, 1 and Kirill V. Larin1	J. Appl. Phys. / Volume 105 / Issue 10 / SPECIAL TOPIC: APPLIED BIOPHYSICS	Univ. of Houston
In vivo imaging of human labial glands using advanced optical coherence tomography	Nobuyoshi Ozawa, DDS, a Yasunori Sumi, DDS, PhD, b Kazuo Shimozato, DDS, PhD, c Changho Chong, d and Tohru Kurabayashi, DDS, PhD	Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009;108:425-429	Natl. Gerontology Centr.

Contact information



santec株式会社

フォトニクスパレー大草キャンパス 〒485-0802 愛知県小牧市大草年上坂5823 Tel: 0568-79-3536 (営業直通) Fax: 0568-79-1718 E-Mail: sales@santec-net.co.jp

SANTEC U.S.A. CORPORATION

433 Hackensack Ave., Hackensack, NJ 07601, U.S.A. Toll Free +1-800-726-8321 (santec-1) Tel. +1-201-488-5505 Fax +1-201-488-7702 E-Mail: sales@santec.com

SANTEC EUROPE LIMITED

Grand Union Studios, 332 Ladbrooke Grove, London, W10 5AD Tel: +44-20-3176-1550

SANTEC (SHANGHAI) Co., Ltd

11F Room E, Hua Du Bldg., No.838 Zhangyang Road, Pudong, Shanghai 200122 Tel. +86-21-58361261, +86-21-58361262 Fax +86-21-58361263
E-Mail: sales@santec.com.cn

2017 © SANTEC CORPORATION Santec reserves the right to make changes to equipment design, components or specifications without notice.