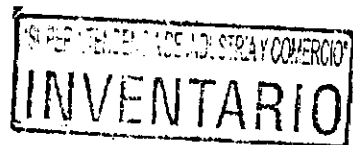


Handwritten signature

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

PCT
SOLICITUD

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-095143-00000-0000

Fecha: 2011-07-28 17:38:40 Dep. 2020 DIR. NUEVAS CREACIONES
Tra. 11 PATENTE I+D+i Eje. 378 FASE NACIONAL I
Act. 411 PRESENTACION Folios: 28

PATENTE DE INVENCION

ENTRADA EN FASE NACIONAL

11-95143

21. **EXPEDIENTE No.**

SELENIZACIÓN DE CAPA PRECURSORA QUE CONTIENE

54. **TITULO**

NANOPARTÍCULAS DE CuInS₂

51. **CLASIFICACION INTERNACIONAL**

PURDUE RESEARCH FOUNDATION

71. **SOLICITANTE**

WEST LAFAYETTE, IN, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

DOMICILIO

JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

74. **APODERADO**

22. **BOGOTÁ, D.C.**

Fecha, Cu
21-08-2011



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-095143- -00000-0000

Fecha: 2011-07-28 17:38:40 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Lve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 28

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

1

SOLICITUD DE:



Patente de Invención.



Patente de Modelo de Utilidad.



Capítulo I.



Capítulo II.

2

SOLICITANTE

Nombre: PURDUE RESEARCH FOUNDATION

Dirección: 3000 Kent Avenue, West Lafayette,
IN 47906-1075, Estados Unidos de América.Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de
América.Lugar de Constitución: Estados Unidos de
América.

Teléfono:

Fax:

E-mail

IDENTIFICACIÓN

C.C.



NIT



C.E.



Otro



Cual

Número

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

Dirección: Calle 70 A #4-41, Bogotá, Colombia.

Teléfono: 744-2200

Fax: 742-2200

E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C.



NIT



C.E.



Otro



Cual

Número

80.410.337 TP 57492

En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de
Propiedad Industrial, sirvase indicar el numero de radicación (del poder). _____

4

INVENTOR (ES)
(72)

Nombre: AGRAWAL, Rakesh; HILLHOUSE, Hugh; GUO, Qijie

Dirección: 1802 Danielle Lane, West Lafayette IN 47906, Estados Unidos de
América; 1580 West State Street, West Lafayette, IN 47906, Estados Unidos de
América; 1200 Happy Hollow Rd., Apt. 408, West Lafayette, IN 47906, Estados
Unidos de América, respectivamente.

Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de América respectivamente.

5 PCT (86)

Solicitud Internacional No.

PCT/US2010/021636

Fecha

21.01.2010

Publicación Internacional No

WO 2010/085553 A1

Fecha

29.07.2010

6 Título (54): SELENIZACIÓN DE CAPA PRECURSORA QUE CONTIENE NANOPARTÍCULAS DE
CuInS₂

7 Clasificación Internacional (51): C03B1/0

8 Prioridad

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

SI ☒NO ☐

US

21.01.2009

61/146,084

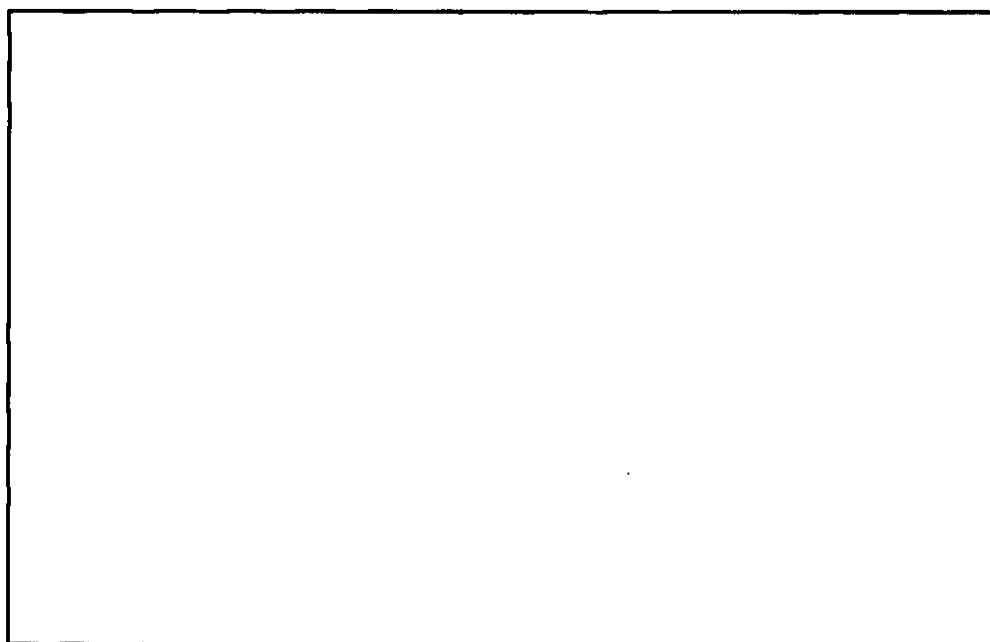
9 Comprobante de pago No. 11-58787, 11-31970, 11-31971, 11-13,177Fecha 25-07-2011

10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. \$ 571.000
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal de la persona jurídica peticionaria, en cuanto no esté inscrita en alguna Cámara de Comercio Colombiana.
- ☐ Poderes, si fuere el caso. Fotocopia autenticada.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante. Fotocopia autenticada.
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al español (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción de examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☐ Arte final 12x12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional bajo el Art. 34.
- ☒ Otros: Comprobante(s) de pago de la tasa por concepto de reivindicaciones adicionales \$ 135.000 (5*\$27.000).

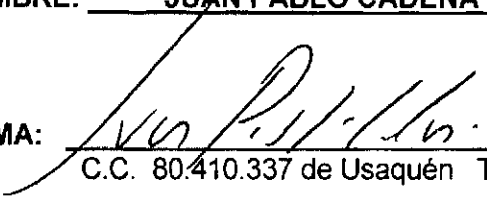
11 FIGURA CARACTERÍSTICA:



12 Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

FIRMA:


C.C. 80.410.337 de Usaquén TP 57492 del C.S.J.

117762³

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0058787

Bogotá D.C., Junio 17 de 2011 - 16:42:49

RECIBIDO DE : BRIGARD & CASTRO S.A.

NI 860.047.372

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	456015324	17/06/2011	25.888.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	110 PTC SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
			\$571.000.00

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-095143- -00000-0000

Fecha: 2011-07-28 17:38:40 Dep. 2020 DIR. NUEVAS CR
Tra. 11 PATENTE IYII Eve: 378 FASE NACIONAL I
Act. 411 PRESENTACION Folios: 28

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C. - Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Junio 17 de 2011 - 16:42:53

117 762 4

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -


Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0031970

Bogotá D.C., Abril 06 de 2011 - 12:50:28

RECIBIDO DE : BRIGARD & CASTRO S.A.

NI 860.047.372

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	999999999	31960	06/04/2011		4.507.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	54.000.00	54 000.00
				<u>\$54.000.00</u>

=====

SON: **CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-095143-00000-0000

Fecha: 2011-07-28 17:38:40
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR NUEVASCH
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 28

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C. - Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: Info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Abril 6 de 2011 - 12:50:30

117 762⁵

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0031971

Bogotá D.C., Abril 06 de 2011 - 12:50:28

RECIBIDO DE : BRIGARD & CASTRO S.A.

NI 860.047.372

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	999999999	31960	06/04/2011		4.507.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	54.000.00	54.000.00
				\$54.000.00
			=====	

SON: **CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-095143- -00000-0000

Fecha: 2011-07-28 17:38:40 Dep 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 28

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C. - Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Abril 6 de 2011 - 12:50:30

6
117762.

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 11 - 13,177
FECHA : FEBRERO 11 DE 2011

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
BRISARD & CASTRO LTDA	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	324973213	10/02/2011	59,590,000.00

***** C O N C E P T O *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO	
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	54 INFORMACION DETALLADA DE UN TRAMI	27,000.00
			TOTAL :	\$ 27,000.00

SON: VEINTISIETE MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL ASUNTO No.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-095143- -00000-0000

Fecha: 2011-07-28 17:38:40 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 28



(51) International Patent Classification:
C03B 1/00 (2006.01)
 (21) International Application Number:
 PCT/US2010/021636
 (22) International Filing Date:
 21 January 2010 (21.01.2010)
 (25) Filing Language: English
 (26) Publication Language: English
 (30) Priority Data:
 61/146,084 21 January 2009 (21.01.2009) US
 (71) Applicant (for all designated States except US): **PUR-
 DUE RESEARCH FOUNDATION** [US/US]; 3000
 Kent Avenue, West Lafayette, IN 47906-1075 (US).
 (72) Inventors; and
 (75) Inventors/Applicants (for US only): **AGRAWAL,
 Rakesh** [US/US]; 1802 Danielle Lane, West Lafayette,
 IN 47906 (US). **HILLHOUSE, Hugh** [US/US]; 1580
 West State Street, West Lafayette, IN 47906 (US). **GUO,
 Qijie** [US/US]; 1200 Happy Hollow Rd., Apt. 408, West
 Lafayette, IN 47906 (US).

(74) Agent: **GOEDERTIER, Katie, B.**, Brinks Hofer Gilson
 & Lione, P.O. box 10087, Chicago, IL 60610 (US).
 (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
 kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,
 AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
 CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
 DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
 HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
 KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
 ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
 NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
 SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
 TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 (84) Designated States (unless otherwise indicated, for every
 kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
 GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
 ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
 TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
 ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
 MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
 TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
 ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: **SELENIZATION OF PRECURSOR LAYER CONTAINING CULNS₂ NANOPARTICLES**

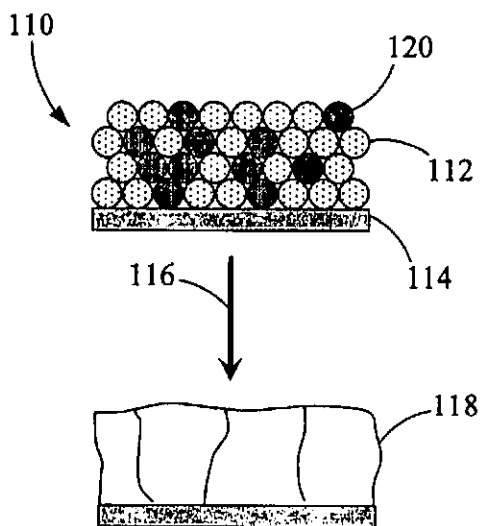


Fig. 1b

(57) Abstract: A method of fabrication of thin films for photo-voltaic or electronic applications is provided. The method includes fabricating a nanocrystal precursor layer and selenizing the nanocrystal precursor layer in a selenium containing atmosphere. The nanocrystal precursor layer includes one of CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, and $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ nanoparticles and combinations thereof, wherein $0 \leq x \leq 1$ and $1 \leq y \leq 0$.

WO 2010/085553 A1



Published:

— *with international search report (Art. 21(3))*

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA BAJO EL TRATADO DE COOPERACIÓN DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de Propiedad
Intelectual
Oficina Internacional



(43) Fecha de Publicación Internacional
29 de julio de 2010 (29.07.2010)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2010/085553 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
C03B 1/00 (2006.01)

(21) Numero de Solicitud Internacional:
PCT/US2010/021636

(22) Fecha de Presentación Internacional:
21 de enero de 2010 (21.01.2010)

(25) Lenguaje de entrega:
Inglés

(26) Lenguaje de Publicación:
Inglés

(30) Datos de la Prioridad:
61/146,084 21 de enero de 2009 (21.01.2009) US

(71) Solicitante (para todos los Estados designados menos los Estados Unidos): PURDUE RESEARCH FOUNDATION [US/US]; 3000 Kent Avenue, West Lafayette, IN 47906-1075 (US).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (solo para los Estados Unidos): AGRAWAL, Rakesh [US/US]; 1802 Danielle Lane, West Lafayette IN 47906 (US). HILLHOUSE, Hugh [US/US]; 1580 West State Street, West Lafayette, IN 47906 (US). GUO, Qijie [US/US]; 1200 Happy Hollow Rd., Apt. 408, West Lafayette, IN 47906 (US).
- (74) Agente: GOEDERTIER, Katie, B.; Brinks Hofer Gilson & Lione, P.O. box 10087, Chicago, IL 60610 (US).

(81) Estados Designados (a menos que se indique lo contrario, para todo tipo de protección nacional disponible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(84) Estados Designados (a menos que se indique lo contrario, para todo tipo de protección regional disponible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

[Continúa en la siguiente página].

(54) Título: SELENIZACIÓN DE CAPA PRECURSORA QUE CONTIENE NANOPARTÍCULAS DE CuInS_2

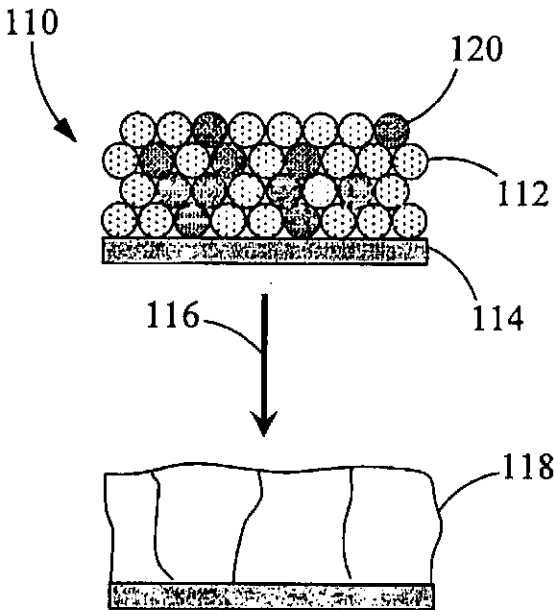


Fig. 1b

(57) Resumen: Se provee un método de fabricación de películas delgadas para aplicaciones fotovoltaicas o electrónicas. El método incluye fabricar una capa precursora de nanocristal y selenizar la capa precursora de nanocristal en una atmósfera que contiene selenio. La capa precursora de nanocristal incluye nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.

Publicado:

- con el informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))

SELENIZACIÓN DE CAPA PRECURSORA QUE CONTIENE NANOPARTÍCULAS DE CuInS_2

La presente solicitud reivindica el derecho de prioridad de la solicitud provisional US No. 61/146.084, presentada el 21 de Enero 21 de 2009, denominada "SELENIZACIÓN DE CAPA PRECURSORA QUE CONTIENE NANOPARTÍCULAS DE CuInS_2 ," los contenidos de la cual se incorporan aquí como referencia.

La presente invención se refiere en general a la fabricación de películas delgadas para aplicaciones fotovoltaicas o electrónicas, y, en particular a la fabricación y selenización de una capa precursora de nanocrystal que contiene nanopartículas de CuInS_2 o sus aleaciones relacionadas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Tradicionalmente se han fabricado las películas delgadas de CuInSe_2 utilizando co-evaporación al vacío. Sin embargo, el costo de producción es elevado, lo cual ha limitado la aplicabilidad para la fabricación a gran escala. Se han informado métodos para el depósito de capas precursoras y la posterior selenización para formar películas absorbedoras activas. Sin embargo, existen diversas desventajas asociadas con la selección de los materiales de origen en las capas precursoras utilizados para la selenización. Por ejemplo, para las capas precursoras basadas en metal o en aleación de metal, el principal desafío es la delaminación de las películas después de la selenización. Otro problema desafiante es la falta de control sobre la composición de la película a toda escala.

DESCRIPCION DE LA INVENCION

A pesar que se han informado métodos acerca del depósito de capas precursoras y su posterior selenización para formar películas delgadas absorbedoras activas, existe la necesidad en el arte de una fuente de material alternativa en capas precursoras basado en partículas que puedan superar las desventajas antes mencionadas y proporcionar las ventajas de una solución basada en un método de depósito. Un aspecto de la presente invención es lograr este objetivo.

Los ejemplos de la presente invención proporcionan un método para la fabricación de las películas delgadas absorbedoras CIS y CIGS utilizando una capa precursora que contiene nanopartículas de disulfuro de cobre indio (CuInS_2),

o sus aleaciones relacionadas con Ga y Se, incluyendo, por ejemplo, $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{S}_2$ y $\text{CuIn}(\text{S,Se})_2$, seguido por la selenización en una atmósfera que contiene selenio a temperaturas elevadas. La composición de las nanopartículas de CuInS_2 y sus aleaciones puede ser estequiométrica, rica o pobre en cobre, y rica o pobre en indio, dependiendo de la composición de la película deseada. Formando nanopartículas de CuInS_2 , o sus aleaciones relacionadas, la composición de las películas se establecerá a nivel molecular, una característica que no ha sido lograda en el estado del arte. Además, se espera un grado de expansión en volumen en la película al reemplazar el azufre por selenio a través del proceso de selenización, conduciendo a granos densamente empacados. Esto ayudará a reducir la porosidad en la película delgada absorbidora final, haciendo de este modo que se obtenga propiedades optoelectrónicas y electrónicas más estables adecuadas para la aplicación fotovoltaica.

En un ejemplo, la presente invención provee un método de fabricación de películas delgadas para aplicaciones fotovoltaicas o electrónicas. El método incluye fabricar una capa precursora de nanocrystal que comprende nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de lo mismo, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$. Luego la capa precursora de nanocrystal es selenizada en una atmósfera que contiene selenio.

En otro ejemplo, la presente invención provee un método de fabricación de una capa precursora de nanocrystal. El método incluye recubrir un sustrato con una tinta de nanocrystal que comprende nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de lo mismo, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.

En un aspecto adicional, el método de fabricación de una capa precursora de nanocrystal incluye recubrir el sustrato con una segunda solución de tinta, la cual comprende al menos una de: partículas de Cu, In, Ga, S, y Se, y sus aleaciones; partículas de óxido de Cu, In, Ga, S, y Se, y combinaciones de lo mismo; y partículas de calcogenuro de Cu, In, y Ga, y combinaciones de lo mismo, donde el calcogenuro incluye compuestos de al menos uno de S, Se, y Te. La segunda solución de tinta puede o puede no contener nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de lo mismo, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.

Los objetivos, características, y ventajas adicionales de la presente invención serán aparentes a partir de la consideración de la siguiente descripción

y de las reivindicaciones anexas cuando se consideren en conexión con las figuras que se acompañan.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

FIGS. 1a-d son diagramas esquemáticos que ilustran los métodos para fabricar una lámina delgada de acuerdo con las diversas modalidades de la presente invención;

FIG. 2 es un gráfico de Energía de Difracción de Rayos X (PXRD) de nanopartículas de CuInS_2 sintetizadas en un sustrato de molibdeno, que muestra los picos esperados de la estructura del nanocrystal de CuInS_2 ;

FIG. 3 es una imagen de una Microscopía Electrónica de Barrido de Emisión de Campo (FE-SEM) de una capa precursora de nanocrystal que contiene nanopartículas de CuInS_2 luego de moldearla en un sustrato de molibdeno;

FIG. 4 es un gráfico PXRD de una película absorbadora CIS después de la selenización de la capa precursora de CuInS_2 con vapor de Se a diversas temperaturas, específicamente a 400°C , 450°C , y 500°C ;

FIG. 5 es una imagen FE-SEM de una película absorbadora CIS después de la selenización de la capa precursora CuInS_2 con el vapor de Se a 500°C durante 30 minutos, que muestra los granos grandes y densamente empacados después de la selenización; y

FIG. 6 es un gráfico que representa la corriente vs. voltaje característica de un dispositivo completado que muestra un 5,1% de eficiencia de conversión de luz a electricidad bajo una iluminación AM1.5.

Los correspondientes caracteres de referencia indican las partes correspondientes a lo largo de las diversas vistas.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

Los ejemplos de las enseñanzas presentes descritas a continuación no están dirigidos a ser exhaustivos o a limitar las enseñanzas a las formas precisas descritas en la siguiente descripción detallada. En cambio, las modalidades se han seleccionado y descrito de modo que otras personas expertas en el arte puedan apreciar y comprender los principios y prácticas de las enseñanzas presentes.

Las modalidades de la presente invención provee nuevos métodos de fabricación de películas absorbadoras de CuInSe_2 (CIS) y sus aleaciones relacionadas, incluyendo CuGaSe_2 , $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{Se}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$.

donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$, conjuntamente conocido como CIGS, mediante selenización de una capa precursora de nanocrystal que comprende nanopartículas de CuInS_2 o sus aleaciones relacionadas, por ejemplo, CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y, \text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y, \text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x \text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x \text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y, \text{Se}_{1-y})_2$. El término "nanopartículas de CuInS_2 y sus aleaciones relacionadas," como se utiliza aquí, incluye alas nanopartículas de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y, \text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y, \text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x \text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x \text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y, \text{Se}_{1-y})_2$ y las combinaciones de lo mismo, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.

Las nanopartículas son entidades discretas de un tamaño entre alrededor de 1 nm y hasta alrededor de 1.000 nm o mayor, preferentemente menos de alrededor de 100, y más preferentemente cercano a alrededor de 15 nm. Debido a que partículas más pequeñas conducirán a películas de nanopartículas más densamente empacadas, la capa precursora de nanocrystal puede estar solo compuesta por nanopartículas de CuInS_2 (Figura 1a), o puede estar compuesta de una mezcla de nanopartículas de CuInS_2 y otras partículas de la familia de materiales CIGS (Figuras 1b-d). Las Figuras 1a-d representan varios métodos de fabricación de películas delgadas absorbedoras de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. En cada modalidad de las Figuras 1a-d, se fabrica una capa precursora de nanocrystal y se seleniza para formar una película delgada absorbidora CIS, y la capa precursora de nanocrystal contiene nanopartículas de CuInS_2 y/o sus aleaciones relacionadas.

Con relación a la Figura 1a, se ilustra un método de fabricación de una película delgada absorbidora de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El método incluye fabricar una capa precursora de nanocrystal 10. En esta modalidad, la capa precursora de nanocrystal 10 contiene solo nanopartículas de CuInS_2 12 depositadas sobre un sustrato 14 de elección. Después de la formación de la capa precursora de nanocrystal 10 que contiene nanopartículas de CuInS_2 12 sobre el sustrato 14 deseado, se utiliza un tratamiento posterior bajo una atmósfera que contiene selenio (Se) a una temperatura elevada para convertir la capa precursora de nanocrystal 10 en una película delgada absorbidora CIS 18 en un proceso de una o de múltiples etapas. Esta etapa de selenización se indica mediante la flecha 16.

Antes de la etapa de selenización 16, la capa precursora de nanocrystal de CuInS_2 10 puede ser templados bajo diversas atmósferas, tales como atmósferas inertes, reductoras, y oxidantes, para retirar los surfactantes orgánicos que pueden estar presentes en la capa precursora 10. Preferentemente,

la capa precursora de nanocrystal 10 es selenizada en la atmósfera que contiene Se a un rango de temperatura desde alrededor de 350°C hasta alrededor de 650°C por una cantidad de tiempo deseada para convertir las nanopartículas de CuInS_2 en la película delgada absorbidora de CIS 18. En esta modalidad, la fuente de Se en la etapa de selenización 16 puede ser desde H_2Se , vapor de Se, pellas de Se, o precursores organometálicos de Se, o combinaciones de lo mismo.

Después de la selenización 16 de la capa precursora de nanocrystal 10, la película delgada absorbidora de CIS 18, generalmente crece como granos grandes densamente empacados. La película delgada de CIS 18 resultante posee las propiedades optoelectrónicas y electrónicas adecuadas, y además puede ser may procesada en un dispositivo fotovoltaico funcional u otras aplicaciones relacionadas diferentes de la solar. En esta modalidad, en la cual solo se utilizaron las nanopartículas de CuInS_2 12 como la capa precursora 10, la composición de la película 18, particularmente la proporción de Cu:In, es establecida dentro de la estequiometría de las nanopartículas de CuInS_2 12.

Las Figuras 1b, 1c, y 1d ilustran las modalidades alternativas de la presente invención que posee una descripción similar a aquella de la Figura 1a y en donde se designan componentes similares a través de numerales de referencia similar aumentados en 100, 200, y 300, respectivamente. En el método esquematizado en la Figura 1b, la capa precursora de nanocrystal 110 es una mezcla de nanopartículas de CuInS_2 112 con partículas 120 de Cu, In, Ga, S, Se, y sus aleaciones o la combinación de los mismos. En el método de la Figura 1c, la capa precursora de nanocrystal 210 es una mezcla de nanopartículas de CuInS_2 212 con partículas de óxido 222 de Cu, In, Ga, S y Se o la combinación de los mismos. En el método de la Figura 1d, la capa precursora de nanocrystal 310 es una mezcla de nanopartículas de CuInS_2 312 con partículas de calcogenuro 324 de Cu, In, y Ga, o la combinación de los mismos, conde el calcogenuro pertenece a los compuestos que contienen S, Se, y Te.

En las Figuras 1b-d, las nanopartículas de CuInS_2 112, 212, 312, cuando se mezclan con otras fuentes de partículas 120, 222, 324, actúan como un regulador para el control de la composición en la escala nanométrica para la formación de películas delgadas absorbidoras 118, 218, 318 de calidad. Estas otras fuentes de partículas pueden incluir: las partículas 120 de Cu, In, Ga, Se, S y sus aleaciones, o combinaciones de los mismos (Figura 1b); las partículas 222 de Cu, In, Ga, Se, y S, o combinaciones de los mismos (Figura 1c); o las partículas

de calcogenuro 324 de Cu, In, y Ga, o las combinaciones de los mismos (Figura 1d), donde calcogenuro representa a compuestos de S, Se y Te.

Además, en cada una de las Figuras 1b-d, las nanopartículas de CuInS_2 112, 212, 312 se pueden reemplazar parcialmente o completamente con sus aleaciones de Ga y Se, tal como Cu(In,Ga)S_2 y Cu(In,Ga)(S,Se)_2 . En las modalidades en las cuales la nanopartículas de CuInS_2 112, 212, 312 se combinan con otras fuentes de partículas 120, 222, 324, la cantidad de las otras fuentes de partículas 120, 222, 324 son pesadas para mantener la proporción final Cu:In dentro de la estequiometría preferida de la correspondiente composición final de la aleación. Además, en estos compuestos, la estequiometría de las nanopartículas puede ser ligeramente rica o pobre en cobre, rica o pobre en indio, rica o pobre en galio, y rica o pobre en calcogenuro.

En un aspecto adicional de la presente invención, se proveen los métodos para fabricar una capa precursora de nanocristal 10, 110, 210, 310 que contiene las nanopartículas 12, 112, 212, 312 de CuInS_2 y/o sus aleaciones relacionadas. En una modalidad, el hecho de fabricar la capa precursora de nanocristal 10, 110, 210, 310 incluye recubrir el sustrato 14, 114, 214, 314 con una solución de tinta de nanocristal que contiene las nanopartículas 12, 112, 212, 312 de CuInS_2 y/o sus aleaciones relacionadas. La solución de tinta de nanocristal puede estar compuesta solo por nanopartículas de CuInS_2 12 para formar la capa precursora de nanocristal 10 de la Figura 1a, por ejemplo. Alternativamente, la solución de tinta de nanocristal puede estar compuesta de una mezcla de las nanopartículas de CuInS_2 112, 212, 312 con otras partículas de la familia de los materiales CIGS, incluyendo, por ejemplo, las partículas 120, las partículas de óxido 222, y las partículas de calcogenuro de metal 324, respectivamente, como se describe antes con respecto a las Figuras 1b-d, respectivamente. No obstante, un componente preferido de la solución de tinta de nanocristal son las nanopartículas de CuInS_2 12, 112, 212, 312, incluyendo ambas las amorfas, cristalinas y/o la combinación de las mismas.

La capa precursora de nanocristales 10, 110, 210, 310 se puede elaborar utilizando diversos métodos por deposición enana única o múltiples capas de varios grosores a partir de una solución de tinta que contiene las nanopartículas de CuInS_2 12, 112, 212, 312. Alternativamente, las capas precursoras de nanopartículas 110, 210, 310 pueden se fabricadas por deposición de capas alternadas de una solución de tinta que contiene las nanopartículas de CuInS_2 112, 212, 312 y una solución de tinta que no contiene

nanopartículas de CuInS_2 . Como se proporcionó antes, después de la fabricación de la capa precursora de los nanocristales 10, 110, 210, 310 en los sustratos 14, 114, 214, 314, deseados la capa precursora de los nanocristales 10, 110, 210, 310 son posteriormente selenizados en una atmósfera que contiene selenio a temperaturas elevadas para la formación de las correspondientes películas delgadas absorbedoras CIS 18, 118, 218, 318. La fuente del selenio en la etapa de selenización 116, 216, 316 pueden provenir de H_2Se , vapor de Se, pellas de Se, precursores orgánicos de Se, partículas de Se mezcladas con la capa precursora de nanocristal 110, 210, 310, una capa alternada de Se con la capa precursora de nanocristal 110, 210, 310, o un recubrimiento que contiene Se en la capa precursora de nanocristal 110, 210, 310.

En un aspecto adicional de la presente invención, las tintas de nanocristal de CuInS_2 se pueden utilizar en conjunto con otra solución de tinta la cual puede incluir otras fuentes de partículas de la familia de materiales CIGS, y la cual puede o puede no contener CuInS_2 nanopartículas. Se pueden utilizar las diferentes soluciones de tinta para recubrir los sustratos 114, 214, 314 en una única o múltiples capas de varios grosores, ya sea simultáneamente, o en alguna combinación de capas alternadas. La otra solución de tinta puede incluir partículas de metal, de óxido de metal, selenuros de metal de la familia de materiales I-III-VI o una combinación de lo mismo, con o sin nanopartículas de CuInS_2 , incluyendo, por ejemplo, soluciones de tinta que incluyen partículas de Cu, In, Ga, S, Se, y sus aleaciones, o combinaciones de los mismos. En otro ejemplo, la otra solución de tinta puede incluir partículas de óxido de Cu, In, Ga, S y Se, o combinaciones de los mismos. Además, la otra solución de tinta puede incluir partículas de calcogenuro de Cu, In, y Ga, o combinaciones de los mismos, donde el calcogenuro pertenece a los compuestos que contienen S, Se, y Te.

En las diversas modalidades de la presente invención, las nanopartículas de CuInS_2 , o su mezcla, puede ser suspendida en un solvente orgánico o inorgánico con varios ligandos y surfactantes para ayudar a la suspensión de las partículas. Las nanopartículas de CuInS_2 se pueden formar utilizando varias técnicas de síntesis en base sólida o en solución conocidas en el arte. Por ejemplo, las nanopartículas de CuInS_2 pueden ser sintetizadas utilizando precursores de metal en un solvente compatible. Los precursores a ser utilizados en tal proceso pueden incluir varios haluros de metal, sales de metal, precursores organometálicos, metales elementales, calcogeno elemental, así como también compuestos de calcogeno. Ejemplos de solventes compatibles son varios alcanos,

alquenos, y sus derivados tales como aminas, fosfinas, óxidos de fosfina, tioles, ácidos carboxílicos, y ácidos fosfónicos. Las enseñanzas de la presente invención no se deben limitar por la fuente de las nanopartículas de CuInS_2 . En cambio, es la aplicación de las nanopartículas de CuInS_2 la que es un constituyente clave en la fabricación de películas absorbedoras CIS.

EJEMPLO

En un ejemplo, las nanopartículas de CuInS_2 fueron sintetizadas por inyección de azufre disuelto en oleilamina en una solución caliente de oleilamina que contiene CuCl e InCl_3 como las fuentes de los metales. Todas las manipulaciones se realizaron utilizando técnicas estándar libres de aire usando una caja utilizando una línea Schlenk o caja de guante. De acuerdo a los principios del procedimiento experimental, se agregaron alrededor de 12 ml de oleilamina, alrededor de 1,5 mmol (0,149 g) de CuCl en oleilamina, y alrededor de 1,5 mmol (0,331 g) de InCl_3 a un matraz de fondo redondo de tres cuellos de alrededor de 100 ml conectado a un aparato de línea Schlenk. Los contenidos del matraz se calentaron a alrededor de 130°C y se purgó con argón tres veces por ciclos repetidos de vacío y se rellenó con gas inerte, y luego se desgasificó a alrededor de 130°C por alrededor de 30 minutos. Luego, la temperatura de la mezcla de reacción se elevó a alrededor de 225°C , y alrededor de 3 ml de solución de azufre 1 molar disuelta en oleilamina fue rápidamente inyectada a la mezcla de reacción. Se mantuvo la temperatura a alrededor de 225°C por alrededor de 30 minutos después de la inyección, y se permitió que la mezcla se enfriara a alrededor de 60°C y se agregó un solvente no polar (es decir, tolueno, hexano) para dispersar las partículas. Se puede agregar un anti solvente miscible (es decir, etanol) para flocular las partículas. Las partículas se recolectaron centrifugando a alrededor de 10.000 RPM por alrededor de 10 minutos. Luego, se re-dispersa el precipitado oscuro en solventes no polares tal como hexano y tolueno para formar una solución de tinta estable. De manera similar, se pueden sintetizar soluciones de tinta de nanocrystal de aleaciones de CuInS_2 con Ga y Se reemplazando, parcialmente o completamente, los precursores In y S con los precursores Ga o Se.

La Figura 2 muestra el patrón PXRD de las tintas de nanocristales después de ser moldeados por goteo sobre un sustrato de molibdeno recubierto. Los picos a 28,04, 32,56, 46,6, y 55,28 se pueden indexar a las reflexiones (112), (200), (204) y (312) de la estructura del cristal de CuInS_2 . Se calculó el tamaño

cristalino de las nanopartículas de CuInS_2 , utilizando la ecuación de Scherrer, a alrededor de 25 nm. Se pueden obtener nanocristales de tamaños diferentes alterando las condiciones de reacción. Por lo general, las nanopartículas de CuInS_2 tienen un tamaño de partícula promedio desde alrededor de 1 nm hasta alrededor de 100 nm o superior, preferentemente de menos de alrededor de 100 nm y más preferentemente cercano a alrededor de 15 nm.

Las tintas de nanocristales de CuInS_2 formadas por re-dispersión de las nanopartículas de CuInS_2 en un solvente no polar se pueden utilizar directamente para recubrir sustratos para formar una película precursora de nanocristal, ya sea a través de recubrimientos únicos o múltiples de varios grosores. A pesar que el CuInS_2 forma una solución estable en tolueno, es posible la adición de otros materiales orgánicos o inorgánicos tales como surfactantes, estabilizadores, solventes, agentes de nivelación, y agentes de des-oxidación a la solución para los propósitos considerados dentro del espectro de la presente invención y no se deben considerar como una limitación a las presentes enseñanzas. Una vez que se forme una solución de tinta estable, se pueden utilizar varias técnicas para recubrir los sustratos con las tintas de nanocristal, tales como recubrimiento por aspersion, impresión por inyección de tinta, recubrimiento de tela y otros se encuentran dentro del espectro de esta modalidad. En este ejemplo, se utilizó el moldeo por goteo para recubrir los sustratos, donde se obtuvo una película delgada dejando caer por goteo una cantidad deseada de la solución de tinta directamente sobre el sustrato y se permitió que el solvente se evaporara.

La Figura 3 muestra una imagen FE-SEM de la capa precursora de nanocristal de CuInS_2 recubierta sobre un sustrato de molibdeno de acuerdo con un ejemplo de la presente invención. Se muestra que se puede obtener una capa de nanopartículas de CuInS_2 del orden de algunos micrómetros utilizando los métodos aquí descritos. Las nanopartículas de CuInS_2 están empacadas en una capa bien densa debido al tamaño pequeño de las nanopartículas de CuInS_2 . De manera similar, las soluciones de tinta de nanocristal de aleaciones de CuInS_2 con Ga y con Se, se pueden utilizar para reemplazar parcialmente o completamente la tinta de nanocristal de CuInS_2 para fabricar la capa precursora de nanocristal.

La Figura 4 muestra el patrón PXRD de una delgada película de absorbedores CIS después de la selenización de la capa precursora de nanopartícula de a varias temperaturas, específicamente a alrededor de 400°C, 450°C, y 500°C. Los picos se encuentran consecuentemente indexados a la

estructura de chalcopirita del $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$. Como se ilustra, los picos de difracción se desplazan a la izquierda de manera sistemática en la medida que la temperatura de selenización aumenta, indicando un mayor grado de incorporación de Se en la matriz de CuInS_2 .

La Figura 5 muestra una imagen FE-SEM de un corte transversal de una película absorbidora CIS después de la selenización de una película precursora de nanopartícula de CuInS_2 a alrededor de 500°C por alrededor de 30 minutos. De la imagen FE-SEM, se demuestra que después de la selenización los nanocristales de CuInS_2 crecen como granos grandes que se encuentran en la escala de longitud del grosor de la película, una característica morfológica de la mayor eficiencia de CIS y de las celdas solares CIGS.

Las películas absorbedoras CIS selenizadas de la presente invención son capas absorbedoras activas y pueden ser además fabricadas en dispositivos fotovoltaicos funcionales. Por ejemplo, una capa de sulfuro de cadmio por deposición de un baño químico se puede depositar en la superficie de la película absorbidora CIS, y seguido por pulverización catódica de capas de óxido de zinc intrínseco y capas de óxido de indio dopado con estaño, en rejillas de contacto superior en dispositivos completados. La Figura 6 muestra una medición de corriente-voltaje de un ejemplo de un dispositivo fabricado utilizando una película absorbidora CIS selenizada a alrededor de 450°C por alrededor de 30 minutos. El dispositivo probado en la Figura 6 muestra una eficiencia de conversión de luz en electricidad de alrededor de 5,1%. Las películas delgadas absorbedoras fabricadas de acuerdo con las enseñanzas de la presente descripción no están limitadas a aplicaciones fotovoltaicas y se utilizar may en otros dispositivos no solares electrónicos relacionados.

Mientras que se han descrito modalidades ejemplares que incorporan los principios de la presente invención en lo anterior, la presente invención no está limitada a la modalidad descrita. En su lugar, se pretende que esta solicitud cubra cualquiera de las variaciones, usos, o adaptaciones de las invenciones utilizando sus principios generales. Además, se pretende que esta solicitud cubra tales modificaciones de la presente descripción tal como según lo conocido en la práctica habitual en el arte al cual esta invención pertenece y la cual cae dentro de las limitaciones de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de películas delgadas para aplicaciones fotovoltaicas o electrónicas, CARACTERIZADO porque dicho método comprende:
 - fabricar una capa precursora de nanocristal que comprende uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ nanopartículas y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$; y
 - selenizar la capa precursora de nanocristal en una atmósfera que contiene selenio (Se).
2. El método de acuerdo a la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la capa precursora de nanocristal además comprende uno de:
 - partículas de Cu, In, Ga, S, y Se, y sus aleaciones;
 - partículas de óxido de Cu, In, Ga, S, y Se, y combinaciones de lo mismo; y
 - partículas de calcogenuro de metal, donde el metal incluye uno de Cu, In, y Ga, y combinaciones de lo mismo, y donde el calcogenuro incluye compuestos de uno de S, Se, y Te.
3. El método de acuerdo a la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque fabricar la capa precursora de nanocristal incluye recubrir un sustrato con una tinta de nanocristal que comprende nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.
4. El método de acuerdo a la reivindicación 3, CARACTERIZADO porque recubrir el sustrato con la tinta de nanocristal incluye aplicar la tinta de nanocristal sobre la superficie de un sustrato por medio de uno de: recubrir por aspersión, impresión por inyección de tinta, recubrimiento de tela, y moldeo por goteo.
5. El método de acuerdo a la reivindicación 3, CARACTERIZADO porque fabricar la capa precursora de nanocristal además incluye recubrir el sustrato con a segunda solución de tinta que comprende uno de:
 - partículas de Cu, In, Ga, S, y Se, y sus aleaciones;

- partículas de óxido de Cu, In, Ga, S, y Se, y combinaciones de lo mismo;
 - y
 - partículas de calcogenuro de Cu, In, y Ga, y combinaciones de lo mismo, donde el calcogenuro incluye compuestos de uno de S, Se, y Te.
6. El método de acuerdo a la reivindicación 5, CARACTERIZADO porque recubrir el sustrato con la tinta de nanocrystal y la segunda solución de tinta incluye depositar capas alternadas de la tinta de nanocrystal y la segunda solución de tinta sobre el sustrato.
 7. El método de acuerdo a la reivindicación 5, CARACTERIZADO porque la segunda solución de tinta además comprende nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.
 8. El método de acuerdo a la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque fabricar la capa precursora de nanocrystal incluye depositar capas alternadas de una primera solución de tinta y una segunda solución de tinta sobre un sustrato, donde solo una de la primera y segunda soluciones de tinta comprende nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.
 9. El método de acuerdo a la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la fuente de Se en la atmósfera que contiene Se incluye uno de H_2Se , vapor de Se, pellas de Se, precursores organometálicos de Se, partículas de Se mezcladas con la capa precursora de nanocrystal, una capa alternada de Se con la capa precursora de nanocrystal, y un recubrimiento que contiene Se sobre la capa precursora de nanocrystal.
 10. El método de acuerdo a la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la temperatura durante la selenización está entre alrededor de 350°C y alrededor de 600°C .

11.El método de acuerdo a la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las nanopartículas utilizadas para formar la capa precursora de nanocrystal poseen un tamaño de partícula promedio desde alrededor de 1 nm hasta alrededor de 100 nm.

12.Un método de fabricación de una capa precursora de nanocrystal, CARACTERIZADO porque el método comprende:
recubrir un sustrato con una tinta de nanocrystal que comprende nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.

13.El método de acuerdo a la reivindicación 12, CARACTERIZADO porque además comprende recubrir el sustrato con a segunda solución de tinta que comprende uno de:

- partículas de Cu, In, Ga, S, y Se, y sus aleaciones;
- partículas de óxido de Cu, In, Ga, S, y Se, y combinaciones de las mismas; y
- partículas de calcogenuro de Cu, In, y Ga, y combinaciones de las mismas, donde el calcogenuro incluye compuestos de uno de S, Se, y Te.

14.El método de acuerdo a la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque recubrir el sustrato con la tinta de nanocrystal y la segunda solución de tinta incluye depositar capas alternadas de la tinta de nanocrystal y la segunda solución de tinta sobre el sustrato.

15.El método de acuerdo a la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque la segunda solución de tinta además comprende nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.

RESUMEN

Se provee un método de fabricación de películas delgadas para aplicaciones fotovoltaicas o electrónicas. El método incluye fabricar una capa precursora de nanocristal y selenizar la capa precursora de nanocristal en una atmósfera que contiene selenio. La capa precursora de nanocristal incluye nanopartículas de uno de CuInS_2 , $\text{CuIn}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, CuGaS_2 , $\text{CuGa}(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$, $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})\text{S}_2$, y $\text{Cu}(\text{In}_x\text{Ga}_{1-x})(\text{S}_y\text{Se}_{1-y})_2$ y combinaciones de los mismos, donde $0 \leq x \leq 1$ y $1 \leq y \leq 0$.

1/4

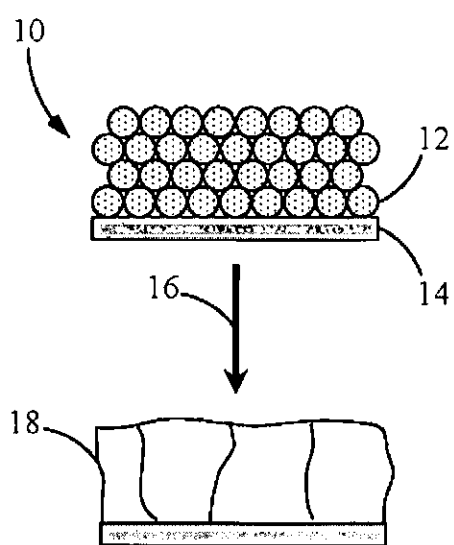


Fig. 1a

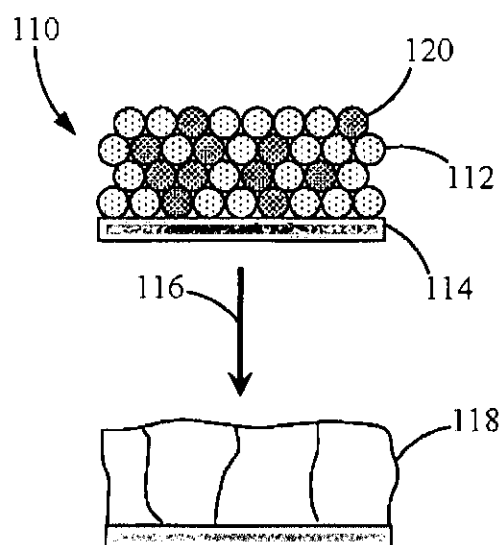


Fig. 1b

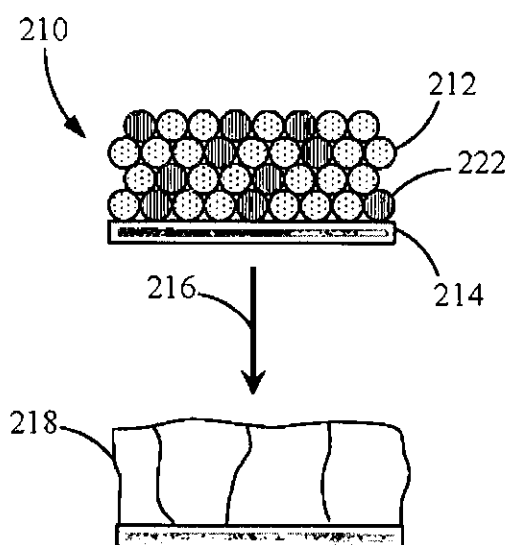


Fig. 1c

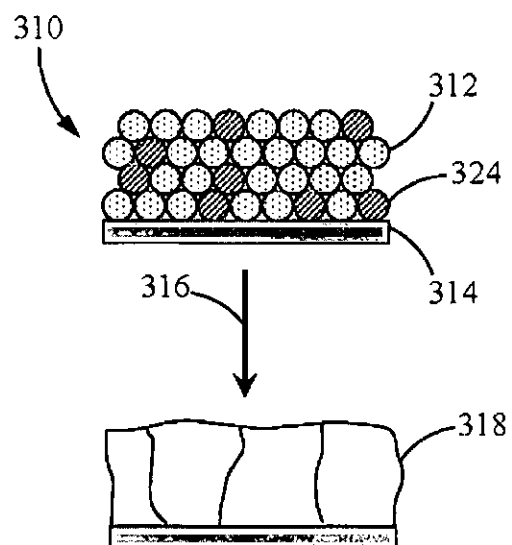


Fig. 1d

2/4

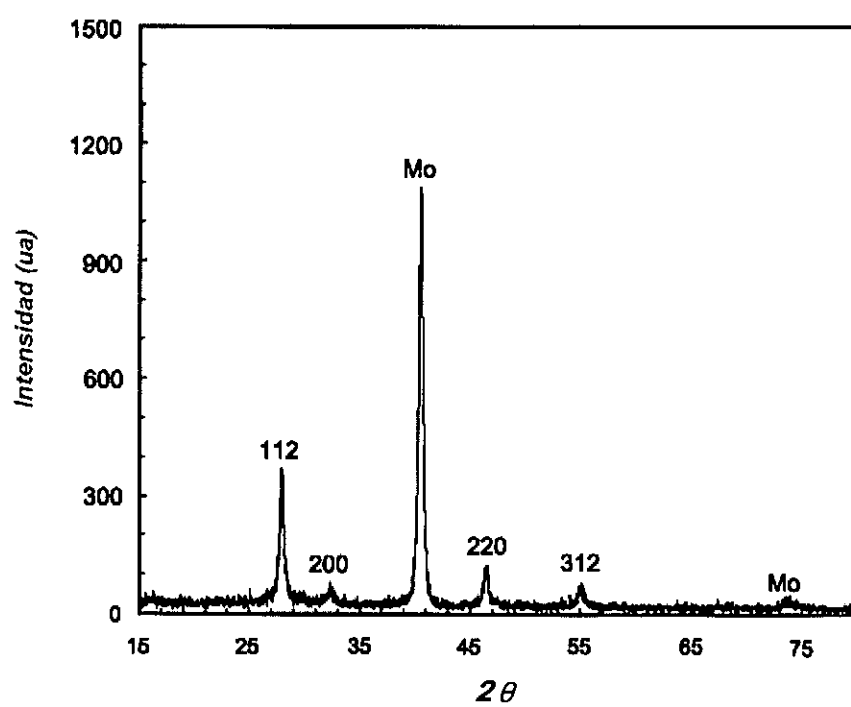


Fig. 2

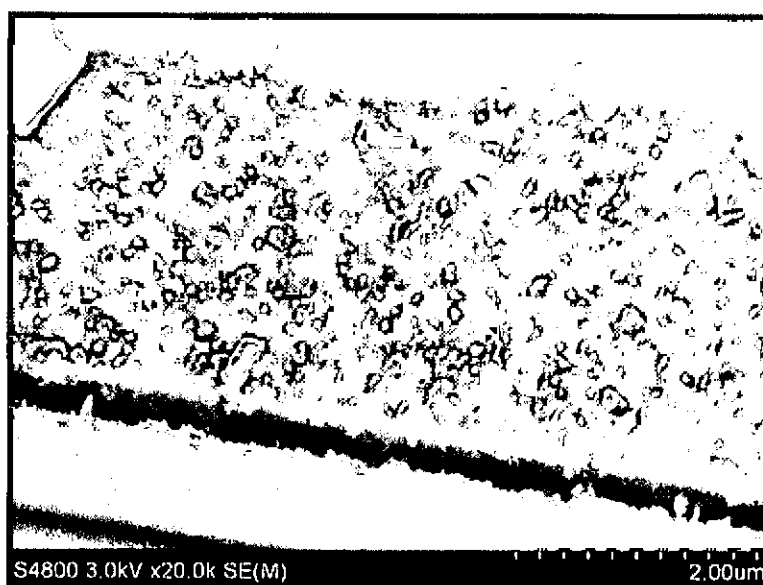


Fig. 3

3/4

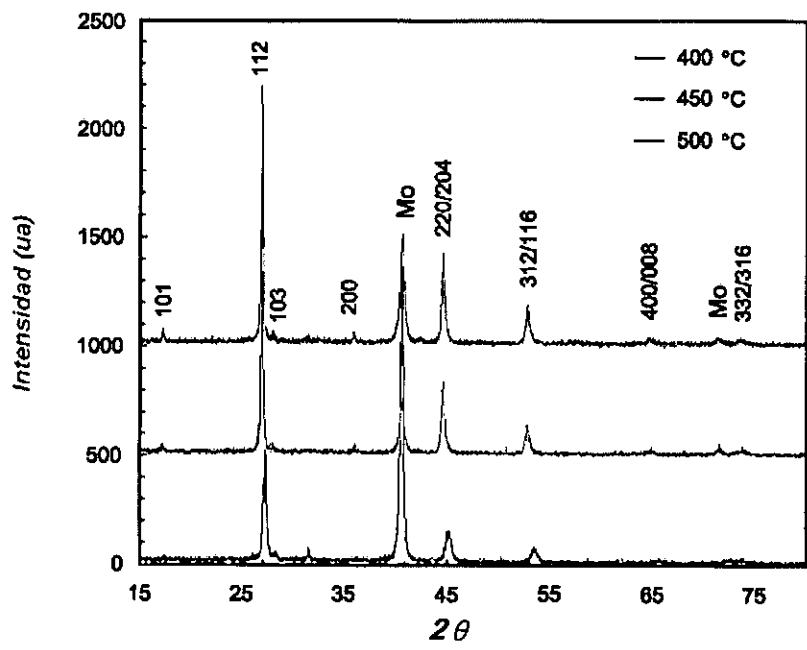


Fig. 4

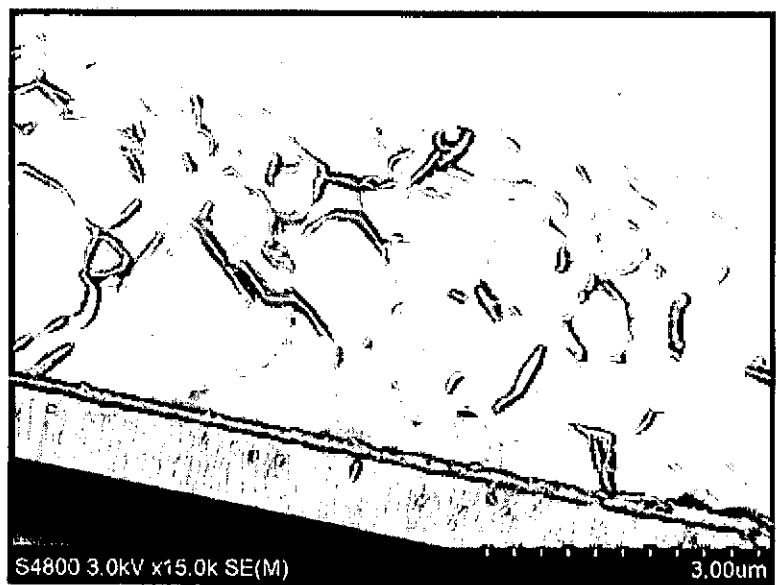


Fig. 5

4/4

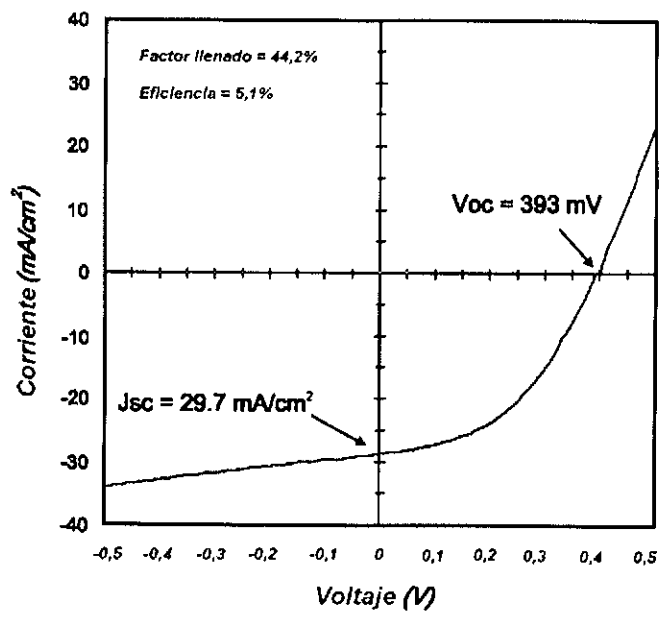


Fig. 6



No. 11-095143- -00000-0000

S

Fecha: 2011-07-28 17:38:40 Dep. 2020 DIR NUEVASCH
Tra. 11 PATENTEIYII Eje: 378 FASENACIONALI
Act 411 PRESENTACION Folios: 28

PATENTE DE INVENCION ☐

MODI

00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☒	Indicación que se solicita una PCT
☒	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

Doctor(a)
CADENA SARMIENTO JUAN PABLO
Apoderado(a) y/o Representante de
PURDUE RESEARCH FOUNDATION

REFERENCIA	Radicación No.	11 095143
	Solicitud internacional	PCT/US2010/021636
	Fecha inicio fase nacional	21/08/2011
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	

14224

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.
2. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante, conforme a lo establecido por el artículo 26 literal k) de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Cuando se trate de documentos otorgados en el extranjero, estos deberán legalizarse de conformidad con lo dispuesto por los artículos 259 y 260 del Código de Procedimiento Civil. Cuando se trate de las declaraciones a que hace referencia la Regla 4.17 ii) del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT., el alcance de las tales declaraciones se determinará según indiquen claramente una cesión de derechos del inventor al solicitante o su causante, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2.15 del Capítulo Quinto, Título X de la Circular Única de Superintendencia de Industria y Comercio.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Continúa en la página siguiente...

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No.10 de 2001.



JOSE LUIS SALAZAR LOPEZ
Director de Nuevas Creaciones (C)

09 SET. 2011

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha _____.
adpa11