

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-229802

(P2015-229802A)

(43) 公開日 平成27年12月21日(2015.12.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	4 F 2 1 3
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	4 K 0 1 8
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00	
B 3 3 Y 80/00 (2015.01)	B 3 3 Y 80/00	
B 2 9 C 67/00 (2006.01)	B 2 9 C 67/00	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2015-114223 (P2015-114223)
(22) 出願日 平成27年6月4日(2015.6.4)
(31) 優先権主張番号 14171134.1
(32) 優先日 平成26年6月4日(2014.6.4)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 515151826
カール・アウグスト・ピカルト・ゲー・エム・ペー・ハー
CARL AUG. PICARD GM
BH
ドイツ連邦共和国 42857 レムシャ
イト ハステラウエ 9
HASTERAUE 9, 42857
REMSCHEID, BUNDESRE
PUBLIK DEUTSCHLAND
(74) 代理人 110001818
特許業務法人R&C
(72) 発明者 ミヒャエル・ブーゼンベッカー
ドイツ連邦共和国 42857 レムシャ
イト モルスバッハ 76

最終頁に続く

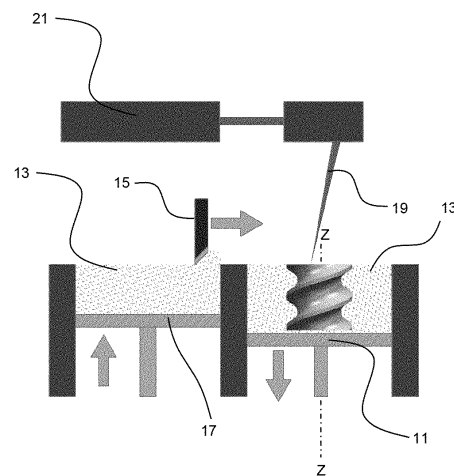
(54) 【発明の名称】 スクリューエレメント及びスクリューエレメントを製造する方法

(57) 【要約】

【課題】容易かつ安価に実施可能であると共に、内歯、外側輪郭及びスクリューエレメント冷却の形成態様に大きな柔軟性をもたらすことのできる、特に、小直径のスクリューエレメントの製造方法を提供する。

【解決手段】金属粉末材料13は、製造プラットフォーム11上に、ステップ毎にそれぞれ層をなして製造軸Z-Zの方向に重ねられて配置され、レーザービーム19は、スクリューエレメントのそれぞれの層につき、三次元モデルのデータに準拠して、所定の照射順序により、それぞれの当該層の所定の箇所、粉末材料13を照射し、これにより、粉末材料13は部分的に完全に再溶融されて、直下に位置するそれぞれの層と素材的に結合されるため、すべての層の凝固後に、完全に安定した、三次元モデルに準拠したスクリュー本体が得られる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

支持軸に嵌合するための内歯(7)を備えた軸方向に延びる貫通孔(5)と、押出機能を供する外側輪郭(9)とを有するスクリュウ本体(3)を含んでなる、特に、同方向回転密接噛み合い型二軸押出機用のスクリュウエレメント(1)を製造する方法であって、

金属粉末材料(13)は、製造プラットフォーム(11)上に、ステップ毎にそれぞれ層をなして製造軸(Z-Z)の方向に重ねられて配置され、

その際、レーザビーム(19)は、前記スクリュウエレメント(1)のそれぞれの層につき、三次元モデルのデータに準拠して、所定の照射順序により、それぞれの当該層の所定の箇所、前記粉末材料(13)を照射し、

これにより、前記粉末材料(13)は部分的に完全に再熔融されて、直下に位置するそれぞれの層と素材的に結合されるため、すべての層の凝固後に、完全に安定した、三次元モデルに準拠したスクリュウ本体(3)が得られることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記粉末材料(13)の形成するそれぞれの層の照射されるべき箇所は碁盤目状に一連の単位区画に分割され、前記レーザビーム(19)はそれぞれの層の種類の前記単位区画の照射をランダムな照射順序によって実施することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

照射されるべきそれぞれの層は、製造軸(Z-Z)に対して半径方向に周回する一連の照射ゾーンに分割され、これらの照射ゾーンを照射する順序は半径方向の内側から外側へ向かって行なわれることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記粉末材料(13)は、粉末状の高強度高速度鋼又は粉末状のコバルト・クロム超硬合金若しくはニッケル・クロム・モリブデン超硬合金を含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

それぞれの層の層厚さは 20 μm ~ 100 μm の間にあることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記レーザビーム(19)により、層をなす、前記スクリュウエレメント(1)に加えて、支持構造(23)が造成されるため、製造されるべき前記スクリュウエレメント(1)は、製造中、前記粉末材料(13)内に支持されることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記支持構造(23)は、それが、融解プロセス中、発生した熱エネルギーを前記スクリュウエレメント(1)から導出すべく、前記スクリュウエレメント(1)の、前記外側輪郭(9)及び/又は前記製造プラットフォーム(11)を向いた端面と結合されることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

レーザ再熔融に関するプロセス温度と支持構造(23)は、再熔融に際して発生した熱が、使用された粉末材料(13)にとって十分急速に排熱され、HRC 40 ~ HRC 70、特に HRC 56 ~ HRC 70 の範囲の硬度までに及ぶ硬度上昇が、表面で、又は深部まで達成されるようにして、定められていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の方法により製造された、支持軸に嵌合するための内歯(7)を備えた軸方向に延びる貫通孔(5)と、押出機能を供する外側輪郭(9)とを有するスクリュウ本体(3)を含んでなる、特に、同方向回転密接噛み合い型二軸押出機用のスクリュウエレメント(1)。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記スクリー本体(3)の内部には、前記外側輪郭(9)の表面又は前記内歯(7)の表面に対して均一な半径方向距離を保ち、前記表面の推移に追従して、軸方向に延びる少なくとも一本の内側冷却路が配置されていることを特徴とする請求項9に記載のスクリーエレメント(1)。

【請求項11】

前記内歯(7)はインポリュート歯形として形成されていることを特徴とする請求項9又は10に記載のスクリーエレメント(1)。

【請求項12】

前記外側輪郭(9)は、前記外側輪郭(9)の表面が軸方向に沿って、あらゆる箇所、同一の外側輪郭(9)を有する平行に配置されたスクリーエレメント(1)の表面に対して同一の距離を有するように、形成されていることを特徴とする請求項9から11のいずれか一項に記載のスクリーエレメント(1)。

10

【請求項13】

前記内歯(7)は、前記スクリー本体(3)と前記支持軸との間に1200N/mm²以上の力の伝達が達成されるように、形成されていることを特徴とする請求項9から12のいずれか一項に記載のスクリーエレメント(1)。

【請求項14】

前記スクリー本体(3)の外径は58mm以下であり、好ましくは、30mm以下であることを特徴とする請求項9から12のいずれか一項に記載のスクリーエレメント(1)。

20

【請求項15】

前記スクリー本体(3)の表面硬度はHRC40~HRC70の範囲、好ましくは、HRC56~HRC70の範囲にあることを特徴とする請求項9から14のいずれか一項に記載のスクリーエレメント(1)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に、同方向回転密接噛み合い型二軸押出機用のスクリーエレメントを製造する方法に関する。さらに本発明は、特に、支持軸に嵌合するための内歯を備えた軸方向に延びる貫通孔と、押出機能を備える外側輪郭とを有するスクリー本体を含んでなる、同方向回転密接噛み合い型二軸押出機用のスクリーエレメントに関する。

30

【背景技術】

【0002】

この種のスクリーエレメントは、様々な産業的利用分野において、例えば二軸押出機の部品として使用されており、その際、プラスチックの加工に重点が置かれている。二軸押出機に使用されるスクリーはモジュラーで構成され、支持軸及び個々のスクリーエレメントで構成されている。スクリーエレメントの形状は当該二軸押出機の技術的課題及び機能に応じて定められ、所定の配置で軸方向に並び合って支持軸に組み付けられる。スクリーエレメントは主要群たる、輸送エレメント、混練エレメント、捏和エレメント、混合エレメント及び特殊エレメントに区分されるが、これらは、特に、それらのそれぞれの機能に適合した外側形状の点で相違している。

40

【0003】

従来のスクリーエレメントの製造は、種類、サイズ及び機能とは無関係に、外側形状については、従来の機械加工法例えば鋸挽き加工、旋盤加工、フライス削り加工、旋削及び研削加工の組み合わせによって行なわれる。支持軸への組み付けのために、スクリーエレメントは、支持軸とスクリーエレメントとの間の力の伝達を引き受ける、機械メカ及び構造サイズに応じて様々な異なる内側輪郭ないし内歯を有している。こうした内歯は、公知のスクリーエレメントにあっては、一般に賦形製造法例えば溝掘り、ブローチ削り加工及び/又はエッチングによって製造される。

【0004】

50

公知のスクリーエメントの材料としては、鉄合金及び非鉄合金が使用されるが、その選択は、特に、摩滅及び/又は腐食に起因する摩耗負荷の種類に応じて定められ、その際、溶融冶金並びに粉末冶金のいずれによって製造された材料も使用される。特に、ソリッドスチール又はHIP複合鋼が使用される。HIP複合にあっては、HRC66までのスチールが加工される。これらは軟弱な円筒状の内部コアを有する構造とされるが、これは直径を小さくするには非常な手間とコストを要し、特に30mm未満の直径とするにはもはや経済的ではない。20mm未満の非常に小さな直径の場合にあっては、もはや熱間等方圧加圧(HIP)複合による製造は技術的に不可能であり、特に、そうした場合、内側形状による十分な力の伝達を可能にするには、軟弱な円筒状内部コアが弱すぎることであり、内側形状を付するために、1200Nを上回るせん断力による、例えばブローチ削り加工、立て削り加工などの方法によって、高強度のコンパクトな材料を加工することは技術的に実現不可能だからである。この種の材料は、韌性に欠けるため、割れや破断が生じる。

10

【0005】

公知のスクリーエメントの典型的な製造プロセスは、特に、以下のステップすなわち鋸挽き加工、HIPコア・センタリング、予備旋削加工、輪郭形状研削加工、フライス削り加工、内歯のブローチ削り加工、硬化処理、焼戻し、仕上げ研削加工、サンドブラस्टィングを含むものであった。

【0006】

公知のスクリーエメントの短所は、その製造プロセスに労力がかかると共にコストがかかる点である。加えてさらに、従来の機械加工法及び賦形製造法の使用がもたらす制約により、特定の超硬合金を使用して小直径かつ特定の外周及び内周形状を有するスクリーエメントを製造することは、非常に困難であるか、又はそもそも不可能である。

20

【0007】

さらに、従来使用されてきた製造方法と組み合わせる超硬合金を使用することにより、スクリーエメントの内部に冷却路を設けることは非常に労力がかかり、しかもそもそも軸と平行にしか冷却路を設けることができないために、外側輪郭の均一な冷却を行なうことはできない。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

30

【0008】

そこで本発明の目的は、上述した短所を回避して、容易かつ安価に実施可能であると共に、内歯、外側輪郭及びスクリーエメント冷却の形成態様に大きな柔軟性をもたらすことのできる、特に、小直径のスクリーエメントの製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

上記課題は、金属粉末材料が、製造プラットフォーム上に、ステップ毎にそれぞれ層をなして製造軸の方向に重ねられて配置され、その際、レーザビームが、スクリーエメントのそれぞれの層につき、三次元モデルのデータに準拠して、所定の照射順序により、それぞれの当該層の所定の箇所で、金属粉末材料を照射し、これにより、金属粉末材料は部分的に完全に再溶融されて、直下に位置するそれぞれの層と素材的に結合されるため、すべての層の凝固後に、完全に安定した、三次元モデルに準拠したスクリー本体が得られることによって解決される。こうした方法により、スクリーエメントの製造に従来の機械加工法及び賦形製造法を使用しなくてすむ。これにより、スクリーエメントの内歯及び外側輪郭の新たな形状を容易に製造することが可能である。特に、この方法によって、完全に超硬合金からなるスクリーエメントの製造が可能になる。また、これにより、小直径のスクリーエメントの割安な製造が可能になる。

40

【0010】

この種の方法において、粉末材料の形成するそれぞれの層の照射されるべき箇所は碁盤目状に一連の単位区画に分割され、レーザビームはそれぞれの層の種類の単位区画の照射

50

をランダムな照射順序によって実施するようにするのが特に有利である。特に、照射されるべきそれぞれの層は、製造軸に対して半径方向に周回する一連の照射ゾーンに分割され、これらの照射ゾーンを照射する順序は半径方向の内側から外側へ向かって行なわれる。これにより、製造プロセス中の熱エネルギー分布の改善が可能となり、製造中におけるスクリーエメントの不測の加熱が防止される。さらに、これにより、特に小さな構造物、例えば内歯の場合の融着が防止される。さらに、これにより、製造フェーズにおける、熱に起因するスクリーエメントの構造的な歪みのリスクが低下する。

【0011】

特に、本発明による方法の一実施形態において、レーザビームにより、層をなす、スクリーエメントに加えて、支持構造が造成されるため、製造されるべきスクリーエメントは、製造中、粉末材料内、特に製造プラットフォームに支持される。その際、支持構造は、有利には、それが、融解プロセス中、発生した熱エネルギーをスクリーエメントから導出すべく、スクリーエメントの、外側輪郭及び/又は下側端面と結合される。

10

【0012】

本発明による方法の一連の有利な実施形態において、粉末材料は、特に炭化物成分（炭化クロム、炭化バナジウム、炭化タングステン）の成分比の高い粉末状の高強度高速度鋼又は粉末状のコバルト・クロム超硬合金若しくはニッケル・クロム・モリブデン超硬合金を含む。これにより、特に硬質かつ堅牢なスクリーエメントの外側輪郭を得ることができる。

20

【0013】

本発明のさらなる目的は、できるだけ容易かつ安価に製造可能であると共に、改善された内歯、向上した冷却機能及び改善された外側輪郭を有する、特に、小直径のスクリーエメントを提供することである。

【0014】

上記課題は、上述した本発明による方法に基づいて製造された、支持軸に嵌合するための内歯を備えた軸方向に延びる貫通孔と、押出機能を供する外側輪郭とを有するスクリー本体を含んでなる、特に、同方向回転密接噛み合い型二軸押出機用のスクリーエメントによって解決される。

【0015】

特に有利な実施形態において、スクリー本体の内部には、外側輪郭の表面又は内歯の表面に対して均一な半径方向距離を保ち、表面の推移に追従して、軸方向に延びる少なくとも一本の内側冷却路が配置されている。これにより、内歯及び/又は外側輪郭の最適な冷却が可能となり、また、それにより、特に、耐用寿命の向上が達成される。

30

【0016】

さらに別の実施形態において、内歯はインポリュート歯形として形成されている。特に、内歯は、スクリー本体と支持軸との間に 1200 N/mm^2 以上の力の伝達が達成されるように、形成されている。これにより、内歯の力分布が改善され、こうして、より大きな力の伝達及び/又はより硬質の材料の使用が可能になる。

【0017】

本発明のその他の有利な実施態様は、以下に述べる図面の説明、図面及び従請求項から判明するとおりである。各図は以下を示している。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1a】図1aは本発明によるスクリーエメントの三次元図である。

【図1b】図1bは図1aに示した本発明によるスクリーエメントの正面を前方から見た平面図である。

【図2】図2は本発明によるスクリーエメントを製造するための方法の概略図である。

【図3】図3は支持構造による 90° 配置による、本発明によるスクリーエメントの

50

断面図である。

【図4】図4は支持構造による45°配置による、本発明によるスクリューエレメントの断面図である。

【図5】図5は材料1.3242に関する時間-温度-変態線図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下の説明に関し、本発明は以下に説明した実施形態に限定されるものではなく、しかもその際、以下に説明した特徴の組み合わせのうちのすべての特徴若しくは複数の特徴に限定されるものでもなく、むしろ当該/各々の実施形態のそれぞれの個々の部分的特徴は、それと関連して説明された他のすべての部分特徴から切り離されても、それ自体としてもまた他の実施形態の任意の特徴と組み合わせられても本発明の対象にとって意義を有する旨述べておくこととする。

10

【0020】

図1a及び1bは、本発明によるスクリューエレメント1の一実施形態を示したものである。スクリューエレメント1は、不図示の、同方向回転密接噛み合い型二軸押出機用に形成されている。スクリューエレメント1は、支持軸に嵌合するための内歯7を備えた、軸方向に延びる貫通孔5と、押出機能を供する外側輪郭9とを有するスクリュー本体3を含んでなる。この種の二軸押出機で使用するために、スクリューエレメント1は、別のスクリューエレメントと共に、二軸押出機の不図示の支持軸に、スクリューエレメント1の軸X-Xに沿って、軸方向に嵌合される。

20

【0021】

貫通孔5の内歯7は、有利には、(特にDIN 5480:2006又は別途ISO 4156:2005に定める)インポリュート歯形として形成されている。これにより、支持軸への大きな力の伝達が可能である。特に、内歯7は、スクリュー本体3と支持軸との間に1200N/mm²以上の力の伝達が達成されるようにして、形成されている。内歯7の形状偏差は、有利には、特に±0.01mmである。

【0022】

スクリュー本体3の外径、特に、外側輪郭9の最大外径は58mm以下であり、好ましくは、30mm以下である。最小外径は、特に、12mmである。輪郭距離の最大偏差、すなわち、貫通孔5の内壁から外側輪郭9の表面までの距離の最大偏差は、特に、±0.05mmである。

30

【0023】

スクリュー本体3は、有利には、単成分材料から構成されている。この単成分材料は、特に、特に炭化物成分(炭化クロム、炭化バナジウム、炭化タングステン)の成分比の高い高強度高速度鋼又はコバルト・クロム超硬合金若しくはニッケル・クロム・モリブデン超硬合金である。スクリュー本体3の表面硬度は、(ロックウェル硬さ試験法Cスケールに準拠して)HRC40~HRC70の範囲、好ましくは、HRC56~HRC70の範囲にある。これにより、押出プロセスにおける、特に、硬質充填剤及び強化材、例えばガラス繊維、グラファイト繊維、タルク等に対する高い耐摩耗性、並びに水及び酸、例えばHCl、HNO₃、HSO₃Cl等に対する高い耐腐食性が達成される。

40

【0024】

本発明によるスクリューエレメント1の不図示の有利な実施形態において、スクリュー本体3の内部には、特に、外側輪郭9の表面又は内歯7の表面に対して均一な半径方向距離を保ち、表面の推移に追従して、軸方向に延びる少なくとも一本の内側冷却路が配置されている。冷却は、特に、20~350の温度範囲にある。

【0025】

有利には、外側輪郭9は、外側輪郭9の表面が軸方向に沿って、あらゆる箇所で、あるいは少なくともほぼあらゆる箇所で、同一の外側輪郭9を有する平行に配置されたスクリューエレメント1の表面に対して同一の距離を有するように、形成されている。

【0026】

50

本発明によるスクリュウエレメント 1 は、製造プラットフォーム 11 による生成的積層造形法の形の、以下に述べる、図 2 に示した本発明による方法で製造される。この方法において、粉末材料 13 は、ステップ毎にそれぞれ層をなして製造軸 Z - Z の方向に重ねられて配置される。そのため、一般に、粉末材料 13 は、ドクター 15 によるか又はローラによって、製造プラットフォーム 11 上の全面にわたって平らにもたらされる。粉末材料 13 はいずれのステップに際しても、貯蔵庫としての粉末プラットフォーム 17 のリフトアップによって供給されて、ドクター 15 によって製造プラットフォーム 11 上に運ばれる。

【0027】

レーザ 21 のレーザビーム 19 は、スクリュウエレメント 1 のそれぞれの層につき、三次元モデルのデータに準拠して、所定の照射順序により、それぞれの当該層の所定の箇所、粉末材料 13 を照射する。これにより、粉末材料 13 は部分的に完全に溶融ないし再溶融されて、直下に位置するそれぞれの層と素材的に結合される。その際、レーザビーム 19 によって供給されたエネルギーは、粉末材料 13 によって吸収され、表面全体に及び還元下で、局所的に限定された焼結又は粒子の融合が生ずる。製造プラットフォーム 11 は、次のステップでそれぞれ次の層を生成するために、ステップ毎にわずかつ降下される。すべての層の凝固後に、完全に安定した、三次元モデルに準拠したスクリュウ本体 3 が得られる。生成加工は垂直方向に層毎に行なわれ、これにより、アングカッタされた輪郭も生成することが可能である。

【0028】

本発明による方法の好ましい実施形態において、粉末材料 13 の形成するそれぞれの層の照射されるべき箇所は碁盤目状に一連の単位区画に分割され、レーザビーム 19 はそれぞれの層の種類の単位区画の照射をランダムな照射順序によって実施する。特に、照射されるべきそれぞれの層は、製造軸 Z - Z に対して半径方向に周回する一連の照射ゾーンに分割され、これらの照射ゾーンを照射する順序は半径方向の内側から外側へ向かって行なわれる。これにより、製造プロセス中に、スクリュウ本体 3 の発熱の制御を向上させることができる。

【0029】

さらに、本発明による方法のさらに別の有利な実施形態において、レーザビーム 19 により、層をなす、スクリュウエレメント 1 に加えて、支持構造 23 が溶融されるため、製造されるべきスクリュウエレメント 1 は、製造中、粉末材料 13 内に支持される。有利には、支持構造 23 は、スクリュウエレメント 1 の、外側輪郭 9 及び / 又は製造プラットフォーム 11 を向いた端面と結合されるため、支持構造 23 は、融解プロセス中、発生した熱エネルギーをスクリュウエレメント 1 から導出する。支持構造 23 は、特に、まず、外側輪郭 9 の第一の区域において、製造プラットフォームと平行に、スクリュウ本体 3 から半径方向に離れ、その後、第二の区域において、製造軸 Z - Z と平行に、製造プラットフォーム 11 に至るまで延びている。支持構造 23 は、特に、ハニカム状に形成されている。図 3 に示した実施形態において、スクリュウ本体 3 は、スクリュウエレメント 1 の軸 X - X が製造軸 Z - Z と平行をなす配置で製造される。図 4 に示した第二の実施形態においては、スクリュウ本体 3 は、スクリュウエレメント 1 の軸 X - X が製造軸 Z - Z と 45° の夾角をなす配置で製造される。原理上、排熱の必要性に応じ、その他の角度も考えられる。これにより、製造プラットフォーム 11 との優れた熱的結合と、それによる、溶融後の効果的な排熱とが可能になる。これにより、特に、冷却フェーズにおける、熱に起因する材料歪みが防止される。これは、特に、内歯が優れた力の伝達を確実なものとするために重要である。

【0030】

粉末材料 13 は、好ましくは、特に炭化物成分（炭化クロム、炭化バナジウム、炭化タングステン）の成分比の高い粉末状の高強度高速度鋼又は粉末状のコバルト・クロム超硬合金若しくはニッケル・クロム・モリブデン超硬合金を含む。それぞれの層の層厚さは、特に 20 μm ~ 100 μm の間にある。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

本発明による方法の有利な実施態様において、レーザビーム 19 のレーザエネルギー及びレーザ電源投入時間は、再溶融された状態の粉末材料 13 がスクリー本体 3 の製造プロセスから直接硬化されるように、粉末材料 13 及び層厚さに合わされている。その際、硬化は DIN 17022 : 1994-10 に準拠して行なわれる。そのため、粉末材料 13 の再溶融に係わるレーザパラメータは、構造部材中に発生したプロセス熱が、粉末床ないし支持構造 23 からなる支持構造体を経て、使用された粉末材料 13 にとって十分な急冷速度にて排熱されるように、選択されなければならない。必要とされる急冷速度は、使用されたそれぞれの粉末材料 13 に関する時間 - 温度 - 変態線図から見て取れる。

【 0 0 3 2 】

図 5 は一例として、連続冷却、オーステナイト化温度 1150、硬化時間 10 分のケースにおける、材料 1.3242 に関する時間 - 温度 - 変態線図を示したものである。その際、レーザパラメータと支持構造 23 とは、本発明により、スクリー本体 3 につき HRC 40 ~ HRC 70、特に、HRC 56 ~ HRC 70 の範囲の硬度までに及ぶ表面硬度上昇ないし周辺ゾーン波及硬度上昇又は深部硬度上昇が達成されるようにして、相互に適合される。その際、硬度上昇は、化学的組成の変化しない組織変態によってのみ行なわれることになる。これにより、スクリーエレメント 1 の補助的熱処理による補助的な硬化処理ステップは不要となる。

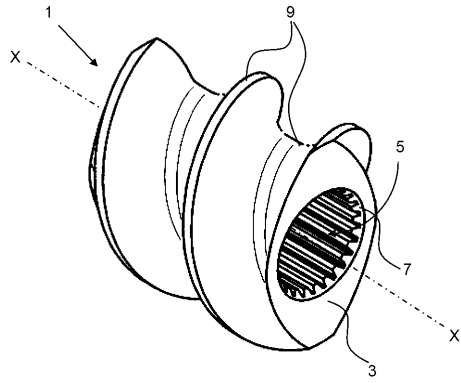
【 0 0 3 3 】

本発明は、図で説明した実施例に限定されるものではなく、発明の主旨により機能的に等しいすべての実施形態をも含むものである。実施例はすべての特徴の組み合わせに限定されるものではなく、むしろそれぞれの個々の部分的特徴は、他のすべての部分的特徴から切り離されても、それ自体として発明上の意義を有することができる旨明確に強調しておく。さらに、本発明は、従来と同様、請求項 1 に定義された特徴の組み合わせに限定されるものでもなく、総じて開示されたすべての個別の特徴のうち特定の特徴のその他のあらゆる任意の組み合わせによって定義されていてもよい。これは、基本的に、請求項 1 に開示された個別の特徴はいずれも実際に省かれても、あるいは本願明細書の他の箇所で開示された少なくとも一つの個別の特徴によって置き換えられてもよいことを意味している。

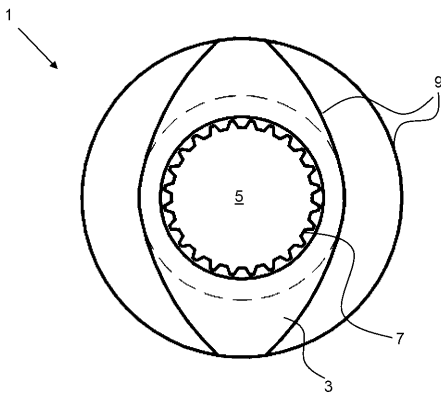
10

20

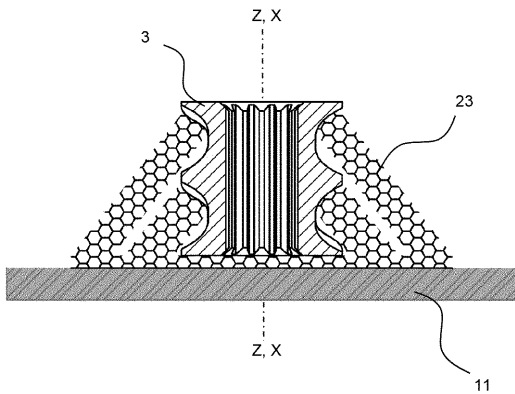
【図 1 a】



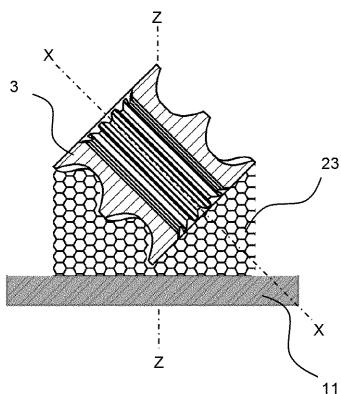
【図 1 b】



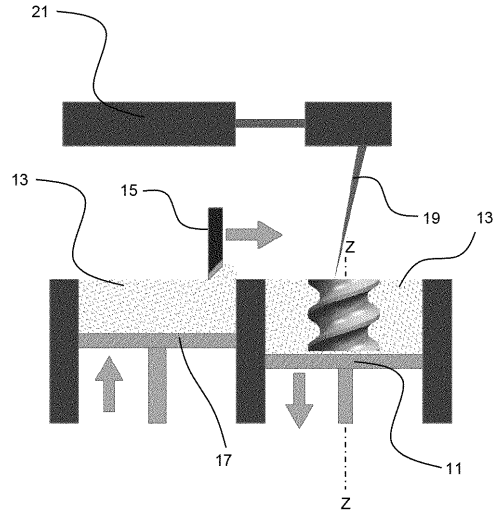
【図 3】



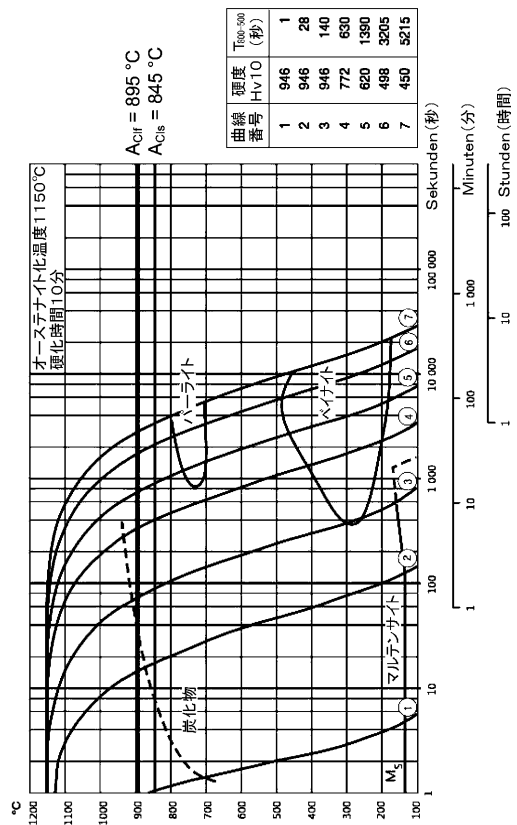
【図 4】



【図 2】



【図 5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F213 AC04 AH05 WA25 WB01 WL02 WL12 WL22 WL62 WL77
4K018 AA07 AA10 AA35 AB02 AC03 BA04 BA13 CA44 EA51 EA60
HA05 KA01