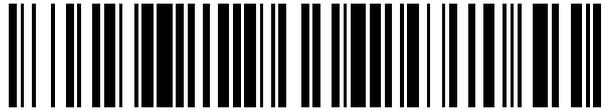


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 365 313**

21 Número de solicitud: 201000387

51 Int. Cl.:

**B82B 3/00** (2006.01)

**B22F 1/00** (2006.01)

**B82Y 30/00** (2011.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación: **18.03.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2011**

Fecha de la concesión: **09.01.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **19.01.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**19.01.2012**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA  
EDIFICIO EMPRENDIA- CAMPUS SUR  
15782 SANTIAGO DE COMPOSTELA, A CORUÑA,  
ES y  
NANOGAP**

72 Inventor/es:

**LOPEZ QUINTELA, MANUEL ARTURO y  
RIVAS REY, JOSÉ**

74 Agente: **Pons Ariño, Ángel**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS  
ANISOTRÓPICAS MEDIANTE CATÁLISIS POR AQCs.**

57 Resumen:

Procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas con relaciones de aspecto elevadas y diferentes tipos de estructuras mediante catálisis por clústeres cuánticos atómicos (Atomic Quantum Clusters: AQC).

ES 2 365 313 B2

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas mediante catálisis por AQC.

5 La presente invención se refiere a un nuevo procedimiento de preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas mediante catálisis por clústeres cuánticos atómicos (Atomic Quantum Clusters: AQC).

Por lo tanto pertenece al campo de la técnica de la catálisis química y su aplicación en la síntesis de nanopartículas metálicas anisotrópicas.

10

**Estado de la técnica anterior**

15 Hoy en día existe un gran interés en la producción de nanopartículas anisotrópicas metálicas con morfologías diferentes, siendo la producción de nanofibras una de las más importantes por sus potenciales aplicaciones en la preparación de nanocompuestos basados en materiales no metálicos (cerámicas, polímeros, vidrios, etc.) al objeto de impartir propiedades metálicas a éstos materiales. Aplicaciones tales como nuevos materiales nanocompuestos antiestáticos, materiales nanocompuestos de apantallamiento de la radiación electromagnética, materiales y líquidos nanocompuestos para conducción térmica, etc. hacen de éste un tópico de suma importancia tecnológica actual.

20 Por otra parte, es de suma importancia lograr obtener las propiedades metálicas deseadas introduciendo en las matrices no metálicas la menor cantidad posible de partículas metálicas. Y ello, tanto por el coste como para no deteriorar las propiedades intrínsecas de las propias matrices. Debido a que las geometrías anisotrópicas, tales como las cilíndricas en forma de fibras, permiten lograr la percolación con umbrales de concentración muy bajos, el lograr obtener métodos sencillos y escalables que permitan controlar el tamaño y forma de las nanopartículas es un reto actual de extraordinaria importancia.

25

Durante las últimas décadas se han desarrollado una gran cantidad de métodos químicos para la síntesis de nanopartículas de muy diferentes formas y tamaños, tales como nanocilindros (Busbee, B. D.; Obare, S. O.; Murphy, C., J. Adv. Mater., 2003, 15, 414; Pérez-Juste, J.; Liz-Marzán, L. M.; Carnie, S.; Chan, D. Y. C.; Mulvaney, P., Adv. Funct. Mater. 2004, 14, 571), multiformes (Chen, S.; Wang, Z. L.; Ballato, J.; Foulger, S. H.; Carroll, D. L., J. Am. Chem. Soc., 2003, 125, 16186), nanoprismas (Pastoriza-Santos, I.; Liz-Marzán, L. M., Nano Lett., 2002, 2, 903; Millstone, J. E.; Park, S.; Shuford, K. L.; Qin, L.; Schatz, G. C.; Mirkin, C. A., J. Am. Chem. Soc., 2005, 127, 5312), nanocubos (Im, S. H.; Lee, Y. T.; Wiley, B.; Xia, Y., Ang. Chem. Int. Ed., 2005, 44, 2154), nanotetraedros (Wiley, B.; Herricks, T.; Sun, Y.; Xia, Y., Nano Lett., 2004, 4, 1733), o nanodiscos (Maillard, M.; Giorgio, S.; Pileni, M. P., J. Phys. Chem. B, 2003, 107, 2466).

30

Aún cuando este ha sido uno de los avances más espectaculares de la química coloidal, sin embargo, los métodos hasta ahora desarrollados adolecen de numerosos problemas y complejidades (Pérez-Juste, J.; Pastoriza-Santos, I.; Liz-Marzán, L. M.; Mulvaney, P., Coordination Chemistry Reviews, 249, 2005, 1870-1901) que los hacen prácticamente invariables a la hora de escalar y producir nanopartículas anisotrópicas de forma sencilla y controlada (Jin, R.; Cao, Y. C.; Hao, E.; Metraux, G. S.; Schatz, G. C.; Mirkin, C. A., Nature, 2003, 425, 487).

40

Aparte de otros métodos que no son relevantes para los objetivos de la presente invención (como pueden ser los métodos de deposición electroquímica utilizando patrones sólidos, etc.) los métodos químicos desarrollados hasta el momento para lograr el crecimiento anisotrópico de las nanopartículas se basan en:

45

La utilización de agentes tales como polímeros, surfactantes, etc. que por adsorción preferente sobre alguna de las caras cristalográficas del metal inhiben el crecimiento de esa/s cara/s lográndose de esa forma un crecimiento anisotrópico de las nanopartículas. Aunque el control puede ser adecuado en algunos casos particulares, siempre se obtienen cantidades de nanopartículas en concentraciones muy pequeñas y en todo caso para lograr el control se han de utilizar condiciones de reacción complicadas, tales como temperaturas elevadas o disolventes orgánicos como son los empleados en la patente US 7,585,349.

50

La utilización de procesos muy poco definidos y, por lo tanto, muy poco escalables consistentes en la compleja combinación de semillas (núcleos de cristalización), surfactantes, adicción de sales de metales pesados, procesos en múltiples etapas, etc.

55

La utilización de procesos en condiciones hidrotermales, a presiones y temperaturas superiores a la ambiente en presencia también de diferentes sustancias inhibidoras del crecimiento específico de caras cristalográficas (polímeros, surfactantes, etc). En este caso, el control de la forma y tamaños se puede realizar de forma muy precisa, pero el método sufre de los inconvenientes de utilizar reactores a presión.

60

Los métodos mencionados son extremadamente sensibles a las condiciones experimentales, citando a modo de ejemplo que simplemente el cambio de la casa que suministra los surfactantes influye de forma decisiva en que la forma final pueda ser realmente anisotrópica (Smith, D.K.; Korgel, B.A., Langmuir, 2008, 24, 644-649).

65

Por todos estos motivos existe una necesidad actual de disponer de métodos químicos que permitan de una forma simple el control en la formación de partículas anisotrópicas.

## Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo procedimiento de preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas mediante catálisis por clústeres cuánticos atómicos (Atomic Quantum Clusters: AQC). Variando la concentración del catalizador (AQC), se pueden obtener fácilmente partículas metálicas anisotrópicas con relaciones de aspecto elevadas y diferentes tipos de estructuras.

Una de las ventajas de la presente invención es que al emplear un catalizador específico es posible controlar el crecimiento anisotrópico de forma mucho más precisa que con otras técnicas ya conocidas, como por ejemplo mediante la siembra con semillas, descomposición térmica de sales metálicas, y el proceso se puede realizar en condiciones más suaves de temperatura (temperatura ambiente), presión (presión atmosférica) y disolventes (acuosos), que mediante otras metodologías conocidas.

La presente invención tiene además la ventaja de que se puede utilizar con concentraciones elevadas de reactivos, lo que supone una mayor facilidad para su escalado.

Por su parte, el método puede ser aplicado de forma fácil y hace que el procedimiento se lleve a cabo a presión atmosférica, a 1 atm y en cualquier rango de temperatura, preferentemente a temperatura ambiente.

Cabe destacar las propiedades fisicoquímicas particulares de los AQC, que a diferencia de las nanopartículas, presentan bandas de transición electrónicas entre diferentes niveles energéticos a nivel de Fermi ("HOMO-LUMO gap o bandgap) y carecen de la banda plasmónica característica de las nanopartículas. Estas propiedades particulares de estos materiales, debido a los importantes efectos cuánticos que caracterizan a estos AQC, hacen que su comportamiento sea distinto al de nanopartículas o material masivo.

Conviene destacar que para la presente invención no es preciso la utilización de agentes usuales utilizados como inhibidores del crecimiento tales como: surfactantes, polímeros tales como polivinil pirrolidona, alcohol polivinílico y ácido poliacrílico. Por este motivo, las partículas obtenidas pueden ser desnudas, es decir, que no llevan asociados recubrimientos tales como surfactantes, polímeros o cualquier otro inhibidor del crecimiento.

La adición del catalizador puede hacerse de forma controlada, entendiéndose por tal que la relación (R) de concentración del catalizador a la concentración de núcleos ha de elegirse de acuerdo con la anisotropía que se quiere generar, siendo R aproximadamente igual a 1 para generar el crecimiento de una sola cara y obtener nanoestructuras alargadas en una dirección (nanocilindros y nanofibras); R aproximadamente igual a 2 para generar el crecimiento de dos caras y obtener estructuras planas (nanodiscos); R aproximadamente igual a 3 para generar el crecimiento de tres caras y lograr estructuras triangulares, cúbicas y prismáticas; R aproximadamente mayor que 3 y lograr crecimientos anisotrópicos tridimensionales más complejos, tales como multipods, etc. Para la determinación aproximada de la concentración de núcleos se han de realizar ensayos previos, pues va a depender de la velocidad particular de la reacción, mediante el seguimiento de la reacción elegida para la formación de las nanopartículas y la extracción de muestras para su examen y determinación de la concentración de los núcleos. Esto puede hacerse entre otros métodos, por microscopía de transmisión electrónica, difusión de luz láser y microscopías de fuerzas atómicas. A efectos de la presente invención se considerarán como núcleos las partículas formadas en la reacción que posean tamaños comprendidos entre aproximadamente 2 y 4 nm. Una forma más sencilla de conocer la relación R de forma aproximada es hacer un barrido de concentraciones de clústeres, empezando sin la adición de clústeres. La concentración de núcleos será aproximadamente igual a la de clústeres para la que se obtengan nanocilindros en proporción máxima respecto del resto de estructuras.

Un aspecto de la presente invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC).

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde la etapa de reducción comprende un disolvente.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), que además comprende un disolvente, donde el disolvente se selecciona entre agua, un disolvente polar y cualquiera de sus combinaciones.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el disolvente que se emplea en el proceso se selecciona entre agua, una mezcla de agua y un disolvente polar, tal como un disolvente hidrofílico o un disolvente orgánico; preferiblemente, el disolvente hidrofílico se selecciona entre un alcohol, tal como metanol, etanol, propanol, isopropanol y butanol; una cetona, tal como acetona; un éter cíclico tal como dioxano; un glicol, tal como etilenglicol, propilenglicol; y líquidos iónicos; y más preferiblemente, el disolvente orgánico se selecciona entre hidrocarburos saturados e insaturados, lineales y ramificados; más particularmente tolueno o benceno.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua.

5 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde se reduce un ión metálico de un metal de transición; preferiblemente en forma de sal metálica.

10 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato; cloruro; y cualquiera de sus combinaciones; preferiblemente nitrato.

15 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua; y

20 donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato.

25 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor para la reducción se selecciona entre un reductor químico y un reductor físico.

30 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor químico se selecciona entre un reductor orgánico e inorgánico.

35 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor orgánico se selecciona entre alquilaminas, azúcares, ácidos orgánicos y polímeros.

40 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor orgánico se selecciona entre metilamina, glucosa, fructosa, lactosa, maltosa, ácido ascórbico y polivinilpirrolidona.

45 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor es el ácido ascórbico.

50 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato; y

55 donde el reductor es el ácido ascórbico.

60 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua; y

donde el reductor es el ácido ascórbico.

65 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato; y

donde el reductor es el ácido ascórbico.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor inorgánico se selecciona entre borhidruro sódico, hidracina, hidruro de litio y aluminio, hidroxilamina e hipofosfito sódico.

5

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor físico se selecciona entre radiación UV-V y ultrasonidos.

10

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el reductor es el disolvente de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 o mezclas del mismo.

15

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el AQC comprenden de promedio menos de 500 átomos de metal.

20

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el AQC comprenden de promedio menos de 200 átomos de metal.

25

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 27 átomos de metal.

30

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal.

35

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

40

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

donde el reductor es el ácido ascórbico; y

45

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal.

50

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

55

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde el reductor es el ácido ascórbico; y

60

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal.

65

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

70

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

75

donde el reductor es el ácido ascórbico; y

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal.

80

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el AQC y/o las nanopartículas metálicas anisotrópicas comprenden un metal de transición.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el metal de transición se selecciona entre Au; Ag; Co; Cu; Pt; Fe; Cr; Pd; Ni; Rh; Pb; y cualquiera de sus combinaciones.

5

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el metal de transición se selecciona entre Au; Ag; Pt; y cualquiera de sus combinaciones.

10

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el metal de transición es Ag.

15

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

20

donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal; y

25

donde el metal de transición es Ag.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

30

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

35

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal; y

donde el metal de transición es Ag.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

40

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

45

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal; y

50

donde el metal de transición es Ag.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm.

55

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde el tamaño medio está comprendido entre 0.4 nm y 0.9 nm.

60

En otra realización la se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

65

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag; y

5 donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

10

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

15

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag; y

20

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

25

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

30

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag; y

35

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm.

En otra realización la se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), caracterizado porque se lleva a cabo a una presión entre 0.5 y 1.5 atm.

40

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm.

45

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

50

donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

55

donde el metal de transición es Ag;

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm; y

60

caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

65

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag;

5 donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm; y

caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm.

10 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

15 donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

20 donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag;

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm; y

25 caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm.

30 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura 1°C inferior a la temperatura de ebullición del disolvente.

35 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura inferior a 40°C; preferiblemente entre 20°C y 40°C; más preferiblemente entre 10°C y 40°C; aún más preferiblemente entre 20°C y 30°C; y todavía más preferiblemente aproximadamente a 25°C.

40 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

45 donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag;

50 donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm;

caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm; y

55 caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura aproximadamente igual a 25°C.

60 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

65 donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag;

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm;

caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm; y

caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura aproximadamente igual a 25°C.

5 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

10 donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

15 donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag;

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm;

20 caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm; y

caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura aproximadamente igual a 25°C.

25 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), caracterizado porque adicionalmente se añade un inhibidor del crecimiento.

30 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), caracterizado porque adicionalmente se añaden semillas.

35 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC), donde las nanopartículas metálicas son nanofibras.

40 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizado porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

45 donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

donde el metal de transición es Ag;

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm;

50 caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm;

caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura aproximadamente igual a 25°C; y

donde las nanopartículas metálicas son nanofibras.

55 En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

60 que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

65 donde el metal de transición es Ag;

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm;

caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm;  
 caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura aproximadamente igual a 25°C; y

5 donde las nanopartículas metálicas son nanofibras.

En otra realización la invención se refiere al procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción caracterizada porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC),

10 que además comprende un disolvente, donde el disolvente es agua;

donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato y cloruro; preferiblemente nitrato;

15 donde el reductor es el ácido ascórbico;

donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal;

20 donde el metal de transición es Ag;

donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm, preferiblemente entre 0.4 nm y 0.9 nm;

caracterizado porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm;

25 caracterizado porque se lleva a cabo a una temperatura aproximadamente igual a 25°C; y

donde las nanopartículas metálicas son nanofibras.

30 Otro aspecto de la presente invención se refiere a las nanopartículas metálicas anisotrópicas obtenidas directamente por el procedimiento de la invención; preferiblemente en una concentración comprendida entre 70% y 100%; y más preferiblemente entre 90% y 100%.

En otra realización la invención se refiere a las nanopartículas metálicas anisotrópicas obtenidas directamente por el procedimiento de la invención caracterizadas porque se obtienen en una concentración del 98%.

35 Otro aspecto de la presente invención se refiere a nanopartículas anisotrópicas directamente obtenidas por el procedimiento de la invención.

40 Otro aspecto de la presente invención se refiere a un material que comprende las nanopartículas metálicas anisotrópicas de la presente invención.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un material que comprende las nanofibras de la invención, ejemplos no limitativos de dichos materiales son cerámicas, polímeros y vidrios.

45 Otro aspecto de la presente invención se refiere a un objeto que comprende el material de la invención, ejemplos no limitativos de dichos objetos son nanocompuestos de apantallamiento de la radiación electromagnética y nanocompuestos para conducción térmica.

50 Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de un AQC para la obtención de nanopartículas metálicas anisotrópicas.

Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de un AQC para la obtención de nanofibras.

55 Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de un AQC como catalizador de una reacción no electroquímica.

En otra realización la invención se refiere al uso de un AQC donde la reacción es una reacción de oxidación.

En otra realización la invención se refiere al uso de un AQC donde la reacción es una reacción de reducción.

60 Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de un AQC en una reacción de reducción que comprende un agente químico de reducción.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a cualquier combinación de las realizaciones anteriores.

65 A lo largo de la presente invención todos los términos técnicos y científicos tienen el mismo significado que el comúnmente entendido por un experto en la materia a la que la invención pertenece. A lo largo de la descripción y las reivindicaciones, la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, compo-

entes o pasos. Para el experto en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

El término “relación de aspecto” (r) se refiere a la relación entre la longitud y el diámetro de la nanofibra.

El término “catalizador específico” se refiere a una sustancia que cataliza específicamente el crecimiento de alguna cara cristalina de los núcleos cristalinos que se forman durante el crecimiento de las nanopartículas frente a las otras caras generando de esta forma una anisotropía en la geometría final de la nanopartícula obtenida, tal como se representa de forma esquemática en la figura 1. Es decir, el catalizador específico se introduce para dirigir la formación de las estructuras anisotrópicas y es independiente de que se utilicen o no catalizadores químicos en la etapa previa de reducción de la sal.

El catalizador específico se selecciona entre los clústeres cuánticos atómicos (AQC) descritos en la patente ES2277531 B2 cuyo contenido se incorpora en la presente invención por referencia y en especial el procedimiento de síntesis y los ejemplos. De este modo, se entiende por AQC un material formado exclusivamente por átomos de metal en estado de oxidación cero, Mn, estable en el tiempo, con un tamaño inferior a 2 nm, con menos de 500 átomos de metal (Mn,  $n < 500$ ). Preferiblemente, los AQC se componen de menos de 200 átomos de metal (Mn,  $n < 200$ ); preferiblemente con un tamaño inferior a 1 nm; más preferiblemente entre 2 y 27 átomos de metal (Mn,  $2 < n < 27$ ) con un tamaño aproximado de entre 0.4 nm y 0.9 nm; aún más preferiblemente de entre 2 a 5 (Mn,  $2 < n < 5$ ) átomos de metal.

El catalizador específico se encuentra en una concentración tal que permite la formación de las nanopartículas de la invención.

El término “inhibidores del crecimiento” comprende entre otros polímeros tales como la polivinilpirrolidona; tioles, fosfinas y aminas.

El término “semillas” se define en el artículo Pérez-Juste, J.; Pastoriza-Santos, I.; Liz-Marzán, L. M.; Mulvaney, P., *Coordination Chemistry Reviews*, 249, 2005, 1870-1901, cuyo contenido queda incorporado por referencia en la presente invención. En este caso, para el cálculo de la relación de concentraciones, R, definida anteriormente a utilizar se ha de emplear la concentración de semillas en lugar de la concentración de núcleos generados en la reacción.

En la patente ES2277531 B2 cuyo contenido se incorpora en la presente invención por referencia se explica detalladamente la síntesis, separación, estabilización y funcionalización de los AQC y se proporcionan además ejemplos concretos.

El siguiente ejemplo y las figuras ilustran el ámbito de la invención y no pretenden ser limitativos.

#### Descripción de las figuras

La figura 1 muestra un esquema de la invención propuesta en la que se observa de forma esquemática la actuación de un catalizador específico del crecimiento de caras cristalinas al objeto de conseguir la preparación de estructuras anisotrópicas.

La figura 2 muestra el aspecto que presenta el producto obtenido a las 4 horas del comienzo de la reacción.

La figura 3 muestra el aspecto a simple vista del precipitado de nanofibras.

Las figuras 4 y 5 muestran fotografías de microscopía electrónica de barrido (Scanning Electron Microscopy: SEM) de las muestras obtenidas tras ser depositadas en una rejilla del microscopio. Se puede observar la formación de nanofibras de Ag de diámetro aproximado de 100 nm y longitud de 50  $\mu\text{m}$ . Asimismo se observa que la catálisis por clústeres de Ag dirige la formación casi exclusivamente hacia la formación de nanofibras, con un rendimiento (respecto de nanopartículas esféricas) superior a aproximadamente el 99% en peso.

La figura 6 muestra el análisis de las fibras mediante espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (Energy Dispersive Spectroscopy by X-rays: EDS) observándose claramente la presencia de Ag (el Cu corresponde a la rejilla utilizada para la medida).

La figura 7 representa una imagen de microscopía electrónica de transmisión (Transmission Electron Microscopy: TEM) de alta resolución en donde claramente se observa la cristalinidad de las fibras. Los planos observados a distancias de 0.24 nm corresponden a los planos (111) de la plata metálica.

#### Ejemplos

El siguiente ejemplo ilustra el ámbito de la invención.

## Ejemplo 1

*Síntesis de nanofibras de Ag con una relación de aspecto (r) aproximadamente igual a 500*

- 5 En un recipiente de vidrio de 10 L provisto de agitación mecánica se introduce 1 L de agua a 25°C. A continuación se añaden 30 mL de una disolución de clústeres de Ag de una concentración 10 mg/L. Posteriormente se introducen con agitación 3,5 g de ácido ascórbico y a los 5 minutos se añaden 4 L de agua. Finalmente se añaden con fuerte agitación 3,4 g de nitrato de plata. La reacción se agita de manera constate durante 4 horas. Las nanofibras de Ag se obtienen como un precipitado que se dispersa de nuevo por agitación. A partir de las figuras de microscopía electrónica de transmisión (véase figura 5) se puede determinar el porcentaje aproximado de fibras respecto del total de nanopartículas, siendo éste porcentaje mayor del 98% en peso.
- 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas que comprende una etapa de reducción, **caracterizado** porque la reducción se lleva a cabo en presencia de un clúster cuántico atómico (AQC).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde la etapa de reducción comprende un disolvente.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, donde el disolvente se selecciona entre agua, un disolvente polar y cualquiera de sus combinaciones.
- 10 4. El procedimiento según la reivindicación 3, donde el disolvente es agua.
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde se reduce un ión metálico de un metal de transición; preferiblemente en forma de sal metálica.
- 15 6. El procedimiento según la reivindicación 5, donde la sal del metal de transición se selecciona entre nitrato, acetato, citrato; cloruro; y cualquiera de sus combinaciones; preferiblemente nitrato.
- 20 7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 donde el reductor para la reducción se selecciona entre un reductor químico y un reductor físico.
8. El procedimiento según la reivindicación 7, donde el reductor químico se selecciona entre un reductor orgánico e inorgánico.
- 25 9. El procedimiento según la reivindicación 8 donde el reductor orgánico se selecciona entre alquilaminas, azúcares, ácidos orgánicos y polímeros.
10. El procedimiento según la reivindicación 9 donde el reductor orgánico se selecciona entre metilamina, glucosa, fructosa, lactosa, maltosa, ácido ascórbico y polivinilpirrolidona.
- 30 11. El procedimiento según la reivindicación 10, donde el reductor es el ácido ascórbico.
12. El procedimiento según la reivindicación 8 donde el reductor inorgánico se selecciona entre borhidruro sódico, hidracina, hidruro de litio y aluminio, hidroxilamina e hipofosfito sódico.
- 35 13. El procedimiento según la reivindicación 7, donde el reductor físico se selecciona entre radiación UV-V y ultrasonidos.
- 40 14. El procedimiento según la reivindicación 8, donde el reductor es el disolvente de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 o mezclas del mismo.
15. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 donde el AQC comprenden de promedio menos de 500 átomos de metal.
- 45 16. El procedimiento según la reivindicación 15 donde el AQC comprenden de promedio menos de 200 átomos de metal.
17. El procedimiento según la reivindicación 16 donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 27 átomos de metal.
- 50 18. El procedimiento según la reivindicación 17 donde el AQC comprenden de promedio entre 2 y 5 átomos de metal.
- 55 19. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 donde el AQC y/o las nanopartículas metálicas anisotrópicas comprenden un metal de transición.
20. El procedimiento según la reivindicación 19 donde el metal de transición se selecciona entre Au; Ag; Co; Cu; Pt; Fe; Cr; Pd; Ni; Rh; Pb; y cualquiera de sus combinaciones.
- 60 21. El procedimiento según la reivindicación 20 donde el metal de transición se selecciona entre Au; Ag; Pt; y cualquiera de sus combinaciones.
22. El procedimiento según la reivindicación 21 donde el metal de transición es Ag.
- 65 23. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22 donde el AQC tiene un tamaño medio inferior a 1 nm.

24. El procedimiento según la reivindicación 23 donde el tamaño medio está comprendido entre 0,4 nm y 0,9 nm.

25. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24 **caracterizado** porque se lleva a cabo a una presión entre 0,5 y 1,5 atm.

5

26. El procedimiento según la reivindicación 25 **caracterizado** porque se lleva a cabo a una presión aproximada de 1 atm.

10

27. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 26 **caracterizado** porque se lleva a cabo a una temperatura 1°C inferior a la temperatura de ebullición del disolvente.

28. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26 **caracterizado** porque se lleva a cabo a una temperatura inferior a 40°C; preferiblemente entre 10°C y 40°C.

15

29. El procedimiento según la reivindicación 28 **caracterizado** porque se lleva a cabo aproximadamente a 25°C.

30. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29 **caracterizado** porque adicionalmente se añade un inhibidor del crecimiento.

20

31. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 30 **caracterizado** porque adicionalmente se añaden semillas.

32. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 31, donde las nanopartículas metálicas son nanofibras.

25

33. Nanopartículas metálicas anisotrópicas obtenidas por el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 32.

34. Nanofibras obtenidas por el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 33.

30

35. Un material que comprende las nanopartículas metálicas anisotrópicas de la reivindicación 34.

36. Un material que comprende las nanofibras de la reivindicación 35.

35

37. Un objeto que comprende el material de cualquiera de las reivindicaciones 35 ó 36.

38. Uso de un AQC para la obtención de nanopartículas metálicas anisotrópicas.

39. Uso de un AQC para la obtención de nanofibras.

40

40. Uso de un AQC como catalizador de una reacción no electroquímica.

41. El uso de un AQC según la reivindicación 40 donde la reacción es una reacción de oxidación.

45

42. El uso de un AQC según la reivindicación 40 donde la reacción es una reacción de reducción.

43. Uso de un AQC en una reacción de reducción que comprende un agente químico de reducción.

50

55

60

65

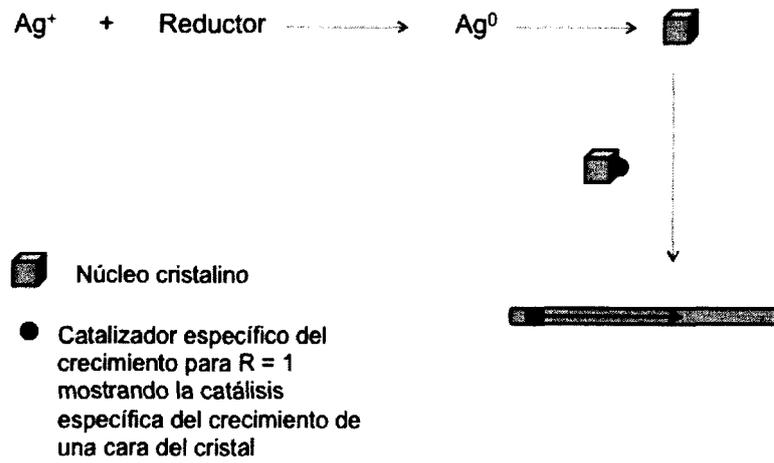


Figura 1



Figura 2



Figura 3

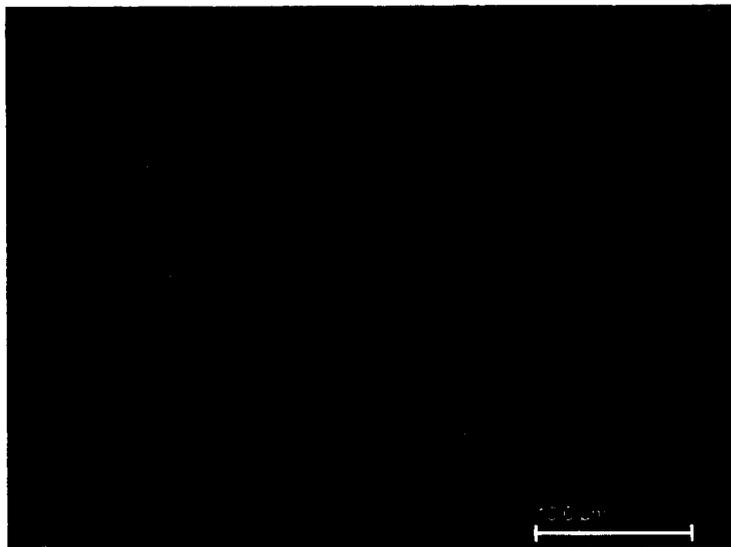


Figura 4

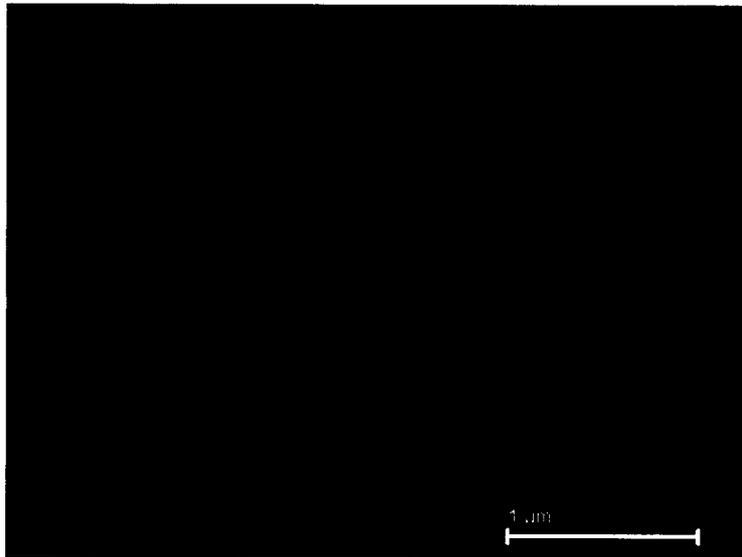


Figura 5

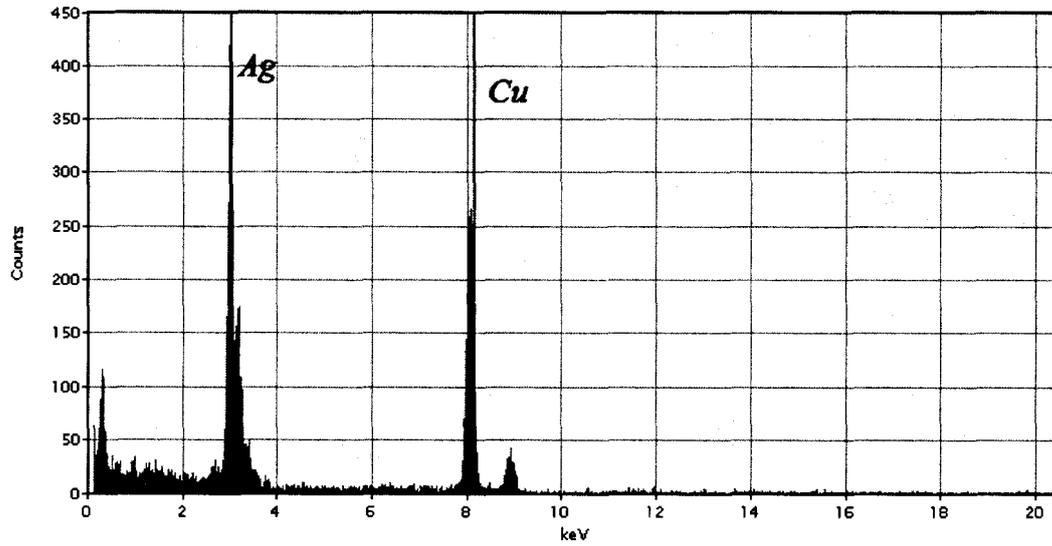


Figura 6

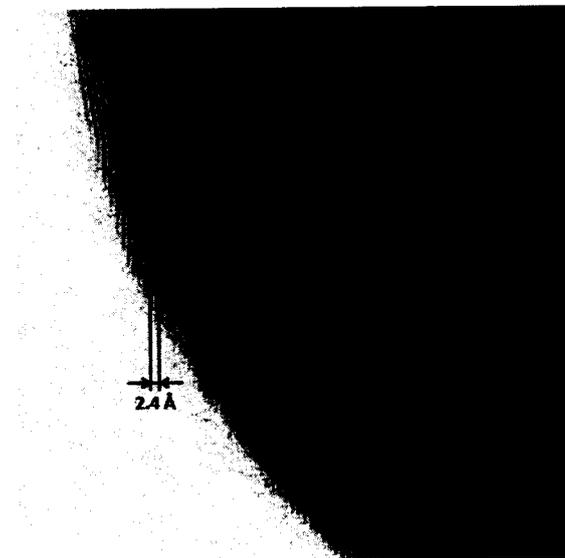


Figura 7



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201000387

②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 18.03.2010

③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	KAWAMURA, G.; NOGAMI, M. "Application of a conproportionation reaction to a synthesis of shape-controlled gold nanoparticles" Journal of Crystal Growth 14.08.2009 [online] Vol. 311, páginas 4462-4466; apartado 2.	1-43
A	KEN-TYE YONG et al. "Preparation of Gold Nanoparticles and their Applications in Anisotropic Nanoparticle Synthesis and Bioimaging" Plasmonics. 28.02.2009. Vol. 4 páginas 79-93; páginas 81, 85, 86 y 87.	1-43
A	WANZHONG ZHANG et al. "Synthesis of silver nanoparticles - Effects of concerned parameters in water/oil microemulsion" Materials Science and Engineering B. 2007. Vol. 142, páginas 1-15; apartados 2, 4, Tabla 1.	1-43

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
29.03.2011

Examinador  
V. Balmaseda Valencia

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**B82B3/00** (2006.01)

**B22F1/00** (2006.01)

**B82Y30/00** (2011.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B22F, B82B, B82Y

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, HCAPLUS

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.03.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-43	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-43	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	KAWAMURA, G.; NOGAMI, M. Journal of Crystal Growth 14.08.2009 [online] Vol. 311, páginas 4462-4466.	
D02	KEN-TYE YONG et al. Plasmonics. 28.02.2009. Vol. 4 páginas 79-93; páginas 81, 85, 86 y 87.	
D03	WANZHONG ZHANG et al. Materials Science and Engineering B. 2007. Vol. 142, páginas 1-15.	

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El objeto de la presente invención es un procedimiento de preparación de nanopartículas metálicas anisotrópicas en presencia de un cluster cuántico atómico, las nanopartículas resultantes y los distintos usos de las mismas.

El documento D01 describe un procedimiento de obtención de nanopartículas de oro por siembra que comprende la reducción con NaBH<sub>4</sub> de HAuCl<sub>4</sub> en presencia o bien de citrato sódico o bien de CTAB (apartado 2).

El documento D02 divulga la síntesis de nanopartículas de oro por reducción de HAuCl<sub>4</sub> y estabilización de las mismas bien con citrato o bien con THPC o bien con CTAB. Así mismo, describe la síntesis de nanopartículas anisotrópicas de CdSe, PbSe y PbS en presencia de las nanopartículas de oro anteriores (páginas 81, 85, 86 y 87).

En el documento D03 se describen los distintos medios convencionales de obtención de nanopartículas de plata y los efectos de los distintos parámetros en la obtención de las mismas por microemulsión (páginas 2, 4, Tabla 1).

La diferencia entre el objeto de la presente invención y los documentos D01-D03 radica en que ninguno de dichos documentos divulga un procedimiento de obtención de nanopartículas anisotrópicas metálicas que comprenda una etapa de reducción en presencia de clusteres cuánticos atómicos. De este modo, variando la concentración de dichos clusteres se consiguen nanopartículas metálicas anisotrópicas con relaciones de aspecto elevadas y diferentes tipos de estructuras. Así mismo, se evita el uso de inhibidores de crecimiento.

En consecuencia, se considera que el objeto de las reivindicaciones 1-43 es nuevo e implica actividad inventiva (Artículos 6.1 y 8.1 de la L.P.)