

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6882004号
(P6882004)

(45) 発行日 令和3年6月2日 (2021. 6. 2)

(24) 登録日 令和3年5月10日 (2021. 5. 10)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 9 C 33/48 (2006. 01)	B 2 9 C 33/48
B 2 9 C 45/44 (2006. 01)	B 2 9 C 45/44
B 2 9 C 33/38 (2006. 01)	B 2 9 C 33/38
B 2 9 C 33/40 (2006. 01)	B 2 9 C 33/40
B 3 3 Y 10/00 (2015. 01)	B 3 3 Y 10/00

請求項の数 10 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-28019 (P2017-28019)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成29年2月17日 (2017. 2. 17)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-130935 (P2018-130935A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年8月23日 (2018. 8. 23)	(74) 代理人	110003133
審査請求日	令和2年2月10日 (2020. 2. 10)		特許業務法人近島国際特許事務所
		(72) 発明者	東山 健児
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	浅野 昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出成型型、射出成型型の製造方法、および歯車の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれ射出成型機に装着される、コア型またはキャピティ型にそれぞれ分割された第1の樹脂型、および第2の樹脂型を含み、樹脂製の歯車を射出成形する射出成型型であって、

前記第1の樹脂型は前記歯車の歯面の全体を転写する転写面を備えた一体部材であり、前記転写面が前記歯面に連なる端縁部を転写するオーバーハング部を備える射出成型型。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の射出成型型において、前記オーバーハング部により前記端縁部が傾斜した面取り形状に転写される射出成型型。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の射出成型型において、前記オーバーハング部の突出量が 0 . 5 m m 以下である射出成型型。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の射出成型型において、前記第1の樹脂型はコア型であり、前記第2の樹脂型はキャピティ型である射出成型型。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の射出成型型の製造方法であって、前記第1の樹脂型または前記第2の樹脂型を、樹脂材料の積層造形により造形する射出成型型の製造方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の射出成型型の製造方法において、樹脂材料の造形層にレーザー光を照射して積層造形を繰り返すことにより、前記第 1 または第 2 の樹脂型を造形する射出成型型の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の前記第 1 および第 2 の樹脂型を用いて樹脂製の歯車を射出成形する歯車の製造方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の歯車の製造方法において、樹脂材料の注型の後、前記第 1 の樹脂型を離型方向または成形した歯車の中心から外周に向かう放射方向に弾性変形または不可逆変形させることにより前記第 1 の樹脂型から成形した歯車を離型する歯車の製造方法。

10

【請求項 9】

樹脂製の歯車を射出成形する歯車の製造方法であって、

コア型またはキャビティ型にそれぞれ分割された第 1 の樹脂型、および第 2 の樹脂型を含む射出成型型を射出成形機に装着することと、

樹脂材料を前記射出成型型に注型することと、

前記注型の後、前記第 1 の樹脂型を離型方向または成形した歯車の中心から外周に向かう放射方向に弾性変形または不可逆変形させることにより、成形した歯車を前記第 1 の樹脂型から離型することと、を含み、

前記第 1 の樹脂型は前記歯車の歯面の全体を転写する転写面を備えた一体部材であり、

前記注型の前に、前記第 1 の樹脂型の周囲に補強リングを配置し、前記注型の後かつ前記離型の前に、前記補強リングを除去する歯車の製造方法。

20

【請求項 10】

請求項 9 に記載の歯車の製造方法において、前記第 1 の樹脂型は、その周囲の前記補強リングの配置される部位にノッチを備え、前記補強リングを除去した後、前記ノッチに外力を印加することにより、前記第 1 の樹脂型を弾性変形または不可逆変形させ、前記第 1 の樹脂型から成形した歯車を離型する歯車の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、樹脂型から成る射出成型型、その射出成型型の製造方法、およびその射出成型型を用いた歯車の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

樹脂材料の射出成形によって工業製品、例えば歯車などの部品を製造する場合、金属製の型（金型）が用いられることがある。一般に、金属製の型を用いた射出成形では、成形品の離型を考慮し、歯車の端面に型分割位置に相当するパーティングラインが来るよう型設計を行うことが多い。また、歯形の加工性を考慮して、歯面と側面の角部にパーティングラインが来るよう型設計を行うこともある。

【0003】

40

一方、金属製の型、いわゆる金型は一般的にマシニングセンターによる切削加工や旋盤による旋削加工、研削盤による研削加工、銅電極・ワイヤ放電加工機による放電加工を用い、製作されている。これにより得られる金型構成部品は高精度であるものの、複数の工程を経て加工されるため、また、金型構成部品点数が多数存在するため、金型を完成させるまでの所要時間が長い。このため、実験用の部品などを射出成形で試作する場合などにおいては、その都度、金属製の金型を作成することになり、試作時間が長くなり、また試作費用がかさむ問題がある。

【0004】

そこで、従来より、樹脂製の型を用いる手法が提案されている（例えば下記の特許文献 1）。特許文献 1 に記載されている手法では、何らかの手法で作成した歯車のモデルの周

50

囲に熱硬化性樹脂を注入することによりキャビティ型を得ている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平7-124953号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一方、近年では、3Dプリント技術を用いて直接、部品を製作できるようになっている。例えば、上記のような歯車の試作を行う場合に3Dプリント技術を利用することが考えられる。3Dプリントの手法は、主に三つある。一つ目は、樹脂や金属の粉末材料の薄層を敷設し、造形物を形成したい部分にレーザ光を照射し、熔融と固化を連続的に繰り返し、3次元の造形物を得る粉末積層造形を行うもので、この手法はSLS法などと呼ばれる。二つ目は、光硬化性の液体の樹脂材料が満たされた液槽の表面或いは最下部の造形物を形成したい部分に紫外線を照射し、光重合を連続的にを行いながら次元の造形物を得る光造形法でSLA法などと呼ばれる。三つ目は、光硬化性の液体の樹脂材料をノズルから造形物を形成したい部分に吐出積層し3次元の造形物を得るインクジェット積層造形法がある。

10

【0007】

しかしながら、直接、歯車のような部品の3Dプリントでは、造形材料が射出成形材に比べ種類も限定されていること、射出成形に比べ、引張・曲げ・衝撃強度が大きく劣る、などの物性の問題があり、評価に値しない造形結果となる場合がある。そこで、比較的容易に製作できる3Dプリントによって樹脂製の型を作成し、この樹脂型を用いて射出成形を行う方法が注目されている。

20

【0008】

ところが、樹脂製の型を用いて射出成形を行う場合、金属製の型と同様の仕様で成形するとパーティングラインにバリが発生しやすい問題がある。例えば、歯面にパーティングラインを配置した構成の樹脂型を用いて歯車を射出成形を行うと、歯車の噛合い精度が著しく低下する可能性がある。これに対処するため、射出成形後に歯車の噛合い精度を向上させるための後加工を行うことも考えられるが、バリを充分、除去できない可能性がある。

30

【0009】

そこで、本発明の課題は、樹脂製の型を用いた射出成形によって樹脂製の歯車を高精度に製造できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するため、本発明、特に射出成形型の構成においては、それぞれ射出成形機に装着される、コア型またはキャビティ型にそれぞれ分割された第1の樹脂型、および第2の樹脂型を含み、樹脂製の歯車を射出成形する射出成形型であって、前記第1の樹脂型は前記歯車の歯面の全体を転写する転写面を備えた一体部材であり、前記転写面が前記歯面に連なる端縁部を転写するオーバーハング部を備える構成を採用した。

40

【発明の効果】

【0011】

上記構成によれば、歯車の歯面の全体を第1の樹脂型の転写面によって転写できるため、樹脂製の型を用いた射出成形によって樹脂製の歯車を高精度に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明を採用した第1および第2の樹脂型を射出成形機のダイセットに装着した状態を示した断面図である。

【図2】図1の構成において、ダイセットに装着可能な樹脂駒として構成された樹脂型の

50

詳細な構成例を示した断面図である。

【図 3】図 1 または図 2 の樹脂型によって射出成形された樹脂製の歯車を示した斜視図である。

【図 4】図 3 の樹脂製の歯車の要部を拡大して示した斜視図である。

【図 5】図 1 または図 2 の樹脂型の型分割において、歯車の歯面の近傍に発生し得るバリ方向や位置を示した説明図である。

【図 6】従来の射出成型型において、歯車の歯面の近傍に発生し得るバリ方向や位置を示した説明図である。

【図 7】本発明を採用した樹脂型を 3 D プリントによる積層造形により製造する様子を示した説明図である。

10

【図 8】本発明を採用した樹脂型によって成形された歯車の収縮後の様子を示した説明図である。

【図 9】本発明を採用した樹脂型の外周に補強および離型に利用するための補強リングを配置した構成例を示すもので、(a) は樹脂型、補強リングおよび成形された歯車の断面図、(b) は樹脂型および補強リングの分解斜視図である。

【図 10】本発明を採用した樹脂型によって射出成形された樹脂製の歯車の歯面とそれに連なる端縁部の構成を示した斜視図である。

【図 11】本発明を採用した樹脂型によって射出成形された樹脂製の歯車の歯面とそれに連なる端縁部の異なる構成を示した斜視図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0013】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための形態につき説明する。なお、以下に示す構成はあくまでも一例であり、例えば細部の構成については本発明の趣旨を逸脱しない範囲において当業者が適宜変更することができる。また、本実施形態で取り上げる数値は、参考数値であって、本発明を限定するものではない。

【0014】

以下の実施形態では、樹脂製の歯車を射出成形する射出成型型、特にそれぞれ射出成型機に装着可能なコア型またはキャビティ型にそれぞれ分割された第 1 の樹脂型 (2)、および第 2 の樹脂型 (3) を備えた射出成型型の構成を示す。第 1 および第 2 の樹脂型 (2、3) は、例えば、射出成型機が備えるダイセット (1) に装着可能な、いわゆる「駒」の形態とすることができる。

30

【0015】

そして、特に第 1 および第 2 の樹脂型の 1 つ、例えば第 1 の樹脂型 (2) は、歯車の歯面の全体を転写する転写面 (33) を備えた一体部材である構成とする。これにより、射出成形する歯車の歯面の精度をバリなどによって損なうことがなくなる。このため、上記のように構成した第 1 および第 2 の樹脂型を用いて樹脂製の歯車 (28) を射出成形することにより、樹脂製の型を利用した射出成形によって樹脂製の歯車 (28) を高精度に製造することができる。

【0016】

また、好ましくは、上記の第 1 の樹脂型 (2) は、成形する歯車の歯面 (32) に連なる端縁部 (34)、例えば角部などを転写するオーバーハング部 (14) を備えた構成とする。これにより、第 1 の樹脂型 (2) は、歯車 (28) の歯面 (32) の全体を包むように転写することができ、歯面 (32) の精度をバリなどによって損なうことなく樹脂製の歯車 (28) を射出成形することができる。また、第 1 の樹脂型 (2) の上記オーバーハング部 (14) は、好ましくは歯車 (28) の歯面 (32) に連なる端縁部 (34) に傾斜した面取り形状を転写するよう構成することができる。

40

【0017】

第 1 の樹脂型 ((2)、あるいは第 2 の樹脂型 (3) も同様) は、例えば 3 D プリントのような積層造形によって製造することができる。また、上記のオーバーハング部 (14) の突出量 (突出長) は 0 . 5 mm 以下にとるのが好ましい。オーバーハング部をこのよ

50

うな寸法設定とすることにより、例えば３Ｄプリントのような積層造形を用いて支障なく第１の樹脂型（２）を製造することができる。この３Ｄプリントのような積層造形には、例えば、樹脂材料の造形層にレーザ光を照射して積層造形を繰り返すことにより、前記第１または第２の樹脂型（２、３）を造形する手法を用いることができる。

【００１８】

また、上記のように構成した第１の樹脂型（２、３）を用いた樹脂製の歯車（２８）の射出成形では、材質が樹脂であるという特性を利用し、第１の樹脂型（２）を弾性変形または不可逆変形させることにより成形した歯車（２８）を離型することができる。例えば、樹脂材料の注型の後、第１の樹脂型（２）を離型方向または成形した歯車（２８）の中心から外周に向かう放射方向に弾性変形または不可逆変形させ、前記第１の樹脂型から成形した歯車を離型する。これにより、第１の樹脂型（２）がオーバーハング部（１４）によって画成されたアンダーカット形状を有している場合でも射出成形した歯車を容易に離型することができる。

10

【００１９】

上記のように、第１の樹脂型（２）を弾性変形または不可逆変形させる場合には、第１の樹脂型（２）を変形させやすい形状ないし寸法とする構成が有効である。またこれに加えて、注型および成形時の剛性を保証するため、第１の樹脂型（２）の周囲に補強リング（５０）を配置することができる。

【００２０】

また、第１の樹脂型（２）を弾性変形または不可逆変形させ易くするために、第１の樹脂型（２）の適当な部位にノッチ（５１）のような凹部を配置することができる。このノッチ（５１）を介して第１の樹脂型（２）を弾性変形または不可逆変形させることにより、前記第１の樹脂型（２）から成形した歯車（２８）を離型することができる。また、ノッチ（５１）の部位に外力を印加して、この部位において第１の樹脂型（２）を弾性変形または不可逆変形（破断）させて離型を行うようにしてもよい。

20

【００２１】

<実施形態１>

図１は、射出成形機のダイセットに装着された状態で、樹脂製の歯車を射出成形するための射出成形型の断面構成の一例を示している。

【００２２】

本実施形態の射出成形型は、それぞれ第１の樹脂型２（例えばコア）および第２の樹脂型３（例えばキャビティ形）を備える。樹脂型２、および樹脂型３は、射出成形機のダイセット１（標準ダイセット）に装着可能な標準外形を有する「駒」として構成することができる。

30

【００２３】

短期間で成形に入れるようにするためには、ダイセット１、特に駒の装着部位の寸法その他の仕様は成形する部品サイズなどに合わせ、標準化しておくことがよい。ダイセット１の寸法などの規格が決まっていれば、それに合わせて樹脂型２、３のみを製作し、射出成形機に容易に装着するだけで射出成形に入れる。このようにして、ダイセット１、樹脂型２、および樹脂型３の可換性を高めることができ、短期間で歯車の射出成形による試作、製造が可能となる。

40

【００２４】

図１の構成では、樹脂型２の側に、例えば離型を行うためのセンターピン４を配置している。材料の樹脂は樹脂型３の側に配置した樹脂流入口５、スプルランナー６、ゲートブッシュ８に保持されたゲート７、を介して注入する。図１では、射出成形機他の部分、例えば、樹脂流入口５に連なる溶融樹脂の注入のための圧力系、ダイセット１やセンターピン４の駆動系などの図示は省略されている。これらの射出成形機の部材については、公知と同様の構成を用いることができる。

【００２５】

樹脂型２、および樹脂型３は、これらの間に、成形すべき歯車の形状を転写するための

50

キャビティ 9 が画成されるよう樹脂材料から造形されている。キャビティ 9 によって転写される歯車（後述の 28）は、図 1 中では狭い斜線のハッチングによって、その断面の形状を示すとともに、慣習に従って一点鎖線によりその歯面の基準線を示してある。また、図 1 では、中央の一点鎖線によって歯車（後述の 28）の回転中心、ないしそれに一致するセンターピン 4（または樹脂型 2、3）の中心を示してある。また、センターピン 4、ゲートブッシュ 8 の断面は広い斜線のハッチングによって示してある。

【0026】

射出成形時には、図 1 のように第 1 および第 2 の樹脂型 2、3 をダイセット 1 に装着して型締めし、樹脂型 2、3 の間に画成されたキャビティ 9 に対して、樹脂流入口 5 ～スプルランナー 6 ～ゲート 7 を介して溶融樹脂を注入、充填する。その後、キャビティ 9 内の樹脂がほぼ固化したタイミングでダイセット 1 を介して樹脂型 2、3 を型開きする。樹脂型 2 から成形した歯車（後述の 28）を離型するための構成および動作については後述する。

【0027】

歯車 28 を射出成形するための樹脂材料には、例えば POM（ポリオキシメチレン）を用いることができる。あるいは、樹脂型 2 の造形には、PA（ポリアミド）或いは PBT（ポリブチレンテレフタレート）、PC（ポリカーボネイト）、PPS（ポリフェニレンサルファイド）、TPE（サーモプラスチックエラストマー）の樹脂材料を用いることができる。なお、歯車 28 の射出成形に用いる樹脂材料は任意であって、当業者においては上記以外の適当な材料を採用して構わない。

【0028】

樹脂型 2、3 は、例えば後述の製造手法によるとエポキシ-アクリレート系の紫外線硬化性及び熱硬化性の樹脂材料から構成され、その剛性や靱性はそれ程高くない。このため、射出成形時の充填圧力はなるべく低圧とし、これにより樹脂型 2、3 の破損を避けることができる。また、上記のような材質の樹脂型 2、3 は熱にそれ程強くない。このため、歯車 28 の連続成形を行う場合は、1 ショット毎に冷却を行うと良い。例えば、1 ショット毎に、樹脂型 2、3 にエアーや揮発性の高い液体を吹付け、30 以下になることを確認してから次の射出成形を行うことにより、樹脂型 2、3 の耐久性を向上できる可能性がある。

【0029】

また、射出成形に用いる樹脂の温度は、材料メーカーが推奨する最低温度から成形を開始し、樹脂の充填具合を見て必要に応じ、徐々に（5 毎）上げていくと良い。溶融樹脂の充填は、部品形状がほぼ形成されるまで樹脂を充填し、その後の保持圧力は型破損を防ぐために、30 MPa 以下、保持時間 2 s 以下程度で行うと良い。

【0030】

また、本実施形態のような樹脂型を用いた射出成形では、通常成形と違い、固化が完了してから成形品を取出すのではなく、保圧工程が完了後、内圧が下がる頃合いをみて、型開き動作を行い、充填された樹脂が入った樹脂型をそのまま取出すことも可能である。このため、樹脂型 2、3 の冷却ないしその温度管理は必ずしも行わなくても良い。

【0031】

図 2 は、図 1 の樹脂型 2、3 の断面構造をより詳細に示している。本実施形態では、図 2 に示すように、第 1 の樹脂型 2 は、成形される歯車 28 の歯面 32 の全体を転写する転写面 33 を備えた一体部材として構成されている。特に、図 2 のように、第 1 の樹脂型 2 の転写面 33 は、歯車 28 の歯面（図 3、図 4 の歯面 32）を転写するもので、この歯面（32）の部位を全周に渡って包み込むような形状である。

【0032】

なお、キャビティ 9 によって転写される歯面 32 の形状は任意であるが、歯面 32 は動作騒音や強度を勘案してインポリュート曲面などから構成するのが好ましい。

【0033】

また、図 2 に示すように、樹脂型 2、3 の型分割線は、歯車 28 の図中上側よりさらに

10

20

30

40

50

上方にある。さらに、歯車 28 の歯面 32 を転写する転写面 33 は、成形する歯車 28 の歯面に連なる上側の端縁部（角部）を転写するオーバーハング部 14 を備えている。

【0034】

本実施形態では、樹脂型 2、3 の型分割（型割り）を図 2 のように取り、樹脂型 2、3 の間のキャビティ 9 を同図のような形状に構成する。これにより、歯車 28 の歯面 32 の図中下側から上側までの全体を一体部材である第 1 の樹脂型 2 の転写面 33 によって転写することができる。

【0035】

図 3 は、図 1、図 2 のように構成した樹脂型 2、3 によって射出成形可能な歯車 28 の構成を示している。図 3 では、歯車 28 の中心の軸穴とその周囲の構造については詳細な図示を省略している。図 3 において、歯車 28 の歯面 32 の端縁部 34 が、上記の第 1 の樹脂型 2 のオーバーハング部 14 によって転写された端縁部である。この端縁部 34 は、樹脂型 2 のオーバーハング部 14 の構成によって、種々の形状として転写することができる。

10

【0036】

例えば、図 1、図 2 の第 1 の樹脂型 2 のオーバーハング部 14 は、図 4 に拡大して示すように歯車 28 の歯面 32 に連なる端縁部 34 が傾斜した面取り形状となるような転写面として構成することができる。

【0037】

図 5、図 6 は、注型後、成形された歯車 28 を取り出すため、図 1、図 2 の樹脂型 2 から樹脂型 3 を離間させた状態を示している。図 5 の樹脂型 2 は、図 5 の樹脂型 2 は、歯車 28 の歯面 32 の全体を転写する転写面 33 を備えた一体部材として構成されている。即ち、図 5 の樹脂型 2 は、（およびこれに対応する不図示の樹脂型 3）は、図 1、図 2 に示したものと同様の本実施形態の型分割形態を有するものである。

20

【0038】

これに対して、図 6 の樹脂型 2（およびこれに対応する不図示の樹脂型 3）は、図 5 とは異なり、歯車 28 の歯面 32 に角部を介して連なる側面部にほぼ一致するように樹脂型 2（およびこれに対応する不図示の樹脂型 3）の分割面が取られている。

【0039】

一般に、金型の場合も同様であるが、分割された複数の樹脂型の分割面の合せ目に沿って、バリなどと呼ばれる不規則成形部が生じる。図 6 のような型分割形態においては、歯車 28 の側面部にほぼ一致するように樹脂型 2（およびこれに対応する不図示の樹脂型 3）の分割面が取られている。このため、バリは矢印 36 のような方向に生じる。このように歯面 32 からせり出すようにバリ（不規則成形部）が生じると、歯面 32 の成形精度が低下する可能性がある。もし、樹脂型 2（およびこれに対応する不図示の樹脂型 3）の分割面が図 6 よりも低く、歯面 32 の図中中央付近に近ければ、バリの生じる位置は歯面 32 の中央部に生じる。もしバリ（不規則成形部）が生じた場合には、研削のような後加工が必要になる。そして、図 6 のように歯面 32 にバリが生じている場合には、この後加工は歯車 28 に要求される機械精度に対応して、精密に行う必要があり、後加工のコストと時間が増大する。

30

40

【0040】

これに対して、図 5 に示す構成においては、樹脂型 2 は、歯車 28 の歯面 32 の全体を転写する転写面 33 を備えた一体部材として構成されている。このため、樹脂型 2、3 の分割面は、図中上側に示した歯車 28 の側面にある。このような型分割形態では、型の分割面に沿って生じるバリの方向は図 5 の矢印 35 のような方向になる。このように、図 1、図 2 そして図 5 のような型分割形態では、バリが発生する場合は、図 5 の上側の歯車 28 の側面から生えるような方向に生じ、図 6 のように歯面 32 から生えるような方向を有するバリは生じない。そして、もし、図 5 の矢印 35 のようなバリを除去するための後加工が必要となっても、その加工精度は歯面 32 に対する後加工に要求されるような精度とはならない。このため、図 1、図 2 そして図 5 のような型分割形態によれば、バリのよう

50

な不規則成形部を除去するための歯車 28 の後加工は低コストかつ短時間で実施可能である。

【0041】

次に、図7を参照し、第1の樹脂型2を製造する好適な手法について説明する。図7に示すように、第1の樹脂型2は、3Dプリンタを用いた積層造形によって製造することができる。図7に示す製造方法は、樹脂材料12の液面13付近の造形層にレーザ光（不図示）を照射して積層造形を繰り返すことにより、第1の樹脂型2を造形するものである。なお、3Dプリンタを用いた樹脂型の積層造形の方式は以下に図7で説明するものと異なっている。また、本実施形態では詳細に図示しないが、もちろん第1の樹脂型2と対になった樹脂型3も同じ手法で造形することができる。

10

【0042】

図7では、積層造形に用いる3Dプリンタの要部のみを示している。溶融状態の造形用の樹脂材料12は、不図示の容器中に収容され、その液面13より下方に、ビルドプレート10を配置する。

【0043】

ビルドプレート10は、造形の初期段階では液面13の近傍にあり、液面13付近の造形層に図中情報からレーザ光（不図示）を照射する。そして、1層が硬化される毎に、3Dプリンタの不図示の駆動手段によって、ビルドプレート10を図7中に矢印で示すように下方に移動する。これにより、樹脂型2が、その下部構造から順に1層ずつ積層造形されていく。なお、積層造形の方向や姿勢は任意であるが、描画精度を考慮して、例えば図7のように光造形の造形姿勢は、キャピティ9によって転写される歯車（28）のプロファイルが水平に描画されるように配置するとよい。

20

【0044】

なおレーザ照射によって、ビルドプレート10の直上から樹脂型2の最下層の造形を開始しても良いが、図7の場合、ビルドプレート10から造形後の樹脂型2を切り離すのを容易にするため、まずサポート11を造形している。この例では、サポート11は、樹脂型2の底面部分を支える多数の円錐や角錐形状の小サポートから構成されている。ただし、サポート11の形状は任意であって、なるべく樹脂型2の底面部分全体がビルドプレート10側と固着しないようにできる形状であれば、サポート11にはどのような形状を用いてもよい。

30

【0045】

図7では、樹脂型2を最上部まで積層造形した直後の状態を示しており、図中の樹脂型2の上面には上述と同様のキャピティ9が形成されている。この例では、上述の樹脂型2、3の型分割形態を実現すべく、樹脂型2の最上部は、キャピティ9に面してオーバーハング部14が造形されている。図7では、樹脂型2の中心（射出成形される歯車（28）の回転軸に一致する）は、一点鎖線で示されている。

【0046】

本実施形態の積層造形による樹脂型2（または3）の造形においては、樹脂材料（12：図7）には、例えばエポキシ-アクリレート系の紫外線硬化性及び熱硬化性の材料を用いることができ、造形用のレーザ光には紫外線硬化用レーザを用いる。また、樹脂型2の光造形に用いる樹脂材料には、エポキシ系あるいはアクリレート系の樹脂を用いることができる。例えばアクリレート系は、オリゴマーとしてはウレタンアクリレート系、エポキシアクリレート系、ポリエステルアクリレート系、アクリルアクリレート系などが考えられる。

40

【0047】

なお、3Dプリントのような積層造形の場合、図3、図4の歯車28の上部の側面に連なる端縁部34を転写するための樹脂型2（図7）のオーバーハング部14の突出量（オーバーハング量）は例えば0.5mm以下のなるべく小さい値に取るのが好ましい。レーザ照射による光造形では、その下部に形状がない場合は良好な造形が難しいが、オーバーハング部14を0.5mm以下のなるべく小さい値に取れば比較的良好にオーバーハング

50

部 1 4 を造形することができる。なお、オーバーハング部 1 4 の突出量を大きく取る場合には、積層造形の土台になるサポート部位が必要となる。このようなサポートをオーバーハング部 1 4 の造形のために用いることも考えられないことではない。しかしながら、その場合は、歯面 3 2 付近にサポート部位の痕跡を残す可能性があり、その除去のための後加工が必要になる、あるいはサポート痕を除去出来ないなどの問題が生じる可能性がある。これに対して、オーバーハング部 1 4 を 0 . 5 mm 以下のなるべく小さい値に取れば、積層造形の土台となるサポート部位を必要とせず、比較的良好にオーバーハング部 1 4 を造形することができる。

【 0 0 4 8 】

以下では、樹脂型 2、3 の間のキャビティ 9 への樹脂充填を行い、樹脂型 2、3 を型開きした後、例えば図 5 のような状態から成形した歯車 2 8 を樹脂型 2 から離型するためのいくつかの手法について述べる。

【 0 0 4 9 】

上述のように、樹脂型 2 は歯車 2 8 の歯面 3 2 を包むように転写する一体部材であって、樹脂型 2 にはオーバーハング部 1 4 によって画成されたアンダーカット形状が存在し、歯車 2 8 はその内側で成形される。このような状態から歯車 2 8 を離型するには、例えば図 8 に示すように成形後の歯車 2 8 の収縮を利用することが考えられる。また、図 9 (a)、(b) に示すような構成により、第 1 の樹脂型 2 を弾性変形または不可逆変形させる (破壊する) ことにより、歯車 2 8 を離型する手法を用いてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 8 は、図 5 と同様に樹脂型 3 を型開きした後の樹脂型 2 の状態を示しており、同図の歯車 2 8 の直径 (図の水平方向) の寸法は、射出成形後に収縮して小さくなっている。図 8 では、歯車 2 8、特にその円周の部位を構成する歯部 1 7 が収縮して、樹脂型 2 の歯面の転写面 3 3 との間に隙間 1 6 が生じている。この隙間 1 6 が充分大きければ、アンダーカットを構成するオーバーハング部 1 4 ~ 1 4 間を通過させて成形された歯車 2 8 を樹脂型 2 から離型させることができる。このような歯車 2 8 の収縮を利用した離型は、例えば樹脂型 2 のキャビティ 9 の寸法、および歯車 2 8 の最終寸法、その成形に用いる樹脂材料の選定などを勘案することにより隙間 1 6 の大きさをコントロールすることによって可能となる。

【 0 0 5 1 】

一方、離型に歯車 2 8 の収縮を利用できないような射出成形条件においては、例えば図 9 (a)、(b) に示すような離型手法を利用することができる。図 9 (a) は図 5 や図 8 と同様の状態を示した歯車 2 8 および樹脂型 2 の断面図、図 9 (b) は図 9 (a) の構成で用いられる樹脂型 2 および補強リング 5 0 の分解斜視図である。

【 0 0 5 2 】

上記のように、樹脂型 2 は歯車 2 8 の歯面 3 2 の全体を包むような形状の転写面 3 3 を有する、あるいはさらにオーバーハング部 1 4 を有する構成である。しかしながら、樹脂型 2 の材質が樹脂であるという特性を利用し、弾性変形または不可逆変形 (破壊) させることにより、歯車 2 8 を離型することができる。

【 0 0 5 3 】

図 9 の樹脂型 2 は、特に図 9 (b) に示すようにダイセット 1 の凹部に装着できるような形状、寸法の円筒形状に造形されている。同図のように、転写面 3 3、オーバーハング部 1 4 などを有するキャビティ 9 は樹脂型 2 の基部 2 b の上部に画成されている。このキャビティ 9 を有する樹脂型 2 の上部の部位の周囲は、円周状に切り欠かれた段差部 2 a として構成されている。

【 0 0 5 4 】

これにより、樹脂型 2 のキャビティ 9 が画成された部位は、基部 2 b の直径よりも小さく、キャビティ 9 の外周の部位は薄肉部 2 c となっている。このような樹脂型 2 のキャビティ 9 を有する周囲の部分を薄肉部 2 c とすることにより、この薄肉部 2 c を弾性変形または不可逆変形 (破壊) させることにより、歯車 2 8 を容易に離型することができる。た

10

20

30

40

50

だし、薄肉部 2 c とは言え、射出成形時には最低限の剛性や靱性を確保する必要がある。例えば、上述のようなエポキシ-アクリレート系の樹脂材料から積層造形された樹脂型 2 では、歯車 2 8 の歯先に相当するキャビティ 9 の部位の厚みは少なくとも 0.6 mm 程度は確保する必要がある。

【0055】

さらに、図 9 (b) の樹脂型 2 では、薄肉部 2 c を形成するために切り欠かれた上部の段差部 2 a に、対応する形状の補強リング 5 0 を嵌装できるようにしてある。補強リング 5 0 は、図 9 (b) に示すように、射出成形に先立って、樹脂型 2 の上部の段差部 2 a に挿入、装着する。なお、図 9 (a)、(b) のような構成においては、補強リング 5 0 の材質はアルミ合金、銅合金、鋼など、剛性の高い金属類が好適である。

10

【0056】

このような補強リング 5 0 を用いる構成によって、射出成形時の樹脂型 2 の剛性や靱性を確保することができる。そして、歯車 2 8 を樹脂型 2 から離型する時には、補強リング 5 0 を取り外せばよく、これにより樹脂型 2 の薄肉部 2 c を容易に弾性変形または不可逆変形（破壊）させることができるようになる。

【0057】

また、図 9 (a)、(b) では、樹脂型 2 のキャビティ 9 が形成された部位を容易に弾性変形または不可逆変形（破壊）させるための構成を示してある。この構成は、樹脂型 2 の段差部で囲まれた樹脂型 2 の上部のほぼ最下端の部位に形成されたノッチ 5 1 を備える。

20

【0058】

このノッチ 5 1（凹部）は、図 9 (a) に示すように例えばほぼ V 字型断面の溝形状に造形する。図 9 (a)、(b) に示すような構造を有する樹脂型 2 は、図 7 で説明したような 3D プリントによる光積層造形などによって容易かつ低コストで製作することができる。

【0059】

樹脂型 2 に上記のようなノッチ 5 1 設けておけば、補強リング 5 0 を取り外し、例えばノッチ 5 1 に適当な工具や治具などを介して外力を印加することにより、樹脂型 2 のキャビティ 9 の収容部を容易に弾性変形または不可逆変形（破壊）させることができる。例えばノッチ 5 1（図 9 (a)）の部位から樹脂型 2 のキャビティ 9 の収容部を破断することによって、成形した歯車 2 8 をキャビティ 9 から図中下方に向かって離型できる。

30

【0060】

なお、補強リング 5 0 は必ずしも上記のような剛性の高い金属などの材料から構成する必要はない。補強リング 5 0 は、射出成形の樹脂充填期間などにおいてキャビティ 9 の周囲の部分に必要とされる強度を保證することができればよく、樹脂などによって構成されていてもよい。

【0061】

なお、樹脂型 2 を弾性変形または不可逆変形（破壊）させるには、適当な工具や治具を用いて、樹脂型 2 の中心からその半径に沿って外側に向かうような放射状の外力を印加する方式を取ってもよい。

40

【0062】

以上のように、本実施形態によれば、射出成形機のダイセット 1 に装着される、コア型またはキャビティ型にそれぞれ分割された第 1 の樹脂型 2、および第 2 の樹脂型 3 を含み、樹脂製の歯車 2 8 を射出成形する。そして、本実施形態では、第 1 の樹脂型 2 は歯車 2 8 の歯面 3 2 の全体を転写する転写面 3 3 を備えた一体部材である構成を採用している。このため、歯車 2 8 の歯面 3 2 の全体を第 1 の樹脂型 2 の転写面 3 3 によって転写でき、樹脂製の型を用いた射出成形によって樹脂製の歯車 2 8 を高精度に製造することができる。

【0063】

< 実施形態 2 >

50

以上の実施形態 1 では、図 4 のように、第 1 の樹脂型 2 のオーバーハング部 1 4 によって、歯車 2 8 の歯面 3 2 に連なる端縁部 3 4 に傾斜した面取り形状を転写する構成を示した。

【 0 0 6 4 】

図 4 の構成では、オーバーハング部 1 4 により転写される歯車 2 8 の歯面 3 2 に連なる端縁部 3 4 の傾斜した面取り形状は、図示のように凹、凸の歯面 3 2 の連続する端縁部が一連の稜線で連続するような形状となっている。

【 0 0 6 5 】

このオーバーハング部 1 4 により転写される歯車 2 8 の歯面 3 2 に連なる端縁部 3 4 の傾斜した面取り形状は、必ずしも図 4 のような形状でなくても構わない。例えば、図 1 0 に示すように端縁部 3 1 の形状は、歯面 3 2 で凸部となっている歯の 1 つ 1 つを適当な傾斜角で削ぎ落したような平面ないし曲面となっている。図 1 0 において、境界 3 7 は歯車 2 8 の側面と端縁部 3 1 の間の境界線を示しており、境界 3 7 より歯先の部分の、歯面 3 2 で凸部となっている歯の部分に向かって傾斜した面取りが構成されている。

【 0 0 6 6 】

なお、図 4 および図 1 0 に示した端縁部 3 4、3 1 と同じまたは同様の面取り形状は、歯車 2 8 の歯面 3 2 の反対側の端縁においても、樹脂型 2 のキャビティ 9 の底面側の転写面によって、転写するよう樹脂型 2 を構成しておくことができる。

【 0 0 6 7 】

実施形態 1、本実施形態 2 のように樹脂型 (2、3) で射出成形を行う場合、溶融樹脂の充填圧力は金型で射出成形する場合に比べて低圧であって、成形品の歯車 2 8 の脆性が大きい場合がある。そこで、例えばモジュール数が 0 . 8 を超えるような歯車の射出成形では、図 4 および図 1 0 に示した端縁部 3 4、3 1 のように、歯車 2 8 の歯面 3 2 に連なる端縁部に傾斜した面取り形状を形成することにより、樹脂製の歯の欠けを予防できる可能性がある。また、このような歯車 2 8 の歯面 3 2 に連なる端縁部に傾斜した面取り形状によって、歯車 2 8 の動作時の騒音を低減できる可能性がある。

【 0 0 6 8 】

< 実施形態 3 >

以上の実施形態 1、2 では、樹脂型 2 のオーバーハング部 1 4 により、図 4、図 1 0 のように歯車 2 8 の歯面 3 2 の端縁部 3 4、3 1 に傾斜した面取り形状を転写する例を示した。しかしながら、樹脂型 2 の必ずしもオーバーハング部 1 4 によって転写される部位は上記のような形状である必要はない。

【 0 0 6 9 】

例えば、図 1 1 に示すように、樹脂型 2 のオーバーハング部 1 4 によって歯車 2 8 の歯面 3 2 の端縁部 3 0 が歯車 2 8 の側面 3 8 と面一となるよう転写される構成であっても構わない。この構成では、歯車 2 8 の歯の側部に面取りがないが、樹脂型による射出成形でも歯車 2 8 のモジュール数の仕様などによっては実用上問題のない歯車 2 8 を製造することができる。

【 0 0 7 0 】

なお、図 1 1 では、とりたてて図 1 0 の境界 3 7 のような部位を示していないが、オーバーハング部 1 4 の構成や樹脂型 3 との型形状の組合せによって、歯車 2 8 の側面 3 8 には図 1 0 の境界 3 7 のような境界線が残っていても構わない。あるいは、研削などの後加工によって境界 3 7 のような境界線は除去する仕様を採用しても良い。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

1 ... ダイセット、2 ... 樹脂型 (コア型)、3 ... 樹脂型 (キャビティ型)、4 ... センターピン、5 ... 樹脂流入口、6 ... スプルランナー、7 ... ゲート、8 ... ゲートブッシュ、9 ... キャビティ、10 ... ビルドプレート、11 ... サポート、12 ... 樹脂材料、13 ... 液面、14 ... オーバーハング部、28 ... 歯車、31 ... 端縁部、32 ... 歯面、33 ... 転写面、34 ... 端縁部、50 ... 補強リング、51 ... ノッチ。

10

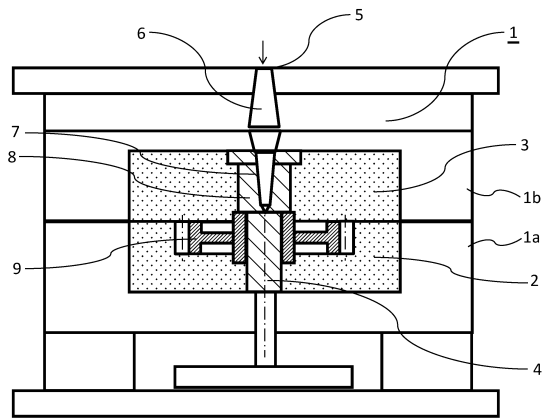
20

30

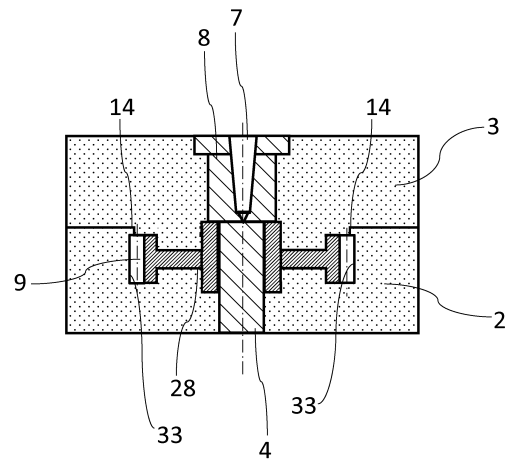
40

50

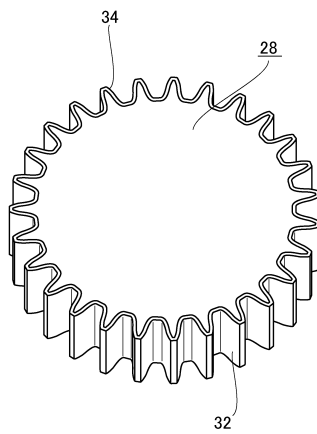
【図 1】



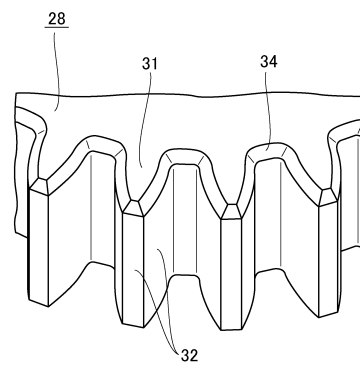
【図 2】



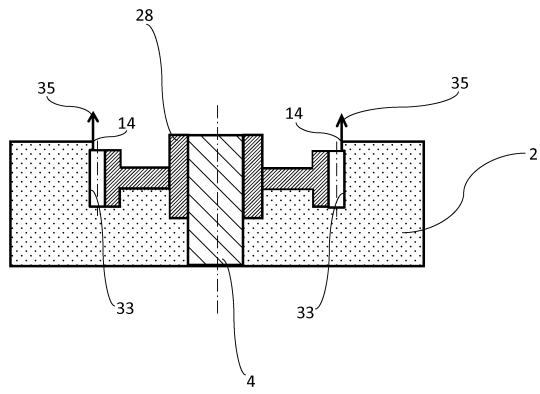
【図 3】



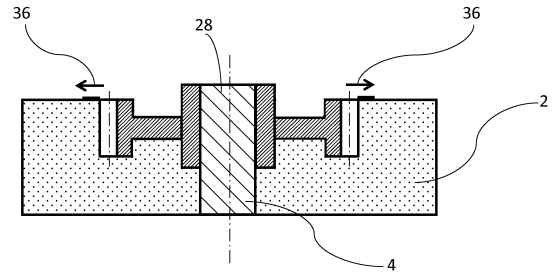
【図 4】



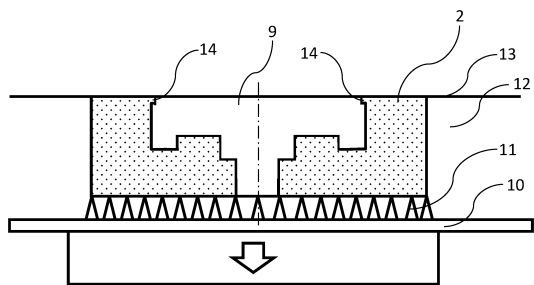
【図 5】



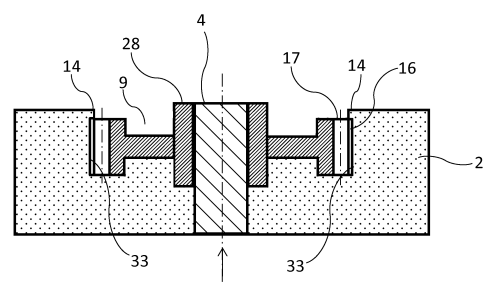
【図 6】



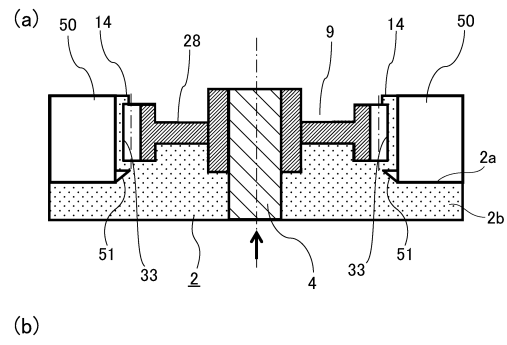
【図 7】



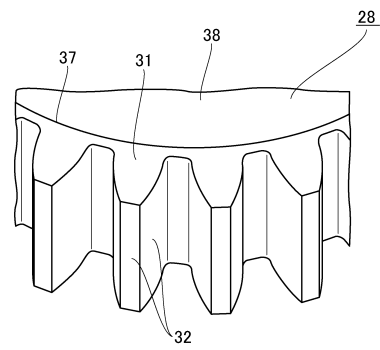
【図 8】



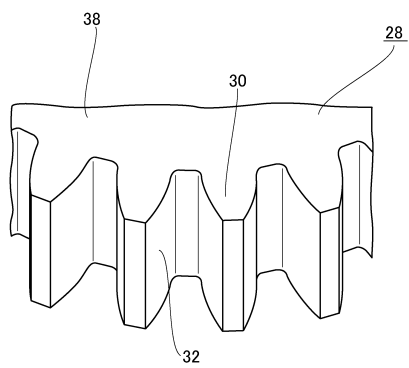
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 9 C 64/268 (2017.01) B 2 9 C 64/268

(56)参考文献 特開平 0 7 - 1 2 4 9 5 3 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 5 4 8 6 3 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 3 5 6 0 2 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 2 8 8 7 6 (J P , A)
特開昭 6 1 - 2 2 8 9 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 8 0 5 6 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 9 C 3 3 / 0 0 - 3 3 / 7 6
B 2 9 C 4 5 / 0 0 - 4 5 / 8 4
B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0
B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0