

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4148733号
(P4148733)

(45) 発行日 平成20年9月10日(2008.9.10)

(24) 登録日 平成20年7月4日(2008.7.4)

(51) Int.Cl.
B29C 67/00 (2006.01)

F I
B29C 67/00

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2002-257003 (P2002-257003)	(73) 特許権者	302057199 リコープリンティングシステムズ株式会社 東京都港区港南二丁目15番1号
(22) 出願日	平成14年9月2日(2002.9.2)	(73) 特許権者	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(65) 公開番号	特開2004-90530 (P2004-90530A)	(74) 代理人	110000442 特許業務法人 武和国際特許事務所
(43) 公開日	平成16年3月25日(2004.3.25)	(72) 発明者	田上 英二郎 東京都調布市仙川町1丁目33番地13 有限会社シーティエ イコーポレーション内
審査請求日	平成17年8月30日(2005.8.30)	(72) 発明者	松本 吉兼 茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元積層造形法とその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから造形物の輪郭を形成する位置に支持体用材料をインクジェット噴射して支持体を形成する支持体造形用ヘッドユニットと、

多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから前記支持体の中に造形物用材料をインクジェット噴射して造形物を形成する造形物造形用ヘッドユニットと、

造形物と支持体を保持するテーブルを備えて、

前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを前記テーブルに対して一軸方向に移動させながら、テーブルに向けて、支持体用材料を支持体造形用ヘッドユニットから噴射して支持体を形成しつつ、造形物用材料を造形物造形用ヘッドユニットから噴射して造形して一層分の造形を終了し、

その造形終了後、前記テーブルまたは支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを造形物の一層分移動させて、再び支持体用材料と造形物用材料の噴射を行い、この一層分の移動と材料の噴射を繰り返すことにより、造形物を支持体に埋設するように造形して、造形後に支持体を造形物から取り除くことを特徴とする三次元積層造形法。

【請求項2】

前記支持体用材料は常温で固体であり、前記造形物用材料は常温で液体であることを特徴とする請求項1に記載の三次元積層造形法。

10

20

【請求項 3】

前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットが往復移動可能になっており、支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットの往路および復路でそれぞれ支持体用材料および造形物用材料を噴射することを特徴とする請求項 1 に記載の三次元積層造形法。

【請求項 4】

前記支持体用材料は溶融性材料で構成され、造形後に支持体を造形物から溶融除去して支持体用材料を回収して再利用することを特徴とする請求項 1 に記載の三次元積層造形法。

【請求項 5】

多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから造形物の輪郭を形成する位置に支持体用材料をインクジェット噴射して支持体を形成する支持体造形用ヘッドユニットと、多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから前記支持体の中に造形物用材料をインクジェット噴射して造形物を形成する造形物造形用ヘッドユニットと、

造形物と支持体を保持するテーブルと、

前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを前記テーブルに対して一軸方向に移動させる軸方向移動手段と、

前記テーブルまたは支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを造形物の一層分移動させる一層分移動手段とを備えて、

前記軸方向移動手段により前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを前記テーブルに対して一軸方向に移動させながら、前記テーブルに向けて、支持体用材料を支持体造形用ヘッドユニットから噴射して支持体を形成しつつ、造形物用材料を造形物造形用ヘッドユニットから噴射して造形して一層分の造形を行い、

一層分の造形終了後に前記一層分移動手段により前記テーブルまたは支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを造形物の一層分移動させて、再び支持体用材料と造形物用材料の噴射を行い、この一層分の移動と材料の噴射を繰り返すことにより、造形物を支持体に埋設するように造形することを特徴とする三次元積層造形装置。

【請求項 6】

前記支持体造形用ヘッドユニットが造形物造形用ヘッドユニットの両側に配置され、これら支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットが前記軸方向移動手段により往復移動可能になっており、往路および復路で先頭側の支持体造形用ヘッドユニットが支持体用材料を噴射するように構成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の三次元積層造形装置。

【請求項 7】

前記支持体用材料は常温で固体であり、前記造形物用材料は常温で液体であることを特徴とする請求項 5 に記載の三次元積層造形装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この出願の発明は、インクジェット方式の積層造形方法と三次元積層造形装置に関する。

【0002】

【従来の技術と発明の課題】

三次元積層造形法とは目的とする立体構造物を輪切りにして、その輪切りにした構造に対応する部分に造形材を噴射しながら、あたかも立体等高線地図を作るように順次積み重ねていく造形法である。このような三次元積層造形法としては、これまでに（イ）光硬化性樹脂を用いる光造形法、（ロ）粉末を用いる粉末積層法、（ハ）溶融させた樹脂を堆積させる溶融樹脂堆積法、（ニ）紙、プラスチックシートまたは金属等の薄板を積層する薄板積層法等が知られている。

10

20

30

40

50

【0003】

近年CAD技術の向上に伴い、三次元CADを利用する各種造形法が急速に普及している。三次元CADを利用して立体構造物を造形する、いわゆる三次元積層造形法は当初ラピッドプロトタイプング(rapid prototyping)と呼ばれ、高速に試作品等を造形するための方法として開発されたものであるが、最近ではこのラピッドプロトタイプングを使用して金型を造形することが可能になったことから試作品分野だけでなく実際の製造分野でもかなり利用されるようになってきた。

【0004】

三次元積層造形法の一つにインクジェット方式があるが、このインクジェット方式には大きく分けて2種類あって、その一つはマサチューセッツ工科大学で開発された澱粉や石膏の粉末層にバインダーをインクジェットで噴射して固めて積層造形する方法であり(粉末積層法)、他の一つは造形物用材料を直接噴射して積層造形する方法である(溶融樹脂堆積法)。粉末を使用する粉末積層法は噴射を終了した後で不要部分の粉末を除去しなければならないが、除去時に粉末が飛散するのでオフィスで使用するのは不適當である。それに対して、造形物用材料を直接噴射する積層造形法は材料粒子が飛散しないだけでなく、他の三次元積層造形法に比較して使用する装置の取り扱いが簡便で手軽に利用できるためオフィスでの使用に適している。このため、今後この造形法は三次元プリンターや三次元コピーマシン等に大いに利用されるものと考えられている。

【0005】

造形物用材料を直接噴射する三次元積層造形法としてはロボットのアームにインジェクションノズルを取付けXYZ方向(縦、横、高さの各方向)の三次元に移動させて造形する方法(特開昭62-255124号公報)やインクジェットヘッドをX-Y方向とZ方向に配置させて造形する方法(特許第2113524号、特許第2697136号、特許第2738016号、特許第2738017号)等が知られているが、これらの造形法はいずれも造形中に積層造形物を支持するための支持部材がないため、対象とする立体構造物を輪切りにした時に浮島構造(ある層で突然形状が出てくるような構造物)やH字の横棒のような長い梁を有する構造物の場合には積層造形することが困難になってしまう。

【0006】

そのため、造形できる構造物の種類が制約されて実用的な工業製品や医薬用モデルなどの複雑な構造物の造形には適さないものとされていた。

【0007】

このような造形法の改良法として支持体を利用する方法がこれまでも開発されている(特許第3179547号、特開平7-40445号公報、特表平9-503969号公報)。そして、このような支持体を利用する造形法には積層造形物を支持体に埋設させる方法と積層造形物の必要な箇所だけに柱状または板状の支持体を設ける方法がある。

【0008】

また、支持体の作成方法として、上記したように造形物が支持体に埋設されるように作成する方法と、必要な箇所に柱状あるいは板状の支持体を作成する方法がある。インクジェット方式では両方法とも実用化されているが、いかなる複雑形状にも対応でき、特別なデータ処理(後者の方法は支持体を付与するためのデータ処理が必要)が不要という点で前者の造形物が支持体に埋設されるように作成する方法が良い。しかし、従来の方は造形物を造形後、支持体をスプレイ乃至噴射する方法であった。

【0009】

このような改良法を利用することによって複雑な形状をした三次元構造物の積層造形が可能になったが、この方法はインクジェットヘッドがX方向とY方向の二軸に制御されて移動するので積層造形に時間がかかるだけでなく寸法精度を高めるためにはインクジェットヘッドの加速や減速を厳密に制御しなければならない、また、高速化するにはインクジェットヘッドを軽量化したり装置の強度を大きくする必要があり等解決すべき課題を多く有している。

【0010】

また、1ヘッドに多数のノズルを有するマルチノズルヘッド噴射機構を一軸制御しながら造形物が積層されるテーブルを二軸制御する方法も提案されている。

【0011】

すなわち、マルチノズルヘッドをX軸方向のみに移動させながら造形物が積層されるテーブルをY方向に移動して第一層の積層造形が終わるとテーブルをマルチノズルヘッドから一層分後退(Z方向)させる方法である。たとえば、インクジェットヘッドを一軸制御しながらテーブルに相当する紙を移動させる方式である。しかしながら、紙の印刷に比較して三次元積層造形法の場合は積層される材料の量が多いため積層中の造形物を載せたテーブルを急激に移動や停止をするためには装置を大きく、しかも強固にする必要がありオフィス用として使用することは不適當であると考えられる。

10

【0012】

また、装置や造形方法の改良とは別に造形に使用する材料についても種々の改良が行われている。たとえば、インクジェット方式で使用される材料としては、ワックスやホットメルト材料のように常温では固体で加熱すると液体になる材料が多く使用されているが、これらの材料は脆いものが多く、造形した積層造形物が壊れやすいという欠点がある。この欠点を補うために積層造形用材料に靱性を付与させることも提案されているが(特開2001-214098号公報)、このような材料の多くは固化した時に収縮による反りや変形を起こすため三次元積層造形物の寸法安定性を損なう場合が多い。

【0013】

また、液状の光硬化性材料や熱硬化性材料を使用する方法も提案されているが、このような材料を使用する方法は材料の粘度が高いとノズルが目詰まりし、粘度が低いと噴射積層した後の光硬化中あるいは熱硬化中に「たれ」を生じるという問題がある。これを改良する方法として光硬化性材料の液滴が飛翔中に光照射して硬化するように液滴の飛翔経路に光を照射する方法も提案されているが(特許第2697138号)、この方法も光がインクジェットヘッド側に漏れて光が当たるためノズルに目詰まりが起きやすいという欠点がある。

20

【0014】

さらに、常温で液体のインクを噴射してインクを凍結させながら積層造形する方法が提案されているが(特許第2666034号)、この方法も積層造形物の凍結状態を保つことが困難であり、汎用の三次元積層造形用のプリンターやコピーマシン用としては不適當である。その他の三次元積層造形法としては下から上に向けてインクジェットを噴射する方法や横からインクジェットを噴射する方法等も知られているが、このような方法は常温で液体の材料を用いる場合は「たれ」が生じてしまうため好ましくない。

30

【0015】

上記するように、これまでインクジェット方式の積層造形に関する方法や装置が種々提案されてきたが、三次元積層造形物を高速、安定、安価の要件を備え、しかもオフィスでの環境条件を満たす造形法はこれまで提供されていない。

【0016】

積層造形用材料を直接噴射して積層造形するインクジェット方式は数十 μm の大きさの液滴を噴射して一層づつ積層造形するため造形時間を短縮するためには、いかに多くの液滴を短時間で噴射させるかが大きな課題である。

40

【0017】

このためにはヘッドのノズル数を増やすこと噴射の応答周波数を高くすること、ヘッドの移動距離を短くすること、またノズルの径を大きくして液滴を大きくすること等々が考えられる。しかしながら、液滴の大きさが100 μm を超えると液滴の自重の影響が大きくなってしまい、精度良く高速で噴射できないという問題が生じてしまいノズル径を大きくすることは好ましくない。

【0018】

【課題を解決するための手段】

そこで、この出願の発明は、以上のとおりの従来技術の問題点を解消するために、少な

50

くとも目的とする造形範囲の一辺の長さ以上である複数のノズルを有するヘッドを複数個配列したヘッドユニットを複数個設けたマルチヘッドユニットを一軸方向に移動させることによって積層造形を可能にしたものである。

【0019】

この方式を採用することによって造形時間の短縮ができるばかりでなく、マルチヘッドユニットの移動が一軸制御なので簡便、軽量で装置の強度もそれほど大きくする必要がないという知見に基づくものである。

【0020】

しかも、一軸制御は二軸制御に比較して噴射位置の精度が向上するため精度のよい造形物の造形ができる利点があるだけでなく、ヘッドは多数のノズルを集合した（マルチノズル）ものであり、また、ヘッドユニットはヘッドを複数に配列しているため、たとえノズルの1つが目詰まり等のトラブルを生じてもトラブルが生じたヘッドだけを交換すればよいため保守管理も容易になるという優れた特性を有するものである。

【0021】

すなわち、この出願の発明は、第1には、多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから造形物の輪郭を形成する位置に支持体用材料をインクジェット噴射して支持体を形成する支持体造形用ヘッドユニットと、

多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅（噴射の幅）が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから前記支持体の中に造形物用材料をインクジェット噴射して造形物を形成する造形物造形用ヘッドユニットと、
造形物と支持体を保持するテーブルを備えて、

前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを前記テーブルに対して一軸方向に移動させながら、テーブルに向けて、支持体用材料を支持体造形用ヘッドユニットから噴射して支持体を形成しつつ、造形物用材料を造形物造形用ヘッドユニットから噴射して造形して一層分の造形を終了し、

その造形終了後、前記テーブルまたは支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを造形物の一層分移動させて、再び支持体用材料と造形物用材料の噴射を行い、この一層分の移動と材料の噴射を繰り返すことにより、造形物を支持体に埋設するように造形して、造形後に支持体を造形物から取り除く三次元積層造形法を提供するものである。

第2には、前記造形法において、前記支持体用材料は常温で固体であり、前記造形物用材料は常温で液体である三次元積層造形法を提供するものである。

第3には、前記造形法において、前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットが往復移動可能になっており、支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットの往路および復路でそれぞれ支持体用材料および造形物用材料を噴射する三次元積層造形法を提供するものである。

第4には、前記造形法において、前記支持体用材料は熔融性材料で構成され、造形後に支持体を造形物から熔融除去して支持体用材料を回収して再利用する三次元積層造形法を提供するものである。

【0022】

そして、この出願の発明は、第5には、多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから造形物の輪郭を形成する位置に支持体用材料をインクジェット噴射して支持体を形成する支持体造形用ヘッドユニットと、

多数のノズルを有するヘッドを複数個配列し、ノズルから噴射される材料の幅（噴射の幅）が少なくとも造形範囲の一辺の長さ以上であり、そのノズルから前記支持体の中に造形物用材料をインクジェット噴射して造形物を形成する造形物造形用ヘッドユニットと、
造形物と支持体を保持するテーブルと、

前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを前記テーブルに対し

て一軸方向に移動させる軸方向移動手段と、

前記テーブルまたは支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを造形物の一層分移動させる一層分移動手段とを備えて、

前記軸方向移動手段により前記支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを前記テーブルに対して一軸方向に移動させながら、前記テーブルに向けて、支持体用材料を支持体造形用ヘッドユニットから噴射して支持体を形成しつつ、造形物用材料を造形物造形用ヘッドユニットから噴射して造形して一層分の造形を行い、

一層分の造形終了後に前記一層分移動手段により前記テーブルまたは支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットを造形物の一層分移動させて、再び支持体用材料と造形物用材料の噴射を行い、この一層分の移動と材料の噴射を繰り返すことにより、造形物を支持体に埋設するように造形する三次元積層造形装置を提供するものである。

10

第6には、前記造形装置において、前記支持体造形用ヘッドユニットが造形物造形用ヘッドユニットの両側に配置され、これら支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットが前記軸方向移動手段により往復移動可能になっており、往路および復路で先頭側の支持体造形用ヘッドユニットが支持体用材料を噴射するように構成されている三次元積層造形装置を提供するものである。

第7には、前記造形装置において、前記支持体用材料は常温で固体であり、前記造形物用材料は常温で液体である三次元積層造形装置を提供するものである。

【0023】

【発明の実施の形態】

20

以下に、この出願の発明をさらに詳細に説明する。

3次元CADで設計された3次元形状あるいは3次元スキャナーやデジタルライザーで取り込んだ3次元形状のサーフェイスデータあるいはソリッドデータをSTLフォーマットに変換して出力する。

【0024】

このデータを積層造形機に入力する。造形しようとする3次元形状の造形方向を決める。造形方向は特に制約はないが、通常はZ軸方向（高さ方向）が最も低くなる方向を選ぶ。造形方向を確定したら、その3次元形状のX-Y軸面、X-Z軸面、Y-Z軸面への投影面積を求める。

【0025】

30

得られたブロック形状に補強のためX-Y軸面の上面を除いて、その他の各面を適当量外側に移動させる。移動させる量は特に制約はないが、形状や大きさや使用材料で異なるが1~10mm程度である。これで造形しようとする形状を閉じ込めた（上面は解放されている。）ブロック形状が特定される。

【0026】

このブロック形状を一層の厚さでZ方向に輪切り（スライスするとも言う。）にする。輪切りにする一層の厚さは使う材料によるが通常は20~60μmである。造形しようとする造形物が1個の場合はこのブロック形状がZステージ（一層造形毎に一層ずつ移動する造形物をのせるテーブル。移動はテーブルが下降する場合や、噴射ノズルが上昇する場合がある。どちらでも良いが、テーブルが下降した方が安定で位置精度が良くなる。）の真

40

【0027】

また、複数個同時に造形する場合はブロック形状がZステージに配置されるが、ブロック形状を積み重ねることも可能である。これらブロック形状化や輪切りデータ（スライスデータ：等高線データ）やZステージへの配置は、使用材料を指定すれば自動的に作成することも可能である。

【0028】

この出願の発明は、多数のノズルを有するヘッドを複数個配列したヘッドユニットを、複数個設けたマルチヘッドユニットを一軸方向に移動することによって積層造形する造形法である。具体的には1つの固定プレートに設けられたマルチヘッドユニットから支持体

50

用材料をインクジェット噴射して支持体となる溝や堰を予め造形して、その中にもう1つの固定プレートに設けられたマルチヘッドユニットから造形物用材料をインクジェット噴射して積層する三次元の積層体を造形する方法である。このようにして上方から下方のテーブルに向けてインクジェット噴射してテーブル（Zステージ）の同一平面（X-Y軸方向）の積層が終わると、テーブルをマルチヘッドユニットから一層分後退（Z軸方向に移動）させるか、テーブルを固定しておいて、マルチヘッドユニットを一層分上昇させる操作を繰り返しながら積層造形するものである。

【0029】

この場合、テーブルのX-Y軸方向の急激な移動や停止がなくなり、装置を強固にすることなく小さくすることができる。また、テーブル又はマルチヘッドユニットのZ軸方向の移動は、一層分の微小な移動のみでありこの問題はない。

10

【0030】

この造形法は造形物用材料を噴射する時は支持体からなる溝や堰が既に形成されているため造形物用材料として、たとえ常温で液体の材料や粘度の低い材料を使用しても「たれ」の心配がなく従来使用できなかった光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂でも幅広く使用することが可能になる。

【0031】

また、この出願の発明はヘッドユニットの配列を工夫することによってマルチヘッドユニットが移動する往路および復路の両方でマルチノズルから支持体用材料および造形物用材料を噴射することができるため造形時間をより短縮させることが可能になるということを見出したのである。

20

【0032】

すなわち、支持体造形用ヘッドユニットと造形物造形用ヘッドユニットの配列をマルチヘッドユニットの移動方向に対して設けることによってマルチヘッドユニットの往路および復路それぞれで支持体用材料と造形物用材料を噴射して積層することを可能にしたものであるが、図を用いてさらに詳細に説明する。

【0033】

図1はこの出願の発明の装置全体を示した構成図を示したものであり、図2～図8はこの装置を使用して三次元積層造形物を造形している形態を詳細に示したものであり、図9は造形後支持体用材料を取り除いた造形物であり、図10～図13は吐出ノズルユニットの機構および配列を示す図である。

30

【0034】

この装置の全体を示す図1から明らかなように、この装置は制御コンピュータ(1)に連結したコントローラ(2)によって吐出ノズルのX-Y軸方向移動制御装置(5)とZ軸方向移動制御装置(7)を制御している。

【0035】

また、ポンプ制御装置(9)は支持体材料用ポンプ(10)と造形物材料用ポンプ(11)を制御して、リザーバ(6)への造形物材料と支持体材料の供給量を制御している。この装置を使用する三次元積層造形物の具体的な造形方法を図1にしたがって説明すると、制御コンピュータ(1)に所望の造形物の形状を読み込ませておき、読み込ませた形状に応じてコントローラ(2)が造形用材料吐出ノズルユニット(3)〔前記造形物造形用ヘッドユニットに相当〕と支持体用材料吐出ノズルユニット(4)〔前記支持体造形用ヘッドユニットに相当〕をX-Y軸方向とZ軸方向、いわゆる平面方向と深さ方向の移動を制御する。

40

【0036】

ここで、造形用材料吐出ノズルユニット(3)および支持体用材料吐出ノズルユニット(4)からの各材料の吐出の制御は、図10～図13にて後述するためここでは説明を省略する。

【0037】

このように、この出願の発明は、造形材料と支持材料の供給量と吐出、および吐出ノズル

50

ユニット(3)、(4)の平面方向とテーブル(8)の高さの移動量を制御しながら造形物(12)を造形しようとするものである。

【0038】

このようにして造形された造形物(12)が図1のテーブル(8)上に保持されているが、図1からも明らかなようにこの出願の発明は単に制御されたノズルとテーブルを利用して造形物(12)を造形するだけでなく、造形物(12)が硬化するまで造形物(12)が変形しないように、短時間で硬化する支持用材料で予め支持体を造形して、その中(内側)に造形用材料を噴射して造形物(12)を造形する方法に特徴を有するものである。この支持体用材料を造形用材料と共に吐出しながら造形物(12)を造形する形態を詳細に示したのが図2～図8である。

10

【0039】

図2はテーブル(8)上にX-Y軸方向に制御しながら造形物を支持するための支持体用材料を支持体用材料吐出ノズルユニット(4)から吐出して支持体(13)を形成する形態を示している。図3は造形用材料吐出ノズルユニット(3)から造形用材料を吐出している形態を示している。そして、図4は造形用材料吐出ノズルユニット(3)から造形用材料を吐出しながら、造形物の輪郭を形成する位置に支持体用材料吐出ノズルユニット(4)から支持体用材料を吐出している形態を示しているが、図4から明らかな様に、この時は先に吐出した支持体(13)は固化しており、未硬化の造形用材料が決められた形状の外へ流出するのを抑制している。

【0040】

この様にして一層目が終了するとテーブル(8)は図1のZ方向へ移動した後で一層目と同じ操作を繰り返しながら造形物(12)を造形するのである。

20

【0041】

この時の操作を示したものが図6～図8である。なお、図8は造形用材料と支持体用材料が同一平面になっているが、さらに、造形物(12)が完全に被覆されるまで支持体用材料を吐出する方法が適用できることは当然である。

【0042】

図9はこの様にして造形した後で支持体を取り除いた時の造形物の斜視図である。図10～図13は吐出ノズルユニットの機構および配列を示す図である。

【0043】

図10は多数のノズルがライン状に配列されているヘッドの分解斜視図であり、図11はその部分断面図である。図10および図11に示されているように、ステンレス等で成形された取付けベース(111)上にダイヤフラムプレート(109)、リストラクタプレート(106)、加圧室プレート(104)とニッケル材等で成形されたノズルプレート(102)がエポキシ材料等の接着剤で接着されて一体になっている。

30

【0044】

また、ダイヤフラムプレート(109)の振動板(107)の下方位置に設けられている圧電素子(112)はセラミックスやポリイミド等の絶縁物で成形された支持基板(114)にシリコン系の接着剤で連結されている。また、取付けベース(111)は図示しないネジ等の手段により装置に取付けられている。そして、ノズルプレート(102)や取付けベース(111)に取付けられている噴射材料の流路は気密性を保つことはもちろん、エポキシ等の接着剤の「はみ出し」により流路が塞がれることがないようにすることが必要である。

40

【0045】

噴射材料の材料タンクからノズル(101)までの流路工程を説明すると、噴射材料供給路(110) フィルタ部(108) リストラクタ(105) 加圧室(103) ノズル(101)となる。そして、支持基板上(114)に取付けられた圧電素子(112)への電気信号の印加および切断によりダイヤフラムプレート(109)の振動板(107)が撓みと復元を繰り返すことによって5個の任意のノズル(101)からの噴射材料の小滴が噴射され、それに応じて上記流路工程を經由して新しい噴射材料が加圧室(10

50

3)へ供給されるようになっている。

【0046】

ヘッドとは複数のノズル(101)をライン状ないしマトリックス状に配列した構造の噴射機構を意味するものであるが、この出願の発明では図12に例示したノズルプレート(102)にノズル(101)を一行に配置したものをを用いて説明する。

【0047】

このノズルプレート(102)の配列について説明するとニッケル材等からなるノズルプレート(102)に設けられている5個のノズルプレート(101)間のピッチはそれぞれ、所定解像度ピッチの4倍の設定となっている。マルチノズルプレートユニット(115)はノズルプレート(102)4個を一組として矢印A、Bに対して垂直方向に所定解像度ピッチ分だけ階段状にずらして固定プレート(116)に設けられている。

10

【0048】

ここで、矢印A方向はノズルプレート(102)の往路の移動方向を示し、矢印Bは復路の移動方法を示している。また、マルチノズルプレートユニット(115)(117)(118)は、矢印A、B方向の垂直方向所定解像度ピッチがそれぞれ繋がるよう固定プレート(116)に固定されている。同じくマルチノズルプレートユニット(121)(122)(123)および(124)(125)(126)はそれぞれ固定プレート(119)および(120)に図示されないネジで固定されて一体化されている。なお、マルチノズルプレートユニット(115)、(121)、(124)、マルチノズルプレートユニット(117)、(122)、(125)、マルチノズルプレートユニット(118)

20

【0049】

そして、ノズルプレート(102)の噴射材料の噴射の形態を説明すると固定プレート(116)のマルチノズルプレートユニット(115)、(117)、(118)および固定プレート(120)のマルチノズルプレートユニット(124)、(125)、(126)からは支持体用材料であるソリッドインクが、固定プレート(119)のマルチノズルプレートユニット(121)、(122)、(123)からは造形物用材料である光硬化性樹脂インクや熱硬化性樹脂インクが噴射されるように構成されている。

【0050】

一体化された固定プレート(116)、(119)、(120)が往路となる矢印A方向に移動するときはマルチノズルプレートユニット(115)、(117)、(118)から、また、復路となる矢印Bに移動するときはマルチノズルプレートユニット(124)、(125)、(126)から支持体を形成するソリッドインクが噴射される。ここで矢印A、B方向の移動時におけるマルチノズルプレートユニット(115)、(117)、(118)およびマルチノズルプレートユニット(124)、(125)、(126)は所定位置に所定解像度となるようソリッドインクの噴射タイミングを制御している。

30

【0051】

こうして予め造形された支持体の溝や堰の中にマルチノズルプレートユニット(121)、(122)、(123)から造形物用材料である光硬化性樹脂インクや熱硬化性樹脂インクが噴射する。そして、図示されない紫外線照射器や赤外線照射器等によって重合硬化するようになっている。このように光硬化性樹脂インクや熱硬化性樹脂インクが常温で液体であっても「たれ」の心配がなくなる。

40

【0052】

また、一体化された固定プレート(116)、(119)、(120)の往路および復路の移動毎に光硬化性樹脂インクや熱硬化性樹脂インクを噴射することが可能になり積層造形の速度を高めることが可能となる。

【0053】

図13は、ノズルプレート(102)の配列方法を変えた他の実施例を示している。固定プレート(127)はノズルプレート(102)の移動時の往路である矢印Aおよび復路である矢印Bに対して垂直方向にノズル(101)のピッチが所定解像度となるように複

50

数のノズルプレート(102)を傾斜させて固定している。固定プレート(128)、(129)は、固定プレート(127)と同じノズルプレート(2)の配列構成の固定プレートで、固定プレート(127)、(128)、(129)間のそれぞれのノズルプレート(102)におけるノズル配列高さはすべて同じになるように一体化されている。また、固定プレート(127)、(129)からは支持体用材料であるソリッドインクが、固定プレート(128)からは造形物用材料である光硬化性材料インクが噴射されるように構成されている。なお、各ノズルプレート(102)の噴射形態については、図12での説明と同じであるため省略する。

【0054】

この出願の発明はこのようにノズルプレート(102)の移動時の矢印A, B方向に対して複数のノズルプレート(102)の実装密度を高められるばかりでなく、ノズルプレート(102)を追加した分だけ矢印A, B方向の垂直方向の噴射幅を増やせるため、最低限の個数のノズルプレート(102)を用いて指定の噴射幅に効率よく設定できるといった利点がある。

10

【0055】

このようにして積層造形が完了したら、支持体に埋設されている積層造形物から支持体を除去することによって三次元積層造形を完了するのである。

【0056】

支持体を除去する一般的な方法としては加熱溶融する方法や溶剤で溶解させる方法等がある。溶剤で溶解させる方法は早くてきれいに除去できるが溶剤を用いるためオフィス環境では好ましくない。通常は加熱オーブンで溶融除去して支持体用材料を回収し再利用することが行なわれている。

20

【0057】

もちろん、溶融除去しきれずに少量残った支持体材料を溶剤で洗浄することは可能であるが、環境面を考慮すれば支持体用材料が温かい内にアセトン等の溶剤を湿らせた布等で拭き取るのが好ましい。

【0058】

使用可能な溶剤としては、メチルエチルアルコール、エチルアルコール、アセトン、トルエン、クロロホルム、塩化メチレン、ジメチルスルホオキシド(DMSO)等があり、これら溶剤を2種類以上組み合わせ使用してもよい。

30

【0059】

この出願の発明を詳細に説明したが、この発明で使用する支持体用材料としてはモノアミド、ビスアミド、テトラアミド、ポリアミド、エステルアミド、ポリエステル、ポリ酢酸ビニル、アクリル酸系及びメタクリル酸系高分子、スチレン系高分子、エチレン酢酸ビニル共重合体、ポリケトン、シリコーン樹脂、クマロン樹脂、脂肪酸エステル、トリグリセライド、天然樹脂、天然及び合成ワックス等から選択された1種ないし2種以上を組み合わせたものが使用できる。さらに機能性を発現させるためには各種の表面処理剤、界面活性剤、粘度調整剤、接着性付与剤、酸化防止剤、老化防止剤、架橋促進剤、紫外線吸収剤、可塑剤、防腐剤、分散剤等を混合すると良い。また、着色剤としては、顔料や油性染料等の任意の着色剤が使用できるし色の調整等で2種類以上の着色剤を適時混合することも可能である。

40

【0060】

そして、このような材料を配合することによって融点が80程度程度の支持体用材料として好適なソリッドインクを調整するのである。このように調整されたソリッドインクはノズルから噴射してテーブルに付着すると即座に固化するため、溶剤の乾燥工程を経ることなく造形物用材料の噴射が可能になるのである。

【0061】

また、造形物用材料は、活性エネルギー線照射、加熱等により硬化する材料であって、たとえば活性エネルギー線硬化性または熱硬化性化合物および必要に応じて活性エネルギー線照射または加熱により硬化しないイナートポリマーを含有させることも可能である。い

50

ずれにしても、造形物用材料は、ノズルの詰まりを防止する点からも常温で液体であることが好ましい。

【0062】

活性エネルギー線硬化性化合物とは活性エネルギー線を照射することによりラジカル重合、またはカチオン重合する化合物であって、ラジカル重合する化合物としてはエチレン性不飽和基を有する化合物、カチオン重合する化合物としては脂環式エポキシ基、またはオキセタン環を有する化合物が好適に用いられる。

【0063】

エチレン性不飽和基を有する化合物としては、(メタ)アクリル酸、(メタ)アクリレート系化合物、ビニルエーテル系化合物、ポリアリル化合物、エチレン性不飽和基を有するポリマーなどが挙げられる。これら化合物は、単独でまたは2種類以上を組み合わせ用いることができる。

【0064】

(メタ)アクリレート系化合物のうち、単官能(メタ)アクリレート系化合物としてはメチル(メタ)アクリレート、エチル(メタ)アクリレート、n-ブチル(メタ)アクリレート、t-ブチル(メタ)アクリレート、イソブチル(メタ)アクリレート、2-エチルヘキシル(メタ)アクリレート、イソデシル(メタ)アクリレート、n-ラウリル(メタ)アクリレート、トリデシル(メタ)アクリレート、n-ステアリル(メタ)アクリレート、イソステアリル(メタ)アクリレート、メトキシジエチレングリコール(メタ)アクリレート、メトキシトリエチレングリコール(メタ)アクリレート、n-ブトキシエチル(メタ)アクリレート、2-フェノキシエチル(メタ)アクリレート、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、テトラヒドロフルフリル(メタ)アクリレート、イソボニル(メタ)アクリレート、ベンジル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート、4-ヒドロキシブチル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリル酸、(メタ)アクリロイロキシエチルヒドロゲンサクシネート、(メタ)アクリロイロキシプロピルヒドロゲンフタレート、(メタ)アクリロイロキシエチル2-ヒドロキシプロピルフタレート、グリジジル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシ-3-アクリロイロキシプロピル(メタ)アクリレート、モノ(2-(メタ)アクリロイロキシエチル)アシッドフォスフェートなどを例示することができるが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0065】

また、多官能の(メタ)アクリル系化合物としては、1,6-ヘキサンジオールジ(メタ)アクリレート、トリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、トリプロピレングリコールジ(メタ)アクリレート、ポリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、ネオペンチルグリコールジ(メタ)アクリレート、ポリエチレングリコールジ(メタ)アクリレート、エチレンオキサイド変性ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、プロピレンオキサイド変性ビスフェノールAジ(メタ)アクリレート、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、プロピレンオキサイド変性トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジトリメチロールプロパントテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールジ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート等の多官能(メタ)アクリレートモノマーに加えてウレタンアクリル、エポキシアクリル、エステルアクリルが例として挙げられるが必ずしもこれに限定されるものではない。

【0066】

ビニルエーテル系化合物のうち、単官能のビニルエーテル化合物としては、ヒドロキシエチルビニルエーテル、ヒドロキシブチルビニルエーテル、ドデシルビニルエーテル、シクロヘキサジメタノールモノビニルエーテル、シクロヘキシルビニルエーテル、2-エチ

10

20

30

40

50

ルヘキシルビニルエーテル、オクタデシルビニルエーテル等が挙げられる。

【0067】

また、多官能のビニルエーテル系化合物としては、エチレングリコールジビニルエーテル、ジエチレングリコールジビニルエーテル、トリエチレングリコールジビニルエーテル、テトラエチレングリコールジビニルエーテル、ペンタエリスリトールジビニルエーテル、プロピレングリコールジビニルエーテル、ジプロピレングリコールジビニルエーテル、トリプロピレングリコールジビニルエーテル、ネオペンチルグリコールジビニルエーテル、1,4-ブタンジエールジビニルエーテル、1,6-ヘキサンジオールエーテルジビニルエーテル、グリセロールジビニルエーテル、トリメチロールプロパンジビニルエーテル、1,4-ジヒドロキシシクロヘキサンジビニルエーテル、1,4-ジヒドロキシメチルシクロヘキサンジビニルエーテル、ビスフェノールAジエトキシジビニルエーテル、ビスフェノールSジエトキシジビニルエーテル等のジビニルエーテル系化合物が挙げられる。

10

【0068】

また、グリセロールトリビニルエーテル、ソルビトールテトラビニルエーテル、トリメチロールプロパントリビニルエーテル、ペンタエリスリトールトリビニルエーテル、ペンタエリスリトールテトラビニルエーテル、ジペンタエリスリトールヘキサビニルエーテル、ジペンタエリスリトールポリビニルエーテル、ジトリメチロールプロパンテトラビニルエーテル、ジトリメチロールプロパンポリビニルエーテル等の3官能以上のポリビニルエーテル化合物が挙げられる。

【0069】

20

また、エチレン性不飽和基を有するポリマーとしては、水酸基、カルボキシル基、アミノ基等の反応性の置換基を有する線状高分子にイソシアネート基、アルデヒド基、エポキシ基等の反応性置換基を有する(メタ)アクリル化合物やケイヒ酸を反応させて、(メタ)アクリロイル基、スチリル基等の光架橋性基を該線状高分子に導入した材料が挙げられる。

【0070】

また、スチレン-無水マレイン酸共重合体や オレフィン-無水マレイン酸共重合体の酸無水物を含む線状高分子をヒドロキシアルキル(メタ)アクリレート等の水酸基を有する(メタ)アクリル化合物によりハーフエステル化したものが挙げられる。

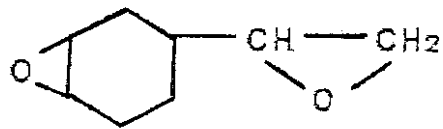
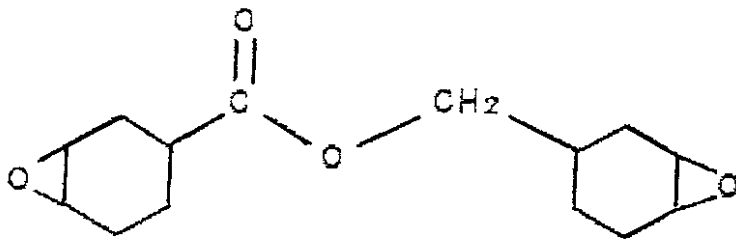
【0071】

30

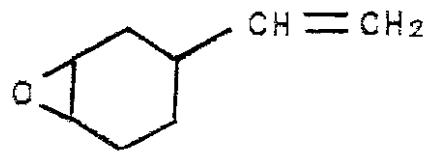
また脂環式エポキシ基を有する化合物とは、カチオン重合開始剤が発生した酸により、エポキシ基同士が付加反応により重合していく化合物であり、具体的には以下の化合物が挙げられる。

【0072】

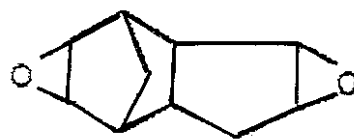
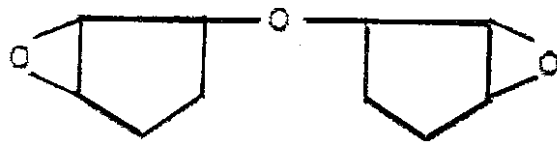
【化1】



10



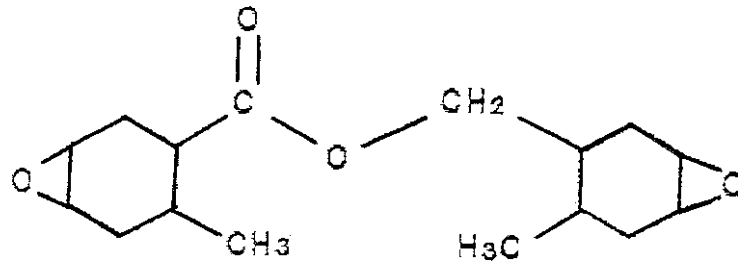
20



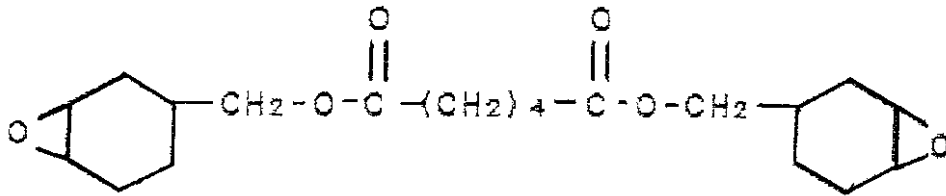
30

【 0 0 7 3 】

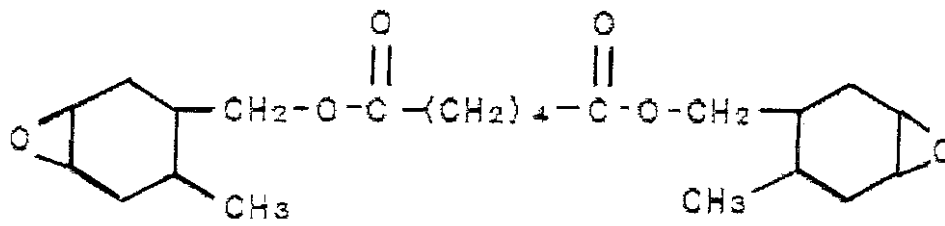
【 化 2 】



10



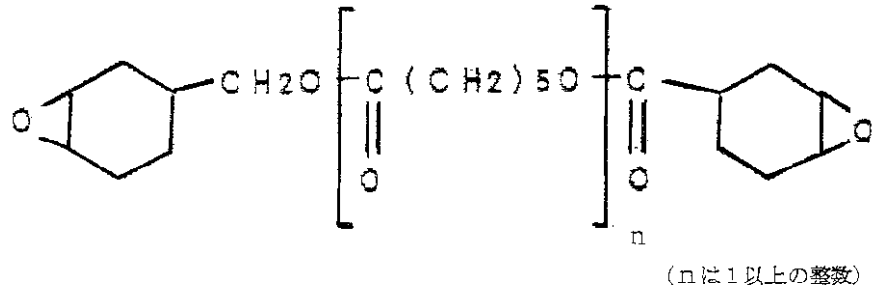
20



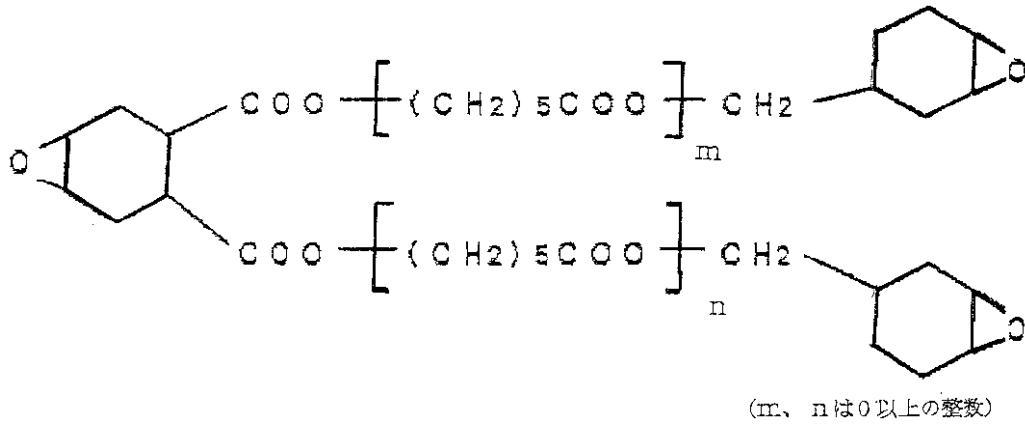
30

【 0 0 7 4 】

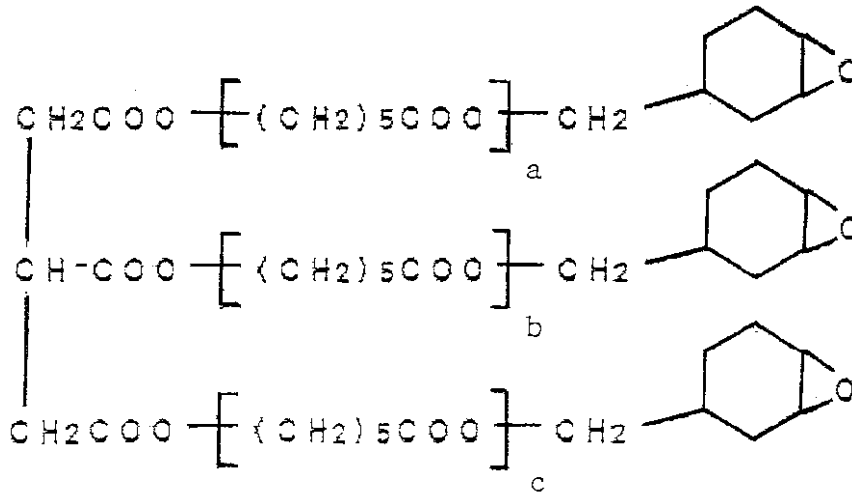
【 化 3 】



10

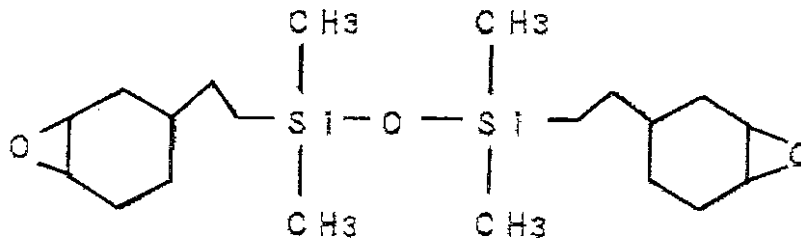
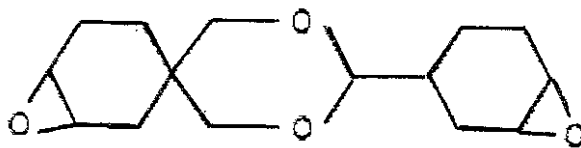
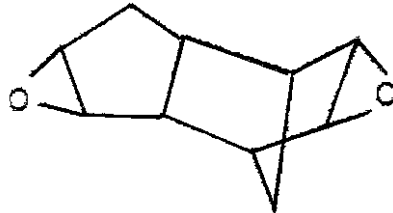
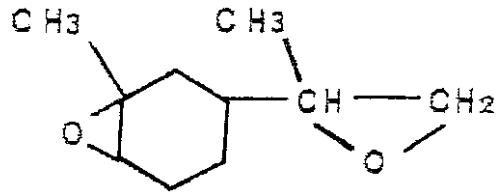


20



30

【0075】
【化4】



【0076】

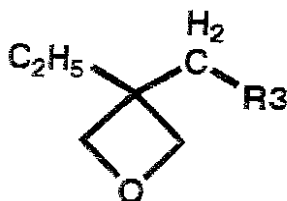
オキセタン環を有する化合物は単独では硬化性に乏しいが、脂環式エポキシ基を有する化合物と組み合わせて用いることにより、硬化性の向上および造形物用材料の低粘度化を図ることができる。

【0077】

具体的には以下の化合物が挙げられる。

【0078】

【化5】



【0079】

(ここで、R3はヒドロキシル基、(メタ)アクリロイロキシ基、フェノキシ基、ヘキシルエーテル、ベンジルエーテル、アリルエーテルなどのアルキルエーテルまたはアルコキシ基を示す。)

【0080】

【化6】

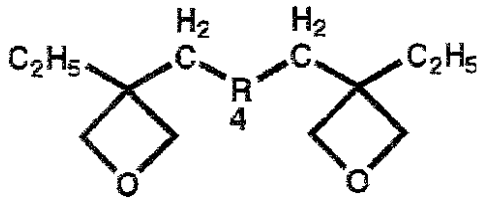
10

20

30

40

50



【 0 0 8 1 】

(ここで、R₄は酸素原子、p - キシリレンジオール、アジペート、テレフタレート、シクロヘキサジカルボキシレートなどのアルキレン鎖を示す。)

オキセタン環を有する化合物は、脂環式エポキシ基を有する化合物 100 重量部に対して、3 ~ 1000 重量部の比率で含有させることが好ましい。オキセタン環を有する化合物の含有量が 3 重量部未満では硬化性向上効果が低く、1000 重量部を超えて含有させても、さらなる硬化性向上効果は認められない。

10

【 0 0 8 2 】

また、造形物用材料には、粘度、硬化性、硬化物の物性を調整するため、架橋剤または活性エネルギー線により硬化しないイナートポリマーを含有させることができる。このようなものとしては、重合度 10 ~ 10000 あるいは、重合平均分子量が $10^3 \sim 10^6$ のイナートポリマーが好ましい。

【 0 0 8 3 】

イナートポリマーとして具体的には、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アルキッド樹脂、エポキシ樹脂、ポリビニル樹脂、フッ素樹脂、シリコン樹脂、フェノール樹脂、アミノ樹脂、ポリブタジエン系樹脂、および、ポリウレタン樹脂等の樹脂やその変性樹脂を単独で、あるいは 2 種以上の混合して用いてもよい。

20

【 0 0 8 4 】

本発明に用いられる造形物用材料には、カーボンブラック、酸化チタン、炭酸カルシウム等の無彩色の顔料または有彩色の有機顔料、染料等が使用できる。

【 0 0 8 5 】

有機顔料としては、トルイジンレッド、トルイジンマルーン、ハンザエロー、ベンジジンエロー、ピラゾロンレッドなどの不溶性アゾ顔料、リトルレッド、ヘリオボルドー、ピグメントスカートット、パーマネントレッド 2 B 等の溶性アゾ顔料、アリザリン、インダントロン、チオインジゴマルーン等の建染染料からの誘導体、フタロシアニンブルー、フタロシアニングリーン等のフタロシアニン系有機顔料、キナクリドンレッド、キナクリドンマゼンタ等のペリレン系有機顔料、イソインドリノンエロー、イソインドリノンオレンジ等のイソインドリノン系有機顔料、ピランスロンレッド、ピランスロンオレンジ等のピランスロン系有機顔料、チオインジゴ系有機顔料、縮合アゾ系有機顔料、ベンズイミダゾロン系有機顔料、キノフタロンエロー等のキノフタロン系有機顔料、イソインドリンエロー等のイソインドリン系有機顔料、その他の顔料として、フラバンスロンエロー、アシルアミドエロー、ニッケルアゾエロー、銅アゾメチンエロー、ペリノンオレンジ、アンスロンオレンジ、ジアンスラキノニルレッド、ジオキサジンバイオレット等が挙げられる。

30

【 0 0 8 6 】

有機顔料をカラーインデックス (C . I) ナンバーで例示すると、

C . I . ピグメントイエローとしては 12 , 13 , 14 , 17 , 20 , 24 , 74 , 83 , 86 , 93 , 109 , 110 , 117 , 125 , 128 , 129 , 137 , 138 , 139 , 147 , 148 , 150 , 151 , 153 , 154 , 155 , 166 , 168 , 180 , 185、

C . I . ピグメントレッドとしては 9 , 48 , 49 , 52 , 53 , 57 , 97 , 122 , 123 , 149 , 168 , 177 , 180 , 192 , 202 , 206 , 215 , 216 , 217 , 220 , 223 , 224 , 226 , 227 , 228 , 238 , 240、

C . I . ピグメントバイオレットとしては 19 , 23 , 29 , 30 , 37 , 40 , 50、

40

50

C . I . ピグメントブルーとしては 15 , 15 : 1 , 15 : 3 , 15 : 4 , 15 : 6 , 22 , 60 , 64、

C . I . ピグメントグリーンとしては 7 , 36、

C . I . ピグメントブラウンとしては 23 , 25 , 26

等が挙げられる。

【0087】

造形物用材料を紫外線でラジカル重合により硬化する場合には、ラジカル光重合開始剤やラジカル光重合開始助剤を添加することができる。ラジカル光重合開始剤としては、ベンゾフェノン（市販品：「カヤキュアBP-100（日本化薬（株）製）」等）、O-ベンゾイル安息香酸メチル（市販品：「ダイトキュアOB（大東化学（株）製）等」、4-ベンゾイル-4'-メチルジフェニルスルフィド（市販品：「カヤキュアBMS（日本化薬（株）製）」等）、2,4-ジエチルチオキサントン（市販品：「カヤキュアDET-X-S（日本化薬（株）製）」等）、2-イソプロピルチオキサントン（市販品：「エザキュアITX（ヘンケル白水（株）製）」等）、ベンゾイルエチルエーテル、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン（市販品：「ダロキュア1173（チバ・ガイギ-社製）」等）、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-メチルプロパン-1-オン（市販品：「ダロキュア1164（同）」等）、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（市販品：「イルガキュア184（同）」等）、2,2-ジメトキシ-1,2-ジフェニルエタン-1-オン（市販品：「インガキュア651（同）」等）、アルキルフェニルグリオキシレート（市販品：「バイキュア55（アクゾジャパン（株）製）」等）、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノ-プロパン-1-オン（市販品：「インガキュア907（チバガイギー社製）」等）、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノン-1（市販品：「インガキュア369（同）」等）、2,2-ジエトキシアセトフェノン（市販品：「DEAP（長瀬産業（株）製）」等）、ジフェニル-(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-ホスフィンオキシド（市販品：「ルシリンTPO（BASF社製）」等）、p-ジメチルアミノ安息香酸エチル（市販品：「カヤキュアEPA（日本化薬（株）製）」等）、p-ジメチル安息香酸イソアミル、4,4-ビス(ジエチルアミノ)ベンソフェノン、ジメチルエタノールアミン等が挙げられる。

【0088】

また、造形物用材料をカチオン重合により硬化する場合にはカチオン光重合開始剤を添加する。カチオン光重合開始剤としては、ルイース酸のジアゾニウム塩、ルイース酸のヨードニウム塩、ルイース酸のスルホニウム塩、ルイース酸のホスホニウム塩等が挙げられる。具体例としては、トリフェニルスルホニウムヘキサフロロホスホネート（市販品：「サイラキュアUVI-6990（ユニオン・カーバイド社製）」等）、トリフェニルスルホニウムヘキサフロロアンチモネート（市販品：「サイラキュアUVI-6974（同）」等）、ジフェニルヨードニウムヘキサフロロホスホネート、ジフェニルヨードニウムヘキサフロロアンチモネート、N,N-ジエチルアミノフェニルジアゾニウムヘキサフロロホスホネート、p-メトキシフェニルジアゾニウムフロロホスホネート、トリルクミルヨードニウムテトラキス-(ペンタフルオロフェニル)ボレート、「サンエイドSI-60L（三新化学工業（株）製）」、「サンエイドSI-80L（同）」等が挙げられる。

【0089】

造形物用材料の活性エネルギー線照射、加熱以外の硬化方法としては以下の方法が考えられる。

(1) アルデヒドによる硬化

プロトン酸やルイース酸の存在下、二重結合や水酸基を持つ化合物とホルムアルデヒドやジアルデヒド類で硬化させる。（例：ポリビニルアルコールとグルタルアルデヒド）

(2) 酸化による硬化

不飽和化合物と空中の酸素による自動酸化反応や遷移金属塩ドライヤーを使った硬化（例：アマニ油、大豆油とナフテン酸コバルトと酸素（空気））

10

20

30

40

50

(3) フェノール化合物、メラミン化合物による硬化

二重結合、ニトリル基、メルカプト基、カルボニル基およびカルボキシ基などを有する化合物とジエーあるいはポリメチロールフェノール化合物による硬化。またカルボキシ基、カルボニル基や水酸基を持つ化合物とメラミン、尿素のようなアミノ化合物による硬化(例:メラミンとホルマリン。フェノールとホルマリンと酸触媒)

(4) 加硫による硬化(例:ポリブタジエンとチオカルバミン酸鉄)

(5) キレートによる硬化(例:ポリアクリル酸と塩化亜鉛)

(6) マイケル付加による硬化(例:ジマレインイミドとジアミン)

(7) 過酸化物による硬化(例:無水マレイン酸変性ポリエステルと過酸化ベンゾイル)

(8) シラン化合物による硬化(例:テトラメトキシシランと水、又は塩酸)

硬化方法としては、100以下で硬化できる方法があれば特に限定はなく、例えば、山下晋三編「架橋剤ハンドブック」大成社発行、昭和62年版に記載されている硬化方法を用いることができ、場合によっては二つまたはそれ以上の硬化方法の併用も可能である。

【0090】

また、造形物用材料には、粘度を調整する目的で溶剤を添加することができる。

【0091】

溶剤としては、例えばケトン類、芳香族、アルコール類、セロソルブ類、エーテルアルコール類、エステル類等を使用できる。これら溶剤は2種類以上を組み合わせ用いても良い。ケトン類としてはメチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、3-ペンタノン、2-ペンタノン等が挙げられ、芳香族類としてはベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、ジエチルベンゼン、クロロベンゼン等が挙げられる。アルコール類としてはメタノール、エタノール、ノルマルプロパノール、イソプロパノール、ノルマルブタノール、イソブタノール、ネオペンチルブタノール、ヘキサノール、オクタノール、エチレングリコール、プロピレングリコール、ベンジルアルコール等が挙げられる。セルソルブ類としてはメチルセルソルブ、エチルセルソルブ、ブチルセルソルブ、ヘキシルセルソルブ等が挙げられる。エーテルアルコール類では、プロピレングリコールメチルエーテル、プロピレングリコールエチルエーテル、プロピレングリコールブチルエーテル等が挙げられる。エステル類としては、酢酸エチル、酢酸ブチル、ノルマルセロソルブアセテート、ブチルカルビトールアセテート等が挙げられる。

【0092】

【発明の効果】

高精度の造形物を高速に造形することが可能になるばかりでなく、装置の軽量化と簡便化を図ることができる。しかも、多数のノズルを有するヘッドを多数配列させているので、目詰まり等のトラブルが起きた時にはそのヘッドのみを交換すればよく保守管理が容易である。さらに、支持体用材料を常温で固体のものを使用し、造形物用材料を常温で液体のものを使用しているが支持体用材料で造形した溝や堰の中に造形物用材料を噴射しているため造形物用材料が常温で液体の材料を使用しても「たれ」の心配がなく広範囲の光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂を使用することができる。

【0093】

また、常温で液体の造形用材料を使用するためインクジェットで噴射する際も高温にして低粘度化する必要がなく造形用材料に光硬化性や熱硬化性の重合材料を用いても熱重合による高粘度化やゲル化が起こりにくいためインクジェットのヘッドを長期間安定して使用することができる。

【0094】

また、多数のノズルを有するヘッドを多数配列したヘッドユニットを複数設けたマルチヘッドユニットの往路および復路それぞれで支持体用材料および造形物用材料を噴射して積層造形するようにしているので高速造形が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この出願の発明の装置全体を表す構成図である。

【図2】最初の支持体用材料を吐出している状態を示す側面図である。

10

20

30

40

50

【図 3】造形用材料を吐出して第一層目を造形している状態を示す側面図である。

【図 4】支持体用材料の端部と造形用材料を同時に吐出して第一層目を造形している状態を示す側面図である。

【図 5】支持体用材料を吐出して第二層目を造形している状態を示す側面図である。

【図 6】支持体用材料と造形用材料を同時に吐出して第二層目を造形している状態を示す側面図である。

【図 7】支持体用材料が吐出して第二層目の端部を造形している状態を示す側面図である。

【図 8】造形の最終段階を示す側面図である。

【図 9】造形後支持体用材料を取り除いた造形物の斜視図である。

10

【図 10】ヘッドの分解斜視図である。

【図 11】ヘッドの部分断面図である。

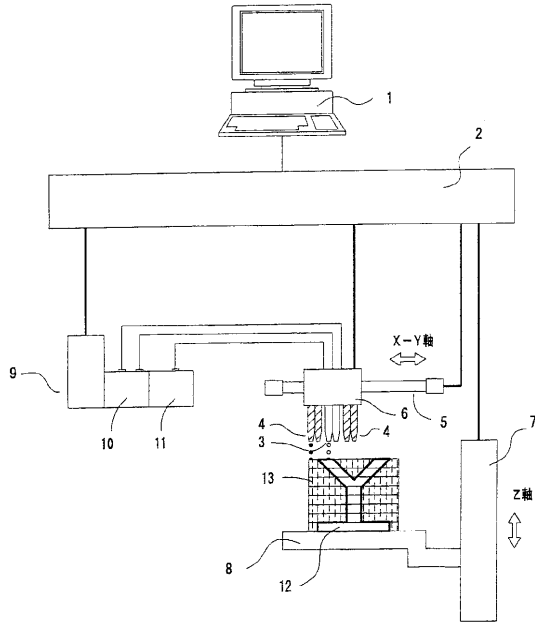
【図 12】ヘッドユニットの配列状態を示すマルチヘッドユニットの模式図である。

【図 13】ヘッドユニットの異なった配列状態を示すマルチヘッドユニットの模式図である。

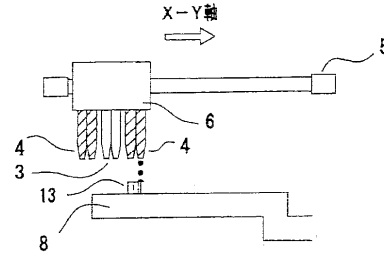
【符号の説明】

- | | | |
|---------------|-----------------------|----|
| 1 | 制御コンピュータ | |
| 2 | コントローラ | |
| 3 | 造形用材料吐出ノズルユニット | |
| 4 | 支持体用材料吐出ノズルユニット | 20 |
| 5 | X - Y 軸方向移動制御装置 | |
| 6 | リザーバ | |
| 7 | Z 軸方向移動制御装置 | |
| 8 | テーブル | |
| 9 | ポンプ制御装置 | |
| 10 | 支持体用材料ポンプ | |
| 11 | 造形物用材料用ポンプ | |
| 12 | 造形物 | |
| 13 | 支持体 | |
| 101 | ノズル | 30 |
| 102 | ノズルプレート | |
| 103 | 噴射材料を蓄える加圧室である。 | |
| 104 | 加圧室プレート | |
| 105 | リストリクタ | |
| 106 | リストリクタプレート | |
| 107 | 加圧室の一部を形成した振動板である。 | |
| 108 | フィルタ部 | |
| 109 | ダイヤフラムプレート | |
| 110 | 噴射材料供給路 | |
| 111 | 取付けベース | 40 |
| 112 | 圧電素子 | |
| 113 | 接着剤 | |
| 114 | 支持基板 | |
| 115, 117, 118 | マルチノズルプレートユニット | |
| 116, 119, 120 | 固定プレート | |
| 121, 122, 123 | マルチノズルプレートユニット | |
| 124, 125, 126 | マルチノズルプレートユニット | |
| 127, 128, 129 | 固定プレート | |
| A | ノズルプレートの移動方向を示す矢印である。 | |
| B | ノズルプレートの移動方向を示す矢印である。 | 50 |

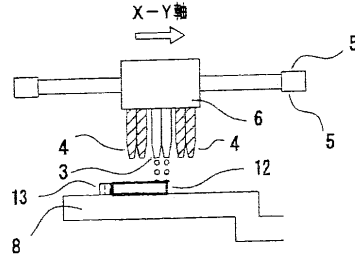
【図1】



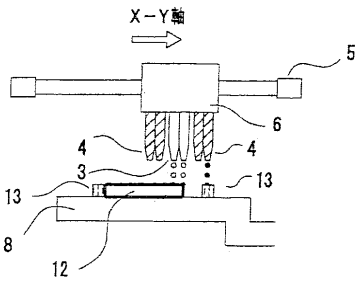
【図2】



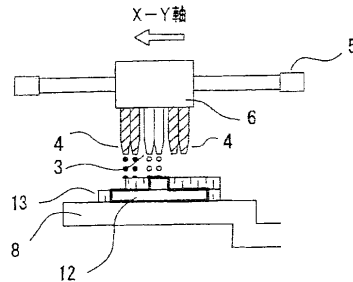
【図3】



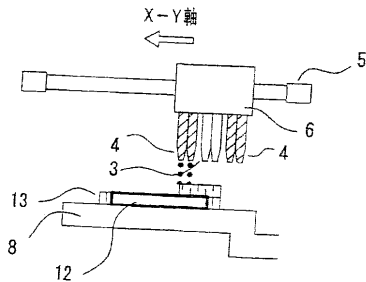
【図4】



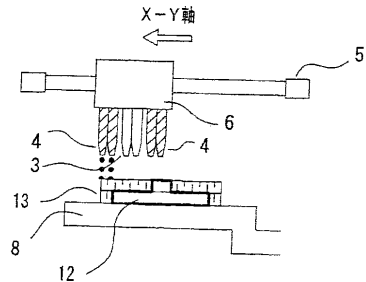
【図6】



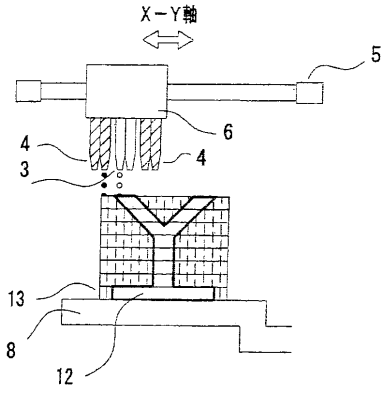
【図5】



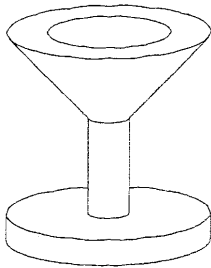
【図7】



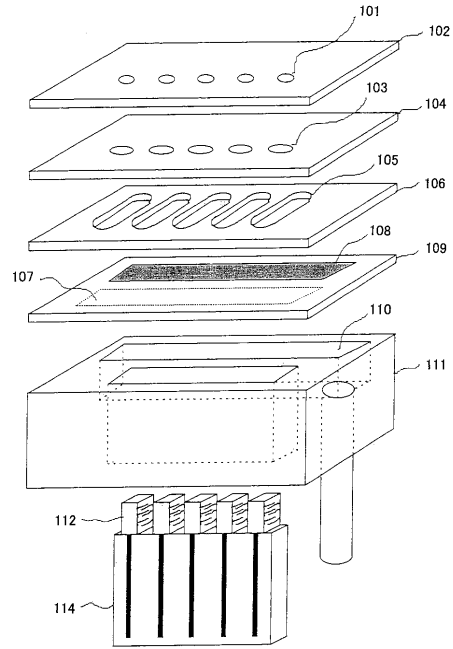
【図8】



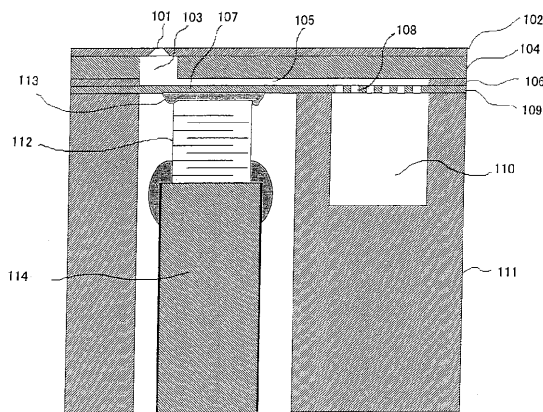
【図9】



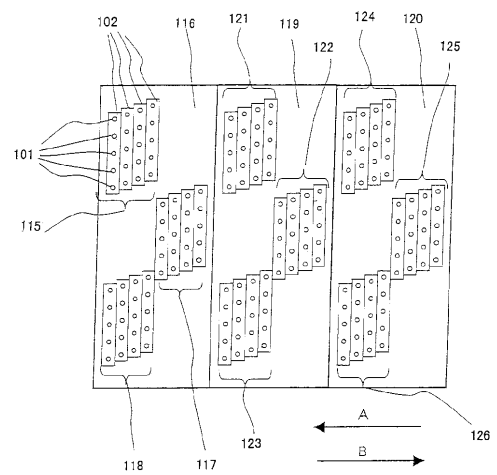
【図10】



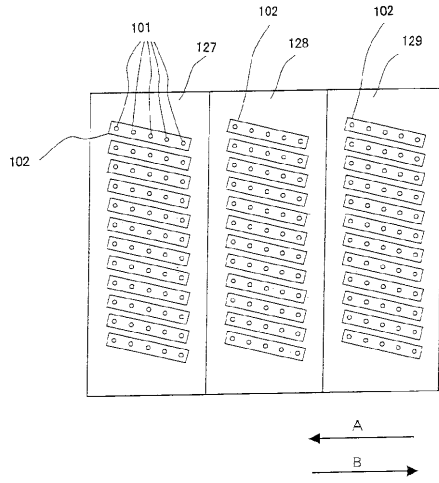
【図11】



【図12】



【 図 13 】



フロントページの続き

- (72)発明者 庄司 裕
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内
- (72)発明者 鶴田 洋明
東京都中央区京橋二丁目3番13号 東洋インキ製造株式会社内
- (72)発明者 鈴木 満
埼玉県久喜市清久町1-10 ソニーマニュファクチャリングシステムズ
株式会社内

審査官 川端 康之

- (56)参考文献 特開平06-143438(JP,A)
特表2003-535712(JP,A)
特開2000-280354(JP,A)
特開平07-040445(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 67/00