

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液状の光硬化性樹脂よりなる像形成材料層に光を照射して硬化樹脂層を形成することを繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体形状物を作製する光造形装置であって、

前記像形成材料層を支持する光透過性の材料層支持体と、

前記硬化樹脂層を支持する硬化樹脂層支持体と、

前記材料層支持体上に前記像形成材料層を形成する材料層形成手段と、

前記材料層支持体上に支持された前記像形成材料層、および前記硬化樹脂層支持体若しくは前記硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層を、互いに対接するよう位置合わせする位置調整手段と、

前記像形成材料層が前記硬化樹脂層支持体若しくは前記硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層に対接した状態で、当該像形成材料層に前記材料層支持体を介して光を照射する光照射手段と

を備え、

前記材料層支持体は、像形成材料層との密着性を有してなることを特徴とする光造形装置。

【請求項 2】

前記材料層支持体は、像形成材料層に接する面において密着性を有する単層構造のもの、または剛直性を有する支持体本体と、密着性を有する層との積層構造のものであることを特徴とする請求項 1 に記載の光造形装置。

【請求項 3】

前記材料層支持体または前記密着性を有する層は、表面に凹凸構造を有するものであることを特徴とする請求項 2 に記載の光造形装置。

【請求項 4】

前記凹凸構造は、表面の算術平均粗さ R_a が $1 \sim 50 \mu m$ のものであることを特徴とする請求項 3 に記載の光造形装置。

【請求項 5】

液状の光硬化性樹脂よりなる像形成材料層に光を照射して硬化樹脂層を形成することを繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体形状物を作製する光造形方法であって、

光透過性を有する材料層支持体上に前記像形成材料層を形成する材料層形成工程、

前記材料層支持体上に支持された前記像形成材料層と、硬化樹脂層支持体若しくは当該硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層とを、互いに対接するよう位置合わせする位置調整工程、および

前記像形成材料層が前記硬化樹脂層支持体若しくは前記硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層に対接した状態で、当該像形成材料層に前記材料層支持体を介して光を照射する光照射工程

を有し、

前記材料層支持体は、像形成材料層との密着性を有してなることを特徴とする光造形方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液状の光硬化性樹脂組成物（以下、単に「光硬化性樹脂」ともいう。）よりなる像形成材料層に光を照射して硬化樹脂層を形成することを繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体形状物を作製する光造形装置および光造形方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来、立体形状物を作製する立体造形装置としては、液状の光硬化性樹脂を用いる光造形装置が知られている（例えば特許文献1参照。）。この光造形装置においては、液状の光硬化性樹脂よりなる像形成材料層に対して選択的に光を照射することによって、所要の形態の硬化樹脂層を形成する。そして、この動作を繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体形状物が作製される。

【0003】

図6は、従来の光造形装置の一例における構成を示す説明図である。図6において、80は、液状の光硬化性樹脂を収容する材料タンクである。この材料タンク80内には、形成される硬化樹脂層を支持するワークテーブル81が、昇降機構（図示省略）によって昇降可能に設けられている。また、材料タンク80内は、液状の光硬化性樹脂Mによって満たされている。82は、ワークテーブル81の表面に光硬化性樹脂を供給することによって像形成材料層を形成するリコータである。83は、ワークテーブル81上に形成された像形成材料層に対して選択的に光を照射する光照射手段である。

【0004】

上記の光造形装置においては、先ず、ワークテーブル81の表面が、光硬化性樹脂の液面に対して、形成すべき像形成材料層の厚みに対応する距離だけ下降した箇所に位置される。次いで、リコータ82によって、ワークテーブル81の表面に光硬化性樹脂が供給される。これにより、ワークテーブル81の表面には所要の厚みの像形成材料層が形成される。その後、光照射手段83によって、像形成材料層に選択的に光が照射される。これにより、像形成材料層における光が照射された部分が硬化する結果、所要の形態の硬化樹脂層が形成される。そして、上記の動作を繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体形状物が作製される。

【0005】

しかしながら、従来の光造形装置においては、以下のような問題がある。

（1）形成すべき立体形状物のサイズ、すなわち実際に用いられる光硬化性樹脂の量に関わらず、材料タンク内を光硬化性樹脂によって満たさなければならない。そのため、多量の光硬化性樹脂が必要となる結果、立体形状物の作製コストが高くなる。

（2）材料タンク中の光硬化性樹脂が大気中の水分や酸素、光造形操作において生じる熱などによって劣化し、これにより、光硬化性樹脂の光硬化性能の低下や得られる立体形状物の物性の低下などが生じ易い。また、光硬化樹脂に劣化等の不具合が生じた場合には、材料タンク内の光硬化性樹脂の全量を交換することが必要であるため、立体形状物の作製コストが高くなる。

（3）種類の異なる他の光硬化性樹脂を用いる場合には、材料タンク内から光硬化性樹脂を回収した後、他の光硬化性樹脂を材料タンク内に入れなければならないため、光硬化性樹脂の交換作業が煩雑である。

（4）粘度の高い光硬化性樹脂を用いる場合には、光硬化性樹脂の液面が表面張力によって盛り上がり平坦になりにくく、その結果、寸法精度の高い硬化樹脂層を形成することが困難である。このため、粘度の低い光硬化性樹脂を用いなければならず、光硬化性樹脂の組成において使用可能な成分に制約があり、用途や使用目的に応じた特性を有する立体形状物を得ることが困難となる。

（5）光硬化性樹脂の液面が平坦になるまでに時間を要するため、光硬化性樹脂の生産性が低下する。

（6）作製すべき立体形状物が上面に凹所を有する堰形状のものである場合には、立体形状物の作製途中において、形成された凹所に光硬化性樹脂が入り、その液面が表面張力によって盛り上がり、更には光硬化性樹脂が凹所周辺の硬化樹脂層の表面に被さるため、所要の形態の樹脂硬化層を形成することが困難となる。

（7）材料タンク内の光硬化性樹脂に気泡が生じたり、硬化樹脂層の破片等の異物が混入したりするため、所要の物性または形態を有する立体形状物を得ることが困難となる。

【0006】

上記の問題を解決するため、造形テーブルと、光透過性プレートと、光透過性プレート

の表面に光硬化性樹脂を塗布する塗布手段と、光透過性プレートの表面に形成された光硬化性樹脂層を造形テーブル上に載置する手段と、光透過性プレートと造形テーブルとの間の光硬化性樹脂層に、光透過性プレートを介して光を選択的に照射する光照射手段と、得られた硬化樹脂層から光透過性プレートを剥離する剥離手段とを有する光造形装置が提案されている（特許文献2参照。）。

しかしながら、このような光造形装置は、光透過性プレート等と光硬化性樹脂との密着性が十分でないため、光透過性プレートの表面に形成された光硬化性樹脂層を造形テーブル上に載置するより前に光硬化性樹脂の一部が光硬化性プレート等から剥離し、あるいは部分的に光硬化性樹脂が偏在することにより、光硬化性樹脂層の厚みが変わるという問題があった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開第2012/173053号

【特許文献2】特開2001-205708号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

そこで、本発明の目的は、液状の光硬化性樹脂から、用途や使用目的に応じた特性および形態を有する立体形状物を小さいコストでかつ高い精度で作製することができる光造形装置および光造形方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の光造形装置は、液状の光硬化性樹脂よりなる像形成材料層に光を照射して硬化樹脂層を形成することを繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体形状物を作製する光造形装置であって、

前記像形成材料層を支持する光透過性の材料層支持体と、

前記硬化樹脂層を支持する硬化樹脂層支持体と、

前記材料層支持体上に前記像形成材料層を形成する材料層形成手段と、

前記材料層支持体上に支持された前記像形成材料層、および前記硬化樹脂層支持体若しくは当該硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層を、互いに対接するよう位置合わせする位置調整手段と、

30

前記像形成材料層が前記硬化樹脂層支持体若しくは前記硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層に対接した状態で、当該像形成材料層に前記材料層支持体を介して光を照射する光照射手段と

を備え、

前記材料層支持体は、前記像形成材料層との密着性を有してなることを特徴とする。

【0010】

本発明の光造形装置においては、前記材料層支持体は、像形成材料層に接する面において密着性を有する単層構造のもの、または剛直性を有する支持体本体と密着性を有する層との積層構造のものであることが好ましい。

40

また、前記材料層支持体または前記密着性を有する層は、表面に凹凸構造を有するものであることが好ましい。

また、前記凹凸構造は、表面の算術平均粗さRaが1～50μmのものであることが好ましい。

【0011】

本発明の光造形方法は、液状の光硬化性樹脂よりなる像形成材料層に光を照射して硬化樹脂層を形成することを繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体形状物を作製する光造形法であって、

光透過性を有する材料層支持体上に前記像形成材料層を形成する材料層形成工程、

50

前記材料層支持体上に支持された前記像形成材料層と、硬化樹脂層支持体若しくは当該硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層とを、互いに対接するよう位置合わせする位置調整工程、および

前記像形成材料層が前記硬化樹脂層支持体若しくは前記硬化樹脂層支持体上に支持された前記硬化樹脂層に対接した状態で、当該像形成材料層に前記材料層支持体を介して光を照射する光照射工程

を有し、

前記材料層支持体は、前記像形成材料層との密着性を有してなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明の光造形装置および光造形方法によれば、用途や使用目的に応じた特性および形態を有する立体形状物を小さいコストでかつ高い精度で作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の光造形装置の一例における構成を示す説明図である。

【図2】材料層支持体の一例における構成を示す説明用断面図である。

【図3】本発明の光造形装置の他の例における構成を示す説明図である。

【図4】本発明の光造形装置の更に他の例における構成を示す説明図である。

【図5】図1に示す光造形装置の変形例の構成を示す説明図である。

【図6】従来の光造形装置の一例における構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の光造形装置の一例における構成を示す説明図である。この光造形装置は、未硬化である液状の光硬化性樹脂よりなる像形成材料層Sに光を照射して硬化樹脂層を形成することを繰り返すことによって、複数の硬化樹脂層が積層されてなる立体造形物を作製するものである。

【0015】

図1に示す光造形装置は、像形成材料層Sを支持する板状の材料層支持体10と、硬化樹脂層を支持する硬化樹脂層支持体20とを有する。

材料層支持体10には、移動機構15が接続されている。当該移動機構15は、材料層支持体10を、像形成材料層Sが形成される材料層形成領域R1と、この材料層形成領域R1の側方に位置し硬化樹脂層が形成される硬化樹脂層形成領域R2との間を移動させる。図示の例の移動機構15は、材料層支持体10を水平方向（図1において左右方向）に移動させるものである。また、硬化樹脂層支持体20には、硬化樹脂層形成領域R2と、この硬化樹脂層形成領域R2の下方に位置する待機領域R3との間で硬化樹脂層支持体20を昇降させる昇降機構25に接続されている。

そして、移動機構15および昇降機構25によって、材料層支持体10上に支持された像形成材料層S、および硬化樹脂層支持体20若しくは当該硬化樹脂層20上に支持された硬化樹脂層を、互いに対接するよう位置合わせする位置調整手段が構成されている。

【0016】

材料層形成領域R1には、材料層支持体10の表面（図示の例では下面）に像形成材料層Sを形成する材料層形成手段30が設けられている。また、硬化樹脂層形成領域R2の上方には、硬化樹脂層形成領域R2に位置された像形成材料層Sに対して、材料層支持体10を介して光を照射する光照射手段40が設けられている。

【0017】

材料層支持体10は、像形成材料層Sとの密着性を有している。具体的には、材料層支持体10は、像形成材料層Sに接する面において密着性を有している単層構造を有していてもよく、または図2に示すように、材料層支持体10に剛直性を与える支持体本体10Aと、密着性を与える層（以下、「密着性層」ともいう。）10Bとの積層構造を有して

10

20

30

40

50

いてもよい。材料層支持体10が支持体本体10Aと密着性層10Bとの積層構造を有している場合においては、支持体本体10Aと密着性層10Bとは強固に結合していてもよく、または、支持体本体10Aと密着性層10Bとが結合せずに単に積層されていてもよい。

【0018】

材料層支持体10が像形成材料層Sに接する面において易接着性を有している単層構造を有する態様の具体例としては、特に限定されないが、材料層支持体10の像形成材料層Sに接する面に凹凸構造が設けられた態様や、易接着PET樹脂（易接着された片面を有するポリエチレンテレフタレート樹脂）からなる材料層支持体10である態様や、材料層支持体10の像形成材料層Sに接する面に接着促進剤を塗布した態様等を挙げることができる。

10

【0019】

前記凹凸構造は、材料層支持体10の像形成材料層Sに接する面上の任意の方向に評価長さ1cmの直線上で測定した算術平均粗さRaの平均値が1～50μmである凹凸構造であることが好ましく、5～40μmであることがさらに好ましく、10～20μmであることが特に好ましい。ここで、Raの平均値は、上記の評価長さを有する直線を10個所に設定し、日本工業規格JIS B 0601-2013に従って測定された各直線についての測定値から、最大値と最小値を除外した残り8個所についての測定値の算術平均値である。上記評価長さの直線は、材料層支持体10の面上であって像形成材料層Sが形成される領域に設定する必要がある。

20

材料層支持体10の像形成材料層Sに接する面に凹凸構造を設けることにより、材料層支持体10と光硬化性樹脂の接触面積が増大することによって易接着性が改善されるものと推定される。また、像形成材料層Sが光照射によって硬化して硬化樹脂層となると、硬化反応による硬化収縮が発生するため硬化樹脂層と材料層支持体10の凹凸構造との間に微妙な隙間が生じることにより硬化樹脂層と材料層支持体10との剥離性も改善されると推定される。

上記凹凸構造を設ける方法の具体例は、得に限定されないが、材料層支持体10が像形成材料層Sに接する面をプラスト加工する方法、インプリント法により凹凸構造を設ける方法等を挙げることができる。

【0020】

30

前記接着促進剤としては、公知の接着促進剤をいずれも好適に用いることができ、市販品の具体例としては、荒川化学工業製アラポール2500等を挙げることができる。

材料層支持体10が支持体本体10Aと密着性層10Bとを強固に結合した積層構造とする方法の具体例としては、接着剤等の化学的方法、またはは、ボルト等の留め具等によって物理的方法を挙げることができる。

密着性層10Bは、前述した易接着PET樹脂等からなることが好ましく、または、材料層支持体10が単層構造を有する場合について記載した凹凸構造を有していることが好ましい。

【0021】

40

材料層支持体10は、光照射手段40からの光を透過する光透過性材料によって構成されている。このような光透過性材料としては、ガラス材料、透明樹脂材料を用いることができる。

透明樹脂材料の具体例としては、特に限定されないが、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリメチルメタクリレート等のアクリル系ポリマー等が挙げられる。

また、材料層支持体10の表面には、光照射によって形成された硬化樹脂層が剥離しやすいように、表面処理が施されていたり、易剥離層が形成されていたりしてもよい。

硬化樹脂層支持体20は、ワークテーブル21と、このワークテーブル21の表面から突出する複数のサポート部材22とによって構成されている。サポート部材22の数、寸法および配置パターンは、形成すべき立体形状物に応じて適宜設計される。

50

【0022】

材料層形成手段30としては、液状の光硬化性樹脂によって材料層支持体10上に所要の厚みを有する像形成材料層Sを形成し得るものではあれば、種々の構成のものを用いることができる。また、材料層形成手段30としては、材料層支持体10上に、形成すべき硬化樹脂層のパターンに対応せずに材料層支持体10の全面または一部に像形成材料層Sを形成するもの（以下、便宜的に「ベタ塗り」という。）であっても、形成すべき硬化樹脂層のパターンに対応するパターンに従って像形成材料層Sを形成するものであってもよい。

形成すべき硬化樹脂層のパターンに対応するパターンに従って像形成材料層Sを形成する場合には、硬化樹脂層を形成した後において、材料層支持体10上に未硬化の光硬化性樹脂が残留することがない。このため、光硬化性樹脂のロスが少なく、また、残留する光硬化性樹脂による不具合の発生を回避することができる。

10

【0023】

材料層形成手段30の具体例としては、光硬化性樹脂を材料層支持体10に噴霧する構成もの（例えばインクジェット方式によるもの）、ローラ等により光硬化性樹脂を塗布する構成のもの、吐出口から光硬化性樹脂を吐出させながら材料層支持体10の表面に沿って移動させる構成のものなどが挙げられる。

【0024】

光照射手段40における光源としては、例えばヘリウム・カドミウムレーザ、アルゴンレーザ、半導体レーザなどのレーザ光源、クリプトンロングアークランプ、キセノンロングアークランプ、メタルハライドロングアークランプ、水銀ロングアークランプなどのランプ光源を用いることができる。

20

【0025】

像形成材料層Sがベタ塗りによって形成されたものである場合には、当該像形成材料層Sに対して選択的に光を照射することが必要とされる。選択的に光を照射する方法としては、レーザ光源を用いる場合には、像形成材料層Sに対して、形成すべき硬化樹脂層のパターンに従ってレーザ光を走査する方法を利用することができる。また、ランプ光源を用いる場合には、像形成材料層Sに対して、形成すべき硬化樹脂層のパターンに従って光透過部が形成されたマスクを介して光を照射する方法を利用することができる。これらの中では、任意のパターンに容易に対応することができる点で、レーザ光を走査する方法が好ましい。

30

【0026】

本発明の光造形装置に用いられる光硬化性樹脂は、液状のものであって、光照射手段40からの光が照射されることによって硬化されるものであれば特に限定されない。

好ましい光硬化性樹脂としては、光造形用に用いられる公知の光硬化性樹脂組成物であれば特に限定されないが、カチオン重合性化合物と、カチオン重合性開始剤と、ラジカル重合性化合物と、ラジカル重合性開始剤とを含有してなる液状の光硬化性樹脂が挙げられる。

このような液状の光硬化性樹脂は、例えば特開2005-15627号公報に記載されている。

40

【0027】

上記の光造形装置においては、以下の材料層形成工程、位置調整工程および光照射工程が繰り返して実行されることによって、所要の立体形状物が作製される。

【0028】

(1) 材料層形成工程

材料層支持体10が材料層形成領域R1に位置された状態で、材料層形成手段30が作動することによって、材料層支持体10の表面に、液状の光硬化性樹脂よりなる像形成材料層Sが形成される。形成される像形成材料層Sの厚みは、0.01~0.5mmであることが好ましく、より好ましくは0.05~2mmである。像形成材料層Sの厚みが上記下限値以上であることにより、像形成材料層Sの厚みを均一に制御しやすく高い精度で目

50

的とする立体形状物を作製することができる。また、像形成材料層 S の厚みが上記上限値以下であることにより、像形成材料層 S がその厚さ全体について良好に硬化することにより、各硬化樹脂層が良好に結合して強度に優れる立体形状物を作製することができる。

【0029】

(2) 位置調整工程

位置調整手段における移動機構 15 が作動することによって、像形成材料層 S が形成された材料層支持体 10 が材料層形成領域 R1 から硬化樹脂層形成領域 R2 に移動される。一方、位置調整手段における昇降機構 25 が作動することによって、硬化樹脂層支持体 20 が待機領域 R3 から硬化樹脂層形成領域 R2 に上昇する。これにより、材料層支持体 10 上に支持された像形成材料層 S と、硬化樹脂層支持体 20 若しくは硬化樹脂層支持体 20 上に支持された先行の硬化樹脂層とが、互いに対接するよう位置合わせされる。

10

【0030】

(3) 光照射工程

像形成材料層 S と硬化樹脂層支持体 20 若しくは硬化樹脂層とが互いに対接した状態で、光照射手段 40 が作動することにより、光照射手段 40 の光が材料層支持体 10 を介して像形成材料層 S に照射される。像形成材料層 S がベタ塗りによって形成されている場合には、形成すべき硬化樹脂層のパターンに応じて像形成材料層 S に選択的に光が照射される。一方、像形成材料層 S が形成すべき硬化樹脂層のパターンに対応するパターンに従って形成されている場合には、像形成材料層 S 全体に光が照射される。これにより、像形成材料層 S を構成する光硬化性樹脂が硬化する結果、所要のパターンの硬化樹脂層が形成される。

20

【0031】

そして、位置調整手段における昇降機構 25 が作動することによって、硬化樹脂層支持体 20 が硬化樹脂層形成領域 R2 から待機領域 R3 に硬化樹脂層の一層分だけ下降する。これにより、硬化樹脂層が材料層支持体 10 から剥離する。また、位置調整手段における移動機構 15 が作動することによって、材料層支持体 10 が硬化樹脂層形成領域 R2 から材料層形成領域 R1 に移動される。

【0032】

本発明の光造形装置によれば、用途や使用目的に応じた特性および形態を有する立体形状物を小さいコストでかつ高い精度で作製することができる。

30

【0033】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されず、種々の変更を加えることが可能である。

例えば位置調整手段は、移動機構 15 の代わりに、図 3 に示すように、材料層支持体 10 をその一端を回転軸として 90° 回転させる回転機構 16 が設けられた構成であってもよい。このような構成によれば、材料層支持体 10 は、材料層形成領域 R1 にあるときには、垂直な姿勢で位置されるため、装置の設置面積を小さくすることかできる。

【0034】

また、材料層支持体 10 としては、長尺な帯状のものをを用いることができる。このような材料層支持体 10 を用いる場合には、当該材料層支持体 10 の表面に、複数の像形成材料層 S を形成し、像形成材料層 S の各々を順次に硬化樹脂層形成領域 R2 に移動させる構成としてもよい。

40

【0035】

また、図 4 に示すように、材料層支持体 10 としては、長尺なフィルム状のものをを用いることができる。このような材料層支持体 10 を用いる場合には、位置調整手段は、移動機構 15 の代わりに、材料層支持体 10 の両端に設けられた、材料層支持体 10 を長手方向に移動させる駆動ローラ 17 と、硬化樹脂層形成領域 R2 において、材料層支持体 10 を水平に張架する支持ローラ 18 とよりなるローラ機構が設けられた構成であってもよい。このような構成によれば、駆動ローラ 17 の配置を工夫することにより、装置の設置面積を小さくすることができる。

50

【0036】

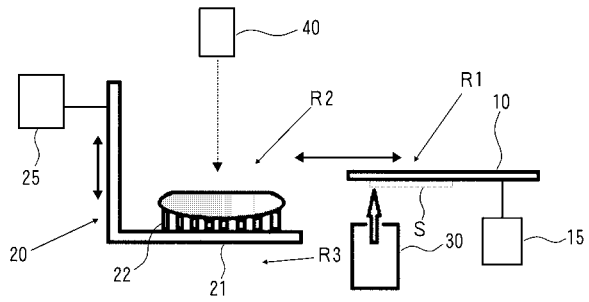
また、図5に示すように、硬化樹脂層支持体20におけるワークテーブル21の下面が、硬化樹脂層を支持する支持面とされ、光照射手段40が硬化樹脂層形成領域R2の下方に配置され、硬化樹脂層が下向きに積層される構成であってもよい。

【符号の説明】

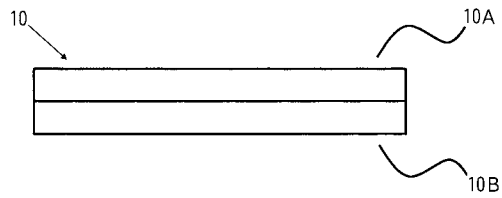
【0037】

10	材料層支持体	
10A	支持体本体	
10B	密着性層	
15	移動機構	10
16	回転機構	
17	駆動ローラ	
18	支持ローラ	
20	硬化樹脂層支持体	
21	ワークテーブル	
22	サポート部材	
25	昇降機構	
30	材料層形成手段	
40	光照射手段	
80	材料タンク	20
81	ワークテーブル	
82	リコータ	
83	光照射手段	
M	光硬化性樹脂	
R1	材料層形成領域	
R2	硬化樹脂層形成領域	
R3	待機領域	
S	像形成材料層	

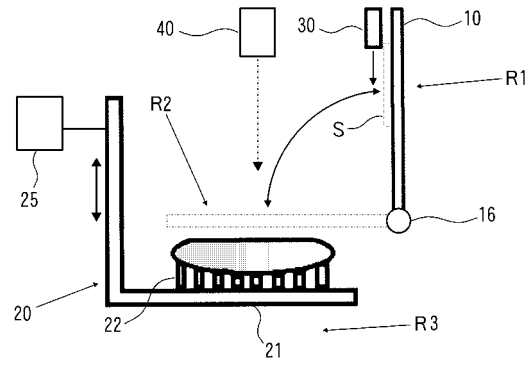
【図 1】



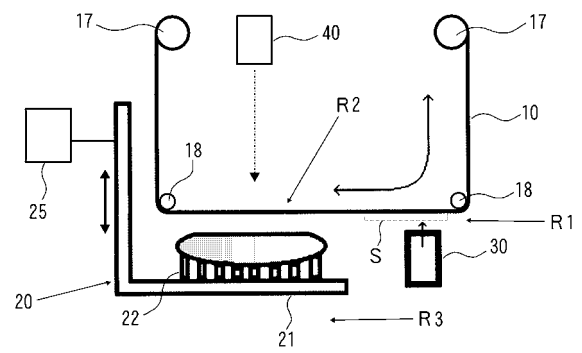
【図 2】



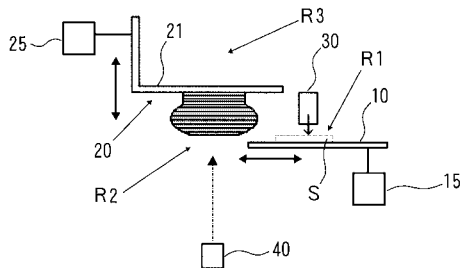
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

