

مروری بر ابزارسازی و متروولوژی نانو در بریتانیا

مقدمه

ابزارشناسی، ابزارسازی و متروولوژی، اساساً نیاز به یک سری روش‌ها و فناوری‌های کارآمد دارد. در نتیجه، تاثیر آن خیلی بیشتر از آن چیزی است که این محصولات را تولید می‌کنند و به عنوان توسعه بخش‌های اقتصادی به چشم می‌خورد. بهره‌برداری موفقیت‌آمیز از فناوری نانو وابسته به این ابزار است. آنها ابزارشناسی را برای بررسی و معرفی وسایل و پیامدهایشان در طول دوره تحقیق و توسعه (R&D) و روش‌های تولیدی را برای تولید انبوه، تولیدات سودآور محصولات فناوری نانو و حمایت از متروولوژی را



جهت کنترل کیفیت در دسترس قرار می‌دهند. ابزارسازی و وسایل سریع و چند منظوره لازمه تولید سودآور دستگاه‌های فناوری نانو است و مادامی که فناوری نانو یک رشته در حال پیشرفت است، وسایل و ابزارسازی هم نیازمند رشد و توسعه هستند.

بازارهای کنونی و آتی برای ابزار و وسایل فناوری نانو

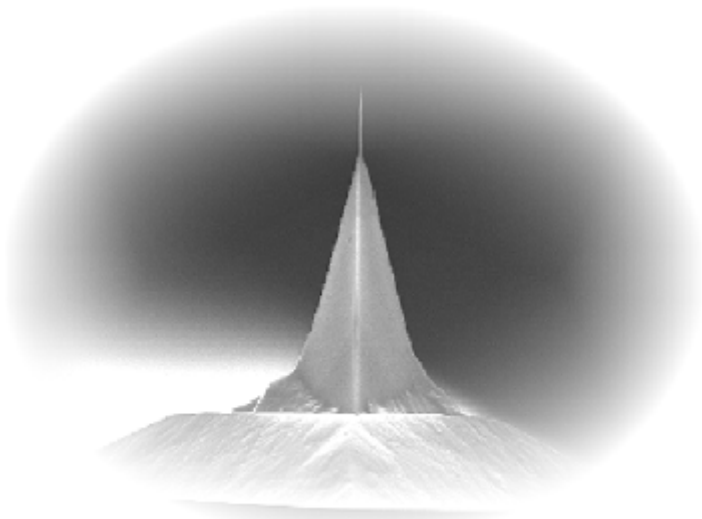
در حال حاضر تجارتهای جهانی بسیار گسترده‌اند. تجهیزات رسوب بخار شیمیایی (CVD)، سالانه حدود 5 بیلیون دلار فروش دارد و رشد سالیانه آن 11٪ تخمین زده شده است. میزان فروش میکروسکوپهای پروب روبشی 500 میلیون دلار برآورد شده است. همچنین نرم‌افزار مدل‌سازی مولکولی، سالانه حدود 2 بیلیون دلار فروش دارد. تمامی این بازارهای تقاضا به صورت چشمگیری در حال رشد هستند. اگر تولید انبوه دستگاه‌های فناوری نانو به طور جدی شروع شود، احتمال دارد که میزان تقاضای چنین ابزاری بالا رود.

چالش‌های فنی وسایل و ابزار فناوری نانو

با مطالعات تطبیقی می‌توان چالش‌های فنی و اصلی زیر را تشخیص داد:
روش‌های آنالیز شیمیایی برای سطوح تفکیکی جانبی با قطر کمتر از 100 نانومتر.

روش‌های آنالیز شیمیایی که در خلاء کاربرد دارند (این روش‌ها خصوصاً در کاربردهای زیستی دارای اهمیت هستند).

روش‌های نمونه‌برداری سطحی، عمل برجسته‌سازی و قالب‌زدن سریع را که از خصوصیات مقیاس نانو چاپی ارتباطی است، در تمام بخشها ممکن می‌سازد. خصوصیات مربوط به مقیاس نانو بسیار زیاد است.



توسعه ابزار و استانداردهای نانومترولوژی جهت کنترل کیفیت و غیره. سیستمهای سریعتر، توسعه و پیشرفت nanopositioning (انتقال و محرکها) برای شناخت توپوگرافی سه‌بعدی در سطح نانومتر و همچنین تشخیص کارآمدی دستگاههای تلفیق‌شده با عملکردهای

فیزیکی، شیمیایی و زیستی در سیستم‌های بیونانو الکترومکانیکی (bionanoelectromechanical)، (NEMS) می‌باشند.

رقابت جهانی در بخش ابزار فناوری نانو ایالت متحده آمریکا، ژاپن و آلمان.

ابزارشناسی، ابزارسازی و مترولوژی نیاز به انواع مختلف مهارتها برای انواع مختلف محصولات دارند. هیچ کشوری در تمامی این کارکردها شاخص و سرآمد نیست. ایالات متحده، ژاپن و آلمان هر کدام در برخی از بخشها سرآمد هستند. کشور آلمان در تحقیقات آکادمیک و فضای تجاری از جهات زیادی شبیه به انگلستان است. کشور آلمان، همانند انگلستان با کمبود مهارتها مواجه است؛ تعداد کادر آموزش فنی و مهندسی بسیار کم بوده و دانشجویان به حرفه‌های دیگر روی می‌آورند، با اینهمه، کشور آلمان این مسولیت را بر عهده افراد خاصی می‌گذارد. این کشور سازنده اصلی (Omicron) میکروسکوپیهای پروب روبشی (SPM) و همچنین تولیدکننده صنعت نیمه‌رسانا (Simens) است و به این ترتیب صنعت قدرتمند MEMS را در دست دارد.

ابزار فناوری نانو در انگلستان (نمای کلی)

ابزارسازی برای مدتی طولانی بخشی از قدرت انگلستان محسوب می شده است. این کشور دارای گروه‌های قدرتمند تحقیقات آکادمیک و شرکتهای جهانی است که در بخشهای زیادی از فناوری نانو فعالیت دارند. با این وجود انگلستان فاقد تولید کنندگان تجاری دستگاههای SPM است. همچنین این کشور از نظر امکانات تولیدات میکروسکوپی همانند کارگاههای صنعتی MEMS، نسبت به کشور آلمان عقب مانده است. کشورهای انگلستان و آلمان دارای تحقیقات آکادمیک قدرتمند در رابطه با نانوسطوح و همچنین تولید کنندگان بومی ابزار آنالیز شیمیایی سطوح، در سطح جهانی هستند.

نقاط قوت و نقاط ضعف در انگلستان

در موقعیت یابی نانومتری و نانومترولوژی هم هر کشور دارای یک شرکت جهانی است که محرکهای متغیر و مراحل تبدیل و انتقال را در زمینه نانومتر و فعالیت آزمایشگاههای استاندارد دولتی در این زمینه‌ها را



گسترش می دهند. به خاطر رهایی از خطر جذب از سوی کمپانی‌های خارج از کشور، شرکتهای اصلی انگلستان نسبتاً کوچک و کم هستند. شرکتهای انگلستان که در بخش‌های کاربردی فعالیت دارند، متفاوت بوده و اکثراً به سوی بازارهای گوشه (nichemarket) کشیده می شوند. در یک معنی می توان گفت اتحاد میان آنها به عنوان راهی برای رسیدن به قدرت بیشتر، بی فایده است. مشکل فعلی، کمبود نیروهای آموزش فنی و مهندسی است که علت آن وجود فرصتهای شغلی بهتر و تصور پاداش بیشتر در دیگر حرفه‌ها است. انگلستان فاقد آموزشگاه‌هایی مثل آموزشگاه‌های فرانهور آلمانی است که در آنها مهندسان و فناوران با مهارت تعلیم داده و تربیت می شوند.

عامل اصلی تغییر در بخش ابزار فناوری نانو

یک عامل اصلی برای تغییر در بخش ابزار فناوری نانو لازمه تقاضا از بخش صنعت است. پیدایش روش‌ها و دستگاهها در آزمایشگاههای تحقیقاتی با تقاضای جهانی، سبب ایجاد تولید انبوه آنها به شیوه‌ای مقرون به صرفه می شود. در حالیکه یک سیستم اندازه گیری منسجم جهت تشکیل زیرساخت تجارت و ارتقاء تجارتی خود کفا مورد نیاز است.

ابزارشناسی و ابزارسازی، جهت تولید و معرفی محصولات جدید مورد نیاز قرار می‌گیرد.

اهمیت کارگاههای MEMS و سیستمهای NEMS

ابزار، ابزارسازی و مترولوژی توسط تقاضاهایی که در بخش‌های دیگر به وجود آمده، توسعه یافته است. برعکس، دسترسی به ابزار جهت تولید انبوه، توانایی‌های اصلی برای توسعه تجارت هستند. دسترسی به کارگاههای سیستمهای میکروالکترومکانیکی (MEMS)، سیستمهای نانوالکترومکانیکی (NEMS) و حتی Bio-NEMS، یک عامل مهم محسوب می‌شود.

محصولات شیمیایی مولکولی عامل مهم در صنعت

عامل دیگر، توانایی کنترل کامل بر تولید محصولات شیمیایی در سطح مولکولی است. این گونه فناوریهای درهم گسیخته از محصولاتی مثل دستگاههایی که روش‌های جدیدی را برای تولید و ذخیره انرژی و تولید مواد غذایی و مواد شیمیایی جدید جهت محصولات شخصی، به وجود می‌آورند، حمایت می‌کنند.

ارائه روش از سوی بخش‌های تجاری برای محصولات.

بدون وجود ابزار، چیزی ساخته نمی‌شود. اما هزینه‌های توسعه ابزار و ابزارسازی جهت ساخت و تولید برپایه فناوری نانو اغلب بسیار بالا بوده و پذیرفتن آن بدون میزان بالای داد و ستد، برای شرکتها پرخطر است. تجارتهایی با این خصوصیات، تجارت کالاهای پرمصرف همانند مواد غذایی، داروها، دستگاهها و سیستمهای میکروالکترونیک می‌باشند. احتمالاً این گونه تجارتهای استفاده از تقاضاها را رهبری می‌کنند و کاهش تدریجی قیمت را ممکن می‌سازند.

عامل موفقیت انگلستان در ابزار فناوری نانو

در بخش بعد یک طرح موفق معرفی شده است:

در سال 2006 صنعت ابزار و ابزارسازی انگلستان، به طور انتخابی در خدمت بازارهای جهانی برای کاربرد در بخشهایی که در آنها قدرتمندتر است، مثل دارو، اپتوالکترونیک، انرژی خورشیدی و مراقبتهای بهداشتی خواهد بود.

فرصتهایی برای ایجاد بازارهای مهم و جدید به وجود می‌آید. در این بازارها فن‌آوریهای آشفته همانند لیتوگرافی نرم و طراحی نرم‌افزار وجود دارد. تجهیزات لیتوگرافی با استقامت بالا که قادر به تولید

دستگاههای اندازه گیری 50 نانومتری روی سطوح 25mm و بیشتر در نتیجه تولید 10000000 دستگاه روی سطوح هستند، در دسترس خواهند بود. با افزایش سریع میزان سهم کشور انگلستان در بازار تجاری از 2.5٪، طرحهای (اصلی) نرم افزاری در دسترس قرار می گیرد. با این همه این کشور نمی تواند حضوری چشمگیر در تجارت میکروسکوپیهای پروب روبشی (SPM) داشته باشد.

بازارهای جهانی با حجم بالای کالاهای صادراتی به وجود می آیند. این بازارها توسط شرکتهای تازه تاسیس در انگلستان در صنعتی جدید با فن آوریهای تازه تجهیز می شوند. در نتیجه ابتکار پرداختن به کمبدهای کنونی، افراد متخصص آماده خدمات رسانی به بازارها هستند. تاسیسات زیربنایی (کارگاهها) برای ساخت محصولات نمایش دهنده کالا مناسب بوده و بر مبنای یک SME در حال توسعه کار می کنند. یک نمونه جدید در تولیدات شیمیایی و زیست شیمیایی بوجود خواهد آمد. این محصول بر مبنای کاربرد فناوری نانو و ابزار شناسی از آن و وسایلی که کنترل کامل بر ساختار و قابلیت تکثیر را در اختیار سازندگان قرار می دهند می باشد. این روش تولید، در حالیکه از محصولات جدید و زیادی حمایت می کند، آلودگی کمتری را تولید می نماید. نهایتاً این نمونه جدید اثرات مهمی بر تولید ناخالص داخلی (GDP) می گذارد، اما تمام اینها پس از گذشت 5 سال به وجود می آیند.

ویژگی های انگلستان برای موفقیت در بخش ابزار فناوری نانو

دسترسی به متخصصین و امکانات ساخت و تولید به اضافه یک ساختار تجاری که بتواند پاسخگوی فن آوریهای با طبیعت آشفته باشد، همانند مبنای SME های مورد تایید، عوامل مهمی هستند که امکان تحقق این طرح را فراهم می کنند. صنعت مستلزم آن است که از منابع آموزشی جدید به نفع خود بهره برداری کند. حتماً راههایی برای نزدیک شدن به صنایع کوچک نیمه رسانا در انگلستان وجود دارد. عامل مهم دیگر در توسعه و گسترش این تقاضاها، امکانات مالی است. بخش دولتی که به این بخش ملحق شده است باید این مسئله و خصوصاً کمبدهای موجود در تاسیسات زیربنایی و بودجه مورد نیاز برای تولید نمایش دهنده های کالا را مورد توجه قرار دهد.

برخی شاخص های موفقیت انگلستان در بخش ابزار فناوری نانو

اگر انگلستان به این سناریو دسترسی پیدا کند، باید شاهد پیشرفت هایی در طول سالهای 2001 تا 2006، مطابق زیر باشیم:

افزایش تقاضا برای تولیداتی که با دستگاههای بسیار دقیق بالا به پایین به طیف وسیعی از تولیدات صنعتی، سبب پیشرفت تعداد زیادی از محصولات قدیمی فناوری برتر و تولید محصولات جدید شده است.

تامین امکانات تجاری متناسب جهت خدمات رسانی به تاسیسات SME در حال پیشرفت امکان ساخت و تولید نمایش دهنده های کالا و استفاده از فناوری ساخت MEMS را فراهم می کند. این تسهیلات همچنین به پیشرفت ابزار NEMS جدید آشفته و bio-NEMS کمک می کنند. نشانه های مربوط به این موضوع همان چگونگی امکانات و تسهیلات است :

1. تولید محصول جانبی و تاسیسات جدید و در حال توسعه، با افزایش سالانه از میزان پایه یک SME به ده برابر.
 2. تعلیم و تربیت بیش از 50 نفر طراح و نانومهندس در هر سال.
 3. ایجاد الگوسازی و تولیدات small_run برای 50 نفر خریدار جدید در هر سال.
- از سال 2006 سهم انگلستان در طراحی نرم افزار برای تجارت فناوری نانو، از مبنای کنونی 25٪ افزایش سالیانه ده درصدی خواهد داشت.
- در این کشور اولین ساختارها و ترکیبات جدید بر مبنای این کاربردها از سال 2006 توسعه یافته و به طور انبوه تولید می شود.
- از سال 2006 بیش از 5 شرکت انگلیسی از دستگاه مونتاژ مستقیم به عنوان یک وسیله معمولی که بر مبنای روش های آشفته کار می کند، استفاده می کنند. (از میزان پایه یک شرکت در حال حاضر)

نیازمندیهای انگلستان برای رسیدن به موفقیت در ساخت ابزار و وسایل فناوری نانو



1. تاسیس آموزشگاههایی که بیشتر شبیه به آموزشگاههای آلمانی فرانکوفر هستند تا شرکتهای فارادی و نیاز به سرمایه 50 میلیون پوندی دارند. (بر مبنای یک شرکت خصوصی - دولتی و دولتی)
2. بورسیه تحصیلی برای دانشجویان رشته های فنی، فناوری و مهندسی. علاوه بر دولت، صنعت هم می تواند در طرحهای تامین بودجه ایفای نقش کند.
3. آموزش برنامه هایی در مدارس برای استادان رشته های فنی جهت تشویق آنها برای توجه و علاقه مندی و جذب دانشجویان خوش آتیه در زمینه هایی که مربوط به بخش های کاربردی می باشد. (باز هم علاوه بر دولت، صنعت می تواند در چنین طرح هایی ایفای نقش نماید)

4. توسعه و پیشرفت طرح‌های فناوری در تعدادی از بخش‌های فناوری نانو، کمک می‌کند تا از تقاضا برای فن‌آوری‌های دستگاه‌های خاص رهایی یافته و به تاسیسات مترولوژی و ابزارسازی که برای تولیدات مورد نیازند، ضرورت بخشیم. در اینجا دولت، اتحادیه اروپا، بخش‌های آموزش و تحقیقات و تشکیلات فناوری و صنعت قادرند ایفای نقش کنند.
5. انجمن تحقیقات باید در برنامه‌های بی‌واسطه تحقیقاتی، برای تولید ابزار تنظیم شده جدید سرمایه‌گذاری کند.