

## CONCLUSIONES

La nanotecnología es una ciencia emergente alrededor de la cual se vislumbra un futuro prometedor, donde los sueños de ciencia ficción podrán hacerse realidad. El dominio de la materia a nivel atómico y molecular ya es posible, los esfuerzos actualmente se orientan a la construcción del primer nanoensamblador. Dentro de este panorama se desarrolló la determinación de tendencias tecnológicas y oportunidades de negocio en el área de nanotecnología, estudio a través del cual se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El método bibliométrico es una herramienta útil y versátil para determinar las tendencias tecnológicas de una tecnología en particular y para detectar oportunidades de negocio que aporten alta creación de valor para la industria. Según los resultados del análisis documental-bibliométrico realizado, los actuales y futuros desarrollos tecnológicos en el área de nanotecnología se orientan en primer lugar al campo de electrónica y computación, en segundo lugar a materiales y en tercer lugar a medicina, campos que incluyen necesidades prioritarias de los seres humanos: diseño y construcción de computadores mas rápidos y con mayor capacidad de procesamiento de datos e información; materiales con mejores propiedades: dureza, flexibilidad, resistencia mecánica y térmica, incluso con capacidad de autorepararse; técnicas de detección muy precoz de enfermedades, tratamientos farmacológicos mas efectivos.

El año 2002 fue el año de mayor desarrollo en el campo de investigación en nanotecnología. La proyección a futuro es que la investigación y desarrollo en esta área continúe en vertiginoso y acelerado crecimiento ya que los países tecnológicamente mas avanzados apuestan fuerte, con inversiones multimillonarias, por el desarrollo de este imparable proceso de revolución tecnológica que cambiara la vida del hombre y la industria (Fernández, 2001).

En los tres campos de la ciencia en los cuales se congrego el mayor número de las aplicaciones de las patentes, se detectaron 21 nichos de oportunidades, 3 nichos en el campo de electrónica/computación, 7 en materiales y 11 en medicina, asimismo, se asociaron 32 oportunidades de negocio a estos nichos, 7 oportunidades en electrónica/computación, 10 en materiales y 15 en medicina. Aunque actualmente esta tecnología se ubica en la etapa embrionaria, en función del análisis efectuado se proyecta una comercialización y penetración de mercado del 25% dentro de 7 años (promedio) y del 70% dentro de 11 años (promedio). Cabe señalar que el nicho con mayor desarrollo es el de electrónica/computación, le sigue materiales y finalmente medicina.

Los nichos de oportunidades vislumbrados en el área de nanotecnología están representados por nanoelectrónica y nanocomputación (campo de electrónica/computación), nanomateriales, nanopartículas de polímero, nanocerámicas, nanocristales de magnesio, nanopolvos de metal, entre otros (campo de materiales), nanopartículas funcionales, nanoelectrodos,

nanofluidos, nanorradiación, microinyección, nanopartículas transportadoras, entre otros (campo de medicina), en total son 21 nichos asociados a 32 oportunidades de negocio que representan excelentes posibilidades de creación de valor en la industria a nivel mundial.

A pesar del alto riesgo que representa realizar inversiones en nanotecnología debido a la madurez tecnológica embrionaria, las iniciativas de continuar aportando en dichos desarrollos son enormes, puesto que la generación de nuevos nichos se relaciona a grandes expectativas de creación de valor.

La nanotecnología es una ciencia que se vincula a un alto impacto (creación de valor alto) expresada en producción y rentabilidad económica, a una madurez tecnológica embrionaria y a un alto riesgo; el tamaño de la oportunidad en esta área es grande y prometedora pero es necesario mitigar el alto riesgo (producto de la madurez tecnológica) con algunas estrategias de posicionamiento tecnológico: invertir en I & D, materializar alianzas estratégicas. En el mismo orden de ideas, es importante señalar que en la industria petrolera tanto las brechas de competitividad como las tecnológicas respecto a la nanotecnología se ubican en un nivel bajo debido al estado embrionario de la tecnología, de allí se desprende que las oportunidades de negocio y posicionamiento vislumbrados a futuro son ambiciosas.

El portafolio de oportunidades tecnológicas en el área de nanotecnología para la industria petrolera se apalanca en tecnologías (nichos

de oportunidades) tales como nanoelectrónica, nanocomputación, nanotelecomunicaciones, dirigidas a los procesos de automatización y optimización de operaciones; nanomateriales, nanopartículas de polímero, nanocerámicas, direccionadas a los procesos de operación y mantenimiento de instalaciones; nanopartículas funcionales, nanofluidos, nanoradiación, microinyección, nanopartículas transportadoras, orientadas al campo de yacimientos y producción.

Instalaciones inteligentes; automatización industrial; monitoreo, optimización, mantenimiento y reparación remota en tiempo real; mantenibilidad, operabilidad y perforación de pozos en forma inteligente; diseño y fabricación de supermateriales; incremento drástico en el factor de recobro de petróleo; refinación de crudo totalmente en el subsuelo, son algunas de las oportunidades detectadas y en las cuales se puede apalancar la industria para generar mayor rentabilidad y sólidas ventajas competitivas.

## RECOMENDACIONES

- Que el portafolio de oportunidades tecnológicas en el área de nanotecnología para la industria petrolera se incluya dentro del plan de negocios de dicha industria, con el objetivo de acelerar el desarrollo de oportunidades y materializar la promesa de creación de valor. El momento oportuno para introducir nuevas tecnologías es crítico para ganar en el juego de los negocios (Sumanth, 1999, p.53).
  
- Realizar análisis específicos y detallados para cada campo de conocimiento al que se relacionan las aplicaciones de las investigaciones en nanotecnología con el objeto de detectar nuevos nichos y oportunidades de negocio.
  
- Efectuar estudios y/o trabajos de investigación dirigidos a cada oportunidad tecnológica detectada para la Industria Petrolera, y enlazarlos directamente a procesos específicos: exploración, producción, operación, mantenimiento, optimización, con el objeto de realizar evaluaciones económicas y de factibilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alfonzo, A., Ruíz, R., Uzcategui, M. y Urribarri, M. (2002). Introducción a la Gestión Tecnológica. Informe interno de PDVSA no publicado.
- Ariadn@ (2001, Diciembre 27). El año de la nanotecnología. Suplemento para comprender el mundo digital, El Mundo [Diario en Línea], 73. Disponible: <http://www.elmundo.es/ariadna/2001/73> [consulta: 2002, Octubre 5].
- Arias, F. (1999). *El proyecto de investigación*. 3era. Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa* Caracas: Ediciones CEAC, S.A.
- Bravo, L. (1987). *La investigación documental y bibliográfica*. Caracas: Editorial Panapo.
- Center for Nanotechnology University of Washington (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nano.washington.edu> [Consulta: 2002, Agosto].
- Chávez, N. (1997). *Introducción a la investigación educativa*. 2da. Edición. Maracaibo: Ars Gráfica, S.A.
- Diccionario de Marketing (1999). Madrid: Cultural, S.A.
- Enciclopedia McGraw-Hill de Ciencia y Tecnología (1992). 2da. Edición. 6 tomos.
- Fairley, P. (2002). Nanotech by the numbers. Technology Review. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.technologyreview.com/articles> [Consulta: 2002, Septiembre 30].
- Fairley, P. (2003). Nanoimprint lithography. Technology Review. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.technologyreview.com/articles> [Consulta: 2003, Marzo 2].
- Fernández, E. (2001). Nanotecnología: camino hacia el microcosmos [Documento en línea]. Ciencia Digital. Disponible: <http://www.cienciadigital.net> [Consulta: 2002, Octubre 5].

- Foresight Institute (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.foresight.org> [Consulta: 2002, Septiembre 22].
- García, N. (2002). El laberinto nanotecnológico [Documento en línea]. Laboratorio de física de sistemas pequeños y nanotecnología de Madrid. Disponible: <http://www.fsp.csic.es/> [Consulta: 2002, Septiembre 25].
- Gaynor, G. (1999). Gestión Tecnológica: descripción, campo de acción e implicaciones. En G. Gaynor (Ed.), Manual de Gestión Tecnológica: tomo I (pp. 3-31). Santafé: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, L. (1998). *Metodología de la investigación*. 2da. Edición. McGraw-Hill.
- Instituto de Formación Europeo de Nuevas Tecnologías (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.ifent.org/lecciones/teoriaatomica> [Consulta: 2002, Agosto 8].
- Kuczarski, T. (1997). *Innovación. Management Siglo XXI*. Santafé: McGraw-Hill .
- Leo, A. (2001). Get ready for your nano future. Technology Review. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.technologyreview.com/articles> [Consulta: 2002, Agosto 12].
- Lira, P. y Aguilar O. (2002). Proceso de identificación y adopción de tecnologías en el área de Biotecnología y Nanotecnología. Trabajo no publicado, Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, Maracaibo.
- Molina, M. (2002). Nanotecnología, ciencia de lo diminuto. Boletín Sociedad Chilena de Física [Documento en línea]. Disponible: <http://fisica.usach.cl/boletin/Abril2002/molinaabril2002.pdf> [Consulta: 2002, Agosto].
- Nanomix Inc., nanotechnology company (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nano.com> [Consulta: 2002, Agosto 12].
- NanoTechnology Magazine (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nanoquest.com/nanozine> [Consulta: 2002, Agosto].
- Nano-tex (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nano-tex.com> [Consulta: 2002, Julio 26].
- NASA (2003). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nasa.gov> [Consulta: 2003, marzo 2].

- Neumann, A. y Blachere, K. (2000). Como la Nanotecnología cambiara el mundo, reporte especial de CNET [Documento en línea]. Disponible: <http://www.microdek.com> [Consulta: 2002, Octubre 5].
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Caracas: Editorial Panapo.
- Scigliano, E. (2003). Nano solar cells. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.technologyreview.com/articles> [Consulta: 2003, Marzo 2].
- Sierra Bravo, R. (1999). *Técnicas de investigación social, teoría y ejercicios*. 13ava. Edición. España: Editorial Paraninfo.
- Soto, A. (2001). Metodología para la incorporación de nuevas tecnologías en proyectos de explotación petrolera. Tesis de maestría no publicada, Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, Maracaibo.
- Steele, L. W. (1989). *Managing Technology. The Strategic View* McGraw-Hill.
- Sumanth, D. (1999). El enfoque de "Ciclo de la Tecnología" a la gestión tecnológica. En G. Gaynor (Ed.), *Manual de Gestión Tecnológica: tomo I* (pp. 47-63). Santafé: McGraw-Hill.
- Tapias García, H. (2000). Gestión tecnológica y desarrollo tecnológico. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia [Revista en línea]. Disponible: <http://jaibana.udea.edu.co/producciones> [Consulta: 2002, Agosto 8].
- Thamhain J., H. (1999). Manejo de la innovación basada en la tecnología. En G. Gaynor (Ed.), *Manual de Gestión Tecnológica: tomo I* (pp. 183-198). Santafé: McGraw-Hill.
- The Institute of Nanotechnology (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.nano.org.uk> [Consulta: 2002, Agosto].
- Torres Morales, V. (1993). *Glosario de Marketing y Negocios*. México: McGraw-Hill.
- United States Patent and Trademarks Office (2002). [Patentes y marcas registradas en el área de nanotecnología. Datos en línea]. Disponible: <http://www.uspto.gov> [Consulta: 2002, Julio-Octubre].
- Universidad de Oviedo (2002). Diccionario de Español [Diccionario en línea]. Disponible: <http://trsdu.scig.uniovi.es/busca.html> [Consulta: 2002, Noviembre].



Urdaneta, R. (2001). Metodología para la evaluación y selección de los procesos tecnológicos utilizados en los procesos operacionales de la industria petroquímica Venezolana. Tesis de maestría no publicada, Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín, Maracaibo.

Wyk, R. van (1999). Análisis de la tecnología: una base para la experiencia tecnológica. En G. Gaynor (Ed.), Manual de Gestión Tecnológica: tomo I (pp. 91-105). Santafé: McGraw-Hill.

Zyvex, Molecular Nanotechnology Company (2002). [Pagina Web en línea]. Disponible: <http://www.zyvex.com/nano> [Consulta: 2002, Agosto].

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.452.763	Diseño GMR con capa de nano – óxido en la segunda capa enclavijada antiparalela.	17/09/2002	06/06/2000	Transductores magnéticos para leer señales de información en medios magnéticos.	Comunicación (Información)
6.447.698	Método para producir sustancias emisoras de luz.	10/09/2002	17/09/1999	Producción de sustancias emisoras de luz de nano-cristal (el cristal exhibe propiedades ópticas peculiares).	Optica
6.442.042	Configuración de circuito que tiene al menos un componente nano-electrónico y el método para fabricar el componente.	27/08/2002	18/06/2001	Proveer un bloque de nano-circuito.	Electrónica
6.440.606	Batería electrolita nano-acuosa.	27/08/2002	30/10/2000	Batería con capacidad de descarga excelente por un largo período.	Electricidad
6.440.383	Proceso de soluciones de cloruro de titanio acuoso a dióxido de titanio ultra fino.	27/08/2002	14/02/2000	Producir económicamente dióxido de titanio ultra fino de alta calidad.	Química
6.437.050	Preparación de nano-partículas y aplicaciones.	20/08/2002	04/10/2001	Fabricación de nano-partículas de polímero, usadas como aditivos para la goma (elastóm. sintéticos y natur.).	Materiales
6.436.221	Método de mejoramiento de la eficiencia de emisión de campo para fabricar emisores de campo de nanotubos de carbón.	20/08/2002	07/02/2001	Mejorar la densidad de corriente, el brillo y la uniformidad de las fuentes emisoras.	Electricidad
6.432.320	Aditivo de fluido de transferencia de calor y refrigerante.	13/08/2002	22/11/2000	Aumentar capacidad y conductividad térmica de refrigerantes y medios de transferencia de calor.	Transferencia de calor
6.428.920	Capa de zona interfacial electrolita endurecida para las celdas de combustible de oxido sólido.	06/08/2002	18/05/2000	Generación de corriente eléctrica.	Electricidad
6.428.596	Polvo compuesto múltiple usado en un núcleo para la pintura y soldadura térmica, manufactura y uso.	06/08/2002	13/11/2000	Procesos de soldadura y pintura.	Procesos Industriales

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.426.312	Matriz purificadora de aire para la oxidación de partículas de aire guardadas y gases.	30/07/2002	18/09/2000	Remoción, reducción o desintoxicación de contaminantes orgánicos.	Descontaminación
6.419.455	Sistema para regular la presión en una cámara de vacío, unidad de bomba de vacío equipada con lo mismo.	16/07/2002	21/11/2000	Regular presión en proceso de cámara de vacío para la manufactura de dispositivos de nanotecnología.	Nano I&D
6.416.668	Proceso de tratamiento de agua por membranas o nano-filtración.	09/07/2002	01/09/2000	Separar los contaminantes del agua potable de alta calidad a través de un proceso de costo efectivo.	Descontaminación
6.410.765	Método para hacer las nano-partículas funcionales.	25/06/2002	17/10/2000	Restauración medica o dental (reparación de dientes, huesos); rayos x, reparación de materiales.	Medicina
6.409.845	Componentes elásticos para un instrumento de precisión y el proceso para su manufactura.	25/06/2002	26/03/1999	Tratamiento de aceros (elasticidad, resist. a corrosión) para manufactura de instrumentos de precisión.	Materiales y Procesos Industriales
6.407.443	Modelado a nano-escala para la formación de cables extensos.	18/06/2002	20/06/2001	Formar cables a nano-escala para las aplicaciones de dispositivos.	Nano I&D
6.406.570	Componentes elásticos para un instrumento de precisión y el proceso para su manufactura.	18/06/2002	07/08/2000	Tratamiento de aceros (elasticidad, resist. a corrosión) para manufactura de instrumentos de precisión.	Materiales y Procesos Industriales
6.399.177	Materiales de red de columna vacía de película delgada depositada.	04/06/2002	30/05/2000	Obtención de película delgada semiconductor de alta porosidad.	Electricidad
6.395.046	Bolsa de filtro de polvo que contiene tejido nano no-enlazado.	28/05/2002	28/04/2000	Aspiradoras para la reducción eficiente del polvo más fino.	Procesos Industriales
6.391.471	Dispositivo funcional y material formado tipo polimérico de multi-fase y multi-componentes (dispositivos rápidos en respuesta y durabilidad).	21/05/2002	28/03/2000	Dispositivos que usan componentes poliméricos conductores: baterías solares, condensadores, sensores.	Materiales

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.386.718	Reflectores ópticos ajustables de rango de espectro libre y de fase (reflectores de nano-sintonizador).	14/05/2002	02/03/2001	Comunicación óptica: fabricación de dispositivos pasivos y activos usados en aplicaciones de división de onda de longitud densas.	Comunicación
6.383.286	Método para hacer super átomos semiconductores y agregado de lo mismo.	07/05/2002	31/05/2000	Dispositivos de computación para comput. cuánticos, elem. electrónicos variables para campos externos.	Electrónica
6.372.610	Método para la separación neta de un disco por implantación de iones.	16/04/2002	10/02/2000	Separación neta de un disco por separación de iones.	Nano I&D
6.368.664	Método de sustrato fresado de haces de iones antes de depositar el diamante como una capa de carbón sobre el mismo.	09/04/2002	02/11/2000	Pulir y reducir hendiduras en la superficie de un sustrato para posterior revestimiento.	Nano I&D
6.366.012	Tubo de rayo de cátodo que tiene una capa de filtro absorbente de luz formado sobre un panel de vidrio.	02/04/2002	28/04/2000	Mejorar contraste de tubo de rayo de cátodo.	Electricidad
6.365.059	Método para hacer una nano- estampilla y para formar, con la estampilla, elementos de tamaño nano sobre un sustrato.	02/04/2002	28/04/2000	Dispositivos electrónicos a nano-escala: circuitos integrados, disposit para almacenamiento, nanosensores.	Electrónica
6.359.325	Método para formar estructuras a nano-escala de materiales policristalinos.	19/03/2002	14/03/2000	Fabric. de estructuras a nano-escala para formar componentes operativos de disposit. electrónicos, mecánicos.	Materiales
6.358.531	Método para preparar gel o cáscaras porosas de partículas de vidrio.	19/03/2002	01/02/1999	Filtros para polvo de tamaño nano, como medios base del catalizador.	Procesos Industriales
6.357.910	Pirómetro de multilongitud de onda para medida en ambientes hostiles.	19/03/2002	04/08/1999	Medir temperatura en ambientes hostiles con alta precisión y rápido tiempo de respuesta.	Procesos Industriales
6.357.020	Método y sistema para pruebas de bajo nivel de hardware complejo electrónico central, usando la prueba de nanokernel.	12/03/2002	01/02/1999	Sistema de prueba de manejo de información del computador, técnicas para verif. del hardware del computad.	Computación

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.355.574	Método y dispositivo para tratar una superficie semiconductor.	12/03/2002	18/10/1999	Campo de la limpieza, grabación y nano manufactura de la superf. semiconduct.	Nano I&D
6.354.133	Uso de nano-tubos de carbón para calibrar extremos convencionales usados en Microscopios de Fuerza Atómica.	12/03/2002	04/12/2000	Calibrar dispositivos de medidas a nano-escala: líneas de amplitud, de altura.	Nano I&D
6.353.317	Semiconductores no magnéticos y sensores magneto resistivos mesoscópicos fabricados con litografía de super estructura.	05/03/2002	19/06/2000	Sensores de campo magnético mesoscópico para detectar campos magnéticos débiles en áreas nanomét.	Física (Sistemas de Detección)
6.350.488	Método de síntesis de masa de nanotubos de carbón de alta pureza sobre un sustrato grande usando deposición de vapor químico térmico.	26/02/2002	09/06/2000	Síntesis de nanotubos de carbón.	Nano I&D
6.349.591	Dispositivo y método para controlar la interacción de un extremo y una muestra, por microscopia de fuerza atómica y nano-hendidura.	26/02/2002	13/06/2000	Microscopia de fuerza atómica y medidas de nano-hendiduras.	Nano I&D
6.346.023	Método para preparar película de nanotubo de carbón para fuente de emisión de campo.	12/02/2002	24/08/1999	Fuente de emisión de campo (a bajo costo) usando un nanotubo de carbón, favorece el ahorro de energía.	Física
6.344.061	Dispositivo para la incorporación y liberación de agentes activos biológicamente.	05/02/2002	26/07/2000	Dispositivo implantable que facilita la formación in vitro de cobertura en solución en la cual las sustanc. activas biológicam. pueden ser coprecipitad.	Medicina (biomédico)
6.339.030	Fabricación de materiales de separación de banda fotónica.	15/01/2002	05/01/2000	Fabricación de estructuras periódicas de material dieléctrico que exhiben efectos de separación fotónica.	Optica
6.334.583	Fresadora de pelota de alta energía planetaria y método de fresado.	01/01/2002	25/02/2000	Aparato para producir metal de nano-tamaño o polvos de cerámica a una tasa de producción alta.	Procesos Industriales
6.325.904	Serie de nano-electrodos.	04/12/2001	12/04/2000	Método y aparato para detectar y caracterizar moléculas biológicas simples en solución.	Medicina (biología)

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.322.890	Alkilalumoxane supra-molecular.	27/11/2001	26/03/1999	Catalizador sólido heterogéneo para la polimerización de monómeros orgánicos o de olefinas.	Química
6.316.674	Proceso para la preparación de éteres acilo-aromáticos.	13/11/2001	30/03/2000	Como productos intermedios para drogas y farmacéuticos.	Medicina
6.313.578	Revestimiento de fósforo para lámparas de descarga de gas.	06/11/2001	28/09/1998	Materiales adherentes usados en revestimientos de fósforo para lámparas de descarga de gas.	Materiales (recubrimientos)
6.308.509	Estructuras fibrosas que contienen nanofibrilas y otras fibras textiles.	30/10/2001	24/07/2000	Fabricación de estructuras textiles bidimensionales y tridimensionales lineales.	Textil
6.306.779	Métodos para las capas de carbón amorfas nano-estructuradas.	23/10/2001	03/05/2000	Producción de componentes electrónicos y para almacenar información.	Electrónica
6.303.056	Película óptica no lineal compuesta, método para producirla y aplicaciones.	16/10/2001	24/07/2000	Fabricación de películas que emplean un proceso de preparación nuevo para aplicaciones ópticas no lineales.	Optica
6.294.450	Modelado a nano-escala para la formación de cables extensos.	25/09/2001	01/03/2000	Computación a nano-escala, circuitos de memoria, formación de nano-cables.	Computación
6.294.223	Método para la implantación del ión inducido por la formación de la partícula fijada vía reducción.	25/09/2001	23/12/1997	Alteración de materiales de cerámica de propiedades ópticas.	Materiales
6.284.068	Proceso de metal utilizando potencial eléctrico.	04/09/2001	08/11/1999	Cambiar estructura interna molecular del metal. Para partes eléctricas inductivas, mater. de estruct. metálica.	Materiales
6.271.899	Filtro armonioso de cristal líquido dispersado de polímeros de nano-fase.	07/08/2001	16/10/1998	Protección contra la radiación LASER. Para múltiples divisiones de longitud de onda en aplicaciones de telecom.	Telecomunicaciones

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.270.903	Método de materiales de superficie funcionales de enlace para sustratos y aplicaciones en microtecnología y anti-falla.	07/08/2001	30/09/1999	Enlazar materiales de superficie funcional a sustratos y aplicaciones en nanotecnología y anti-fallas.	Nano I&D
6.270.823	Método para tratar el suero.	07/08/2001	24/07/1998	Purificación de aguas resultantes de los procesos de la industria de comestibles (principal. leche y queso).	Procesos Industriales
6.263.423	Sistema y método para traducir instrucciones no-naturales a instrucciones naturales para procesar en procesador.	17/07/2001	22/09/1999	Microprocesador que permite que instrucciones complejas corran en hardware.	Computación
6.262.426	Técnica y proceso para la imagen y formación de dispositivos y superficies variados.	17/07/2001	27/10/1999	Fabricación de dispositivos eléctricos integrados, dispositivos electro-ópticos, ópticos y nano-máquinas.	Electrónica
6.260.795	Planeador computarizado OYA.	17/07/2001	02/06/1998	Planeadores con tecnologías aeroespaciales avanzadas.	Aeronáutica
6.258.974	Composiciones de oxido de metal.	10/07/2001	23/06/1998	Restauración médica y dental. Otras posibles: elementos ópticos, reparación de materiales.	Medicina
6.249.080	Campo de emisión de fuente de electrón, método para producirlo y uso.	19/06/2001	26/08/1998	Emisión de electrones de una superficie de un material por la aplicación de un campo eléctrico.	Física
6.248.796	Método para la producción de alcoholes mezclados de la síntesis de gas.	19/06/2001	13/11/1999	Producir alcoholes mezclados de la síntesis de gas usando un catalizador de metal de transición de sulfuro.	Química
6.248.529	Método de montaje químico de dispositivos a nano-escala.	19/06/2001	20/05/1999	Dispositivos a nano-escala: circuitos eléctricos usando moléculas de ADN como estructura base, transistores.	Química (nanotecnología)
6.236.060	Estructuras emisoras de luz en el extremo posterior de la línea de tecnología de silicón.	22/05/2001	19/11/1997	Producción de estructuras emisoras de luz.	Optica

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.218.086	Método para formar estructuras ultra pequeñas y el aparato para esto.	17/04/2001	17/03/1999	Producción de nano-litografías (donde se usa una capa de polímero delgada).	Nano I&D
6.214.434	Medios de grabación magnética de alta densidad de dominio simple aislado.	10/04/2001	12/05/1998	Aumentar la densidad de grabación en los medios de grabación magnética. Reducción de costos de almacenam. de datos electrónicos.	Electrónica
6.203.768	Proceso para la producción de partículas ultra finas.	20/03/2001	05/10/1998	Producción de partículas ultra finas: polvos de metal y de cerámica (de tamaño nano).	Materiales
6.200.515	Síntesis de un paso y consolidación de materiales de nano-fase.	13/03/2001	13/08/1999	Preparación de cerámica cristalina sólida y materiales compuestos con tamaño de grano de nanómetro.	Materiales
6.187.197	Proceso recirculante de máquina multietapas refrigerante.	13/02/2001	28/10/1998	Proceso mejorado para la recirculación en máquinas refrigerantes a base de glicol.	Transferencia de Calor
6.183.817	Aparato para la fabricación escrita directa de nano-estructuras.	06/02/2001	27/05/1998	Fabric. de nanodispositivos. Nano-estructuras de materia por deposición directa de átomos sobre sustratos.	Nano I&D
6.171.945	Aparato para depositar películas continuas dieléctricas bajas de sílice nano-poroso.	09/06/2001	22/10/1998	Fabricación de circuitos integrados.	Electrónica
6.165.842	Método para fabricar dispositivos de memoria no volátil usando puntos de nano-cristal.	26/12/2000	14/07/1999	Dispositivos de memoria no volátil para dispositivos de consumo de bajo poder o alta velocidad.	Electrónica Eléctricidad
6.165.440	Radiación y nano-partículas para el aumento de la transferencia de droga en los tumores sólidos.	26/12/2000	09/07/1998	Inmunología y terapia del cáncer.	Medicina
6.149.775	Método para preparar nanotubos de carbón de capa sencilla.	21/11/2000	09/03/1999	Preparar nanotubos de carbón de capa sencilla.	Nano I&D



## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.146.686	Material de implante y proceso para usarlo.	14/11/2000	23/04/1999	Dispositivo implantable de uso biomédico.	Medicina
6.146.649	Composiciones dermatológicas / cosméticas resistentes a la foto-azul y foto-blanqueo.	14/11/2000	14/08/1998	Mejorar foto-protección de la piel humana y cabello contra radiación UV. Tratam. terap. enferm. de la piel.	Medicina
6.146.196	Sistema de contacto coaxial emparejado.	14/11/2000	30/03/1999	Conectores, sistema conector coaxial miniaturizado.	Electricidad
6.143.948	Dispositivo para la incorporación y liberación de agentes activos biológicamente.	07/11/2000	03/07/1997	Dispositivo implantable que facilita la formación in vitro de cobertura en solución en la cual las sustanc. activas biológicam. pueden ser coprecipitad.	Medicina (biomédico)
6.139.585	Cobertura de cerámica bio-activa y método.	31/10/2000	11/03/1998	Dispositivos bioimplantables con cobertura de cerámica bioactiva para prótesis e implantes dentales.	Medicina
6.136.500	Composición de resina sensitiva a la radiación.	24/10/2000	18/08/1998	Manufactura de capas protectoras útiles para la micro-fabricación.	Materiales
6.136.369	Dispositivo para la incorporación y liberación de agentes activos biológicamente.	24/10/2000	23/04/1999	Dispositivo implantable que facilita la formación in vitro de cobertura en solución en la cual las sustanc. activas biológicam. pueden ser coprecipitad.	Medicina (biomédico)
6.134.946	Película de oxido de estaño porosa nanocristalina para sentir el monóxido de carbón.	24/10/2000	29/04/1998	Detección de gas: monóxido de carbón, hidrocarburos y vapores orgánicos.	Seguridad (sistema de detección)
6.129.901	Síntesis controlada y metal llenado de nanotubos de carbón alineados.	10/10/2000	05/11/1998	Producir nanotubos y llenado de los mismos con metales.	Nano I&D
6.123.819	Serie de nano-electrodos.	26/09/2000	19/03/1998	Método y aparato para detectar y caracterizar moléculas biológicas simples en solución.	Medicina (biología)

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.121.573	Cursor Winchester de fibra LASER para máquinas de micro a nano en superficies de medios de almacenamiento de datos.	19/09/2000	01/09/1998	Trabajar superficies con LASER. Aumentar la densidad de grabación en medios de grabación magnética.	Electrónica
6.121.191	Foto catalizador que carga partículas de metal ultra fino.	19/09/2000	18/05/1998	Limpiar el ambiente por descomposición de contaminantes ambientales.	Descontaminación
6.118.208	Aparato de mecanismo tensor de película para sensores acústicos.	12/09/2000	26/06/1998	Sensores acústicos o de vibración (detección de nanovibraciones) para aplicac. automotoras, aéreas, médica.	Física
6.117.363	Método para producir material emisor de luz.	12/09/2000	10/03/1998	Manufactura de material emisor de luz (capaz de la excitación a un voltaje bajo).	Optica
6.117.344	Método para manufacturar superficies de función de trabajo bajo.	12/09/2000	20/03/1998	Fabricación de superficies emisoras de partículas elementales.	Nano I&D
6.106.913	Estructuras fibrosas que contienen nanofibrilas y otras fibras textiles.	22/08/2000	08/10/1998	Fabricación de estructuras textiles bidimensionales y tridimensionales lineales.	Textil
6.097.627	Memoria de dirección casual cuantica con mezcladora de nano-diodo.	01/08/2000	30/09/1998	Aparato de memoria de dirección casual cuántica para almacenar data.	Electrónica Electricidad
6.087.432	Ingeniería de partícula para compuestos de matriz de polimida endurecida.	11/07/2000	31/07/1998	Producción de compuestos de matriz de polímero.	Materiales
6.084.340	Emisor de electrón con diamante nano-cristalino que tiene un espectro Raman con tres líneas.	04/07/2000	19/02/1999	Pantallas de exposición planas, para generar luz, en microscopios de electrón.	Electricidad
6.084.338	Montaje de cátodo con capa y partículas de diamante.	04/07/2000	14/05/1999	Dispositivos de emisión de campo.	Física

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.080.470	Material como el grafito duro unido por estructura como el diamante.	27/06/2000	17/06/1996	Manufactura de nuevos materiales nano-estructurados duros (carbón duro).	Materiales
6.080.317	Proceso y aparato para la purificación de agua de desechos.	27/06/2000	09/05/1997	Purificación de agua de desechos.	Descontaminación
6.069.295	Material de implante y proceso para usarlo.	30/05/2000	12/05/1997	Dispositivo implantable de uso biomédico.	Medicina
6.068.800	Producción de nano-partículas y tubos por la interacción de líquido-LASER.	30/05/2000	06/04/1998	Producir partículas a nano-escala, que exhiben efectos y caract. ausentes en el material con dimensiones mayores.	Materiales
6.064.587	Sistema y método para leer / escribir datos.	16/05/2000	29/06/1999	Sistema de almacenamiento de datos: para leer y escribir datos.	Electrónica Electricidad
6.064.081	Composiciones de carbón-germanio-silicón y sus procesos.	16/05/2000	15/01/1998	Para usar como pausas de grabado, útiles para la fabricación de nanotecnología y microelectrónica.	Nano I&D
6.063.629	Proceso de microinyección para introducir una sustancia de inyección (material genético en células eucarióticas) y nano-pipeta para el proceso.	16/05/2000	03/06/1999	Microinyección a través de una nano-pipeta para introducir una sustancia en una célula.	Medicina
6.063.243	Método para hacer nano-tubos y nano-partículas.	16/05/2000	25/11/1997	Producir tubos y partículas a nano-escala que tienen excelentes propiedades mecánicas y eléctricas.	Materiales
6.048.577	Partículas de alfa alumina de nano-tamaño que tienen una cobertura de sílice.	11/04/2000	04/02/1994	Manufactura de polvos de alfa alumina con partículas de nano-tamaño.	Materiales
6.042.900	Método CVD para formar películas de diamante nanocristalino.	28/03/2000	12/03/1996	Para la emisión de electrones. Para usar en dispositivos microelectrónicos.	Electrónica

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
6.040.230	Método para formar una capa que contiene silicón nano-áspero.	21/03/2000	13/03/1998	Fabricación de dispositivos semiconductores.	Electrónica
6.037.243	Método para manufacturar estructura de nanometro de silicón usando la película de nitruro de silicón.	14/03/2000	21/08/1998	Manufacturar nano-estructuras de silicón.	Nano I&D
6.033.583	Grabado al vapor de huellas nucleares en materiales dieléctricos.	07/03/2000	05/05/1997	Para crear huecos en un material dieléctrico y utilizarlo como filtro. Fabr. de nano filamentos y nano conos.	Nano I&D
6.026.013	Memoria de dirección casual cuántica.	15/02/2000	30/09/1998	Aparato de memoria de dirección casual cuántica para almacenar data.	Electrónica Electricidad
6.019.656	Método para fabricar un dispositivo de emisión de campo por el uso de nanotubos de carbón.	01/02/2000	01/09/1998	Dispositivos de emisión de campo, con coherencia de haz de electrón excelente.	Física
6.018.390	Acelerómetro de guía de onda óptica integrada con una masa de prueba adaptada.	25/01/2000	27/01/1998	Acelerómetros ópticos que usan la luz como su mecanismo de sensibilidad.	Optica
6.016.269	Memoria de dirección de azar cuántico con lector de salida magnético y/o elementos de nano-memoria.	18/01/2000	30/09/1998	Dispositivo de memoria.	Electrónica Electricidad
6.000.157	Hierro y placa de asiento para un hierro.	14/12/1999	19/09/1997		Materiales
5.999.887	Método y aparato para la determinación de propiedades mecánicas de materiales graduados funcionales.	07/12/1999	26/02/1997	Para medir propiedades mecánicas de los materiales a escala nano.	Nano I&D
5.997.961	Método de materiales de superficie funcionales de enlace para sustratos y aplicaciones en microtecnología y anti-falla.	07/12/1999	06/03/1998	Enlazar materiales de superficie funcional a sustratos y aplicaciones en nanotecnología y anti-fallas.	Nano I&D

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.991.190	Memoria de dirección de azar cuántico con piezoelector de salida.	23/11/1999	30/09/1998	Dispositivo de memoria de dirección de azar cuántica.	Electrónica Electricidad
5.990.721	Reloj sincrónico de alta velocidad generado por una onda constante.	23/11/1999	18/08/1997	Sistema de registro usado en circuitos digitales de registro.	Electrónica
5.990.028	Pasta dieléctrica.	23/11/1999	19/09/1997	Para coberturas dieléctricas de condensadores, para aplicaciones de cocción e impresión sobre los 1000° C.	Electrónica
5.983.334	Microprocesador superescalar para ejecutar concurrentemente y fuera de orden al menos dos instrucciones RISC.	09/11/1999	16/01/1997	Microprocesadores RISC superescalares.	Electrónica
5.978.256	Dispositivo de memoria no volátil que usa microscopio de fuerza atómica y el método para operar el dispositivo.	02/11/1999	29/01/1998	Almacenamiento de datos usando dispositivos de memoria no volátil.	Electrónica Electricidad
5.965.133	Construcciones de ácido nucleico multimérico de auto montaje.	12/12/1999	07/11/1997	Para identificar o tratar tejido o células enfermas.	Medicina
5.964.965	Materiales basados en Mg o Be nanocristalino y su uso para el transporte y almacenamiento de hidrógeno.	12/10/1999	15/08/1997	Material para el almacenamiento o transporte de hidrógeno con cinética muy buena.	Materiales
5.961.877	Grabadores químicos húmedos.	05/10/1999	06/12/1995	Como suspensiones de grabado en microelectrónica y fabricación de nanotecnología.	Electrónica
5.958.232	Sistema de tratamiento de agua potable de ósmosis reversa con la unidad de pre-filtro preciso lavable.	28/09/1999	10/06/1997	Tratamiento de agua potable.	Descontaminación
5.955.091	Composiciones dermatológicas / cosméticas resistentes a la foto-azul y foto-blanqueo.	21/09/1999	15/07/1996	Mejorar foto-protección de la piel humana y cabello contra radiación UV. Tratam. terap. enferm. de la piel.	Medicina

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.952.269	Formación de dispositivos superconductores usando una técnica de grabado selectiva.	14/09/1999	23/01/1998	Producir dispositivos super conductores con configuración deseada: nanoestructuras, bobinas.	Electricidad
5.930.162	Memoria de dirección de azar cuántica con memoria y/o mezclador de polímero.	27/07/1999	30/09/1998	Dispositivo de memoria para almacenar data.	Electrónica Electricidad
5.925.035	Método de eliminación de cabello.	20/07/1999	01/08/1996	Destrucción permanente de cabello humano no deseado.	Medicina
5.917.279	Capa intermedia en arreglos electro luminiscentes que contienen partículas inorgánicas divididas finamente.	29/06/1999	12/01/1996	Arreglos emisores de luz o diodos (LED).	Electrónica
5.912.069	Compuesto nanolaminado de metal.	15/06/1999	19/12/1996	Formulaciones energéticas para uso en explosivos propulsores y pirotécnicos.	Pirotecnia
5.906.708	Composiciones de silicón-germanio-carbón en procesos de grabado selectivo.	25/05/1999	06/12/1995	Como suspensiones de grabado en microelectrónica y fabricación de nanotecnología.	Electrónica
5.904.936	Partículas basadas en poliaminoácidos y capaces de ser usadas como vehículos de liberación para principios activos.	18/05/1999	25/03/1996	Transporte de principios activos (nutricionales o medicinales) bajo protección dentro de un cuerpo, a su lugar de acción.	Medicina
5.876.787	Proceso para fabricar un material de carbón poroso y condensador elaborado del mismo.	02/03/1999	03/11/1996	Dispositivos eléctricos: condensadores.	Electricidad
5.876.659	Proceso para producir compuestos reforzados de fibra.	02/03/1999	24/07/1997	Producir cerámica reforzada con fibra, útil como material para partes resistentes al calor (turbinas a gas).	Materiales
5.873.958	Cables de acero de alta resistencia y alta tenacidad.	23/02/1999	02/09/1997	Fabricación de cables de acero de alto carbono que requieran alta resistencia y tenacidad.	Procesos Industriales

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.865.978	Máscara fotolitográfica de campo corto y fotolitografía; técnicas de patrones a nano-escala; aparato y método de uso.	02/02/1999	09/05/1997	Fabricación de microchips semiconductores, nano-máquinas, circuitos integrados.	Electrónica Nano I&D
5.855.827	Síntesis de detonación a pulso (PDS).	05/01/1999	08/03/1996	Fabricación de polvos de cerámica y coberturas útiles para transferencia de calor estable, choque térmico.	Materiales
5.853.668	Aparato que permite las reacciones químicas secuenciales.	29/12/1998	25/05/1995	Construcción de proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos.	Medicina (bioquímica)
5.788.973	Composiciones dermatológicas/cosméticas resistentes al foto-azul que comprenden pigmentos TiO.sub.2 y silicones de benzotriazole.	04/08/1998	24/03/1997	Fotoprotección de la piel humana y cuero cabelludo contra la irradiación UV. Tratamiento terapéutico enferm.	Medicina
5.785.922	Método para producir cuerpo de compuestos aglutinados de carburo de silicón y nitruro de silicón.	28/07/1998	16/11/1995	Producir cuerpo de compuesto aglutinado que posee alta densidad y excelente fuerza a temperatura alta.	Materiales
5.780.889	Estructura de iluminación de fuente de consumo de válvula de superposición.	14/07/1998	22/11/1995	Dispositivos de memoria de circuito integrado.	Electrónica
5.770.126	Tasa de producción de nano-partículas por interacción de LASER-líquido.	23/06/1998	05/09/1996	Producir partículas a nano-escala (povos elementales ultrafinos).	Materiales
5.763.933	Estructuras nano-fabricadas que tienen una región de conductividad variable.	09/06/1998	03/06/1997	Formación de dispositivo electroconductor a nano-escala.	Electricidad
5.742.471	Materiales dieléctricos multicapa de nano-estructura para condensadores y aisladores.	21/04/1998	25/11/1996	Fabricación de nano-estructuras con características dieléctricas extendidas.	Electricidad
5.735.985	Método para micromoldear estructuras de cerámica.	07/04/1998	15/11/1996	Moldear estructuras, especialmente microestructuras de cerámica con microcaracterísticas de alta resolución.	Nano I&D

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.699.130	Video digital y sistema de audio que usan estructuras nanomecánicas.	16/12/1997	10/06/1996	Video digital y sistemas de audio (moduladores de luz y acústicos).	Vídeo y Audio
5.698.483	Proceso para preparar polvo de nanotamaño.	16/12/1997	17/03/1995	Producir polvos de cerámica de partículas nanométricas para usar en cerámicas de alta tecnología.	Materiales
5.695.901	Partículas magnéticas de nanotamaño para procesos reprográficos y método para fabricarlas.	09/12/1997	21/12/1995	Producir partículas magnéticas de nanotamaño para preparar tonos de color para imágenes nítidas en reprog.	Reprografía
5.695.900	Tratamiento de superficie de partículas magnéticas para usar en procesos reprográficos.	09/12/1997	21/12/1995	Producir partículas magnéticas de nanotamaño para preparar tonos de color para imágenes nítidas en reprog.	Reprografía
5.681.751	Método que permite las reacciones químicas secuenciales.	28/10/1997	25/05/1995	Construcción de proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos.	Medicina (bioquímica)
5.679.471	Cobertura nanocompuesta de plata-níquel para terminales de conectores eléctricos separables.	21/10/1997	16/10/1995	Terminales eléctricos para conexiones eléctricas separables con propied. de alto contacto, resisten. a la corrosión.	Electricidad
5.652.551	Método para la operación del dispositivo de alta frecuencia con temperatura alta y características fuertes de irradiación.	29/07/1997	25/06/1996	Osciladores de conducción de tiempo para usar en receptores de radares, disposit. lógicos, sistemas de alarma.	Física
5.643.472	Traslado selectivo de material por irradiación.	01/07/1997	19/09/1994	Traslado de material indeseado de la superficie de sustrato sin alterar las propied. físicas del mater. adyacente.	Nano I&D
5.630.880	Método y aparato para un procesador de plasma de volumen extenso que puede utilizar cualquier material de existencia.	20/05/1997	07/03/1996	Para recubrimientos, especialmente fabricación de microchips, mejoram. de propied. superficial. de materiales.	Materiales
5.626.752	Dispositivo para separar flujo de medios biológico-orgánicos con elementos de filtro en la forma de amortiguadores de membrana.	06/05/1997	20/10/1995	Dispositivo para filtrar y separar el flujo de medios biológicos -orgánicos. Desalinizar agua para hacerla potable.	Procesos Industriales (tratamien. fluidos)



## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.619.666	Sistema y método para traducir instrucciones no-naturales a instrucciones naturales para procesar en procesador.	08/04/1997	02/06/1995	Microprocesador que permite que instrucciones complejas corran en hardware.	Computación
5.605.839	Método y aparato para usar en reacciones químicas secuenciales.	25/02/1997	29/05/1992	Construcción o secuencia de proteínas, oligonucleótidos y polisacáridos.	Química
5.603.958	Transportador farmacéutico.	18/02/1997	31/05/1995	Administrar una sustancia activa farmacéuticamente a través de nanopartículas.	Medicina
5.567.537	Elemento de núcleo magnético para antena, antena de película delgada y tarjeta equipada con antena de película delgada.	22/10/1996	11/04/1995	En tarjeta IC de tipo interfacial para transmitir o recibir la señal de los computadores; en sistemas de inspección automático.	Electrónica
5.561.043	Construcciones de ácido nucleico multimérico de auto montaje.	01/10/1996	31/01/1994	Para identificar o tratar tejido o células enfermas.	Medicina
5.546.552	Sistema y método para traducir instrucciones no-naturales a instrucciones naturales para procesar en procesador.	13/08/1996	12/05/1995	Microprocesador que permite que instrucciones complejas corran en hardware.	Computación
5.516.698	Aparato que permite las reacciones químicas secuenciales.	14/05/1996	30/04/1992	Construcción de proteínas, polisacáridos y ácidos nucleicos.	Medicina (bioquímica)
5.486.404	Banda de aleación magnética suave nanocristalina con cobertura aislante núcleo y magnético	23/01/1996	20/05/1994	En generadores de pulso, unidades LASER y aceleradores (para mejorar desempeño y fiabilidad).	Física
5.486.277	Condensadores de alto desempeño que usan para su fabricación materiales de nanoestructura multicapa.	23/01/1996	06/02/1995	Condensadores de alta densidad de energía y desempeño para aplicaciones científicas y militares.	Electricidad
5.480.711	Biomaterial politetrafluoroetileno (PTFE) nanoporoso.	02/01/1996	12/07/1994	Manufacturar productos de biomaterial, los cuales demuestran biocompatibilidad excelente y elasticidad de tejido.	Biotecnología

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.476.006	Aparato y método de evaluación de cristal.	19/12/1995	07/07/1993	Fabricación de dispositivos semiconductores.	Electrónica
5.466.539	Aleación en base a hierro de alta permeabilidad.	14/11/1995	07/01/1994	En sistemas de grabación magnética de alta densidad, cabezales magnéticos, transformadores.	Materiales
5.462.903	Polvos de alumina/metal compuestos, cermets hechos de dichos polvos y procesos de producción.	31/10/1995	24/05/1994	Producir polvos compuestos de alumina/metal con propiedades termomecánicas y mecánicas mejoradas.	Materiales
5.438.668	Sistema y método para extracción, alineación y descodificación de instrucciones CISC dentro de una nanoinstrucción para ejecución por un RISC.	01/08/1995	31/03/1992	Microprocesador que permite que instrucciones complejas corran en hardware.	Computación
5.414.588	Condensadores de alto desempeño que usan para su fabricación materiales de nanoestructura multicapa.	09/05/1995	20/09/1993	Condensadores de alta densidad de energía y desempeño para aplicaciones científicas y militares.	Electricidad
5.412.596	Dispositivo de almacenamiento semiconductor con una célula de almacenamiento de transistor ferroeléctrico.	02/05/1995	28/04/1994	Proveer un dispositivo de almacenamiento semiconductor que requiere corto tiempo para escribir.	Electrónica
5.406.072	Método para probar la radiación de ión micro-rayo de los dispositivos fotónicos.	11/04/1995	07/03/1994	Ejecutar diagnósticos y ajuste de material fotónico de nanoestructura.	Optica
5.389.590	Método para fabricar un compuesto de cerámica aglutinado.	14/02/1995	07/02/1994	Fabricación de compuesto de cerámica-metal con resistencia y fuerza mejorada.	Materiales
5.384.124	Forma unitaria porosa sólida que comprende nano y/o micropartículas, y su preparación.	24/01/1995	12/02/1992	Administración de sustancias activas terapéuticamente, agentes de nutrición, de diagnóstico o cosméticos.	Medicina
5.372.723	Proceso para reprocesar emulsiones de aceite en agua.	13/12/1994	23/06/1993	Reprocesar emulsiones de aceite en agua para obtener fases de agua y aceite disponibles y altamente reusables.	Descontaminación Procesos Industriales

## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.365.073	Estructuras nanofabricadas.	15/11/1994	24/06/1993	Formación de dispositivo electroconductor a nano-escala.	Electricidad
5.345.186	Oscilador de redisparo para la síntesis de frecuencia de anillo enlazado de fase de libre agitación.	06/09/1994	19/01/1993	Proporcionar una base de tiempo para incorporar en circuitos integrados.	Electrónica
5.338.714	Polvos de alumina/metal compuestos, cermets hechos de dichos polvos y procesos de producción.	16/08/1994	24/03/1992	Producir polvos compuestos de alumina/metal con propiedades termo-mecánicas y mecánicas mejoradas.	Materiales
5.330.612	Método para fabricar cables delgados de nanotamaño y los dispositivos hechos de tales cables delgados.	19/07/1994	30/09/1992	Fabricación de cables delgados de nanotamaño.	Nano I&D
5.314.829	Método para representar moléculas biológicas de información sobre un sustrato semiconductor.	24/05/1994	18/12/1992	Representar secuencia de moléculas de información biológica a resolución atómica (ADN) para detectar desviac.	Medicina
5.299.615	Neumático de seguridad.	05/04/1994	29/04/1991	Neumático de seguridad.	Seguridad
5.296.301	Compuesto de cerámica-metal aglutinado y método de fabricación.	22/03/1994	01/10/1991	Fabricación de compuesto de cerámica-metal con resistencia y fuerza mejorada.	Materiales
5.225.253	Método para formar material de cobertura superficial de plata/molibdeno.	06/07/1993	17/04/1992	Formación de material de cobertura sobre superficie de hierro, resistente al agua y al uso, de baja fricción.	Materiales (metalurgia)
5.174.833	Producción de planchas de acero de silicón orientadas en grano, que tienen una película aislante encima.	29/12/1992	02/07/1990	Para proveer buena lubricación y resist. al calor de la plancha de acero y para producir núcleos de bobina.	Materiales
5.147.446	Método para la fabricación de compactos densos de partículas de nanotamaño usando presiones altas y temperaturas criogénicas.	15/09/1992	06/08/1991	Para preparar materiales de nano-grano para aplicaciones estructurales, electrónicas y ópticas por sus excelentes prop. térmic. y mecánicas.	Materiales

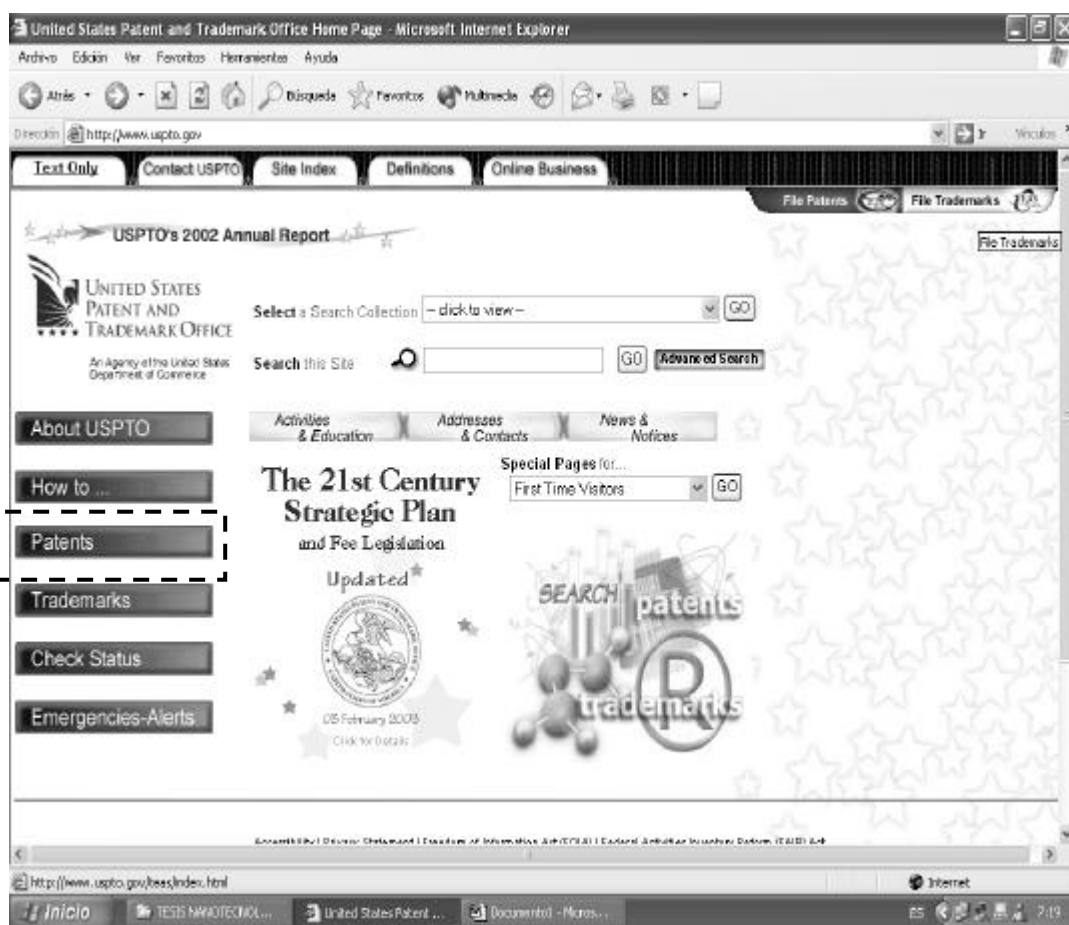
## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
5.130.277	Material compuesto de cerámica y proceso de manufactura.	14/07/1992	15/08/1989	Fabricar material compuesto de cerámica con alta resist. mecánica y al choque térmico, alta dureza.	Materiales
5.114.834	Remoción de fotorresistencia en discos semiconductores.	19/05/1992	14/09/1989	Producción de dispositivos semiconductores y circuitos híbridos.	Electrónica
5.084.664	Rejuvenecedor de ácido de batería de plomo de energía solar y cargador de goteo.	28/01/1992	16/10/1990	Cargadores de batería.	Electricidad
5.024.137	Lanzador electromagnético apoyado en combustible.	18/06/1991	13/11/1989	Lanzar cargas explosivas al espacio a bajo costo y de forma segura, para uso en defensa o comercial (satélites)	Aeroespacio
4.977.038	Estructuras metálicas micro y nanoporosas.	11/12/1990	14/04/1989	Como membranas o filtros de metal.	Nano I&D
4.963.747	Detector de radiación ionizada (dosímetro).	16/10/1990	08/06/1989	Detección de radiación iónica, x o gamma a través de detector poco costoso, compacto y simple de operar.	Seguridad
4.906.491	Métodos de fabricación de dispositivos semiconductores.	06/03/1990	25/04/1988	Fabricar dispositivos semiconductores más pequeños y más compactos.	Electrónica
4.880.634	Lípido de nano-pelotillas como sistema excipiente para las drogas administradas peroralmente.	14/11/1989	26/06/1987	Administración peroral mejorada de sustancias activas farmacológicam. permitiendo la disponibilidad biológica.	Medicina
4.849.881	Unidad de procesamiento de datos con una función de depuración TLB.	18/07/1989	24/10/1984	En unidad de procesamiento de datos para traducir una dirección virtual a una real.	Computación
4.780.287	Descomposición de compuestos halogenados orgánicos volátiles contenidos en los gases.	25/10/1988	22/10/1986	Descomponer compuestos halogenados volátiles contenidos en gases contaminados.	Química

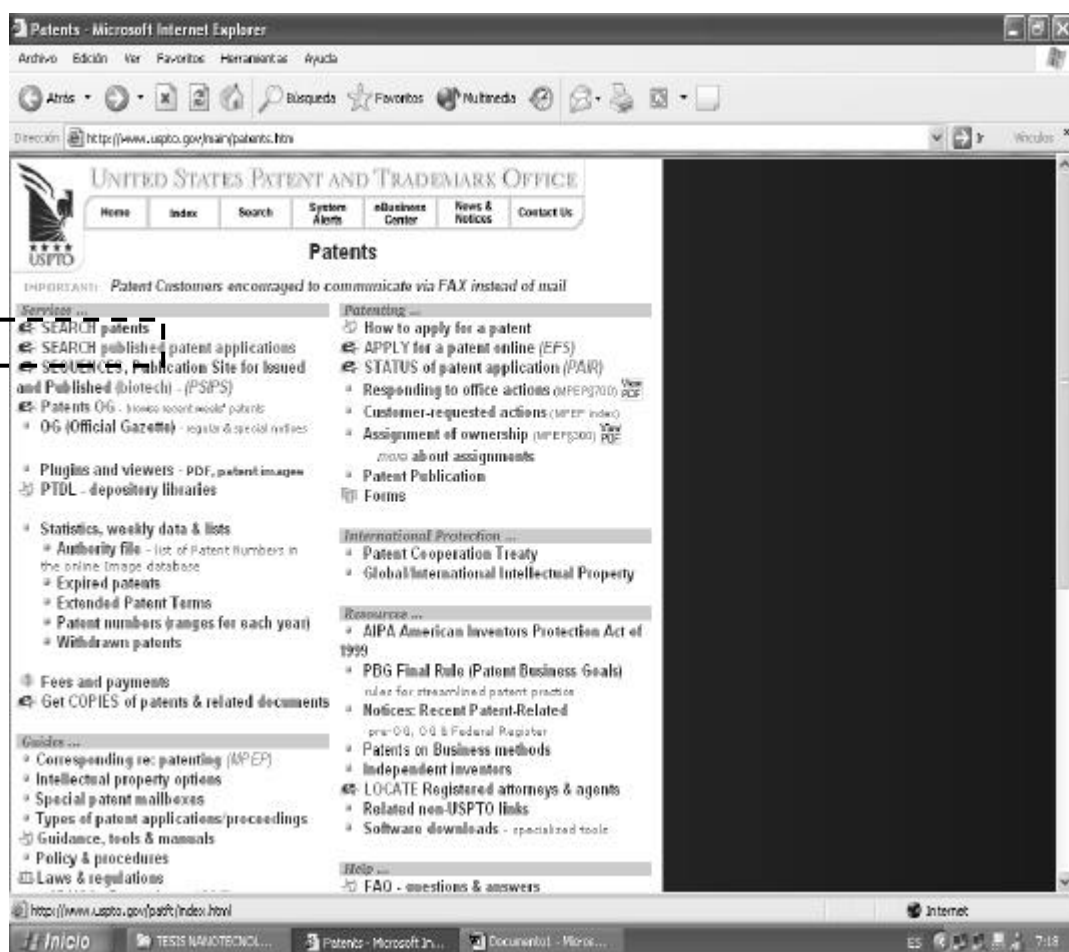
## MATRIZ DE ANALISIS. TENDENCIAS TECNOLOGICAS EN EL AREA DE NANOTECNOLOGIA

Nº Asignación Patente	Título Patente	Fecha Asignación Patente	Fecha Aplicación Patente	Aplicación (utilidad)	Campo de la Aplicación
4.732.475	Espectroscopio de reflexión interna de nanomuestra.	22/03/1988	25/07/1986	Para medir las cantidades (micro o nano) de un material de muestra y permitir fácil manejo.	Nano I&D
4.710.707	Aparato de prueba de componente electrónico de alto voltaje.	01/12/1987	16/01/1985	Prueba de componentes y moléculas electrónicas de alta velocidad, seguras bajo condiciones de alto voltaje.	Electrónica
4.687.987	Sensor de corriente de rayo.	18/08/1987	28/09/1984	Medir la corriente en un rayo de partículas cargadas.	Electricidad
4.541.070	Pulso característico del metro.	10/09/1985	04/11/1982	Sistemas y dispositivos electrónicos y de radio medida.	Electrónica
4.503.544	Dispositivo para la medición de pulso y la conversión.	05/03/1985	24/01/1983	Equipos de medición de radio, física nuclear, técnica láser, semiconductor electrónico y comunicación multicanal.	Física
4.456.596	Composiciones de glucósido curativas de heridas.	26/06/1984	13/04/1981	Regeneración de tejidos para curación de heridas.	Medicina
4.347.437	Conmutación activada de luz por el efecto de avalancha (impacto de ionización) en los semiconductores.	31/08/1982	17/06/1980	Conmutar voltajes altos. Operar dispositivos electro-ópticos, sistemas para encendido, supresión de pulsos láser.	Optica
4.321.545	Sistema de medición de dióxido de carbón.	23/03/1982	13/03/1980	Determinar concentración de dióxido de carbono en muestras de gas o fluido.	Física (sistemas de detección)
4.307.445	Aparato de control microprogramado que tiene un control de almacenamiento de nivel 2 para el procesador de datos.	22/12/1981	17/11/1978	En procesador de datos de circuito integrado.	Computación
3.990.958	Radiación de polimerización de trietilaminas usando un solvente no polar, no hidroxílico.	09/11/1976	10/12/1973	Polimerizar una composición.	Química

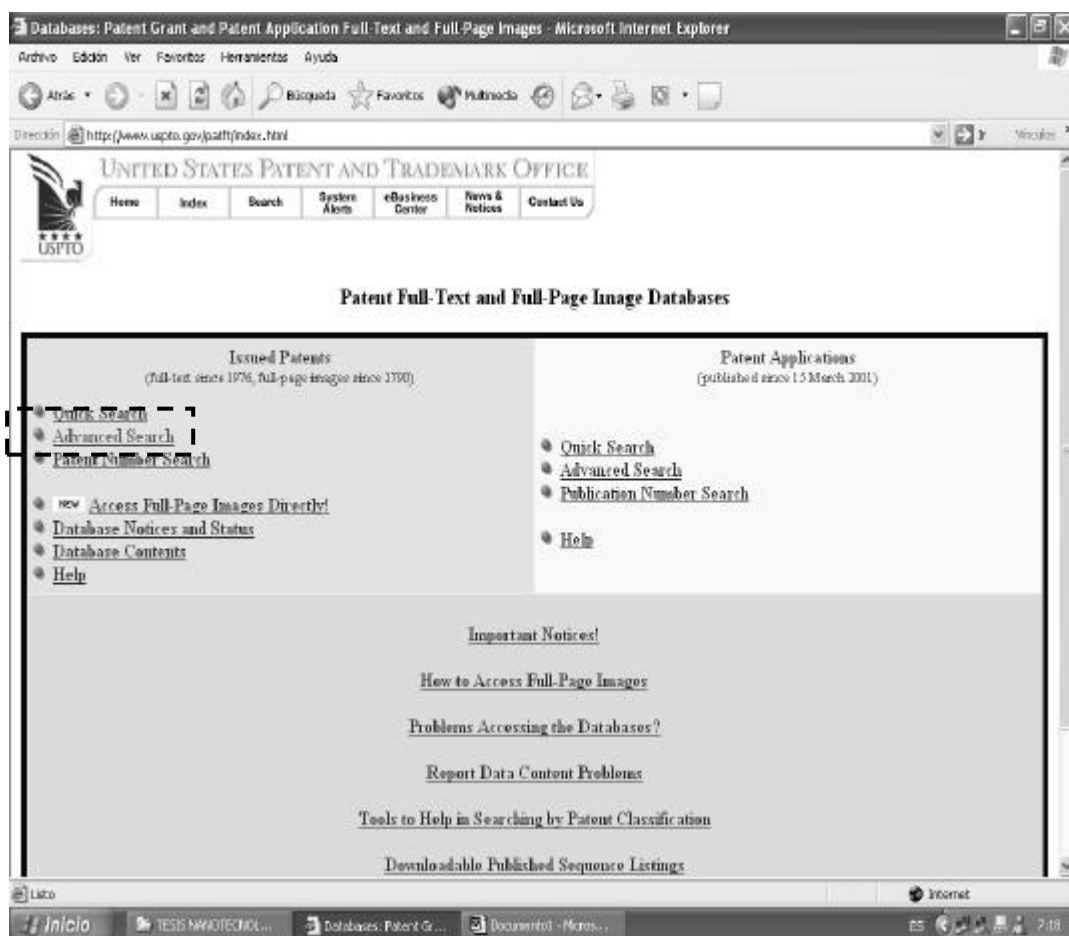
- Se accedió la página Web de la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office), dirección electrónica: <http://www.uspto.gov>. Se selecciono el icono correspondiente a **Patents**.



- Dentro de la página de patentes (Patents) se selecciono **SEARCH Patents**.



- En la página de registro de patentes, **Patent Full-Text and Full-Page Image Database**, se selecciono la búsqueda avanzada, **Advanced Search**.





- La búsqueda avanzada se limito a todas aquellas patentes que incluyeran dentro del “abstract” (ABST) la palabra nano o nanotechnology, para toda la base de datos existente.

USPTO PATENT FULL-TEXT AND IMAGE DATABASE

Home Quick Advanced Pat Num Help  
View Cart

Data current through 02/25/2003

Query [Help]  
ABST/ (NANO OR NANOTECHNOLOGIST)

Select Years [Help]  
1976 to present (full-text)

Search Reset/Cancel

Examples  
rfl (tennis raul (racquet or racket))  
isd/1/8/2002 and motorcycle  
in newmar-julia

Patents from 1790 through 1975 are searchable only by Patent Number and Current US Classification!

Field Code	Field Name	Field Code	Field Name
PN	<a href="#">Patent Number</a>	IN	<a href="#">Inventor Name</a>
ISD	<a href="#">Issue Date</a>	IC	<a href="#">Inventor City</a>
TTL	<a href="#">Title</a>	IS	<a href="#">Inventor State</a>
ABST	<a href="#">Abstract</a>	ICN	<a href="#">Inventor Country</a>
ACLM	<a href="#">Claim(s)</a>	LRBP	<a href="#">Attorney or Agent</a>
SPEC	<a href="#">Description/Specification</a>	AN	<a href="#">Assignee Name</a>
CCL	<a href="#">Current US Classification</a>	AC	<a href="#">Assignee City</a>

- El resultado de la búsqueda es una lista de todas las patentes asignadas en este campo. Se va seleccionando cada patente para obtener el contenido completo de la investigación.

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying the USPTO Patent Full-Text and Image Database search results. The search query is 'abst/(nano or nanotechnology) in 1976 to present'. The results page shows 234 patents, with hits 1 through 50 displayed. The search results are listed in a table with columns for PAT. NO. and Title.

**USPTO PATENT FULL-TEXT AND IMAGE DATABASE**

Home Quick Advanced Pat. Num Help  
Next List Bottom View Cart

Searching 1976 to present...

Results of Search in 1976 to present db for:  
ABST:(nano OR nanotechnology): 234 patents.  
Hits 1 through 50 out of 234

Next 50 Hits

Jump To

Refine Search:

PAT. NO.	Title
1 6,529,277	<b>T</b> Optical devices based on resonant configurational effects
2 6,528,293	<b>T</b> Method of producing activated lipase
3 6,524,478	<b>T</b> Apparatus for filtering and separating particularly biologically organic fluids
4 6,524,456	<b>T</b> Microfluidic devices for the controlled manipulation of small volumes
5 6,521,016	<b>T</b> Method of producing nanophase Cu-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> composite powder
6 6,518,189	<b>T</b> Method and apparatus for high density nanostructures

Patent Database Search Results: abst/(nano or nanotechnology) in 1976 to present - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Inicio · Buscar · Favoritos · Multimedia

Dirección [g/iph/Panor/Sect1=PTC&Sect2=HITOFF&=&N2=Fract&N3=Fract&adv=Int&adv=Disp=1&f=5&f=50&Query=abst%2F%28nano+or+nanotechnology%29&id=ptc&id=ptc&id=ptc](http://g/iph/Panor/Sect1=PTC&Sect2=HITOFF&=&N2=Fract&N3=Fract&adv=Int&adv=Disp=1&f=5&f=50&Query=abst%2F%28nano+or+nanotechnology%29&id=ptc&id=ptc&id=ptc) Microsoft

7 6,515,339 **T** [Method of horizontally growing carbon nanotubes and field effect transistor using the carbon nanotubes grown by the method](#)

8 6,514,113 **T** [White light source using carbon nanotubes and fabrication method thereof](#)

9 6,513,728 **T** [Thermal spray apparatus and method having a wire electrode with core of multiplex composite powder its method of manufacture and use](#)

10 6,512,313 **T** [Electromagnetic X-Y stage driver for nano data storage system and method for fabricating coils of the same](#)

11 6,506,972 **T** [Magnetically shielded conductor](#)

12 6,506,228 **T** [Method of preparing platinum alloy electrode catalyst for direct methanol fuel cell using anhydrous metal chloride](#)

13 6,503,475 **T** [Process for the production of ultrafine powders of metal oxides](#)

14 6,496,616 **T** [Method for producing nano-structures](#)

15 6,495,669 **T** [Formation of nanometer-scale structures](#)

16 6,491,902 **T** [Controlled delivery system for hair care products](#)

17 6,488,856 **T** [Process for purifying a liquid hydrocarbon product](#)

18 6,482,413 **T** [Vitamin B12 --biodegradable micro-particulate conjugate carrier systems for peroral delivery of drugs, therapeutic peptides/proteins and vaccines](#)

19 6,479,928 **T** [Cathode ray tube](#)

20 6,476,409 **T** [Nano-structures, process for preparing nano-structures and devices](#)

21 6,476,381 **T** [Nano-pattern lithographic fabrication using pulled micro-pipette and method thereof](#)

22 6,475,886 **T** [Fabrication method of nanocrystals using a focused-ion beam](#)

23 6,473,256 **T** [Method and apparatus for a 200 NS write to read switch time circuit](#)

24 6,468,916 **T** [Method of forming structure having surface roughness due to nano-sized surface features](#)

25 6,468,497 **T** [Method for producing nano-particles of molybdenum oxide](#)

26 6,465,193 **T** [Targeted molecular bar codes and methods for using the same](#)

27 6,465,052 **T** [Method for production of nano-porous coatings](#)

28 6,464,806 **T** [Method of forming extruded structures from polycrystalline materials and devices formed thereby](#)

29 6,462,333 **T** [Apparatus for direct write fabrication of nanostructures](#)

30 6,458,426 **T** [Method for depositing a patterned layer of material over a substrate](#)

31 6,455,989 **T** [Electron emission source, production method thereof, and display using the electron emission source](#)

32 6,454,666 **T** [Method of making a golf ball and the golf ball produced](#)

Inicio TESIS NANOTECHNOLOGIA... CONCLUSIONES - Micro... ANEXO A - Microsoft... Patent Database Sea... ES 10:06

- Cada patente es revisada y analizada con el objeto de extraer la información de interés para incluirla en las matrices de análisis.

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window with the following content:

United States Patent: 6,503,475 - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Inicio - Atrás - Avanzar - Parar - Recargar - Buscar - Favoritos - Multimedia - Mensajes - Imprimir - Guardar - Abrir - Cerrar

Dirección: http://118p-116-68-508d-pb1651-(NAND+OR+HMANOTECH+NOLOG)/ABST.BOTS-ABST/(NAND+OR+HMANOTECH+NOLOG)/BRS-ABST/(NAND+OR+HMANOTECH+NOLOG)/

**USPTO PATENT FULL-TEXT AND IMAGE DATABASE**

Home Quick Advanced Pat Num Help

Hit List Next List Previous Next Bottom

View Cart Add to Cart

Images

(11 of 232)

---

United States Patent 6,503,475  
McCormick, et al. January 7, 2003

---

**Process for the production of ultrafine powders of metal oxides**

Abstract

A process for the production of ultrafine powders that includes subjecting a mixture of precursor metal compound and a non-reactant diluent phase to mechanical milling whereby the process of mechanical activation reduces the microstructure of the mixture to the form of *nanosized* grains of the metal compound uniformly dispersed in the diluent phase. The process also includes heat treating the mixture of *nanosized* grains of the metal compound uniformly dispersed in the diluent phase to convert the *nanosized* grains of the metal compound into a metal oxide phase. The process further includes removing the diluent phase such that the *nanosized* grains of the metal oxide phase are left behind in the form of an ultrafine powder.

---

Inventors: McCormick; Paul Gerard (Nedlands, AU); Imazeki; Takuya (Kalamunda, AU)  
Assignee: Advanced Nano Technologies Pty Ltd. (Nedlands, AU)  
Appl. No.: 700124  
Filed: November 13, 2000

Inicio TESTS NANOTECHNOLOG... United States Patent... 7:15

United States Patent  
McCormick , et al.

6,503,475  
January 7, 2003

**Process for the production of ultrafine powders of metal oxides**

**Abstract**

A process for the production of ultrafine powders that includes subjecting a mixture of precursor metal compound and a non-reactant diluent phase to mechanical milling whereby the process of mechanical activation reduces the microstructure of the mixture to the form of *nano*-sized grains of the metal compound uniformly dispersed in the diluent phase. The process also includes heat treating the mixture of *nano*-sized grains of the metal compound uniformly dispersed in the diluent phase to convert the *nano*-sized grains of the metal compound into a metal oxide phase. The process further includes removing the diluent phase such that the *nano*-sized grains of the metal oxide phase are left behind in the form of an ultrafine powder.

Inventors: **McCormick; Paul Gerard** (Nedlands, AU); **Tzuzuki; Takuya** (Kalamunda, AU)  
 Assignee: **Advanced Nano Technologies Pty Ltd.** (Nedlands, AU)  
 Appl. No.: **700124**  
 Filed: **November 13, 2000**  
 PCT Filed: **May 17, 1999**  
 PCT NO: **PCT/AU99/00368**  
 PCT PUB.NO.: **WO99/59754**  
 PCT PUB. Date: **November 25, 1999**

**Foreign Application Priority Data**

May 15, 1998[AU] PP3557  
**Current U.S. Class:** **423/592**; 423/593; 423/598; 423/608; 423/609; 423/610; 423/625; 423/637; 423/263  
**Intern'l Class:** C01G 023/00; C01G 025/00; C01F 017/00; C01F 011/00; C01F 007/00  
**Field of Search:** 423/592,263,625,637,609,610,598,608,593

**References Cited [\[Referenced By\]](#)**

**U.S. Patent Documents**

<a href="#">5443811</a>	Aug., 1995	Karvinen.
<a href="#">5927621</a>	Jul., 1999	Ziolo et al.
<a href="#">6203768</a>	Mar., 2001	Mccormick et al.

**Foreign Patent Documents**

35 05 024	Aug., 1986	DE.
0 734 765	Oct., 1996	EP.

97/07917

Mar., 1997

WO.

*Primary Examiner:* Bos; Steven*Attorney, Agent or Firm:* Michael Best & Friedrich LLP

---

*Claims*

---

The claims defining the invention are as follows:

1. A process for the production of ultrafine powders, the process comprising:

subjecting a mixture of a precursor metal compound and a non-reactant diluent phase to mechanical milling which through the process of mechanical activation reduces the microstructure of the mixture to the form of nano-sized grains of the metal compound uniformly dispersed in the diluent phase;

heat treating the mixture of nano-sized grains of the metal compound uniformly dispersed in the diluent phase to convert the nano-sized grains of the metal compound into a metal oxide phase; and

removing the diluent phase such that said nano-sized grains of the metal oxide phase are left behind in the form of an ultrafine powder.

2. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 1 wherein said ultrafine powder includes powder particles in the size range of 1 nm to 200 nm.

3. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 2, wherein said ultrafine powder includes powder particles in the size range of 1 nm to 50 nm.

4. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 2, wherein said heat treating is performed at sufficiently low temperatures to minimize the occurrence of grain growth of the metal oxide phase and thereby control particle size.

5. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 4, wherein the heat treating is performed by calcining at temperatures within the range of 300.degree. C. to 850.degree. C. to control particle size.

6. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 2, wherein the precursor metal compound is selected to be of sufficiently low hardness to ensure that deformation and fracture of the particles occurs during mechanical milling so as to form a nanocomposite structure consisting of isolated nano-sized grains of the metals compound embedded in the diluent phase.

7. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 6, wherein the precursor metal compound is selected to have a hardness within the range of 1 to 5 on the Mohs hardness scale.

8. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 7, wherein the metal compound is a hydroxide, carbonate sulphate, oxychloride or other compound which decomposes on heating in air to form an oxide of the metal and the diluent is a salt which does not react with the metal compound, which does not readily vaporize during heating and

which is readily dissolved in a solvent.

9. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 8, wherein the precursor metal compound is selected from the group consisting of Ce(OH)<sub>4</sub>, ZrOCl<sub>2</sub>, Ce<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, BaCO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZnCO<sub>3</sub>.2Zn(OH)<sub>2</sub>, SnCl<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, and TiOSO<sub>4</sub>.

10. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 2, wherein the diluent phase is added in a sufficient amount relative to the precursor metal compound so that the volume fraction of the diluent is high enough for the nano-sized grains of the metal compound to develop during milling as fully separated grains embedded in the diluent phase.

11. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 10, wherein the volume fraction of the diluent phase exceeds 80% to ensure fully separated nanosize grains.

12. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 11, wherein the diluent phase is selected from the group consisting of NaCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaO and MgO.

13. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 6, wherein said removing the diluent phase involves subjecting the nanocomposite structure to a solvent which selectively removes the diluent phase, while not reacting with the metal oxide phase.

14. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 13, wherein the diluent phase is NaCl and the solvent is distilled water.

15. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 2, wherein the precursor metal compound is a metal oxide phase which has mechanical properties to form nano-sized grains of the metal oxide phase during milling with the diluent phase.

16. A process for the production of ultrafine powders as defined in claim 2, wherein the precursor metal compound is one of a plurality of precursor metal compounds which when milled with the diluent phase forms a nanocomposite structure consisting of separated nanoparticles of the metal compound embedded in the diluent phase.

---

**Description**

---

**FIELD OF THE INVENTION**

The present invention relates to a process for the production of ultrafine powders and relates particularly, though not exclusively, to the production of ultrafine powders consisting of individual particles with sizes in the range of 1 nm to 200 nm.

**BACKGROUND TO THE INVENTION**

Ultrafine powders have significant potential for a wide range of applications including catalysts, magnetic recording media, optoelectronic materials, magnetic fluids and composite materials. Ultrafine metallic powders have been prepared by physical methods, such as vapour deposition and sputtering, which have high quality, i.e. clean surfaces and uniform particle size distribution. However, industrial

applications for such powders are limited by low yield rates and high cost. Alternative chemical production methods, such as thermal decomposition and precipitation are currently being studied for the preparation of a wide range of powders. Chemical methods can provide large quantities of ceramic powders for industrial applications. However, except for precious metals, chemical methods are generally not applied to the production of metallic powders.

Mechanical activation has been used for the production of fine powders with particle sizes typically in the range of 0.2 to 2 microns. One method for the production of powders by mechanical activation is the process of mechanical alloying described in U.S. Pat. No. 3,591,362, by which alloys are formed from pure starting materials by milling a mixture of the powders in a high energy ball mill. During milling the constituent particles undergo repeated collisions with the grinding balls causing deformation, welding and fracture of the particles which result in microstructural refinement and composition changes leading to the formation of nanocrystalline or amorphous alloys.

Another example of the use of mechanical activation to form fine powders, as described in U.S. Pat. No. 5,328,501, is concerned with a mechanochemical reduction process. This process involves the mechanically activated chemical reduction of reducible metal compounds with a reductant during milling in a high energy ball mill, to refine and manufacture metals, alloys and composite powders. During milling the energy imparted to the reactants through ball/reactant collision events causes repeated welding and fracture of the reactant particles. Consequently oxidation/reduction reactions occur at welded interfaces and reaction kinetics are enhanced without the need for high temperatures or melting to increase intrinsic reaction rates.

A method for the manufacture of ultrafine powders with particle sizes less than 50 nm is described in International Application No. PCT/AU96/00539. This process involves a mechanically activated chemical reaction between a metal compound and a suitable reagent which occurs either during mechanical milling or during subsequent heat treatment of the milled powder. During mechanical activation a composite structure is formed which consists of nano-sized grains of the nano-phase substance within the matrix of the by-product phase. Removal of the by-product phase yields nano particles of the desired material.

The above described prior art techniques require the occurrence of a mechanically activated chemical reaction between the starting powders to form nano-sized particles. Mechanical milling processes, which do not involve the occurrence of chemical reactions between the major constituents have not previously been known to result in powders containing a significant fraction of particles with sizes less than 50 nm. For example, ultrafine grinding processes such as attrition milling are known to be effective in producing powders with mean particle sizes down to about 500 nm. However, the achievement of smaller particle sizes generally requires long milling times and significant energy inputs and is therefore limited by economic



considerations. Contamination of the product may also be a problem. In addition it is widely accepted that the existence of a so-called `limiting particle size` limits the practical minimum particle size that can be attained by grinding to values greater than 100 nm, irrespective of the type of ball mill employed.

## SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention is concerned with a new process for the manufacture of ultrafine powders which is based on the mechanical milling of two or more nonreacting powders. The process of the invention is based on the discovery that mechanical milling of multi-phase systems can be used to provide an improved, lower cost process for the production of ultrafine powders.

Throughout this specification the term "comprising" is used inclusively, in the sense that there may be other features and/or steps included in the invention not expressly defined or comprehended in the features or the steps specifically defined or described. What such other features and/or steps may include will be apparent from the specification read as a whole.

According to one aspect of the present invention there is provided a process for the production of ultrafine powders, the process comprising:

subjecting a mixture of a suitable precursor metal compound and a non-reactant diluent phase to mechanical milling which through the process of mechanical activation reduces the microstructure of the mixture to the form of nano-sized grains of the metal compound uniformly dispersed in the diluent phase;

heat treating the milled powder to convert the nano-sized grains of the metal compound into a desired metal oxide phase; and,

removing the diluent phase such that said nano-sized grains of the metal oxide phase are left behind in the form of an ultrafine powder.

According to another aspect of the present invention there is provided a process for the production of ultrafine powders, the process comprising:

providing a suitable precursor metal compound heat treated to convert the metal compound into a desired metal oxide phase;

subjecting a mixture of the metal oxide phase and a non-reactant diluent phase to mechanical milling which through the process of mechanical activation reduces the microstructure of the mixture to the form of nano-sized grains of the desired metal oxide phase uniformly dispersed in the diluent phase; and,

removing the diluent phase such that said nano-sized grains of the desired metal oxide

phase are left behind in the form of an ultrafine powder.

The term "ultrafine powder" as used above and throughout the remainder of the specification refers to individual dispersed nano-sized particles in powder form and includes powder particles in the size range of 1 nm to 200 nm, or more typically in the size range 10 nm to 100 nm.

In a preferred form of the invention, mechanical milling and activation is performed inside a mechanical mill, for example, a ball mill. Mechanical activation occurs in a ball mill when grinding media, typically steel or ceramic balls, are kept in a state of continuous relative motion with a feed material by the application of mechanical energy, such that the energy imparted to the feed material during ball-feed-ball and ball-feed-liner collisions is sufficient to cause mechanical activation.

Throughout the remainder of the specification reference will be made to mechanical activation being carried out inside a ball mill. Examples of this type of mill are attritor mills, nutating mills, tower mills, planetary mills, vibratory mills and gravity-dependent-type ball mills.

It will be appreciated that the mechanical activation may also be achieved by any suitable means other than ball milling. For example, mechanical activation may also be achieved using jet mills, rod mills, roller mills or crusher mills.

During mechanical activation the ball-powder collision events cause the powder particles to be deformed and fractured. Cold-welding of overlapping particles occurs between surfaces formed by prior fracture. The competing processes of deformation, fracture and welding continue during milling, and result in microstructural refinement. While the changes in microstructure that occur during mechanical activation depend on the mechanical properties of the constituent powders, a nanoscale microstructure is generally developed provided sufficient milling has been carried out. The mechanical activation of a mixture of powders having relatively low hardnesses causes the development of a composite layered structure in the early stages of milling. Each ball/powder collision event can be thought of as a micro-forging, flattening the particles into layers which fracture on reaching sufficiently high strains. Welding and coalescence characteristics should depend on the relative hardness of the respective powders. With further milling, the particle microstructure is refined into a nanocomposite structure consisting of a mixture of 1-20 nm sized grains of the two starting phases. Mechanical milling can also cause disordering and amorphization of the respective powder phases. Ductility of the constituent powders is not necessarily a requirement for a nanoscale mixture to form.

Following mechanical activation the milled powder is heat treated to thermally decompose the metal compound into the oxide phase, evolving a gas such as H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, and SO<sub>3</sub>. During the thermal decomposition step no reaction occurs between the metal compound and diluent phases. To achieve minimum

particle sizes the thermal decomposition temperature is preferably sufficiently low to prevent the occurrence of grain growth of the metal oxide phase.

The step of removing the diluent phase may involve subjecting the nanocomposite structure to a suitable solvent which selectively removes the diluent phase, while not reacting with the metal oxide phase.

In one form of the process of the invention the metal compound is a hydroxide, carbonate, sulphate, oxychloride or other compound which decomposes on heating in air to form an oxide of the metal and the diluent is a salt which does not react with the metal compound and which is readily dissolved in a solvent.

Typically the precursor metal compound is selected from the group consisting of cerium hydroxide,  $\text{Ce}(\text{OH})_4$ , zirconium oxychloride,  $\text{ZrOCl}_2$ , cerium carbonate,  $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ , zinc carbonate basic,  $\text{ZnCO}_3 \cdot 2\text{Zn}(\text{OH})_2$ , tin chloride,  $\text{SnCl}_2$ , aluminium sulphate,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , titanyl sulphate,  $\text{TiOSO}_4$ , aluminium hydroxide,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , barium carbonate,  $\text{BaCO}_3$ , and titanium dioxide,  $\text{TiO}_2$ .

The choice of the metal compound and diluent phases is typically based on the following considerations:

(1) mechanical properties which facilitate the formation of the nanoscale structure during milling.

A low hardness of the metal compound phase is desirable to ensure deformation and fracture of the particles during milling, so that a nanocomposite microstructure consisting of isolated grains of the metal compound phase embedded in the diluent phase is developed during milling. Preferably the Mohs hardness of the metal compound phase falls within the range 1 to 5. If the hardness of the metal compound phase is too high, as is generally the case with ceramic oxide particles, the forces generated during ball/powder collision events may be insufficient to cause deformation and fracture of the phase and, therefore, refinement of the microstructure may not occur during milling. To optimise the welding together of the phases and formation of a composite nano-structure the two phases being milled should have similar mechanical properties.

(2) low abrasivity.

Low abrasivity is desirable to minimise contamination of the product powder by the grinding balls and mill container.

(3) the precursor metal compound should be converted to the oxide by heating to relatively low temperatures.

The conversion of the metal compound being milled to the desired phase should occur at temperatures sufficiently low that significant coarsening of the particles does not occur to achieve minimum particle size.

(4) the precursor metal compound should preferably be one which is used in conventional processing of the product material.

Metal compounds used as precursors or formed at intermediate stages in conventional separation and purification processes will generally be of lower cost relative to alternative starting materials and therefore, provide the basis of a lower cost process. Such metal compounds include aluminium sulphate,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , or aluminium hydroxide,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , for the manufacture of high purity alumina, cerium carbonate,  $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ , or cerium hydroxide,  $\text{Ce}(\text{OH})_4$ , for the manufacture of cerium oxide, and zirconium oxychloride ( $\text{ZrOCl}_2$ ) for the manufacture of zirconia. Other possible metal compounds include zinc carbonate basic,  $\text{ZnCO}_3 \cdot 2\text{Zn}(\text{OH})_2$ , tin chloride,  $\text{SnCl}_2$ , titanyl sulphate,  $\text{TiOSO}_4$ , barium carbonate,  $\text{BaCO}_3$ , and titanium dioxide,  $\text{TiO}_2$ . With some metal compounds it may be desirable to remove any chemically attached water prior to milling.

(5) the diluent phase should have a low tendency to agglomerate during milling, particularly in the presence of small amounts of water.

(6) the diluent phase should not react with the metal compound or its oxide during any stage of the process.

(7) the diluent phase should exhibit a high solubility in common solvents such as water or alcohol to facilitate its removal.

The diluent phase should be added in a sufficient amount relative to the metal compound phase so that the volume fraction of the diluent is high enough for the nano-sized grains of the metal compound to develop during milling as fully separated grains embedded in the diluent phase. Typically the volume fraction of the diluent phase should exceed 80% to ensure fully separated nano-size grains. A suitable diluent phase may be selected from the group consisting of  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaO}$  and  $\text{MgO}$ .

In another form of the invention the metal compound may be an oxide phase which has the requisite milling properties to form nanograins when milled with a diluent. In another form of the invention two or more metal compounds, or a mixture of a metal compound and a metal oxide may be milled with a diluent phase to form a nanocomposite structure consisting of separated nanoparticles of the metal compound phases embedded in the diluent phase. During heat treatment the metal compound phases may react with one another to form nanoparticles of the desired phase within the inert diluent phase.