

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6817290号  
(P6817290)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和2年12月28日(2020.12.28)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 9 C 64/255 (2017.01)

B 2 9 C 64/255

B 3 3 Y 30/00 (2015.01)

B 3 3 Y 30/00

B 2 9 C 64/30 (2017.01)

B 2 9 C 64/30

B 2 9 C 64/264 (2017.01)

B 2 9 C 64/264

B 2 9 C 64/245 (2017.01)

B 2 9 C 64/245

請求項の数 10 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-507759 (P2018-507759)  
 (86) (22) 出願日 平成28年5月2日(2016.5.2)  
 (65) 公表番号 特表2018-515379 (P2018-515379A)  
 (43) 公表日 平成30年6月14日(2018.6.14)  
 (86) 国際出願番号 PCT/CA2016/050509  
 (87) 国際公開番号 W02016/172805  
 (87) 国際公開日 平成28年11月3日(2016.11.3)  
 審査請求日 平成31年4月26日(2019.4.26)  
 (31) 優先権主張番号 62/155,246  
 (32) 優先日 平成27年4月30日(2015.4.30)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 PCT/CA2015/050860  
 (32) 優先日 平成27年9月4日(2015.9.4)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 カナダ (CA)

(73) 特許権者 517380271  
 フォアキャスト リサーチ アンド デベ  
 ロップメント コーポレーション  
 Forecast Research an  
 d Development Corp.  
 カナダ国 ブリティッシュコロンビア州、  
 プリンズ ジョージ、ハート ハイウェイ  
 4912  
 4912 Hart Highway, P  
 rince George, Britis  
 h Columbia, Canada  
 (74) 代理人 100130111  
 弁理士 新保 斉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良型ステレオリソグラフィシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放出デバイスと、

前記放出デバイスの上に配設されるタンクであって、第1の光学的に透明な底壁、およ  
 び第2の光学的に透明な底壁を有し、これらの間に空間が配設される、タンクと、

前記タンクから離れるように延在するリニアステージ、および、前記タンクから離れる  
 ように前記リニアステージに沿って移動可能なキャリアプラットフォームと、

前記タンク内部の前記タンクの前記第1の光学的に透明な底壁の上に配置されたヒドロ  
 ゲルを含む湿潤性材料と、

前記タンクの前記第1の光学的に透明な底壁と前記タンクの前記第2の光学的に透明な  
 底壁との間に配設された前記空間と流体連通している流体冷却システムと、を備える

ことを特徴とするステレオリソグラフィシステム。

【請求項 2】

前記湿潤性材料は前記タンクの前記第1の光学的に透明な底壁上に塗布される

請求項 1 に記載のステレオリソグラフィシステム。

【請求項 3】

前記湿潤性材料は前記タンクの前記第1の光学的に透明な底壁を覆うメンブレンである

請求項 1 に記載のステレオリソグラフィシステム。

【請求項 4】

前記湿潤性材料はヒドロゲルおよび過酸化水素を含む

10

20

請求項 1 に記載のステレオリソグラフィシステム。

【請求項 5】

前記湿潤性材料は水素供与体および脱酸素剤を含む

請求項 1 または 4 に記載のステレオリソグラフィシステム。

【請求項 6】

前記湿潤性材料はグリセリンを含む

請求項 1 または 4 に記載のステレオリソグラフィシステム。

【請求項 7】

前記湿潤性材料は紫外線抑制剤を含む

請求項 1 または 4 に記載のステレオリソグラフィシステム。

10

【請求項 8】

前記湿潤性材料の表面のナノ構造は、垂直配向面、階層的に構造化された表面、または、これらの組み合わせである

請求項 1 に記載のステレオリソグラフィシステム。

【請求項 9】

前記湿潤性材料の表面のナノ構造は、5 ミクロン～15 ミクロンの上面直径を有し、かつ 10 ミクロン未満の間隔があけられた複数の突起部を含む

請求項 1 に記載のステレオリソグラフィシステム。

【請求項 10】

前記湿潤性材料は、交差する線を有するパターンで施される接着剤を使用して前記タンクの前記第 1 の光学的に透明な壁に付着させる

請求項 1 に記載のステレオリソグラフィシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステレオリソグラフィシステムに関し、とりわけ、光学的に透明な底部に湿潤性材料を有するタンクを有するステレオリソグラフィシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

全開示が参照により本明細書に組み込まれている、Di Simoneらの特許文献 1 は、3 次元物体を形成する方法を開示している。方法は、キャリア、および、ビルド面を有する光学的に透明な部材を提供することを含む。キャリアおよびビルド面は、それらの間にビルド領域を画定する。ビルド領域は、重合性液体が充填され、ビルド領域は、光学的に透明な部材を通して照射されて、重合性液体から固体ポリマーを形成しながら、同時に、キャリアをビルド面から離れるように前進させて固体ポリマーから 3 次元物体を形成し、また同時に、(i) ビルド面と接触している重合性液体の不感帯を連続的に維持し、かつ、(ii) 不感帯と固体ポリマーとの間で、これらのそれぞれと接触している重合帯の勾配を連続的に維持し、重合帯の勾配は、部分的に硬化した形態の重合性液体を含む。方法を実施するための装置も開示される。

30

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2014/126837 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、改良型ステレオリソグラフィシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

それに応じて、放出デバイスと、放出デバイスの上に配設されるタンクとを備えるステ

50

レオリソグラフィシステムが提供される。タンクは、第1の光学的に透明な底壁、および第2の光学的に透明な底壁を有し、これらの間に空間が配設される。タンクから離れるように延在するリニアステージ、および、タンクから離れるようにリニアステージに沿って移動可能であるキャリアプラットフォームがある。また、タンク内部のタンクの第1の光学的に透明な底壁には湿潤性材料がある。流体冷却システムは、タンクの第1の光学的に透明な底壁とタンクの第2の光学的に透明な底壁との間に配設された空間と流体連通している。

#### 【0006】

湿潤性材料は、タンクの第1の光学的に透明な底壁上に塗布されてよい、または、湿潤性材料は、タンクの第1の光学的に透明な底壁を覆うメンブレンであってよい。タンクの第1の光学的に透明な底壁は、300Kで20W/(m×K)を上回る熱伝導率を有することができる。タンクの第1の光学的に透明な底壁は、サファイアガラスまたは透明セラミックスピネルであってよい。

10

#### 【0007】

湿潤性材料は、ヒドロゲルを含むことができ、ある特定の例では、ヒドロゲルおよび過酸化水素を含むことができる。湿潤性材料は、水素供与体および脱酸素剤を含むことができる。湿潤性材料はグリセリンを含むことができる。湿潤性材料は紫外線抑制剤を含むことができる。湿潤性材料は超疎水性表面を有することができる。湿潤性材料の超疎水性表面のナノ構造は、垂直配向面、階層的に構造化された表面、または、これらの組み合わせであってよい。湿潤性材料の超疎水性表面のナノ構造は、5ミクロン～15ミクロンの上面直径を有し、かつ10ミクロン未満の間隔がつけられた複数の突起部を含むことができる。湿潤性材料は、交差する線を有するパターンで施される接着剤を使用してタンクの底部に付着させることができる。

20

#### 【0008】

流体冷却システムは、タンクの第1の光学的に透明な底壁とタンクの第2の光学的に透明な底壁との間に配設された空間に空気を送り出すことができる。流体冷却システムは、タンクの第1の光学的に透明な底壁とタンクの第2の光学的に透明な底壁との間に配設された空間に水を送り出すことができる。タンクを冷却する冷却デバイスがあり、この冷却デバイスはエアナイフであってよい。タンクの第2の光学的に透明な底壁は、紫外線OLED、または紫外線LEDを有するLCDモニタを含むことができる。タンクは、湿潤性材料と流体連通する貯留槽をさらに含むことができる。他の例では、タンクの光学的に透明な底壁および放出デバイスは一体であってよい。タンクを振動させる振動子があってよい。振動子は25Hz～60Hzで振動することができる。振動子は圧電振動子であってよい。

30

#### 【0009】

また、放出デバイスと、放出デバイスの上に配設されるタンクとを備えるステレオリソグラフィシステムが提供される。タンクは、第1の光学的に透明な底壁、および第2の光学的に透明な底壁を有し、これらの間に空間が配設される。タンクから離れるように延在するリニアステージ、および、タンクから離れるようにリニアステージに沿って移動可能であるキャリアプラットフォームがある。また、タンク内部のタンクの第1の光学的に透明な底壁にはシリコン材料がある。流体冷却システムは、タンクの第1の光学的に透明な底壁とタンクの第2の光学的に透明な底壁との間に配設された空間と流体連通している。シリコン材料は超疎水性表面を有することができる。シリコン材料の超疎水性表面のナノ構造は、垂直配向面、階層的に構造化された表面、または、これらの組み合わせであってよい。シリコン材料の超疎水性表面のナノ構造は、5ミクロン～15ミクロンの上面直径を有し、かつ10ミクロン未満の間隔がつけられた複数の突起部を含むことができる。シリコン材料は、交差する線を有するパターンで施される接着剤を使用してタンクの底部に付着させることができる。タンクを振動させる振動子があってよい。振動子は25Hz～60Hzで振動することができる。振動子は圧電振動子であってよい。

40

#### 【0010】

50

本発明は、添付の図面を参照して、例としてのみ与えられる本発明の実施形態の以下の説明から、より容易に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】改良型ステレオリソグラフィシステムの斜視図

【図2】図1のステレオリソグラフィシステムの立面図

【図3】図1のステレオリソグラフィシステムの正面部分切り欠き図

【図4A】図1のステレオリソグラフィシステムのタンクの断面斜視図

【図4B】図1のステレオリソグラフィシステムのタンク内部の湿潤性材料の表面積の拡大図

10

【図5A】図1のステレオリソグラフィシステムのタンク内部にあってよい湿潤性材料の表面積の代替的な実施形態の拡大図

【図5B】図1のステレオリソグラフィシステムのタンク内部にあってよい湿潤性材料の表面積の代替的な実施形態の拡大図

【図5C】図1のステレオリソグラフィシステムのタンク内部にあってよい湿潤性材料の表面積の代替的な実施形態の拡大図

【図5D】図1のステレオリソグラフィシステムのタンク内部にあってよい湿潤性材料の表面積の代替的な実施形態の拡大図

【図6A】図1のステレオリソグラフィシステムのタンクの上面図

【図6B】図1のステレオリソグラフィシステムのタンクの上面図

【図6C】図1のステレオリソグラフィシステムのタンクの上面図

20

【図7】形成されている物体を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分切り欠き斜視図

【図8】樹脂の連続的な硬化によって形成されている物体の中空部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図9】樹脂の連続的な硬化によって形成されている物体の中空部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの別の部分図

【図10】樹脂の連続的に成層した硬化によって形成される、比較的小さい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図11】物体がタンクの底部から引き離されると屈曲する湿潤性材料による、樹脂の連続的に成層した硬化によって形成される、比較的小さい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

30

【図12】樹脂の連続的に成層した硬化によって形成される、比較的小さい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図13】樹脂の連続的に成層した硬化によって形成される、比較的小さい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの別の部分図

【図14】物体と湿潤性材料との間の間隔によって樹脂の連続的に成層した硬化によって形成される比較的小さい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図15】物体と湿潤性材料との間の間隔を部分的に充填する樹脂によって、樹脂の連続的に成層した硬化によって形成される、比較的小さい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

40

【図16】物体と湿潤性材料との間の間隔を部分的に充填する樹脂によって、樹脂の連続的に成層した硬化によって形成される、比較的小さい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図17】樹脂の成層した硬化によって形成される、比較的大きい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図18】タンクが第1の方向に傾斜している、樹脂の成層した硬化によって形成される、比較的大きい断面を有する物体の固形部を示す、図1のステレオリソグラフィシステムの部分図

50

【図 19】タンクが第 2 の方向に傾斜している、樹脂の成層した硬化によって形成される、比較的大きい断面を有する物体の固形部を示す、図 1 のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図 20】樹脂の成層した硬化によって形成される、比較的大きい断面を有する物体の固形部を示す、図 1 のステレオリソグラフィシステムの部分図

【図 21】樹脂の成層した硬化によって形成される、比較的大きい断面を有する物体の固形部を示す、図 1 のステレオリソグラフィシステムの別の部分図

【図 22】図 1 のステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンクの第 2 の実施形態の断面斜視図

【図 23】図 1 のステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンクの第 3 の実施形態の断面斜視図

【図 24】図 1 のステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンクの第 4 の実施形態の断面斜視図

【図 25】図 1 のステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンクの第 5 の実施形態の断面斜視図

【図 26】図 1 のステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンクの第 6 の実施形態の断面斜視図

【図 27】別の改良型ステレオリソグラフィシステムの斜視図

【図 28】図 27 のステレオリソグラフィシステムのタンクの断面斜視図

【図 29】図 27 のステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンクの第 2 の実施形態の断面斜視図

【図 30】図 27 のステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンクの第 2 の実施形態の断面斜視図

【図 31】本明細書に開示されたステレオリソグラフィシステムの制御部の論理を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0012】

図面を参照、最初に図 1 および図 2 を参照すると、改良型ステレオリソグラフィシステム 10 が示されている。ステレオリソグラフィシステム 10 は、ステレオリソグラフィシステム 10 を容易に所望の場所に移動させることを可能にするために、複数のキャスター、例えば、キャスター 14 および 16 に装着されるハウジング 12 を備える。キャスター 14 および 16 は、構造および機能が実質的に同一であり、それぞれは、対応するブレーキ、例えば、キャスター 14 のうちの 1 つに対して表記されるブレーキ 18 を有する。ブレーキ 18 は、地面係合ブレーキであり、ステレオリソグラフィシステム 10 を所望の場所に固定させることが可能である。ハウジング 12 は、下部 20 および上部 30 を有する。ハウジング 12 の下部 20 は、ハウジング 12 の下部 20 への進入を可能にしかつ制限するために、ハンドル 24 およびロック 26 を備えたドア 22 を含む。ハウジング 12 の下部 20 はまた、ハウジング 12 の下部 20 において空気を循環させることができるように、図 1 にのみ示される通気孔 28 を備える。同様に、ハウジング 12 の上部 30 は、ハウジング 12 の上部 30 への進入を可能にしかつ制限するために、ハンドル 34 およびロック 36 を備えたドア 32 を含む。この例では、ハウジング 12 の上部 30 のドア 32 は、光学的に透明な窓ガラス 38 を備える。

【0013】

ここで図 3 を参照すると、ハウジング 12 の下部 20 内部に配設された放出デバイス 40 がある。放出デバイスは、樹脂を硬化させるまたは重合させるために使用可能である任意の適した発光デバイスであってよい。放出デバイスの上のハウジング 12 の上部 30 内部にタンク 42 が配設されている。また、ハウジング 12 の上部 30 にリニアステージ 44 がある。リニアステージ 44 は、タンク 42 から垂直に離れるように延在し、キャリアプラットフォーム 46 はリニアステージ 44 に沿って移動可能である。ここまで説明したようなステレオリソグラフィシステム 10 は、形成されている物体の底部に物体の断面が

10

20

30

40

50

形成される「トップダウン」の３次元印刷技術において使用される一般的な従来のステレオリソグラフィシステムである。

【００１４】

しかしながら、図４Ａに最も良く示されるように、ステレオリソグラフィシステム１０のタンク４２は新しい構造を有する。タンク４２は、光学的に透明である底壁４８を有する。タンク４２の底壁４８から延在する複数の側壁、例えば側壁５０、５２、および５４がある。タンク４２内部のタンク４２の底壁４８に光学的に透明な湿潤性材料５６がある。湿潤性材料５６は、湿らすことができる、すなわち、保水力がある任意の材料であってよい。この例では、湿潤性材料５６は、メンブレンの形態であり、タンク４２の底壁４８を覆う。しかしながら、他の例では、湿潤性材料５６は、タンク４２の底壁４８上で塗布または形成されてよい。湿潤性材料５６は、１ミリメートル～４ミリメートルの厚さを有することができる。

10

【００１５】

図４Ｂは、湿潤性材料５６の表面のナノ構造を示す。湿潤性材料５６の表面のナノ構造は、湿潤性材料５６の表面に沿って間隔がつけられた、円錐台の形態の複数の突起部、例えば、突起部５８ａ、５８ｂ、および５８ｃを含む。この例では、突起部５８ａ、５８ｂ、および５８ｃは、１０ミクロン～２０ミクロンのベース直径、および、５ミクロン～１５ミクロンの上面直径を有する。突起部５８ａ、５８ｂ、および５８ｃは、この例では、１０ミクロン未満の間隔がつけられている。湿潤性材料５６の表面のナノ構造によって、湿潤性材料５６の表面が超疎水性表面になっており、実例である、図５Ａ～図５Ｄに示されるような代替的な適した形態をとることができる。図５Ｂにおいて、湿潤性材料の表面のナノ構造は、円筒状の複数の突起部を含む。図５Ｃおよび図５Ｄにおいて、湿潤性材料の表面のナノ構造は、花びらのナノ構造のレプリカである。湿潤性材料５６の表面のナノ構造は、化学的処置、レーザ彫刻、またはフォトリソグラフィによって調製可能である。湿潤性材料５６の表面のナノ構造は、垂直配向面、階層的に構造化された表面、または、これらの組み合わせであってよい。さらに代替的には、例えば、テフロン（登録商標）または別の疎水性材料によって湿潤性材料５６の表面のナノ構造を塗布可能であってよい。超疎水性表面を有する従来の「トップダウン」のステレオリソグラフィシステムにおいてシリコン材料（例えば層）を提供するために、この段落において説明されるのと同じまたは同様のプロセスが使用可能であることは、当業者には理解されるであろう。

20

30

【００１６】

ここで図６Ａ～図６Ｃを参照すると、この例では、湿潤性材料５６は、定着剤またはシアノアクリレート接着剤などの光学的に透明な接着剤６０によってタンク４２の（図６Ａ～図６Ｃには示されない）底壁４８に据え付けられる。湿潤性材料５６は、図６Ａに示されるように、タンク４２の底壁４８にその周辺部のみに付着させてよい。これによって、湿潤性材料５６は屈曲可能になる。湿潤性材料５６は、図６Ｂに示されるように、グリッドパターンでタンク４２の底壁４８に付着させることができる。これによって、湿潤性材料６５を画定された部分内部のみで屈曲させることができる。図６Ｃに示されるような円形パターン、または線を交差させることによる任意の他の適したパターンにおいて湿潤性材料５６を付着させることによって、同様の結果が達成できる。シリコン材料を画定された部分内部のみで屈曲可能とするように、従来の「トップダウン」のステレオリソグラフィシステムにシリコン材料（例えば層）を付着させるために、この段落において説明されるのと同じまたは同様のプロセスが使用可能であることは、当業者には理解されるであろう。

40

【００１７】

タンク４２は、また、振動子６２および６４の形態であってよいアクチュエータを備える。この例では、振動子６２および６４は、超音波トランスデューサ、とりわけ、圧電アクチュエータまたは振動子である。しかしながら、任意の適した振動子が使用可能である。振動子６２および６４は、この例では垂直配向で使用されるが、他の例では水平配向で使用可能である。振動子６２および６４は２５Ｈｚ～６０Ｈｚの周波数で振動することが

50

できる。振動子 6 2 および 6 4 は、必要とされる時にタンク 4 2 を傾斜させるように機能する。しかしながら、タンクの両側に配設されるリニアアクチュエータを駆動させるモータなどの任意の適したアクチュエータは、他の例ではタンクを傾斜させるために使用可能である。

#### 【 0 0 1 8 】

図 7 は、ステレオリソグラフィシステム 1 0 のタンク 4 2 において樹脂 7 0 から形成されている物体 6 8 を示す。放出デバイス 4 0 は、物体 6 8 がキャリアプラットフォーム 4 6 上で形成されている際に噴射空気または光線 7 2 を放出する。放出デバイス 4 0 が噴射空気または光線 7 2 を放出し、かつ物体 6 8 が形成される際に、キャリアプラットフォーム 4 6 はタンク 4 2 から離れるように上方に移動する。制御部 7 4 は、物体が形成されるまたは物体の一部が形成されることに左右されて、噴射空気または光線の継続時間および強度を制御するために使用可能である。物体 6 8 は、それに応じて、タンク 4 2 における樹脂 7 0 の、連続的な、連続的に成層した、または成層した硬化を使用して形成可能である。ステレオリソグラフィシステム 1 0 はまた、物体 6 8 が形成され、かつ高温が発生する時に、タンク 4 2 およびこの内容物、すなわち、湿潤性材料 5 6 および樹脂 7 0 を冷却するために、冷却ファン 7 6 などの冷却デバイスを備えることができる。冷却デバイスは、代替的には、エアナイフまたは別の適した冷却デバイスであってよい。物体 6 8 が形成される際の比較的早い速度に起因して、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステム 1 0 の動作中に高温が発生する。物体 6 8 の断面を形成するように照射することによって樹脂を硬化させるまたは重合させることは、当業者には理解されるであろう。

#### 【 0 0 1 9 】

樹脂が硬化すると熱が生じるため、とりわけ、物体 6 8 が連続的に形成されている時に、できるだけ熱を放散することが所望される。高い熱伝導率を有する材料からタンク 4 2 の底壁 4 8 を形成することによって、熱をより迅速に放散させることができ、これによって、蓄積される熱が少なくなることを受けて、物体 6 8 の断面のサイズおよび高さを大きくすることが可能になる。さらに、タンク 4 2 の底壁 4 8 が高い熱伝導率を有する場合、気泡は一般的に、湿潤性材料および / または樹脂に形成されない。湿潤性材料および / または樹脂における気泡の形成は、物体 6 8 の形成に悪影響を与える場合がある。

#### 【 0 0 2 0 】

それに応じて、高い熱伝導率を有する光学的に透明な材料からタンク 4 2 の底壁 4 8 を形成することが望ましい。300 K で  $25 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$  の熱伝導率を有するサファイアガラスは、タンク 4 2 の底壁 4 8 を形成するために使用可能である。300 K で  $25 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$  の熱伝導率を有する透明セラミックスピネルも、タンク 4 2 の底壁 4 8 を形成するために使用可能である。Starphire (商標) など、高い熱伝導率を有する低鉄ガラスも使用可能である。しかしながら、タンク 4 2 の底壁 4 8 は、25 K で  $0.20 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$  の熱伝導率を有するアクリルガラス、または、25 K で  $0.95 \text{ W} / (\text{m} \times \text{K})$  の熱伝導率を有するソーダ石灰ガラスもしくはソーダ石灰シリカガラスから形成されてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

図 8 および図 9 に示されるように、物体 6 8 の中空部 7 8 の形成中、制御部 7 4 は、噴射空気または光線 7 2 の継続時間を減少させ、かつ、噴射空気または光線 7 2 の強度を増加させることができる。噴射空気または光線 7 2 の継続時間は、中空部 7 8 の形成中に減少するが、これは、硬化される表面が小さくなることによって、樹脂を硬化させるまたは重合させるために必要とされる時間が少なくなるからである。しかしながら、噴射空気または光線 7 2 の強度は、物体 6 8 の形成を加速させるために、中空部 7 8 の形成中、増加させるが、物体 6 8 の断面は連続的に形成する。図 8 および図 9 は、タンク 4 2 の底壁 4 8 における湿潤性材料 5 6 と、タンク 4 2 における樹脂 7 0 から形成される物体 6 8 との間の間隙 8 0 を示す。間隙 8 0 によって物体 6 8 は連続的に形成可能であるが、これは、物体 6 8 がタンク 4 2 の底壁 4 8 上に直接形成されないことによって、全体的に、物体 6 8 の中空部 7 8 の形成中にタンク 4 2 の底壁 4 8 から物体 6 8 をはがすまたは引き離す必

要性が排除されるからである。

【 0 0 2 2 】

図 1 0 ~ 図 1 3 において示されるように、比較的小さい断面を有する物体 6 8 の固形部 8 2 の形成中、制御部 7 4 は、噴射空気または光線 7 2 の継続時間を長くし、かつ、固形部 8 2 の形成中、噴射空気または光線 7 2 の強度を低下させることができる。噴射空気または光線 7 2 の継続時間は、固形部 8 2 の形成中長くなるが、これは、硬化される表面積が大きくなることによって、樹脂を硬化させるまたは重合させるための追加の時間が必要とされるからである。噴射空気または光線 7 2 の強度は、湿潤性材料 5 6 を乾燥させる場合がある過剰熱を最小化するために、固形部 8 2 の形成中低下させる。図 1 0 および図 1 3 はまた、タンク 4 2 の底壁 4 8 における湿潤性材料 5 6 と、タンク 4 2 における樹脂 7 0 から形成される物体 6 8 との間隙 8 0 を示す。間隙 8 0 によって物体 6 8 を樹脂 7 0 の連続的に成層した硬化によって形成させることができるが、これは、物体 6 8 がタンク 4 2 の底壁 4 8 上に直接形成されず、物体 6 8 の固形部 8 2 の形成中、図 1 0 および図 1 1 に最も良く示されるように、タンク 4 2 の底壁 4 8 から物体 6 8 を容易に引き離すことができるからである。これは、湿潤性材料 5 6 が湿潤性材料 5 6 の部分 8 4 に示されるように画定された部分内で屈曲できることによって、物体 6 8 を引き離すために必要とされる力を低減させることに起因する。これによって、物体 6 8 の固形部 8 2 の断面を形成するために必要とされる時間は低減する。

10

【 0 0 2 3 】

ここで図 1 4 ~ 図 1 7 を参照すると、物体 6 8 における気泡の形成はまた、物体 6 8 の底部 8 8 とタンク 4 2 の底壁 4 8 との間隙を樹脂が充填するまで、噴射空気または光線を与えないことによって防止可能である。物体 6 8 の形成中、図 1 4 に最も良く示されるように、キャリアプラットフォーム 4 6 がタンク 4 2 の底壁 4 8 から離れるように移動する際に間隙 8 0 と物体 6 8 の底部 8 8 との間には一時的に間隔 8 6 がある。間隔 8 6 は、図 1 5 および図 1 6 に示されるように、樹脂 7 0 によってほぼ瞬間的に充填される。しかしながら、図 1 5 に示されるように、樹脂 7 0 が間隔 8 6 を完全に充填する前に物体 6 8 の断面が形成される場合、間隔 8 6 の周りの樹脂が物体 6 8 の断面の形成中に硬化されるため、間隔 8 6 によって物体 6 8 に気泡を形成される。それに応じて、物体 6 8 の断面の形成前に、図 1 6 に示されるように、間隔 8 6 が樹脂 7 0 によって実質的に充填されるまで待つことが望ましい。このことは、以下のアルゴリズムを採用するように制御部 7 4 をプログラミングすることによって達成可能である。

20

ステップ 1 : 開始。

ステップ 2 : 図 1 4 に示されるように、物体 6 8 をタンク 4 8 の底部から離れるように移動させる。

ステップ 3 : 図 1 5 および図 1 6 に示されるように、形成されている物体 6 8 の底部 8 8 と間隙 8 0 との間隙 8 6 に樹脂が流れ込む際に、一時的に光を放出しない。

ステップ 4 : 図 1 7 に示されるように、形成されている物体 6 8 の底部 8 8 と間隙 8 0 との間隙 8 6 を樹脂 7 0 が充填する際に、形成されている物体 6 8 の所望の断面を形成するように樹脂を硬化させるために光を放出する。

ステップ 5 : ステップ 2 を繰り返す。

30

40

【 0 0 2 4 】

図 1 8 ~ 図 2 1 に示されるように、比較的大きい断面を有する物体 6 8 の固形部 9 0 の形成中、物体 6 8 の固形部 9 0 を微量分はがすために、タンク 4 2 を傾斜させることが望ましい場合がある。図 6 A ~ 図 6 C に示される振動子 6 2 および 6 4 は、キャリアプラットフォーム 4 6 が図 1 8 および図 1 9 に示されるようにタンク 4 2 から離れるように移動する間に交互に振動する。これによって、図 2 0 に示されるように、物体 6 8 と湿潤性材料 5 6 との間の樹脂 7 0 の流れを促進させる。物体 6 8 の部分の別の断面は次いで、図 2 1 に示されるように形成可能である。キャリアプラットフォーム 4 6 は再配置され、物体 6 8 が完全に形成されるまでプロセスは繰り返される。

【 0 0 2 5 】

50



振動子 6 2 および 6 4 は、樹脂 7 0 を硬化させるまたは重合させるために光が放出されない時はいつでも作動させることができる。振動子 6 2 および 6 4 はまた、樹脂 7 0 の流れを助長させるために使用可能である。振動子 6 2 および 6 4 は、タンク 4 2 の片側の振動子が上方に振動し、タンクの反対側の振動子が下方に振動するように配置されてよい。振動子 6 2 および 6 4 は、形成されている物体 6 8 の断面に基づいて最も効果的である振動の組み合わせをもたらすために選択的に作動させることができる。

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 2 は、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステム 1 0 で使用可能であるタンク 1 1 0 の第 2 の実施形態を示す。タンク 1 1 0 は、図 4 A に示されるタンク 4 2 と実質的に同様である。タンク 1 1 0 は、タンク 1 1 0 内部のタンク 1 1 0 の底壁 1 1 2 における湿潤性材料 1 1 4 と共に光学的に透明な底壁 1 1 2 を有する。しかしながら、タンク 1 1 0 は、この第 1 の側に配設されるアクチュエータ 1 1 6、および、この第 2 の側に配設されるヒンジ機構 1 1 8 を有する。この例では、アクチュエータ 1 1 6 は、タンク 1 1 0 を傾斜させるために、ヒンジ機構 1 1 8 を中心にタンク 1 1 0 を駆動させるモータ駆動のリニアアクチュエータである。

#### 【 0 0 2 7 】

図 2 3 は、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステム 1 0 で使用可能であるタンク 1 2 0 の第 3 の実施形態を示す。タンク 1 2 0 は、図 4 A に示されるタンク 4 2 と実質的に同様である。タンク 1 2 0 は、光学的に透明な底壁 1 2 2 と共に、タンク 1 2 0 内部のタンク 1 2 0 の底壁 1 2 2 における湿潤性材料 1 2 4 を有する。しかしながら、タンク 1 2 0 は、湿潤性材料 1 2 4 と流体連通する貯留槽 1 2 6 をさらに有する。貯留槽 1 2 6 には水があってよく、これは、湿潤性材料を湿らせ続けるために、湿潤性材料 1 2 4 に施されてよい。

#### 【 0 0 2 8 】

図 2 4 は、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステム 1 0 で使用可能であるタンク 1 3 0 の第 4 の実施形態を示す。特に、タンク 1 4 0 が湿潤性材料から形成される光学的に透明な底壁 1 3 2 を有するというを除いて、タンク 1 3 0 は、図 4 A に示されるタンク 4 2 と実質的に同様である。

#### 【 0 0 2 9 】

図 2 5 は、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステム 1 0 で使用可能であるタンク 1 4 0 の第 5 の実施形態を示す。タンク 1 4 0 は図 4 A に示されるタンク 4 2 と実質的に同様である。タンク 1 4 0 は、光学的に透明な底壁 1 4 2 と共に、タンク 1 4 0 内部のタンク 1 4 0 の底壁 1 4 2 における湿潤性材料 1 4 4 を有する。しかしながら、タンク 1 4 0 は、入力導管 1 5 4 と流体連通するポンプ 1 5 2 を含む、閉ループ樹脂再循環および / または樹脂冷却システム 1 5 0 をさらに備える。入力導管 1 5 4 は 3 つの入力ポート 1 5 6 a、1 5 6 b、および 1 5 6 c を有し、これによって、入力導管 1 5 4 とタンク 1 4 0 との間の流体連通が可能になる。閉ループ樹脂再循環および / または樹脂冷却システム 1 5 0 はまた、タンク 1 4 0 と出力導管 1 6 0 との間の流体連通を可能にする出力ポート 1 5 8 を含む。出力ポート 1 5 8 とポンプ 1 5 2 との間で出力導管 1 6 0 に沿ってコイル 1 6 2 が配設されている。動作時に、ポンプ 1 5 2 は、出力ポート 1 5 8 を通してタンク 1 4 0 から樹脂を引き出す。樹脂は、出力導管 1 6 0 を通してポンプ 1 5 2 へ流れ、コイル 1 6 2 を通って流れると冷却可能である。ポンプ 1 5 2 は次いで、樹脂を、入力導管 1 5 4 を通して送り出し、かつ入力ポート 1 5 6 a、1 5 6 b、および 1 5 6 c を通してタンク 1 4 0 内に戻るようにする。樹脂は、樹脂における乱流を最小化するために毎秒約 1 0 0 mm の流量でタンク 1 4 0 に流れ込み、タンク 1 4 0 の底壁 1 4 2 に隣接してタンク 1 4 0 に流れ込む。閉ループ樹脂再循環および / または樹脂冷却システムはまた、従来の「トップダウン」のステレオリソグラフィシステムにおけるタンクで使用可能であることは、当業者には理解されるであろう。

#### 【 0 0 3 0 】

図 2 6 は、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステム 1 0 で使用可能である

10

20

30

40

50

タンク 170 の第 6 の実施形態を示す。タンク 170 は、第 1 の光学的に透明な底壁 172 a および第 2 の光学的に透明な底壁 172 b を有する。タンク 170 の第 1 の底壁 172 a およびタンク 170 の第 2 の底壁 172 b は間隔がけられており、これらの間に空間 173 がある。湿潤性材料 174 は、タンク 170 内部のタンク 170 の第 1 の底壁 172 a にある。タンク 170 は、入力導管 184 と流体連通するポンプ 182 を含む閉ループ流体冷却システム 180 をさらに備える。入力導管 184 は入力ポート 186 を有し、これによって、入力導管 184 と、タンク 170 の第 1 の底壁 172 a とタンク 170 の第 2 の底壁 172 b との間の空間 173 との間の流体連通が可能になる。閉ループ流体冷却システム 180 はまた、出力導管 190 と、タンク 170 の第 1 の底壁 172 a とタンク 170 の第 2 の底壁 172 b との間の空間 173 との間の流体連通を可能にする出力ポート 188 を含む。出力ポート 188 とポンプ 182 との間で出力導管 190 に沿ってコイル 192 が配設されている。動作時に、ポンプ 182 は、タンク 170 の第 1 の底壁 172 a とタンク 170 の第 2 の底壁 172 b との間の空間 173 に流体を送り出す。流体は空気または水であってよく、これは、タンク 170 の第 1 の底壁 172 a を冷却し、かつ、湿潤性材料 174 に対する熱損傷を防止するために使用される。流体は次いで、出力ポート 188 から引き出され、かつ、出力導管 190 を通してポンプ 182 へ流れ、コイル 192 を通って流れると冷却可能である。ポンプ 182 は次いで、冷却された流体を入力導管 184 を通して送り出し、かつ、入力ポート 186 を通してタンク 170 の第 1 の底壁 172 a とタンク 170 の第 2 の底壁 172 b との間の空間 173 内に戻るようにする。閉ループ流体冷却システムがまた、従来の「トップダウン」のステレオリソグラフィシステムにおけるタンクで使用可能であることは、当業者には理解されるであろう。

#### 【0031】

図 27 は、特に、発光デバイス 240 がタンク 220 と一体化され、かつ、ステレオリソグラフィシステム 210 の冷却デバイスがエアナイフ 212 であるということを除いて、図 7 に示されるステレオリソグラフィシステム 10 と実質的に同一である、別の改良されたステレオリソグラフィシステム 210 を示す。タンク 220 は図 28 においてより詳細に示され、全体的に、図 4A に示されるタンク 42 と同様である。タンク 220 は、光学的に透明な底壁 222 と共に、タンク 220 内部のタンク 220 の底壁 222 における湿潤性材料 224 を有する。しかしながら、タンク 220 の底壁 222 は、この周縁部に沿って配設される、複数の発光デバイス、例えば、発光デバイス 226 および 228 をさらに含む。発光デバイスは、物体を形成するために連続的な光線をもたらす。タンクの底壁は、改造 LCD モニタであってよく、このモニタにおいて、LCD モニタの白色バックライトは、発光デバイスとして機能する紫外線 LED ライトと置き換えられる。これによって、白色光で LCD モニタ上に先に投射されたと思われる画像を噴射空気または紫外線放出で連続的に投射させて、画像の形状の物体を形成可能とする。LCD モニタの白色バックライトが、発光デバイスとして機能する紫外線 LED ライトと置き換えられる改造 LCD モニタがまた、従来の「トップダウン」のステレオリソグラフィシステムにおけるタンクの底壁として使用可能であることは、当業者には理解されるであろう。

#### 【0032】

図 29 は、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステムで使用可能であるタンク 230 の第 2 の実施形態を示す。タンク 230 は図 4A に示されるタンク 42 と実質的に同様である。タンク 230 は、光学的に透明な底壁 232 と共に、タンク 230 内部のタンク 230 の底壁 232 における湿潤性材料 234 を有する。しかしながら、タンク 230 の底壁 232 には紫外線有機発光ダイオード (OLED) 236 がある。紫外線 OLED は、発光デバイスとして機能する。発光デバイスとして機能する紫外線 OLED がまた、従来の「トップダウン」のステレオリソグラフィシステムにおけるタンクで使用可能であることは、当業者には理解されるであろう。

#### 【0033】

図 30 は、本明細書に開示されるステレオリソグラフィシステム 10 で使用可能であるタンク 240 の第 3 の実施形態を示す。タンク 240 は、第 1 の光学的に透明な底壁 24

2 a、および発光デバイスとして機能する紫外線有機発光ダイオード（OLED）の形態の第2の底壁242bを有する。タンク240の第1の底壁242aおよびタンク240の第2の底壁242bは、間隔がつけられ、これらの間に空間243がある。湿潤性材料244はタンク240内部のタンク240の第1の底壁242aにある。タンク240は、入力導管254と流体連通するポンプ252を含む閉ループ流体冷却システム250をさらに備える。入力導管254は入力ポート256を有し、これによって、入力導管254と、タンク240の第1の底壁242aとタンク240の第2の底壁242bとの間の空間243との間の流体連通が可能になる。閉ループ流体冷却システム250はまた、出力導管260と、タンク240の第1の底壁242aとタンク240の第2の底壁242bとの間の空間243との間の流体連通を可能にする出力ポート258を含む。出力ポート280とポンプ252との間で出力導管260に沿ってコイル262が配設されている。動作時に、ポンプ252は、タンク240の第1の底壁242aとタンク240の第2の底壁242bとの間の空間243に流体を送り出す。流体は空気または水であってよく、これは、タンク240の第1の底壁242aを冷却し、かつ、湿潤性材料244に対する熱損傷を防止するために使用される。流体は次いで、出力ポート258から引き出され、かつ、出力導管260を通してポンプ252へ流れ、コイル262を流れると冷却可能である。ポンプ252は次いで、冷却された流体を入力導管254を通して送り出し、かつ、入力ポート256を通して、タンク240の第1の底壁242aとタンク240の第2の底壁242bとの間の空間243内に戻るようにする。閉ループ流体冷却システムがまた、従来の「トップダウン」のステレオリソグラフィシステムにおけるタンクで

10

20

#### 【0034】

ステレオリソグラフィシステム210はまた、タンクと一体化された発光デバイスを制御する制御部214を備える。

#### 【0035】

図31は、本明細書に開示されたステレオリソグラフィシステムの制御部の論理を示すフローチャートである。最良のアリゴリズムを実行する時、制御部は、物体が、樹脂の連続的な、連続的に成層した、または成層した硬化によって形成されるべきかどうかを判断する。

#### 【0036】

##### 湿潤性材料

湿潤性材料56は、ヒドロゲル、例えばシリコンヒドロゲル、または、任意の他の適した湿潤性材料であってよく、これによって、図21～図29に示されるように、タンク42において、湿潤性材料56と樹脂との間の界面での間隙80または「不感帯」が生じる。間隙80によって、タンク42における、湿潤性材料56と樹脂との間の反発作用の分子間力が生じ得る、および/または、樹脂および水は混和しないため、間隙80によって湿潤性材料56および樹脂を分離する水の層が生じ得る。湿潤性材料56と樹脂との間の分離は、グリセリンは樹脂と混和しないためグリセリンを湿潤性材料56に加えることによって改良可能である。湿潤性材料56と樹脂との間の分離は、紫外線抑制剤およびグリセリンを湿潤性材料56に加えることによって、さらに改良できる。紫外線抑制剤およびグリセリンを加えることによって、湿潤性材料56との間の界面における樹脂の非常に薄い層の硬化を防止する。

30

40

#### 【0037】

湿潤性材料56におけるグリセリンおよび紫外線抑制剤の濃度は、使用される樹脂のタイプに左右される。湿潤性材料56におけるグリセリンの濃度は、ヒドロゲルベースの湿潤性材料に対して1容量%と低く、グリセリンゲルベースの湿潤性材料に対して95容量%と高いものである場合がある。湿潤性材料56における紫外線抑制剤の濃度は、0.5容量%～25容量%とすることができる。より多くの光開始剤を含有する高反応性樹脂が必要とするグリセリンおよび紫外線抑制剤は多くなる場合があるが、より少ない光開始剤を含有する低反応性樹脂が必要とするグリセリンおよび紫外線抑制剤は少なくてもよい。

50

## 【 0 0 3 8 】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料

湿潤性材料 5 6 において使用されるヒドロゲルは、任意の手段によって調製されてよいが、以下の一般的な手段が典型的である。

## 【 0 0 3 9 】

ポリ（アクリル酸）ヒドロゲルは、アクリル酸および／またはこの塩と、水溶性架橋剤、例えばメチレンビスアクリルアミドとの溶液で、10%～70%の濃度の水溶液で、および、抑制剤としてメトキシヒドロキノン（MHC）を使用して、調製されてよい。これによって、乾燥かつ重合させて保管できる結晶質のゲル弾性生成物をもたらすことができる。

10

## 【 0 0 4 0 】

超吸水性ヒドロゲルは、モノマーとしてのアクリルアミドと、脱イオン水において希釈された架橋剤としてのビスアクリルアミドとの混合液として調製されてよい。

## 【 0 0 4 1 】

ポリエチレングリコールヒドロゲルは、ラジカル発生剤（紫外線抑制剤）を使用してポリエチレングリコールアクリレートに架橋後、抑制剤として多量のヒドロキノンモノメチルエーテル（MEHQ）を使用してヒドロゲルを安定させることによって、調製可能である。

## 【 0 0 4 2 】

物理的に架橋したヒドロゲルは、分子のらせん形状が形成されるまで、溶液中のカッパカラギーナンを温めることによって調製されてよい。塩を含有する溶液（Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>）の追加の使用によって、安定的なゲルを形成するために凝集したさらなるらせんがもたらされることになる。

20

## 【 0 0 4 3 】

アルギン酸ナトリウムヒドロゲルは、1重量%の塩化カルシウムの混合液に注ぎ込まれた2重量%のアルギン酸ナトリウムの混合液として調製されてよい。

## 【 0 0 4 4 】

パターン化ポリ（エチレングリコール）ベースのヒドロゲルは、光開始剤として2, 2 - ジメトキシ - 2 - フェニルアセトフェノンによる水溶液中にポリ（エチレングリコール）を溶解することによって調製されてよい。フォトリソグラフィ技術は、所望のパターンを得るために紫外線硬化プロセス中に使用される。

30

## 【 0 0 4 5 】

PEGDA 冷結乾燥ゲルは、凍結乾燥PEGDAを水および光開始剤と混合することによって調製され、かつ、紫外線（365 nm）にさらしてヒドロゲル構造を形成することができる。

## 【 0 0 4 6 】

ポリビニルピロリドンベースのヒドロゲルは、特有の用途に必要とされるように、ポリビニルピロリドンに過酸化水素と混合することによって、かつ、架橋してゲル構造を形成するために紫外線（254 nm）を使用することによって、調製されてよい。

40

## 【 0 0 4 7 】

コラーゲン / HEMA ヒドロゲルは、HEMAモノマー、過硫酸アンモニウム、および、メタ重亜硫酸ナトリウムと混合したコラーゲン溶液を使用することによって、調製されてよい。

## 【 0 0 4 8 】

ポリヒドロキシエチルメタクリレートヒドロゲルは、SucMA、架橋剤としてトリプロピレングリコールジアクリレートを使用したヒドロキシエチルメタクリレート、および、ラジカル開始剤としての過硫酸アンモニウムおよびメタ重亜硫酸ナトリウムを混合することによって、調製されてよい。

## 【 0 0 4 9 】

ポリヒドロキシエチルメタクリレートヒドロゲルは、熱重合によって調製されてもよい

50

。ヒドロキシエチルメタクリレートは、架橋剤としてトリメチルプロパントリメタクリレート、および、ラジカル開始剤として過酸化ベンゾイルで重合可能である。この混合液は、次いで、ヒドロゲルの特性に従ってある期間にわたって75℃まで温められる。

【0050】

上述されたヒドロゲル、および、20%～50%の濃縮過酸化水素を使用して、40ml～60mlのヒドロゲルと60ml～80mlの過酸化水素との混合液を使用して湿潤性材料を調製可能である。上述されたヒドロゲルは、ヒドロゲルおよびペルフルオロカーボンの混合液を使用して湿潤性材料を調製するために使用されてもよい。これによって、重合を抑制する表面層を有する酸素を豊富に含む湿潤性材料をもたらすことができる。

【0051】

上述されたヒドロゲルは、水素供与体および脱酸素剤を合わせたヒドロゲルの混合液を使用して湿潤性材料を調製するために使用されてもよい。ヒドロゲルの特有の例は以下に提供される。

【実施例1】

【0052】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料は、1容量%の寒天培地、25容量%のグリセリン、0.5容量%のヒドロキノンモノメチルエーテル(MEHQ)、1容量%のゲルマンII、72.5容量%の脱イオン水を含むことができる。

【0053】

脱イオン水は、混合タンクに加えられることで、良好な渦を確保し、次いで、ヒドロキノンモノメチルエーテル、グリセリン、ゲルマンII、および寒天培地がゆっくりと加えられる。少なくとも4時間の混合が行われる。

【0054】

ヒドロゲルを流し込む調製は、所望の容量の混合液を95℃まで加熱し、5分間、または混合液が均質になるまで、温度を95℃で保持することによって行われる。混合液は金型に注ぎ込まれ、24時間～48時間の凝固が可能である。

【0055】

寒天培地の濃度を増加することで、ヒドロゲルのより良い機械的強度を達成することができる。

【0056】

グリセリンの濃度を変化させることで、より良い機械的強度を達成する、または、より良い耐熱性を達成することができる。

【0057】

ヒドロキノンモノメチルエーテルの濃度を変化させることで、印刷プロセス中の樹脂重合のさらなる抑制を達成して、その結果として、間隙または「不感帯」を小さくするまたは大きくすることができる。

【実施例2】

【0058】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料は、1容量%の寒天培地、25容量%のグリセリン、0.5容量%のヒドロキノンモノメチルエーテル(MEHQ)、1容量%のゲルマンII、脱イオン水において希釈された72.5%容量の15%濃縮過酸化水素を含むことができる。

【0059】

脱イオン水は、混合タンクに加えられることで、良好な渦を確保し、次いで、ヒドロキノンモノメチルエーテル、グリセリン、ゲルマンII、および寒天培地がゆっくりと加えられる。少なくとも4時間の混合が行われる。濃縮過酸化水素は、混合液を加熱して流し込む直前に加えられる。

【0060】

ヒドロゲルを流し込む調製は、所望の容量の混合液を95℃まで加熱し、5分間、または混合液が均質になるまで、温度を95℃で保持することによって行われる。混合液は金

10

20

30

40

50

型に注ぎ込まれ、24時間～48時間の凝固が可能である。

【0061】

過酸化水素の濃度を变化させることで、印刷プロセス中の樹脂重合の抑制を高めることができる。

【実施例3】

【0062】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料は、1～2容量%の寒天培地、25容量%のグリセリン、0.5容量%のヒドロキノンモノメチルエーテル(MEHQ)、1容量%のゲルマンII、0.4～2容量%のポリビニルアルコール(PVA)、69.5～72.1容量%の脱イオン水を含むことができる。

10

【0063】

脱イオン水は、混合タンクに加えられることで、良好な渦を確保し、次いで、ヒドロキノンモノメチルエーテル、グリセリン、ゲルマンII、寒天培地、およびポリビニルアルコールがゆっくりと加えられる。少なくとも4時間の混合が行われる。

【0064】

ヒドロゲルを流し込む調製は、所望の容量の混合液を95℃まで加熱し、5分間、または混合液が均質になるまで、温度を95℃で保持する。混合液は金型に注ぎ込まれ、24時間～48時間の凝固が可能である。

【0065】

ポリビニルアルコールの濃度を变化させることで、機械的強度を改良することができる。

20

【0066】

脱イオン水において希釈された濃縮過酸化水素を混合液に加えることで、印刷プロセス中の樹脂重合の抑制を高めることができる。

【実施例4】

【0067】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料は、N、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミン(TMEDA)および、酸化剤、例えば過硫酸アンモニウム(APS)から成る促進剤溶液を使用して調整されたポリエチレングリコールジアクリレート(PEGDA)を含むことができる。

30

【0068】

ポリエチレングリコールジアクリレートは、5%～30%の既知濃度で促進剤溶液に加えられる。この溶液は、N、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミンと10～50ミリモルの蒸留水とを混合することによって調製される。過硫酸アンモニウム溶液は、過硫酸アンモニウムを蒸留水に加えることによって、10～50ミリモルの濃度で調製される。この反応は、およそ37℃の温度で2～3時間持ち越される。

【0069】

このヒドロゲルベースの湿潤性材料の変化は、蒸留水を過酸化水素で置換することによってなされてよい。

【実施例5】

40

【0070】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料は、重合を達成するための光開始剤、例えば、Irgacure(登録商標)819フェニルビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-ホスフィンオキソド、Irgacure(登録商標)651(2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン)、Irgacure(登録商標)2959(1-[4-(2-ヒドロキシエトキシ)-フェニル]-2-ヒドロキシ-2-メチル-1-プロパン-1-オン)、または、光開始剤の効果的な波長を考慮する任意の他の適した光開始剤を使用して、紫外線重合によって調製されるポリエチレングリコールジアクリレート(PEGDA)を含むことができる。

【0071】

50

ポリエチレングリコールジアクリレート／蒸留水／光開始剤の混合は、５％～３０％の終末濃度までの既知量のポリエチレングリコールジアクリレートと光開始剤（０．０５～２．０％）とを混合することによって、達成される。光開始剤は、ポリエチレングリコールジアクリレートに加えられた後、６５℃まで加熱される間、光開始剤が完全に溶解しかつ均質になるまで攪拌する。ポリエチレングリコールジアクリレートおよび光開始剤の混合は、蒸留水を加えることによって最終容量まで行われ、この混合物が完全に溶解されるまで攪拌される。この最終溶液が１０～２０分間紫外線光源にさらされることで、ヒドロゲルを形成する。生じたヒドロゲルは、いずれの未反応の化学物質も除去するために、水で軽くすすがれる。

#### 【００７２】

この調製法を変えるのは、前述される同じ比率を使用して、蒸留水の代わりに過酸化水素を使用して達成される。

#### 【実施例６】

#### 【００７３】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料は、重合を達成するための光開始剤、例えば、Irgacure（登録商標）８１９フェニルビス（２、４、６－トリメチルベンゾイル）－ホスフィンオキシド、Irgacure（登録商標）６５１（２、２－ジメトキシ－２－フェニルアセトフェノン）、Irgacure（登録商標）２９５９（１－〔４－（２－ヒドロキシエトキシ）－フェニル〕－２－ヒドロキシ－２－メチル－１－プロパン－１－オン）、または、光開始剤の効果的な波長を考慮し、かつ７０％の濃度のエタノールに溶解された任意の他の適した光開始剤を使用する手段によって、紫外線重合によって調製されるポリエチレングリコールジアクリレート（PEGDA）を含むことができる。

#### 【００７４】

５％～２０％の濃度のエタノール／光開始剤の溶液は、エタノール中に光開始剤を溶解することによって調製される。溶液は、光開始剤が溶解されるまで、攪拌されかつ６０℃まで加熱されなければならない。光開始剤が溶解されると、温度はおよそ６０℃で維持されなければならない。ポリエチレングリコールジアクリレート（５％～３０％）／蒸留された $H_2O$ 溶液は、既知量のポリエチレングリコールジアクリレートを蒸留水内に加えることによって調製される。混合液は、完全に均質になるまで攪拌される。エタノールおよび光開始剤は次いで、１～５容量％の濃度でポリエチレングリコールジアクリレート／蒸留された $H_2O$ 溶液に加えられ、かつ、完全に均質になるまで攪拌される。最終溶液は、１０～２０分間紫外線光源にさらされる。生じたヒドロゲルは、蒸留水を使用して軽く洗浄される。

#### 【００７５】

この調合物はまた、蒸留水の代わりに混合液を調製するための過酸化水素を使用して達成可能である。

#### 【実施例７】

#### 【００７６】

ヒドロゲルベースの湿潤性材料は、アクリルアミド（AAm）、N、N'－メチレンビスアクリルアミド（MBAAm）、過硫酸アンモニウム（APS）、およびN、N、N'、N'－テトラメチルエチレンジアミン（TEMED）を含む。

#### 【００７７】

５～２５w/v％の濃度の過硫酸アンモニウム溶液が調製される。５～２０w/v％の濃度のアクリルアミド、および０．００５～０．０２０w/v％の濃度のN'－メチレンビスアクリルアミドは、乾燥したフラスコ内で混合される。次いで、対応する量の蒸留水が所望の濃度に達するまで加えられる。生じた溶液は、全ての反応物が完全に溶解されるまで、攪拌プレートにおいて、磁気棒を使用して低速で攪拌される。過硫酸アンモニウム溶液（０．１００～２．０v/v％）およびN、N、N'、N'－テトラメチルエチレンジアミン（０．０２０～１．０v/v％）は次いで、重合を開始するために加えられる。該溶液は、全ての成分を混合するために手動で５～７回優しく攪拌され、すぐに金型に注

10

20

30

40

50

ぎ込まれる。120～180分間の反応温度で重合が生じる。生じたヒドロゲルは、3日間蒸留水に浸漬されるが、この水を6～8時間ごとに変えていずれの未反応モノマーも除去する。

【0078】

モノマー溶液から酸素を取り除くために、真空ポンプが使用可能である。これは、アクリルアミドおよびN、N'-メチレンビスアクリルアミドの攪拌中に溶解したいずれの酸素も除去するためのものである。

【実施例8】

【0079】

高親水性構造を有するポリアクリルアミドヒドロゲルは、重合反応中にポリエチレングリコールジアクリレート(PEGDA)を使用することによって得られる。ヒドロゲルは、以下の反応物、つまり、ポリエチレングリコールジアクリレート、アクリルアミド、N、N'-メチレンビスアクリルアミド(MBAAm)、N、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミン(TEMED)、および過硫酸アンモニウム(APS)を使用して合成される。

【0080】

0.0020～0.100モルの濃度の既知量の過硫酸アンモニウム溶液は、蒸留水を使用して調整される。0.10～0.50モルのN、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミンの溶液も調製される。過硫酸アンモニウム溶液およびN、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミン溶液はレドックス開始剤系となる。反応物は、以下の濃度、つまり、5%～30%のアクリルアミド、5%～30%の過硫酸アンモニウム溶液、および1.0%～5.0%のN、N'-メチレンビスアクリルアミドで蒸留水中に溶解された。ポリエチレングリコールジアクリレート(2～30w/v%)は次いで、モノマー溶液中に溶解され、完全に溶解されるまでゆっくり攪拌される。ポリエチレングリコールジアクリレートが溶解されると、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミン溶液は、5～20v/v%の濃度で加えられ、5～8回手で攪拌される。該溶液は次いで、すぐに金型に注ぎ込まれ、20時間重合が行われた。重合が完了すると、生じたヒドロゲルは、蒸留水に浸水させていずれの未反応モノマーも除去し、水は3日間6～8時間ごとに換えられた。

【0081】

モノマー溶液から酸素を取り除くために、真空ポンプが使用可能である。

【0082】

グリセリンベースの湿潤性材料

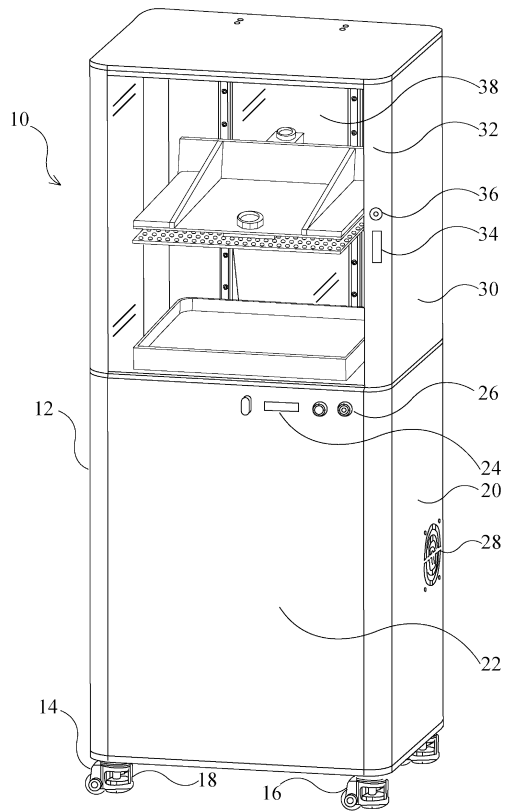
グリセリンベースのゲルは、用途の熱的要件に従って変化させるグリセリンのwt%でグリセリンの水溶液中に調製可能である。湿潤性材料は、樹脂をはじき、かつ高温に耐えることができるグリセリンゲルであってよい。

【0083】

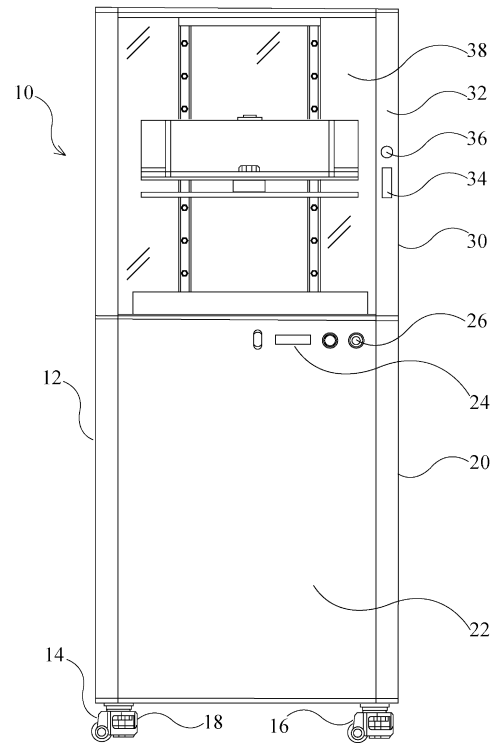
上記の詳細の多くが例示としてのみ提供され、本発明の範囲を限定することは意図されず、本発明は特許請求の範囲を参照して判断される。



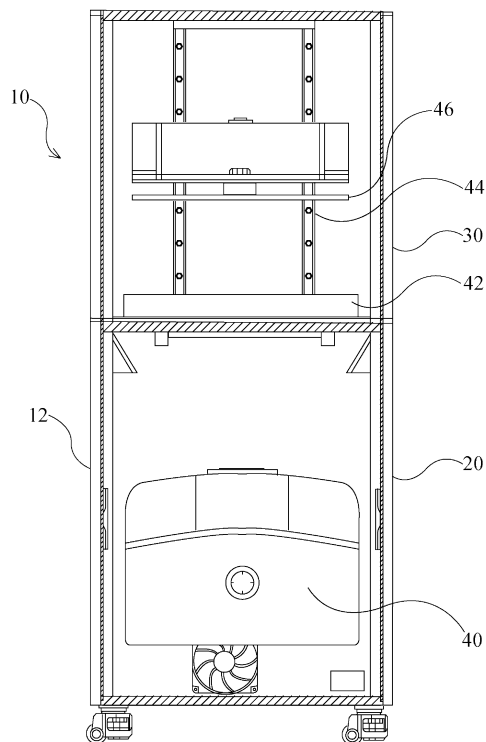
【図 1】



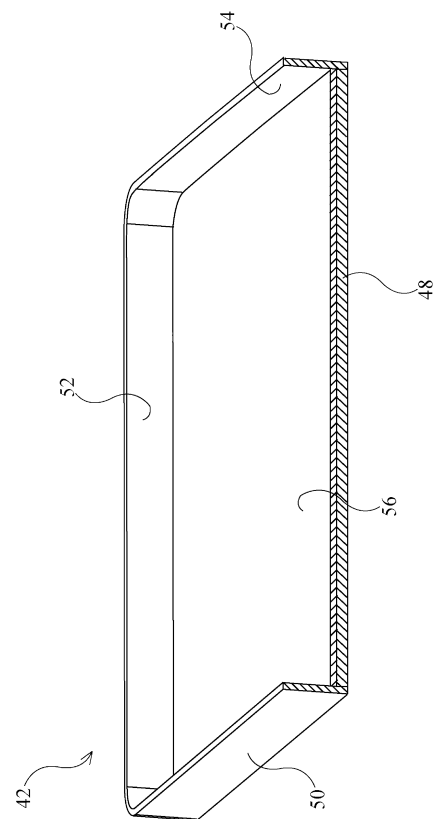
【図 2】



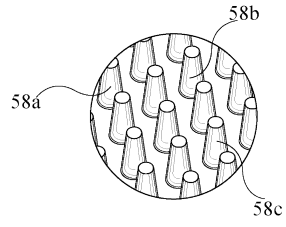
【図 3】



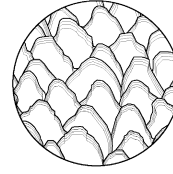
【図 4 A】



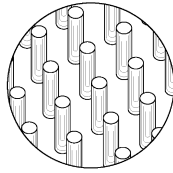
【図 4 B】



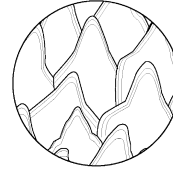
【図 5 C】



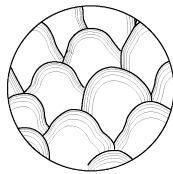
【図 5 A】



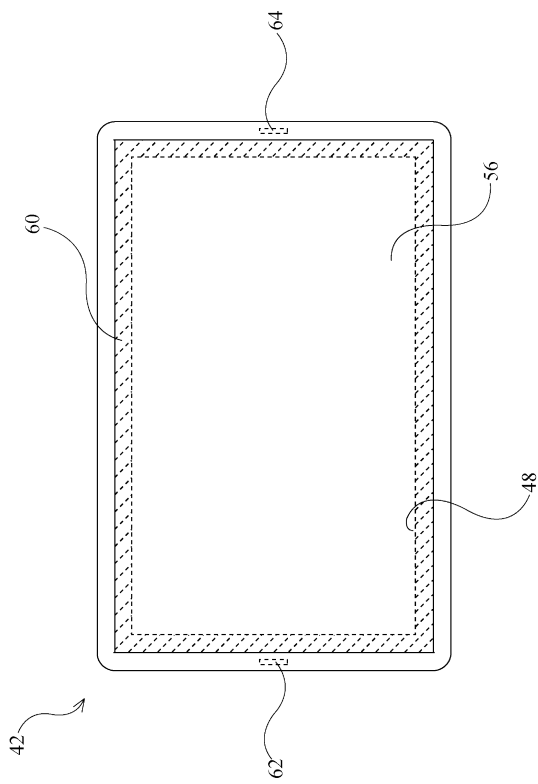
【図 5 D】



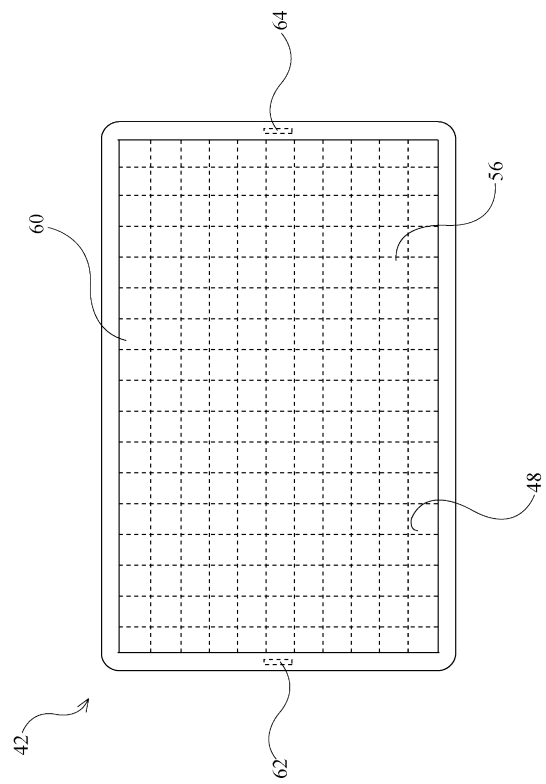
【図 5 B】



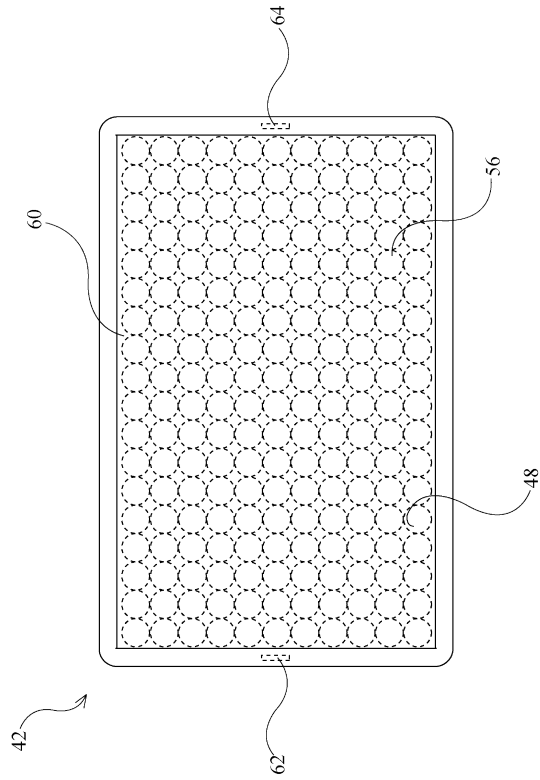
【図 6 A】



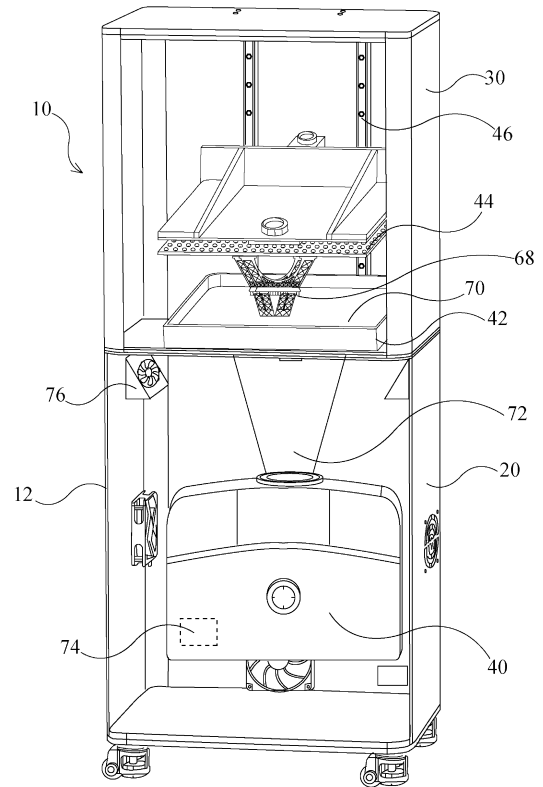
【図 6 B】



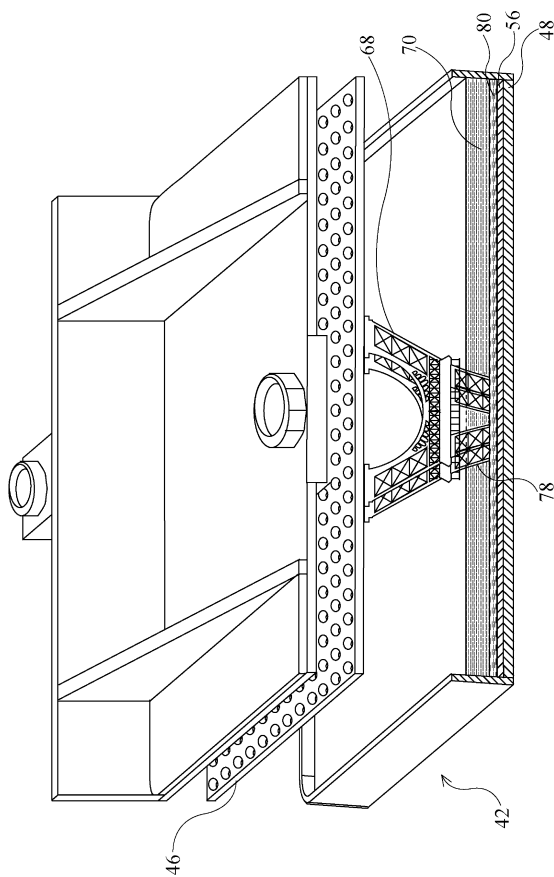
【図 6 C】



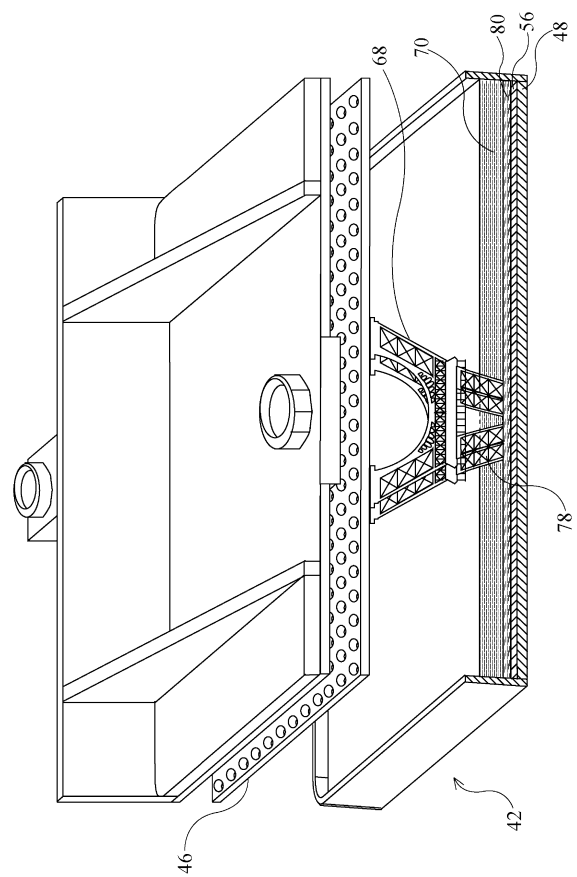
【図 7】



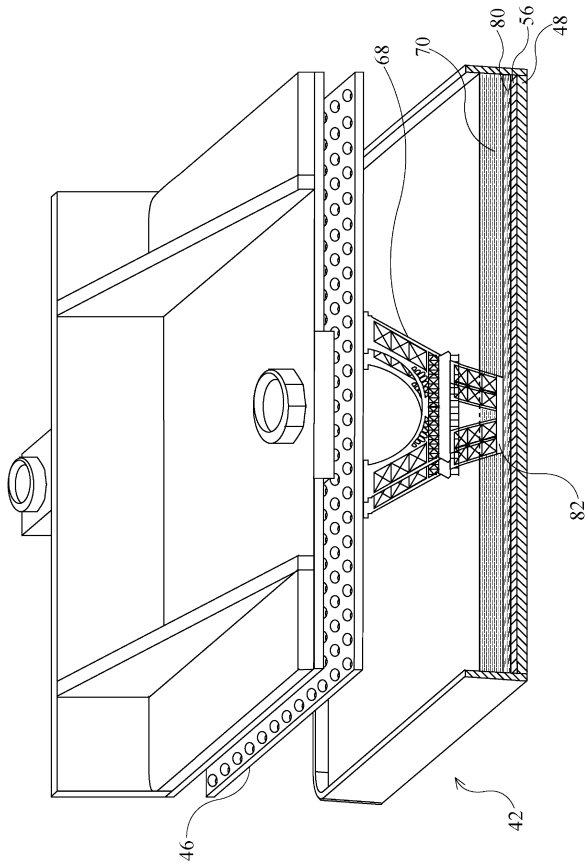
【図 8】



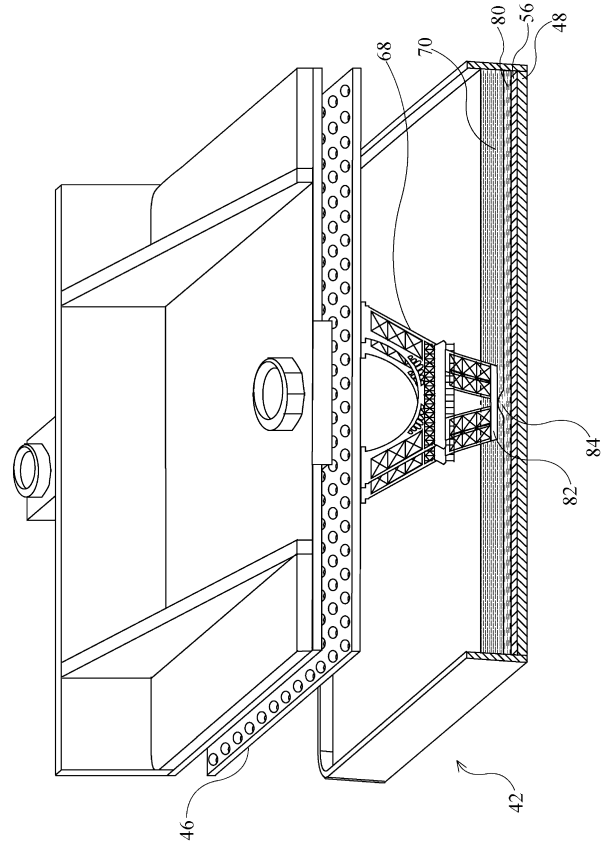
【図 9】



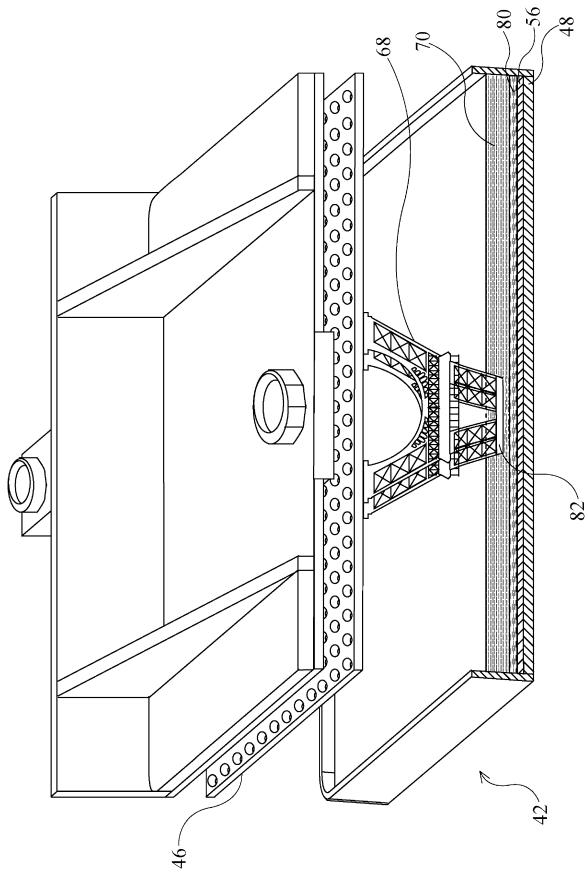
【図 10】



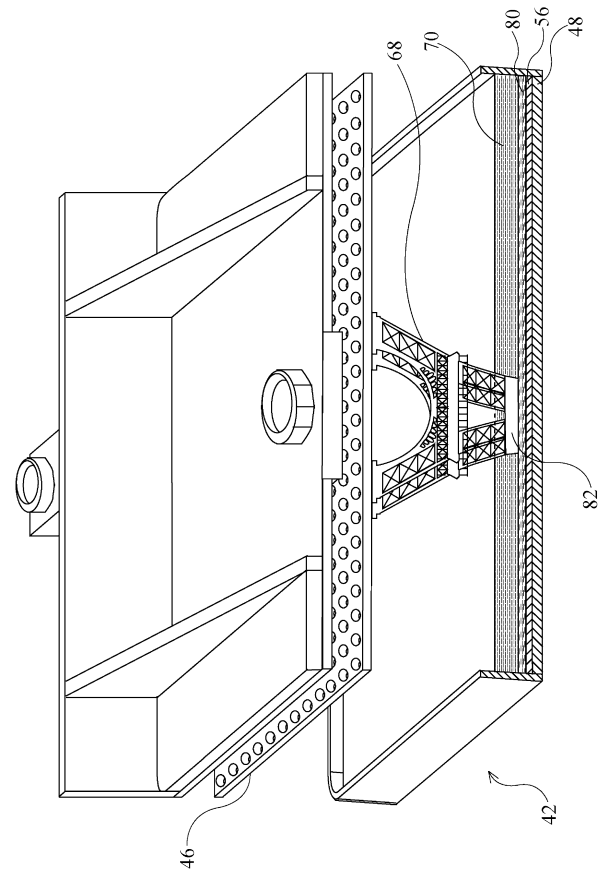
【図 11】



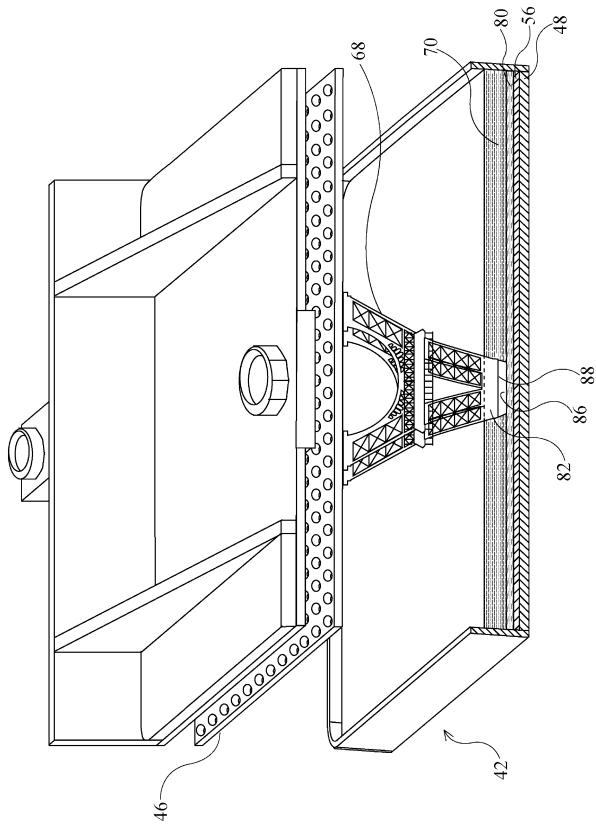
【図 12】



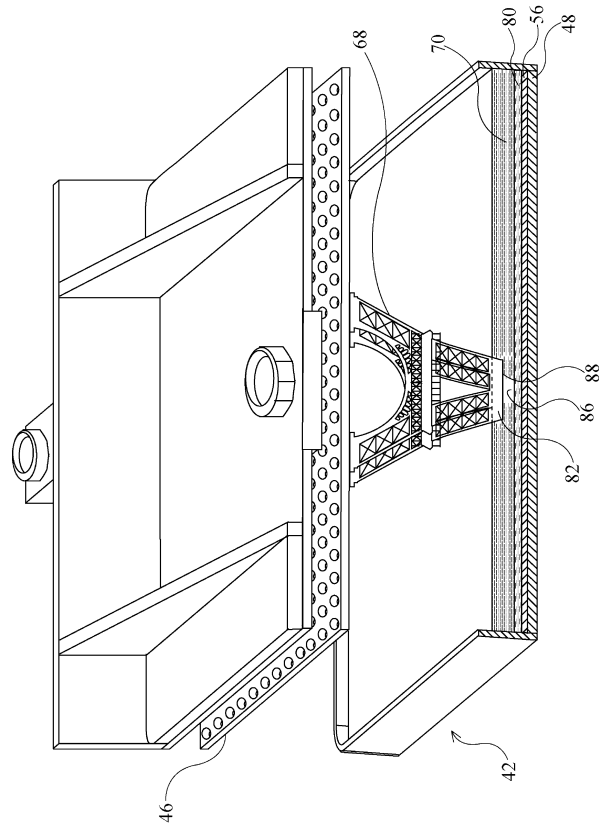
【図 13】



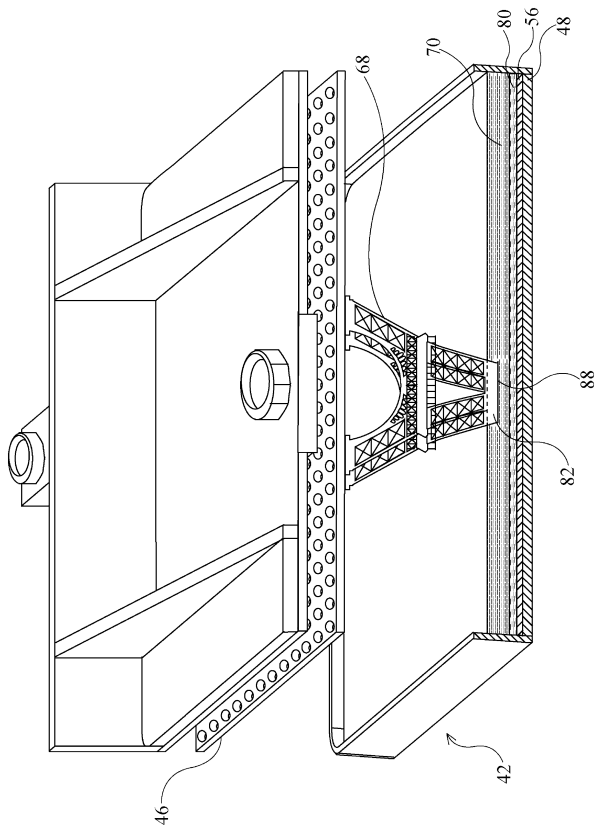
【図 14】



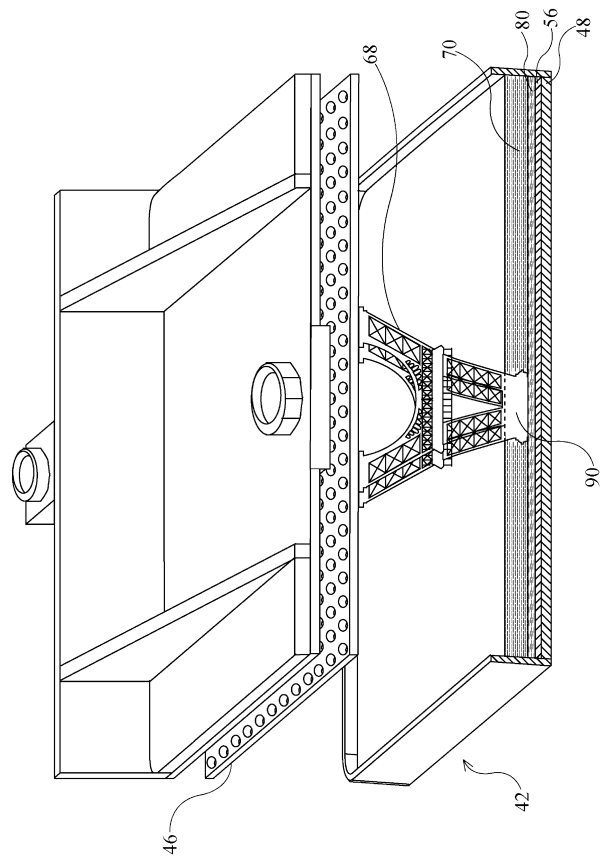
【図 15】



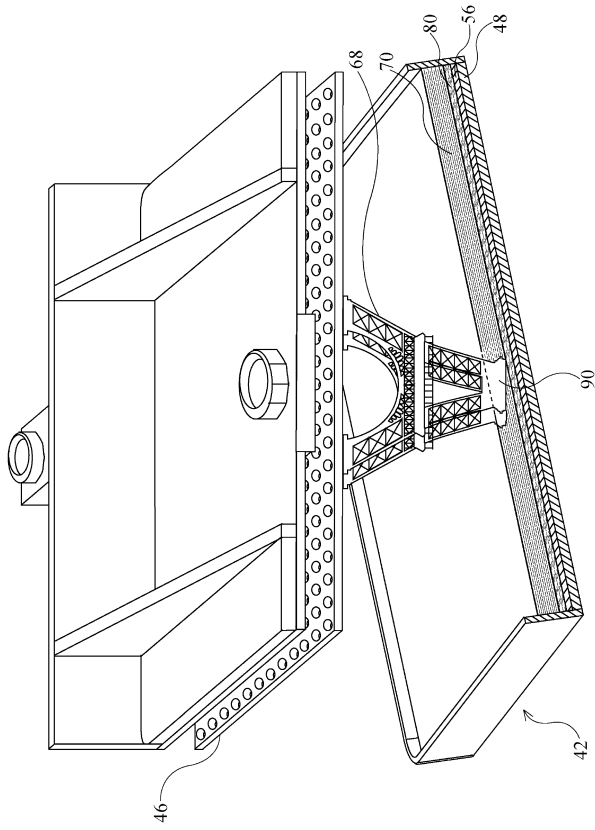
【図 16】



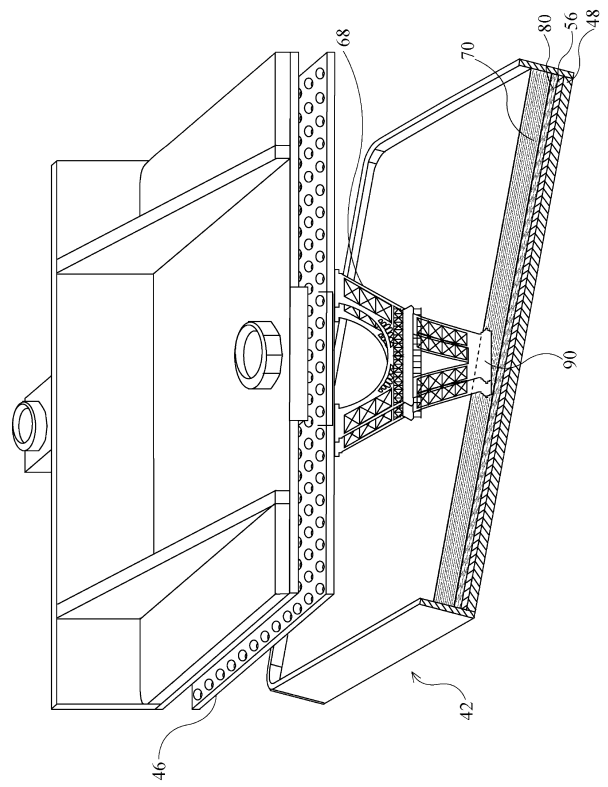
【図 17】



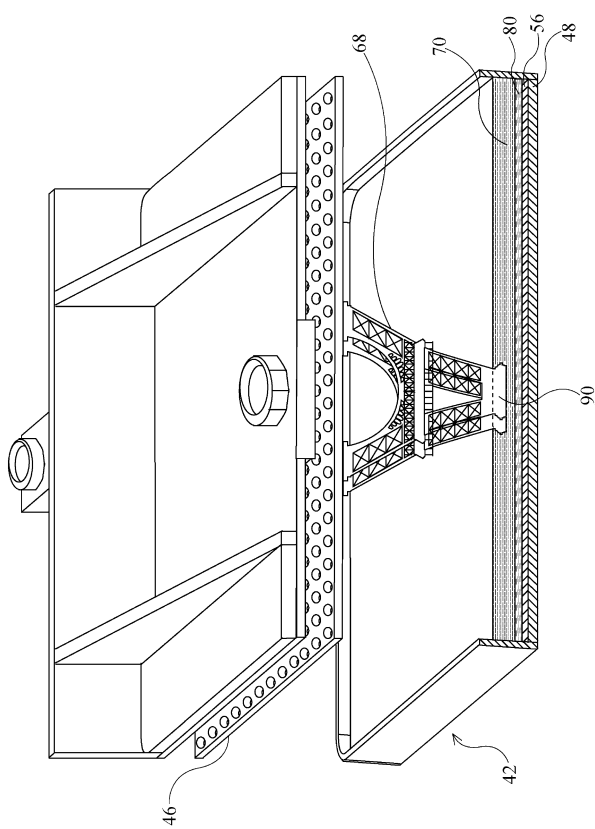
【図 18】



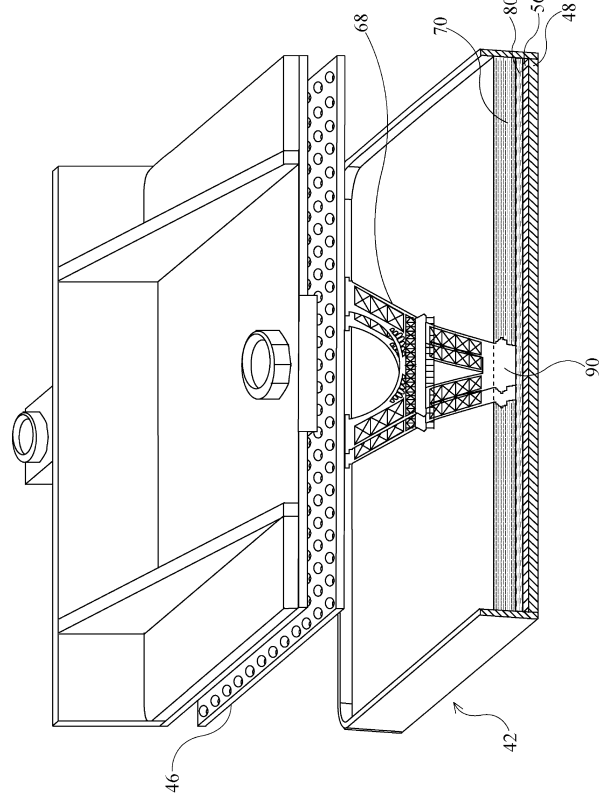
【図 19】



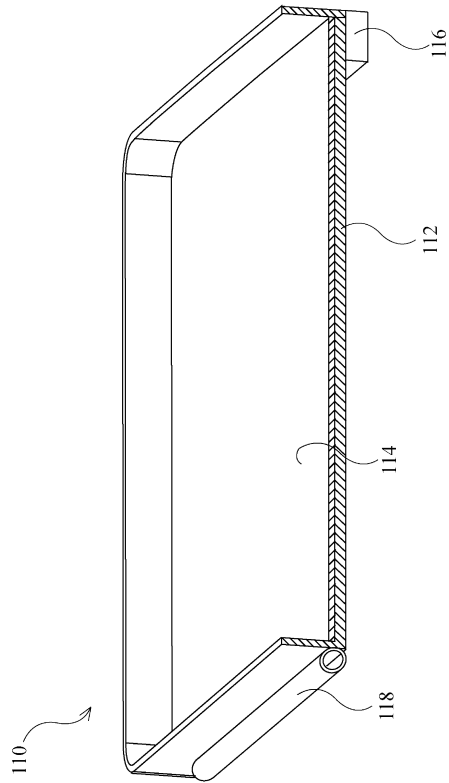
【図 20】



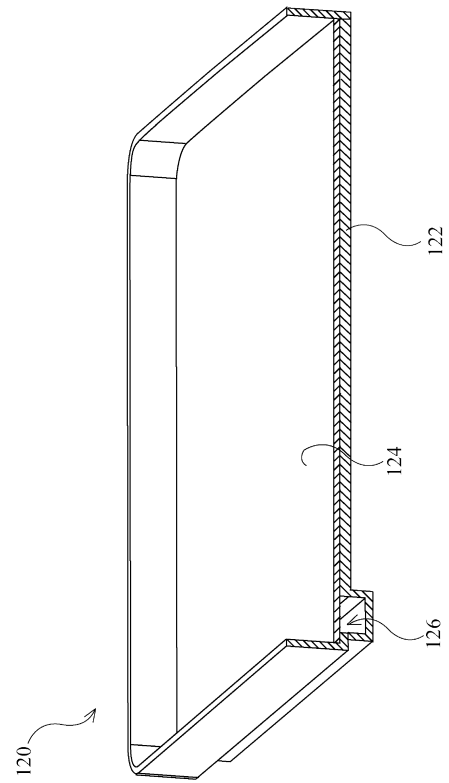
【図 21】



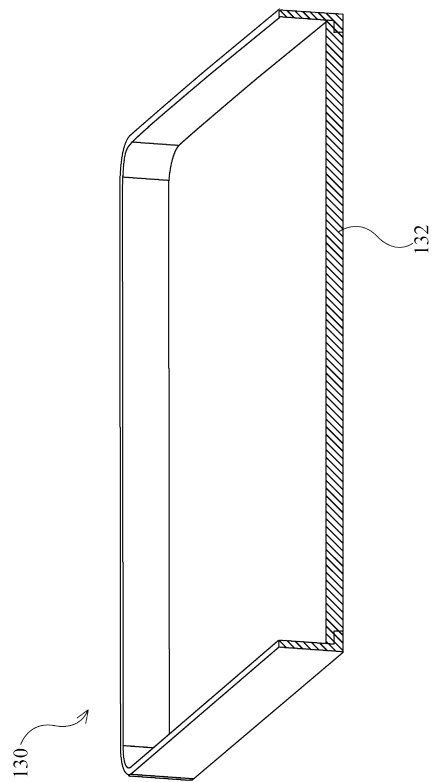
【図 2 2】



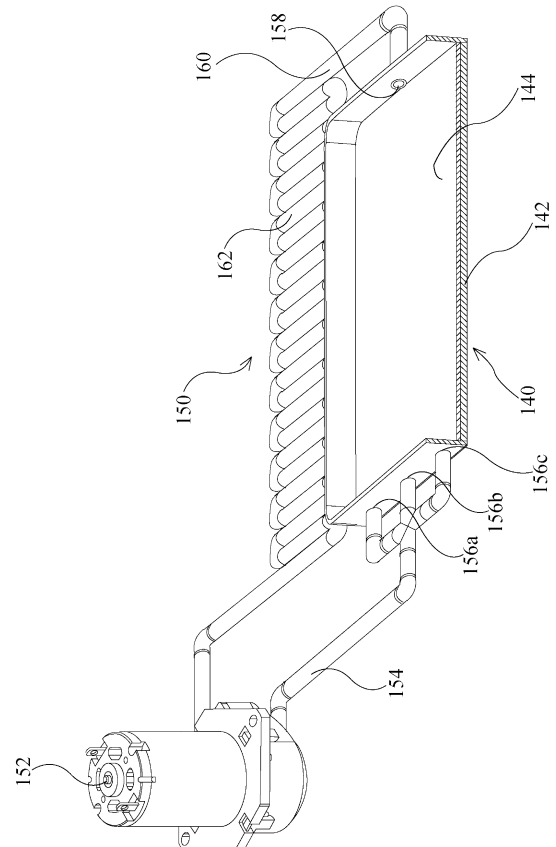
【図 2 3】



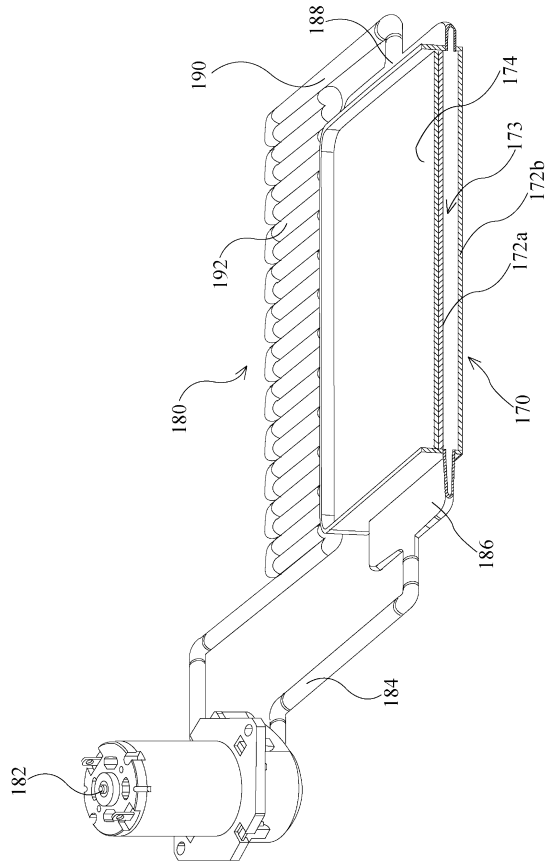
【図 2 4】



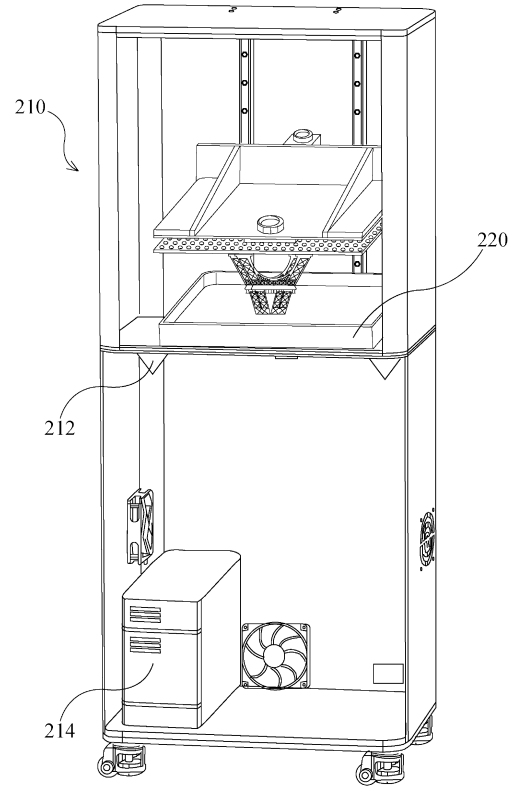
【図 2 5】



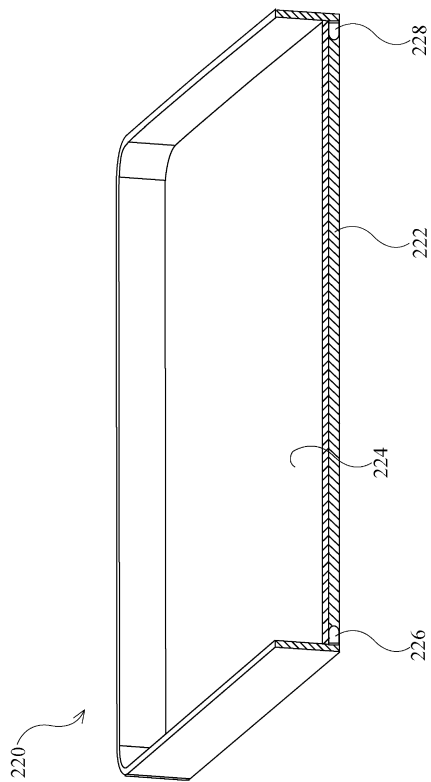
【図 26】



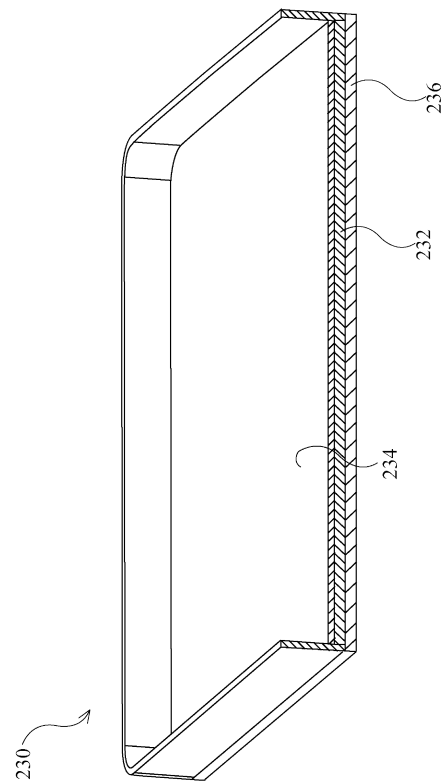
【図 27】



【図 28】

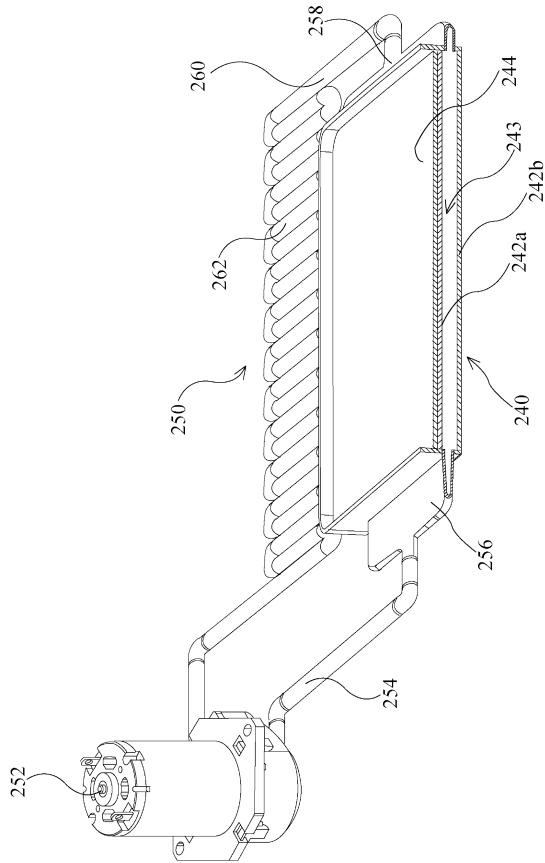


【図 29】

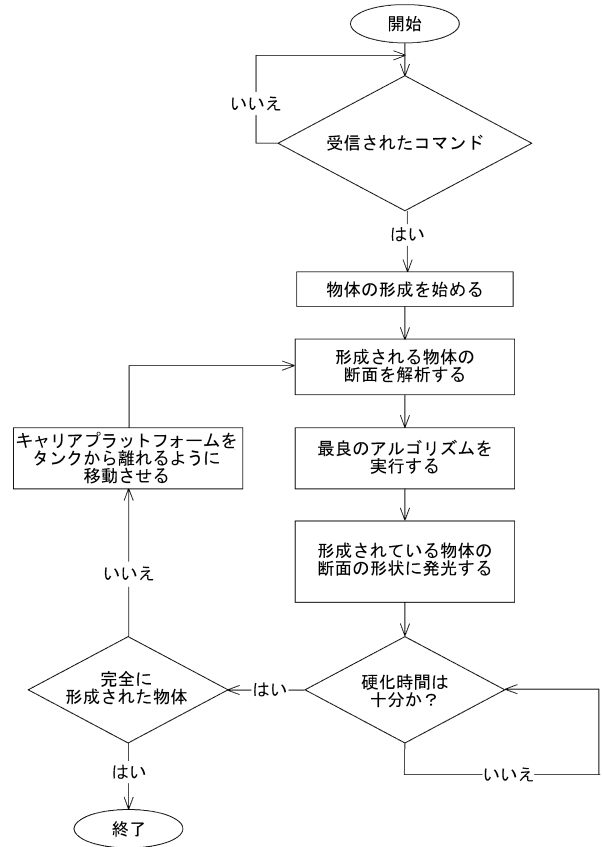




【図 30】



【図 31】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 9 C 64/124 (2017.01) B 2 9 C 64/124

(31)優先権主張番号 62/275,175

(32)優先日 平成28年1月5日(2016.1.5)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 PCT/CA2016/050299

(32)優先日 平成28年3月17日(2016.3.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
カナダ(CA)

(72)発明者 カスタノン、ディエゴ  
カナダ国 ブリティッシュコロンビア州、バーナビー、アーコラ ストリート 1606-7325

審査官 高 橋 理絵

(56)参考文献 特表平05-503257(JP,A)  
特表2016-509963(JP,A)  
米国特許出願公開第2014/0363610(US,A1)  
特表2017-523932(JP,A)  
特開平06-226863(JP,A)  
特開平02-046840(JP,A)  
特開平04-135827(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 2 9 C 64/00 - 64/40  
B 3 3 Y 10/00 - 99/00