

Señor

DIRECTOR DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
E. S. D.

REF: Expediente No. **NC2019/0010916**, solicitud de patente de invención a favor de **GÜBELIN GEM LAB LTD**, Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA TRAZABILIDAD DE UNA GEMA PRECIOSA**

RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO

JUAN PABLO CADENA SARMIENTO, portador de la tarjeta profesional No. 57.492 del C.S.J., obrando como apoderado de la sociedad solicitante me permito dar respuesta al Oficio No. 13537 relacionado con la patentabilidad de la presente invención y notificado el 31 de agosto de 2022.

En respuesta a las observaciones realizadas como resultado del examen de fondo, es pertinente mencionar que las reivindicaciones cumplen a cabalidad con los requerimientos de patentabilidad establecidos en la Decisión 486 de 2000, razón por la que respetuosamente disiento de los comentarios del Examinador a este respecto. A continuación, sin embargo, se presentan argumentos y se mencionan las modificaciones realizadas para atender a cada uno de los requerimientos del Examinador:

1. Capítulo Reivindicatorio

Me permito dirigir la atención del Señor Examinador en el hecho que el Capítulo Reivindicatorio adjunto al presente memorial ha sido modificado de la siguiente manera:

- La reivindicación 1 ha sido modificada para incluir las siguientes características:
 - Dentro de la primera etapa del procedimiento: el marcador (1) exhibe un tamaño de 10 nm hasta e incluyendo 1000 nm, y en donde el marcador (1) es identificable inequívocamente;
 - Segunda etapa del procedimiento: transportar el marcador (1) suspendido en el fluido portador (10) al sitio de inserción (3) con el fin de fijar el marcador (1) en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2).
 - Dentro de otra de las etapas del procedimiento:
 - (a) la gema preciosa (2) se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador (10) con el marcador suspendido (1), con el fin de transportar el marcador (1) el cual es suspendido en el fluido portador (10) al sitio de inserción (3) en la gema preciosa (2), estando situado el fluido portado en un recipiente (11), y

(b) en donde la gema preciosa (2) se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador (10) durante un período de tiempo de varias horas, y adicionalmente la gema preciosa (2) y el fluido portador (10) pueden ponerse en movimiento, por ejemplo, agitarse, exponerse al sonido, en particular al ultrasonido, voltearse, rotarse o revolverse.

Esta modificación tiene sustento en las reivindicaciones originales 2, 3, 11. Adicionalmente, la terminología utilizada, especialmente aquella utilizada en el literal (b) en cuanto a que “adicionalmente la gema preciosa (2) y el fluido portador (10) pueden ponerse en movimiento” hace que la materia reclamada sea novedosa.

- Se han adicionado 3 nuevas reivindicaciones, correspondientes a las reivindicaciones 2, 3 y 4, las cuales se dirigen a caracterizan aún más las etapas y los elementos definidos en el procedimiento reivindicado. Estas reivindicaciones cuentan con sustento en las páginas 12, 14 y 15 de la memoria descriptiva de la solicitud.
- Las reivindicaciones 2, 3, 4, 6, 11 y 15 han sido eliminadas del capítulo reivindicatorio y por lo tanto, la dependencia de las reivindicaciones y la numeración de las mismas ha sido modificada de conformidad al cambio mencionado.
- La reivindicación 5 ha sido modificada para mencionar que el procedimiento reivindicado se encuentra caracterizado porque un aditivo (12) es adicionado al fluido portador antes de la fijación del marcador (1) en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2). Así mismo se ha eliminado la referencia a “*el fluido portador (10) se mezcla con un aditivo (12)*”. Esta modificación cuenta con sustento en la descripción de la solicitud.
- A lo largo del Capítulo Reivindicatorio de igual forma se ha corregido la traducción a español del mismo, de conformidad con la solicitud PCT presentada en idioma inglés.

Así las cosas, es importante mencionar que las modificaciones realizadas a las reivindicaciones cumplen en su totalidad con los requisitos establecidos en el Artículo 34 de la Decisión 486, teniendo en cuenta que estas **no involucran una ampliación a la protección correspondiente a la divulgación tal y como se presentó originalmente**. Por el contrario, el Capítulo Reivindicatorio Modificado y adjunto al presente memorial cumple con los lineamientos establecidos por la Decisión Andina 486.

2. Claridad del Capítulo Reivindicatorio

i) El Examinador establece que la reivindicación 1 no cumple con el requisito de claridad es presentada de forma genérica y no define las etapas del proceso mediante la etapa o las etapas técnicas que se realizan en cada paso y las condiciones de ejecución de ellas. Las expresiones “*producir un marcador invisible*” y “*fijación del marcador*” son imprecisas, se refieren al resultado como tal y no definen una etapa técnica, además el término “*invisible*” es relativo. Asimismo, el Examinador establece que la reivindicación 7 no es clara porque menciona una etapa de volatilización que no había sido presentada en las reivindicaciones precedentes, sírvase verificar la redacción.

En respuesta a lo anterior, me permito manifestar que el procedimiento de la reivindicación 1 ha sido modificada para definir de forma más clara no sólo las etapas del mismo, sino también características de los elementos empleados en dicho procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa. Particularmente la reivindicación 1 define como etapas las siguientes:

- proporcionar un marcador invisible (1), en donde el marcador (1) exhibe un tamaño de 10 nm hasta e incluyendo 1000 nm, y en donde el marcador (1) es identificable inequívocamente,
- transportar el marcador (1) suspendido en el fluido portador (10) al sitio de inserción (3) con el fin de fijar el marcador (1) en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2).
- fijar el marcador (1) en un sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2), y
- registrar una información de marcación (4), la cual implica que este marcador inequívocamente identificable (1) se encuentra fijado a esta gema preciosa (2).

Y además ahora se especifica que *“la gema preciosa (2) se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador (10) con el marcador suspendido (1), con el fin de transportar el marcador (1) el cual es suspendido en el fluido portador (10) al sitio de inserción (3) en la gema preciosa (2), estando situado el fluido portado en un recipiente (11), y en donde la gema preciosa (2) se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador (10) durante un período de tiempo de varias horas, y adicionalmente la gema preciosa (2) y el fluido portador (10) pueden ponerse en movimiento, por ejemplo, agitarse, exponerse al sonido, en particular al ultrasonido, voltearse, rotarse o revolverse”*.

En este sentido, me permito manifestar que las etapas se encuentran plenamente definidas mediante una secuencia lógica de pasos que permiten diferenciar el procedimiento definido de la técnica anterior. Ahora bien, en cuanto a la terminología aquí utilizada, me permito manifestar que esta puede ser entendida por cualquier persona versada en la materia y más aún tras la lectura de la descripción de la solicitud. Por ejemplo, la misma descripción, e incluso las reivindicaciones especifican que, si bien el marcador es invisible, el mismo es identificable inequívocamente en donde el término ‘invisible’ hace referencia a que el mismo no es perceptible a simple vista, en otras palabras, el marcador se designa como invisible si una persona no puede ver el marcador sin la ayuda de medios auxiliares. Así las cosas, las palabras utilizadas en el Cap. Reivindicatorio Modificado resultan en la mejor opción para definir la presente invención. Por lo anterior, se considera superada la objeción al respecto.

Adicionalmente, en cuanto a la reivindicación 7, me permito manifestar que el Examinador ha mal interpretado la redacción de la misma ya que en efecto esta reivindicación explica que el marcador se suspende inicialmente en un fluido portador. Luego, ambos se aplican a la gema preciosa y antes y/o mientras se evapora el fluido portador, se forma una capa superficial en sitio de inserción y mediante dicha capa superficial el marcador se fija en el lugar de inserción. Así las cosas, se solicita a ese Despacho leer detenidamente las reivindicaciones de manera que se analice las etapas y elementos allí definidos, encontrando así coherencia y secuencia en las mismas.

ii) El Examinador establece que las reivindicaciones 3, 4, 9, 10 y 11 los términos: "parcialmente", "por lo menos", "sustancialmente", "hasta y con" son imprecisos, por lo cual, no permiten distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirlos por términos precisos o rangos concretos. De igual forma señala que Las reivindicaciones 4, 5, 7, 10, 11 y 12 la expresión "en particular" precediendo una característica no es limitativo, porque hace opcional la característica y no limita el alcance de la reivindicación.

Contrario a lo señalado por el Examinador, me permito manifestar que los mismos son adjetivos que permiten distinguir la invención del estado del arte ya que delimitan elementos definidos en el proceso, así como rangos concretos de parámetros como el tamaño del marcador. En este sentido, me permito llamar la atención de ese Despacho en el hecho que la terminología aquí utilizada resulta en la forma más completa de definir la invención y no sólo hace parte del concepto inventivo al que los inventores tienen derecho, sino que también hacen distintivo el procedimiento reclamado de las enseñanzas del arte anterior.

Adicionalmente, en cuanto al término "en particular" me permito manifestar que este no hace opcional las características definidas en las reivindicaciones ya que el mismo proporciona especificidad. Por ejemplo, en la reivindicación 5 se establece: "*en donde el aditivo (12) es en particular un acondicionador*", lo cual resulta en especificar que el aditivo es un acondicionador, es decir, el término no sólo enfatiza, sino que también aclara de forma concreta la característica del elemento en cuestión. Por lo tanto, respetuosamente solicito retirar las objeciones al respecto.

iii) El Examinador expone que el producto de la reivindicación 15 está definido por su proceso de fabricación; pero un producto solo puede definirse de esta manera cuando es nuevo e inventivo y no es posible definirlo mediante sus características técnicas esenciales.

Con referencia a lo anterior, de manera atenta me permito manifestar que esta reivindicación ha sido eliminada del Capítulo Reivindicatorio aquí adjunto, por lo tanto, la objeción al respecto ha sido superada.

iv) Así las cosas, y considerando las sugerencias del Examinador y el hecho que la materia reclamada en el Capítulo Reivindicatorio adjunto al presente memorial cumple con las disposiciones del Artículo 30 de la Decisión 486, y corresponden a una limitación razonable del concepto inventivo desarrollado por el inventor, de manera atenta solicito a ese Despacho aceptar el nuevo pliego de Reivindicaciones y el retiro de las objeciones en cuanto a la claridad de la materia reclamada.

3. Descripción

Con relación al Capítulo Descriptivo de la solicitud, me permito manifestar que el mismo comprendía **errores en su traducción al español**, los cuales fueron corregidos de conformidad con la correspondiente versión en inglés de la solicitud PCT presentada en alemán. Particularmente, las correcciones realizadas fueron hechas en las páginas 14 (último párrafo), 15 (primer y cuarto párrafo), 17 (primer y segundo párrafo), 18 (tres primeros párrafos), 20 (segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto párrafo), 21 (tres primeros párrafos), 22 (tercer párrafo), 23 (último párrafo), 26 (segundo párrafo) de la memoria descriptiva de esta solicitud.

Por consiguiente, adjunto a la presente respuesta, me permito adjuntar el Capítulo Descriptivo debidamente corregido. **Para mejor referencia de su despacho, adjuntamos también la versión con control de cambios.** En consecuencia, agradezco a ese Despacho la aceptación del mismo.

4. Nivel Inventivo

i) Con respecto al nivel inventivo de la presente solicitud, de manera atenta me permito manifestar que contrario a los señalamientos establecidos por el Examinador, la presente solicitud, tal y como se encuentra reclamada en el Capítulo Reivindicatorio adjunto a este memorial goza de nivel inventivo y difiere en diferentes aspectos de los documentos del arte anterior citados en el Oficio Técnico No. 13537.

ii) Particularmente, me permito manifestar nuevamente que el Capítulo Reivindicatorio ha sido modificado de tal manera que la materia allí especificada difiere absolutamente de las enseñanzas de D1 y D2.

Concretamente, la reivindicación 1 ha sido modificada para mencionar que *“en donde la gema preciosa (2) se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador (10) durante un período de tiempo de varias horas, y adicionalmente la gema preciosa (2) y el fluido portador (10) pueden ponerse en movimiento, por ejemplo, agitarse, exponerse al sonido, en particular al ultrasonido, voltearse, rotarse o revolverse”*, lo cual difiere notablemente de las enseñanzas de D2 particularmente, ya que dicho documento establece que: “La solución de la composición de superficie de ADN se agita enérgicamente durante aproximadamente 2 minutos antes de su uso” (descripción de D2, página 28). En consecuencia, en dicho documento D2, solo se pone en movimiento el marcador en el fluido portador, sin la gema preciosa. Lo anterior contrasta con la materia de la reivindicación 1 modificada, donde la gema también se pone en movimiento. Más detalladamente, en dicha anterioridad solo después de agitar explícitamente el fluido portador con el marcador, se aplica al objeto a marcar con una a tres pinceladas de 1 cm de longitud. Así, es más que obvio que en D2, la agitación del fluido portador sirve para distribuir el marcador en el fluido portador, lo cual es totalmente opuesto a la materia ahora definida por la reivindicación 1 de la presente solicitud, donde la gema preciosa se sumerge al menos parcialmente en el fluido portador y se pone en movimiento junto con él para transportar el marcador al sitio de inserción.

Por otro lado, en cuanto al documento D1, de igual forma me permito manifestar que el mismo no brinda sugerencia alguna de las modificaciones efectuadas a la presente solicitud, concretamente de la anteriormente mencionada y alusiva a sumergir la gema preciosa en el fluido portador. De hecho, esto tiene el efecto técnico de transportar el marcador a sitio de inserción (página 15, descripción de la presente invención), es decir, a un lugar dentro de la gema preciosa lo suficientemente grande para el marcador (página 6, descripción de la presente invención). Lo anterior, da como resultado el posicionamiento del marcador en el sitio de inserción y la protección resultante contra los pasos de procesamiento y/o la manipulación *“haciendo que este método de trazabilidad sea confiable, seguro y/o resistente a la manipulación”* (página 9, descripción de la presente invención). Es más, una de las desventajas de los métodos conocidos en el arte anterior radica en que una gema preciosa se arruina o, incluso, se daña en el procedimiento que permite la trazabilidad.

O la gema preciosa se hace rastreable con un método que permite desvirtuar la posibilidad de identificación (por ejemplo, la película polimérica). Al suprimir la posibilidad de identificación se favorece una manipulación del rastreo, siendo estos, métodos muy inseguros y poco confiables.

Esto da como resultado la tarea técnica objetiva de mejorar la fijación del marcador al objeto a rastrear y, por lo tanto, el método de trazabilidad.

Adicionalmente, D1 se refiere a la naturaleza de los marcadores y describe solo métodos ya conocidos para unir los marcadores al objeto a marcar. Concretamente, D1 menciona que: *"Los oligómeros de acuerdo con la presente invención se pueden unir al artículo a marcar por cualquiera de varios medios. Estos también son bien conocidos en la técnica, pero pueden incluir la inmersión directa, la unión con adhesivos, la pintura o el rociado, por ejemplo, usando un aerosol, de los oligómeros sobre el artículo"* (página 9, cuarto párrafo, descripción de D1). Así, el transporte de marcadores al interior de la gema preciosa moviendo la misma y el fluido portador durante varias horas no es descrito en D1, ni tampoco hay evidencia de alguna enseñanza que conduzca a ello. Del mismo modo, no se describe una inmersión durante varias horas con movimiento simultáneo del objeto a marcar y el fluido portador.

Considerando lo anterior, para resolver la tarea técnica objetiva y mejorar la unión del marcador al objeto, un experto al considerar D1 como el estado de la técnica más cercano a la invención, emplearía la enseñanza de encapsular los oligómeros (marcadores), unirlos a partículas portadoras ("perlas") o aplicarlas directamente al objeto a marcar (página 9, descripción de D1), ya sea combinándolo con los métodos conocidos citados en D1 o diferentes a estos. Esto resuelve el problema técnico objetivo. Sin embargo, el experto en la materia no podría obtener el objeto de la reivindicación 1 modificada, sino únicamente soluciones alternativas. Por lo tanto, la reivindicación 1 es inventiva en vista de las enseñanzas de D1.

Ahora bien, en adición a lo expuesto inicialmente acerca de D2, de igual forma me permito manifestar que en caso hipotético que el experto tomara D2 como documento adicional a D1 para poder obtener la invención objeto de estudio, de D2 tendría en cuenta la enseñanza de fijar el marcador mediante un recubrimiento del objeto a marcar con una determinada composición de recubrimiento (páginas 2-4, descripción de D2). Es más, en D2, se divulga masivamente diferentes composiciones de recubrimiento con diferentes propiedades, lo que mejora la fijación del marcador al objeto y el método de trazabilidad, resolviendo así el problema técnico objetivo, pero alejándose del objeto de la reivindicación 1 modificada de la presente solicitud.

Además, el experto en la materia no extraería de D2 ninguna enseñanza específica con respecto a la fijación de marcadores al objeto, porque D2 solo se expresa de manera muy general sobre dicha fijación en la parte de descripción, a seguir: *"La composición puede aplicarse a una superficie o parte de una superficie en un objeto"* (página 15, descripción de D2) y *"Cualquier objeto que comprenda una superficie sustancialmente sólida puede marcarse con la composición de recubrimiento de ADN"*, enumerando una variedad de objetos potencialmente de marcado hasta muebles, automóviles y motocicletas (página 17, descripción de D2).

Por otro lado, sumergir dichos objetos al menos parcialmente en un fluido portador y luego moverlos juntos durante ciertas horas ciertamente no es una característica que podría derivar fácilmente el experto en la técnica, por lo tanto, D2 se aparta del objeto de la reivindicación 1 a este respecto.

Así, en D2, se describe básicamente una aplicación a superficies, lo cual resulta en todo lo contrario al objeto de la reivindicación 1 de la presente invención, en donde se establece un procedimiento de adhesión controlada dentro de una gema preciosa, así como una impregnación de la gema preciosa con marcadores.

Adicionalmente, dentro de las realizaciones de D2, se establece el agitar un fluido portador con rotuladores (sin el objeto a marcar) durante dos minutos para posteriormente marcar el objeto con una a tres pinceladas de 1 cm de longitud (página 28, descripción de D2). Asimismo, D2 también revela explícitamente en este punto que se marcan "*áreas discretas, preferiblemente alejadas de la cara principal del objeto*", y particularmente en la página 28 de la descripción de D2 se establece que: "*El marcado de objetos podrá realizarse con pincel fino*". Así, según D2, para mejorar la fijación del marcador y el procedimiento de trazabilidad, el experto en la materia realizaría un recubrimiento parcial del objeto en lugares seleccionados, aplicado con brocha y en lugares específicos y discretos. Considerando lo anterior, si bien es cierto que este proceso puede mejorar la unión del marcador al objeto, también se aleja de la materia definida en la reivindicación 1. Es más, las características de la reivindicación 1 no se describen en D2, ni tampoco es factible encontrar una enseñanza que conduzca a ello. Por lo tanto, es evidente que la reivindicación 1 es inventiva sobre una combinación de D1 con D2.

Por lo tanto, ni D1 ni D2 pueden ser considerados documentos del arte anterior que desvirtúen el nivel inventivo de la presente solicitud.

En adición a lo anterior, de igual forma me permito resaltar que el mismo Examinador manifiesta que existe una gran diferencia entre la solicitud y D1, la cual se dirige a que D1 no menciona un marcador invisible, el cual ahora se define de forma más completa en el Capítulo Reivindicatorio Modificado, mencionando su tamaño y su posición dentro del sitio de inserción de la gema preciosa. De igual forma ocurre con la reivindicación objetada 14, en donde la diferencia radica en que el marcador es invisible y además se realiza un rastreo de la gema preciosa por contrastación con la información del marcador identificado.

En ese sentido, quien examina o a quién concede o deniega una patente no debería desvirtuar el nivel inventivo de la misma por simplemente desglosar sus elementos separadamente y luego buscar referencias en el estado del arte que los incluyan, tal y como lo parece ser en este caso. Particularmente, el análisis de nivel inventivo no puede ser basado en un estándar "**posible de alcanzar**", debido a que esto haría que toda invención fuera no patentable. Así, como se resalta en el Artículo 18 de la Decisión 486, las invenciones deberían considerarse como inventivas cuando la materia reclamada no puede ser derivada del arte previo. Adicionalmente, la presente invención es inventiva a la luz de los documentos citados, pues siguiendo las enseñanzas de los documentos citados, **la persona medianamente versada en la materia no obtendría la materia reclamada, ni podría esperar que ésta presentase las propiedades que en efecto reviste.**

Además, el hecho de que un experto en la materia pueda modificar las características específicas necesarias, como lo asume el Examinador, para llegar al objeto reivindicado no significa que el experto en la materia lo haría con la expectativa de alguna mejora, ya que en ninguno de los documentos citados se sugiere los mismos elementos y su disposición en el procedimiento reivindicado.

Así las cosas, al confirmar que ni D1 ni D2 revelan la misma materia descrita en las reivindicaciones aquí modificadas, si algo es evidente, es que una persona experta en la técnica al tratar de resolver el problema técnico objetivo de la presente invención y al tener conocimiento de D1 y D2, podría obtener un procedimiento alternativo al de la presente invención ya que de ninguna forma deduciría el objeto de las reivindicaciones modificadas, sin esfuerzo inventivo alguno. De hecho, para que una invención cumpla con el requerimiento de nivel inventivo, también es fundamental considerar la investigación efectuada y sus resultados detrás de cada solicitud, ya que esfuerzos no sólo inventivos, sino también analíticos son requeridos.

Por lo tanto, el objeto del Capítulo Reivindicatorio adjunto al presente memorial de respuesta, no solo es nuevo, sino que también implica una actividad inventiva. Así las cosas, y en vista de lo anteriormente expuesto, respetuosamente solicito el retiro de las objeciones de la presente solicitud y la concesión del privilegio solicitado, ya que en opinión del solicitante cumple con todos los requisitos establecidos en la Decisión 486.

Anexos

- Capítulo Reivindicatorio Modificado
- Capítulo Descriptivo Corregido en versión final y control de cambios
- Tasa oficial

Atentamente,

JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

T.P. No. 57.492 del C.S.J.
C.C. 80.410.337 de Usaquén
Calle 70 A No. 4 – 41

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa (2), que comprende los pasos de:

proporcionar un marcador invisible (1), en donde el marcador (1) exhibe un tamaño de 10 nm hasta e incluyendo 1000 nm, y en donde el marcador (1) es identificable inequívocamente,

transportar el marcador (1) suspendido en el fluido portador (10) al sitio de inserción (3) con el fin de fijar el marcador (1) en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2)

fijar el marcador (1) en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2), y

registrar una información de marcación (4), la cual incluye que este marcador inequívocamente identificable (1) se encuentra fijado a esta gema preciosa (2)

caracterizado porque

la gema preciosa (2) se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador (10) con el marcador suspendido (1), con el fin de transportar el marcador (1) el cual es suspendido en el fluido portador (10) al sitio de inserción (3) en la gema preciosa (2), estando situado el fluido portador en un recipiente (11), y

en donde la gema preciosa (2) se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador (10) durante un período de tiempo de varias horas, y adicionalmente la gema preciosa (2) y el fluido portador (10) pueden ponerse en movimiento, por ejemplo, agitarse, exponerse al sonido, en particular al ultrasonido, voltearse, rotarse o revolverse.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el fluido portador (10) comprende medios de flujo para la gema preciosa (2).
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado por que el marcador (1) se fija en el sitio de inserción (3) luego del transporte al sitio de inserción (3), fundiéndose parcialmente la gema preciosa (2) y solidificándose nuevamente.

4. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado por que el marcador (1) se fija en el sitio de inserción (3) luego del transporte al sitio de inserción (3), a través de una fusión que comprende material que es ajeno a la piedra preciosa solidificándose en una región alrededor del marcador (1).
5. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1– 4, caracterizado por que un aditivo (12) es adicionado al fluido portador (10) antes de la fijación del marcador (1) en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2), en donde el aditivo (12) es en particular una imprimación.
6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que antes o al momento de una volatilización o evaporación del fluido portador (10) se forma una capa superficial de por lo menos una superficie parcial del sitio de inserción (3), mediante la cual el marcador (1) se fija en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2), en donde la capa superficial comprende en particular silicio.
7. EL procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 – 6, caracterizado por que antes de la fijación del marcador (1) en el sitio de inserción (3) de la gema preciosa (2) se trata una superficie del marcador (1).
8. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 – 7, caracterizado por que el marcador (1) está diseñado esencialmente como una partícula.
9. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 – 8, caracterizado por que el marcador (1) está diseñado de manera esencialmente esférica y, en particular, de forma encapsulada.
10. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 – 9, caracterizado por que el marcador (1) exhibe una carga eléctrica, en particular una carga eléctrica negativa.
11. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 – 10, caracterizado por que el marcador (1) comprende ADN, en donde el marcador (1) se puede identificar inequívocamente por el ADN.
12. Un procedimiento para el rastreo de una gema preciosa (2), que comprende el procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 – 11, así como los pasos inmediatamente subsiguientes:

identificación del marcador (1),

rastreo de la gema preciosa (2) mediante contrastación del marcador (1) identificado con la información de marcación registrada (4).

PROCEDIMIENTO PARA LA TRAZABILIDAD DE UNA GEMA PRECIOSA

La invención se refiere al campo de los procedimientos para la trazabilidad de gemas preciosas. La trazabilidad permite un rastreo de una gema preciosa. El rastreo de gemas preciosas constituye una información importante para el comprador de gemas preciosas.

Mediante el rastreo se puede determinar, por ejemplo, de dónde procede una gema preciosa. En esta forma es posible obtener conclusiones con respecto a minas específicas y/o regiones geográficas. Se posibilitan así mismo las conclusiones con respecto a una procedencia de canales oficiales de extracción y/o ventas. De igual modo, mediante el rastreo, puede verificarse una transformación de la gema preciosa, por ejemplo. Dependiendo del procedimiento utilizado para el rastreo se puede averiguar también de dónde procede una gema preciosa, por qué manos ha pasado y/o cuándo y dónde se transformó.

Gracias al rastreo puede evitarse que gemas preciosas robadas, adulteradas y/o contrabandeadas se comercialicen como gemas preciosas normales. Igualmente pueden identificarse gemas preciosas procedentes de minas ilegales, de minas sometidas a condiciones laborales abusivas y/o minas en zonas en conflicto.

Por consiguiente, el rastreo de gemas preciosas puede mitigar o eliminar aspectos negativos del negocio con las gemas preciosas. Por lo demás, el rastreo puede elevar a su vez el valor de las gemas preciosas debido a la posibilidad de verificar su procedencia. En el comercio globalizado, el rastreo de gemas preciosas adquiere una importancia cada vez mayor. Por esa razón, para muchas partes involucradas, la trazabilidad de una gema preciosa reviste un enorme interés.

Se conocen diversos procedimientos similares para el rastreo de gemas preciosas, por ejemplo, de WO0210091A2. El estado de la técnica allí descrito en cuanto a procedimientos para la trazabilidad comprende el grabado con láser y métodos de grabado con ácido para la marcación de gemas preciosas. Sin embargo, esto arruina y/o daña la gema preciosa. El

procedimiento descrito en WO0210091A2 involucra una envoltura desprendible de las gemas preciosas, en particular con una película polimérica. La película puede exhibir entonces propiedades identificables inequívocamente, por ejemplo, mediante una determinada composición química de la película y/o mediante marcaciones de la película en diferentes formas (por ejemplo, códigos de barras, hologramas, matrices, partículas coloreadas fluorescentes, etc.).

La desventaja de los métodos conocidos radica en que una gema preciosa se arruina o, incluso, se daña en el procedimiento que permite la trazabilidad. O la gema preciosa se hace rastreable con un método que permite desvirtuar la posibilidad de identificación (por ejemplo, la película polimérica). Al suprimir la posibilidad de identificación se favorece una manipulación del rastreo. Un método tal es muy inseguro y puede ser poco confiable.

Otra desventaja de los métodos conocidos es que, con ellos, las gemas preciosas se pueden echar a perder en lo que atañe a su calidad óptica. Dicho de otro modo, los métodos conocidos de trazabilidad en una gema preciosa pueden producir cambios apreciables a simple vista. Por ejemplo, aplicarse códigos de barras o envolturas en la gema preciosa. Pero los cambios perceptibles a simple vista disminuyen el valor de una gema preciosa, en particular si ésta ya ha recibido una transformación de acabado.

Otra desventaja de los métodos conocidos para la trazabilidad es que se afecta negativamente o incluso se anula la rastreabilidad de una gema preciosa luego de una transformación de la gema preciosa. Por ejemplo, luego de un pulido o tallado de la gema preciosa, puede arruinarse, o incluso, eliminarse total o parcialmente una marcación (hueco) grabada. Por ejemplo, una película de la gema preciosa puede arruinarse también total o parcialmente o, incluso, eliminarse si se aplica tratamiento térmico con llama, se irradia, se pule, se talla, se trata con aceite, se trata con grasa, se impregna con parafina y/o cera. Por ejemplo, con los métodos conocidos y dependiendo del método, una gema preciosa solo puede rastrearse en forma deficiente o incluso no poderse rastrear en absoluto en un estado de transformación final (con o sin engaste).

Constituye por lo tanto un objetivo de la invención crear un procedimiento para la trazabilidad de gemas preciosas, el cual subsana por lo menos parcialmente una de las desventajas ya citadas.

Este objetivo lo consigue un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

El procedimiento inventivo para la trazabilidad de una gema preciosa comprende los pasos de:

Proporcionar ~~producir~~ un marcador invisible, en donde el marcador es identificable inequívocamente,
fijar el marcador en un sitio de inserción de la gema preciosa, y
registrar una información de marcación, la cual implica que este marcador identificable inequívocamente se encuentra fijado en esta gema preciosa.

En ocasiones, una gema preciosa se designa también como una piedra preciosa. Una gema preciosa es por ejemplo una esmeralda, un diamante, un rubí, un zafiro, un corindón, un ágata, un berilo, una malaquita, una turmalina o un topacio. La denominación gema preciosa abarca igualmente una piedra preciosa, así como una piedra semipreciosa. Una gema preciosa puede ser un mineral, una roca, un vidrio fundido o una sustancia de procedencia orgánica (como por ejemplo ámbar, azabache o un fósil, respectivamente un objeto fosilizado). Así mismo las perlas, la madreperla y los corales se cuentan entre las gemas preciosas. La gema preciosa es en particular de procedencia natural.

Con procedencia natural se da a entender que la gema preciosa no se produce artificialmente. En otras palabras, una gema preciosa de procedencia natural se ha originado y se encuentra en la naturaleza. Por ejemplo, una gema preciosa de procedencia natural se extrae en minas. Alternativamente la gema preciosa se produce por medios sintéticos.

En particular, la gema preciosa es un berilo y, en particular, una esmeralda, igualmente un berilo verde.

Un marcador es un objeto físico que se proyecta espacialmente en tres dimensiones. Un marcador invisible no es perceptible a simple vista. En otras palabras, el marcador se designa como invisible si una persona no puede ver el marcador sin la ayuda de medios auxiliares. Por ejemplo, el marcador puede ser imperceptible a simple vista debido al tamaño, el índice de refracción, la densidad, la transparencia y/o la reflexión.

En particular, el marcador es igualmente invisible con instrumento ópticos.

Con instrumentos ópticos se dan a entender instrumentos que consiguen un aumento de la imagen exclusivamente por vía óptica, por lo tanto, mediante el empleo de lentes ópticas. Instrumentos ópticos son por ejemplo anteojos, lupas o microscopios ópticos, al igual que aparatos e instrumentos ópticos. Por el contrario, los microscopios electrónicos o los microscopios de sonda de barrido no son explícitamente instrumentos ópticos en el marco de esta Solicitud.

Un marcador exhibe una propiedad característica, que permite una identificación inequívoca del marcador. Un marcador es identificable inequívocamente, si se puede determinar, sin lugar a duda, que se trata exactamente de un marcador específico. La propiedad característica del marcador puede ser una propiedad individual o consistir en una combinación de propiedades específicas.

Por ejemplo, un marcador puede comprender ADN, comprender componentes de radiación radioactiva, comprender isótopos, comprender oligoelementos, comprender metales de tierras raras, estar polarizado, estar eléctricamente cargado, estar magnetizado, exhibir un cierto estado cuántico, comprender componentes fluorescentes y/o fosforescentes y/o exhibir un código químico específico y ser inequívocamente identificable con base en una o más de estas propiedades.

En particular, la propiedad característica puede implicar que el marcador comprenda un isótopo.

En particular, la propiedad característica puede implicar que el marcador comprenda varios isótopos en una proporción de cantidad específica entre sí.

En particular, la propiedad característica puede implicar que el marcador comprenda un metal de las tierras raras (REE – *Rare Earth Elements*).

La propiedad característica del marcador puede exhibir por ejemplo por lo menos 50 valores o identidades diferentes y claramente diferenciables unos(as) de otros(as)l. Por ejemplo, la propiedad característica del marcador puede exhibir por lo menos 100 valores diferentes. En particular, la propiedad característica del marcador puede exhibir por lo menos 500 valores diferentes. Con ello se da a entender que, gracias al marcador, es posible una identificación y diferenciación de por lo menos 50, respectivamente 100 o 500 marcadores de la misma clase (es decir, con la misma propiedad característica). En consecuencia, por sí misma, una carga eléctrica negativa o positiva no es suficiente para identificar inequívocamente un marcador en el sentido del ejemplo descrito en esta sección.

Por ejemplo, un marcador permite una caracterización e identificación de un objeto al cual se asigna el marcador. En esta forma puede identificarse y rastrearse un objeto, al cual se asigna un marcador. Gracias a un marcador puede hacerse rastreable una gema preciosa.

En este caso, puede utilizarse un marcador individual o, por el contrario, una pluralidad de marcadores iguales, los cuales no son diferenciables unos de otros (por lo tanto, de marcadores de la misma clase, es decir, marcadores que exhiben la misma propiedad característica con el mismo valor). Cuando en la Solicitud se habla de un marcador, se da a entender implícitamente una pluralidad de marcadores de la misma clase, siempre y cuando esto no sea absurdo.

Una pluralidad de marcadores de la misma clase puede facilitar y/o mejorar la trazabilidad del objeto, en la medida en que, por ejemplo, un marcador conformado por varios marcadores en un objeto puede detectarse con mayor rapidez que un solo marcador en el objeto. Por ejemplo, una pluralidad de marcadores en un objeto puede producir una señal de medición

más fuerte de un procedimiento de medición de la propiedad característica del marcador que un solo marcador en el objeto. Mediante una pluralidad de marcadores de la misma clase se puede mejorar la trazabilidad, puesto que quitar o dañar un solo marcador fijado al objeto puede compensarse con la existencia de otros marcadores de la misma clase en el objeto.

Un sitio de inserción designa un sitio en la gema preciosa, el cual se dispone en el interior de la gema preciosa y exhibe espacio suficiente para un marcador. En otras palabras, el sitio de inserción es un volumen espacial en una posición en la gema preciosa, que no se ubica en la superficie exterior de la gema preciosa. El sitio de inserción exhibe por lo menos un volumen espacial del tamaño de un marcador. El sitio de inserción es por ejemplo una hendidura, una micro-hendidura, una fisura, una grieta, una rayadura, una depresión, una imperfección, un defecto, una burbuja, una cavidad, un defecto en la estructura cristalina y/o una posibilidad de acceso condicionada por la estructura cristalina o el crecimiento del cristal, como, por ejemplo, planos gemelos paralelos o subfronteras de grano.

En particular el sitio de inserción es una hendidura.

Una hendidura en una gema preciosa es un estrecho orificio en la gema preciosa, que se prolonga desde la superficie exterior de la gema preciosa al interior de la gema preciosa. En este caso, una profundidad de la hendidura es por lo menos mayor en un factor de 5 que un ancho de la hendidura, en particular mayor en un factor de 10. En particular, la hendidura es más profunda en un factor de 50 que ancha. Una longitud de la hendidura puede variar, pero es siempre mayor que el ancho de la hendidura. La longitud y el ancho de la hendidura transcurren por ejemplo a lo largo de la superficie de la gema preciosa. También una microhendidura es una hendidura.

En particular el sitio de inserción en la gema preciosa es de formación natural.

Esto significa que, por ejemplo, como sitio de inserción se utilizan los defectos de la gema preciosa surgidos en forma natural. De esta manera, mediante la utilización de sus propiedades naturales, se puede hacer rastreable una gema preciosa, sin que la gema preciosa

sufra daños, se manipule en su sustancia fundamental, se modifique estructuralmente, se altere ópticamente y/o se reduzca su valor financiero debido a su trazabilidad.

Adicional o alternativamente, un sitio de inserción en la gema preciosa se puede crear también en forma artificial. Por ejemplo, un sitio de inserción puede surgir en la extracción de una gema preciosa natural, v.g., en una voladura y/u otros influjos como cambio de presión, carga o descarga mecánica y/o fricción durante la extracción y/o el transporte.

Con fijación en el sitio de inserción se da a entender que el marcador se dispone en una posición fija en relación con la gema preciosa en el sitio de inserción. El marcador se fija además de manera inamovible en el sitio de inserción.

En particular el marcador se fija en el sitio de inserción en forma soluble.

Luego de la fijación, por ejemplo, el marcador puede disolverse nuevamente del sitio de inserción. Según el tipo de fijación, la disolución del marcador del sitio de inserción puede depender de una técnica determinada y/o circunstancias determinadas, respectivamente condiciones marco. Por ejemplo, una sustancia de fijación específica puede disolverse únicamente con un disolvente específico.

En particular, el marcador se fija en el sitio de inserción en forma insoluble.

Con registro de una información de marcación se da a entender que se facilita en forma accesible por lo menos una determinada información, a saber, qué marcador inequívocamente identificable se fijó en el sitio de inserción de cuál gema preciosa. La información de marcación puede comprender igualmente otros datos, por ejemplo, la hora, el lugar, respectivamente las coordenadas y/o datos adicionales (como nombres de personas naturales o jurídicas, anotaciones, valores numéricos) relacionados con la extracción, la marcación, la transformación, el transporte, la venta de la gema preciosa y/o igualmente de una índole completamente distinta.

Gracias al procedimiento inventivo es posible hacer rastreable una gema preciosa. El marcador no es perceptible a simple vista y, en consecuencia, la gema preciosa no se afecta ópticamente por el procedimiento de la trazabilidad. En esta forma, el marcador invisible puede permanecer fijado durante un tiempo indefinidamente largo en la gema preciosa, sin cambiar su apariencia o, incluso, deteriorarla. Un cambio o, incluso, un deterioro de la apariencia de la gema preciosa podría disminuir su valor. A la inversa, el valor de una gema preciosa rastreable puede aumentar en comparación con una gema preciosa no rastreable, sobre todo si el procedimiento que permite la trazabilidad no deteriora o cambia su apariencia.

El marcador se fija en un sitio de inserción de la gema preciosa, con lo cual el marcador se dispone en el interior de la gema preciosa. Mediante este posicionamiento en el sitio de inserción el marcador queda protegido contra fases de transformación y/o intentos de fraude.

Gracias a la invisibilidad del marcador a simple vista y a su permanencia – que se posibilita en esa forma, se prolonga arbitrariamente y está libre de interferencias – en el sitio de inserción de la gema preciosa, la gema preciosa puede identificarse siempre de manera inequívoca desde el momento de la fijación del marcador. Se elimina la necesidad de retirar provisionalmente la característica de identificación – incluso, en última instancia, del marcador – con fines de procesamiento y/o un uso final (por ejemplo, en un engaste como una joya), tal como en el estado de la técnica. El retiro provisional puede efectuarse en este caso conscientemente como con la película en el ya citado estado anterior de la técnica. O el retiro provisional ocurre de todos modos, por ejemplo, en el momento de pulir una gema preciosa y eliminar, en consecuencia, un (hueco)grabado de la superficie de la gema preciosa. La permanencia del marcador en el sitio de inserción y, por consiguiente, en la gema preciosa hace el procedimiento confiable, seguro e inmune al fraude.

Análogamente, para el posicionamiento del marcador en el sitio de inserción y la protección resultante frente a fases de transformación y/o fraudes, cuenta también el hecho de que este procedimiento de trazabilidad es confiable, seguro y/o inmune al fraude.

Además, precisamente con la interacción con estas dos características (a saber, un marcador invisible y una fijación del marcador en el sitio de inserción), el procedimiento descrito para la trazabilidad es especialmente seguro. La permanencia prolongada del marcador en la gema preciosa – posibilitada por el marcador invisible el cual, sin incidir en forma ópticamente negativa, puede fijarse por un período ilimitadamente prolongado en la gema preciosa – y la protección del marcador frente a fraude y/o fases de transformación – facilitada por la fijación del marcador en el sitio de inserción – hacen el procedimiento para la trazabilidad especialmente confiable, seguro y/o inmune al fraude. Sin la invisibilidad del marcador, el marcador no debería permanecer durante un tiempo arbitrariamente prolongado en la gema preciosa y, en consecuencia, tampoco debería introducirse en el sitio de inserción protegido. Y, sin la protección mecánica del sitio de inserción, el marcador se fijaría con menor seguridad e inmunidad al fraude en la gema preciosa.

Por ejemplo, el procedimiento descrito para la trazabilidad de una gema preciosa puede emplearse en una gema preciosa en diferentes estadios de su transformación. El procedimiento puede emplearse tanto en una gema preciosa no transformada como en una gema preciosa transformada parcialmente y/o en una gema preciosa ya completamente transformada. Esto es ventajoso, puesto que una gema preciosa puede hacerse rastreable independientemente de su grado de transformación.

De igual modo es posible un uso múltiple del procedimiento con marcadores diferentes entre sí y, por eso mismo, diferenciables. Por ejemplo, en esta forma pueden hacerse rastreables diferentes canales comerciales y/o niveles de transformación.

En particular, antes de la fijación del marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa, la gema preciosa está rodeada por una joya.

En otras palabras, la gema preciosa puede hacerse rastreable mediante el procedimiento descrito, incluso si la gema preciosa ya se encuentra engastada en una joya. Por lo demás, la joya puede estar transformada solo parcialmente o ya terminada y/o transformada. En

consecuencia, el procedimiento descrito puede emplearse igualmente en gemas preciosas en joyas semiterminadas o terminadas.

Mediante la trazabilidad de la gema preciosa puede hacerse rastreable también la joya que rodea esta gema preciosa, en la medida en que la joya comprenda la gema preciosa en la trazabilidad. La información de marcación puede comprender además datos relativos a la joya. En esta forma puede hacerse rastreable una joya o incluso solamente partes de una joya. También se puede deducir la procedencia de una gema preciosa a partir de una joya. En esta forma pueden identificarse gemas preciosas y/o joyas robadas. Gracias a la trazabilidad una joya puede hacerse además más segura contra adulteraciones.

Otras modalidades se harán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes.

Opcionalmente, el marcador suspendido en un fluido portador se transporta al sitio de inserción, con el fin de fijar el marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa.

Una suspensión del marcador en un fluido portador permite un transporte sencillo y eficiente al sitio de inserción. Suspendido significa que el marcador se encuentra sustancialmente rodeado por el fluido portador. En el caso de varios marcadores se distribuyen marcadores suspendidos en el fluido portador. El marcador suspendido en un fluido portador se puede introducir perfectamente en el sitio de inserción. Así mismo, el fluido portador puede contribuir a incorporar varios marcadores en una distribución uniforme en uno o más sitios de inserción.

En particular el fluido portador es líquido a temperatura ambiente.

En esta forma el marcador a temperatura ambiente puede suspenderse fácilmente en el fluido portador. También el transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse a temperatura ambiente, lo cual significa con un bajo esfuerzo técnico.

En particular el fluido portador a temperatura ambiente se encuentra en un estado de agregación sólido. Por ejemplo, el fluido portador a temperatura ambiente está en forma de polvo.

Por ejemplo, el fluido portador es líquido únicamente a una temperatura de por lo menos 80 grados Celsius. En particular el fluido portador es líquido sólo a una temperatura de por lo menos 150 grados Celsius. En particular el fluido portador es líquido únicamente a una temperatura de por lo menos 300 grados Celsius.

Un ejemplo de un fluido portador con un estado de agregación sólido a temperatura ambiente es vidrio y, en particular, vidrio de plomo. En caso del vidrio de plomo se trata de un vidrio con una temperatura de fusión relativamente baja y con diferentes composiciones, al cual se añade plomo. El plomo en el vidrio aumenta la refracción de la luz e iguala ésta a la de una gema preciosa, por ejemplo, a la de un rubí.

Opcionalmente el fluido portador comprende un fundente para una gema preciosa. En particular el fluido portador es un fundente para una gema preciosa.

Un fundente para una gema preciosa permite iniciar la disolución por lo menos parcialmente de la gema preciosa a una temperatura relativamente baja, respectivamente disolverla completamente. Dicho de otro modo, mediante el fundente se reduce la temperatura de fusión de la gema preciosa. Otra denominación para fundente es fluidificante. En consecuencia, en el caso de utilizarse un fundente se disminuye el punto de fusión de una gema preciosa, por ejemplo, de un corindón (como por ejemplo de un rubí y un zafiro), de manera que esta gema preciosa se funde a temperaturas más bajas que sin fundente y, en particular, se funde parcialmente a temperaturas más bajas que sin fundente.

Los fundentes se pueden emplear en el denominado tratamiento con calor o fuego a una gema preciosa, con el fin de reducir y/o eliminar máculas de la gema en forma más rápida y sencilla, que como ocurriría en el tratamiento con calor o fuego sin fundentes. Las máculas de la gema preciosa pueden constituirse en potenciales sitios de inserción, en consecuencia, por ejemplo,

una hendidura, una microhendidura, una fisura, una grieta, un rayón, una depresión, una imperfección, un defecto, una burbuja, una cavidad, un defecto en la estructura cristalina y/o una posibilidad de acceso condicionada por la estructura cristalina o el crecimiento del cristal, como, por ejemplo, planos gemelos paralelos o subfronteras de grano. Mediante el fundente, un material fundido parcialmente de la gema preciosa (por lo tanto, un material fundido producido por una fusión parcial de la gema preciosa) puede llegar mejor a sitios con máculas y reducir o eliminar mejor los defectos de lo que sería el caso sin fundente.

El fundente se derrite con la aplicación de fuego y puede constituir por lo menos una parte del fluido portador, en el cual se suspende el marcador, con el fin de transportarlo al sitio de inserción.

Opcionalmente el fluido portador comprende una masa fundida que exhibe un fundente para una gema preciosa, así como un material fundido parcialmente de la gema preciosa. En particular el fluido portador es una masa fundida que exhibe un fundente para una gema preciosa, así como un material fundido parcialmente de la gema preciosa.

Un material fundido, que comprende tanto la gema preciosa fundida (proveniente, en particular, de una fusión parcial de la gema preciosa) como también fundente, puede reducir y/o eliminar en forma sencilla y rápida máculas de la gema preciosa.

Opcionalmente el fundente, luego de una solidificación de una fusión parcial de la gema preciosa (en consecuencia, luego del nuevo endurecimiento de un material fundido parcialmente) permanece por lo menos parcialmente y, en particular, completamente en la gema preciosa.

Por ejemplo, un fundente para rubíes contiene o es bórax.

Ventajosamente un fundente que, de todos modos, se emplea en una fase de transformación de la gema preciosa, se puede utilizar por lo menos parcial o completamente como fluido portador. En esta forma el procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa puede

combinarse por lo menos parcialmente con fases de una transformación de la gema preciosa, en particular de la aplicación de fuego. Esto ahorra costos, tiempo, energía y material.

Opcionalmente el fluido portador luego del transporte del marcador al sitio de inserción permanece por lo menos parcial o completamente en la gema preciosa.

Opcionalmente el fluido portador luego del transporte del marcador al sitio de inserción se retira por lo menos parcial o completamente de la piedra preciosa.

Alternativamente el marcador puede transportarse también libre de un fluido portador al sitio de inserción. Por ejemplo, el marcador puede inyectarse por soplado en forma de polvo. Es igualmente concebible un transporte del marcador por campos electromagnéticos y/o mediante radiación ionizante – lo cual es factible tanto con fluido portador como sin él.

Opcionalmente el marcador se fija en el sitio de inserción luego del transporte al sitio de inserción, fundiéndose parcialmente la gema preciosa y solidificándose nuevamente. En particular se emplea en este caso un fundente.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se fija adicionalmente en la gema preciosa, fundiéndose parcialmente la gema preciosa y solidificándose nuevamente. En particular se emplea en este caso un fundente.

Opcionalmente el marcador se fija en el sitio de inserción luego del transporte al sitio de inserción, a través de una fusión que comprende material el cual es ajeno a la gema preciosa solidificándose en una zona alrededor del marcador~~solidificándose en una masa fundida que comprende material ajeno a la gema preciosa en una zona alrededor del marcador~~. En particular el material el cual es ajeno a la gema preciosa comprende o es vidrio, por ejemplo, vidrio de plomo.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se fija adicionalmente en la gema preciosa, a través de una fusión que comprende material el cual es ajeno a la gema

~~preciosa siendo fijado en solidificándose una masa fundida que comprende material ajeno a la gema preciosa en~~ una zona alrededor del marcador. En particular el material el cual es ajeno a la gema preciosa comprende o es vidrio, por ejemplo, vidrio de plomo.

Opcionalmente la gema preciosa se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador con el marcador suspendido, con el fin de transportar el marcador suspendido en el fluido portador al sitio de inserción en la gema preciosa. En particular, la gema preciosa puede estar completamente sumergida en el fluido portador.

Una inmersión, por lo menos parcial, de la gema preciosa en el fluido portador permite un transporte sencillo, económico, eficiente, ahorrador de energía y rápido del marcador al sitio de inserción. En el caso de varios marcadores, mediante la inmersión, se puede obtener una distribución uniforme de los marcadores.

En particular la gema preciosa puede sumergirse por lo menos parcialmente en el fluido portador durante un período de tiempo de varias horas. Adicionalmente la gema preciosa y/o el fluido portador puede ponerse igualmente en movimiento, por ejemplo, agitarse, ~~someterse a la acción del sonido~~ exponerse al sonido (en particular ~~a la acción~~ de ultrasonido), voltearse, rotarse o revolve.

Alternativamente la gema preciosa puede rociarse también con el fluido portador. El fluido portador puede inyectarse en los sitios de inserción e igualmente introducirse a presión.

En particular un transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse bajo una presión de transporte diferente de la presión ambiente. Con presión ambiente se da a entender una presión de aire de un ambiente.

Por ejemplo, el transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse también bajo sobrepresión, es decir, una presión mayor que la presión ambiente. La presión de transporte es en este caso una sobrepresión. La sobrepresión puede ser mayor en por lo menos un factor de 1,5 que la presión ambiente. En particular la sobrepresión es mayor en por lo menos un

factor de 5 que la presión ambiente. En particular la sobrepresión es mayor en por lo menos un factor de 10 que la presión ambiente.

Por ejemplo, el transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse bajo presión negativa, es decir, una presión más baja que la presión ambiente. La presión de transporte es en este caso una presión negativa. La presión negativa puede ser en este caso menor en por lo menos un factor de 1,5 que la presión ambiente. En particular la presión negativa es menor en por lo menos un factor de 5 que la presión ambiente. En particular la presión negativa es menor en por lo menos un factor de 10 que la presión ambiente.

Por ejemplo, la presión de transporte corresponde a una presión en un espacio de la presión de transporte separado de un ambiente, en el cual se encuentran por lo menos una parte de la gema preciosa y el marcador, mientras el marcador se transporta al sitio de inserción.

En particular toda la gema preciosa y el marcador se encuentran en un espacio de la presión de transporte separado de un ambiente, en el cual existe una presión de transporte, mientras el marcador se transporta al sitio de inserción.

Por ejemplo, la presión de transporte existe igualmente en una cámara de presión, la cual puede designarse también como espacio de la presión de transporte.

Por ejemplo, la presión de transporte existe únicamente en una zona de presión de transporte, que rodea el marcador y el sitio de inserción, en donde la zona de presión de transporte ~~se configura~~está diseñada como parte del ambiente.

Dicho de otro modo, la zona de presión de transporte ~~se configura~~está diseñada libre de una separación del ambiente. En esta zona de presión de transporte se encuentra por lo menos una parte de la gema preciosa y el marcador, mientras el marcador se transporta al sitio de inserción. Por ejemplo, mediante un direccionamiento preciso de un chorro de fluido sobre y/o alrededor de la gema preciosa se puede producir una zona de presión de transporte en un

ambiente alrededor del sitio de inserción, en el cual se transporta el marcador al sitio de inserción.

Opcionalmente el marcador se suspende en un fluido portador que comprende isopropanol. En particular el marcador se suspende en un fluido portador que contiene isopropanol en una proporción de por lo menos 50% en peso.

El isopropanol es económico. Para el transporte de los marcadores a sitios de inserción de difícil acceso y delimitados espacialmente, el isopropanol exhibe excelentes propiedades de transporte como fluencia y humectación de superficies. El isopropanol no es tóxico y se aplica fácilmente. El isopropanol se evapora y volatiliza rápidamente sin dejar residuos.

Alternativamente, el fluido portador puede usarse también libre de isopropanol. Por ejemplo, se puede utilizar un fluido portador a base de etanol.

En particular, el fluido portador se evapora o volatiliza, después de que el marcador se ha transportado al sitio de inserción.

Opcionalmente, antes de la fijación del marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa, el fluido portador se mezcla con un aditivo, en donde el aditivo es en particular ~~un acondicionador~~ una imprimación.

Un aditivo en el fluido portador puede jugar un papel favorable o incluso fundamental en la fijación del marcador. Una ~~a imprimación~~ ~~acondicionador~~ es una sustancia, que se adhiere perfectamente tanto a la gema preciosa como al marcador. Una ~~a acondicionador~~ ~~imprimación~~ se designa también como un agente adherente. En otros términos, una ~~a acondicionador~~ imprimación establece una estrecha unión física o química en el plano límite entre marcador y la gema preciosa.

Alternativamente el fluido portador puede estar también libre de un aditivo. El fluido portador puede estar libre de una imprimación ~~acondicionador~~.

Opcionalmente el aditivo del fluido portador comprende silicio.

Opcionalmente el aditivo del fluido portador comprende silano y/o materiales de partida, de los cuales puede producirse silano.

Opcionalmente, antes y/o en el caso de una evaporación o volatilización del fluido portador, se forma una capa superficial de por lo menos una superficie parcial del sitio de inserción. Mediante esta capa superficial el marcador se fija en el sitio de inserción de la gema preciosa. En particular, la capa superficial comprende silicio. En particular, la capa superficial comprende una capa de silicato.

Mediante la formación de una capa superficial (por lo menos en una parte de la superficie) del sitio de inserción el marcador puede fijarse de manera estable y segura en el sitio de inserción. La capa superficial se puede formar por el aditivo (por ejemplo, mediante adhesión de partículas de aditivo) y/o de un material, que se origina por el aditivo (por ejemplo, el aditivo puede constituir una base para el surgimiento de una capa superficial, como un fluido con los correspondientes materiales de partida). Por ejemplo, el fluido portador puede formar él mismo una capa superficial al evaporarse o volatilizarse.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se puede fijar adicionalmente en la gema preciosa, formando una capa superficial por lo menos en una parte de la superficie del sitio de inserción.

Por ejemplo, la fijación del marcador en el sitio de inserción puede producirse por la solidificación de una sustancia debido a una reacción química de uno o más componentes. La reacción química para la solidificación de la sustancia se puede generar con o sin radiación de la sustancia, en particular con o sin radiación por luz UV. La solidificación de la sustancia debido a la reacción química puede formar una capa superficial de por lo menos una parte de la superficie del sitio de inserción. Alternativamente, la solidificación de la sustancia debido

a la reacción química puede fijar el marcador en el sitio de inserción, en donde la superficie del sitio de inserción permanece libre de una capa superficial parcial o total.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se puede fijar además en la gema preciosa, produciéndose la solidificación de una sustancia debido a una reacción química de uno o varios componentes.

Opcionalmente antes de la fijación del marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa se trata una superficie del marcador.

El momento del tratamiento de la superficie del marcador se ubica en este caso al comienzo o después de procedimiento para la trazabilidad, es decir, luego del momento de una producción del marcador. En particular, la producción del marcador no forma parte del procedimiento para la trazabilidad. En particular la superficie del marcador se trata antes de la suspensión en el fluido portador. En particular la superficie del marcador se trata en el fluido portador.

Mediante el tratamiento de la superficie del marcador se puede producir la fijación del marcador en forma sencilla, estable y/o duradera. La fijación del marcador se puede simplificar por una superficie tratada. El tratamiento de la superficie puede significar, por ejemplo, que se modifica la naturaleza superficial química y/o física, y/o por ejemplo el marcador contiene una carga eléctrica. En particular es concebible una carga eléctricamente negativa. También puede realizarse una magnetización del marcador. No obstante, la superficie del marcador puede quedar también sin tratar antes de la fijación en el sitio de inserción.

Opcionalmente el marcador ~~se forma sustancialmente~~ está diseñado esencialmente como partículas.

Con partículas se dan a entender nanopartículas, igualmente, corpúsculos sólidos. Por ejemplo, las partículas son componentes sólidos de aerosoles, suspensiones o polvos.

Un marcador está esencialmente diseñado como una partícula ~~Sustancialmente se forma como partícula un marcador, cuando si~~ por lo menos 70% de su volumen es una partícula. En particular un marcador ~~se forma sustancialmente~~ está diseñado esencialmente como partícula, ~~si cuando~~ por lo menos 80% de su volumen es una partícula. En particular un marcador ~~se forma como sustancialmente~~ está diseñado esencialmente como partícula, ~~cuando si~~ por lo menos 90% de su volumen es una partícula.

Opcionalmente el marcador ~~se configura sustancialmente~~ está diseñado de manera esencialmente esférico~~o~~. En particular el marcador ~~se configura~~ está diseñado de forma encapsulada~~o~~.

Un marcador ~~se configura sustancialmente~~ está diseñado de forma esencialmente esférico~~o~~, cuando en dirección radial del marcador desde el punto medio de la masa del marcador el radio más pequeño es como máximo 10% menor que el radio más grande. En particular un marcador ~~se configura sustancialmente~~ está diseñado esencialmente esférico, cuando el radio más pequeño es como máximo 20% menor que el radio más grande. En particular un marcador ~~se configura sustancialmente~~ está diseñado esencialmente esférico, cuando el radio más pequeño es como máximo 30% menor que el radio más grande.

El marcador también puede ~~configurarse también ser diseñado~~ cuadrado, cilíndrico, poligonal, tetraédrico, esférico o elipsoide. El marcador puede exhibir igualmente una forma irregular. Por ejemplo, el marcador puede combinar sector por sector formas diferentes ya mencionadas.

Un marcador ~~se configura~~ está diseñado de una forma encapsulada~~o~~, ~~cuando si~~ el marcador está diseñado ~~se configura~~ como recipiente con un contenido.

Opcionalmente el marcador exhibe un tamaño de 10nm hasta y con 1000nm. En particular el marcador exhibe un tamaño de 10nm hasta y con 500nm y, en particular, de 20nm hasta y con 200nm.

Con tamaño del marcador se da a entender una extensión máxima en aquella dimensión, en la cual el marcador es más grande.

Opcionalmente el marcador exhibe una carga eléctrica. En particular el marcador exhibe una carga eléctrica negativa.

Una carga eléctrica del marcador (independientemente de si la carga proviene de un tratamiento superficial del marcador o se consigue en otra forma) puede contribuir a la fijación del marcador en el sitio de inserción.

Alternativamente el marcador es eléctricamente neutro.

Opcionalmente el marcador comprende ADN, en donde el marcador es inequívocamente identificable mediante el ADN.

Opcionalmente el ADN se produce artificialmente con fines de trazabilidad.

También en este caso el ADN es un portador de la propiedad característica, con base en la cual el marcador es inequívocamente identificable. En otros términos, la propiedad característica del marcador se configura está diseñado en la forma de ADN, el cual comprende el marcador. El ADN se puede identificar con base en la información allí almacenada y distinguirse de otro ADN.

Opcionalmente el registro de la información de marcación se produce mediante almacenamiento de la información de marcación en un libro descentralizado digital.

La trazabilidad de la gema preciosa se puede producir, apoyar y/o complementar por una forma digital de un libro descentralizado. Bajo libro descentralizado digital se entiende una tecnología digital que posibilita registrar, almacenar y reproducir la información de marcación – que comprende por ejemplo también el traspaso o procesamiento de una gema

preciosa. Para cada información de marcación se puede registrar adicionalmente la fecha de registro, así como, en caso dado, también la hora exacta de registro. Este tipo digital de registro del tiempo puede denominarse también una etiqueta (*hashtag*). La etiqueta se puede describir también como un crono-fechador digital para cada entrada. Mediante el registro repetido de la información de marcación, en particular en combinación con una etiqueta, puede hacerse rastreable no solo la información de marcación al momento de la marcación, sino también la información de marcación de pasos sucesivos de la gema preciosa en su cadena de comercialización. Esta puede ser por ejemplo procesos de transformación posterior, dictámenes de laboratorio, trabajos de orfebrería y actividades comerciales. EL libro descentralizado digital y, por consiguiente, la información de marcación registrada en él se puede almacenar y/o hacer accesible en una red de datos como por ejemplo en Internet en dispositivos centralizados o descentralizados de almacenamiento de datos.

Antes de una entrada en el libro descentralizado digital la gema preciosa puede identificarse. En particular, a este fin se puede utilizar un marcador ya fijado en la gema preciosa. Si se identifica un marcador ya fijado en la gema preciosa (y, mediante éste, también la gema preciosa), este marcador se puede continuar usando para la próxima información de marcación de esta gema preciosa.

Alternativa o adicionalmente, con fines de identificación, se pueden utilizar también características individuales o varias otras características de la gema preciosa, como por ejemplo propiedades ópticas, físicas y/o químicas. Estas otras características pueden ser por ejemplo las dimensiones, el peso, características internas microscópicas y/o macroscópicas y/o el color.

Si el repetido registro de información de marcación con respecto a la misma gema preciosa (verificada mediante una identificación inequívoca de la gema preciosa antes del registro de la siguiente información de marcación) se ha almacenado a prueba de fraude, con un solo marcador (respectivamente una sola clase de marcadores) puede hacerse rastreable toda una serie de pasos en su cadena de transformación y comercialización. En otras palabras, mediante una identificación inequívoca de la gema preciosa antes del registro de la próxima

información de marcación puede registrarse en forma rastreable todo un historial de una gema preciosa específica mediante la utilización de un único marcador (o de una única clase de marcadores). Dicho de otro modo, para cada nuevo acontecimiento rastreable, respectivamente cada registro de información de marcación no se necesita un nuevo marcador, respectivamente una nueva clase de marcadores (aunque sí es posible). En particular, el registro repetido de información de marcación con respecto a la misma gema preciosa en un libro de registro digital puede ~~configurarse-diseñarse inmune al fraude en un libro descentralizado digital~~ a prueba de manipulaciones.

El acceso al libro descentralizado digital se puede posibilitar mediante diferentes tecnologías. Éstas son, por ejemplo, programas de software y/o aplicaciones en línea (por ejemplo, entrada a través de una página de inicio o aplicación de la web). Por ejemplo, pueden optimizarse y ponerse a disposición igualmente programas para dispositivos de comunicaciones móviles (smartphones o dispositivos similares) con acceso a internet (apps).

Opcionalmente el registro de la información de marcación se realiza mediante el uso de la tecnología *blockchain*.

El registro de la información de marcación se puede conseguir mediante el uso de una tecnología *blockchain*. La tecnología *blockchain* se emplea en este caso para implementar el libro descentralizado digital. Por ejemplo, este se obtiene mediante una tecnología digital estructurada en forma descentralizada, la cual puede designarse igualmente como *distributed (digital) ledger* o *distributed blockchain technology*.

La tecnología *blockchain* permite un manejo confiable, favorable e inmune al fraude de un libro descentralizado digital.

Un segundo aspecto de esta invención es un procedimiento para el rastreo de una gema preciosa, que comprende el procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa como se describe más arriba, así como los pasos subsiguientes al mismo:

Identificación del marcador,

Rastreo de la gema preciosa mediante contrastación del marcador identificado con la información de marcación registrada.

Con ayuda del procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa, tal como se describe más arriba, la gema preciosa se prepara para posibilitar el rastreo. Mediante la identificación del marcador y la contrastación del marcador identificado con la información de marcación registrada se lleva a cabo el rastreo. Las ventajas y la importancia del rastro de gemas preciosas son, por lo demás, como ya se describió previamente.

Un tercer aspecto de la invención es una gema preciosa que exhibe un marcador, en donde el marcador, mediante el procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa tal como se describe más arriba, se dispone y fija en un sitio de inserción de la gema preciosa.

Una gema preciosa de este tipo con un marcador puede rastrearse. Las ventajas correspondientes ya se describieron más arriba.

En las siguientes secciones se explica con más detalle el objeto inventivo con base en las modalidades preferidas, las cuales se presentan en los dibujos acompañantes. Respectivamente muestran en forma esquemática:

- | | |
|-----------------|--|
| Figuras 1a – 1c | Un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa; |
| Figuras 2a – 2f | Un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa mediante la utilización de un fluido portador; |
| Figuras 3a – 3f | Un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa mediante la utilización de un fluido portador y un aditivo. |

Básicamente, en las Figuras se designan piezas iguales con símbolos de referencia iguales.

Las Figuras 1a – 1c muestran en forma totalmente esquemática un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa **2**. En primer lugar, se ~~proporciona~~ ~~reduce~~ un marcador **1**, como se muestra en Figura 1a. El marcador **1** se ilustra en Figura 1a en un tamaño muy

ampliado; el marcador **1** es invisible a simple vista. El marcador **1** es sustancialmente una partícula esférica con un diámetro de 80nm, por consiguiente, una nanopartícula. El marcador **1** comprende ADN, el cual se utiliza para la identificación inequívoca del marcador **1**. Aparte del ADN el marcador **1** comprende material a base de silicio. En esta modalidad el marcador **1** es un tipo de marcadores como se describen, por ejemplo, en la Solicitud de Patente WO2013132014A1.

En Figura 1b se ilustra la gema preciosa **2**, la cual, en el presente ejemplo, es una esmeralda. Esta gema preciosa **2** exhibe un sitio de inserción **3**. En este ejemplo en Figura 1b el sitio de inserción **3** se muestra bastante ampliado y ~~se configura designándose forma~~ como una microhendidura o incluso una fisura en la gema preciosa **3**. En este sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2** se fija el marcador **1**. Tal como se muestra en Figura 1c, se registra una información de marcación **4**, la cual implica que el marcador **1** se ha fijado en la gema preciosa **2**. La información de marcación **4** se archiva típicamente en una base de datos electrónica disponible, la cual está protegida mediante medidas apropiadas de seguridad contra ~~fraude~~manipulación, consulta ilegal y/o pérdida de datos.

En las Figuras 2a – 2f se ilustra esquemáticamente un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa **2**, en donde se utiliza un fluido portador **10** con el fin de transportar el marcador **1** al sitio de inserción **3**. El marcador **1**, la gema preciosa **2** con el sitio de inserción **3**, así como la información de marcación **4**, son idénticos con los de Figura 1a – 1c. En el procedimiento ilustrado en las Figuras 2a – 2f se utilizan varios marcadores **1** (mostrados en Figura 2a). Con este fin los marcadores **1** se suspenden en un fluido portador **10**, en este caso, en isopropanol. La suspensión del fluido portador **10** y los marcadores **1** se presenta en Figura 2b en un recipiente **11**.

Luego de suspender el marcador **1** en el fluido portador **10**, la gema preciosa **2** se sumerge completamente en esta suspensión (véase Figura 2c). Mientras la gema preciosa **2** se encuentra sumergida en la suspensión, se sacude todo el recipiente **11**, más exactamente, se agita en un agitador con una frecuencia de 900 Hz a temperatura ambiente. La agitación dura

4 horas. Durante este tiempo, gracias al fluido portador **10**, se transporta por lo menos un marcador **1** de la suspensión al sitio de inserción **3**, tal como se muestra en Figura 2c.

Luego de la agitación del recipiente **11** la gema preciosa **2** se retira del recipiente **11**, y el fluido portador **10** puede evaporarse a temperatura ambiente. En esta forma el marcador **1** se fija en el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2**. A continuación, análogamente al procedimiento de las Figuras 1a – 1c, se produce el registro de la información de marcación **4**.

Las Figuras 3a – 3f muestran un procedimiento análogo al procedimiento en las Figuras 2a – 2f, con la diferencia de que la suspensión, además del fluido portador **10** y los marcadores **1**, contiene además el aditivo **12**. El aditivo **12** se representa en las Figuras 3b – 3e como un símbolo triangular. No obstante, en el presente caso el aditivo **12** no es una partícula, sino que consta de una mezcla líquida de amoníaco, ortosilicato de tetraetilo y agua pura. Este aditivo **12** en forma de una mezcla líquida sirve como base para la formación de una capa de silicato. Correspondientemente el aditivo **12** en la suspensión contenida en el recipiente **11** se ilustra en Figura 3b, e igualmente en las Figuras 3c y 3d con la gema preciosa **2** sumergida. También el aditivo **12** se transporta mediante el fluido portador **10** al sitio de inserción **3**, tal como lo muestra la Figura 3d.

Figura 3e muestra el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2** esquemáticamente y muy ampliado. En Figura 3e la gema preciosa **2** se ha sacado ya del recipiente **11**, y el fluido portador **10** se ha evaporado también ya. A causa del aditivo **12** se ha formado en una parte de la superficie del sitio de inserción **3** una capa superficial, representada por una yuxtaposición de símbolos triangulares del aditivo **12**. El marcador **1** se fija mediante la capa superficial en el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2**.

Las gemas preciosas **2** marcadas con los diferentes procedimientos descritos más arriba se ilustran en las Figuras 1b, 2e y 3e (en 3e, sin embargo, únicamente como un detalle). Estas gemas preciosas **2** exhiben igualmente un marcador **1**. Junto con la información de marcación

4 ilustrada mediante símbolos en las Figuras 1c, 2f y 3f es posible rastrear estas gemas preciosas **2**.

El método para el rastreo de una gema preciosa **2** comprende los pasos – expuestos más arriba – del procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa **2**. De conformidad con el mismo, la gema preciosa **2** hecha rastreable se examina para identificar el marcador **1** fijado a ella. Esto se realiza disolviendo el ADN del marcador **1**, el cual se encuentra en el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2**. Concretamente se emplea un disolvente corrosivo, con el fin de disolver el marcador **1** por lo menos parcialmente y, así, liberar el ADN. Seguidamente se identifica el ADN mediante qPCR (reacción en cadena de polimerasa cuantitativa en tiempo real – un método que se basa en una reacción en cadena de polimerasa para la multiplicación del ADN, así como medición subsiguiente de la fluorescencia para cuantificación del ADN). En esta forma se identifica el marcador **1**. Utilizando la información de marcación **4** y una contrastación correspondiente se pueden sacar conclusiones de la respectiva piedra preciosa **2** mediante la identificación del marcador **1** y mediante los datos recopilados de la información de marcación **4** con respecto al marcador **1**. Se identifica así igualmente la gema preciosa **2** gracias a los datos recopilados en la información de marcación **4**, y se cierra el procedimiento para la trazabilidad – pues la gema preciosa **2** se rastreó hasta el acontecimiento de que la gema preciosa **2** quedó marcada con el marcador **1**. En la medida en que la información de marcación **4** se haya registrado correspondientemente, se puede deducir el lugar y la hora de la utilización del procedimiento para la trazabilidad, y/o informaciones adicionales tales como procedencia de una mina o similares (como ya se describió más arriba).

PROCEDIMIENTO PARA LA TRAZABILIDAD DE UNA GEMA PRECIOSA

La invención se refiere al campo de los procedimientos para la trazabilidad de gemas preciosas. La trazabilidad permite un rastreo de una gema preciosa. El rastreo de gemas preciosas constituye una información importante para el comprador de gemas preciosas.

Mediante el rastreo se puede determinar, por ejemplo, de dónde procede una gema preciosa. En esta forma es posible obtener conclusiones con respecto a minas específicas y/o regiones geográficas. Se posibilitan así mismo las conclusiones con respecto a una procedencia de canales oficiales de extracción y/o ventas. De igual modo, mediante el rastreo, puede verificarse una transformación de la gema preciosa, por ejemplo. Dependiendo del procedimiento utilizado para el rastreo se puede averiguar también de dónde procede una gema preciosa, por qué manos ha pasado y/o cuándo y dónde se transformó.

Gracias al rastreo puede evitarse que gemas preciosas robadas, adulteradas y/o contrabandeadas se comercialicen como gemas preciosas normales. Igualmente pueden identificarse gemas preciosas procedentes de minas ilegales, de minas sometidas a condiciones laborales abusivas y/o minas en zonas en conflicto.

Por consiguiente, el rastreo de gemas preciosas puede mitigar o eliminar aspectos negativos del negocio con las gemas preciosas. Por lo demás, el rastreo puede elevar a su vez el valor de las gemas preciosas debido a la posibilidad de verificar su procedencia. En el comercio globalizado, el rastreo de gemas preciosas adquiere una importancia cada vez mayor. Por esa razón, para muchas partes involucradas, la trazabilidad de una gema preciosa reviste un enorme interés.

Se conocen diversos procedimientos similares para el rastreo de gemas preciosas, por ejemplo, de WO0210091A2. El estado de la técnica allí descrito en cuanto a procedimientos para la trazabilidad comprende el grabado con láser y métodos de grabado con ácido para la marcación de gemas preciosas. Sin embargo, esto arruina y/o daña la gema preciosa. El

procedimiento descrito en WO0210091A2 involucra una envoltura desprendible de las gemas preciosas, en particular con una película polimérica. La película puede exhibir entonces propiedades identificables inequívocamente, por ejemplo, mediante una determinada composición química de la película y/o mediante marcaciones de la película en diferentes formas (por ejemplo, códigos de barras, hologramas, matrices, partículas coloreadas fluorescentes, etc.).

La desventaja de los métodos conocidos radica en que una gema preciosa se arruina o, incluso, se daña en el procedimiento que permite la trazabilidad. O la gema preciosa se hace rastreable con un método que permite desvirtuar la posibilidad de identificación (por ejemplo, la película polimérica). Al suprimir la posibilidad de identificación se favorece una manipulación del rastreo. Un método tal es muy inseguro y puede ser poco confiable.

Otra desventaja de los métodos conocidos es que, con ellos, las gemas preciosas se pueden echar a perder en lo que atañe a su calidad óptica. Dicho de otro modo, los métodos conocidos de trazabilidad en una gema preciosa pueden producir cambios apreciables a simple vista. Por ejemplo, aplicarse códigos de barras o envolturas en la gema preciosa. Pero los cambios perceptibles a simple vista disminuyen el valor de una gema preciosa, en particular si ésta ya ha recibido una transformación de acabado.

Otra desventaja de los métodos conocidos para la trazabilidad es que se afecta negativamente o incluso se anula la rastreabilidad de una gema preciosa luego de una transformación de la gema preciosa. Por ejemplo, luego de un pulido o tallado de la gema preciosa, puede arruinarse, o incluso, eliminarse total o parcialmente una marcación (hueco) grabada. Por ejemplo, una película de la gema preciosa puede arruinarse también total o parcialmente o, incluso, eliminarse si se aplica tratamiento térmico con llama, se irradia, se pule, se talla, se trata con aceite, se trata con grasa, se impregna con parafina y/o cera. Por ejemplo, con los métodos conocidos y dependiendo del método, una gema preciosa solo puede rastrearse en forma deficiente o incluso no poderse rastrear en absoluto en un estado de transformación final (con o sin engaste).

Constituye por lo tanto un objetivo de la invención crear un procedimiento para la trazabilidad de gemas preciosas, el cual subsana por lo menos parcialmente una de las desventajas ya citadas.

Este objetivo lo consigue un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

El procedimiento inventivo para la trazabilidad de una gema preciosa comprende los pasos de:

proporcionar un marcador invisible, en donde el marcador es identificable inequívocamente,

fijar el marcador en un sitio de inserción de la gema preciosa, y

registrar una información de marcación, la cual implica que este marcador identificable inequívocamente se encuentra fijado en esta gema preciosa.

En ocasiones, una gema preciosa se designa también como una piedra preciosa. Una gema preciosa es por ejemplo una esmeralda, un diamante, un rubí, un zafiro, un corindón, un ágata, un berilo, una malaquita, una turmalina o un topacio. La denominación gema preciosa abarca igualmente una piedra preciosa, así como una piedra semipreciosa. Una gema preciosa puede ser un mineral, una roca, un vidrio fundido o una sustancia de procedencia orgánica (como por ejemplo ámbar, azabache o un fósil, respectivamente un objeto fosilizado). Así mismo las perlas, la madreperla y los corales se cuentan entre las gemas preciosas. La gema preciosa es en particular de procedencia natural.

Con procedencia natural se da a entender que la gema preciosa no se produce artificialmente. En otras palabras, una gema preciosa de procedencia natural se ha originado y se encuentra en la naturaleza. Por ejemplo, una gema preciosa de procedencia natural se extrae en minas. Alternativamente la gema preciosa se produce por medios sintéticos.

En particular, la gema preciosa es un berilo y, en particular, una esmeralda, igualmente un berilo verde.

Un marcador es un objeto físico que se proyecta espacialmente en tres dimensiones. Un marcador invisible no es perceptible a simple vista. En otras palabras, el marcador se designa como invisible si una persona no puede ver el marcador sin la ayuda de medios auxiliares. Por ejemplo, el marcador puede ser imperceptible a simple vista debido al tamaño, el índice de refracción, la densidad, la transparencia y/o la reflexión.

En particular, el marcador es igualmente invisible con instrumento ópticos.

Con instrumentos ópticos se dan a entender instrumentos que consiguen un aumento de la imagen exclusivamente por vía óptica, por lo tanto, mediante el empleo de lentes ópticas. Instrumentos ópticos son por ejemplo anteojos, lupas o microscopios ópticos, al igual que aparatos e instrumentos ópticos. Por el contrario, los microscopios electrónicos o los microscopios de sonda de barrido no son explícitamente instrumentos ópticos en el marco de esta Solicitud.

Un marcador exhibe una propiedad característica, que permite una identificación inequívoca del marcador. Un marcador es identificable inequívocamente, si se puede determinar, sin lugar a duda, que se trata exactamente de un marcador específico. La propiedad característica del marcador puede ser una propiedad individual o consistir en una combinación de propiedades específicas.

Por ejemplo, un marcador puede comprender ADN, comprender componentes de radiación radioactiva, comprender isótopos, comprender oligoelementos, comprender metales de tierras raras, estar polarizado, estar eléctricamente cargado, estar magnetizado, exhibir un cierto estado cuántico, comprender componentes fluorescentes y/o fosforescentes y/o exhibir un código químico específico y ser inequívocamente identificable con base en una o más de estas propiedades.

En particular, la propiedad característica puede implicar que el marcador comprenda un isótopo.

En particular, la propiedad característica puede implicar que el marcador comprenda varios isótopos en una proporción de cantidad específica entre sí.

En particular, la propiedad característica puede implicar que el marcador comprenda un metal de las tierras raras (REE – *Rare Earth Elements*).

La propiedad característica del marcador puede exhibir por ejemplo por lo menos 50 valores o identidades diferentes y claramente diferenciables unos(as) de otros(as). Por ejemplo, la propiedad característica del marcador puede exhibir por lo menos 100 valores diferentes. En particular, la propiedad característica del marcador puede exhibir por lo menos 500 valores diferentes. Con ello se da a entender que, gracias al marcador, es posible una identificación y diferenciación de por lo menos 50, respectivamente 100 o 500 marcadores de la misma clase (es decir, con la misma propiedad característica). En consecuencia, por sí misma, una carga eléctrica negativa o positiva no es suficiente para identificar inequívocamente un marcador en el sentido del ejemplo descrito en esta sección.

Por ejemplo, un marcador permite una caracterización e identificación de un objeto al cual se asigna el marcador. En esta forma puede identificarse y rastrearse un objeto, al cual se asigna un marcador. Gracias a un marcador puede hacerse rastreable una gema preciosa.

En este caso, puede utilizarse un marcador individual o, por el contrario, una pluralidad de marcadores iguales, los cuales no son diferenciables unos de otros (por lo tanto, de marcadores de la misma clase, es decir, marcadores que exhiben la misma propiedad característica con el mismo valor). Cuando en la Solicitud se habla de un marcador, se da a entender implícitamente una pluralidad de marcadores de la misma clase, siempre y cuando esto no sea absurdo.

Una pluralidad de marcadores de la misma clase puede facilitar y/o mejorar la trazabilidad del objeto, en la medida en que, por ejemplo, un marcador conformado por varios marcadores en un objeto puede detectarse con mayor rapidez que un solo marcador en el objeto. Por ejemplo, una pluralidad de marcadores en un objeto puede producir una señal de medición más fuerte de un procedimiento de medición de la propiedad característica del marcador que un solo marcador en el objeto. Mediante una pluralidad de marcadores de la misma clase se puede mejorar la trazabilidad, puesto que quitar o dañar un solo marcador fijado al objeto puede compensarse con la existencia de otros marcadores de la misma clase en el objeto.

Un sitio de inserción designa un sitio en la gema preciosa, el cual se dispone en el interior de la gema preciosa y exhibe espacio suficiente para un marcador. En otras palabras, el sitio de inserción es un volumen espacial en una posición en la gema preciosa, que no se ubica en la superficie exterior de la gema preciosa. El sitio de inserción exhibe por lo menos un volumen espacial del tamaño de un marcador. El sitio de inserción es por ejemplo una hendidura, una micro-hendidura, una fisura, una grieta, una rayadura, una depresión, una imperfección, un defecto, una burbuja, una cavidad, un defecto en la estructura cristalina y/o una posibilidad de acceso condicionada por la estructura cristalina o el crecimiento del cristal, como, por ejemplo, planos gemelos paralelos o subfronteras de grano.

En particular el sitio de inserción es una hendidura.

Una hendidura en una gema preciosa es un estrecho orificio en la gema preciosa, que se prolonga desde la superficie exterior de la gema preciosa al interior de la gema preciosa. En este caso, una profundidad de la hendidura es por lo menos mayor en un factor de 5 que un ancho de la hendidura, en particular mayor en un factor de 10. En particular, la hendidura es más profunda en un factor de 50 que ancha. Una longitud de la hendidura puede variar, pero es siempre mayor que el ancho de la hendidura. La longitud y el ancho de la hendidura transcurren por ejemplo a lo largo de la superficie de la gema preciosa. También una microhendidura es una hendidura.

En particular el sitio de inserción en la gema preciosa es de formación natural.

Esto significa que, por ejemplo, como sitio de inserción se utilizan los defectos de la gema preciosa surgidos en forma natural. De esta manera, mediante la utilización de sus propiedades naturales, se puede hacer rastreable una gema preciosa, sin que la gema preciosa sufra daños, se manipule en su sustancia fundamental, se modifique estructuralmente, se altere ópticamente y/o se reduzca su valor financiero debido a su trazabilidad.

Adicional o alternativamente, un sitio de inserción en la gema preciosa se puede crear también en forma artificial. Por ejemplo, un sitio de inserción puede surgir en la extracción de una gema preciosa natural, v.g., en una voladura y/u otros influjos como cambio de presión, carga o descarga mecánica y/o fricción durante la extracción y/o el transporte.

Con fijación en el sitio de inserción se da a entender que el marcador se dispone en una posición fija en relación con la gema preciosa en el sitio de inserción. El marcador se fija además de manera inamovible en el sitio de inserción.

En particular el marcador se fija en el sitio de inserción en forma soluble.

Luego de la fijación, por ejemplo, el marcador puede disolverse nuevamente del sitio de inserción. Según el tipo de fijación, la disolución del marcador del sitio de inserción puede depender de una técnica determinada y/o circunstancias determinadas, respectivamente condiciones marco. Por ejemplo, una sustancia de fijación específica puede disolverse únicamente con un disolvente específico.

En particular, el marcador se fija en el sitio de inserción en forma insoluble.

Con registro de una información de marcación se da a entender que se facilita en forma accesible por lo menos una determinada información, a saber, qué marcador inequívocamente identificable se fijó en el sitio de inserción de cuál gema preciosa. La información de marcación puede comprender igualmente otros datos, por ejemplo, la hora, el lugar, respectivamente las coordenadas y/o datos adicionales (como nombres de personas naturales

o jurídicas, anotaciones, valores numéricos) relacionados con la extracción, la marcación, la transformación, el transporte, la venta de la gema preciosa y/o igualmente de una índole completamente distinta.

Gracias al procedimiento inventivo es posible hacer rastreable una gema preciosa. El marcador no es perceptible a simple vista y, en consecuencia, la gema preciosa no se afecta ópticamente por el procedimiento de la trazabilidad. En esta forma, el marcador invisible puede permanecer fijado durante un tiempo indefinidamente largo en la gema preciosa, sin cambiar su apariencia o, incluso, deteriorarla. Un cambio o, incluso, un deterioro de la apariencia de la gema preciosa podría disminuir su valor. A la inversa, el valor de una gema preciosa rastreable puede aumentar en comparación con una gema preciosa no rastreable, sobre todo si el procedimiento que permite la trazabilidad no deteriora o cambia su apariencia.

El marcador se fija en un sitio de inserción de la gema preciosa, con lo cual el marcador se dispone en el interior de la gema preciosa. Mediante este posicionamiento en el sitio de inserción el marcador queda protegido contra fases de transformación y/o intentos de fraude.

Gracias a la invisibilidad del marcador a simple vista y a su permanencia – que se posibilita en esa forma, se prolonga arbitrariamente y está libre de interferencias – en el sitio de inserción de la gema preciosa, la gema preciosa puede identificarse siempre de manera inequívoca desde el momento de la fijación del marcador. Se elimina la necesidad de retirar provisionalmente la característica de identificación – incluso, en última instancia, del marcador – con fines de procesamiento y/o un uso final (por ejemplo, en un engaste como una joya), tal como en el estado de la técnica. El retiro provisional puede efectuarse en este caso conscientemente como con la película en el ya citado estado anterior de la técnica. O el retiro provisional ocurre de todos modos, por ejemplo, en el momento de pulir una gema preciosa y eliminar, en consecuencia, un (hueco)grabado de la superficie de la gema preciosa. La permanencia del marcador en el sitio de inserción y, por consiguiente, en la gema preciosa hace el procedimiento confiable, seguro e inmune al fraude.

Análogamente, para el posicionamiento del marcador en el sitio de inserción y la protección resultante frente a fases de transformación y/o fraudes, cuenta también el hecho de que este procedimiento de trazabilidad es confiable, seguro y/o inmune al fraude.

Además, precisamente con la interacción con estas dos características (a saber, un marcador invisible y una fijación del marcador en el sitio de inserción), el procedimiento descrito para la trazabilidad es especialmente seguro. La permanencia prolongada del marcador en la gema preciosa – posibilitada por el marcador invisible el cual, sin incidir en forma ópticamente negativa, puede fijarse por un período ilimitadamente prolongado en la gema preciosa – y la protección del marcador frente a fraude y/o fases de transformación – facilitada por la fijación del marcador en el sitio de inserción – hacen el procedimiento para la trazabilidad especialmente confiable, seguro y/o inmune al fraude. Sin la invisibilidad del marcador, el marcador no debería permanecer durante un tiempo arbitrariamente prolongado en la gema preciosa y, en consecuencia, tampoco debería introducirse en el sitio de inserción protegido. Y, sin la protección mecánica del sitio de inserción, el marcador se fijaría con menor seguridad e inmunidad al fraude en la gema preciosa.

Por ejemplo, el procedimiento descrito para la trazabilidad de una gema preciosa puede emplearse en una gema preciosa en diferentes estadios de su transformación. El procedimiento puede emplearse tanto en una gema preciosa no transformada como en una gema preciosa transformada parcialmente y/o en una gema preciosa ya completamente transformada. Esto es ventajoso, puesto que una gema preciosa puede hacerse rastreable independientemente de su grado de transformación.

De igual modo es posible un uso múltiple del procedimiento con marcadores diferentes entre sí y, por eso mismo, diferenciables. Por ejemplo, en esta forma pueden hacerse rastreables diferentes canales comerciales y/o niveles de transformación.

En particular, antes de la fijación del marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa, la gema preciosa está rodeada por una joya.

En otras palabras, la gema preciosa puede hacerse rastreable mediante el procedimiento descrito, incluso si la gema preciosa ya se encuentra engastada en una joya. Por lo demás, la joya puede estar transformada solo parcialmente o ya terminada y/o transformada. En consecuencia, el procedimiento descrito puede emplearse igualmente en gemas preciosas en joyas semiterminadas o terminadas.

Mediante la trazabilidad de la gema preciosa puede hacerse rastreable también la joya que rodea esta gema preciosa, en la medida en que la joya comprenda la gema preciosa en la trazabilidad. La información de marcación puede comprender además datos relativos a la joya. En esta forma puede hacerse rastreable una joya o incluso solamente partes de una joya. También se puede deducir la procedencia de una gema preciosa a partir de una joya. En esta forma pueden identificarse gemas preciosas y/o joyas robadas. Gracias a la trazabilidad una joya puede hacerse además más segura contra adulteraciones.

Otras modalidades se harán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes.

Opcionalmente, el marcador suspendido en un fluido portador se transporta al sitio de inserción, con el fin de fijar el marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa.

Una suspensión del marcador en un fluido portador permite un transporte sencillo y eficiente al sitio de inserción. Suspendido significa que el marcador se encuentra sustancialmente rodeado por el fluido portador. En el caso de varios marcadores se distribuyen marcadores suspendidos en el fluido portador. El marcador suspendido en un fluido portador se puede introducir perfectamente en el sitio de inserción. Así mismo, el fluido portador puede contribuir a incorporar varios marcadores en una distribución uniforme en uno o más sitios de inserción.

En particular el fluido portador es líquido a temperatura ambiente.

En esta forma el marcador a temperatura ambiente puede suspenderse fácilmente en el fluido portador. También el transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse a temperatura ambiente, lo cual significa con un bajo esfuerzo técnico.

En particular el fluido portador a temperatura ambiente se encuentra en un estado de agregación sólido. Por ejemplo, el fluido portador a temperatura ambiente está en forma de polvo.

Por ejemplo, el fluido portador es líquido únicamente a una temperatura de por lo menos 80 grados Celsius. En particular el fluido portador es líquido sólo a una temperatura de por lo menos 150 grados Celsius. En particular el fluido portador es líquido únicamente a una temperatura de por lo menos 300 grados Celsius.

Un ejemplo de un fluido portador con un estado de agregación sólido a temperatura ambiente es vidrio y, en particular, vidrio de plomo. En caso del vidrio de plomo se trata de un vidrio con una temperatura de fusión relativamente baja y con diferentes composiciones, al cual se añade plomo. El plomo en el vidrio aumenta la refracción de la luz e iguala ésta a la de una gema preciosa, por ejemplo, a la de un rubí.

Opcionalmente el fluido portador comprende un fundente para una gema preciosa. En particular el fluido portador es un fundente para una gema preciosa.

Un fundente para una gema preciosa permite iniciar la disolución por lo menos parcialmente de la gema preciosa a una temperatura relativamente baja, respectivamente disolverla completamente. Dicho de otro modo, mediante el fundente se reduce la temperatura de fusión de la gema preciosa. Otra denominación para fundente es fluidificante. En consecuencia, en el caso de utilizarse un fundente se disminuye el punto de fusión de una gema preciosa, por ejemplo, de un corindón (como por ejemplo de un rubí y un zafiro), de manera que esta gema preciosa se funde a temperaturas más bajas que sin fundente y, en particular, se funde parcialmente a temperaturas más bajas que sin fundente.

Los fundentes se pueden emplear en el denominado tratamiento con calor o fuego a una gema preciosa, con el fin de reducir y/o eliminar máculas de la gema en forma más rápida y sencilla, que como ocurriría en el tratamiento con calor o fuego sin fundentes. Las máculas de la gema preciosa pueden constituirse en potenciales sitios de inserción, en consecuencia, por ejemplo, una hendidura, una microhendidura, una fisura, una grieta, un rayón, una depresión, una imperfección, un defecto, una burbuja, una cavidad, un defecto en la estructura cristalina y/o una posibilidad de acceso condicionada por la estructura cristalina o el crecimiento del cristal, como, por ejemplo, planos gemelos paralelos o subfronteras de grano. Mediante el fundente, un material fundido parcialmente de la gema preciosa (por lo tanto, un material fundido producido por una fusión parcial de la gema preciosa) puede llegar mejor a sitios con máculas y reducir o eliminar mejor los defectos de lo que sería el caso sin fundente.

El fundente se derrite con la aplicación de fuego y puede constituir por lo menos una parte del fluido portador, en el cual se suspende el marcador, con el fin de transportarlo al sitio de inserción.

Opcionalmente el fluido portador comprende una masa fundida que exhibe un fundente para una gema preciosa, así como un material fundido parcialmente de la gema preciosa. En particular el fluido portador es una masa fundida que exhibe un fundente para una gema preciosa, así como un material fundido parcialmente de la gema preciosa.

Un material fundido, que comprende tanto la gema preciosa fundida (proveniente, en particular, de una fusión parcial de la gema preciosa) como también fundente, puede reducir y/o eliminar en forma sencilla y rápida máculas de la gema preciosa.

Opcionalmente el fundente, luego de una solidificación de una fusión parcial de la gema preciosa (en consecuencia, luego del nuevo endurecimiento de un material fundido parcialmente) permanece por lo menos parcialmente y, en particular, completamente en la gema preciosa.

Por ejemplo, un fundente para rubíes contiene o es bórax.

Ventajosamente un fundente que, de todos modos, se emplea en una fase de transformación de la gema preciosa, se puede utilizar por lo menos parcial o completamente como fluido portador. En esta forma el procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa puede combinarse por lo menos parcialmente con fases de una transformación de la gema preciosa, en particular de la aplicación de fuego. Esto ahorra costos, tiempo, energía y material.

Opcionalmente el fluido portador luego del transporte del marcador al sitio de inserción permanece por lo menos parcial o completamente en la gema preciosa.

Opcionalmente el fluido portador luego del transporte del marcador al sitio de inserción se retira por lo menos parcial o completamente de la piedra preciosa.

Alternativamente el marcador puede transportarse también libre de un fluido portador al sitio de inserción. Por ejemplo, el marcador puede inyectarse por soplado en forma de polvo. Es igualmente concebible un transporte del marcador por campos electromagnéticos y/o mediante radiación ionizante – lo cual es factible tanto con fluido portador como sin él.

Opcionalmente el marcador se fija en el sitio de inserción luego del transporte al sitio de inserción, fundiéndose parcialmente la gema preciosa y solidificándose nuevamente. En particular se emplea en este caso un fundente.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se fija adicionalmente en la gema preciosa, fundiéndose parcialmente la gema preciosa y solidificándose nuevamente. En particular se emplea en este caso un fundente.

Opcionalmente el marcador se fija en el sitio de inserción luego del transporte al sitio de inserción, a través de una fusión que comprende material el cual es ajeno a la gema preciosa solidificándose en una zona alrededor del marcador. En particular el material el cual es ajeno a la gema preciosa comprende o es vidrio, por ejemplo, vidrio de plomo.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se fija adicionalmente en la gema preciosa, a través de una fusión que comprende material el cual es ajeno a la gema preciosa siendo fijado en una zona alrededor del marcador. En particular el material el cual es ajeno a la gema preciosa comprende o es vidrio, por ejemplo, vidrio de plomo.

Opcionalmente la gema preciosa se sumerge por lo menos parcialmente en el fluido portador con el marcador suspendido, con el fin de transportar el marcador suspendido en el fluido portador al sitio de inserción en la gema preciosa. En particular, la gema preciosa puede estar completamente sumergida en el fluido portador.

Una inmersión, por lo menos parcial, de la gema preciosa en el fluido portador permite un transporte sencillo, económico, eficiente, ahorrador de energía y rápido del marcador al sitio de inserción. En el caso de varios marcadores, mediante la inmersión, se puede obtener una distribución uniforme de los marcadores.

En particular la gema preciosa puede sumergirse por lo menos parcialmente en el fluido portador durante un período de tiempo de varias horas. Adicionalmente la gema preciosa y/o el fluido portador puede ponerse igualmente en movimiento, por ejemplo, agitarse, exponerse al sonido (en particular al ultrasonido), voltearse, rotarse o revolverse.

Alternativamente la gema preciosa puede rociarse también con el fluido portador. El fluido portador puede inyectarse en los sitios de inserción e igualmente introducirse a presión.

En particular un transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse bajo una presión de transporte diferente de la presión ambiente. Con presión ambiente se da a entender una presión de aire de un ambiente.

Por ejemplo, el transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse también bajo sobrepresión, es decir, una presión mayor que la presión ambiente. La presión de transporte es en este caso una sobrepresión. La sobrepresión puede ser mayor en por lo menos un factor de 1,5 que la presión ambiente. En particular la sobrepresión es mayor en por lo menos un

factor de 5 que la presión ambiente. En particular la sobrepresión es mayor en por lo menos un factor de 10 que la presión ambiente.

Por ejemplo, el transporte del marcador al sitio de inserción puede producirse bajo presión negativa, es decir, una presión más baja que la presión ambiente. La presión de transporte es en este caso una presión negativa. La presión negativa puede ser en este caso menor en por lo menos un factor de 1,5 que la presión ambiente. En particular la presión negativa es menor en por lo menos un factor de 5 que la presión ambiente. En particular la presión negativa es menor en por lo menos un factor de 10 que la presión ambiente.

Por ejemplo, la presión de transporte corresponde a una presión en un espacio de la presión de transporte separado de un ambiente, en el cual se encuentran por lo menos una parte de la gema preciosa y el marcador, mientras el marcador se transporta al sitio de inserción.

En particular toda la gema preciosa y el marcador se encuentran en un espacio de la presión de transporte separado de un ambiente, en el cual existe una presión de transporte, mientras el marcador se transporta al sitio de inserción.

Por ejemplo, la presión de transporte existe igualmente en una cámara de presión, la cual puede designarse también como espacio de la presión de transporte.

Por ejemplo, la presión de transporte existe únicamente en una zona de presión de transporte, que rodea el marcador y el sitio de inserción, en donde la zona de presión de transporte está diseñada como parte del ambiente.

Dicho de otro modo, la zona de presión de transporte está diseñada libre de una separación del ambiente. En esta zona de presión de transporte se encuentra por lo menos una parte de la gema preciosa y el marcador, mientras el marcador se transporta al sitio de inserción. Por ejemplo, mediante un direccionamiento preciso de un chorro de fluido sobre y/o alrededor de la gema preciosa se puede producir una zona de presión de transporte en un ambiente alrededor del sitio de inserción, en el cual se transporta el marcador al sitio de inserción.

Opcionalmente el marcador se suspende en un fluido portador que comprende isopropanol. En particular el marcador se suspende en un fluido portador que contiene isopropanol en una proporción de por lo menos 50% en peso.

El isopropanol es económico. Para el transporte de los marcadores a sitios de inserción de difícil acceso y delimitados espacialmente, el isopropanol exhibe excelentes propiedades de transporte como fluencia y humectación de superficies. El isopropanol no es tóxico y se aplica fácilmente. El isopropanol se evapora y volatiliza rápidamente sin dejar residuos.

Alternativamente, el fluido portador puede usarse también libre de isopropanol. Por ejemplo, se puede utilizar un fluido portador a base de etanol.

En particular, el fluido portador se evapora o volatiliza, después de que el marcador se ha transportado al sitio de inserción.

Opcionalmente, antes de la fijación del marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa, el fluido portador se mezcla con un aditivo, en donde el aditivo es en particular una imprimación.

Un aditivo en el fluido portador puede jugar un papel favorable o incluso fundamental en la fijación del marcador. Una imprimación es una sustancia, que se adhiere perfectamente tanto a la gema preciosa como al marcador. Una imprimación se designa también como un agente adherente. En otros términos, una imprimación establece una estrecha unión física o química en el plano límite entre marcador y la gema preciosa.

Alternativamente el fluido portador puede estar también libre de un aditivo. El fluido portador puede estar libre de una imprimación .

Opcionalmente el aditivo del fluido portador comprende silicio.

Opcionalmente el aditivo del fluido portador comprende silano y/o materiales de partida, de los cuales puede producirse silano.

Opcionalmente, antes y/o en el caso de una evaporación o volatilización del fluido portador, se forma una capa superficial de por lo menos una superficie parcial del sitio de inserción. Mediante esta capa superficial el marcador se fija en el sitio de inserción de la gema preciosa. En particular, la capa superficial comprende silicio. En particular, la capa superficial comprende una capa de silicato.

Mediante la formación de una capa superficial (por lo menos en una parte de la superficie) del sitio de inserción el marcador puede fijarse de manera estable y segura en el sitio de inserción. La capa superficial se puede formar por el aditivo (por ejemplo, mediante adhesión de partículas de aditivo) y/o de un material, que se origina por el aditivo (por ejemplo, el aditivo puede constituir una base para el surgimiento de una capa superficial, como un fluido con los correspondientes materiales de partida). Por ejemplo, el fluido portador puede formar él mismo una capa superficial al evaporarse o volatilizarse.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se puede fijar adicionalmente en la gema preciosa, formando una capa superficial por lo menos en una parte de la superficie del sitio de inserción.

Por ejemplo, la fijación del marcador en el sitio de inserción puede producirse por la solidificación de una sustancia debido a una reacción química de uno o más componentes. La reacción química para la solidificación de la sustancia se puede generar con o sin radiación de la sustancia, en particular con o sin radiación por luz UV. La solidificación de la sustancia debido a la reacción química puede formar una capa superficial de por lo menos una parte de la superficie del sitio de inserción. Alternativamente, la solidificación de la sustancia debido a la reacción química puede fijar el marcador en el sitio de inserción, en donde la superficie del sitio de inserción permanece libre de una capa superficial parcial o total.

Opcionalmente el marcador ya fijado en el sitio de inserción se puede fijar además en la gema preciosa, produciéndose la solidificación de una sustancia debido a una reacción química de uno o varios componentes.

Opcionalmente antes de la fijación del marcador en el sitio de inserción de la gema preciosa se trata una superficie del marcador.

El momento del tratamiento de la superficie del marcador se ubica en este caso al comienzo o después de procedimiento para la trazabilidad, es decir, luego del momento de una producción del marcador. En particular, la producción del marcador no forma parte del procedimiento para la trazabilidad. En particular la superficie del marcador se trata antes de la suspensión en el fluido portador. En particular la superficie del marcador se trata en el fluido portador.

Mediante el tratamiento de la superficie del marcador se puede producir la fijación del marcador en forma sencilla, estable y/o duradera. La fijación del marcador se puede simplificar por una superficie tratada. El tratamiento de la superficie puede significar, por ejemplo, que se modifica la naturaleza superficial química y/o física, y/o por ejemplo el marcador contiene una carga eléctrica. En particular es concebible una carga eléctricamente negativa. También puede realizarse una magnetización del marcador. No obstante, la superficie del marcador puede quedar también sin tratar antes de la fijación en el sitio de inserción.

Opcionalmente el marcador está diseñado esencialmente como partículas.

Con partículas se dan a entender nanopartículas, igualmente, corpúsculos sólidos. Por ejemplo, las partículas son componentes sólidos de aerosoles, suspensiones o polvos.

Un marcador está esencialmente diseñado como una partícula si por lo menos 70% de su volumen es una partícula. En particular un marcador está diseñado esencialmente como partícula, si por lo menos 80% de su volumen es una partícula. En particular un marcador

está diseñado esencialmente como partícula, si por lo menos 90% de su volumen es una partícula.

Opcionalmente el marcador está diseñado de manera esencialmente esférica. En particular el marcador está diseñado de forma encapsulada.

Un marcador está diseñado de forma esencialmente esférica, cuando en dirección radial del marcador desde el punto medio de la masa del marcador el radio más pequeño es como máximo 10% menor que el radio más grande. En particular un marcador está diseñado esencialmente esférico, cuando el radio más pequeño es como máximo 20% menor que el radio más grande. En particular un marcador está diseñado esencialmente esférico, cuando el radio más pequeño es como máximo 30% menor que el radio más grande.

El marcador también puede ser diseñado cuadrado, cilíndrico, poligonal, tetraédrico, esférico o elipsoide. El marcador puede exhibir igualmente una forma irregular. Por ejemplo, el marcador puede combinar sector por sector formas diferentes ya mencionadas.

Un marcador está diseñado de una forma encapsulada, si el marcador está diseñado como recipiente con un contenido.

Opcionalmente el marcador exhibe un tamaño de 10nm hasta y con 1000nm. En particular el marcador exhibe un tamaño de 10nm hasta y con 500nm y, en particular, de 20nm hasta y con 200nm.

Con tamaño del marcador se da a entender una extensión máxima en aquella dimensión, en la cual el marcador es más grande.

Opcionalmente el marcador exhibe una carga eléctrica. En particular el marcador exhibe una carga eléctrica negativa.

Una carga eléctrica del marcador (independientemente de si la carga proviene de un tratamiento superficial del marcador o se consigue en otra forma) puede contribuir a la fijación del marcador en el sitio de inserción.

Alternativamente el marcador es eléctricamente neutro.

Opcionalmente el marcador comprende ADN, en donde el marcador es inequívocamente identificable mediante el ADN.

Opcionalmente el ADN se produce artificialmente con fines de trazabilidad.

También en este caso el ADN es un portador de la propiedad característica, con base en la cual el marcador es inequívocamente identificable. En otros términos, la propiedad característica del marcador está diseñado en la forma de ADN, el cual comprende el marcador. El ADN se puede identificar con base en la información allí almacenada y distinguirse de otro ADN.

Opcionalmente el registro de la información de marcación se produce mediante almacenamiento de la información de marcación en un libro descentralizado digital.

La trazabilidad de la gema preciosa se puede producir, apoyar y/o complementar por una forma digital de un libro descentralizado. Bajo libro descentralizado digital se entiende una tecnología digital que posibilita registrar, almacenar y reproducir la información de marcación – que comprende por ejemplo también el traspaso o procesamiento de una gema preciosa. Para cada información de marcación se puede registrar adicionalmente la fecha de registro, así como, en caso dado, también la hora exacta de registro. Este tipo digital de registro del tiempo puede denominarse también una etiqueta (*hashtag*). La etiqueta se puede describir también como un crono-fechador digital para cada entrada. Mediante el registro repetido de la información de marcación, en particular en combinación con una etiqueta, puede hacerse rastreable no solo la información de marcación al momento de la marcación, sino también la información de marcación de pasos sucesivos de la gema preciosa en su

cadena de comercialización. Esta puede ser por ejemplo procesos de transformación posterior, dictámenes de laboratorio, trabajos de orfebrería y actividades comerciales. EL libro descentralizado digital y, por consiguiente, la información de marcación registrada en él se puede almacenar y/o hacer accesible en una red de datos como por ejemplo en Internet en dispositivos centralizados o descentralizados de almacenamiento de datos.

Antes de una entrada en el libro descentralizado digital la gema preciosa puede identificarse. En particular, a este fin se puede utilizar un marcador ya fijado en la gema preciosa. Si se identifica un marcador ya fijado en la gema preciosa (y, mediante éste, también la gema preciosa), este marcador se puede continuar usando para la próxima información de marcación de esta gema preciosa.

Alternativa o adicionalmente, con fines de identificación, se pueden utilizar también características individuales o varias otras características de la gema preciosa, como por ejemplo propiedades ópticas, físicas y/o químicas. Estas otras características pueden ser por ejemplo las dimensiones, el peso, características internas microscópicas y/o macroscópicas y/o el color.

Si el repetido registro de información de marcación con respecto a la misma gema preciosa (verificada mediante una identificación inequívoca de la gema preciosa antes del registro de la siguiente información de marcación) se ha almacenado a prueba de fraude, con un solo marcador (respectivamente una sola clase de marcadores) puede hacerse rastreable toda una serie de pasos en su cadena de transformación y comercialización. En otras palabras, mediante una identificación inequívoca de la gema preciosa antes del registro de la próxima información de marcación puede registrarse en forma rastreable todo un historial de una gema preciosa específica mediante la utilización de un único marcador (o de una única clase de marcadores). Dicho de otro modo, para cada nuevo acontecimiento rastreable, respectivamente cada registro de información de marcación no se necesita un nuevo marcador, respectivamente una nueva clase de marcadores (aunque sí es posible). En particular, el registro repetido de información de marcación con respecto a la misma gema preciosa en un libro de registro digital puede diseñarse a prueba de manipulaciones.

El acceso al libro descentralizado digital se puede posibilitar mediante diferentes tecnologías. Éstas son, por ejemplo, programas de software y/o aplicaciones en línea (por ejemplo, entrada a través de una página de inicio o aplicación de la web). Por ejemplo, pueden optimizarse y ponerse a disposición igualmente programas para dispositivos de comunicaciones móviles (smartphones o dispositivos similares) con acceso a internet (apps).

Opcionalmente el registro de la información de marcación se realiza mediante el uso de la tecnología *blockchain*.

El registro de la información de marcación se puede conseguir mediante el uso de una tecnología *blockchain*. La tecnología *blockchain* se emplea en este caso para implementar el libro descentralizado digital. Por ejemplo, este se obtiene mediante una tecnología digital estructurada en forma descentralizada, la cual puede designarse igualmente como *distributed (digital) ledger* o *distributed blockchain technology*.

La tecnología *blockchain* permite un manejo confiable, favorable e inmune al fraude de un libro descentralizado digital.

Un segundo aspecto de esta invención es un procedimiento para el rastreo de una gema preciosa, que comprende el procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa como se describe más arriba, así como los pasos subsiguientes al mismo:

Identificación del marcador,

Rastreo de la gema preciosa mediante contrastación del marcador identificado con la información de marcación registrada.

Con ayuda del procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa, tal como se describe más arriba, la gema preciosa se prepara para posibilitar el rastreo. Mediante la identificación del marcador y la contrastación del marcador identificado con la información de marcación registrada se lleva a cabo el rastreo. Las ventajas y la importancia del rastro de gemas preciosas son, por lo demás, como ya se describió previamente.

Un tercer aspecto de la invención es una gema preciosa que exhibe un marcador, en donde el marcador, mediante el procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa tal como se describe más arriba, se dispone y fija en un sitio de inserción de la gema preciosa.

Una gema preciosa de este tipo con un marcador puede rastrearse. Las ventajas correspondientes ya se describieron más arriba.

En las siguientes secciones se explica con más detalle el objeto inventivo con base en las modalidades preferidas, las cuales se presentan en los dibujos acompañantes. Respectivamente muestran en forma esquemática:

- | | |
|-----------------|--|
| Figuras 1a – 1c | Un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa; |
| Figuras 2a – 2f | Un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa mediante la utilización de un fluido portador; |
| Figuras 3a – 3f | Un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa mediante la utilización de un fluido portador y un aditivo. |

Básicamente, en las Figuras se designan piezas iguales con símbolos de referencia iguales.

Las Figuras 1a – 1c muestran en forma totalmente esquemática un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa **2**. En primer lugar, se produce un marcador **1**, como se muestra en Figura 1a. El marcador **1** se ilustra en Figura 1a en un tamaño muy ampliado; el marcador **1** es invisible a simple vista. El marcador **1** es sustancialmente una partícula esférica con un diámetro de 80nm, por consiguiente, una nanopartícula. El marcador **1** comprende ADN, el cual se utiliza para la identificación inequívoca del marcador **1**. Aparte del ADN el marcador **1** comprende material a base de silicio. En esta modalidad el marcador **1** es un tipo de marcadores como se describen, por ejemplo, en la Solicitud de Patente WO2013132014A1.

En Figura 1b se ilustra la gema preciosa **2**, la cual, en el presente ejemplo, es una esmeralda. Esta gema preciosa **2** exhibe un sitio de inserción **3**. En este ejemplo en Figura 1b el sitio de inserción **3** se muestra bastante ampliado y se forma como una microhendidura o incluso una fisura en la gema preciosa **3**. En este sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2** se fija el marcador **1**. Tal como se muestra en Figura 1c, se registra una información de marcación **4**, la cual implica que el marcador **1** se ha fijado en la gema preciosa **2**. La información de marcación **4** se archiva típicamente en una base de datos electrónica disponible, la cual está protegida mediante medidas apropiadas de seguridad contra manipulación, consulta ilegal y/o pérdida de datos.

En las Figuras 2a – 2f se ilustra esquemáticamente un procedimiento para la trazabilidad de una gema preciosa **2**, en donde se utiliza un fluido portador **10** con el fin de transportar el marcador **1** al sitio de inserción **3**. El marcador **1**, la gema preciosa **2** con el sitio de inserción **3**, así como la información de marcación **4**, son idénticos con los de Figura 1a – 1c. En el procedimiento ilustrado en las Figuras 2a – 2f se utilizan varios marcadores **1** (mostrados en Figura 2a). Con este fin los marcadores **1** se suspenden en un fluido portador **10**, en este caso, en isopropanol. La suspensión del fluido portador **10** y los marcadores **1** se presenta en Figura 2b en un recipiente **11**.

Luego de suspender el marcador **1** en el fluido portador **10**, la gema preciosa **2** se sumerge completamente en esta suspensión (véase Figura 2c). Mientras la gema preciosa **2** se encuentra sumergida en la suspensión, se sacude todo el recipiente **11**, más exactamente, se agita en un agitador con una frecuencia de 900 Hz a temperatura ambiente. La agitación dura 4 horas. Durante este tiempo, gracias al fluido portador **10**, se transporta por lo menos un marcador **1** de la suspensión al sitio de inserción **3**, tal como se muestra en Figura 2c.

Luego de la agitación del recipiente **11** la gema preciosa **2** se retira del recipiente **11**, y el fluido portador **10** puede evaporarse a temperatura ambiente. En esta forma el marcador **1** se fija en el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2**. A continuación, análogamente al procedimiento de las Figuras 1a – 1c, se produce el registro de la información de marcación **4**.

Las Figuras 3a – 3f muestran un procedimiento análogo al procedimiento en las Figuras 2a – 2f, con la diferencia de que la suspensión, además del fluido portador **10** y los marcadores **1**, contiene además el aditivo **12**. El aditivo **12** se representa en las Figuras 3b – 3e como un símbolo triangular. No obstante, en el presente caso el aditivo **12** no es una partícula, sino que consta de una mezcla líquida de amoníaco, ortosilicato de tetraetilo y agua pura. Este aditivo **12** en forma de una mezcla líquida sirve como base para la formación de una capa de silicato. Correspondientemente el aditivo **12** en la suspensión contenida en el recipiente **11** se ilustra en Figura 3b, e igualmente en las Figuras 3c y 3d con la gema preciosa **2** sumergida. También el aditivo **12** se transporta mediante el fluido portador **10** al sitio de inserción **3**, tal como lo muestra la Figura 3d.

Figura 3e muestra el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2** esquemáticamente y muy ampliado. En Figura 3e la gema preciosa **2** se ha sacado ya del recipiente **11**, y el fluido portador **10** se ha evaporado también ya. A causa del aditivo **12** se ha formado en una parte de la superficie del sitio de inserción **3** una capa superficial, representada por una juxtaposición de símbolos triangulares del aditivo **12**. El marcador **1** se fija mediante la capa superficial en el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2**.

Las gemas preciosas **2** marcadas con los diferentes procedimientos descritos más arriba se ilustran en las Figuras 1b, 2e y 3e (en 3e, sin embargo, únicamente como un detalle). Estas gemas preciosas **2** exhiben igualmente un marcador **1**. Junto con la información de marcación **4** ilustrada mediante símbolos en las Figuras 1c, 2f y 3f es posible rastrear estas gemas preciosas **2**.

El método para el rastreo de una gema preciosa **2** comprende los pasos – expuestos más arriba – del procedimiento para la trazabilidad de la gema preciosa **2**. De conformidad con el mismo, la gema preciosa **2** hecha rastreable se examina para identificar el marcador **1** fijado a ella. Esto se realiza disolviendo el ADN del marcador **1**, el cual se encuentra en el sitio de inserción **3** de la gema preciosa **2**. Concretamente se emplea un disolvente corrosivo, con el fin de disolver el marcador **1** por lo menos parcialmente y, así, liberar el ADN. Seguidamente

se identifica el ADN mediante qPCR (reacción en cadena de polimerasa cuantitativa en tiempo real – un método que se basa en una reacción en cadena de polimerasa para la multiplicación del ADN, así como medición subsiguiente de la fluorescencia para cuantificación del ADN). En esta forma se identifica el marcador **1**. Utilizando la información de marcación **4** y una contrastación correspondiente se pueden sacar conclusiones de la respectiva piedra preciosa **2** mediante la identificación del marcador **1** y mediante los datos recopilados de la información de marcación **4** con respecto al marcador **1**. Se identifica así igualmente la gema preciosa **2** gracias a los datos recopilados en la información de marcación **4**, y se cierra el procedimiento para la trazabilidad – pues la gema preciosa **2** se rastreó hasta el acontecimiento de que la gema preciosa **2** quedó marcada con el marcador **1**. En la medida en que la información de marcación **4** se haya registrado correspondientemente, se puede deducir el lugar y la hora de la utilización del procedimiento para la trazabilidad, y/o informaciones adicionales tales como procedencia de una mina o similares (como ya se describió más arriba).