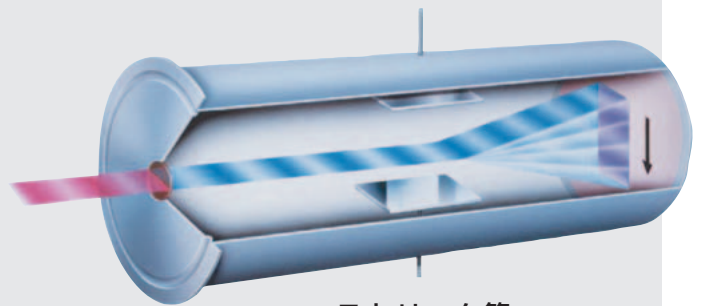
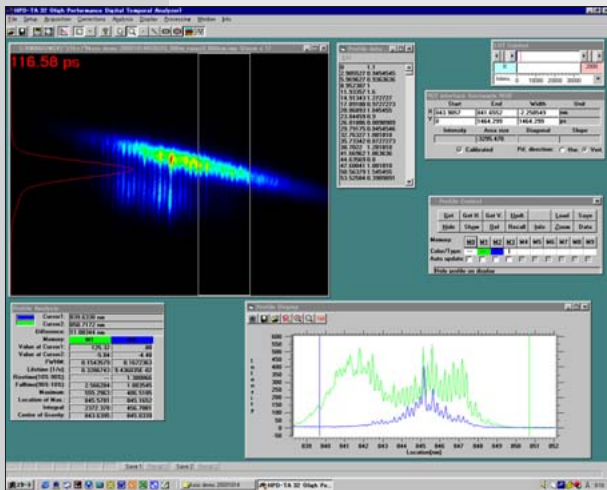


ストリークカメラ ハンドブック

ストリークカメラは、
極めて短い時間内に生じる光に伴う現象を
とらえる装置です。

極限の光現象をとらえる



ストリーク管

はじめに

この小冊子は、ストリークカメラの動作原理、応用例や用語解説などをまとめたもので、ストリークカメラに興味をお持ちの方やストリークカメラの購入をご検討されている方々の参考資料として作成されています。具体的な製品モデルについては、より詳細な仕様を記載した個別カタログを用意しています。別途、ご請求・ご参照下さい。

もくじ

	ページ
● ストリークカメラとは？ (概要説明/特長/動作原理)	3
● システム構成	4
● 用語の解説	5
● 応用例 (半導体物理/光化学/光通信/薄膜作成/レーザー誘起放電/高エネルギー・レーザー核融合)	8
● ストリークカメラに関する参考文献	10

ストリークカメラとは？



カメラという名前を使用していますが、ストリークカメラは私達の身の周りにあるフィルムを使うカメラやビデオカメラとは大きく異なり、人物や風景を撮影するものではありません。

ストリークカメラは、極めて短い時間内に生じる、光を伴う現象をとらえる装置です。光の強さの時間的な変化を比類のない時間分解能でとらえることができます。また、時間的な変化だけでなく、空間（位置や波長）的にも光の強さがどのように変化しているかを同時にとらえることができます。

動作原理

ストリークカメラの動作原理を図1に示します。

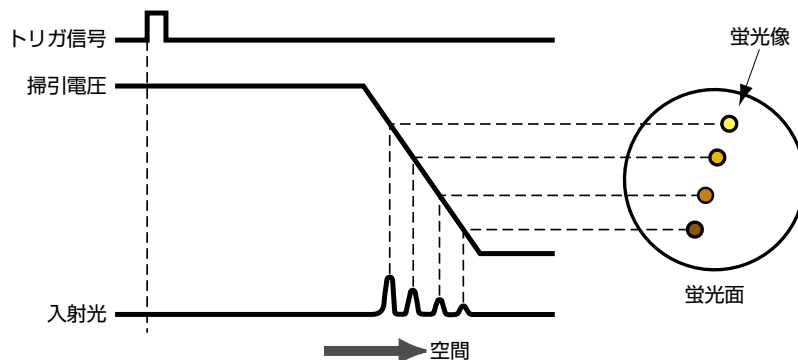
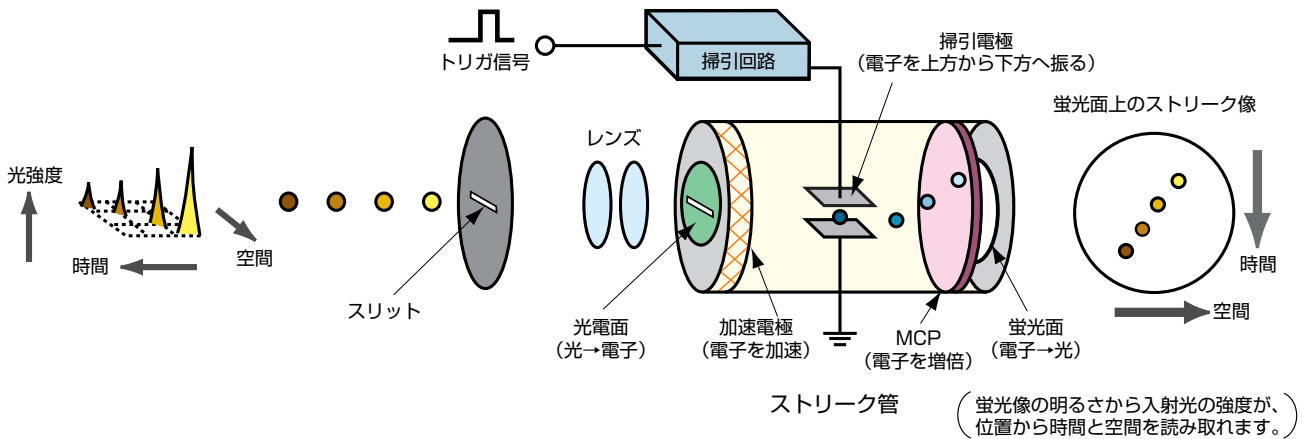
被測定光は、スリットを介してレンズ系により、ストリーク管の光電面上にスリット像として結像されます。時間的にも空間的にも少しずつずれ、光強度も異なる4つの光パルスがスリットに入射し、光電面に達したとします。光電面は、入射した光をその強度に応じた数の電子に変換するもので、ここで4つの光パルスは順次電子に変換され、加速電極により加速されて蛍光面に向かって飛び出していきます。

4つの光パルスによってできた電子群が掃引電極の間を通過する時、タイミングを合わせて掃引電極に印加された高電圧（図2参照）により、高速掃引（電子を上方から下方へ振る）が行われます。これにより、少しずつ遅れてやってきた電子群は垂直方向の少しずつ異なった角度に偏向され、MCP（マイクロチャンネルプレート）に飛び込みます。

電子群はMCPを通過する際、数1000倍まで電子の数を増倍された後、蛍光面に衝突し、再び光に変換されます。

蛍光面上では、最も早く入射した光パルスに対応する蛍光像が最も上方に位置し、順に下方へと配列されます。つまり、蛍光面上の垂直方向が時間軸になるわけです。また、それぞれの蛍光像の明るさは、それぞれの入射光パルスの強度に比例しています。蛍光像の水平方向の位置は、入射光の水平方向の位置に対応しています。

このように、ストリークカメラは、被測定光の時間的・空間的な光強度変化を蛍光面上での輝度分布像に置き換える装置といえます。蛍光像の明るさから光強度を、蛍光像の位置から時間と入射位置を読み取ることができるわけです。





特長

●時間軸・空間軸（波長軸）にわたる光強度を同時測定

ストリークカメラの入射スリットの前にマルチチャンネル用の分光器を置くことにより、空間軸は波長軸になります。各波長における光強度の変化を測定（時間分解分光）することができます。

●卓越した時間分解能 0.2 ps

0.2 psの最高時間分解能を誇ります。0.2 psは光がわずか0.06 mm進む時間に相当します。

●単発現象からGHz領域の高繰り返し現象まで対応

掃引ユニットの交換により、幅広い現象を測定することができます。

●X線から近赤外領域まで対応

ストリーク管（光検出部）を選択することにより、X線から近赤外線までの幅広い波長領域での測定が可能です。

●超高感度（単一光電子を検出）

ストリーク管は光を電子に変え、電子増倍する機構を備えていますので、肉眼では見えない弱い光を十分な光量まで増倍して観察することができます。極微弱光（シングルフォトン）領域まで検出可能です。

●専用のリードアウトシステム

ストリークカメラでとらえた画像（ストリーク像）をリアルタイムでモニタ上に映し出し、解析する専用のリードアウトシステムを用意しています。その場ですぐにデータ解析が可能です。

システム構成



ストリークカメラを用いて超高速光現象を測定するためには、トリガ部とリードアウト部が必要です。下にその基本システムを示します。

トリガ部はストリーク掃引のタイミングを制御するもので、被測定光がストリークカメラに到着した時、ストリーク掃引を行うように調整する必要があります。ストリーク掃引のためのトリガ信号の遅延時間を制御するディレイユニットやトリガ信号の繰り返し周波数が高過ぎる場合に分周を行う分周器などを用います。また、レーザなどの現象を引き起こす側からトリガ信号を引き出せない場合には、被測定光自身からトリガ信号を作り出す必要があります。PINフォトダイオードが必要です。

リードアウト部はストリークカメラの出力側である蛍光面に生じたストリーク像を読み出し、解析するものです。ストリーク像は暗く、瞬時のうちに消えてしまうため、高感度カメラが使われます。ストリーク像の解析はフレームグラバボードを介してコンピュータで行われます。

このほか、測定対象や用途に応じて分光器、光学系などの周辺機器が加わります。

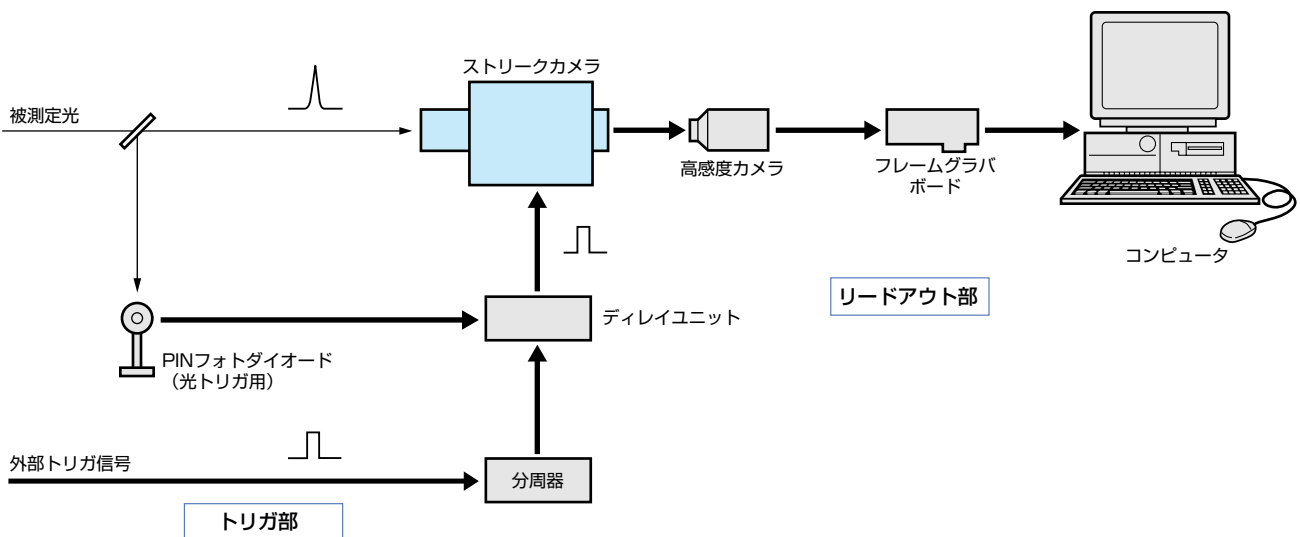


図3. ストリークカメラの基本システム構成

時間特性/単位/ゲート/トリガ

●時間分解能

時間的に連続した2つの現象を区別する分解能力の限界。カタログでは、時間幅(パルス幅)が限りなく零に近い入射光パルスに対するストリーク像の輝度の半値幅(FWHM)で定義しています。

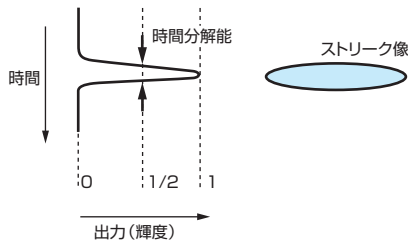


図4. 時間分解能

●ピコ秒 (ps) /フェムト秒 (fs)

1ピコ秒とは、1兆分の1秒(10⁻¹²秒)のことで、光が真空中をわずか0.3 mm進む時間。

1フェムト秒は、千分の1ピコ秒(1000兆分の1秒、10⁻¹⁵秒)。

●ゲート

ストリークカメラを一時的に不感状態にするために行う動作。測定したい時間領域の前後も光がストリークカメラに入射すると、それらの光によって発生した光電子はストリーク管内で散乱・増倍され、蛍光面上で本来のストリーク像に重なるノイズ光となり、ストリーク像のS/Nを低下させてしまいます。これを防止するための方法として、光電面で発生する光電子をさえぎるカソードゲートとMCPでの電子増倍を停止させるMCPゲートがあります。

●ゲート消光比

時間的に一定な入射光に対する、ゲートが開いている時と閉じている時の蛍光面の明るさの比で表わします。

●ダイナミックレンジ

ストリークカメラで測定できる光強度範囲を示すものです。本書及びカタログでは、ダイナミックレンジの下限を従来の考え方であるノイズレベルの代わりに実測できる最弱パルスで規定しています。つまり、入出力直線性(γ=1)の範囲にある最強パルスと最弱パルスの比をダイナミックレンジとしています。一般に時間分解能が向上していくと小さくなる傾向があります。

●トリガディレイ

蛍光面の中央にストリーク像を得るためには、入射光がスリットに到達する時刻より、トリガ信号を先行させておく必要があります。その時間差をトリガディレイと規定しています。

●トリガジッタ

現象を繰り返し(ストリーク像を加算)測定する場合、蛍光面上のストリーク像の位置が、掃引回路の動作タイミングのゆらぎのため、毎回少しずつゆらいでいます。このゆらぎをトリガジッタといい、系の時間分解能を制限する要因となります。特に高速掃引時に問題となります。(低速掃引ではトリガジッタは時間分解能以下となりますので無視できます。)

トリガジッタは、単一パルスの半値幅と加算時の半値幅の差から求められます。

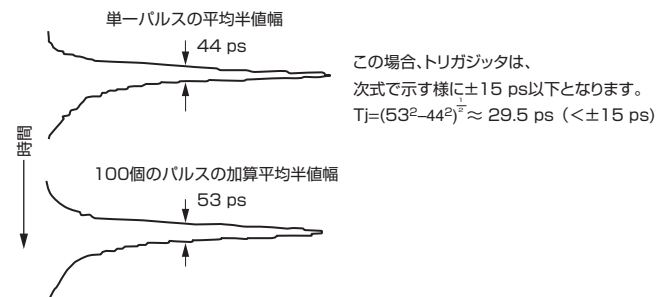


図5. トリガジッタの求め方

掃引方式/測定方法

●単掃引

この語句の本来の意味は、1回だけの掃引(シングルショット)ですが、本書及びカタログではシングルショットから10数 kHzの繰り返し掃引の意味で用いています。この掃引方式がカバーできる測定範囲は、60 psから10 ms。偏向(掃引)電極には、鋸歯状波電圧を印加します。(図6参照)

●シンクロスキャン

高速繰り返し掃引のことで、偏向電極には高周波正弦電圧を印加します。(図6参照)

繰り返し掃引周波数を同期させることにより、蛍光面上の同一位置にストリーク像を重ね合わせることで(積算)ができますので、微弱的な光現象まで高S/Nで測定することができます。

繰り返し光現象は掃引周波数と同じか、その整数倍または整数分の1でなければなりません。測定時間範囲は数100 ps~2、3 nsです。

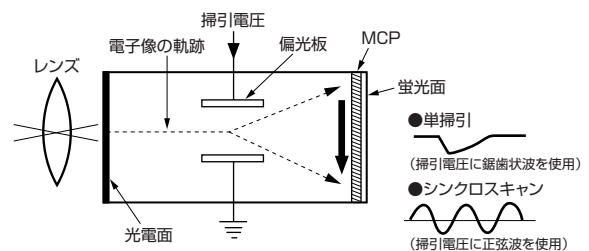
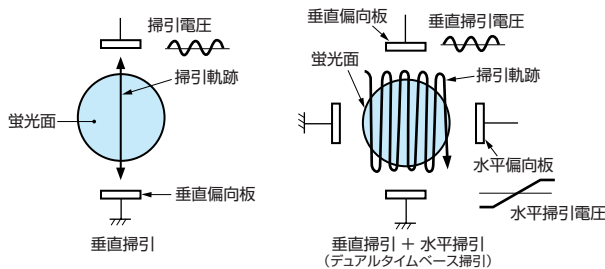


図6. 単掃引、シンクロスキャンでの掃引電圧

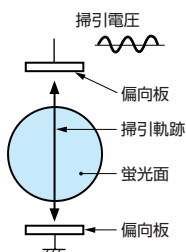
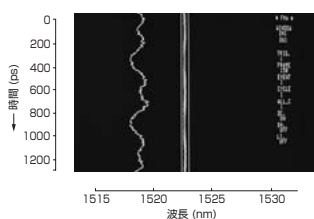
●シンクロスプランキング

シンクロスキャン方式では、垂直偏向板のみを用いて垂直線上で繰り返し掃引するため、戻り掃引（下から上へ戻る掃引）時に入射光があると、擬似信号として主掃引（上から下への掃引）の信号と重なり、正確な測定が困難です。

シンクロスプランキングは、水平偏向板に垂直掃引信号とは位相の異なる正弦波を印加し、戻り掃引を横方向へずらす楕円掃引を行うものです。図8のように戻り掃引は蛍光面の外へ出ますので、主掃引のみを正確に測定でき、GHz領域の高速繰り返し現象まで観測可能です。

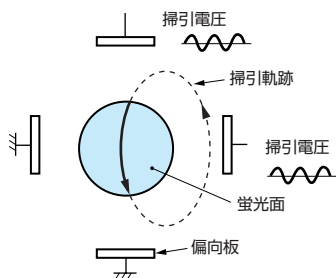
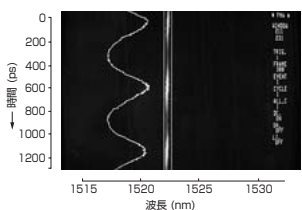


〈1.5 μm半導体レーザ（2 GHzで変調）の観測比較例〉



戻り掃引時に入射した光現象が、主掃引で得られた信号と重なってしまいます。

図7. シンクロスキャンでの掃引軌跡

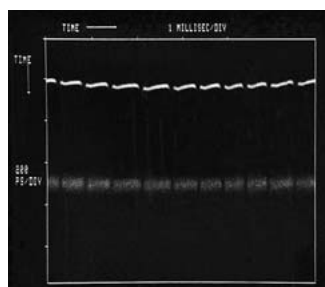


戻り掃引が蛍光面上を通過しない楕円型の掃引を行うため、主掃引の信号のみ測定できます。（写真は、データ解析装置を用いてストリーク像の曲がり垂直に補正しています。）

図8. シンクロスプランキングでの掃引軌跡

●デュアルタイムベース

シンクロスキャンに加え、水平偏向板に鋸歯状波電圧を印加することにより、蛍光面上で電子ビームは垂直方向に振られながら水平方向へ移動して行きます。これにより、垂直方向に加えて水平方向にも時間情報を取り入れることができます。縦軸は早い時間軸、横軸は遅い時間軸を持つことになり、例えば、高速で繰り返される光現象の繰り返し周期よりも十分に長い時間に渡るパルス幅や位相の変動などの測定が可能です。



モードロックYAGレーザとその第2高調波で励起されたシンクポンプ色素レーザのシフト測定例（上:色素レーザ、下:YAGの第2高調波）

図9. デュアルタイムベースでの掃引軌跡

●時間分解分光測定

各波長における光強度の時間的変化を測定するものです。ストリークカメラの前に分光器を置き、水平方向に分光された光を水平な入力スリットに結像させることによって行います。（P8 応用例①、②、③参照）

●空間時間分解測定

被測定光の位置による光強度の時間的変化を測定するものです。測定したい領域の光学像をレンズ系によりストリークカメラの入力スリット面に結像させることによって行います。（P9 応用例④、⑤、⑥参照）

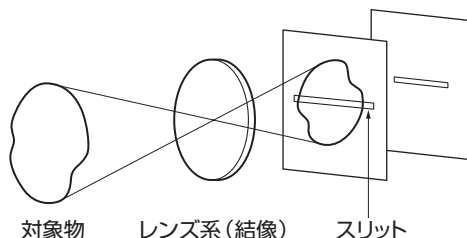


図10. 空間時間分解測定



入力/出力/読み出し系

●入力光学系

ストリーク管の光電面の前に置かれ、被測定光を非常に細い線状にして光電面上に結像させるための光学系。スリット部分とレンズ部分から構成されます。レンズ光学系の分光透過率・明るさにより各種取り揃えています。

●出力光学系

ストリーク管の出力側である蛍光面と読み出し用のカメラの間に置かれ、蛍光面に現れたストリーク像を読み出し用カメラの受光面上に結像させるための光学系。

●光電面

何種類かの金属の膜を窓材の表面に積層したもので、光がその表面に当たると光のエネルギーを吸収し、光電子と呼ばれる電子を放出します。光電子放出が起こる入射光の波長範囲とその効率は、光電面の材料により異なります。

●分光感度特性

光電面への入射光量に対する放出光電子数の割合は光の波長により異なります。これを分光感度特性といい、定義により量子効率、放射感度などの表し方があります。

●放射感度

光電面に1ワット(W)の光が入射したとき何アンペア(A)の光電流が生じるかを示すものです。入射光と光電流の比(A/W)で表されます。

●MCP

マイクロチャンネルプレート (Micro Channel Plate) の略。MCPは、内径10 μm ~20 μm の細いガラス管 (チャンネル) を多数束ねた厚さ0.5 mm~1mm程度の円板状の電子増倍器です。個々のチャンネルの内壁には、二次電子放出材料がコーティングされていて、チャンネルに飛び込んだ電子は衝突を繰り返しながらその数を増やしていきます。1個の電子を最大 10^4 個程度まで増倍することができます。

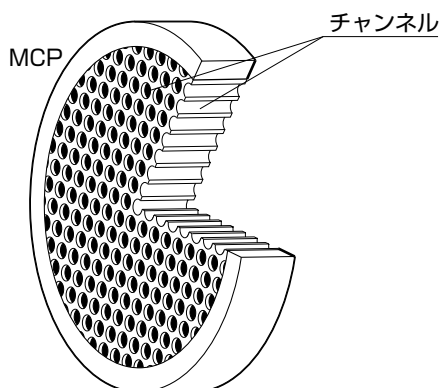


図11. MCPの構造

●量子効率

光電面へ入射した光子数と発生する光電子数の比。光電子数/入射光子数 $\times 100$ (%)で表されます。

●蛍光面

電子が衝突すると光を発する面で、ここで電子像は光学的なストリーク像に変換されます。ガラス基板とその表面に形成された蛍光体の層からでき、蛍光体の発光効率は電子の持つ運動エネルギーに比例します。蛍光体の種類により発光スペクトラムのピーク、減衰時間は異なり、P-11、P-20などとP番号で区別しています。

●窓材

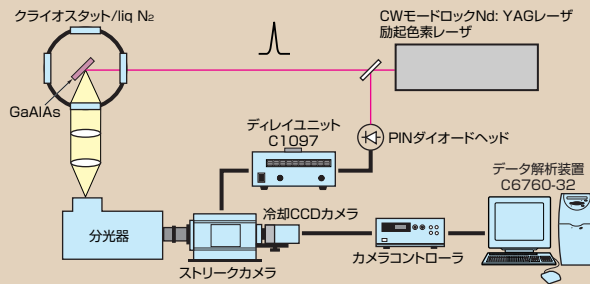
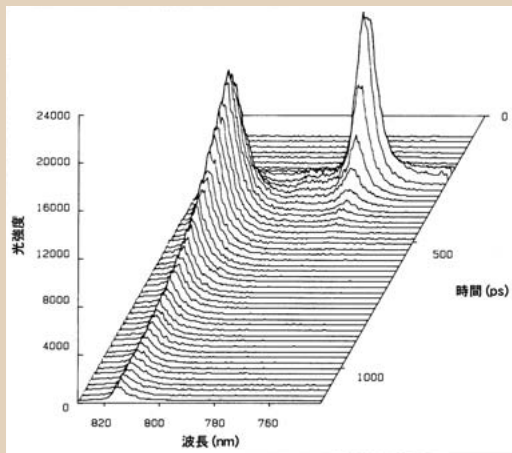
光電面または蛍光面が形成される基板で、光に対する透過特性の優れた材質を用います。窓材には、 MgF_2 、UVガラス、硼硅酸ガラス、ファイバプレートなどがあり、紫外領域における限界透過波長がそれぞれ異なります。

●冷却CCDカメラ

CCDチップを冷却(-30 $^{\circ}\text{C}$ 以下)することにより、暗電流ノイズを大幅に低減した科学計測用カメラ。その結果、長時間露光による高い検出感度、広いダイナミックレンジ、高品位画質といった優れた特長をもっています。

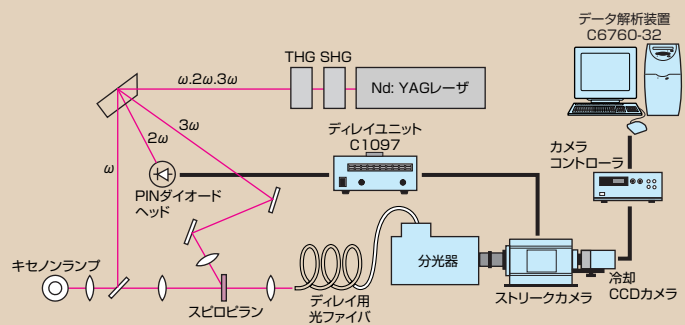
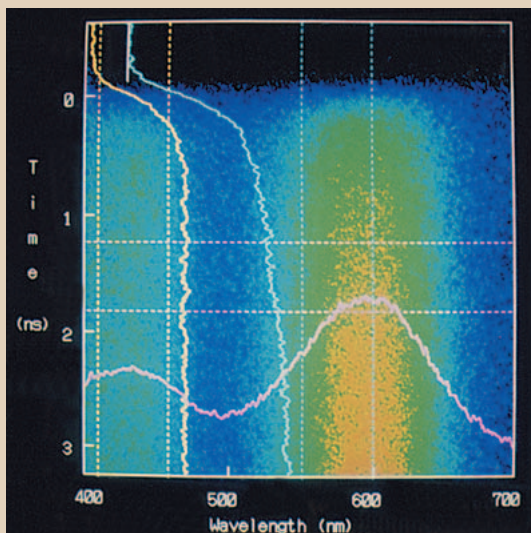
応用例

①半導体物理/GaAlAsのフォトルミネッセンス



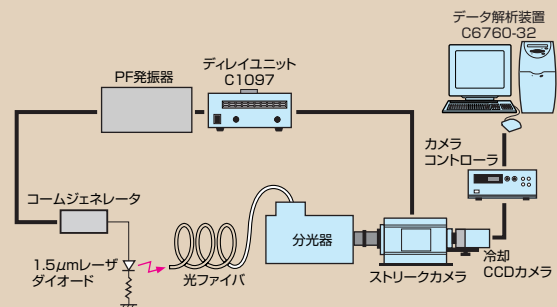
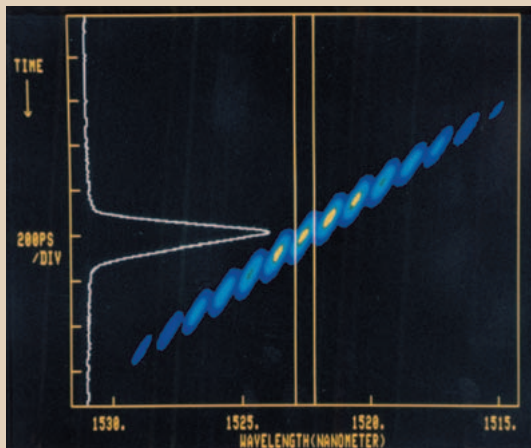
化合物半導体GaAlAsのフォトルミネッセンスを時間分解分光測定した例です。試料 (GaAlAs) を波長580 nmのピコ秒パルスで励起し、基底状態に電子が戻る時に発生するフォトルミネッセンスを分光器を介して波長分解した後、ストリークカメラで時間分解します。

②光化学/フォトクロミック化合物のピコ秒吸収



スピロピランのポリスチレン中での光着色挙動を測定した例です。写真は、波長355 nmの紫外パルス光による励起後 (0 ns後) の吸収を示しています。縦のカーブは400 nm前半と500 nm後半の吸収度の時間変化を表し、横のカーブは励起後1.5 ns前後の吸収スペクトラムを表しています。

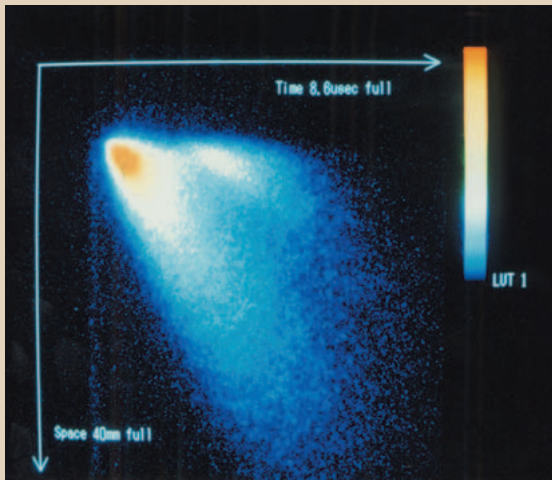
③光通信/光ファイバの波長分散



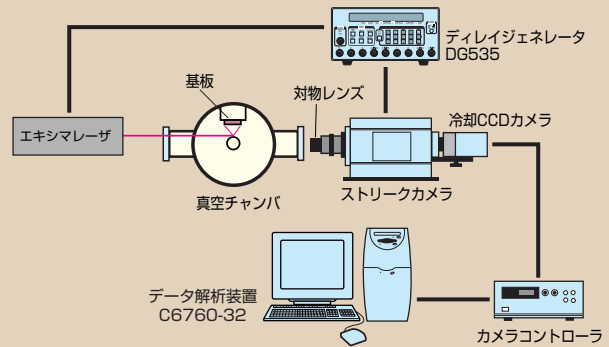
光ファイバの波長による到達時間の分散を測定した例です。波長1.5 μmのレーザーダイオードを多波長パルス発振させ、被測定光ファイバに入射します。光ファイバ中を伝わる光パルスの速さは波長によって異なりますので長距離伝播した後、出射光を時間分解分光すると、各パルスの波長成分による到達時間差が測定できます。



④ 薄膜作成/YBCOのレーザアブレーション

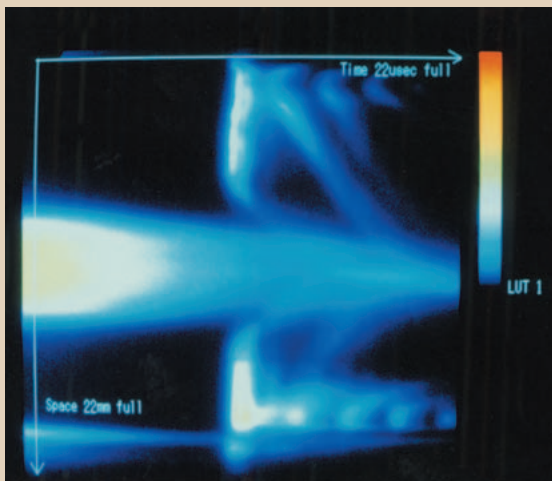


▲提供：超電導工学研究所 様

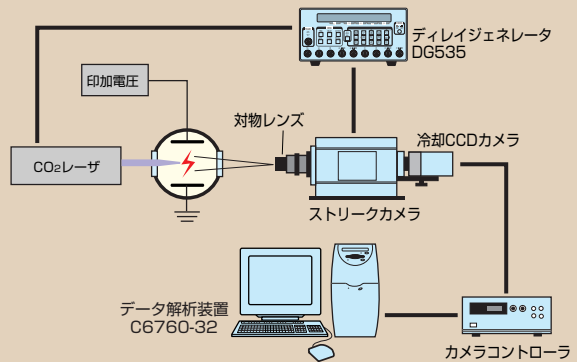


酸化物超電導薄膜を作るためにターゲットにエキシマレーザパルス照射した時、基板に向かって飛散している粒子の様子を時間空間分解法で測定した例です。基板に高速で到達するものと、そうでない低速の2つの成分があることがわかります。

⑤ レーザ誘起放電

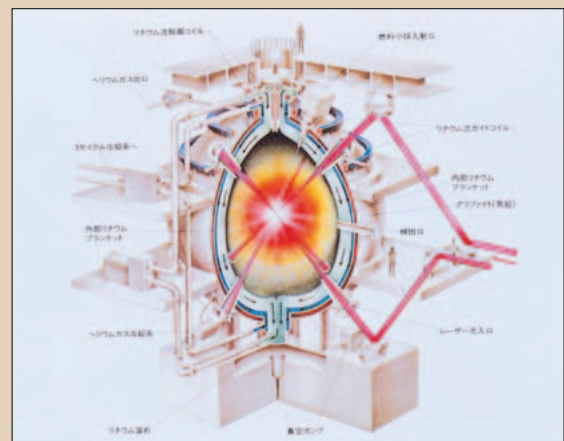
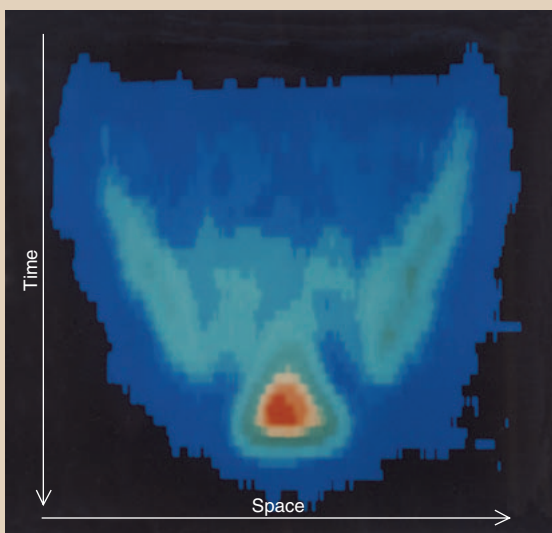


▲提供：九州大学大学院総合理工学研究科 本田助教授



レーザ誘起による放電の測定例です。直流高電圧の印加された電極間に強力なパルスレーザビームを集光させることによりプラズマを生成させ、それにより電極間に放電を誘起させます。

⑥ 高エネルギー/レーザ核融合



▲レーザ核融合炉 (提供：大阪大学レーザー核融合研究センター 様)

軽い元素が核融合を起こして重い元素に変わる時、燃焼などの化学エネルギーとは比べものにならない膨大なエネルギーが放出されます。核融合炉内で起こる爆縮などの発光強度や応答時間の計測、プラズマイオン密度や分布の計測などを行います。

ストリークカメラに関する参考文献

半導体光物性

●物性測定用高波長分解能ピコ秒分光装置

伊藤正、須藤彰三
固体物理 Vol. 22, pp.795-803, 1987

●シンクロスキャンストリークを用いた半導体弱光測定

草野淳一、瀬川勇三郎、難波進
レーザー研究 第14巻 第8号、pp. 701-705, 1986

●フェムト秒・ピコ秒発光分光法

打木久雄、小林孝嘉
日本物理学会誌 Vol.42, pp.486-492, 1987

●Cooling of hot carriers in Ga_{0.47}In_{0.53}As

H.Lobentanzer, H.-J. Polland, W.W. Rühle, W. Stolz and K. Ploog Appl. Phys. Lett. 51(9), 673(1987)

●Tunneling escape time of electrons from a quantum well under the influence of an electric field

T.B. Norris, X.J. Song, W.J. Schaff, L.F. Eastman, G. Wicks, G.A. Mourou
Appl. Phys. Lett. Vol. 54, pp.60-62, 1989(Continued)

●Time-of-flight measurement of excitonic polaritons in a GaAs/AlGaAs quantum well

K. Ogawa, T. Katsuyama, H. Nakamura
Appl. Phys. Lett. Vol. 53, pp.1077-1079, 1988

●Fast beam switching in surface-emitting distributed Bragg reflector

Keisuke Kojima, Kazuo Kyuma
Appl. Phys. Lett. Vol. 53, pp. 1357-1359, 1988

●Time resolved luminescence study of recombination processes in electroluminescent polymers

U. Lemmer, R.F. Mahrt, Y. Wada et al.
Appl. Phys. Lett. 62(22), 1993

光化学

●Picosecond time-resolved adsorption spectrometer using a streak camera

T. Ito, M. Hiramatsu, M. Hosoda and Y. Tsuchiya
Rev. of Sci. Inst., Vol. 62, No.6, pp. 1415-1419, 1991

●Absence of dielectric relaxation effects on intramolecular electron transfer in porphyrin-quinone cyclophanes

F. Pööllinger, H. Heitele, M.E. Michel-Beyerle, et al.
CHEMICAL PHYSICS LETTERS, vol. 198, No. 6, pp. 645-652, 1992

●Use of streak camera for time-resolved photon counting fluorimetry

Lloyd M Davis and Christian Parigger Meas. Sci. Technol. 3, pp. 85-90, 1992

●Picosecond Time-resolved Multiplex CARS Spectroscopy by using a streak camera : Isomerization Dynamics of All-trans and 9-cis Retinal in the Lowest Excited Triplet St

T. Tahara, B.N. Toleutaev and H. Hamaguchi to be published in J. Chem. Phys.

●Picosecond Raman spectroscopy using a streak camera

Tahei Tahara and Hiro-o Hamaguchi
Appl. Spectrosc., 47, 391(1993)

生物学/医学

●シンクロスキャンストリークカメラによる極微弱ピコ秒時間分解発光スペクトル計測

山下幹雄、小林俊介、石川満
分光研究 第34巻 第3号 (1985)

●Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement

D T Delpy, M Cope, P van der Zee et al
Phys. Med. Bid., Vol. 33, No.12, pp. 1433-1442, 1988

●Development of a Streak-Camera-Based Time-Resolved Microscope Fluorimeter and Its Application to Studies of Membrane Fusion in Single Cells.

Akihiro Kusumi, Akihiko Tsuji, Masayuki Murata et al
Biochemistry, Vol. 30, No.26, pp. 6517-6527, 1991

●Line scan acquisition for time-resolved imaging through scattering media

Jeremy C. Hedden
Optical Engineering Vol. 32, No.3, pp.626-633, 1993



プラズマ/放電/燃焼

●ストリークカメラを用いたディーゼル火炎分光法とその結果測定

永瀬和彦、船津浩二、芳賀一郎
第7回内燃機関合同シンポジウム講演発表論文 No.123,昭和63年

●Time-resolved visible spectroscopy of laser-produced lithium plasmas

J. Bailey, G.C. Tisone, M.J. Hurst, et al
Rev. Sci. Instrum., 59(8), pp. 1485-1487, 1988

●Measurements of lateral thermal smoothing of $0.53\mu\text{m}$ laser intensity nonuniformities via shock-wave analysis

C.L. Shepard, P.M. Cambell
PHYSICAL REVIEW A, Vol. 39, No.3, pp.1344-1350, 1989

●Dynamics of laser-ablated particles from high T_c superconductor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$

O. Eryu, K. Murakami and K Masuda
Appl. Phys. Lett. 54(26). 2716-2718. 1989

レーザー研究

●Pulse shortening of actively mode-locked diode lasers by wavelength tuning

M.Serenyi, and J. Kuhl, E.O. Gobel
Appl. Phys. Lett.50(18), 12, 13(1987)

●InGaAsP monolithic extended-cavity lasers with integrated saturable absorbers for active, passive, and hybrid mode locking at 8.6 GHz

P.B. Hansen, G. Raybon, U. Koren et al
Appl. Phys. Lett. 62(13), pp.1445-1447, 1993

●Applications of synchroscan and dual-sweep streak camera techniques to free-electron laser experiments

Alex H. Lumpkin
SPIE Vol.1552 short-wavelength Radiation Sources(1991)

●Optical diagnostics for a ring resonator free-electron laser

M.L. Laucks, A.R. Lourey, D.H. Dowell et al
Optical Engineering, Vol.32, No.2, pp.384-394, 1993

光通信

●Direct measurement of chromatic dispersion in single-mode fibres using streak camera

K. Mochizuki, M. Fujise, H. Suzuki, M. Watanabe, M. Koishi and Y. Tsuchiya

●100 Gbit/s optical signal generation by time-division multiplication of modulated and compressed pulses from gain-switched distributed feedback (DFB) laser diode

A. Takada, M.Saruwatori
Electron. Lett.24, pp.1406-1408, 1988

●Amplification of high repetition rate picosecond pulses using InGaAsP traveling-wave optical amplifier

G. Eisenstein, P.B. Hansen, J.M. Wiesenfeld, R.S. Tucker, G. Raybon
Appl. Phys. Lett. Vol.53, pp.1539-1541, 1988

●64 Gb/s All-Optical Demultiplexing with the Nonlinear Optical-Loop Mirror

P.A. Andrekson, N.A. Olsson, J.R. Simpson et al
IEEE PHOT. TEC. LETTERS, Vol.4, No.6, 1992

●Laser-diode-driven ultrafast all-optical switching by using highly nonlinear chalcogenide glass fiber

Masaki Asobe, Hideki Kobayashi, Hiroki Itoh and Terutoshi Kanamori
OPTICS LETTERS, Vol.18, No.13, 1993

電子ビーム・一般

●Transverse and longitudinal beam profile measurement using optical techniques in TRISTAN accumulation ring

A. Ogata, T. Ieiri, K. Nakajima and Y. Mizumachi IEEE Transactions on Nuc. Sci. Vol.Ns-32, pp.1944-194, 1985

●Time Structure Monitoring of the Electron Beam in a Linear Accelerator

S. Owaki
Jpn. J. of Appl. Phys.22, pp.723-727, 1983

●Measurement of bunch lengthening in TERAS

S. Sugiyama, T. Yamazaki, T. Noguchi, et al
Rev. Sci. Instrum, 60(7), pp.1748-1751, 1989

記載商品名、ソフト名等は該当商品製造会社の商標または登録商標です。カタログ上での記載は省略させていただきました
※本カタログの記載内容は2008年2月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

浜松ホトニクス株式会社 www.hamamatsu.com

- | | | |
|------------------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> 仙台営業所 | 〒980-0011 仙台市青葉区上杉1-6-11 (日本生命仙台勾当台ビル2階) | TEL (022)267-0121 FAX (022)267-0135 |
| <input type="checkbox"/> 筑波営業所 | 〒305-0817 つくば市研究学園5-12-10 (研究学園スクウェアビル7階) | TEL (029)848-5080 FAX (029)855-1135 |
| <input type="checkbox"/> 東京営業所 | 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-8-21 (虎ノ門33森ビル5階) | TEL (03)3436-0491 FAX (03)3433-6997 |
| <input type="checkbox"/> 中部営業所 | 〒430-8587 浜松市中央区砂山町325-6 (日本生命浜松駅前ビル4階) | TEL (053)459-1112 FAX (053)459-1114 |
| <input type="checkbox"/> 大阪営業所 | 〒541-0052 大阪市中央区安土町2-3-13 (大阪国際ビル10階) | TEL (06)6271-0441 FAX (06)6271-0450 |
| <input type="checkbox"/> 西日本営業所 | 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東1-13-6 (竹山博多ビル5階) | TEL (092)482-0390 FAX (092)482-0550 |
| <input type="checkbox"/> システム営業推進部 | | 〒431-3196 浜松市東区常光町812 TEL (053)431-0150 FAX (053)433-8031 |