

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 319**

51 Int. Cl.:

**B29C 67/00** (2006.01)

**G03F 7/028** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2001 E 06121497 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 1741545**

54 Título: **Composiciones para su utilización en impresión tridimensional de modelos**

30 Prioridad:

**13.03.2000 US 188698 P**

**10.04.2000 US 195321 P**

**12.03.2001 US 803108**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**26.11.2013**

73 Titular/es:

**STRATASYS LTD. (100.0%)**  
**2 Holzman Street, 3rd Floor Kiryat Weizmann**  
**Science Park**  
**76124 Rehovot, IL**

72 Inventor/es:

**NAPADENSKY, EDUARDO y**  
**GOTHAIT, HANAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 431 319 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Composiciones para su utilización en impresión tridimensional de modelos

5 **SECTOR DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere al modelado tridimensional (3D) de manera general, y a procedimientos y composiciones para utilizar, en particular, en la impresión 3D de estructuras complejas.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La impresión 3D, que funciona al construir piezas por capas, es un procedimiento utilizado para la construcción de modelos 3D. La impresión 3D es flexible y relativamente rápida, permitiendo la producción de piezas y herramientas prototipo directamente a partir, por ejemplo, de un modelo CAD.

15 La utilización de impresión 3D posibilita al fabricante obtener un modelo 3D completo de cualquier producto propuesto antes de preparar las herramientas, reduciendo por lo tanto, posiblemente de manera sustancial, el coste de las herramientas, y conduciendo ello a una mejor sincronización entre diseño y fabricación. También se puede obtener un producto de menor coste y mejor calidad.

20 Se han desarrollado varios sistemas para informatizar la impresión 3D. En la patente US No. 6.259.962 de los propietarios de la presente solicitud, se describe un aparato y un procedimiento para impresión de modelos 3D. La patente US N° 6.259.962 describe un aparato que incluye un cabezal de impresión que tiene una serie de toberas, un dispensador conectado al cabezal de impresión para dispensar selectivamente material de interfaz por capas y medios de curado para curar opcionalmente cada una de las capas depositadas. La profundidad de cada una de las capas depositadas es controlable al ajustar selectivamente la salida de cada una de la serie de toberas.

25 En la patente US N° 6.658.314 de los propietarios de la presente invención, se describe un aparato y un procedimiento para la impresión 3D de modelos. Dicha patente US N° 6.658.314 describe un sistema y un procedimiento para la impresión de modelos 3D complejos utilizando materiales de interfaz que tienen diferentes durezas o elasticidades y mezclando los materiales de interfaz de cada uno de los cabezales de impresión para controlar la dureza del material que forma el modelo 3D. Las capas de construcción del modelo se forman a partir de material de interfaz que tiene un diferente módulo de elasticidad (mayor dureza) que el material utilizado para formar las capas desprendibles (y de soporte), permitiendo de esta manera la formación de estructuras complejas.

35 Las tintas curables por radiación se dan a conocer en las patentes US N° 4.303.924, 5.889.084, y 5.270.368. La patente US N° 4.303.924 da a conocer composiciones curables por radiación para impresión por chorros de gotitas que contienen material insaturado etilénicamente, multifuncional, material insaturado etilénicamente monofuncional, un reactivo sinérgico, un tinte colorante y una sal soluble en aceite. La patente US N° 5.889.084 da a conocer una composición de tinta curable por radiación para impresión por chorro de tinta, que comprende un monómero u oligómero catiónicamente fotoreactivo de epoxi o de vinil éter, un fotoiniciador catiónico y un agente de coloración. La patente US N° 5.270.368 da a conocer una composición de tinta curable por UV para impresión por chorros de tinta, que comprende una formulación de resina que tiene, como mínimo, dos componentes de acrilato, un fotoiniciador y un soporte orgánico.

45 Las composiciones de tinta que se dan a conocer en estas referencias son formuladas para su utilización en la impresión por chorros de tinta. Las composiciones para impresión por chorros de tinta son formuladas de modo distinto para composiciones para la construcción de modelos 3D y, por lo tanto, tienen diferentes propiedades. Por ejemplo, la alta viscosidad a temperatura ambiente es una propiedad deseable para objetos 3D, y por lo tanto, las composiciones para la construcción de modelos 3D se diseñan para tener una elevada viscosidad a temperatura ambiente. Como contraste, composiciones para impresión por chorros de tinta son diseñadas de manera que tengan baja viscosidad a temperatura ambiente para funcionar satisfactoriamente en el proceso de impresión. Ninguna de las referencias mencionadas da a conocer composiciones especialmente formuladas para impresión en 3D.

50 Se dan a conocer tintas curables por radiación para objetos 3D en la patente US N° 5.705.316. La patente US N° 5.705.316 da a conocer compuestos que tienen, como mínimo, un grupo vinil éter, que también contienen en la molécula, como mínimo, otro grupo funcional, tal como un grupo epoxi o un grupo acrilato; composiciones que comprenden estos compuestos y procedimientos para la producción de objetos en 3D utilizando estas composiciones. Los compuestos del documento US N° 5.705.316 son moléculas complejas que no se encuentran fácilmente a disposición y, por lo tanto, requieren ser sintetizadas de manera especial, lo que produce costes y necesidad de tiempo adicionales.

55 Ninguna de las referencias anteriormente mencionadas facilita composiciones simples, curables, fácilmente obtenibles, que sean adecuadas para su utilización en impresión 3D. Además, las referencias antes mencionadas no dan a conocer composiciones para utilización en el soporte y/o liberación de un modelo 3D durante la construcción. Finalmente, las referencias anteriormente mencionadas no dan a conocer procedimientos para impresión 3D

utilizando materiales de interfaz que tienen diferentes dureza o elasticidad y mezclando el material de interfaz para controlar la dureza del material que forma el modelo 3D.

5 El documento WO 00/11092 da a conocer un material de modelado por depósito selectivo, que tiene una viscosidad menor de 30 mPas (centipoise) a 130°C.

10 Por lo tanto, existe la necesidad de conseguir composiciones curables, simples, fácilmente conseguibles, formuladas especialmente para la construcción de modelos 3D. Existe además la necesidad de composiciones curables, simples, obtenibles fácilmente, que sean formuladas de manera específica para soporte de un 3D al formar capas de soporte y/o liberación alrededor de un objeto 3D durante la construcción. Finalmente, existe necesidad de procedimientos de construcción de 3D utilizando las composiciones anteriormente mencionadas.

#### RESUMEN DE LA INVENCIÓN

15 La presente invención se refiere a composiciones a utilizar en la fabricación de objetos 3D. La presente invención se refiere además a composiciones para su utilización como soporte y/o material de liberación en la fabricación de dichos objetos 3D. En la presente descripción, se describe también un procedimiento para la preparación de un objeto 3D por impresión en 3D, y un objeto 3D obtenido por dicho procedimiento.

20 La presente invención da a conocer una composición adecuada para soporte en en construcción de un objeto tridimensional por un procedimiento de dispensación selectiva, comprendiendo dicha composición:

25 un componente reactivo, cuyo componente reactivo comprende un componente miscible en agua, que después de curado es capaz de hinchamiento en su exposición al agua, solución alcalina de agua, o una solución ácida de agua;

un fotoiniciador;  
un componente no reactivo y de baja toxicidad;  
un agente tensoactivo para reducir tensión superficial a unas 30 dinas/cm; y  
un estabilizante;

30 en el que dicha composición tiene una viscosidad superior a 50 cps a temperatura ambiente y una viscosidad inferior a 20 cps a una temperatura superior a 60°C.

35 La composición tiene una primera viscosidad por encima de 50 cps a temperatura ambiente, y una segunda viscosidad compatible con impresoras por chorros de tinta a una segunda temperatura, de manera que dicha segunda temperatura es más elevada que la temperatura ambiente.

40 El componente reactivo es, como mínimo, un componente acrílico, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter, o el componente reactivo es un componente miscible en agua que, después de curado, es capaz de hinchamiento en su exposición al agua o a una solución acuosa alcalina o ácida.

El componente reactivo puede ser un componente acrílico. El componente acrílico es un oligómero acrílico, un monómero acrílico o una combinación de ambos.

45 Además, en la presente invención, el componente reactivo comprende, como mínimo, un componente miscible en agua que, después de curado, es capaz de hinchamiento en su exposición al agua o a una solución acuosa alcalina o ácida. El componente miscible en agua es preferentemente un derivado, de un oligómero de uretano acrilado de polietilenglicol, un oligómero de polioliol parcialmente acrilado, un oligómero acrilado que tiene sustituyentes hidrofílicos, o cualquier combinación de los mismos. Los sustituyentes hidrofílicos son preferentemente sustituyentes ácidos, sustituyentes amino, sustituyentes hidroxilo o una combinación de los mismos.

50 Además, el componente reactivo puede comprender una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter.

55 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el componente no reactivo es polietilenglicol, metoxipolietilenglicol, glicerol, polioliol etoxilado, o propilenglicol.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el fotoiniciador es un fotoiniciador de radicales libres, un fotoiniciador catiónico, o una combinación de los mismos.

60 Además, la primera viscosidad de la composición puede superior a 80 cps, entre 80 y 300 cps, o de unos 200 cps.

Además, la segunda viscosidad de la composición es menor de 20 cps a una segunda temperatura, que es superior a 60°C. Preferentemente, la segunda viscosidad está comprendida entre 8 y 15 cps en la segunda temperatura, que es superior a 60°C. La segunda viscosidad puede ser aproximadamente de 11 cps a una temperatura de unos 85°C.

65 La composición puede ser utilizada en un procedimiento para la preparación de un objeto 3D por impresión 3D.

5 El procedimiento puede comprender la dispensación de un primer material de interfaz mediante un cabezal de impresión, comprendiendo el primer material de interfaz, como mínimo, un componente reactivo; como mínimo, un fotoiniciador; como mínimo, un agente tensoactivo; y como mínimo, un estabilizante; dispensando un segundo material de interfaz desde dicho cabezal de impresión, comprendiendo el segundo material de interfaz, como mínimo, un compuesto no reactivo de baja toxicidad; como mínimo, un agente tensoactivo; y como mínimo, un estabilizante; combinando el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz en proporciones predeterminadas para producir capas de construcción para formar el objeto 3D.

10 El componente reactivo del primer material de interfaz puede ser un componente acrílico, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes epoxi, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter, vinilpirrolidona, vinilcaprolactama o cualquier combinación de los mismos.

15 El componente reactivo del primer material de interfaz puede comprender un componente acrílico. El componente acrílico es un monómero acrílico, un oligómero acrílico, un reticulador acrílico o cualquier combinación de los mismos.

20 El componente reactivo del primer material de interfaz puede comprender un componente acrílico y además una molécula que tiene uno o varios sustituyentes epoxi, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter, vinilcaprolactama, vinilpirrolidona, o cualquier combinación de los mismos.

El componente reactivo del primer material de interfaz puede comprender un componente acrílico y vinilcaprolactama.

25 El componente reactivo del primer material de interfaz puede ser una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter.

El componente reactivo del primer material de interfaz puede ser una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de epoxi.

30 El componente reactivo del primer material de interfaz puede comprender una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de epoxi y una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter.

35 El componente reactivo del primer material de interfaz puede comprender además, como mínimo, un pigmento, y como mínimo, un dispersante. El pigmento es un pigmento blanco, un pigmento orgánico, un pigmento inorgánico, un pigmento de metal, o una combinación de los mismos. El primer material interfaz puede comprender además un tinte.

El procedimiento comprende además la etapa de curado de dicho primer material de interfaz.

40 El segundo material de interfaz comprende un componente reactivo y un fotoiniciador. El componente reactivo puede ser, como mínimo, uno de un componente acrílico, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter, o el componente reactivo es un componente miscible en agua que, después de curado, es capaz de hinchamiento en su exposición al agua o una solución acuosa alcalina o ácida.

45 El componente reactivo puede ser un componente acrílico. El componente acrílico puede ser un oligómero acrílico, un monómero acrílico, o una combinación de los mismos.

50 El componente reactivo puede comprender, como mínimo, un componente miscible en agua, que es, después de curado, capaz de hinchamiento en su exposición al agua o a una solución acuosa alcalina o ácida. El componente miscible en agua es preferentemente un derivado de oligómero de uretano acrilado de polietilenglicol, un oligómero de poliol parcialmente acrilado, un oligómero acrilado que tiene sustituyentes hidrofílicos, o una combinación de los mismos. Los sustituyentes hidrofílicos son preferentemente sustituyentes ácidos que tienen sustituyentes hidrofílicos o una combinación de los mismos. Los sustituyentes hidrofílicos son preferentemente sustituyentes ácidos, sustituyentes amino, sustituyentes hidroxilo o cualquier combinación de los mismos.

55 El componente reactivo del segundo material de interfaz puede comprender una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter.

60 El componente no reactivo puede ser polietilenglicol, metoxipolietilenglicol, glicerol, poliol etoxilado, o propilenglicol.

El fotoiniciador del primer material de interfaz y, opcionalmente, del segundo material de interfaz, puede ser un fotoiniciador de radiales libres, un fotoiniciador catiónico, o cualquier combinación de los mismos.

65 El procedimiento puede comprender además la etapa de curado del segundo material de interfaz.

El primer material de interfaz y el segundo material de interfaz pueden tener diferentes módulos de elasticidad y diferentes resistencias. El primer material de interfaz puede tener un módulo más elevado de elasticidad y mayor resistencia que el segundo material de interfaz.

5 El procedimiento puede comprender además la etapa de formar una serie de capas de soporte para soportar el objeto. Las capas de soporte pueden estar formadas combinando el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz en proporciones predeterminadas. Las capas de soporte pueden tener el mismo módulo de elasticidad y la misma resistencia que las capas de construcción. Las capas de soporte pueden tener un módulo de elasticidad más bajo y menor resistencia que las capas de construcción.

10 El procedimiento puede comprender además la etapa de combinar el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz en proporciones predeterminadas para formar múltiples capas de liberación para liberar las capas de soporte con respecto al objeto. Las capas de liberación pueden tener un módulo más bajo de elasticidad y una menor resistencia que las capas de construcción y las capas de soporte.

15 El primer material de interfaz y dicho segundo material de interfaz tienen cada uno de ellos una primera viscosidad a temperatura ambiente y una segunda viscosidad compatible con impresoras por chorros de tinta a una segunda temperatura, que puede ser igual o distinta, de manera que dicha segunda temperatura es mayor que la temperatura ambiente.

## 20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se comprenderá y se apreciará de manera más completa a partir de la descripción detallada siguiente, en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

25 La figura 1 es una vista esquemática de una realización del sistema de impresión 3D descrito en la patente US No. 6.658.314, propiedad de los propietarios de la presente solicitud; y

30 La figura 2 es una vista en alzado del objeto 3D, construido de acuerdo con una realización de la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PRESENTE INVENCION

35 La presente invención se refiere a composiciones a utilizar en la fabricación de objetos 3D y a composiciones a utilizar como material de soporte y/o liberación en la fabricación de objetos 3D. En la presente descripción, se comprende también un procedimiento para la preparación de un objeto 3D por impresión en 3D, utilizando las composiciones anteriormente mencionadas y a un objeto 3D obtenido por dicho procedimiento.

40 La composición a utilizar en la fabricación de los objetos 3D comprende, como mínimo, un componente reactivo, como mínimo un fotoiniciador, como mínimo, un agente tensoactivo y, como mínimo, un estabilizante. La composición es formulada de manera que sea compatible para su utilización con impresoras de chorros de tinta y para tener una viscosidad a temperatura ambiente por encima de 50 cps.

45 La composición a utilizar como material de soporte y/o segundo interfaz en la fabricación de objetos 3D comprende, como mínimo, un componente no reactivo y de baja toxicidad, como mínimo, un agente tensoactivo y, como mínimo, un estabilizante. La composición puede comprender además, como mínimo, un componente reactivo y, como mínimo, un fotoiniciador. La composición es formulada para que sea compatible para su utilización con impresoras de chorros de tinta y para tener una viscosidad a temperatura ambiente superior a 50 cps.

50 Las composiciones serán descritas en más detalle a continuación.

55 El objeto 3D de la presente invención puede ser construido utilizando un sistema de impresión 3D similar al descrito en la patente US 6.658.314 propiedad de los propietarios de la presente solicitud. El sistema de impresión 3D se muestra en la figura 1 a la que se hace referencia en este momento. La figura 1 es una ilustración de un sistema de impresora 3D, indicada de manera general con el numeral 10, que incluye uno o varios cabezales de impresión indicados con el numeral 12 y, como mínimo, dos dispensadores indicados de manera general con el numeral 14 y referenciados individualmente 14a y 14b, que contienen material de interfaz indicado de manera general con el numeral 16, individualmente referencias 16a y 16b, respectivamente.

60 El cabezal de impresión 12 tiene una serie de toberas de tipo chorros de tinta 18 a través de las que se proyectan materiales de interfaz 16a y 16b. En una realización, el primer dispensador 14a está conectado a un primer conjunto de toberas, referenciados 18a y un segundo dispensador 14b está conectado a un segundo conjunto de toberas referenciado 18b. De esta manera, el material de interfaz 16a es proyectado a través de las toberas 18a y un segundo material de interfaz 16b es proyectado a través de las toberas 18b. De manera alternativa, en otra realización (no mostrada) el sistema de impresión 3D puede comprender, como mínimo, dos cabezales de impresión. Como mínimo, el primer cabezal de impresión está conectado al primer dispensador 14a y es utilizado

para proyectar el primer material de interfaz 16a y el segundo cabezal de impresión está conectado al segundo dispensador 14b siendo utilizado para proyectar el segundo material de interfaz 16b.

5 El sistema 10 de impresión 3D comprende además un controlador 20, un sistema 22 de diseño ayudado por ordenador (CAD), una unidad de curado 24 y opcionalmente un aparato de posicionamiento 26. El controlador 20 está acoplado al sistema CAD 22, unidad de curado 24, aparato de posicionamiento 26, cabezal de impresión 12 y cada uno de los dispensadores 14.

10 El objeto 3D producido (28) es construido por capas, siendo controlable la profundidad de cada capa al ajustar selectivamente la salida de cada una de las toberas por chorros de tinta 18.

15 Al combinar o mezclar materiales de cada uno de los dispensadores, de manera que cada dispensador contiene material de interfaz que tiene diferente dureza, es posible ajustar y controlar la dureza del material que forma el objeto 3D que se produce. De este modo, al combinar el material de interfaz producido de cada uno de los dispensadores, se pueden producir diferentes piezas del objeto 3D que tienen diferente módulo de elasticidad y diferente resistencia.

20 Tal como se utiliza en esta descripción, el término "resistencia" es utilizado como término relativo para indicar la diferencia en módulo de elasticidad entre materiales de interfaz. La resistencia de un material se puede describir haciendo referencia a su módulo de elasticidad, que se define del modo siguiente: "proporción del esfuerzo a su correspondiente deformación en condiciones determinadas de carga, para materiales que se deforman elásticamente, de acuerdo con la ley de Hooke".

25 El primer dispensador 14 contiene un primer material de interfaz 16a al que se hace referencia a continuación como "primer material de interfaz" y el segundo dispensador 14b contiene un segundo material de interfaz 16b al que se hace referencia a continuación como "segundo material de interfaz". El primer material de interfaz tiene diferente módulo de elasticidad (mayor dureza) y mayor resistencia que el segundo material de interfaz. Combinando el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz se pueden producir diferentes capas del objeto 3D que tienen diferente módulo de elasticidad y diferente resistencia, tales como, por ejemplo, una capa de construcción, una capa de soporte y una capa de liberación, tal como se definen más adelante.

35 Por ejemplo, combinando el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz se forma una multiplicidad de capas de construcción, que se definen como capas que constituyen el objeto 3D. El término multiplicidad, tal como se utiliza a continuación, se refiere a un número que tiene un valor uno o superior.

Además, combinando el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz se forma una multiplicidad de capas de soporte, que se definen como capas que soportan el objeto 3D, y que no constituyen el objeto 3D.

40 Además, combinando el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz se forma una multiplicidad de capas de liberación que se definen como capas (no constituyentes del objeto 3D) para separar la capa del objeto 3D con respecto a capas tales como capas de soporte. Las capas de liberación tienen un módulo de elasticidad más bajo y una menor resistencia que las capas de construcción y las capas de soporte.

45 En un caso, las capas de soporte están diseñadas exactamente como capas de construcción y, por lo tanto, tienen el mismo módulo de elasticidad y la misma resistencia que las capas de construcción. De esta manera, las capas de construcción forman un núcleo y las capas de soporte tienen el aspecto de la impresión en negativo del núcleo. Las capas de liberación están dispuestas entre las capas de construcción y las capas de soporte y son utilizadas para separar las capas de construcción con respecto a las capas de soporte.

50 En otro caso, las capas de soporte tienen un módulo de elasticidad más bajo y menor resistencia que las capas de construcción. Las capas de soporte pueden estar separadas de las capas de construcción aprovechando la ventaja de sus características más débiles, tal como se explicará a continuación en detalle. De manera alternativa, las capas de soporte se pueden separar con respecto a las capas de construcción al posicionar capas de liberación entre las capas de construcción y las capas de soporte.

55 Para definir más claramente la presente invención, se hace referencia a continuación a la figura 2 que es un modelo 3D de una copa de vino indicada de modo general con el numeral 30. Este modelo 3D está impreso utilizando el sistema de impresora de tipo de chorros de tinta de la figura 1. Combinando el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz se forma una multiplicidad de capas de construcción 32 que constituyen la copa de vino 30.

60 Las capas de construcción 32 de la copa de vino 30 deben ser soportadas exteriormente, tal como en el área referenciada con el numeral 34. Además, se debe realizar un hueco interno indicado con el numeral 36, durante la impresión. De esta manera, una multiplicidad de capas de soporte 38 se imprime formadas por la combinación del primer material de interfaz y del segundo material de interfaz.

65

Además, la combinación del primer material de interfaz y del segundo material de interfaz forma una multiplicidad de capas de liberación 40. En una realización, las capas de liberación 40 están dispuestas entre las capas de construcción 32 y las capas de soporte 38. De modo general, las capas de liberación 40 tienen un módulo de elasticidad diferente (más bajo) que las capas de soporte 38 y las capas de construcción 32. De este modo, las capas de liberación 40 pueden ser utilizadas para separar capas de soporte 38 con respecto a las capas de construcción 32.

La presente invención, que se describirá a continuación de manera detallada, da a conocer composiciones adecuadas para su utilización como segundo material de interfaz.

El primer material de interfaz y el segundo material de interfaz están especialmente diseñados y formulados para constituir un objeto 3D utilizando impresión en 3D. De acuerdo con ello, el primer y segundo materiales de interfaz están diseñados para tener una viscosidad incrementada a temperatura ambiente, que se define aproximadamente de 20-30°C. Preferentemente, el primer y segundo materiales de interfaz tienen una viscosidad superior a 50 cps a temperatura ambiente, más preferentemente, entre 80 y 300 cps. En una realización preferente, el primer y segundo materiales de interfaz tienen una viscosidad de 300 cps a temperatura ambiente.

Además, el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz tienen una segunda viscosidad compatible con la impresión por chorros de tinta, a una segunda temperatura más elevada que la temperatura ambiente. Una composición compatible con impresión por chorros de tinta tiene una baja viscosidad, preferentemente por debajo de 20 cps a la temperatura de impresión, a efectos de funcionar de manera apropiada en un proceso de impresión. El primer material de interfaz y el segundo material de interfaz, cuando se calientan, tienen una viscosidad preferentemente por debajo de 20 cps, posibilitando la construcción del objeto 3D bajo la acción del calor. La temperatura utilizada típicamente para construir el modelo 3D de la presente invención es superior a 60°C, preferentemente unos 85°C. En una realización, el primer y segundo materiales de interfaz tienen una viscosidad de 8-15 cps a una temperatura superior a 60°C. En otra realización, el primer y segundo materiales de interfaz tienen una viscosidad de 11 cps a una temperatura de unos 85°C.

Al tener esta viscosidad, el primer y segundo materiales de interfaz se distinguen de formulaciones de la técnica anterior, diseñadas para impresión por chorro de tinta, que tienen baja viscosidad a temperatura ambiente, que es la temperatura a la que se lleva a cabo la impresión. La alta viscosidad a temperatura ambiente es una propiedad deseable para objetos 3D, una característica que no existe en las formulaciones de la técnica anterior.

#### PRIMER MATERIAL DE INTERFAZ (no reivindicado en la presente invención)

El primer material de interfaz está formulado para proporcionar, después del curado, un material sólido con propiedades mecánicas que permiten construcción y manipulación de modelos 3D. El primer material de interfaz comprende:

como mínimo, un componente reactivo;  
como mínimo, un fotoiniciador;  
como mínimo, un agente tensoactivo; y  
como mínimo, un estabilizante.

En un ejemplo, el componente reactivo es un componente acrílico, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes epoxi, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter, vinilpirrolidona, vinicaprolactama o cualquier combinación de los mismos. El componente acrílico es un monómero acrílico, un oligómero acrílico, un reticulador acrílico o cualquier combinación de los mismos.

Un monómero acrílico es una molécula monofuncional acrilada que puede ser, por ejemplo, ésteres de ácido acrílico y ácido metacrílico. Un ejemplo de un monómero acrílico para la presente invención es fenoxietil acrilato, comercializado por Sartomer con la marca SR-339. Otro ejemplo de un monómero acrílico es el comercializado por Sartomer con la marca SR-9003.

Un oligómero acrílico es una molécula polifuncional acrilada que puede ser, por ejemplo, poliésteres de ácido acrílico y de ácido metacrílico y un alcohol polihídrico, tal como poliácridatos y polimetacrilatos de trimetilolpropano, pentaeritritol, etilenglicol, propilenglicol y similares. Son ejemplos de oligómeros acrílicos las clases de acrilatos de uretano y metacrilatos de uretano. Los acrilatos de uretano son fabricados a partir de diisocianatos o poliisocianatos alifáticos o cicloalifáticos y ésteres de ácido acrílico que contienen hidróxido. Un ejemplo es un oligómero de uretano-acrilato comercializado por Cognis con la marca Photomer-6010.

Un reticulador acrílico es una molécula que proporciona reticulación incrementada. Son ejemplos de dichas retinas 1,4-butanediol dimetacrilato, 1,6-hexametilenglicol diacrilato, neopentilglicol dimetacrilato, trimetilol propano trimetacrilato, pentaeritritol triacrilato, pentaeritritol trimetacrilato trietilenglicol triacrilato, trietilenglicol trimetacrilato y similares. Un ejemplo de un reticulador acrílico para la presente invención es trimetilol propano

tiacrilato, comercializado por Sartomer con la marca DR-351. Otro ejemplo de reticulador es UVM-45, comercializado por CRODA.

El componente reactivo del primer material de interfaz puede ser también una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter. Son adecuados los monómeros convencionales de vinil éter y los oligómeros que tienen, como mínimo, un grupo vinil éter. Son ejemplos de vinil éteres etil vinil éter, propil vinil éter, isobutil vinil éter, ciclohexil vinil éter, 2-etilhexil vinil éter, butil vinil éter, etilenglicol monovinil éter, dietilenglicol divinil éter, butano diol divinil éter, hexan diol divinil éter, ciclohexano dimetanol monovinil éter y similares. Un ejemplo de un vinil éter para la presente invención es 1,4-ciclohexano dimetanol divinil éter, comercializado por ISP con la marca CHVE.

El componente reactivo del primer material de interfaz puede ser también una molécula que tiene uno o varios sustituyentes epoxi. Son preferentes los monómeros epoxi convencionales y oligómeros que tienen, como mínimo, una fracción oxirano. Se dan a conocer moléculas apropiadas que contienen epoxi en la siguiente tabla 1:

Tabla 1: Ejemplos de componentes epoxi que contienen reactivo

Marca	Tipo de material	Suministrador
ERL-4299 ó UVR-6128	Adipato Bis-(3,4 ciclohexilmetil)	Union Carbide
UVR-6105 y UVR-6110	3,4-epoxi ciclohexilmetil-3,4-epoxiciclohexil carboxilato	Union Carbide
D.E.R 732	Epoxi alifático, éter poliglicol diglicídilo	Dow chemicals
Vinilciclohexeno monóxido	1,2 epoxi-4-vinilciclohexano	Union Carbide
D.E.N. 431	Resina de epoxi novolac	Dow chemicals
UVR-6216	1,2-epoxi hexadecano	Union Carbide
UVI-6100	Diluyente epóxido cicloalifático	Union Carbide
Vikoflex 7170	Aceite de soja completamente epoxilado	Elf Atochem, INC.
ERL-4221D	3,4-epoxi ciclohexilmetil 3,4-epoxi ciclohexano carboxilato	Union Carbide

El componente reactivo del primer material de interfaz puede comprender cualquier combinación de un componente acrílico, tal como se ha definido en lo anterior, una molécula que tenga uno o varios sustituyentes epoxi, tal como se ha definido en lo anterior, una molécula que tenga uno o varios sustituyentes vinil éter, tal como se ha definido en lo anterior, vinilcaprolactama y vinilpirrolidona.

En un ejemplo, el componente reactivo del primer material de interfaz comprende un monómero acrílico, un oligómero acrílico, un reticulador acrílico y vinilcaprolactama. En otro ejemplo, el componente reactivo comprende un componente acrílico, tal como se ha definido anteriormente y una molécula que tiene uno o varios sustituyentes epoxi, tal como se ha definido anteriormente. En otro ejemplo, el componente reactivo del primer material de interfaz comprende un componente acrílico, tal como se ha definido anteriormente y una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter, tal como se ha definido anteriormente. En otro ejemplo, el componente reactivo del primer material de interfaz comprende una molécula que tiene uno o varios sustituyentes vinil éter, tal como se ha definido anteriormente y una molécula que tiene uno o varios sustituyentes epoxi, tal como se ha definido anteriormente.

El fotoiniciador del primer material de interfaz y el segundo material de interfaz puede ser el mismo o diferentes y es un fotoiniciador de radicales libres, un fotoiniciador catiónico o una combinación de los mismos.

El fotoiniciador de radicales libres puede ser cualquier compuesto que produce un radical libre en su exposición a la radiación, tal como radiación ultravioleta o radiación visible y de este modo inicia una reacción de polimerización. Se incluyen entre los ejemplos de fotoiniciadores adecuados las benzofenonas (cetonas aromáticas) tal como benzofenona, metilbenzofenona, cetona de Michler y xantonas; fotoiniciadores de tipo óxido de acilfosfino, tales como óxido de 2,4,6-trimetilbenzolidifenil fosfino (TMPO), óxido de 2,4,6-trimetilbenzoiletoxifenil fosfino (TEPO), y óxidos de bisacilfosfino (BAPO); benzoínas y alquil éteres de benzoína tales como benzoína, benzoína metil éter y benzoína isopropil éter y similares. Son ejemplos de fotoiniciadores la alfa-amino cetona comercializada por Ciba Specialties Chemicals Inc. (Ciba) con la marca Irgacure 907 y óxido de bisacilfosfino (BAPO), comercializado por Ciba con la marca I-819.

El fotoiniciador de radicales libres puede ser utilizado solo o en combinación con un co-iniciador. Los co-iniciadores son utilizados con iniciadores que necesitan una sola molécula para producir un radical que es activo en los sistemas UV. La benzofenona es un ejemplo de fotoiniciador que requiere una segunda molécula, tal como una amina, para producir un radical reactivo. Después de absorber la radiación, la benzofenona reacciona con una amina ternaria por abstracción de hidrógeno para generar un alfa-amino radical que inicia la polimerización de acrilatos. Un

ejemplo de una clase de co-iniciadores son las alcanolaminas tal como trietilamina, metildietanolamina y trietanolamina.

5 Se incluyen entre los iniciadores fotocatiónicos que forman ácidos apróticos o ácidos de Bronstead en la exposición a radiación ultravioleta y/o luz visible suficiente para iniciar la polimerización. El fotoiniciador utilizado puede ser un compuesto único, como una mezcla de dos o más compuestos activos o una combinación de dos o más compuestos diferentes, es decir, coiniciadores. Son ejemplos de fotoiniciadores catiónicos adecuados las sales de arildiazonio, sales de diarilodonio, sales de triarilsulfonio, sales de triarilselenonio, y similares. Un fotoiniciador catiónico preferente para la presente invención es una mezcla de sales de hexafloruroantimonato de triarilsulfonio o sulfonio comercializado por Union Carbide por la marca UVI-6974.

10 Otros componentes del primer material de interfaz y del segundo material de interfaz son agentes tensoactivos e inhibidores (estabilizadores térmicos). Se utiliza un agente tensoactivo para reducir la tensión superficial de la formulación al valor requerido para la proyección que típicamente es de 30 dinas/cm. Un ejemplo de un agente tensoactivo para la presente invención es un aditivo superficial de silicona, comercializado por Byk Chemie con la marca Byk 307. Se utilizan inhibidores en las formulaciones del primer material de interfaz y del segundo material de interfaz para permitir la utilización de la formulación a elevada temperatura, preferentemente unos 85°C sin provocar polimerización térmica.

15 En un ejemplo, el primer material de interfaz comprende además, como mínimo, un pigmento y como mínimo un dispersante. El pigmento es un pigmento blanco, un pigmento orgánico, un pigmento inorgánico, un pigmento metálico, o una combinación de los mismos. Un ejemplo de pigmento blanco de la presente invención es dióxido de titanio tratado orgánico, comercializado por Kemira Pigments con la marca UV TITAN M160 VEG. Un ejemplo de un pigmento orgánico para la presente invención es un pigmento orgánico comercializado por Elementis Especialties con la marca Tint Aid PC 9703. Ejemplos de dispersantes para la presente invención son dispersantes que comprenden un copolímero con grupos ácidos, comercializados por Byk Chemie con la marca Disperbyk 110, y un dispersante que comprende un copolímero bloque de alto peso molecular con grupos de pigmentos afínicos, comercializados por Byk Chemie con la marca Disperbyk 163.

20 Además, se pueden utilizar combinaciones de pigmentos blancos y colorantes para preparar las resinas con color. En estas combinaciones, los pigmentos blancos tienen una doble función: 1) impartir opacidad y 2) proteger el colorante contra la radiación UV para impedir el blanqueo de la resina. De este modo, el primer material de interfaz puede comprender además un colorante. El colorante es escogido de manera que no interfiera con la eficiencia del curado de la formulación del primer material de interfaz. El colorante puede ser cualquiera entre una amplia clase de colorantes solubles en disolvente. Algunos ejemplos son colorantes azo tales como, amarillo, naranja, marrón y rojo; colorantes de antraquinona y triarilmetano, que son verdes y azules; y colorante de azina, que es negro. Un ejemplo de un colorante para la presente invención es el Solvent Red 127, comercializado por Spectra Colors Corp. con la marca Spectrasol RED BLG.

25 Las proporciones relativas de los diferentes componentes del primer material de interfaz pueden variar. En una realización, el primer material de interfaz comprende los siguientes componentes: 50% de oligómeros acrílicos, 30% de monómeros acrílicos, 15% de reticulante acrílico, 2% de fotoiniciador, agente tensoactivo, pigmentos, dispersantes y estabilizantes.

30 Se facilitan ejemplos de formulaciones preferentes del primer material de interfaz a continuación en las tablas 2-4, a los que se hace referencia en este punto. Las tablas 2 y 3 muestran ejemplos de posibles formulaciones del primer material de interfaz. La tabla 4 muestra ejemplos de formulaciones de color que comprenden pigmentos dispersantes y colorantes, tal como se ha definido anteriormente. A cualquiera de los ejemplos de las tablas 2 y 3 se puede añadir la combinación de colores de la tabla 4.

50

Tabla 2: Ejemplos de formulación característica de componentes de primer material de interfaz

#	Nombre comercial	Tipo químico	Función en la formulación	Proveedor
A	Photomer-6010	Oligómero de acrilato de uretano	Oligómero	Cognis
B	SR-339	Fenoxi etil acrilato	Monómero	Sartomer
C	SR-351	Trimetilol propano triacrilato	Reticulante	Sartomer
D	Irgacure 907	Alfa-Amino cetona	Fotoiniciador radical libre	Ciba Specialties Chemical Inc.
E	BP	Benzofenona	Fotoiniciador radical libre	Sartomer
F	Trietanol Amina	Amina ternaria	Coiniciador radical libre	Sigma
G	Byk 307	Aditivo tensoactivo de silicona	Agente tensoactivo	Byk Chemie

H	MEHQ	4-Metoxi fenol	Inhibidor	Sigma
I	Cyracure UVR-6110	3,4 Epoxiciclohexilmetil-3,4-epoxiciclohexilcarboxilato	Oligómero epoxi	Union Carbide
J	UVI-6974	Sales mezcladas de triarilsulfonio hexafluoroantimonato	Fotoiniciador catiónico	Union Carbide
K	CHVE	1,4-cidohexano dimetanol divinil éter	Monómero vinil éter	ISP
L	UV TITAN M160 VEG	Dióxido de titanio tratado orgánicamente	Pigmento blanco	KEMIRA PIGMENT S
M	Disperbyk 110	Copolímero con grupos ácidos	Dispersante de pigmento	Byk Chemie
N	Spectrasol RED BLG	Rojo disolvente 127	Tinte	Spectra Colors Corp.
O	Tint Aid PC 9703	Pigmento orgánico	Pigmento orgánico	Elementis Specialties
P	Disperbyk 163	Copolímero bloque de alto peso molecular con grupos afines a pigmentos	Dispersante de pigmento	Byk Chemie
Q	V-Cap	Vinilcaprolactama	Monómero	ISP
R	V-Pyrol	Vinilpirrolidona	Monómero	ISP

Tabla 3: Ejemplos de formulación posibles de componentes de primer material de interfaz

Ejemplo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Q	R
1	X	X	X	X			X	X					
2	X	X		X			X	X					
3	X		X	X			X	X					
4		X	X	X			X	X					
5	X	X	X		X	X	X	X					
6	X	X			X	X	X	X					
7	X		X		X	X	X	X					
8		X	X		X	X	X	X					
9	X		X	X			X	X				X	
10	X		X		X	X	X	X				X	
11							X	X	X	X	X		
12		X	X	X			X	X	X	X			
13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
14	X	X	X	X			X	X				X	
15	X	X	X	X			X	X					X

Tabla 4: Ejemplos de formulaciones con color de primer material de interfaz

5

Ejemplo	L	M	N	O	P
16	X	X	X		
17	X	X			
18				X	X
19				X	X
20			X	X	X

Una formulación especialmente preferente del primer material de interfaz se presenta en la posición No. 14 de la tabla No. 3. De acuerdo con este ejemplo, especialmente preferente, el primer material de interfaz comprende un oligómero acrílico, que puede ser un oligómero acrílico tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente un oligómero de acrilato de uretano,  
 un monómero acrílico, que puede ser un monómero acrílico, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente fenoxietilacrilato;  
 un reticulante acrílico, que puede ser cualquier reticulante acrílico, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente trimetilolpropano triaquilato;  
 un fotoiniciador radical, que puede ser cualquier fotoiniciador radical, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente alfa-aminocetona;  
 un agente tensoactivo, que es preferentemente un tensoactivo de silicona:

10

15

un inhibidor, que es preferentemente 4-metoxifenol; y  
vinilcaprolactama.

## SEGUNDO MATERIAL DE INTERFAZ

El segundo material de interfaz está formulado para formar una capa de liberación para permitir una limpieza manual fácil del modelo 3D de su soporte. El segundo material de interfaz puede ser un material de dos tipos en principio distintos: 1) un material líquido que carece de grupos curables que permanece líquido incluso después de curado. En una realización, el líquido es miscible en agua y es arrastrado fácilmente por agua; y 2) un material sólido que es formulado como material curable de forma muy débil, que, cuando se efectúa el curado, es capaz de hincharse en agua o en una solución acuosa alcalina o ácida. De este modo, una vez curado, el segundo material de interfaz se hincha y casi se fractura en la exposición al agua, requiriendo un trabajo manual mínimo. En ambos casos, el segundo material de interfaz es formulado para permitir una eliminación rápida, fácil y eficiente del segundo material de interfaz, y la limpieza del modelo 3D de su soporte.

El segundo material de interfaz de la presente invención comprende:

una composición adecuada para soporte en la construcción de un objeto tridimensional por un procedimiento de dispensación selectiva, cuyo compuesto comprende:

un componente reactivo, cuyo componente reactivo comprende un componente miscible en agua, que después de curado es capaz de hincharse en la exposición al agua, una solución alcalina acuosa o una solución ácida acuosa;  
un fotoiniciador;  
un componente no reactivo y de baja toxicidad;  
un agente tensoactivo para reducir la tensión superficial aproximadamente a 30 mN/m (30 dinas/cm), y  
un estabilizante;  
en el que dicha composición tiene una viscosidad superior a 50 mPas (50 cps) a temperatura ambiente, y una viscosidad inferior a 20 mPas (20 cps) a una temperatura superior a 60°C.

El componente no reactivo del segundo material de interfaz es un compuesto no reactivo y de baja toxicidad, preferentemente miscible en agua. El componente no reactivo es escogido para incrementar la proporción de hinchamiento en agua y para reducir el esfuerzo mecánico del segundo material de interfaz. Es deseable una elevada proporción de difusión de agua, a efectos de minimizar el tiempo necesario para el proceso de limpieza con agua del modelo 3D. Son ejemplos de los componentes no reactivos para la presente invención, el polietilenglicol, utilizado por Aldrich con la marca PEG 400, metoxipolietilenglicol, utilizado por Aldrich bajo la marca Metoxicarbowax 500 y 1000, y propilenglicol. Otros ejemplos son polioles etoxilados y glicerol.

El segundo material de interfaz es formulado como composición curable que es capaz de solidificación en el curado. Los componentes reactivos pueden ser similares a los utilizados en el primer material de interfaz, pero son escogidos específicamente para proporcionar una resina hidrofílica curada con características mecánicas muy débiles. Por lo tanto, en el curado, se forma una composición sólida que es muy débil y puede ser pulverizada fácilmente a mano o usando agua.

El componente reactivo es, como mínimo, un componente acrílico, una molécula que tiene uno o varios sustituyentes de vinil éter o un componente miscible en agua que, después de curado, es capaz de hinchamiento en la exposición al agua o a una solución acuosa alcalina o ácida.

El componente acrílico es un monómero acrílico o un oligómero acrílico, y puede ser cualquiera de los ejemplos definidos anteriormente. Son ejemplos de componentes acrílicos a utilizar en el segundo material de interfaz de la presente invención, polietilenglicol monoacrilato, comercializado por Laporte con la marca Bisomer PEA6, y polietilenglicol diacrilato, comercializado por Sartomer con la marca SR-610, metoxipolietilenglicol 550 monometacrilato, y similares.

El componente reactivo del segundo material de interfaz puede ser también un componente miscible en agua que, después de curado, es capaz de hinchamiento en la exposición al agua o a una solución acuosa alcalina o ácida. Son ejemplos de componentes miscibles en agua de la presente invención, un oligómero de uretano acrilado, derivado de polietilenglicol-polienglicol uretano diacrilato, un oligómero de polioliol parcialmente acrilado, un oligómero acrilado que tiene sustituyentes hidrofílicos o cualquier combinación de los mismos. Los sustituyentes hidrofílicos son sustituyentes ácidos, sustituyentes amino, sustituyentes hidroxilo, o cualquier combinación de los mismos. Un ejemplo de un monómero acrilado con sustituyentes hidrofílicos, es el beta-carboxietil acrilato, que contiene sustituyentes ácidos.

El componente reactivo del segundo material de interfaz puede ser también una molécula que tiene uno o varios sustituyentes vinil éter, que puede ser cualquiera de los compuestos definidos anteriormente. Un ejemplo de vinil éter para el segundo material de interfaz es 1,4-ciclohexano dimetanol divinil éter, comercializado por ISP con la marca CHVE.

El componente reactivo del segundo material de interfaz puede ser un oligómero acrílico. El componente reactivo del segundo material de interfaz puede ser una combinación de un componente acrílico, tal como se ha definido anteriormente y un componente miscible en agua, tal como se ha definido anteriormente. En otra realización, el componente reactivo de la presente invención es una combinación de un componente acrílico, tal como se ha definido anteriormente, y una molécula que tiene uno o varios sustituyentes vinil éter, tal como se han definido anteriormente. El componente reactivo puede ser una combinación de componentes miscibles en agua, tal como se han definido anteriormente, y una molécula que tiene uno o varios sustituyentes vinil éter, tal como se ha definido anteriormente.

El fotoiniciador puede ser cualquier fotoiniciador, tal como se ha definido anteriormente.

Además de hinchamiento, otra característica del soporte sólido en la exposición al agua o a una solución acuosa alcalina o ácida, puede ser la capacidad de descomponerse durante la exposición al agua, o a una solución acuosa alcalina o ácida. Dado que el segundo material de interfaz está realizado en componentes hidrofílicos, durante el proceso de hinchamiento aparecen fuerzas internas que provocan fracturas y descomposición del segundo material de interfaz curado.

Además, el segundo material de interfaz puede ser, como mínimo, parcialmente soluble en agua. Por lo menos una parte del segundo material de interfaz, es completamente soluble/miscible en agua. Durante la eliminación de la capa de soporte y/o de liberación, los componentes solubles/miscibles en agua son extraídos con agua.

Además, en una realización, el segundo material de interfaz libera burbujas en la exposición al agua o a una solución acuosa alcalina o ácida. Las burbujas están destinadas a ayudar en el proceso de eliminación de las capas de soporte y/o de liberación con respecto a las capas de construcción.

En una realización, las burbujas pueden ser liberadas por una sustancia liberadora de burbujas (BRS) que se encuentra presente en la solución acuosa utilizada para limpiar el objeto 3D. Esta sustancia puede ser un carbonato o bicarbonato, por ejemplo, bicarbonato sódico (SBC). Durante el proceso de hinchamiento, por lo menos una parte del SBC es introducida o absorbida en el segundo material de interfaz, de manera que se transforma en dióxido de carbono gaseoso (CO<sub>2</sub>), y una sal soluble en agua. El iniciador para la producción de CO<sub>2</sub> puede ser una reacción del SBC con una funcionalidad de ácido presente en el segundo material de interfaz. Esta funcionalidad de ácido puede ser introducida como parte del segundo material de interfaz o se puede introducir más adelante, después de curado, utilizando una solución acuosa ácida. Por ejemplo, la primera etapa puede ser, poner el objeto 3D con su soporte en una solución acuosa que contiene un SBC, a continuación, colocar el mismo objeto en una solución ácida. El ácido empezará a descomponer el SBC y el gas producto (burbujas).

En otra realización, la sustancia que libera gas se encuentra ya presente en la formulación del segundo material de interfaz. Por ejemplo, el segundo material de interfaz puede contener carbonato cálcico en forma de pigmento sólido. En este caso, el iniciador es la introducción del segundo material de interfaz en una solución acuosa ácida o en agua.

Debe ser evidente que un BRS no está limitado a un bicarbonato sódico o carbonato cálcico y una solución acuosa ácida. Se pueden utilizar otros reactivos químicos, y reacciones para conseguir el mismo resultado, es decir, la producción de burbujas dentro de la matriz del segundo material de interfaz. Por ejemplo, el SBC puede ser un carbonato o bicarbonato de cualquier metal alcalino o alcalino férreo.

Se facilitan ejemplos de formulaciones preferentes del segundo material de interfaz a continuación en la tabla 5 y tabla 6, a las cuales se hará referencia a continuación. Las tablas 5 y 6 muestran diferentes formulaciones adecuadas para su utilización como segundo material de interfaz.

Tabla 5: Ejemplos de formulación característica de componentes de segundo material de interfaz

#	Nombre comercial	Tipo químico	Función en la formulación	Proveedor
A	SR-610	Polietilenglicol (600) Diacrilato	Oligómero	Sartomer
B	Bisomer PEA6	Polietilenglicol monoacrilato	Oligómero sensible al hinchamiento al agua	Laport
C	PEG 400	Polietilenglicol 400	Polímero (hidrofílico y plastificante)	Aldrich

D	Irgacure 907	Alfa-Amino cetona	Fotoiniciador de radicales libres de Tipo I	Ciba Specialties Chemical Inc.
E	BP	Benzofenona	Fotoiniciador de radicales libres de Tipo I	Satomer
F	Trietanol Amina	Amina ternaria	Co-iniciador radicales libres de tipo II fotoiniciador	Aldrich
G	Byk 307	Aditivo tensoactivo de silicona	Agente de superficie	Byk Chemie
H	MEHQ	4-Metoxifenol	Inhibidor (estabilizador térmico)	Sigma
I	PEG UA	Polietilenglicol uretano diacrilato	Oligómero sensible al hinchamiento al agua	Home made
J	AP	Acrilato Polioliol parcialmente	Oligómero sensible al hinchamiento al agua	Home made
K	Betha-CEA	Acrilato Beta-carboxietil	Monómero ácido	
M	CHVE	1,4-Ciclohexano dimetanol divinil éter	Monómero Vinil éter	ISP
N	Tone Polioliol 0301	Caprolactona polioliol	Polioliol (plastificante)	Union Carbide
P	Cera metoxicarbo 500 y 1000	Metoxipoli(etileno glicol	Polímero (hidrofílico y plastificante)	

Tabla 6: Ejemplos de formulaciones con color de segundo material de interfaz

Ejemplo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	X		X	X			X	X						
2	X		X		X	X	X	X						
3		X	X	X			X	X						
4		X	X		X	X	X	X						
5	X	X	X	X			X	X						
6	X	X	X		X	X	X	X						
7			X				X	X	X					
8			X	X			X	X		X				
9		X	X	X			X	X			X			
10		X	X				X	X				X		
11			X	X			X	X						
12	X			X			X	X				X	X	
13		X		X			X	X		X				X
14		X	X	X	X	X	X	X		X	X			X

5

Una formulación especialmente preferente del segundo material de interfaz se presenta en la posición N° 3 de la tabla 6. De acuerdo con esta realización especialmente preferente de la presente invención, el segundo material de interfaz comprende:

- 10 un oligómero que se hincha en agua, que puede ser cualquier oligómero que se hincha en agua, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente polietilenglicol monoacrilato;
- un componente no reactivo que puede ser cualquier componente no reactivo, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente polietilenglicol;
- 15 un radical fotoiniciador que puede ser cualquier radical fotoiniciador, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente alfa-amino acetona;
- un agente tensoactivo que preferentemente es un aditivo superficial de silicona; y
- un inhibidor que es preferentemente 4-metoxifenol.

Otra formulación particularmente preferente del segundo material de interfaz se presenta en la posición N° 4 de la tabla 6. De acuerdo con esta realización especialmente preferente de la presente invención, el segundo material de interfaz comprende:

- 5 un oligómero que se hincha en agua, que puede ser cualquier oligómero que se hincha en agua, tal como se ha definido anteriormente y que es preferentemente polietilenglicol monoacrilato;
- un componente no reactivo que puede ser cualquier componente no reactivo, tal como se ha definido anteriormente y que es preferentemente polietilenglicol;
- 10 un radical fotoiniciador que puede ser cualquier radical fotoiniciador, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente benzofenona;
- un co-iniciador que puede ser cualquier co-iniciador, tal como se ha definido anteriormente, y que es preferentemente trietanol amina;
- un agente tensoactivo que es, preferentemente, un aditivo superficial de silicona; y
- un inhibidor que es, preferentemente 4-metoxifenol.

15 El primer material de interfaz y el segundo material de interfaz son adecuados para su utilización en un procedimiento de impresión 3D que se describe en la patente US 6.658.314 propiedad de la misma propietaria de la presente solicitud y que se incorpora a la actual a título de referencia.

De forma breve, el procedimiento comprende:

- 20 un primer material de interfaz desde un cabezal de impresión;
- dispensación de un segundo material de interfaz desde dicho cabezal de impresión; y
- combinar el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz en proporciones predeterminadas para producir una multiplicidad de capas de construcción para formar el modelo tridimensional.

25 El procedimiento puede comprender además la etapa de curado del primer material de interfaz. Además, cuando el segundo material de interfaz comprende componente reactivo, el procedimiento puede comprender además la etapa de curado del segundo material de interfaz. El curado puede ser llevado a cabo tal como se describe en la patente US 6.658.314. Por ejemplo, el procedimiento de curado es por radiación, tal como radiación ultravioleta UV y/o visible (Vis) y/o infrarrojos (IR) y/o radiación UV-Vis. Preferentemente, el procedimiento de curado es radiación UV-Vis.

35 En funcionamiento, a efectos de obtener capas de diferente módulo de elasticidad y diferente resistencia, el primer material de interfaz y el segundo material de interfaz se combinan en proporciones predeterminadas. Por ejemplo, a efectos de obtener capas que tienen un módulo de elasticidad más elevado y mayor resistencia, tal como las capas de construcción, se utiliza una combinación adecuada que contiene principalmente el primer material de interfaz. Además, a efectos de obtener capas que tienen un módulo de elasticidad más reducido y menor resistencia, tal como las capas de liberación, se utiliza una combinación adecuada que comprende, principalmente el segundo material de interfaz.

40 A título de ejemplo, para producir las capas de construcción y/o las capas de soporte, se utiliza una combinación que incluye 90-100% del primer material de interfaz y 0-10% del segundo material de interfaz. Además, a efectos de producir las capas de liberación, se utiliza una combinación que incluye 0-10% del primer material de interfaz y 90-100% del segundo material de interfaz. En otra realización, a efectos de producir capas de soporte que tienen un módulo más reducido de elasticidad y menor resistencia que las capas de construcción, se utiliza una combinación que incluye 30-70% del primer material de interfaz y 70-30% del segundo material de interfaz.

50 Por lo tanto, se produce un objeto 3D formado por un núcleo que consiste en una multiplicidad de capas de construcción. Las capas de construcción están formadas combinando proporciones predeterminadas del primer material de interfaz y el segundo material de interfaz.

55 El objeto 3D puede comprender además una multiplicidad de capas de soporte para soportar el núcleo. Las capas de soporte son preparadas combinando proporciones predeterminadas del primer material de interfaz y el segundo material de interfaz. Las capas de soporte pueden ser diseñadas exactamente igual que las capas de construcción, pueden ser diseñadas para que sean más débiles (módulo de elasticidad más bajo) que las capas de construcción.

60 El objeto 3D puede comprender además una multiplicidad de capas de liberación para liberar las capas de soporte con respecto a las capas de construcción. Preferentemente, las capas de liberación están dispuestas entre las capas de soporte y las capas de construcción. Las capas de liberación son preparadas combinando proporciones predeterminadas del primer material de interfaz y del segundo material de interfaz.

65 Se observará por los técnicos en la materia, que la presente invención no está limitada por lo que se ha mostrado y descrito específicamente en lo anterior, y que existen numerosas modificaciones que caen dentro del alcance de la presente invención. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones siguientes:

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Composición adecuada para soporte en la construcción de un objeto tridimensional por un procedimiento de dispensación selectiva, cuya composición comprende:
- un componente reactivo, cuyo componente reactivo comprende un componente soluble en agua que después de curado es capaz de hinchamiento cuando tiene lugar su exposición al agua, una solución acuosa alcalina, o una solución acuosa ácida;
- un fotoiniciador;
- 10 un componente no reactivo y de baja toxicidad;
- un agente con actividad superficial, para reducir la tensión superficial aproximadamente a 30 mN/m (30 dinas/cm), y un estabilizante;
- en el que dicha composición tiene una viscosidad superior a 50 mPas (50 cps) a temperatura ambiente y una viscosidad inferior a 20 mPas (20 cps) a una temperatura superior a 60°C.
- 15 2. Composición, según la reivindicación 1, en la que dicho componente miscible en agua es un oligómero de uretano acrilado derivado de polietilenglicol, un oligómero de poliol parcialmente acrilado, un oligómero acrilado que tiene sustituyentes hidrofílicos, o una combinación de los mismos.
- 20 3. Composición, según la reivindicación 2, en la que dichos sustituyentes hidrofílicos son sustituyentes ácidos, sustituyentes amino, sustituyentes hidroxí, o cualquier combinación de los mismos.
4. Composición, según la reivindicación 1, en la que dicho fotoiniciador es un fotoiniciador de radicales libres, un fotoiniciador catiónico, o una combinación de los mismos.
- 25 5. Composición, según la reivindicación 1, en la que dicho componente no reactivo es polietilenglicol, metoxipolietilenglicol, glicerol, poliol etoxilado, o propilenglicol.
- 30 6. Composición, según la reivindicación 1, en la que la composición es una composición curable capaz de solidificación en el curado.
7. Composición, según la reivindicación 1, que comprende además una sustancia liberadora de burbujas, capaz de producir gas en la exposición a una solución de agua, solución acuosa alcalina o solución acuosa ácida.
- 35 8. Composición, según la reivindicación 7, en la que dicha sustancia liberadora de burbujas es bicarbonato sódico, carbonato cálcico, o una combinación de los mismos.
9. Composición, según la reivindicación 1, en la que después de curado, dicha composición es por lo menos parcialmente soluble en agua.
- 40 10. Composición, según la reivindicación 1, en la que después de curado, un material sólido formulado como material curable débil es capaz de romperse por exposición al agua.
- 45 11. Composición, según la reivindicación 1, en la que después del curado, se formula una composición sólida que puede ser fácilmente pulverizada a mano o utilizando agua.
12. Composición sólida formada por curado de la composición de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

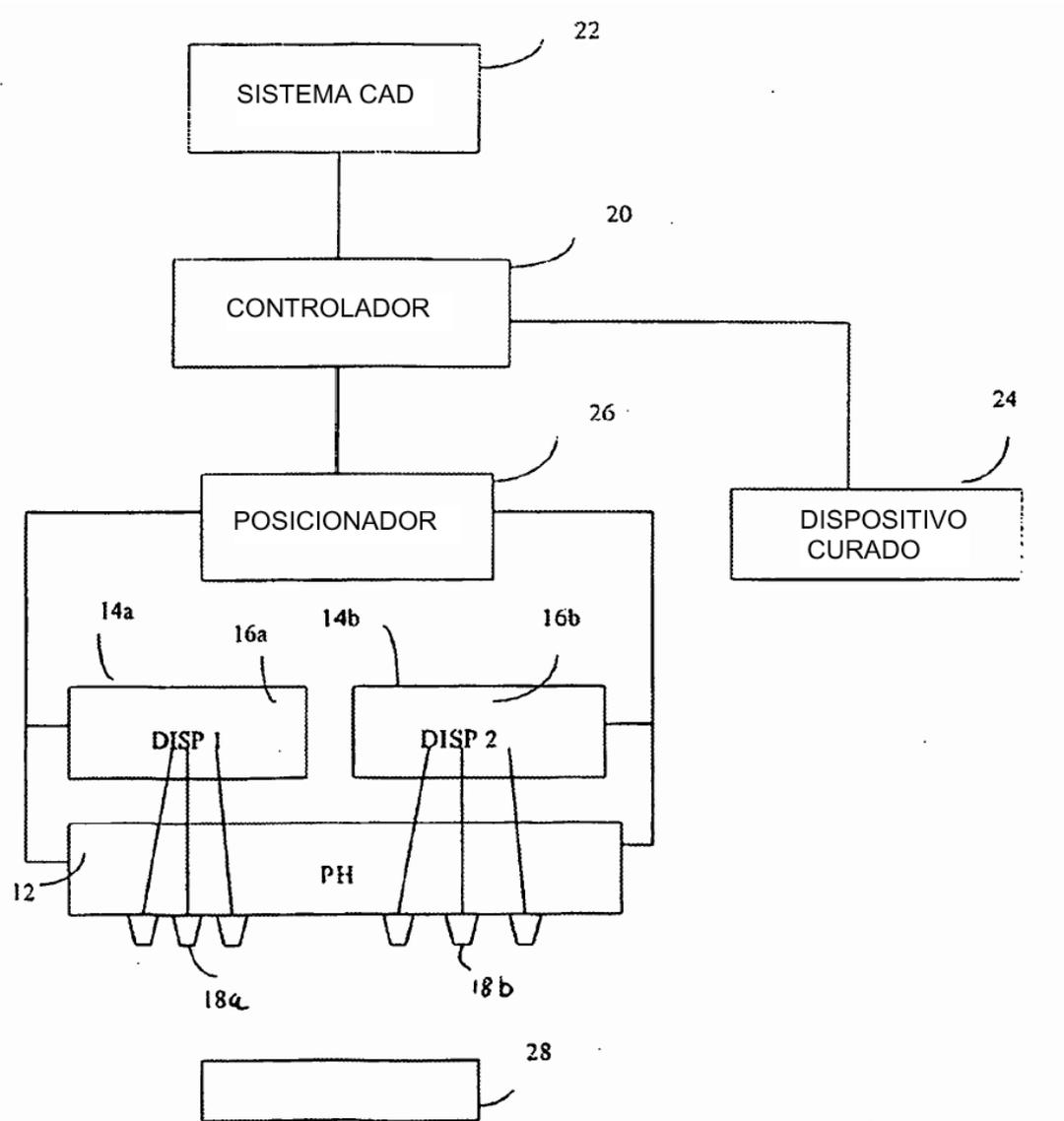


Fig 1

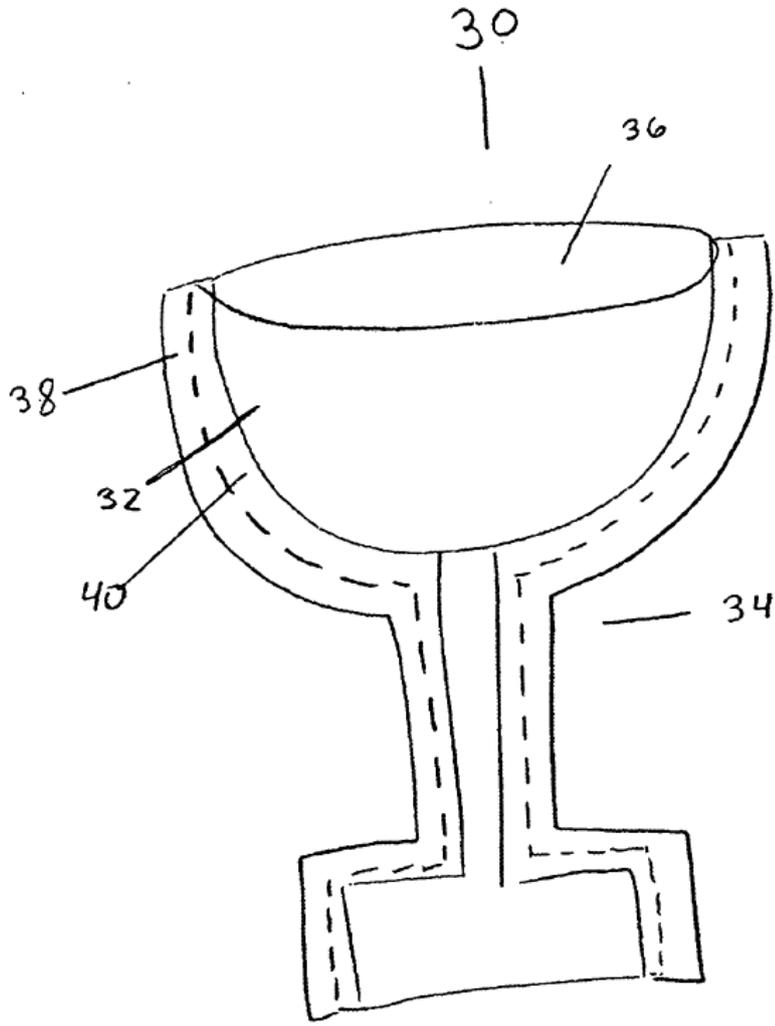


Fig 2