

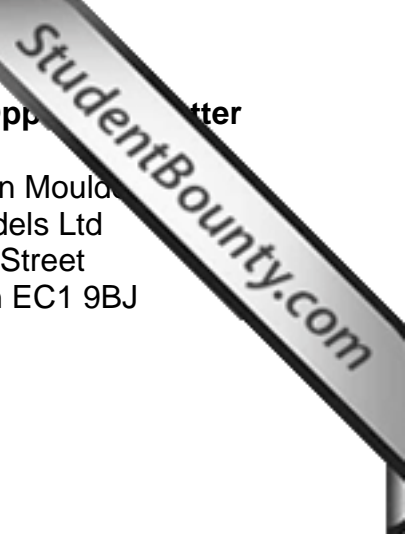
# EUROPEAN QUALIFYING EXAMINATION 2004

## PAPER C

This paper comprises:

- \* Letter from opponent to professional representative 2004/C/e/1-2
- \* Annex 1 2004/C/e/3-8
- \* Annex 2 (in German) 2004/C/d,e,f/9-12
- \* Annex 3 (in English) 2004/C/d,e,f/13-14
- \* Annex 4 (in English) 2004/C/d,e,f/15-18
- \* Annex 5 (in French) 2004/C/d,e,f/19-22
- \* Index of translations 2004/C/d,e,f/23
- \* Annex 2 : in English 2004/C/d,e,f/24-27
- \* Annex 3 : in German 2004/C/d,e,f/28-29
- \* Annex 4 : in French 2004/C/d,e,f/30-33
- \* Annex 5 : in German 2004/C/d,e,f/34-37
- \* Glossary for Annexes 1 to 5 2004/C/d,e,f/38-39

Stephen Mould  
3D Models Ltd  
29 Old Street  
London EC1 9BJ



Mr Arthur Harrison  
European Patent Attorney  
15 Privet Drive  
Royal Tunbridge Wells  
Kent TN1 2TE

20 March 2004

Dear Mr Harrison,

We would like you to file an opposition on behalf of 3D Models Ltd against European Patent EP 1 141 007 enclosed as Annex 1. We have also conducted a search, which has revealed the enclosed Annexes 2 to 5.

Annex 1 claims priority from a US patent application. The US application contains no disclosure of a wiper blade. The priority document only contains the following parts of Annex 1: paragraphs 01 to 09, 11 to 16, claims 1 to 3 and 6, Fig. 1A (without the wiper blade) and Fig.1B. What is the relevance of this for attacks against claims 4 and 5?

Annex 1 was filed with paragraphs 01 to 17, claims 1 to 3 and 6 as well as Figs. 1A, 1B, and 2. The only amendment during examination was the introduction of claims 4 and 5. Does this have any consequences for our opposition?

It is our understanding that European patents cannot be obtained for computer programs. Can we therefore attack claim 6 in this respect?

How far can we use Annex 5 to attack the claims in this opposition?

A small Scottish company, Models and More, was also interested in filing an opposition against Annex 1. However, at the moment, they are in financial difficulties and have therefore decided against filing an opposition. Is it in principle possible for two companies to file a single opposition in order to save money?

Yours sincerely,

Stephen Moulder

- Encl. EP 1 141 007 B1 (Annex 1)
- DE 198 35 192 A1 (Annex 2)
- Mr. Witty's "Physics is Fun" (Annex 3)
- Arkoma Konawa scientific article (Annex 4)
- WO 01/09876 A (Annex 5)

(19)  **Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets**

(11) EP 1 141 141 A1

(12)

**EUROPEAN PATENT SPECIFICATION**

(45) Date of publication and mention of the grant of the patent: (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **G03C 9/08**

**03.07.2003 Bulletin 2003/27**

(21) Application number: **00 109 899.6.1**

(22) Date of filing: **07.08.2000**

(54) **Method for production of three-dimensional objects.**  
Procédé pour réaliser des objets tridimensionnels.  
Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Objekte.

(84) Designated Contracting States:  
**BE DK FR GB NL SE**

(73) Proprietor: **New Horizons, Inc,  
25 Ash Grove  
Phoenix, Arizona  
85003 (US)**

(30) Priority:  
**09.08.1999 US 638 905**

(72) Inventor(s): **Harold Berry,  
25 Sandy Way,  
Phoenix, Arizona  
85013 (US)**

(43) Date of publication of application:  
**12.02.2001 Bulletin 2001/07**

(74) Representative: **James Burke, Thomas,  
Gerald & Co.,  
35 Bond Street,  
Schuffield,  
South Riding,  
Yorkshire SCH1 0UR  
(GB)**

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid (Art. 99(1) European Patent Convention).

## Description

[01] This invention relates to forming three-dimensional objects from a solidifiable liquid medium.

5

[02] It is common practice in the production of plastics parts first to design such a part and then painstakingly produce a prototype, all involving considerable time, effort and expense. The design is reviewed and, very often, this laborious process must be repeated until the design has been optimised. Only then can production start.

10

[03] The present invention reduces the delay in moving from the design stage to production by improving the way in which prototypes are made. This results in a reduction in costs without any loss in prototype quality.

15

[04] The method of the invention is defined in the claims.

[05] Liquid photo-hardenable polymers are well known examples of solidifiable liquids. These liquid polymers solidify on exposure to high-energy radiation, such as gamma rays, X-rays, ultraviolet radiation, visible radiation, or electron beams. It is therefore possible to create an object by solidifying layers of said liquid polymers.

20

[06] It is possible to irradiate selected portions of the solidifiable liquid by directing the high-energy radiation at a mask comprising transparent and opaque regions. Only those portions of the liquid are solidified where radiation passes through the transparent regions of the mask. However, in a more convenient approach, the mask can be dispensed with by "drawing" directly on the liquid with a laser beam so that only selected portions of the liquid are solidified. The liquid is said to be "scanned" by the laser. The use of a laser in this manner allows layers of different shape to be easily and rapidly solidified, enabling complex objects with intricate internal structures to be produced.

25

[07] As a layer solidifies it adheres strongly to the previously formed layer.

[08] Preferably the solid layers are lowered into the solidifiable liquid as the object is formed.

5

[09] Fig. 1A illustrates an apparatus for carrying out the present invention, Fig. 1B shows an object formed.

[10] Fig. 2 presents details of the wiper blade appearing in Fig. 1.

10

[11] Fig. 1A shows a container 1 filled with a liquid photo-hardenable polymer 2. A platform 3 is provided within liquid polymer 2. An object 4, shown completed in Fig. 1B, is built up on the platform 3 in the form of a plurality of layers 4a, 4b, 4c and 4d. A laser 5 emits a laser beam 6, which can be directed by a mirror 7 to substantially any point on the liquid surface.

15

[12] The object is constructed in the following way. Platform 3 is positioned one layer thickness beneath the surface of liquid polymer 2. The liquid surface above the platform is scanned by the laser beam 6 to solidify the liquid in the required portions. The platform is then lowered by an amount corresponding to a single layer thickness. Exposure to the laser beam and lowering of the platform are repeated until the object has been completed.

20

[13] For the sake of illustration Figs. 1A and 1B show the construction of a simple object, here a flower pot. However, the method can be used to construct complex objects.

25

[14] Ideally, the above method is carried out by instructions from a computer into which appropriate software has been loaded.

[15] Each time platform 3 is lowered it can take some time for liquid polymer 2 to fill the space vacated by the previous layer. This is caused by surface tension. The liquid polymer should therefore exhibit a viscosity of less than 30 mPa.s at 20°C. However, if it is necessary for the liquid polymer layers to be very thin, as would be the case for complex models, this measure may not be sufficient to reduce this time for liquid layer formation.

[16] The delay in forming thin liquid layers can be considerably reduced by first lowering platform 3 beyond a level required to form the next layer and then raising it back to the required level.

[17] Alternatively, after platform 3 has been lowered, a wiper blade 8 (shown in detail in Fig. 2) can be drawn along the liquid surface in the direction of arrow 9 to establish a fresh layer of liquid polymer 2 over the previously solidified layer. Wiper blade 8 has a leading surface 10 and a trailing surface 11 when viewed in the direction of arrow 9. The two surfaces exhibit different values of surface adhesion with respect to the liquid polymer. The leading surface 10 of wiper blade 8 is formed of a high surface adhesion material, e.g. a metal, such as aluminium or steel. The trailing surface 11 is formed of a low surface adhesion material, e.g. polySLIP, polyGLIDE or polySLIDE. This particular arrangement of the leading and trailing surfaces ensures that a uniform layer of liquid polymer is formed over the previously solidified layer.

## Claims

1. A method for the layerwise construction of an object (4), comprising:
  - 5 (a) selecting and irradiating portions of a solidifiable liquid (2) to form a solidified layer (4a),
  - (b) moving the solidified layer (4a) to enable liquid (2) to fill the space left by the movement of the solidified layer (4a) and
  - 10 (c) repeating steps a) and b) to form further solidified layers (4b, 4c, 4d ...) until the object (4) is complete.
2. The method of claim 1 wherein, in step (a), the surface of the liquid (2) is scanned  
15 by a laser beam (6) and, in step (b), the solidified layer (4a) is lowered into the liquid (2) having a viscosity of less than 30 mPa.s at 20°C.
3. The method of claim 2 wherein, in step (b), the solidified layer (4a) is initially  
20 lowered into the liquid (2) beyond the level required for the next layer to form and then raised back to the required level.
4. The method of claim 2 wherein step (b) is terminated by passing a wiper blade (8)  
25 across the surface of the liquid (2), the wiper blade having a surface exhibiting a low surface adhesion with respect to the liquid (2).
5. The method of claim 4 wherein a leading surface (10) of the wiper blade (8) exhibits  
a high surface adhesion and a trailing surface (11) exhibits said low surface  
adhesion with respect to the liquid (2).
- 30 6. A computer program directly loadable into the memory of a computer for controlling the steps of claim 1 when said program is run on a computer.



# Annex 1

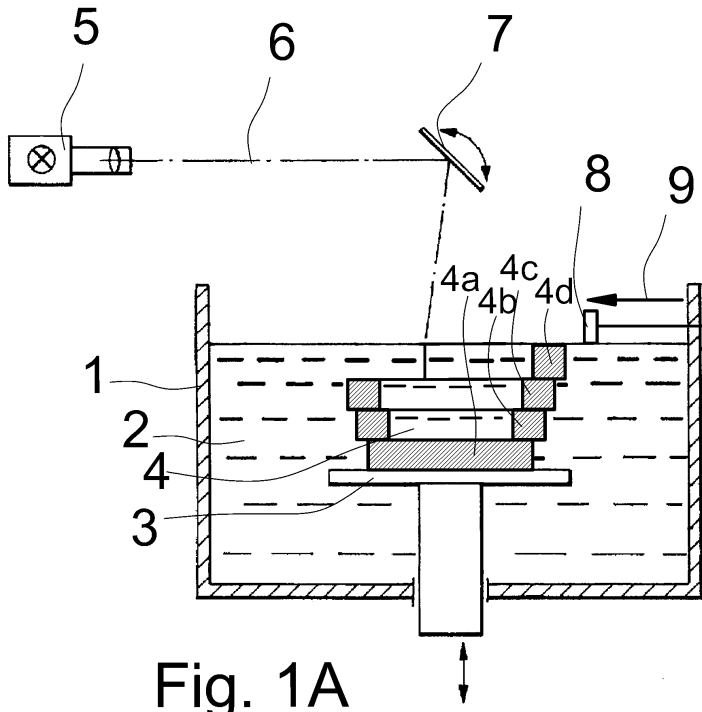


Fig. 1A

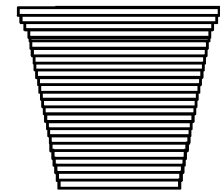


Fig. 1B

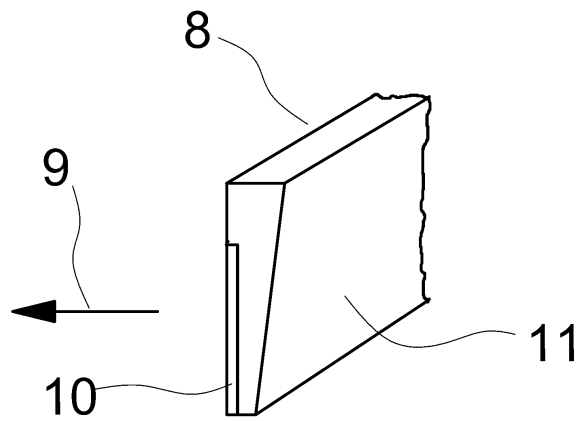


Fig. 2

(12) Offenlegungsschrift

(10) Veröffentlichungsnummer: DE 198 35 192 A1

5 (21) Aktenzeichen: 198 35 192.5

(22) Anmeldetag: 28.07.1998

(72) Erfinder: Schnellmoser, Alfred

10

(71) Anmelder: C. Schiffer Modellbau GmbH

(43) Offenlegungstag: 01.02.2000

15

### Herstellung von Modellen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung dreidimensionaler Modelle, wobei nacheinander Schichten einer Flüssigkeit gebildet und verfestigt werden.

20

Mit bekannten Vorrichtungen werden Modelle auf einer Trägerplatte aufgebaut, die schrittweise in einen Tank mit einem flüssigen lichthärtbaren Polymer abgesenkt wird. In jeder Ruheposition der Trägerplatte bildet sich nur sehr langsam eine neue Schicht flüssigen Polymers über der zuletzt verfestigten Schicht.

25

Demgemäß sieht die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung dreidimensionaler Modelle vor, bei der Mittel zur Beschleunigung der Bildung einer flüssigen Schicht vorgesehen sind.

30 Die Fig. 1, 2A, 2B und 3 zeigen die Vorrichtung im Einsatz.

Die Vorrichtung zur Herstellung eines Modells 24, hier ein Würfel, umfasst einen Tank 21 zur Aufnahme eines flüssigen lichthärtbaren Polymers 22, das sich vorzugsweise unter Einwirkung von ultravioletter (UV-) Strahlung verfestigt. Beim Betrieb wird das Modell 24 auf einer Trägerplatte 23 gebildet, die so im Tank 21 angebracht ist, daß sie schrittweise in das flüssige Polymer 22 abgesenkt werden kann.

Fig. 1 zeigt die Position, nachdem eine Oberflächenschicht des flüssigen Polymers 22 durch Einwirkung von UV-Strahlung verfestigt worden ist. Der Einfachheit halber ist die Quelle der UV-Strahlung nicht dargestellt. Sie würde jedoch normalerweise aus einem Laser bestehen, der einen Laserstrahl erzeugt, der die flüssige Oberfläche abtastet.

Anschließend wird die Trägerplatte abgesenkt. Eine Schicht frischer Flüssigkeit bildet sich nur sehr langsam auf der zuvor verfestigten Schicht, selbst bei einer Viskosität der Flüssigkeit von unter 25 mPa.s, wenn nicht zusätzliche Maßnahmen getroffen werden.

Gemäß Fig. 2A wird ein Wischblatt 28 in Richtung des Pfeils 29 über die Flüssigkeitsoberfläche bewegt, um auf dem zu formenden Modell eine neue Schicht flüssigen Polymers zu erzeugen.

Bei einer Alternative (Fig. 2B) stellt die nachfolgend beschriebene Verwendung von zwei Wischblättern 30 und 31 sicher, dass die Schicht flüssigen Polymers eine gleichmäßige Dicke hat.

Fig. 3 zeigt die Stellung nach der Bildung einer neuen Schicht flüssigen Polymers.

Der Erfinder hat festgestellt, daß flüssige lichthärtbare Polymere mitunter an Wischblättern haften. Wenn das flüssige Polymer am Wischblatt haftet, kommt es zu einer Flüssigkeitsansammlung an dessen hinterer Oberfläche. Dies führt zu einer ungleichmäßigen Schichtdicke und einem ungenauen Modell. Wird ein Wischblatt mit einer niedrigen Oberflächenadhäsion verwendet, so kann der Kontakt zwischen dem Wischblatt und dem flüssigen Polymer beim Wischen abreißen, was ebenfalls zu einer ungleichmäßigen Schichtdicke führt.

Gleichmäßige Schichten flüssigen Polymers lassen sich durch die Verwendung Wischblättern erreichen, wie in Fig. 2B gezeigt. Das erste Wischblatt 30 ist aus Aluminium oder Stahl oder einem ähnlichem Material, an dem das flüssige lichthärtbare Polymer dazu neigt anzuhaften. Das zweite Wischblatt 31 ist aus einem Material, wie etwa polySLIDE oder polyGLIDE, an dem das flüssige Polymer nicht dazu neigt anzuhaften.

Das Material des ersten Wischblatts 30 verhindert ein Abreißen des Kontakts mit dem flüssigen Polymer während des Wischens. Zugleich verhindert das Material des zweiten Wischblatts 31, daß sich hinter dem Wischblatt flüssiges Polymer ansammelt. Es ist daher zwingend erforderlich, dass die Wischblätter 30 und 31 in Richtung des Pfeils 29 über die Flüssigkeitsoberfläche geführt werden.

Um den im vorstehenden Absatz beschriebenen Effekt zu erzielen, sollte der Abstand zwischen den Wischblättern 30 und 31 so klein wie möglich sein.

### **Anspruch**

Vorrichtung zur Herstellung dreidimensionaler Modelle, umfassend einen Tank, der flüssiges lichthärtbares Polymer enthält, eine Trägerplatte, die sich beim Formen des Modells schrittweise in das flüssige Polymer absenken läßt, Mittel zur Bestrahlung, durch die in jeder Ruheposition der Trägerplatte eine Schicht des flüssigen Polymers verfestigt wird, und Mittel, um in jeder Ruheposition der Trägerplatte eine neue Schicht flüssigen Polymers auf dem zu formenden Modell zu bilden.

# Anlage 2

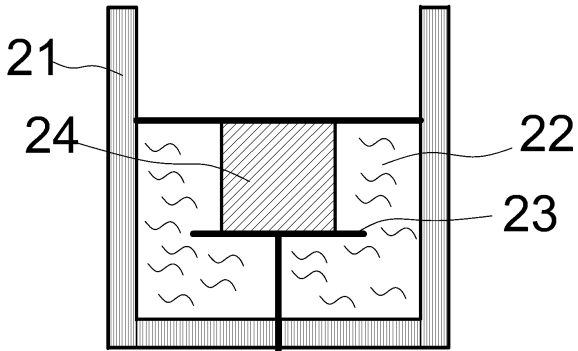


Fig. 1

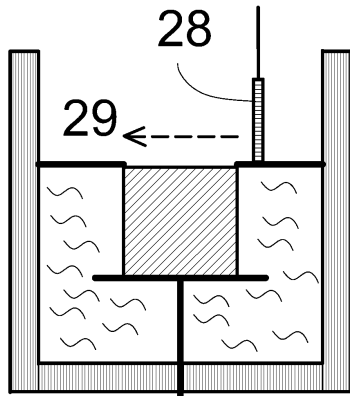


Fig. 2A

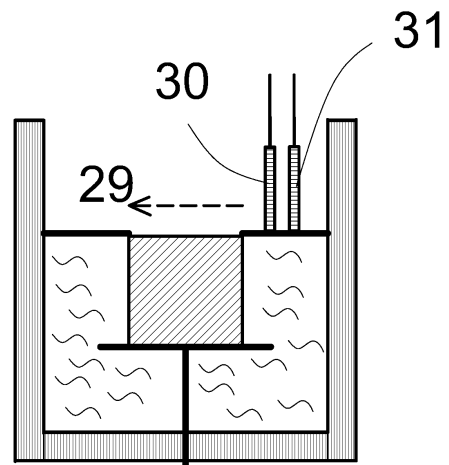


Fig. 2B

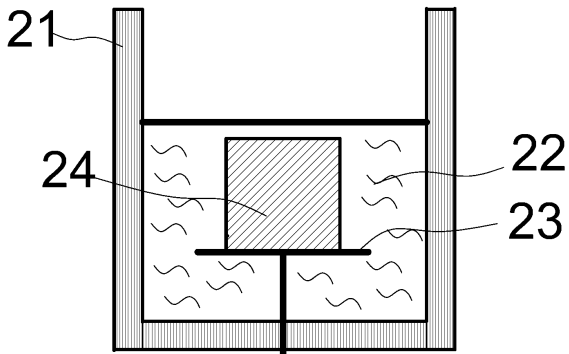


Fig. 3

Published 26.11.1956

Mr. Witty's "Physics is Fun", Schools' Edition, Puffin Press, London, page 220

5 **Surface Tension Experiment 15**

- (1) This experiment offers an interesting alternative to the usual floating needle experiment for demonstrating the surface tension of liquids such as water.
- 10 (2) The pupils are provided with a transparent plastic bowl and a block of wood. They half fill the bowl with water and place the block on top of the water so that it floats and the upper surface remains dry. The pupils place a finger on the dry upper surface of the block and gently push it into the water until the block is forced below the water's surface. Finally they release the block. The pupils should note down  
15 what they observe.
- (3) The pupils should observe the following. At first it is possible to push the block below the surface of the water without its top surface getting wet (Figure A). As the wooden block is pushed further into the water there comes a point when the water  
20 floods over the top surface of the block (Figure B). Upon releasing the block it again floats on the water's surface with a film of water now covering the upper surface (Figure C).
- (4) In this experiment surface tension between the water and the wooden block is  
25 demonstrated by the fact that the block must be pushed some distance below the surface before the water flows over its top surface.
- (5) What this experiment demonstrates for water applies to most other liquids as well.

# Annex 3

Fig. A

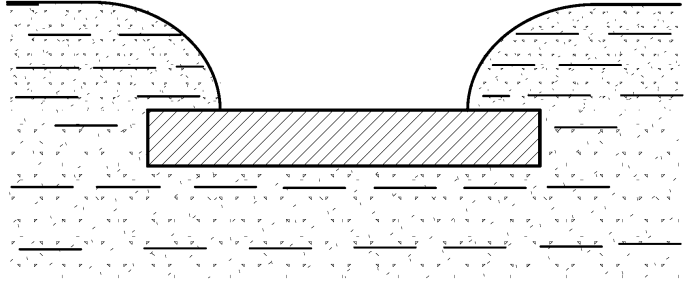


Fig. B

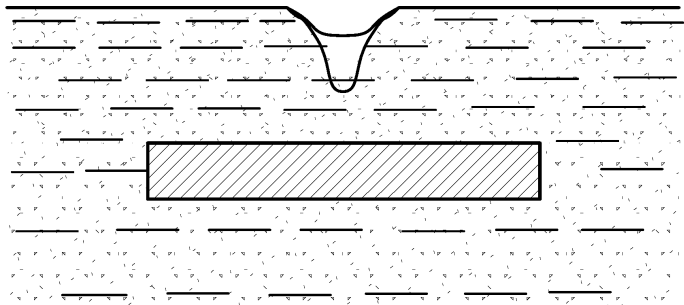
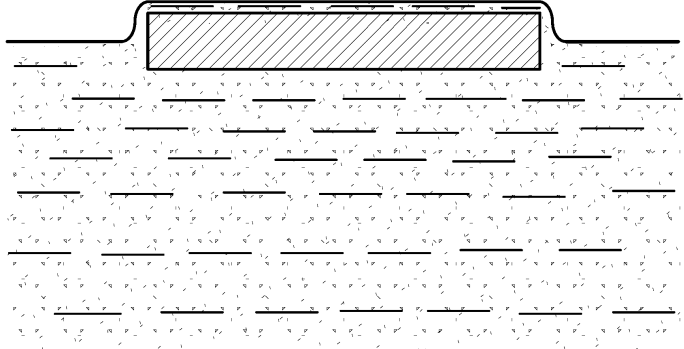


Fig. C



Published 15.02.1999

Arkoma Konawa, "Method for fabricating a three-dimensional plastics model with photohardening polymer", Review of scientific instruments in Japan, Vol. 52  
5 No. 11, pages 1770 to 1773

### Abstract

10 A new method for the fabrication of a three-dimensional plastics model is presented. The model is made by layerwise solidifying a liquid and stacking the solidified layers.

### Apparatus and procedure

15 The new method has been put into practice with the two kinds of apparatus shown in Figs. 1 and 2. The object illustrated is a bottle. However, it should be born in mind that the method is capable of producing very complex models.

In Fig. 1 a movable platform 43 on which the solid model 44 will be "grown" is set in a  
20 liquid 42, which solidifies on exposure to ultraviolet (UV) radiation. The liquid 42 is contained in vessel 41. The platform 43 is initially placed just below the surface of the liquid 42. The thin layer of liquid on top of the platform 43 is exposed to UV radiation 46 from the top. Mercury bulbs (200 W) or xenon bulbs (500 W) are used for the UV source 45. The exposure area is controlled by a mask pattern 47. The platform 43 is  
25 lowered stepwise into the liquid 42 by a motor, and the solidified layers are also immersed with the platform 43. At each position of rest of the platform 43 a fresh layer of liquid 42 is exposed to UV radiation 46 through a mask pattern 47. If the mask patterns are identical a three-dimensional object with a uniform cross section will be formed. For more complex objects different mask patterns will need to be employed.



Fig. 2 shows a shallow vessel 41a containing a liquid 42a, which solidifies on exposure to UV radiation. The bottom wall of vessel 41a includes a quartz window 48a, which is transparent to UV radiation. The surface of quartz window 48a inside vessel 41a bears a transparent non-stick coating (not shown). The model 44a is built up as follows. A platform 43a is initially positioned a single layer thickness above the quartz window 48a. The layer of liquid 42a between the platform 43a and the quartz window 48a is scanned with a laser beam 46a of UV light emitted by a laser 45a. This results in selected areas of the liquid layer solidifying. The platform 43a is raised a single layer thickness so that fresh liquid composition 42a can enter the gap between the previously solidified layer and the quartz window 48a. The new layer of liquid is scanned by the laser beam 46a. This sequence of raising the platform 43a and exposing the single layer of liquid composition 42a is repeated until the object 44a is complete. The use of the laser permits models to be fabricated without the need to use mask patterns. Complex models can therefore be made easily and cheaply.

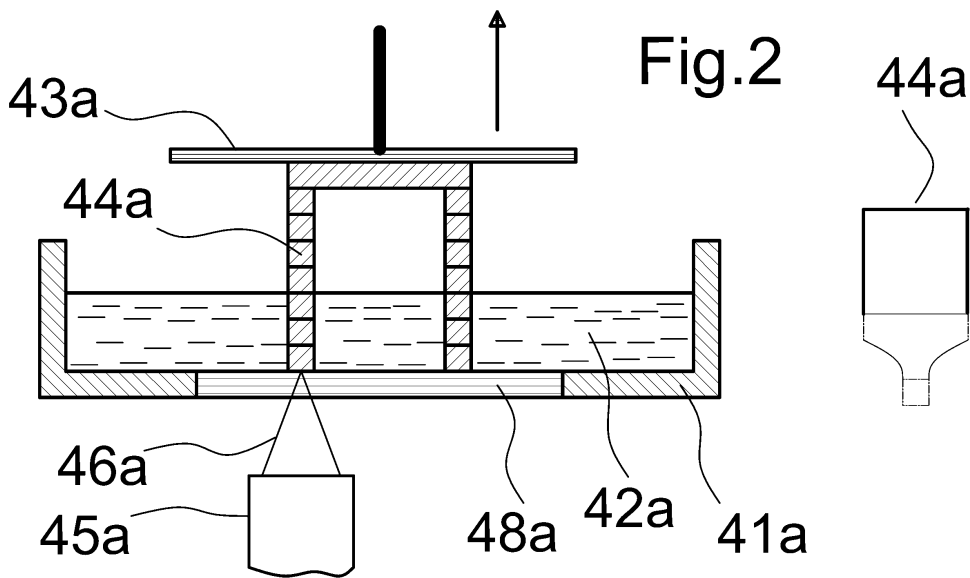
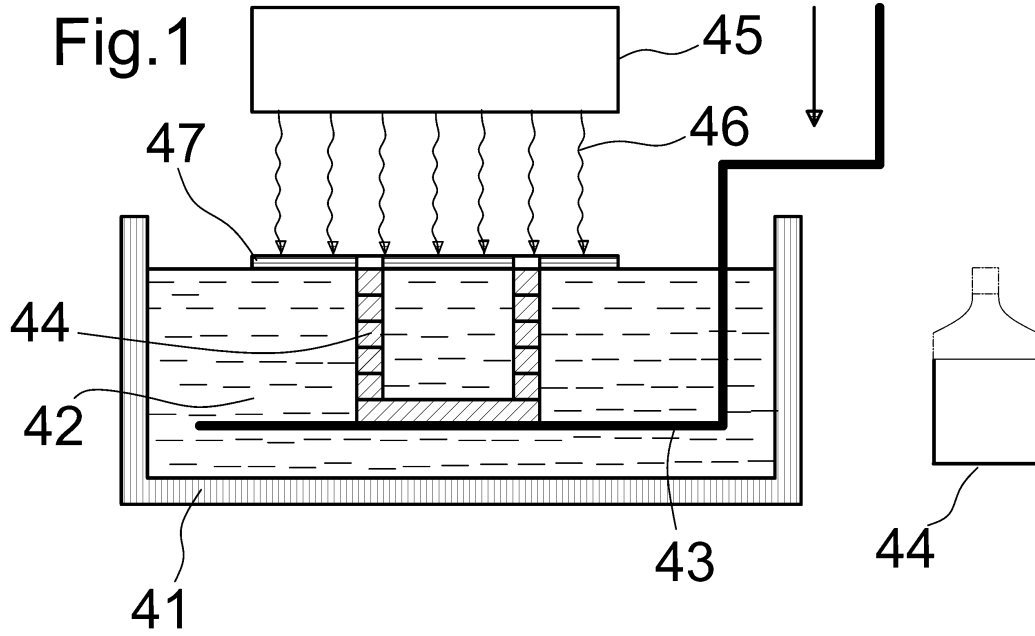
## Discussion

This technique permits the easy manufacture of models having complex internal structures.

Models made by the embodiment of Fig. 1 exhibit good dimensional stability during fabrication. One disadvantage, however, is the size restriction on the models that can be fabricated, due to the fact that the model is lowered into the liquid as it is being formed. Another disadvantage is that it can take a long time for fresh layers of liquid to form each time the platform is lowered. This delay, caused by surface tension, can be reduced by selecting a solidifiable liquid of sufficiently low viscosity, say below 30 mPa.s at 20°C.

The embodiment of Fig. 2 is advantageous in that only a small volume of solidifiable liquid is required. In spite of this, relatively large models can be made, as the models are pulled upwards and out of the liquid polymer as they are being formed. However, the “green” objects being formed are not always strong enough to withstand being pulled upwards. For this reason a solidifiable liquid is selected, which exhibits a viscosity of at least 70 mPa.s at 20°C. The problem of dimensional stability is particularly true in the case of thin or thin-walled objects.

# Annex 4



- (11) Numéro de publication internationale : WO 01/09876
- (21) Numéro de demande internationale : PCT/CA00/00926
- 5 (22) Date du dépôt international : 4 August 2000 (04.08.2000)
- (30) Priorité : 2 279 525 CA  
06 August 1999 (06.08.1999)
- 10 (43) Date de publication internationale : 20.02.2001
- (51) CIB<sup>7</sup> : B29C 35/00 ; G03C 9/08
- (71)/(72) Demandeur et inventeur : Pierre Wolff, Montreal CA
- 15 (81) Etats désignés : CA DK JP NO US
- (84) Etats désignés : Brevet AROPI (GH GM KE LS  
MW MZ SD SL SZ TZ UG ZW)
- 20 (54) Titre : Objets tri-dimensionnels

L'invention porte sur un procédé pour produire un objet solide tri-dimensionnel, dans  
25 lequel des couches d'un matériau liquide sont formées et solidifiées l'une après l'autre.

Dans de tels procédés, une plate-forme supportant l'objet à former est abaissée par  
paliers correspondant à l'épaisseur que l'on veut donner aux couches dans un bain de  
polymère liquide photodurcissable. Le liquide se renouvelle sur la couche  
30 précédemment solidifiée en coulant par les bords. La tension superficielle ralentit  
l'écoulement du liquide.

On peut utiliser une râcle pour accélérer le réglage de l'épaisseur de couche. Néanmoins, les râcles rigides peuvent endommager l'objet en formation lorsqu'elles passent dessus.

- 5 La présente invention résout ce problème en utilisant une râcle flexible qui peut passer sur l'objet en formation sans l'abîmer.

La figure 1 est une vue latérale schématique d'un dispositif de mise en oeuvre de la présente invention.

10

La figure 2 est une coupe en gros plan d'une râcle flexible pendant son fonctionnement.

Un récipient 61 est rempli de polymère liquide photodurcissable 62. Le récipient 61 est équipé d'une plate-forme 63 évoluant dans le polymère liquide 62. On construit l'objet 64 sur la plate-forme 63 en une pluralité de couches. Un laser 65 émet un faisceau laser 66 qui balaie la surface du liquide grâce à un miroir 67.

La méthode ci-dessus se prête au pilotage informatique. L'homme du métier peut, à cet égard, puiser dans l'expérience abondante accumulée au cours des dernières décennies en ce qui concerne l'utilisation d'ordinateurs dans le contrôle des processus industriels.

Une râcle 68 s'étend pratiquement sur toute la largeur ouverte supérieure du récipient 61.

25

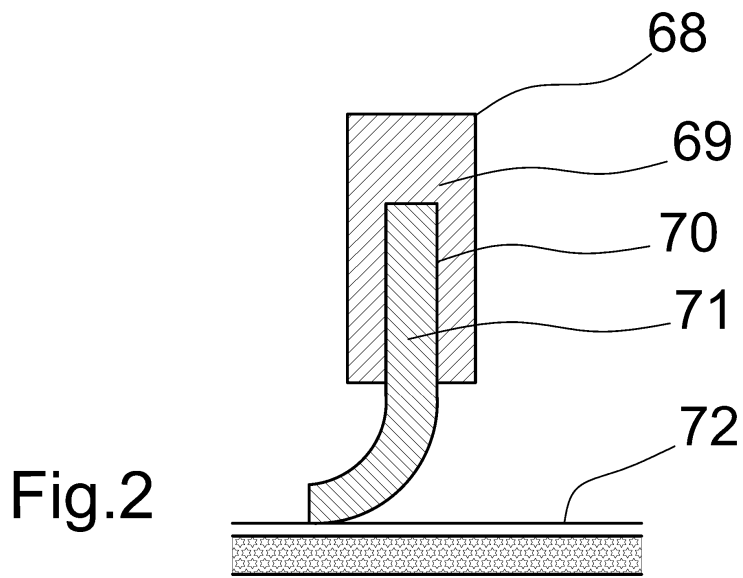
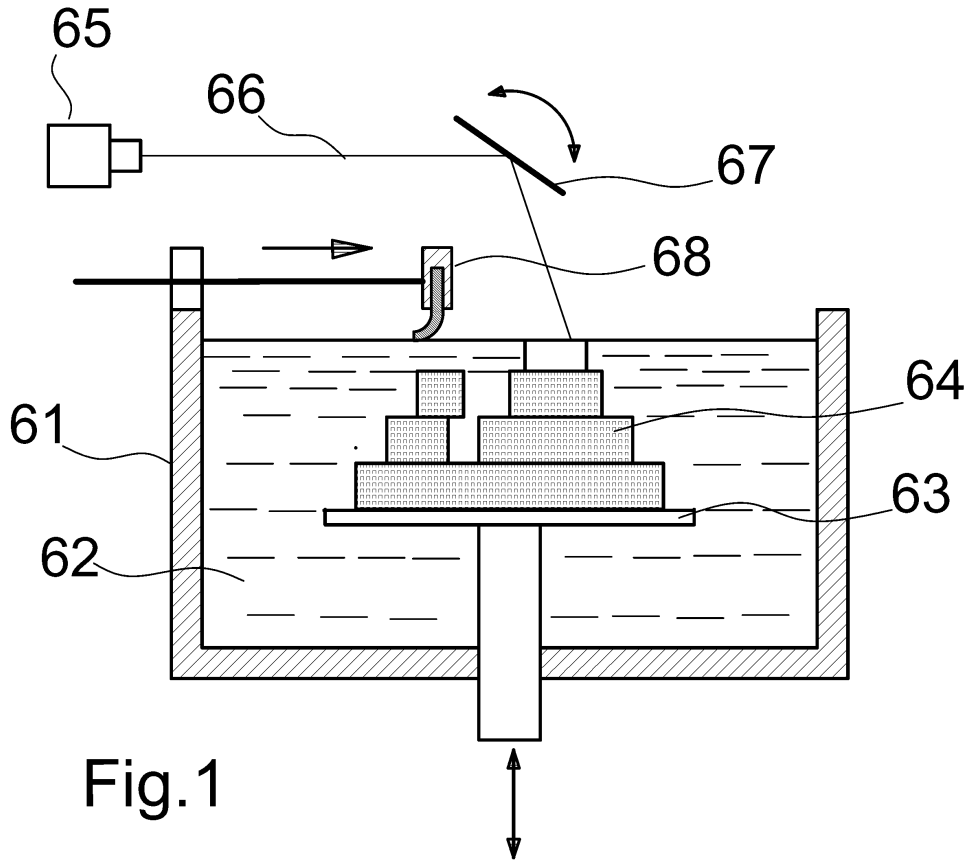
La râcle représentée en coupe à la figure 2 comprend un rail rigide 69 doté d'une rainure 70 sur sa face inférieure. Une lame racleuse flexible 71, de préférence en caoutchouc et à section rectangulaire mince, vient s'agencer dans la rainure 70.

30 En équipant la râcle d'une lame flexible, on évite d'abîmer l'objet 64 en cours de formation.

## Revendication

5 Procédé pour produire un objet tri-dimensionnel, dans lequel des couches d'un liquide solidifiable sont formées et solidifiées l'une après l'autre, et dans lequel une plate-forme supportant l'objet à obtenir est plongée, par paliers correspondant à l'épaisseur que l'on veut donner aux couches, dans un bain de liquide solidifiable, le liquide étant renouvelé par écoulement sur la couche précédemment solidifiée sous l'action d'une râcle, caractérisé en ce que la râcle est flexible.

# Annexe 5



## ÜBERSETZUNG DER ANLAGEN 2 BIS 5

<b>Anlage 2:</b>	<b>in Englisch</b>
<b>Anlage 3:</b>	<b>in Deutsch</b>
<b>Anlage 4:</b>	<b>in Französisch</b>
<b>Anlage 5:</b>	<b>in Deutsch</b>

## TRANSLATION OF ANNEXES 2 TO 5

<b>Annex 2:</b>	<b>into English</b>
<b>Annex 3:</b>	<b>into German</b>
<b>Annex 4:</b>	<b>into French</b>
<b>Annex 5:</b>	<b>into German</b>

## TRADUCTION DES ANNEXES 2 À 5

<b>Annexe 2 :</b>	<b>en anglais</b>
<b>Annexe 3 :</b>	<b>en allemand</b>
<b>Annexe 4 :</b>	<b>en français</b>
<b>Annexe 5 :</b>	<b>en allemand</b>



**(12) German Patent Application**

**(10) Publication number: DE 198 35 192 A1**

5 **(21) Application number: 198 35 192.5**

**(22) Date of Filing: 28.07.1998**

**(72) Inventor: Schnellmoser, Alfred**

10

**(71) Applicant: C. Schiffer Modellbau GmbH**

**(43) Publication date: 01.02.2000**

15

**Making Models**

The invention relates to an apparatus for manufacturing three-dimensional models, whereby layers of a liquid are successively formed and solidified.

20

With known apparatus, models are built up on a platform as it is stepwise lowered into a tank of liquid photo-hardenable polymer. At each position of rest of the platform a layer of fresh liquid polymer forms only very slowly over the previously solidified layer.

25

Accordingly this invention provides an apparatus for manufacturing three-dimensional models in which means for increasing the speed of liquid layer formation are provided.

Figs. 1, 2A, 2B and 3 illustrate the apparatus in use.

The apparatus for forming a model 24, here a cube, comprises a tank 21 for containing a liquid photo-hardenable polymer 22 which preferably solidifies on exposure to ultraviolet (UV) radiation. In operation model 24 is formed on a platform 23 mounted in tank 21 so that it can be lowered stepwise into the liquid polymer 22.

5

Fig. 1 shows the position after a surface layer of the liquid polymer 22 has been solidified by exposure to UV radiation. For the sake of simplicity the UV radiation source is not shown. However, it would normally take the form of a laser emitting a laser beam, which scans the liquid surface.

10

The platform is then lowered. A layer of fresh liquid forms only very slowly over the previously solidified layer, even at liquid viscosities below 25 mPa.s, unless further measures are taken.

15

In Fig. 2A a wiper blade 28 is moved along the liquid surface in the direction of arrow 29 to create a fresh layer of liquid polymer on top of the model being formed.

Alternatively (Fig. 2B) the use of two wiper blades 30 and 31, as described below, ensures that the layer of liquid polymer has a uniform thickness.

20

Fig. 3 shows the position after a fresh layer of liquid polymer has been formed.

The inventor has discovered that liquid photo-hardenable polymers sometimes adhere to wiper blades. If the liquid polymer adheres to the wiper blade there is a build up of liquid on its trailing surface. This leads to an uneven layer thickness and an inaccurate model. When using a wiper blade having a low adhesive force the contact between the wiper and the liquid polymer during wiping may be lost, which also leads to an uneven layer thickness.

Uniform liquid polymer layers can be attained by the use of two wiper blades as in Fig. 2B. The first wiper blade 30 is made of aluminium or steel or a similar material which the liquid photo-hardenable polymer tends to adhere. The second wiper blade 31 is made of a material such as polySLIDE or polyGLIDE to which the liquid polymer does not tend to adhere.

The material of the first wiper blade 30 prevents the loss of contact with the liquid polymer during wiping. Simultaneously, the material of the second wiper blade 31 prevents build up of liquid polymer. It is therefore imperative that the wiper blades 30 and 31 are moved along the liquid surface in the direction of arrow 29.

The gap between the wiper blades 30 and 31 should be as small as possible to obtain the effect referred to in the preceding paragraph.

15

### Claim

Apparatus for the manufacture of three-dimensional models, comprising a tank containing liquid photo-hardenable polymer, a platform adapted to be stepwise lowered into the liquid polymer as the model is formed, exposure means for bringing about solidification of a layer of the liquid polymer at each position of rest of the platform and means for establishing a fresh layer of liquid polymer over the model being formed at each position of rest of the platform.

# Annex 2

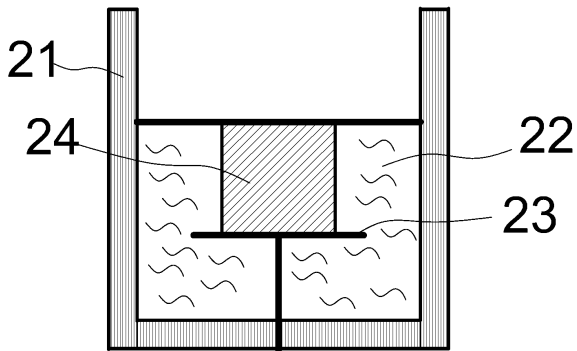


Fig. 1

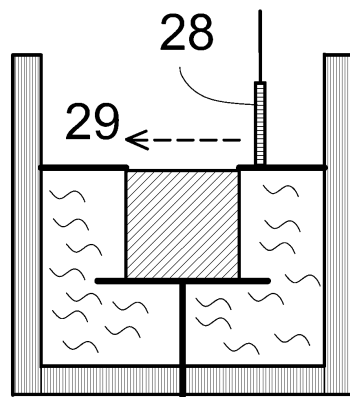


Fig. 2A

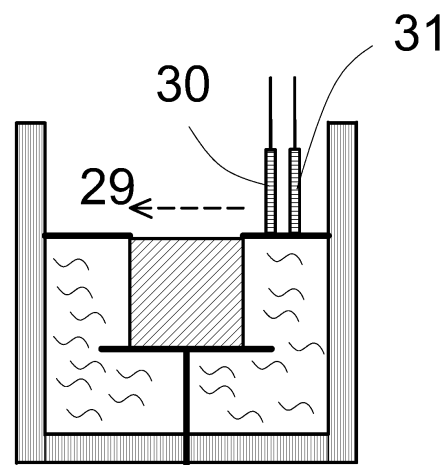


Fig. 2B

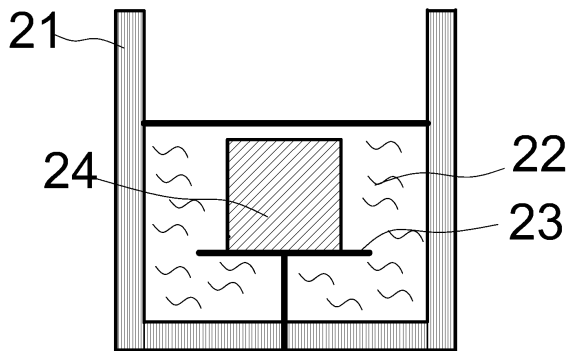


Fig. 3

Veröffentlicht am 26.11.1956

Herr Witty's "Physik macht Spaß", Schulausgabe, Puffin Press, London, Seite 220

5 **Oberflächenspannung Experiment 15**

(1) Dieses Experiment bietet eine interessante Alternative zu dem üblichen Versuch mit der schwimmenden Nadel, um die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten wie Wasser zu veranschaulichen.

10

(2) Die Schüler erhalten eine durchsichtige Plastischüssel und einen Holzklotz. Sie füllen die Schüssel zur Hälfte mit Wasser und legen den Klotz so auf die Wasseroberfläche, daß er darauf schwimmt und seine Oberseite trocken bleibt. Die Schüler drücken den Klotz mit dem Finger auf der trockenen Oberseite vorsichtig ins Wasser, bis der Klotz unter die Wasseroberfläche gedrängt wird. Dann lassen sie ihn los. Die Schüler sollten nun ihre Beobachtungen aufschreiben.

15

(3) Die Schüler sollten folgendes beobachten: Anfangs läßt sich der Klotz unter die Wasseroberfläche drücken, ohne daß seine Oberseite naß wird (Figur A). Wird der Holzklotz tiefer in das Wasser gedrückt, so wird ein Punkt erreicht, an dem das Wasser über die Oberseite des Klotzes strömt (Figur B). Läßt man ihn wieder los, dann treibt er zurück an die Wasseroberfläche, und seine Oberseite ist nun mit einem Wasserfilm benetzt (Figur C).

20

(4) In diesem Experiment wird die Oberflächenspannung zwischen dem Wasser und dem Holzklotz dadurch veranschaulicht, daß der Klotz ein Stück weit unter die Wasseroberfläche gedrückt werden muß, bevor das Wasser über seine Oberseite strömt.

25

(5) Was in diesem Experiment für Wasser veranschaulicht wird, trifft auch auf die meisten anderen Flüssigkeiten zu.

30

# Anlage 3

Fig. A

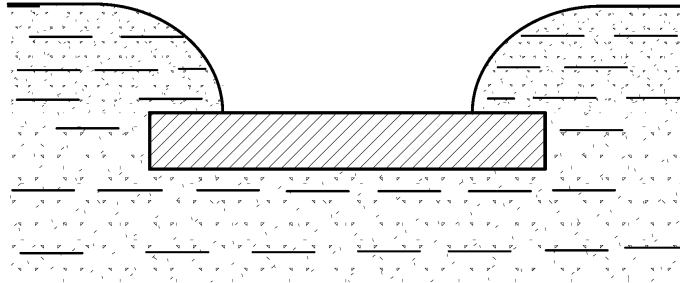


Fig. B

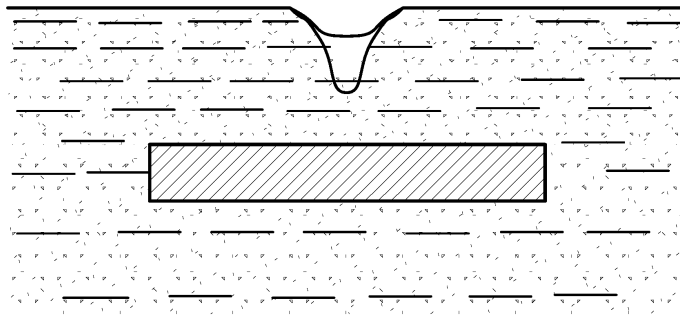
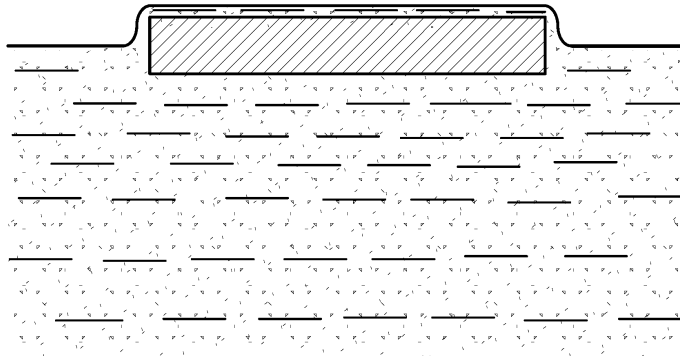


Fig. C



Publié le 15.02.1999

Arkoma Konawa, "Procédé de fabrication d'un modèle tri-dimensionnel en plastique avec du polymère photodurcissable", Review of scientific instruments in Japan vol. 52 n° 11, pages 1770 à 1773.

### Abrégé

Un nouveau procédé de fabrication de modèles tri-dimensionnels en plastique est présenté. Le modèle est fabriqué en solidifiant couche par couche un liquide et en superposant les couches solidifiées.

### Dispositif et procédé

Le nouveau procédé a été mis en oeuvre au moyen des deux types de dispositifs représentés aux figures 1 et 2. L'objet montré ici est une bouteille. Toutefois, il devrait être gardé à l'esprit que le procédé est adapté à la production de modèles très complexes.

A la figure 1, on "fait pousser" le modèle solide 44 sur une plate-forme mobile 43 plongée dans un liquide 42 qui se solidifie lorsqu'il est exposé aux rayons ultraviolets (UV). Le liquide 42 est contenu dans un récipient 41. La plate-forme 43 est initialement placée juste au-dessous de la surface du liquide 42. La fine couche de liquide recouvrant la face supérieure de la plate-forme 43 est exposée aux rayons UV 46 par le haut. Des ampoules à mercure (200 W) ou à xénon (500 W) sont utilisées comme source d'UV 45. Un masque 47 délimite la surface exposée. La plate-forme 43 est abaissée par étape dans le liquide 42 par un moteur et les couches solidifiées sont également immergées avec la plate-forme 43. À chaque position d'arrêt de la plate-forme 43, une nouvelle couche du liquide 42 est exposée aux rayons UV 46 à travers un masque 47. Si les motifs du masque sont identiques, il se formera un objet tri-dimensionnel à section uniforme. Pour des objets plus complexes, des motifs différents devront être employés.

La figure 2 représente un récipient peu profond 41a contenant un liquide 42a qui se solidifie lorsqu'il est exposé aux rayons UV. Le fond du récipient 41a comprend une fenêtre de quartz 48a transparente aux rayons UV. La surface de la fenêtre de quartz 48a à l'intérieur du récipient 41a est couverte d'une couche anti-adhésive transparente (non représentée). Le modèle 44a est construit de la façon suivante. Une plate-forme 43a est d'abord placée au-dessus de la fenêtre de quartz 48a à une distance correspondant à une épaisseur de couche. La couche de liquide 42a entre la plate-forme 43a et la fenêtre de quartz 48a est balayé par un faisceau laser 46a de lumière UV émise par un laser 45a. Ceci provoque la solidification de parties sélectionnées de la couche de liquide. La plate-forme 43a est remontée sur une distance correspondant à l'épaisseur d'une couche de sorte, que du liquide 42a peut se renouveler en pénétrant dans l'interstice entre la couche qui vient de se solidifier et la fenêtre de quartz 48a. La nouvelle couche de liquide est balayée par le faisceau laser 46a. La remontée de la plate-forme 43a suivie de l'exposition d'une seule couche du liquide 42a est répété jusqu'à ce que l'objet 44a soit terminé. L'utilisation du laser permet la fabrication de modèles sans usage de masques. Des modèles complexes peuvent ainsi être fabriqués facilement et économiquement.

## 20 Commentaires

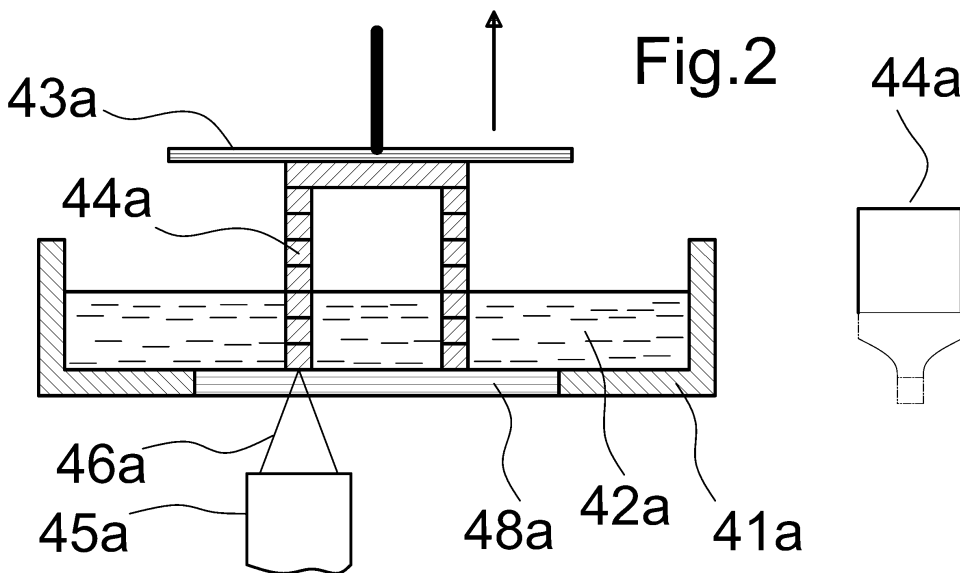
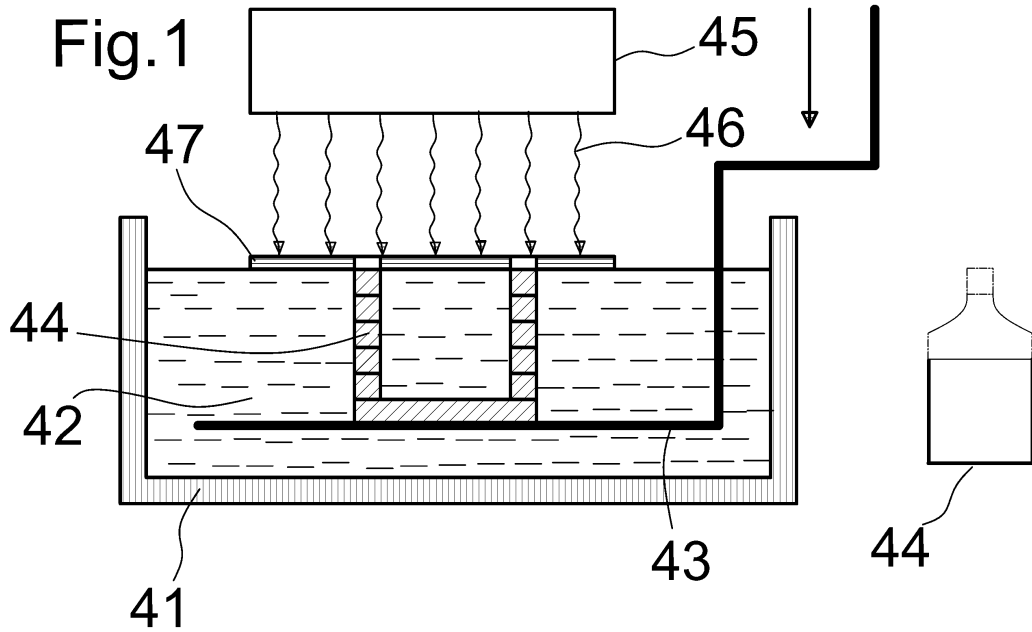
Cette technique permet de construire aisément des modèles possédant des structures complexes.

25 Les modèles réalisés avec le mode de réalisation selon la figure 1 possèdent une bonne stabilité dimensionnelle durant leur fabrication. L'un des inconvénients est toutefois la taille limitée des modèles pouvant être fabriqués, compte tenu du fait que le modèle est plongé dans le liquide au fur et à mesure qu'il est formé. Un autre inconvénient est que le temps de formation d'une nouvelle couche de liquide après chaque abaissement de la plate-forme peut être long. Ce temps, causé par la tension superficielle, peut être réduit en sélectionnant un liquide solidifiable ayant une viscosité suffisamment basse, par exemple inférieure à 30 mPa.s à 20°C.



Le mode de réalisation selon la figure 2 présente l'avantage de ne nécessiter qu'un faible volume de liquide solidifiable. Malgré cela, il permet de fabriquer des modèles assez grands puisque les modèles sont hissés hors du polymère liquide au fur et à mesure qu'ils sont formés. Toutefois, les objets fraîchement formés ne sont pas toujours assez solides pour résister à cette phase de hissage. Pour cette raison on sélectionne un liquide solidifiable ayant une viscosité d'au moins 70 mPa.s à 20°C. Le problème de la stabilité dimensionnelle est particulièrement le cas d'objets fins ou à parois minces.

# Annexe 4



- (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 01/09876
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CA00/00926
- 5 (22) Internationales Anmeldedatum: 04. August 2000 (04.08.2000)
- (30) Priorität: 2 279 525 CA  
06. August 1999 (06.08.1999)
- 10 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20.02.2001
- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B29C 35/00; G03C 9/08
- (71)/(72) Anmelder und Erfinder: Pierre Wolff, Montreal CA
- 15 (81) Bestimmungsstaaten (national): CA DK JP NO US
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO patent (GH GM KE LS  
MW MZ SD SL SZ TZ UG ZW)
- 20 (54) Bezeichnung: Dreidimensionale Objekte

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen festen Objekts, bei dem Schichten eines flüssigen Materials gebildet und nacheinander  
25 verfestigt werden.

Bei derartigen Verfahren wird eine Trägerplatte, die das zu bildende Objekt trägt, schrittweise um ein der gewünschten Dicke einer Schicht entsprechendes Maß in ein Bad mit flüssigem lichthärtbarem Polymer abgesenkt, wodurch von den Rändern her  
30 neue Flüssigkeit auf die zuletzt ausgehärtete Schicht strömt. Die Oberflächenspannung verlangsamt die Fließgeschwindigkeit der Flüssigkeit.

Ein Wischblatt kann verwendet werden, um die Einstellung der Schichtdicke zu beschleunigen. Allerdings kann das zu formende Objekt durch starre Wischblätter beschädigt werden, wenn diese darüber streichen.

- 5 Die vorliegende Erfindung überwindet dieses Problem durch den Einsatz eines flexiblen Wischblatts, das über das zu formende Objekt bewegt werden kann, ohne es zu beschädigen.

10 Figur 1 ist eine schematische Seitenansicht einer Vorrichtung zur Durchführung der vorliegenden Erfindung.

Figur 2 ist eine vergrößerte Querschnittansicht eines flexiblen Wischblatts im Einsatz.

15 Ein Behälter 61 ist mit einem flüssigen lichthärtbaren Polymer 62 gefüllt. Eine Trägerplatte 63 befindet sich innerhalb des Behälters 61 in dem flüssigen Polymer 62. Das Objekt 64 wird auf der Trägerplatte 63 aus einer Vielzahl von Schichten aufgebaut. Ein Laser 65 emittiert einen Laserstrahl 66, der mittels eines Spiegels 67 die Flüssigkeitsoberfläche abtastet.

20 Das obige Verfahren eignet sich für die Steuerung durch einen Computer. In dieser Hinsicht kann der Fachmann auf die reichhaltigen Erfahrungen zurückgreifen, die in den letzten Jahrzehnten beim Einsatz von Computern zur Steuerung industrieller Prozesse gemacht wurden.

25 Ein Wischblatt 68 erstreckt sich im wesentlichen über die ganze offene breite des Behälters 61.

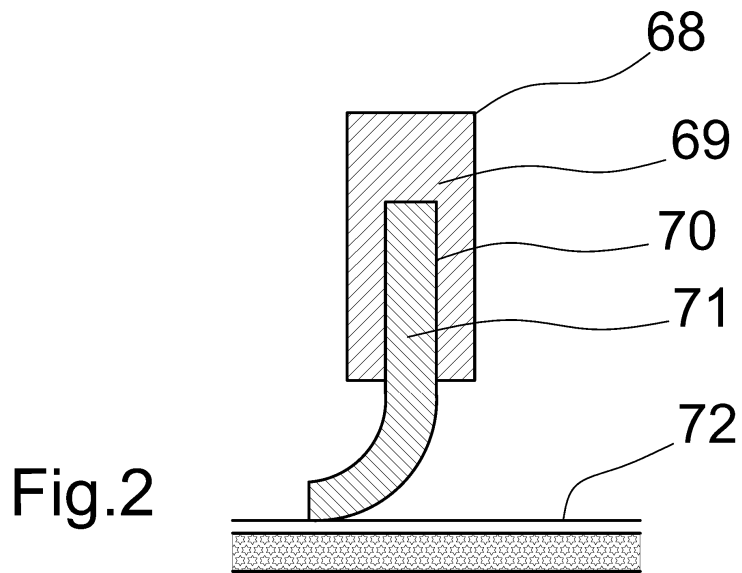
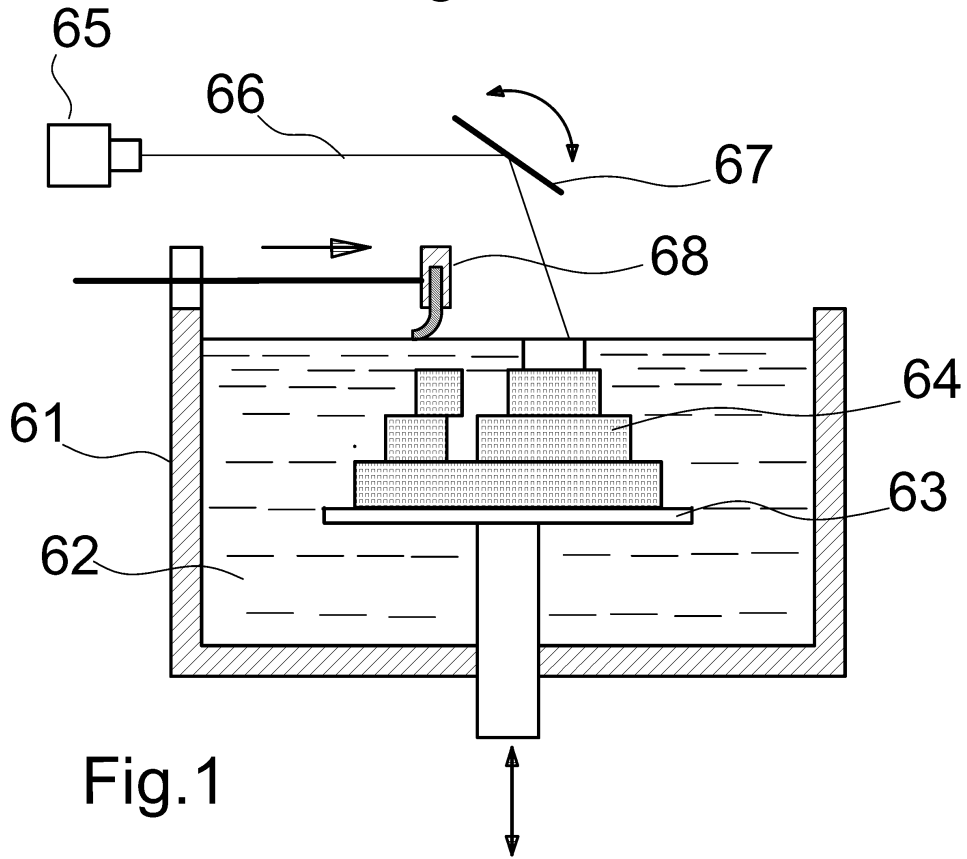
30 Das in Figur 2 im Querschnitt gezeigte Wischblatt umfaßt eine starre Schiene 69 mit einer Nut 70 an ihrer Unterseite. In der Nut 70 ist eine flexible Wischlippe 71 angebracht, die vorzugsweise aus Gummi besteht und einen schmalen rechteckigen Querschnitt aufweist.

Dadurch, daß das Wischblatt eine flexible Wischlippe umfaßt, wird eine Beschädigung des zu formenden Objekts 64 vermieden.

## Anspruch

Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen Objekts, bei dem Schichten einer verfestigbaren Flüssigkeit gebildet und nacheinander verfestigt werden, wobei eine Trägerplatte, die das zu bildende Objekt trägt, schrittweise um ein der gewünschten Dicke einer Schicht entsprechendes Maß in ein Bad mit der verfestigbaren Flüssigkeit abgesenkt wird und neue Flüssigkeit durch die Bewegung eines Wischblatts auf die zuvor ausgehärtete Schicht fließt, dadurch gekennzeichnet, daß das Wischblatt flexibel ist.

# Anlage 5



**ÜBERSETZUNGSHILFE / GLOSSARY / GLOSSAIRE**

DE	EN	FR	IT	SE	ES	NL	DK	FI
<b>Brief des Einsprechenden / Opponent's letter / Lettre de l'opposant</b>								
Wischblatt	wiper blade	rácie	racia	vindrutetorkarblad	rasqueta, escobilla	afstrijkblad	viskerbald	pyyhinterä
<b>Anlage 1 / Annex 1 / Annexe 1</b>								
verfestigbar	solidifiable	solidifiable	solidificabile	som kan stelna	solidificable	die vast kan worden	hærdende	jähmettyvä
sorgfältig	painstakingly	minutieusement	accuratamente	omsorgsfullt	minuciosamente	nauwgezet	omhyggelig	huolellisesti
Prototyp	prototype	prototype	prototipo	prototyp	prototipo	prototype	prototype	prototyyppi
aufwändig	laborious	laborieux	difficoltoso	mödosam	laborioso	bewerkelijk	omstændelig	vaivalloinen
lichthårtbar	photohardenable	photodurcissable	fotoindurente	fotohårdbar	fotoendurecible	door licht uit te harden	lyshærdende	valossa kovettuva
Energierreiche Strahlung	high-energy radiation	radiations de forte énergie	radiazioni ad alta energia	högenergiestråling	radiación de alta energía	hoogenergetische straling	højenergiestråling	korkeaaenerginen säteily
bestrahlen	irradiate	irradier	irradiare	bestråla	irradiar	bestralen	bestråle	säteilyttää
Maske	mask	masque	maschera	mask	máscara, enmascarar	masker	skabelon	naamio
undurchlässig	opaque	opaque	opaco	ogenomskinnlig	opaco	ondoorzichtig	uigennemskinnelig	läpäisemätön
zeichnen	drawing	dessinant	disegnando	teckning	dibujo	te tekenen	tegne	piirtää
abgetastet	scanned	balayé	scannerizzato	svepad	barrido	afgetast	scanner/afstastet	skannattu
kompliziert	intricate	compliqué	complicato	komplicerad	Intrincado	ingewikkeld	kompliceret	monimutkainen
Schicht	layer	couche	strato	skikt	capa	laag	lag	kerros
haftet	adheres	adhère	aderisce	håftar	adhiera	hecht	hæfter	tarttuu
Trägerplatte	platform	plate-forme	piattaforma	bärplatta	plataforma	dragerplaat	platform	alusta
Bestrahlung	exposure	exposition	esposizione	exponering	exposición	blootstelling	eksponering	säteilytys
Oberflächen-spannung	Surface tension	tension superficielle	tensione superficiale	ytspänning	tensión superficial	oppervlakte-spanning	overfladespænding	pintajännite
Viskosität	viscosity	viscosité	viscosità	viskositet	viscosidad	viscositeit	viskositet	viskositeetti
vordere Oberfläche	leading surface	face avant	superficie anteriore	fråmre yta	cara anterior	voorste oppervlak	forSIDE	etupinta
hintere Oberfläche	trailing surface	face arrière	superficie posteriore	bakre yta	cara trasera	achterste oppervlak	bagside	takapinta
Oberflächen-adhäsion	Surface adhesion	adhérence de surface	adesione superficiale	ytydihäftning	adhesión superficial	aan het oppervlak hechtend	overfladehæftning	pintatartunta

**ÜBERSETZUNGSHILFE / GLOSSARY / GLOSSAIRE**

<b>Anlage 2 / Annex 2 / Annexe 2</b>									
<b>DE</b>	<b>EN</b>	<b>FR</b>	<b>IT</b>	<b>SE</b>	<b>ES</b>	<b>NL</b>	<b>DK</b>	<b>FI</b>	
Modell	model	modèle	modello	modell	modelo	model	model	malli	
Tank	tank	réservoir	recipiente	tank	tanque	reservoir	tank	säiliö	
<b>Anlage 3 / Annex 3 / Annexe 3</b>									
<b>DE</b>	<b>EN</b>	<b>FR</b>	<b>IT</b>	<b>SE</b>	<b>ES</b>	<b>NL</b>	<b>DK</b>	<b>FI</b>	
Schüssel	bowl	réipient	recipiente	skål	recipiente	bak	beholder	malja	
Holzklötz	block of wood	un bloc de bois	blocchetto di legno	träklöts	bloque de madera	blok hout	trækløds	puupöykky	
strömt	floods	inonde	sommerge	svämmar över	desborda	stroomt	strømmer	virtaa	
benetzt	covering	mouillé	ricoprente	täckande	humectar	bedekt	overflade-dækket	kostunut	
<b>Anlage 4 / Annex 4 / Annexe 4</b>									
<b>DE</b>	<b>EN</b>	<b>FR</b>	<b>IT</b>	<b>SE</b>	<b>ES</b>	<b>NL</b>	<b>DK</b>	<b>FI</b>	
übereinander aufgeschichtet	stacking	superposant	sovrapponendo	staplände av	apilado	op elkaar gestapeld	lagvist opbygge	pinottu	
Quecksilberlampen	mercury bulbs	ampoules à mercure	lampade a mercurio	kvicksilvriglödlampa	lámparas de mercurio	kwiklampen	kviksøvlamper	elohopealamppu	
schrittweise	stepwise	par étape	passo a passo	stegvis	paso a paso	stapsgewijs	skridtvis	asteittain	
Quarzfenster	quartz window	fenêtre de quartz	finestra di quarzo	kvartsfönster	ventana de cuarzo	kwartsvenster	kwartsvindue	kvartsi-ikkuna	
Spalt	gap	interstice	spazio	spalt	intersticio	spleet	mellemrum	rako	
heraus nach oben gezogen	pulled upwards	hissé	sollevati	dragna uppåt	tirado hacia arriba	omhoog getrokken	hejst/trukket opad	ylösvedetty	
frisch	green	fraichement formés	freschi	grön	fresco, recipiente	vers	frisk / nyformet	uusi	
<b>Anlage 5 / Annex 5 / Annexe 5</b>									
<b>DE</b>	<b>EN</b>	<b>FR</b>	<b>IT</b>	<b>SE</b>	<b>ES</b>	<b>NL</b>	<b>DK</b>	<b>FI</b>	
schrittweise	stepwise	par paliers	passo a passo	stegvis	paso a paso	stapsgewijs	skridtvis	asteittain	
Ränder	edges	bords	bordi	kanter	bordes	randen	kanterne	reunat	
starr	rigid	rigide	rigido	styv	rigido	stijf	stiv	jäykkä	
computergesteuert	computer controlled	pilottage informatique	comandato da computer	datorstyrd	controlado por ordenador	computer-gestuurd	computerstyret	tietokoneohjattu	