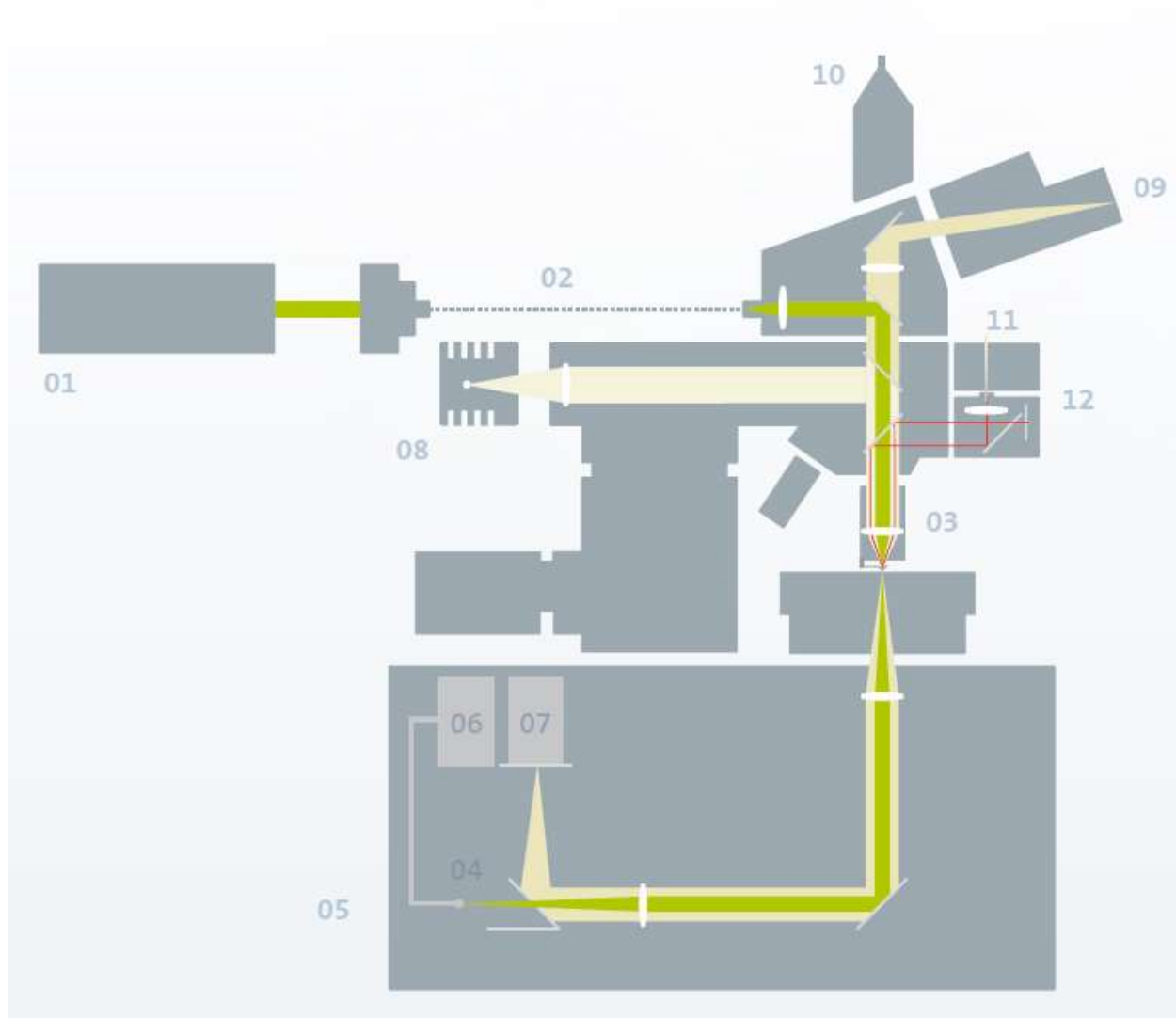


روش آزمون

میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک



1 مقدمه

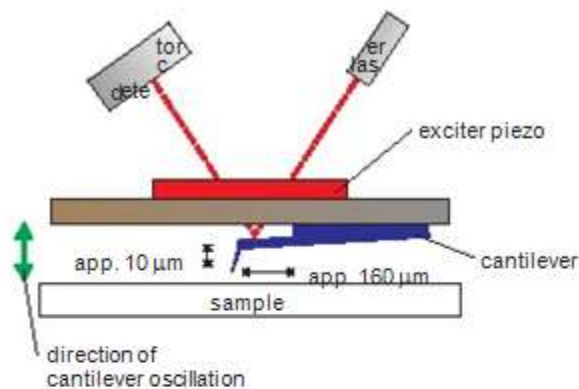
1.1 یک SNOM چه چیزی است؟

SNOM به معنی Scanning Nearfield Optical Microscope است. کار اصلی از یک SNOM در سال 1972 با Ash و Nicholls قبلاً کشف شده است (1) با استفاده از امواج مایکرو، اما در ابتدا میکروسکوپ نوری میدان نزدیک در سال 1991 با Betzig و دیگران در ژورنال Science نشان داده شده است (2). با وجود این حقیقت که این یک میکروسکوپ نوری است، آن به طور کامل از میکروسکوپ های نوری معمولی متفاوت است. در حقیقت، SNOM بیشتر مشابه به یک میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) است تا به یک میکروسکوپ نوری. مشابه یک AFM، SNOM برای توپوگرافی از یک نمونه با بزرگ نمایی عمودی خیلی بالا اجرا می شود. تفاوت بین یک AFM و یک SNOM پروجی است که برای اسکن سطح استفاده می شود. AFM از چیزی که "کانتی لیور" نامیده می شود برای آشکار ساختن توپوگرافی استفاده می کند. این به طور معمول شامل یک قطعه سیلیکون با یک تیپ خیلی تیز، سطح نمونه های مکانیکی است. SNOM همچنین یک تیپ خیلی تیز دارد، اما به طور معمول از یک فیبر نوری ساخته شده است. در مقایسه معمولی AFM، فیبر نوری فقط به عنوان یک آشکار کننده توپوگرافی استفاده نمی شود، اما همچنین برای برانگیختگی نوری، به عنوان آشکار کننده نوری یا هر دو، بستگی به ترتیب تنظیم SNOM دارد. (شکل 4 روی صفحه 6 ببینید). شکل 1 یک مقایسه بین یک پروب SNOM و یک پروب AFM است. در مقایسه با یک AFM، یک SNOM می تواند فقط در مد غیرتماسی استفاده شود، پروب در فرکانس رزونانس خودش نوسان دارد و فاصله تا نمونه با میرایی از نوسان اندازه گیری می شود. تفاوت AFM و SNOM فقط در نوع پروب نیست اما همچنین در جهت از نوسان نسبت به سطح نمونه است که به خوبی در اصول آشکارسازی نوسان است¹. به عبارتی با از بین بردن اندازه گیری های نوری، نوسان پروب SNOM به طور مکانیکی آشکار شده است.

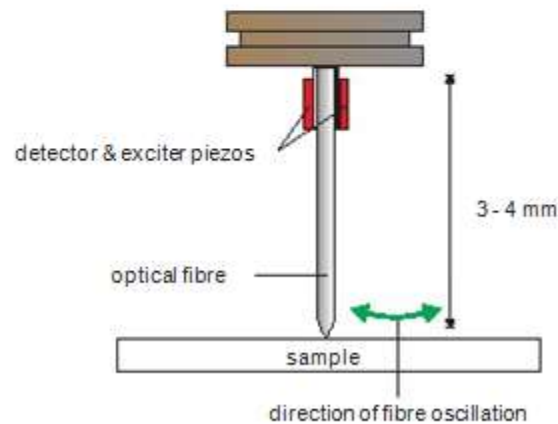
1 به دلیل طول پروب SNOM همچنین برای کار در مایع مناسب است.

1.2 چه زمانی از یک SNOM استفاده می‌کنیم؟

به طور معمول، بزرگنمایی از یک میکروسکوپ نوری با معادله زیر محدود می‌شود (محدودیت تفرق، شدت روشنایی با نور متناقص، لیزر نه به عنوان منبع):



(a) AFM-Probe



(b) SNOM-Probe

شکل 1: مقایسه بین پروب AFM و SNOM. نوسان پروب AFM با یک پرتو لیزر آشکار می‌شود و جهت نوسان عمود با سطح است. در مقایسه، نوسان پروب SNOM موازی با سطح است و به عبارتی موجب از بین رفتن سیگنال نوری می‌شود، نوسان با یک کریستال پیزو به طور مکانیکی آشکار شده است.

$$y \geq 0.61 \frac{\lambda}{NA} = 0.61 \frac{\lambda}{n \sin \sigma}$$

در اینجا y کمترین فاصله بین دو شی قابل تمیز از یکدیگر است، λ طول موج از نور که برای روشنایی استفاده می‌شود، و $NA = n \sin \sigma$ عدد روزنه دید (NA) از میکروسکوپ شیئی است. n شاخص انکسار متوسط بین عدسی شیئی و شی است و σ نصف زاویه باز تحت ظهور شی از دید شیئی است. به طور معمول نتایج در توضیح بزرگ نمایی قرار می‌گیرد به عبارتی از بزرگنمایی طول موج نور واقع شده است در حدود 1 تا $0.5 \mu m$ است. بزرگ نمایی می‌تواند با گذاشتن وسیله‌ای با یک شاخص انکسار بالاتر بین شی و عدسی شیئی یک مقداری افزایش یابد، به طور معمول نوعی از روغن یک شاخص انکسار تا حدود 1.4 دارد. امکان دیگر برای تابش با یک طول موج کوتاه‌تر گرفته می‌شود. یک مثال از این میکروسکوپ UV، نور UV که برای روشنایی در بدست آوردن یک بزرگنمایی بالاتر استفاده می‌شود. مثال دیگر میکروسکوپ الکترونی است، در حقیقت استفاده از الکترون‌ها یک طول موج خیلی کوتاه‌تر از نور را دارند.

اما امکان این وجود دارد که اطراف انکسار محدود شود و هنوز روش‌های نوری استفاده شود. اشعه الکترومغناطیسی با یک دو قطبی الکتریکی (نور جزء این نیست) در حقیقت شامل دو بخش است، "میدان دور" و "میدان نزدیک" نامیده می‌شود. بخش زمینه نزدیک فقط چند نانومتر انتشار دارد. بنابراین آن به طور معمول قابل بهره نیست به دلیل اینکه نمی‌تواند آشکار شود. اما محدودیت انکسار برای بخش میدان نزدیک از نور به کار برده نمی‌شود. میکروسکوپ میدان نزدیک نوری فقط این بخش میدان نزدیک را استفاده می‌کند تا بر محدودیت تفرق غلبه کند. این کار با قرار دادن آشکار ساز یا منبع نور (به طور معمول یک تیپ فیبر نوری) خیلی نزدیک به نمونه انجام می‌شود. از لحاظ فرض علمی، بزرگ‌نمایی نوری از یک میکروسکوپ میدان نزدیک نوری غیر قابل محدود است. عملاً، با روزنه از فیبر محدود می‌شود، که به طور معمول در حدود 80 تا پایین‌تر 50 nm است.

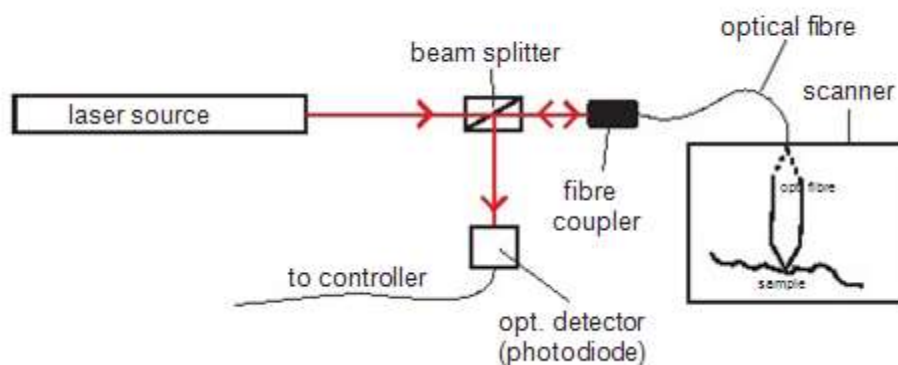
یک SNOM تنها دستگاهی است که می‌تواند اندازه‌گیری‌های نوری را با یک بزرگ‌نمایی خیلی بهتر از چیزی که به طور معمول با طول موجی از نوری که برای روشنایی یا آشکارسازی به کار می‌رود را انجام دهد. اما در مقایسه با یک میکروسکوپ نوری استفاده کردن آن کاملاً آسان است، نتایج اندازه‌گیری که با یک SNOM بدست می‌آید نیاز به مقادیر دقیق دارد. اغلب این خیلی سخت است که بین اندازه‌گیری غیر واقعی و اطلاعات واقعی تشخیص داده شود (3). وقتی که یک SNOM طیف بینی استفاده شود این آسان‌تر می‌شود، که این فقط شدت نور را آشکار نمی‌کند بلکه حتی طیف نوری کامل از نور خروجی نمونه را نیز آشکار می‌کند. یک SNOM همچنین نیاز به یک آشکارساز نوری خیلی حساس دارد، زیرا اندازه ناحیه جایی که نور آشکار می‌شود خیلی کوچک است. وقتی که از یک تک رنگ برای جدا کردن طول موج‌های متفاوت استفاده می‌شود، آشکارساز باید به اندازه کافی به آشکارسازی یک سیگنال که فقط شامل چند فوتون در میلی ثانیه است حساس باشد.

به طور خلاصه، یک SNOM باید برای اجرای اندازه‌گیری‌های نوری استفاده شود، وقتی که بزرگ‌نمایی نوری بالا مورد نیاز است یک میکروسکوپ معمولی ("میدان دور") می‌تواند استفاده شود.

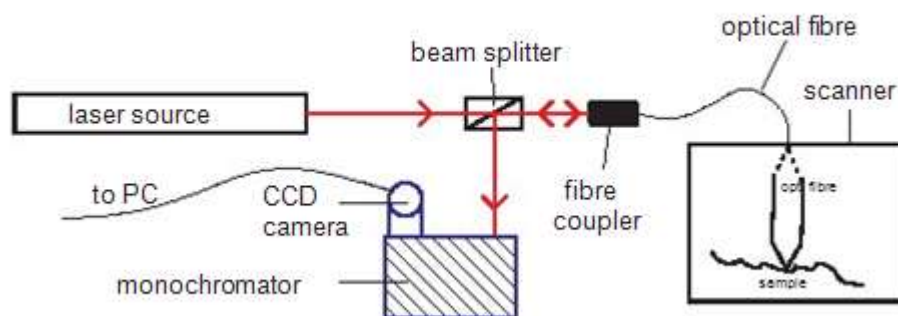
1.3 تنظیم SNOM

یک تنظیم SNOM فقط شامل یک اسکنر SNOM نیست، بلکه همچنین شامل بخش‌های دیگر نیز است. ساده ترین تنظیم SNOM در شکل 2 نشان داده شده است. در این تنظیم، یک نمونه درخشان است که از میان فیبر نوری و برگشت نور که با همان فیبر جمع‌آوری می‌شود و از یک جداکننده پرتو در یک فوتودیود عبور می‌کند. اینجا نور که به جریان الکتریکی تبدیل می‌شود. با این تنظیم که برای مثال اندازه‌گیری بازتاب پذیری یا شدت فوتولومینسانس از یک نمونه امکان پذیر است.

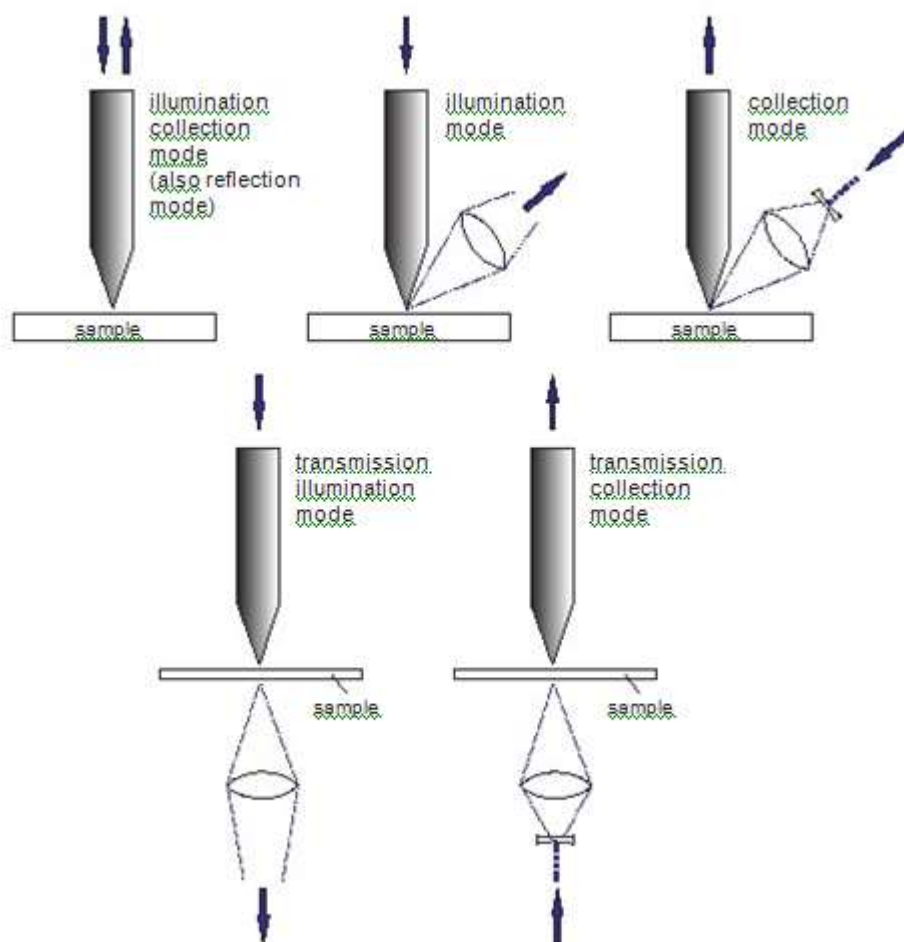
کاربرد دیگر برای اندازه‌گیری انتشار نور در کریستال‌های فوتونیک یا راهنمای موج در ساختارهای لیزری است. برای اندازه‌گیری فوتولومینسانس، به طور معمول یک فیلتر نوری بین جداکننده پرتو و آشکارساز گذاشته می‌شود تا از رسیدن نور لیزر اصلی به آشکارساز جلوگیری نشود. یک تنظیم خیلی پیشرفته در شکل 3 نشان داده شده است. اینجا فقط شدت نور آشکارساز نیست بلکه طیف نوری کامل از انتشار نمونه که آشکار شده است نیز می‌باشد. این تنظیم برای اندازه‌گیری‌های فوتولومینسانس خیلی مناسب است، جایی که همه اختصاصات انتشار نمونه جمع‌آوری شده است. با دستگاه DME، این ممکن است که یک نمونه اسکن شود و طیف نوری در هر نقطه از سطح نمونه‌ها برای بدست آوردن همه اطلاعات ممکن امکان پذیر باشد.



شکل 2: کمترین تنظیم SNOM برای مد انعکاسی (شکل 4 را ببینید). ساده ترین آشکارساز شامل یک فتودیود برای آشکار کردن شدت نور است. این تنظیم می تواند برای مثال برای اندازه گیری انعکاس از یک نمونه استفاده شود. برای اندازه گیری فوتولومینسانس، یک فیلتر نوری را بین آشکارساز و جداکننده پرتو قرار دهید برای اینکه نور لیزر رسیده از آشکارساز را نگه دارید.



شکل 3: تنظیم SNOM طیف بینی. اینجا طیف بینی نوری کامل با یک سیستم تکفامساز CCD آشکار می شود. اطلاعات تهیه شده در این مورد برای مثال انتشار نوری طول موج است، انتشار پهنای پیک، تغییرات شدت در طول موج های مشخص. با این تنظیمات همچنین تشخیص بین نور انعکاسی، انتشار فوتولومینسانس، و نوری که از لومینسانس از خود سیستم نوری بوجود می آید خیلی آسان است.



شکل 4: مدهای مختلف از اجرای SNOM.

1.4 انواع مدهای اجرایی

یک SNOM می تواند در مدهای مختلف استفاده شود. در شکل های 2 و 3 یک مد کاری که "مد illumination collection" نامیده می شود استفاده شده است. اما تنها این مد نیست. شکل 4 همه مدهای امکان پذیر از اجرا را نشان می دهد. در سه مد اول آشکارسازی نور و پدیده نوری روی همان جایی که در دو مد آخری نور از میان نمونه عبور می کند بنابراین آشکارسازی و پدیده نوری روی قسمت های مختلف از نمونه اتفاق می افتد. بنابراین، اجرای مدهای عبوری نیاز به نمونه ای دارد که انتقال دهنده نور باشد. اگر نمونه ای خودش یک منبع نور باشد، برای مثال یک LED، این همچنین ممکن است که فقط برای آشکار کردن قسمتی و حذف نور باشد. SNOM همچنین می تواند برای لیتوگرافی نوری استفاده شود، در این مورد قسمت آشکارساز می تواند حذف شود.

آسان ترین مد اجرایی مد جمع آوری کننده نور است، همچنین مد انعکاسی نامیده می شود. در اینجا فیبرها هم به عنوان یک منبع نور و هم به عنوان جمع کننده نور عمل می کنند. در مدهای دیگر، نورهایی برای تنظیم باید اضافه شود بنابراین بخش های نوری یا آشکارسازی دقیقاً روی موقعیت جریان از تیپ فیبری فوکوس شود. از سوی دیگر، شدت نور همچنین ضعیف می شود برای آشکار کردن با فیبر یا یک بخش خیلی کوچک از نور که با آشکارساز خارجی جمع می شود. تیپ فیبری خیلی کوچک است، این تنظیم با یک میکروسکوپ نوری اضافی باید انجام شود. در مد انعکاسی تنظیمات فقط نیاز به متصل کننده فیبر دارد، جایی که نور باید دقیقاً در انتهای فیبر فوکوس شود.

DME SNOM 2

2.1 اسکنر

سه سر اسکن مختلف از DME در دسترس است، در حجم اندازه گیری تفاوت دارند:

• مساحت اسکن $40 \times 40 \times 2.7 \mu\text{m}$

• مساحت اسکن $50 \times 50 \times 2.7 \mu\text{m}$

• مساحت اسکن $200 \times 200 \times 15 \mu\text{m}$

شکل 5 یک عکس از اسکن $200 \times 200 \times 15 \mu\text{m}$ را نشان می دهد. اسکنر با کنترلر استاندارد DME استفاده می شود و نرم افزار آسان قابل استفاده DME SPM و در مراحل استاندارد قرار می گیرد. پروب متصل به اسکنر که

همچنین به صورت آسان قرار گرفته است برای هر استفاده کننده دستگاه تهیه شده است. البته، همه مدهای کاری SNOM ساخته شده است.



Figure 5: The SNOM scanner.

شکل 5: اسکنر SNOM

2.2 پروب‌های نوری

برای تهیه کردن بهترین کیفیت ممکن ما همچنین تیپ‌های فیبری را خودمان ساخته‌ایم را پیشنهاد می‌کنیم. دو تکنیک معمول برای ساختن یک پروب SNOM نوری وجود دارد، کشیدن و اچ کردن. هر دو نوع از تیپ‌های فیبری تفاوت در اجرای فیبر را نشان می‌دهد، خروجی نور و سیگنال زمینه، که هم اکنون توضیح داده خواهد شد.

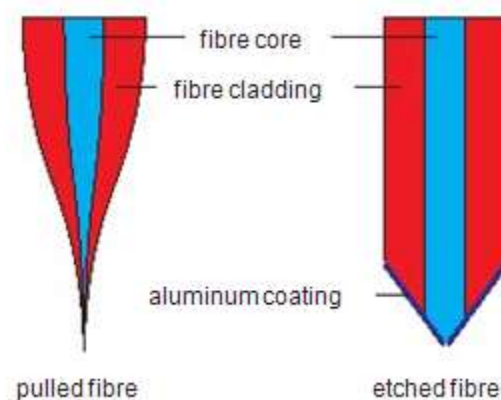
2.2.1 فیبرهای کشیده

راه معمول برای ساختن پروب‌های SNOM با کشیدن فیبرهای نوری است. در شکل 6 ببینید، همچنین مرکز فیبر، جایی که نور انتشار می‌یابد، با کشیدن نازک شده است، منجر به یک اثر فوکوس روی تیپ فیبر می‌شود. برای این نوع از فیبر به طور معمول پوشش اضافی برای شکل روزنه نیاز نیست. شکل این تیپ‌ها "ذاتا" بزرگنمایی بالا دارد. همچنین سطح تیپ خیلی صاف است، بنابراین انتخاب آنها برای انجام اندازه‌گیری ترجیح

داده می شود که بستگی به نور قطبی دارد. به تیپ نزدیک شوید نور خروجی شدیداً کاهش می یابد، به عنوان مرکز همچنین برای کم کردن نور انتشار نازک تر می شود. همچنین مرکز فیبر که قادر به کنترل کامل زاویه از نور انتشاری است بزرگ تر می شود. این همچنین گزارش شده است که تیپ های فیبر کشیده شده شدیداً نسبت به گرما حساس هستند و بنابراین مشابه به شکستن وقتی که نیروی زیادی با واکنش با سطح نمونه به کار برده می شود. به طور خلاصه، این نوع از فیبرها اختصاصات زیر را دارند.

مزایا: تولید آنها آسان است، شکل روزنه در این مرحله ضرورتی ندارد، سطح صاف و بنابراین میدان نزدیک همگن است.

معایب: نور خروجی ضعیف تر، برای جابجایی زمینه شدید، به آسانی با نیروی زیاد تخریب پذیر است.



شکل 6: دو راه مختلف برای ایجاد یک تیپ فیبری تیز وجود دارد: کشیدن و اچ کردن. هر دو تکنیک ها منجر به تولید تیپ های فیبری نوک تیز با قطری در حدود 50 nm را ایجاد می کند. اما اطلاعات روزنه متفاوت است برای هر نوعی از فیبرها، همچنین منجر به تفاوت در کار کردن فیبر و نتایج اندازه گیری می شود.

2.2.2 فیبرهای اچ شده

تصاویر میکروسکوپ الکترونی از فیبرهای اچ شده در شکل 7 نشان داده شده است. بر خلاف فیبرهای کشیده شده، مرکز فیبر با فرآیند اچ کردن نازک نشده است. بنابراین یک پوشش آلومینیومی اضافی نیاز است. بعد از این مرحله، تیپ کاملاً با آلومینیوم پوشیده شده است و روزنه با تیپ فیبری اندکی در مقابل سطح نمونه قبل

اولین اجرای اسکن کشیده شده است. اندازه روزنه می تواند مختلف باشد با انتخاب مقادیر مختلف از فشار و بهترین سازش بین نور خروجی و بزرگ نمایی که می تواند انتخاب شود برای بهترین خواسته های کاربردی مناسب باشد.

مزایا: نور خروجی بالاتر، برای حذف میدان دور بهتر است، بزرگی بیشتر در مقابل نیروی خیلی زیاد در هنگام اسکن کردن است.

معایب: یک مرحله قبل از این که فیبر برای استفاده آماده باشد برای شکل روزنه لازم است .

2.3 تولید فیبر

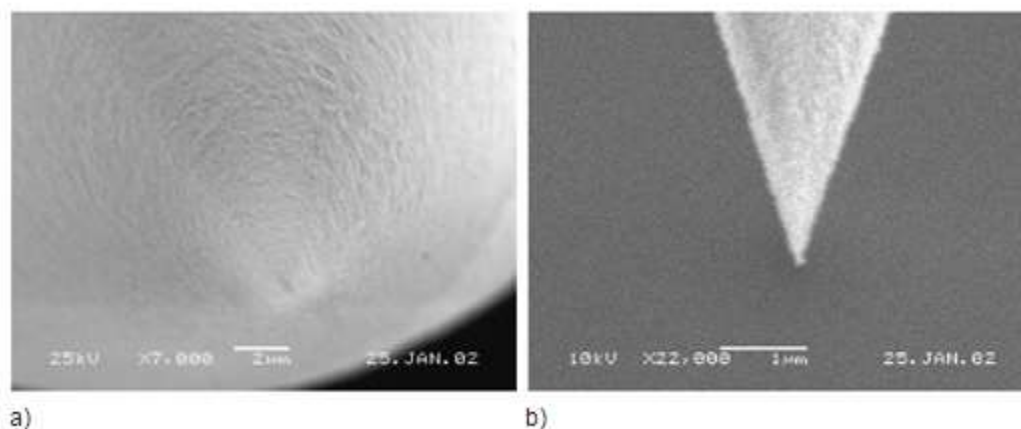
محصولات DME تیپ های فیبری آماده برای استفاده مشتری است، رسیدن به بزرگ نمایی بالا را امکان پذیر می کند. برای استفاده تیپ های فیبری، آنها باید در یک نگه دارنده فیبری با نوسان تحریکی لازم قرار داده شوند و به آسانی آشکار شوند. این همچنین برای مشتری تولید فیبرها توسط خودشان امکان پذیر است، به خصوص برای درخواست های خاص مناسب یا برای پس انداز پول وقتی که دستگاه برای تولید فیبر هم اکنون وجود دارد. وقتی که این احساس شود، مشتری می تواند بین فرستادن فیبرها به DME با قرار دادن در نگه دارنده ها، یا همچنین خودشان این قرار دادن را انجام دهند انتخاب کند. DME همچنین یک نوع خاص از نگه دارنده را پیشنهاد می کند جایی که فیبر قرار داده می شود فقط در حدود یک دقیقه زمان می برد، برای اینکه ساختن آن را برای مشتری امکان پذیر سازد برای بهینه ساختن فرآیند تولید فیبر توسط خود مشتری با آزمایش فیبرهای مختلف زیاد در مدت زمان کوتاه است.

2.4 آماده کردن برای اجرای تنظیمات

DME انواع مختلف از تنظیمات آماده به اجرای SNOM را فراهم می کند. همه تنظیمات حداقل شامل یک اسکنر SNOM، یک کنترلر، و نرم افزار SPM است. به علاوه، اجزایی برای اندازه گیری های نوری است، که شامل جمع آوری کننده فیبر، منبع نور، و آشکارساز مورد نیاز هستند. DME به مشتری برای انتخاب اجزاء درست درخواست شده برای اجرا اندازه گیری های نوری کمک می کند. DME یک محدوده وسیع از تنظیمات SNOM را پیشنهاد می کند، شامل آماده کردن برای اجرای تنظیمات طیف نمایی SNOM، محفظه خلاء بالا برای سرد کردن نمونه برای اندازه گیری های نوری است.

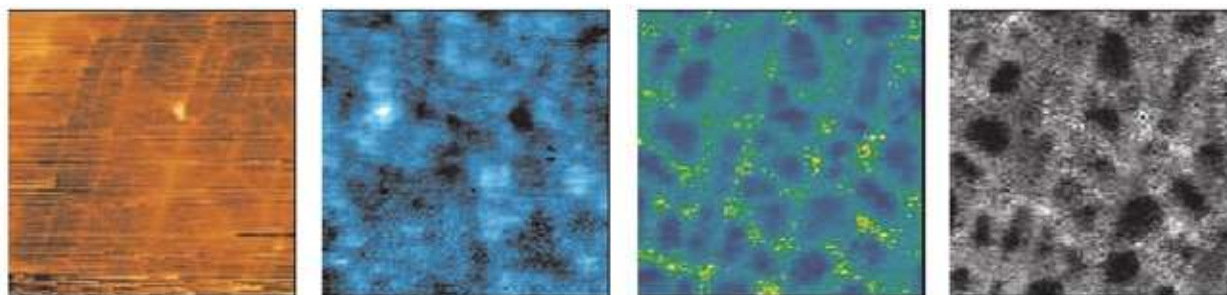
2.4.1 طیف نمایی SNOM

تنظیمات طیف نمایی SNOM قادر به طیف نوری کامل در هر نقطه از سطح نمونه است. ابزارهای نرم افزاری مورد نیاز برای ارزیابی این نوع از اندازه گیری را نیز شامل می شود. این تنظیمات اجرای یک اندازه گیری تنها و بدست آوردن اطلاعات درباره شدت نور در طول موج های مشخص را امکان پذیر می سازد، جابجایی انتشار ماکسیمم از میان نمونه، انتشار پهنای پیک و همچنین طیف در هر نقطه از سطح است. هر کدام از این اندازه گیری ها شامل حدود 16000 طیف نوری با اطلاعات توپوگرافی از ناحیه اسکن شده است. همه اطلاعات جمع آوری شده و در یک فایل جدا ذخیره می شود.



شکل 7: تصاویر میکروسکوپ الکترونی از نوک فیبر اچ شده. (a) نمای جلو (b) نمای پهلو

پهنای پیک انتشار جابجایی ماکسیمم شدت انتشار در یک طول موج توپوگرافی



شکل 8: انواع مختلف از اطلاعات، از یک طیف منفرد اندازه گیری SNOM بدست آمده است. تصاویری که فوتولومینسانس از یک شکاف AlGaIn نمونه را نشان می دهد. باز پخش از شبکه ثابت در یک تغییر مکان - قرمز در تصویر به وضوح قابل مشاهده است جابجایی از انتشار ماکسیمم را نشان می دهد. شدت تصویر ایجاد شده در یک طول موج درون طیف انتشار از نمونه است.

بعد از اندازه گیری، این اطلاعات می تواند برای ایجاد تصاویر مشابه که در شکل 8 نشان داده شده است استفاده شود. ترکیب نوری برای بدست آوردن اندازه گیری که در شکل 8 نشان داده شده است استفاده می شود یک آرگون یون لیزر و یک تکفامساز 32 سانتی متری با یک دوربین CCD سرد شده نیتروژن است. بعضی اندازه گیری ها با همان سیستم که در (4 و 5) نشان داد شده است اجرا شده است.

تنظیمات طیف نمایی SNOM به خوبی متناسب شده است وقتی که فقط شدت نور بهینه نیست، اما همچنین وجود انتشار طول موج در طول موج های مختلف است. یک مثال خوب بررسی انتشار کوانتوم دات است. با یک سیستم طیف نمایی SNOM این انتشار می تواند حقیقتا مشاهده شود. آن همچنین بهترین درخواست برای بررسی از مواد لومینسانس برای مثال برای تولید LED استفاده می شود، برای تعیین کیفیت مواد و یکنواختی. با این حال، یک طیف SNOM افزایش می دهد امکان برای تشخیص اندازه گیری مصنوعی از لومینسانس واقعی.

ما حاضر به طراحی تنظیم SNOM مخصوص شما را هستیم؟

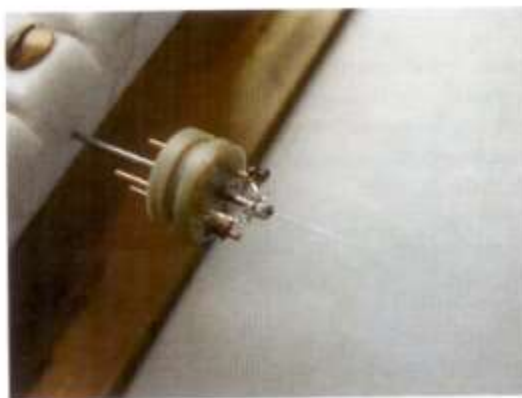
3 استفاده از تنظیم مد جمع آوری کننده - نوری

برای ساده ترین آزمایشات SNOM محصولات DME تنظیم یک مد جمع آوری کننده - نوری را فراهم کرده است، که اندازه گیری SNOM با طول موج تنها با استفاده از فیبر مشابه برای آشکارسازی و روشنایی را امکان پذیر می سازد (شکل 4 صفحه 6 را ببینید). تنظیمات در شکل 9 نشان داده شده است و شامل یک جعبه تقویت کننده و یک جمع آوری کننده فیبر با جدا کننده پرتو ساخته شده است. جعبه تقویت کننده همچنین قدرت را برای یک دیود لیزری انتخابی فراهم می کند، که در جمع آوری کننده فیبر قرار گرفته است.

3.1 آماده سازی اندازه گیری

توضیحات مختصر، اندازه گیری SNOM در روش زیر فراهم شده است:

- قرار دادن یک فیبر در داخل اسکنر SNOM
- انتخاب فرکانس مناسب برای اسکن
- آماده سازی انتهای فیبر بدون روکش
- ترکیب نور لیزر درون فیبر



شکل 10: یک نوک فیبر که در نگه دارنده فیبر قابل استفاده مجدد قرار گرفته است.

- اتصال جعبه تقویت کننده
 - اتصال خروجی تقویت کننده به یکی از ورودی‌های خارجی کنترلر
 - در نرم افزار SPM، تصویر 2nd را با خروجی خارجی جایی که تقویت کننده اتصال یافته است فعال کنید
 - تنظیم Amplifier gain
- نوک فیبر بی نهایت حساس است. یک تماس تنها با یک انگشت یا چیز دیگر نوک را خراب خواهد کرد. نکات مجزا در جزئیات در ادامه توضیح خواهد داده شد.

3.1.1 قرار دادن فیبر در اسکنر SNOM

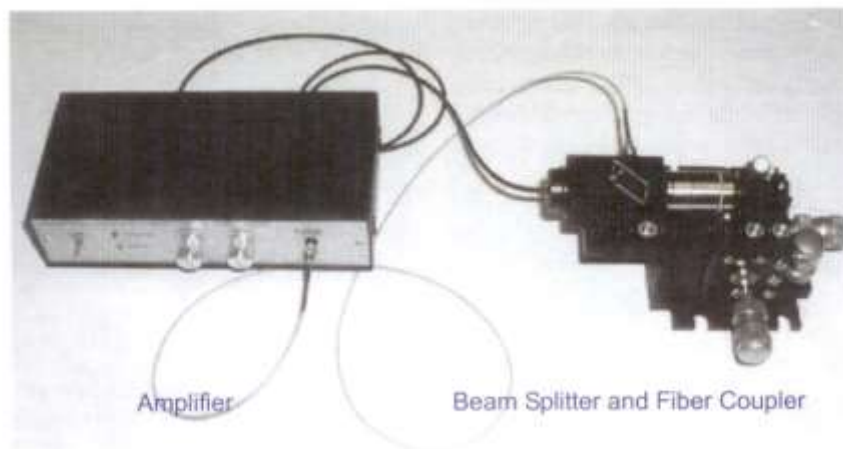
برای استفاده از یک فیبر در اسکنر SNOM، آن باید در یک نگه دارنده فیبر قابل استفاده مجدد چسبانده شود، شکل 10 را ببینید. DME عموماً تیپ‌های فیبری که هم اکنون در میان یک نگه دارنده چسبانده شده است را ساخته است.

برای قرار دادن یک فیبر درون اسکنر SNOM، انتهای فیبر بدون روکش (انتهای بدون تیپ) در جلوی اسکنر قرار دهید و فیبر را از میان کل اسکنر عبور دهید.

سپس، از یک انبرک برای بیرون آوردن نگه دارنده فیبر با قلاب آن از جعبه در اطراف بخش پلاستیکی قهوه‌ای استفاده کنید.

عموماً نگه دارنده را در اسکنر قرار دهید، در همان زمان فیبر را از میان اسکنر عبور دهید. وقتی نگه دارنده فیبر به طور کامل درون اسکنر قرار گرفت، نرم افزار SPM را برای اجرای یک جستجوی فرکانس استفاده کنید (در کارکرد تنظیم اسکنر) برای اینکه تحریک و کار مکانیسم آشکار سازی را ببینید. در طیف بینی فرکانس باید چندین پیک قابل رویت وجود داشته باشد. در صفحه نمایش جستجوی فرکانس از تنظیم نرم افزار SPM دامنه 2v به کار می‌رود.

یک ضمیمه کاربردی خاص وجود دارد که توضیح می‌دهد به چه صورت فیبر درون نگه دارنده فیبر قابل استفاده مجدد چسبانده شود، برای مورد خودمان تیپ‌های فیبری قابل استفاده ساخته شده است.



شکل 9: تنظیم مد جمع آوری کننده نور، شامل جدا کننده نور و وسیله جمع آوری کننده فیبر که به خوبی جعبه تقویت کننده نشان داده شده است.

3.1.2 یافتن فرکانس مناسب

یافتن فرکانس مناسب برای اسکن اسکنر SNOM سخت تر از یک اجرای AFM در مد AC است. فیبرهای SNOM یک تفاوت پیک در طیف بینی فرکانس دارد، اما فقط یک مقدار کمی از آنها می تواند برای اسکن استفاده شود. اگر پیک اشتباه انتخاب شده باشد، فیبر به داخل نمونه جابجا خواهد شد و آسیب می بیند.

فرکانس های اصلی از تیپ ها معمولا اطراف 10 KHz است. این فرکانس اصلی می تواند اغلب به دلیل دامنه نوسانی خیلی پائینی که دارد استفاده نشود. برنامه SPM می تواند به طور معمول فرکانس مناسب را خودش پیدا نکند. بنابراین، فرکانس مناسب به صورت دستی با موس مشخص می شود. فرکانس مناسب به طور معمول در محدوده از 60 تا 100 KHz است. این روش را برای پیدا کردن آن دنبال کنید:

1. انتخاب محدوده فرکانس مناسب: همچنین محدوده پائین، برای فرکانس اصلی یا محدوده بالا برای چندین فرکانس اصلی تلاش کنید. معمولا، یک فرکانس از محدوده بالاتر بهتر کار می کند.

2. اجرای یک جستجوی فرکانس روی محدوده کامل با نشان دار کردن محدوده کامل با موس در قسمت بالایی از دو طیف فرکانسی است.

3. انتهای آزاد دیگر از فیبر را بگیرید و جلوی فیبر بین تیپ و بلور کوارتز که نوسان از تیپ فیبر کم شده است را لمس نکنید. مراقب باشید خود تیپ فیبری را لمس نکنید، از سوی دیگر تیپ ممکن است آسیب ببیند. در طول لمس کردن، جستجوی فرکانس دیگر را اجرا کنید. حالا هر دو طیف با تیپ فیبر کاهش یافته و کاهش نیافته را مقایسه کنید. این پیک‌های دامنه می‌تواند برای اسکنی که واضح نیست یا خیلی کوچک است برای وقتی که نوسان تیپ کاهش یافته است استفاده شود. شما می‌توانید این اجرا را که یک جستجو وقتی که فیبر تماس می‌یابد و وقتی که بخش جلویی فیبر تماس نمی‌یابد چندین بار تکرار کنید.

4. وقتی که یک پیک را پیدا می‌کنید، وقتی که فیبر تماس می‌یابد ناپدید می‌شود، این پیک را با نشان دار کردن با موس انتخاب کنید، و سپس جستجوی خودکار را دوباره فعال کنید و بزرگنمایی برنامه را روی پیک انتخاب شده را امکان‌پذیر سازید. سیستم سپس برای اسکن کردن آماده است. یک کمک خوب به این مورد اتصال یک اسیلوسکوپ به خروجی AC از کنترلر است. سپس، می‌توان به صورت مستقیم نوسانی که وقتی جلوی فیبر تماس یافته است کم شده است را دید. ما اکیدا توصیه می‌کنیم وقتی که SNOM را استفاده می‌کنید یک اسیلوسکوپ را به خروجی AC متصل کنید و کاهش نوسان را بررسی کنید. اگر یک پیک اشتباه در جستجوی فرکانس انتخاب شود، سپس سیستم سطح نمونه را نمی‌تواند مشخص کند و تیپ به درون نمونه جابجا شده و شکسته خواهد شد.

بعد از اینکه فرکانس مناسب انتخاب شد، می‌توان یک تست اسکن روی یک نمونه برای دیدن اینکه یک تصویر بدست آمده است انجام داد.

3.1.3 آماده‌سازی انتهای فیبر بدون روکش

این مهم است، که انتهای فیبر به روش صحیح آماده شده باشد، از سوی دیگر این ممکن نیست که نور به درون فیبر برود.

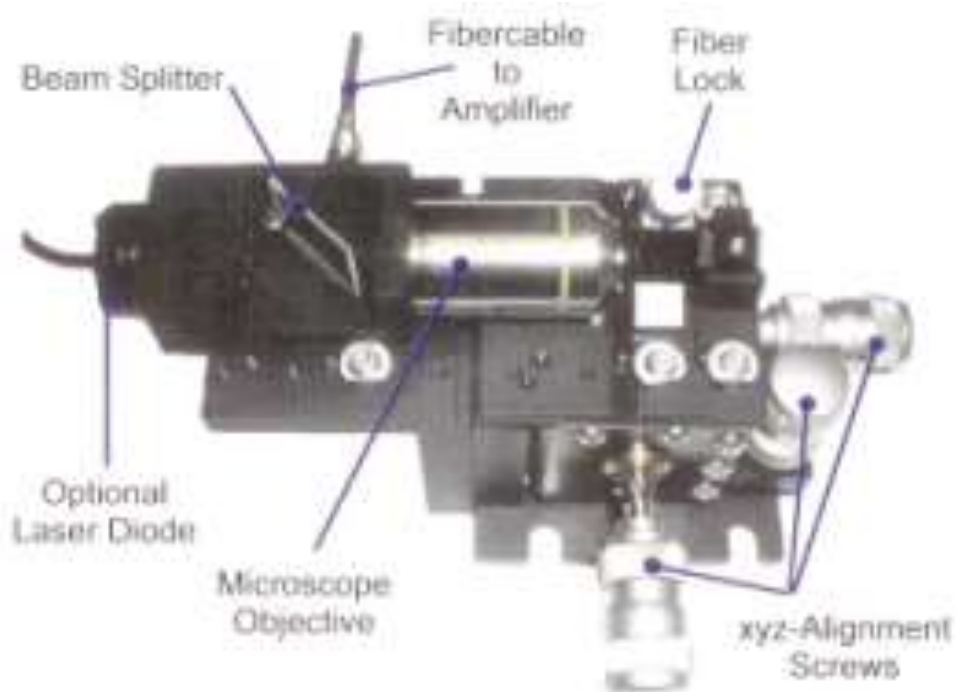
ما جابجایی روکش فیبر را شروع کردیم. فیبر، مشابه یک سیم الکتریکی، یک پوشش پلاستیکی روی قسمت بیرونی دارد. این می‌تواند همچنین با یک جدا کننده فیبر یا با یک ابزار جدا کننده خوب برای سیم‌های الکتریکی استفاده شود. پوشش تقریباً 2 سانتی متری را جابجا کنید بنابراین مرکز شیشه‌ای

بدون روکش را می‌توانید ببینید. حالا یک ابزار الماس بگیرید (DME معمولاً برای این منظور چرخ‌های الماس با هزینه کمتر را فراهم می‌کند) و فیبر تقریباً 1 سانتی‌متر پشت انتهایی آن را لمس کنید. آن را محکم لمس نکنید در این صورت فیبر اینجا شکسته خواهد شد، فقط آن را کمی لمس کنید. این کار یک مقداری شکاف روی مرکز فیبر ایجاد می‌کند.

حالا فیبر را خم کنید. آن دقیقاً جایی که با ابزار الماسی تماس یابد شکسته خواهد شد. اگر جای دیگر آن شکسته شود، روش را تکرار کنید و شاید آن شدیداً تماس یابد.

فیبر را بدون استفاده از ابزار الماس نشکنید. هدف از این ایجاد سطح صاف آینه‌ای با شکستن است، وقتی که فیبر شکسته شده تقریباً غیرممکن است که بدون شکاف کوچکی از ابزار الماس باشد.

حالا انتهای فیبر آماده شده است. آن را با یک انگشت به هیچ وجه لمس نکنید.



شکل 11: جداکننده نور و واحد جمع‌آوری کننده فیبر شامل یک میز قابل انتقال xyz با یک نگه‌دارنده جدا کننده نور و یک میکروسکوپ شیئی است.

3.1.4 نور لیزر جمع آوری کننده درون فیبر

واحد جمع آوری کننده نور (شکل 11 را ببینید) می تواند همچنین با یک دیود لیزری یا با یک لیزر خارجی استفاده شود. اگر دیود لیزری باید استفاده شود، کابل برق از دیود لیزری را به جعبه تقویت کننده اتصال دهید و لیزر را روشن شود. جای دیود لیزری در یک روشی که موازی پرتو نور از دیود لیزری است که به مرکز میکروسکوپ شیئی برخورد می کند تنظیم شده است. اگر یک لیزر خارجی باید استفاده شود، پرتو نور آن موازی است همچنین احتیاج به برخورد میکروسکوپ شیئی در مرکز دارد. به طور معمول اطراف 1mW یا کمتر منبع لیزر مورد نیاز است. همچنین با منبع لیزر بزرگتر، تیپ فیبر ذوب خواهد شد و یا سطح نمونه به علت فوکوس نور لیزر قوی تخریب خواهد شد.

حالا، انتهای فیبر را با باز کردن قفل فیبر و قرار دادن فیبر در جای مناسب قرار دهید. انتهای فیبر باید کمی از قفل به سمت میکروسکوپ شیئی برآمده باشد، شاید 0.5 mm باشد. کابل فیبر ممکن است با پیچ در جلوی قفل فیبر ثابت شده باشد.

برای فوکوس نور داخل فیبر، نقطه مرکزی از میکروسکوپ شیئی باید تنظیم شود تا در انتهای فیبر و در مرکز هسته فیبر قرار گیرد. این کار با جابجایی تمام تنظیمات پیچ ها تا مقداری از نور داخلی از تیپ فیبر بیشینه شود انجام می شود. این کار احتیاج به مقداری تمرین دارد و ممکن است اگر که برای اولین بار انجام شود مقداری زمان ببرد.



شکل 12: سمت جلو و پشت جعبه تقویت کننده است. دو فیش bnc روی قسمت پشتی خروجی های تقویت کننده و فیش کوچک جایی که 3.8v است یک منبع برق برای یک لیزر دیودی است. دو فیش bnc وجود دارد بنابراین برای مثال یک اسیلوسکوپ و کنترلر می تواند همان زمان متصل شود.

برای اولین تنظیم، تمرین کردن تنظیم با فیبرهای بدون روکش بدون تیپ و امتحان کردن نور داخلی برگشت شده از جدا کننده نور ممکن است خوب باشد. کسی می تواند چیزی که از جدا کننده نور با جدا کردن کابل فیبر خاکستری و نگه داشتن یک قطعه کاغذ پشت منفذ برمی گردد را به آسانی ببیند. اگر نور فیبر به روش مناسب جمع آوری شده باشد، کسی باید تغییرات را در نور خروجی وقتی که برای مثال انتهای فیبر دیگری در آب یا غیره فرو رفته باشد را ببیند. این آزمایش را با یک تیپ فیبر تیز انجام ندهید زیرا آن کثیف شده و سپس آسیب می بیند.

3.1.5 تنظیم الکترونیک تقویت کننده

قبل از شروع اندازه گیری، یکی از فیش های bnc روی پشت جعبه تقویت کننده باید به یکی از ورودی های خارجی از کنترلر متصل باشد. همچنین، gain و offset باید تنظیم شود. منبع لیزر را روشن کنید و دکمه offset را روشن کنید تا ولتاژ روی خروجی فیش های BNC اطراف 0v باشد. با دکمه gain با چرخاندن به سمت چپ شروع کنید، این بدین معنی است که gain را کمتر کنید. دکمه gain سه موقعیت مختلف با سه تنظیم مختلف gain را دارد.

وقتی که تنظیم فرکانس به صورت توضیح بالا تهیه شد، تصویر دوم باید انتخاب شود بنابراین مشابه ولتاژ خروجی تقویت کننده است. اگر محدوده ولتاژ در تصویر دوم زیر 1 ولت است، gain می تواند با چرخاندن دکمه gain به سمت راست افزایش یابد. اما gain باید همیشه بنابراین پائین باشد، تا زیادی بار LED هرگز در طول اندازه گیری بالا نرود، از سوی دیگر ورودی محکم شود.

وقتی هر چیزی به صورت بالا که ذکر شده است تنظیم شد، تصویر دوم مشابه شدت نور در نقطه ای از سطح نمونه است. بدون هیچ فیلتری پشت جدا کننده نور، یک تصویر بازتابی نور بدست می آید. برای یک تصویر فلورسنس، یک فیلتر مناسب بین جدا کننده نور و سیم فیبر خاکستری قرار دهید و یک منبع لیزر مناسب به خوبی یک نوع فیبر مناسب قرار دهید.

3 استفاده از تنظیم مد انتقالی

تنظیم مد انتقالی شامل یک راهنمای میز DualScope™ با یک لیزر قرمز دیودی در انتها و جعبه تقویت کننده که در شکل 12 نشان داده شده است. در مقایسه با تنظیم بالا، هیچ جمع‌آوری کننده نور استفاده نشده است، در عوض، فیبر به صورت مستقیم درون ورودی فیبر از جعبه تقویت کننده قرار داده می‌شود. استفاده و تنظیم جعبه تقویت کننده به خوبی اجرای اسکن و روش یافتن فرکانس مشابه تنظیمات بالا ذکر شده است.