

Nanofinder® 30

3次元顕微レーザーラマンは、全てが世界最高性能

受賞

- ・2004年ナノテック大賞「評価・計測部門」
- ・第16回中小企業優秀新技術・新製品賞
- ・平成18年度光化学協会技術賞

高感度 (Siの4次光を1分以内に検出)、**高速測定**、**低照射レーザー**
高空間分解能 (130 nm @364 nm、200 nm @488 nm)、**近接場で50 nm**
高波数分解能 0.5 cm^{-1} (エシエル回折格子)



共焦点レーザー顕微鏡の採用

3種類のレーザー自動切替
ラマンと形状を同時計測

TERS 近接場ラマン顕微鏡

共焦点レーザー顕微鏡とSPM(走査プローブ顕微鏡)の複合器
空間分解能 50 nm のラマンイメージと形状を安定的に計測

デコンボリューションソフトウェア

さらに高空間分解能で1.5倍向上
共焦点レーザー顕微鏡でも100 nm以下の空間分解能可
目安分解能は $\lambda/4.2$ 、 λ :レーザー波長(488 nm、532 nm、633 nm等)



株式会社 東京インスツルメンツ

E-Mail: sales@tokyoinst.co.jp Web site: <http://www.tokyoinst.co.jp/>

本社 〒134-0088 東京都江戸川区西葛西6-18-14 TIビル TEL 03(3686)4711 FAX 03(3686)0831
大阪営業所 〒532-0003 大阪市淀川区宮原4-1-46 新大阪北ビル TEL 06(6393)7411 FAX 06(6393)7055

Nanofinder® 30とは

Nanofinder®30は、高感度・高空間分解能を追求した共焦点顕微レーザーラマン分光装置です。本装置は共焦点光学系を採用し、XY方向200 nm以下の空間分解能で3Dイメージ測定が可能です。

走査型プローブ顕微鏡(SPM)ヘッドを追加することによって、同位置・同時に顕微分光測定とSPM測定を行うことも可能です。また、XY方向で50 nm以下の分解能を得ることも可能な近接場システムへの拡張も可能です。

さらに、半導体の分野に関しては、新しくひずみSiの応力測定を提供します。

3次元顕微レーザーラマン分光装置 特長

高空間分解能

Nanofinder®30は、共焦点光学系を採用し、高い空間分解能が得られます。可視光レーザー(488 nm)の場合、油浸対物レンズを使用することにより、XY方向で200 nmを達成。標準対物レンズでも、右図のように250 nmの分解能を実現しています。

また、紫外Arレーザー(364 nm)を使用したシステムでは、130 nm以下の高い空間分解能が得られます。

高感度・高速 2D・3D イメージ測定

Nanofinder®30は、高感度にシグナルを検出します。Siラマンの4次ピークを1分間で検出可能です(下図参照)。このため、2D・3Dイメージの高速測定が可能です。また、低パワーレーザー照射(サブμW~mW)での、非破壊測定にも威力を発揮します。

4次のSiラマンピークを検出



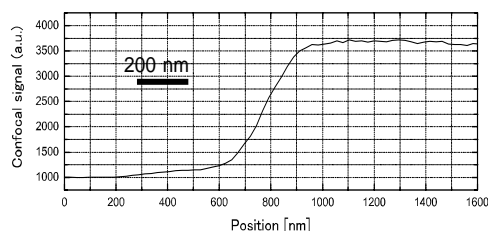
測定条件

励起レーザー波長:488 nm、レーザー出力 5 mW、測定時間 1 分



ひずみ測定(Si、セラミックス、化合物半導体など)、ナノバイオ、CNT(カーボンナノチューブ)、半導体コンタミ検査、液晶、高分子、光導波路、ガラス、フォトニクス結晶、薬物検査、ナノ粒子

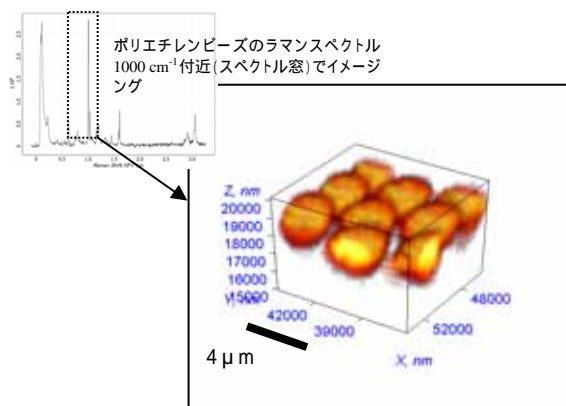
XY方向の空間分解能測定: ~250 nm



レーザー波長:488 nm、対物レンズ:100x、N.A.0.9

Siウェハ端面による立ち上がり強度変化が10-90%の遷移幅で評価

高感度・高速 3D ラマンイメージ測定

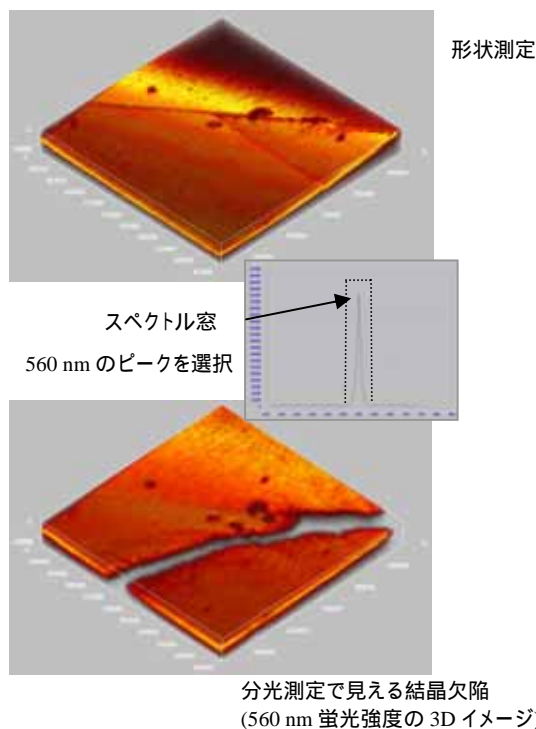


ポリエチレンビーズの3Dラマンイメージ

形状と分光の同位置測定

共焦点レーザー顕微鏡とラマン顕微鏡の機能を有しており、共焦点レーザー顕微鏡で形状測定、ラマン顕微鏡で分光測定が同位置で行えます。

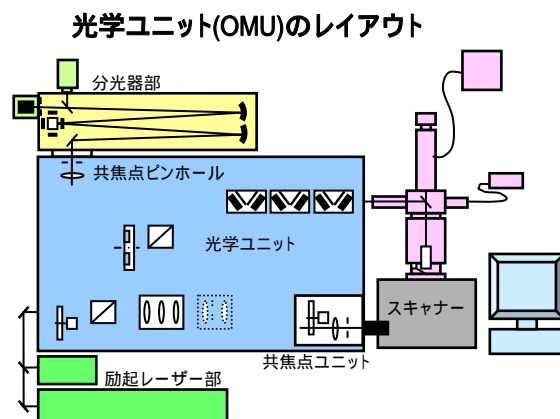
ZnTe 結晶の欠陥測定



自由度の高いシステム設計

ズームエキスパンダーとクロススリットによって、感度と空間分解能の、どちらを重視するか調節可能です。

また、偏光ラマン測定、高感度な蛍光顕微鏡など、さまざまな顕微分光測定システムにも拡張可能です。



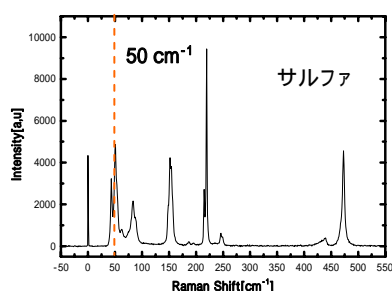
高効率 52 cm イメージング分光器

各種回折格子と全反射ミラーの合計4枚搭載可能。点入射・点出射の高効率イメージング分光器を標準搭載。また、エシェル回折格子で波長分解能 0.5 cm^{-1} 可能。

注) CCD 検出器 (1.5 素子) での実測分解能

レイリー線近傍のスペクトル測定

励起波長から 100 cm^{-1} が標準で、フィルターの選択により 50 cm^{-1} も可能です。 (@532 nm, 1800 G/mm)



多種類のレーザー入射

最大3種類まで同時に搭載可能です。使用する光学素子を電動にて切替え可能で、使用レーザーの変更に伴う光学調整は不要です。

全自動化

以下の通り、キーデバイスは PC より制御可能で再調整は不要です。

レーザー出力調整、共焦点ピンホールサイズ、偏光子/波長板、回折格子の切替、検出器切替、入射レーザー切替、シャッター、ピエゾステージ等。

機械的安定性

レーザー共振器設計技術と分析機器の複合技術の採用で、計測における機械的ドリフトを解決しています。

TERS 近接場ラマン顕微鏡システムに拡張可能

原子間力顕微鏡(AFM)のカンチレバーなどを試料に接触させ、表面増強ラマン光を発生させます。この手法では、通常のラマン顕微鏡に比べ感度が数倍向上し、空間分解能も、2D イメージで 50 nm を達成します。

専用ソフトウェア

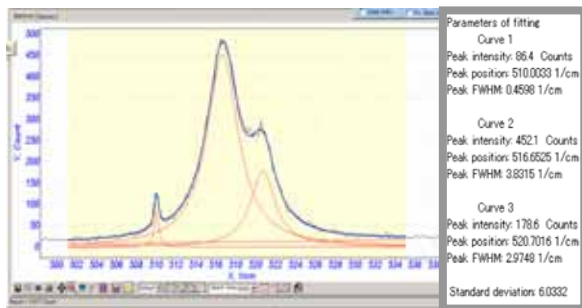
Nanofinder[®]30 では、専用ソフトウェアを使用します。ハードウェア制御だけでなく、取得した 2D・3D のイメージを見やすく表示可能です。また、スペクトルおよびイメージデータ処理・解析にも力を発揮します。スペクトルデータは、専用形式以外に、テキストファイル形式等での保存が可能で、スペクトルデータベースにも対応します。

その他、特注対応も可能なため、特殊なデバイスもソフトウェアから制御可能です。

カーブフィッティング

合計3つまでのローレンツ曲線およびガウス曲線を用いてカーブフィッティングが可能です。

下のイメージは、1つの実験スペクトルを3つのピークに分離したものです。また、各ピークについて、強度 (Intensity)、位置 (Shift)、半値幅 (FWHM)の各数値も表示しています。



ソフトウェアの構成

標準ソフトウェア: (Windows XP 対応)

ハードウェアのコントロール、マッピング測定
バックグラウンド補正、観察映像の表示
2D 分光イメージの作成・画像解析

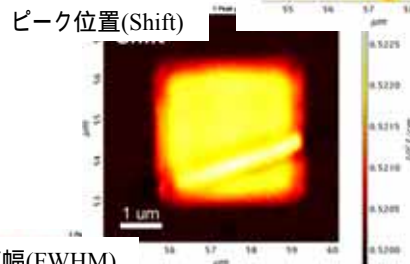
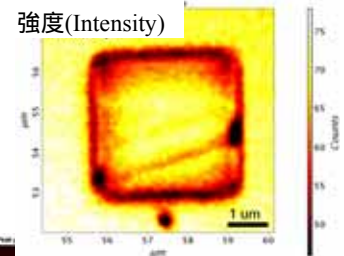
カーブフィッティング

ソフトウェアオプション

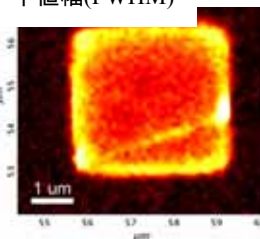
デコンボリューション

データベース

ソフトウェアの特注



半値幅(FWHM)



試料: Si デバイス

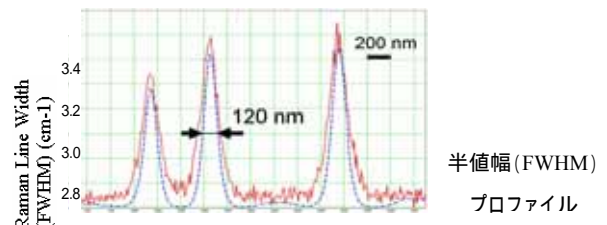
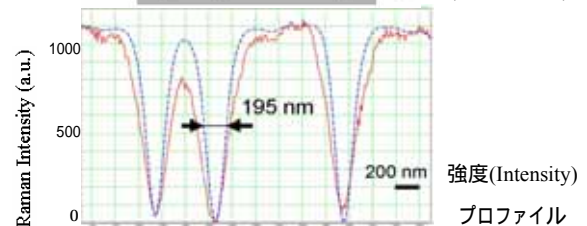
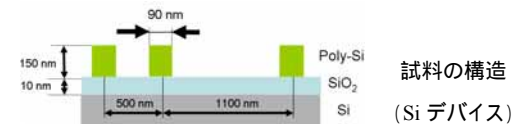
デコンボリューション(空間分解能改善処理)

デコンボリューション処理を行うことによって...

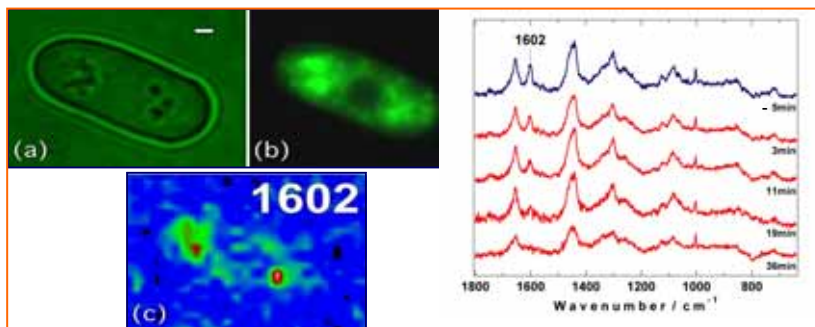
ピーク強度プロファイルで 295→195 nm、

ピーク幅プロファイルで 160→120 nm と分解能が改善されています。これらはそれぞれ未処理の分解能に比べ、約 1.5 倍改善された数値です。

右図のピーク強度プロファイルおよびピーク幅プロファイルで、実線(赤)で描かれているものが未処理データ、破線(青)で描かれているものがデコンボリューション処理済みデータです。



サンプル測定例



Yeast cell. Microscopic image (a), fluorescence GFP image (b). Raman image (c) shows the distribution of highly metabolic-active mitochondria.

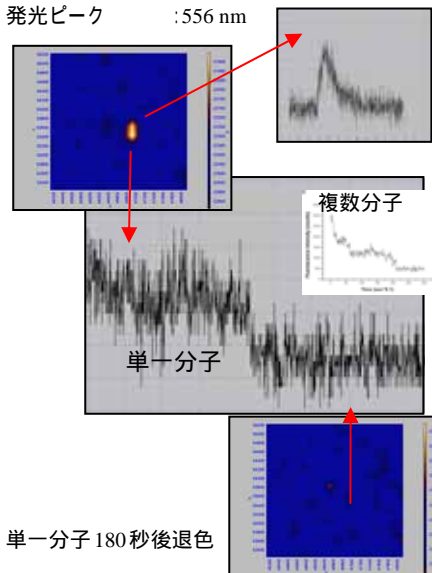
Raman peak at 1602 cm^{-1} shows degradation in metabolic activity due to respiration prohibition by KCN.

Raman band at 1602 cm^{-1} is called the “Raman spectroscopic signature of life”

データ提供: 東京大学大学院理学系研究科 浜口宏夫教授

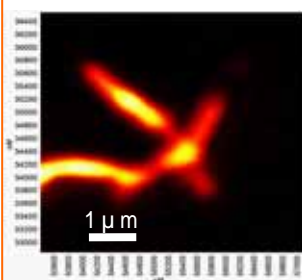
単一分子検出

蛍光イメージ 蛍光スペクトル
励起レーザー波長: 532 nm 測定時間 20 秒
レーザー出力 : 200 nW
発光ピーク : 556 nm

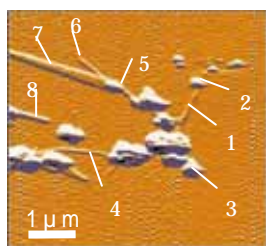


トポグラフィー(AFM)とラマンイメージを同時計測

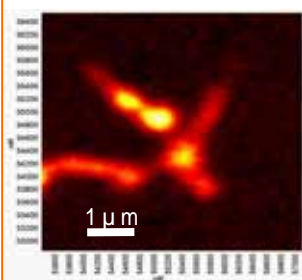
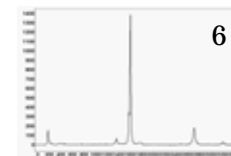
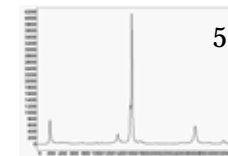
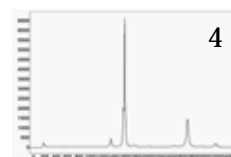
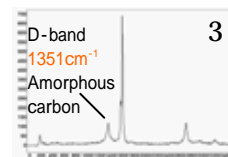
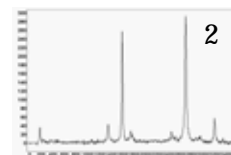
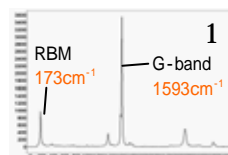
単層カーボンナノチューブ(CNT)の測定



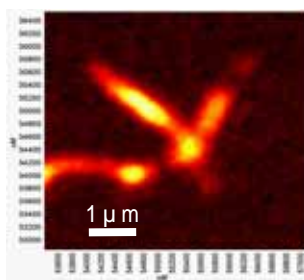
1593 cm^{-1} のラマンイメージ



AFM トポグラフィーイメージ



1351 cm^{-1} のラマンイメージ



173 cm^{-1} のラマンイメージ

ラマンスペクトル測定条件

- ・励起レーザー波長: 488 nm、レーザー出力: 1.5 mW
- ・対物レンズ: 100x油浸、N.A.1.3

AFM Topography (右上)の1、2、...6の各位置のラマンスペクトルを下段に示す。1、2、...6は半導体のCNTで7、8はラマンスペクトルが検出されないで金属のCNTかと思われる(He-Neレーザー 633 nmを入射して確認が必要)。各 RBM (173 cm^{-1})、G-band (1593 cm^{-1})および D-band (1351 cm^{-1})のラマン分光イメージを上段に示す。

ひずみ Si の応力測定システム特長



Si デバイスの応力測定

Si ラマンピークのシフト量を解析することによって、ひずみ Si の応力を評価可能です。本測定では、Nanofinder[®]30 の高感度・高空間分解能に、高波数分解能を付加しました。

エシェルグレーティングの採用

高スペクトル分解能 (0.5 cm⁻¹) と高スループット (30 %) を得るため、52 cm 焦点距離分光器にエシェル回折格子を採用。従来の分光器では 1.3 m 焦点距離で分解能 (0.5 cm⁻¹)、スループットは 1 % しか得られません。

ひずみ測定精度および波数分解能

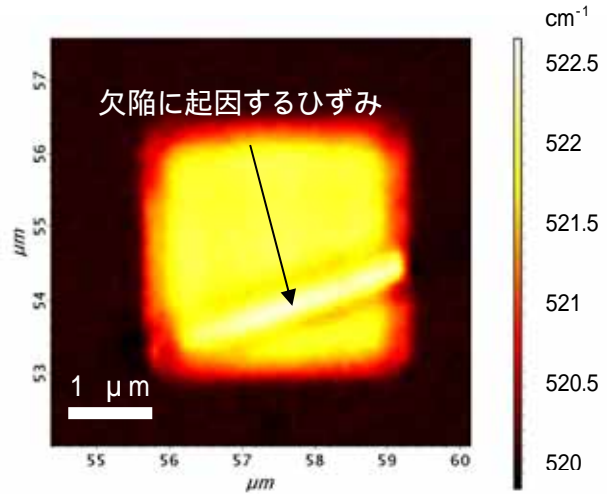
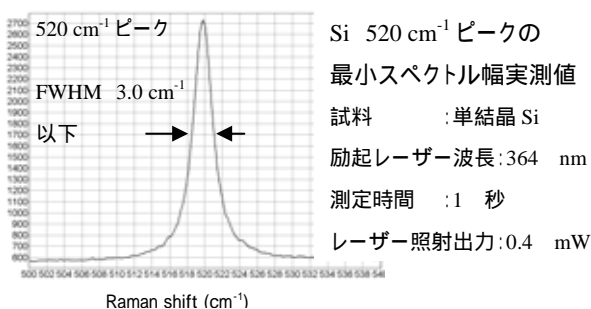
上記、エシェル回折格子を使用した場合、下記の波数分解能で測定可能です。

ひずみ率 0.05 %, < 0.5 cm⁻¹ (実測値 @364 nm)

ひずみ率 0.01 %, < 0.1 cm⁻¹ (カーブフィッティング)

測定に及ぼす熱の影響を低減

通常、Si に照射するレーザーが強いと、スペクトルのピーク幅が広がります。しかし、下に示す半値幅 3.0 cm⁻¹ は、レーザー照射による熱の影響を低減できていることを表しています。



364 nm 励起での Si 応力分布測定例

測定面積 : 5.5 × 5.5 μm、レーザー出力: 0.4 mW

測定間隔 : 100 nm (55 × 55 点)

露光時間 : 0.1 sec/点、測定時間: 5 分

紫外 Ar イオンレーザー標準搭載

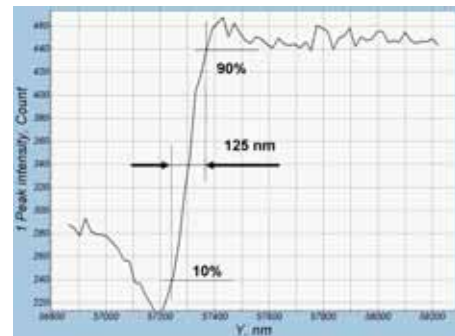
信頼性の高い紫外 Ar レーザーを採用しています。紫外レーザーを使用した場合、Si 表面 (厚さ 4 nm) のみの測定が可能です。また、最適化された光学素子を使用することで、紫外領域においても、可視レーザーを用いた場合と同様に測定可能です。

紫外・可視レーザーの共存も可能

紫外と可視レーザーの 2 種類を同時搭載可能です。

さらに高い空間分解能

紫外レーザーを用いた場合、可視レーザーを用いたシステムに比べ、さらに空間分解能が向上します。XY 方向分解能は、下図のように 130 nm 以下まで達します。

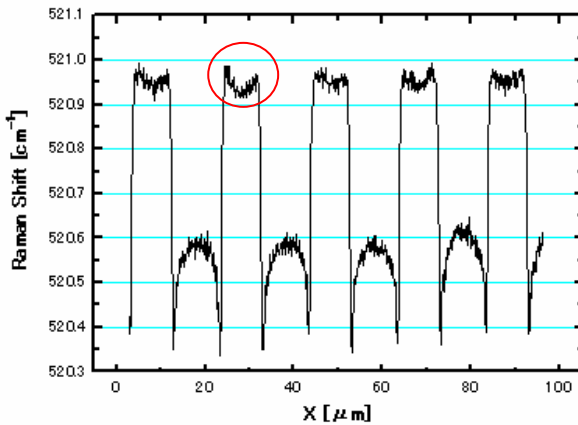
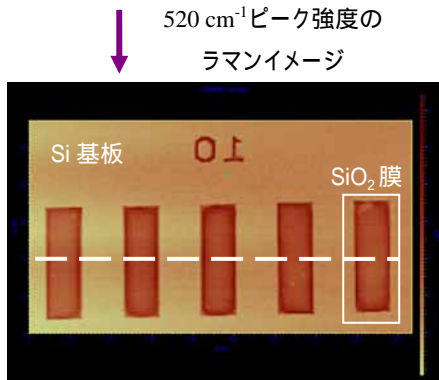
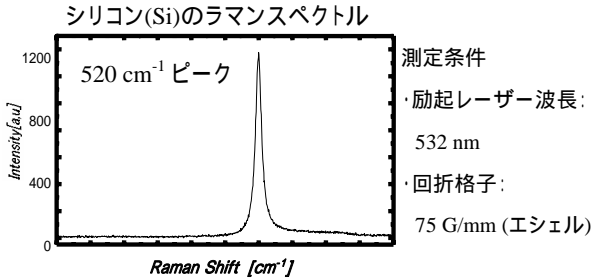


XY 方向の空間分解能測定: ~ 130 nm

Si ウェハ端面による立ち上がり強度変化が 10-90 % の遷移幅で評価
励起レーザー波長 364 nm、対物レンズ 100x、N.A.1.2

サンプル測定例 ~ 高波数分解能・ラマンシフト測定 ~

SiO₂/Siサンプルのラマンスペクトルとイメージ



520 cm⁻¹ピークのラマンシフトの断面プロファイル

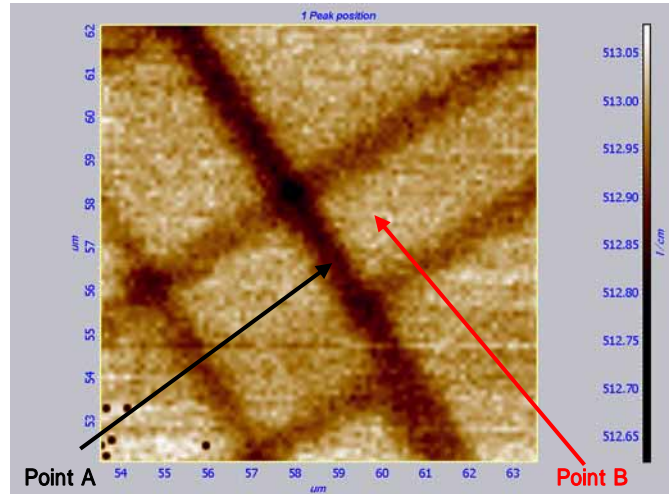
(応力分布に対応)

上記ピーク強度のラマンイメージ中に示した、白破線部のプロファイルです。

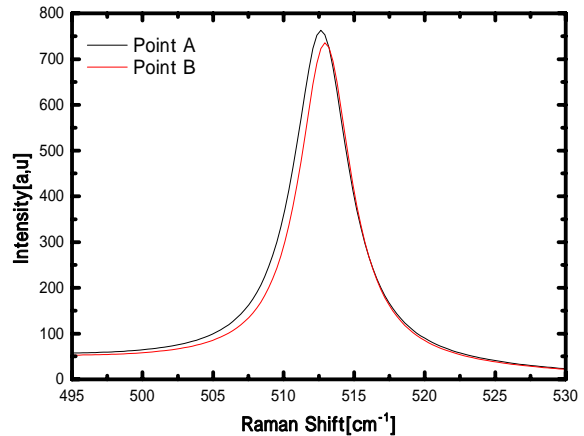
Si基板の箇所と比べて、SiO₂膜がある箇所ではいずれも、0.5 cm⁻¹程度Siのピークがシフトしています。

また、この結果から、赤丸で囲んだ箇所に見られるように、ノイズレベルは、およそ0.03 cm⁻¹と読み取れます。すなわち、Nanofinder®30では、およそ0.03 cm⁻¹以下の精度でラマンシフトの測定ができます。

SiGe基板上に成長させたSi膜のラマンシフト測定によって得られたクロスハッチパターンイメージ



イメージの濃淡は、フルスケールわずか0.4 cm⁻¹に対してつけられています。



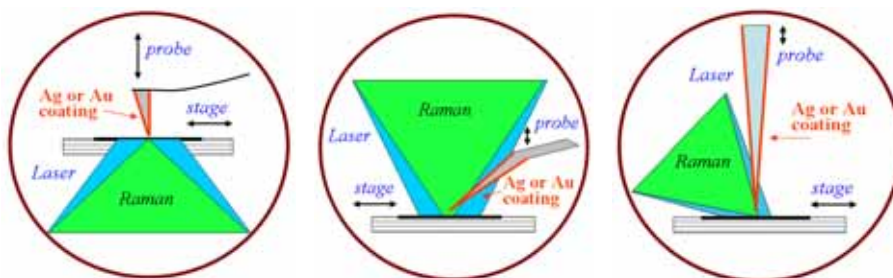
point A および point B におけるスペクトル

ピークのシフトは非常に微小です。最もピーク位置が異なる2箇所においてさえ、ご覧の通りごくわずかな差異しかありません。このような違いを検出するために、本測定ではエシエル回折格子を使用しています。

測定条件

励起レーザー波長	: 364 nm
対物レンズ	: 100x, N.A. 0.95
回折格子	: 75 G/mm (エシエル)
レーザー出力	: 約1.5 mW
測定時間	: 約2時間

AFM/ラマン複合システムによる AFM とラマンの同位置測定と近接場ラマン(TERS)イメージング



透過型

反射型

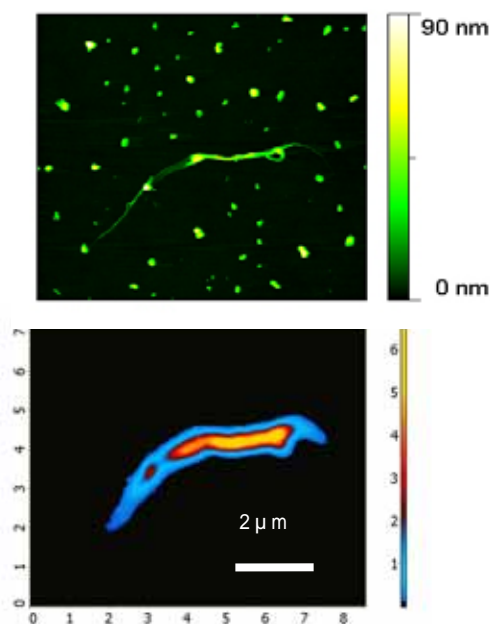
斜照射型

透過型システム



AFM とラマンの同位置測定例

試料:カーボンナノチューブ
上図:AFM トポグラフィーイメージ
下図:ラマンイメージ

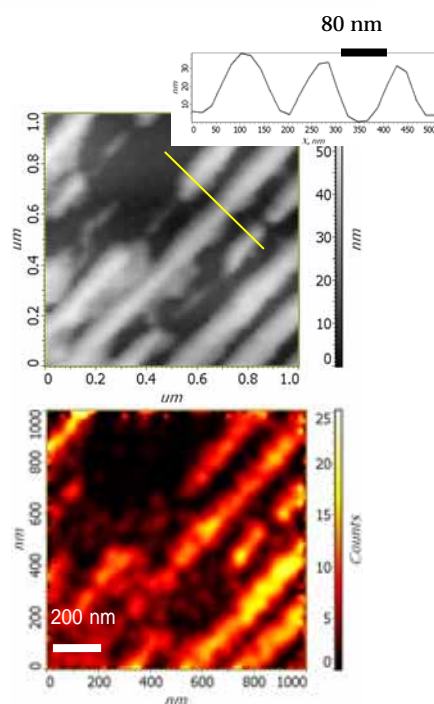


反射型&斜照射型システム



近接場ラマン測定例

試料: Si/SiO₂ 80 nm 間隔パターン
上図:AFM トポグラフィーイメージ
下図:近接場ラマン強度イメージ,
(マッピングステップ 20 nm)



*本システムの開発は、JST 革新技術開発研究事業にて実施

3次元光 SHG 干涉顕微鏡システム

強誘電体の分極構造/分子配向/生体筋繊維等の 3 次元分布が観察できます
材料の新しい評価法 SHG トモグラフィー、大気中で非破壊測定



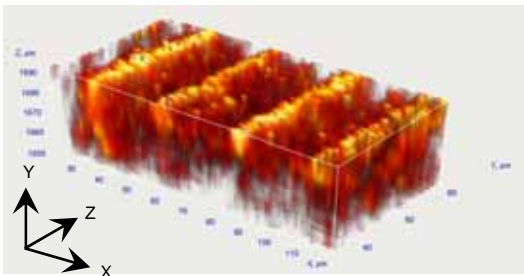
Nanofinder 30 SHG 型 3次元光 SHG 干涉顕微鏡

光第2高調波発生 (SHG) 顕微鏡は、レーザー光を試料に入射すると、二次の非線形効果で入射光の振動数の2倍 (入射波長の半分) の光が発生することを利用し、焦点面近傍のみのイメージ観察を可能とします。(強誘電体分極/分子配向/生体筋繊維等に最適)

光 SHG 干涉顕微鏡においては、試料から発生させた光第2高調波 (SH) と参照 SHG 板からの SH 波を干渉させることによって、レーザー光波長変換に用いられる擬位相整合素子の反転分極構造を3次元で非破壊測定できます。

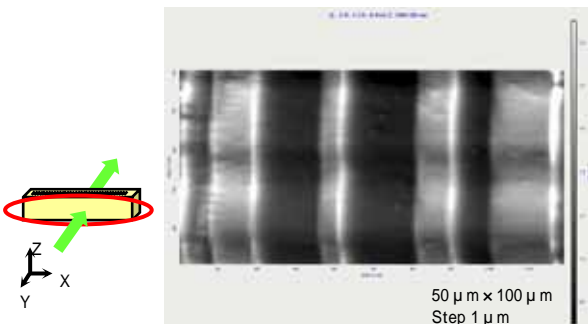
空間分解能 平面方向 1 μm 、深さ方向 3 μm
超高感度測定
大気中で非破壊測定

MgO:LiTaO₃ の周期性反転分極構造の
3次元像



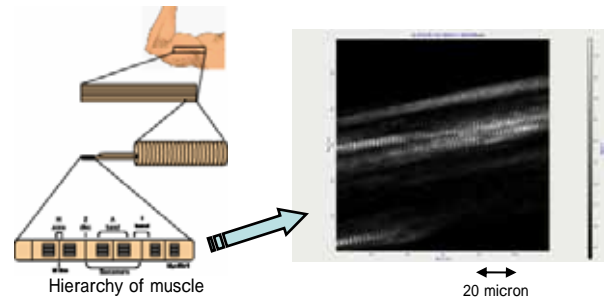
周期性反転分極構造の3次元画像。赤い部分は分極が手前から奥に、透明な部分はその逆向きであることを示している。

OPO用QPM素子のSHG干涉像



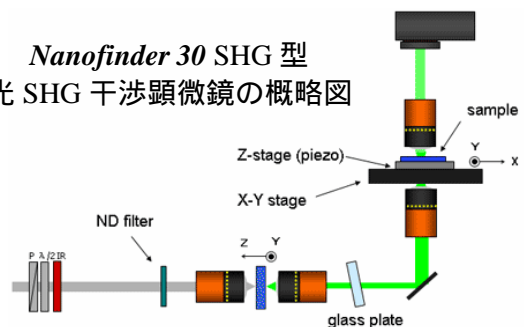
使用した周期性反転分極構造をもった擬位相整合素子。赤外波長の波長可変なレーザー光を生成する OPO 素子として使用される。白黒は分極方向が紙面の中にある、それぞれ上向き、下向きを表している。

筋繊維のSHG像



動物の筋肉は図に示すような階層構造をもっている。すなわち、筋肉 > 筋繊維の束 > 筋原線維の束 > サルコメア > ミオンシンフィラメント + アクチンフィラメント。この中でサルコメアと呼ばれる部位が線維の方向に約2マイクロンの周期で配列し、その部分から強い光第2高調波が発生 (SHG) することが知られている。本顕微鏡では透過型光学系を用いてサルコメアの周期性配列を観察した。(上図)

Nanofinder 30 SHG 型
光 SHG 干涉顕微鏡の概略図



3次元光 SHG (第2高調波発生) 干涉顕微鏡は早稲田大学と東京インスツルメンツの産学連携品です。

仕様

・全体性能

-空間分解能 (Typical)

波長 (nm)	開口数 N.A.	XY 方向 (nm)	Z 方向 (nm)
364	1.4 (油浸)	130	330
488	1.4 (油浸)	200	500
488	0.9	250	520
532	0.9	275	560
633	0.9	320	660
785	0.9	390	800

-感度: Si ラマンの 4 次ピークを 1 分/点以内で測定
(@488 nm, 5 mW)

-波数範囲: 50 cm⁻¹ ~ 5000 cm⁻¹

(照射レーザーにより異なります)

-波数分解能: 0.5 cm⁻¹ ~ 20 cm⁻¹ (@1.5 CCD 素子)

-光学部品の制御は PC により全自動

-空気ばね式除振台

・顕微鏡部

-正立型、倒立型(選択)

-モニター用 CCD カメラ

・光学系(選択)

-紫外可視

-可視近赤外

-近赤外

*偏向測定用の光学部品を搭載

*波数校正ユニット付属

*エッジフィルターをノッチフィルターに変更可能

・イメージング分光器

-焦点距離 : 52 cm

-回折格子 : 4 枚搭載 (自動切替)

(150, 200, 300, 600, 1200,

1800, 2400, 2800 G/mm, エシエル)

-スリット幅 : 0 ~ 1.5 mm (電動調整)

-出射口数 : 2 (2 種類の検出器を搭載可能)

-迷光除去比: 1x10⁻⁵

・ピエゾステージ

-X・Y : 100 μm (200μm も選択可能)

Z : 30 μm

-位置再現性: < 30 nm クローズドループ

-ステージ耐荷重: 最大 2 kg

-モーターステージも搭載可能で同時搭載も可能

・ガルバノスキャナー (オプション)

-X・Y : 100 μm (100 倍対物レンズ)

250 μm (40 倍対物レンズ)

・検出器

-電子冷却 CCD: 1024×128 素子 (26 μm/素子)

(紫外、可視、近赤外タイプから選択)

-APD (アバランシェフォトダイオード)

-PMT (光電子増倍管)

・照射レーザー (選択)

325 nm, 364 nm, 442 nm, 458 nm, 488 nm

514 nm, 532 nm, 633 nm, 785 nm

・制御・解析用コンピュータ/ソフト

-制御系はラックに収納

-2D・3D イメージ回転、任意位置のスライス

-分光器駆動、スリット制御

-レーザー切替ミラー (3 種類のレーザー)

-各種フィルター、偏光子の制御

-ラマンスペクトルの表示

-ラマンラインの波数較正

-ベースラインの補正

-カーブフィッティング

*スペクトルデータベース解析ソフトも選択可能

・その他オプション

-加熱・冷却ステージ

(-180 ~ 600), その他も対応可

-クライオスタット

-高温ステージ

-時間分解測定

ストリークカメラ

TCSPC (時間相関単一光子計数法)

-近接場ラマン測定

 株式会社 東京インストルメンツ

WEB <http://www.tokyoinst.co.jp>
MAIL sales@tokyoinst.co.jp
東京本社 〒134-0088 東京都江戸川区西葛西6-1814
Tel: 03-3686-4711 (代) Fax: 03-3686-0831
大阪営業所 〒532-0003 大阪市淀川区宮原4-1-46 新大阪北ビル
Tel: 06-6393-7411 (代) Fax: 06-6393-7055

このカタログの記載内容は、予告なく変更する場合があります。

このカタログの記載内容の無断転載は禁止されています。

このカタログに記載されているメーカー名、製品名などは、各社の商標または商標登録です。