

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5635111号

(P5635111)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014.12.3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014.10.24)

(51) Int. Cl. F I
B 2 9 C 67/00 (2006.01) B 2 9 C 67/00

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-535778 (P2012-535778)	(73) 特許権者	508020155
(86) (22) 出願日	平成22年10月26日 (2010.10.26)		ビーエーエスエフ ソシエタス・ヨーロピア
(65) 公表番号	特表2013-508199 (P2013-508199A)		ア
(43) 公表日	平成25年3月7日 (2013.3.7)		B A S F S E
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/066107		ドイツ連邦共和国 ルートヴィヒスハーフェン (番地なし)
(87) 国際公開番号	W02011/051250		D-67056 Ludwigshafen, Germany
(87) 国際公開日	平成23年5月5日 (2011.5.5)	(74) 代理人	100114890
審査請求日	平成25年10月23日 (2013.10.23)		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
(31) 優先権主張番号	09174163.7	(74) 代理人	100099483
(32) 優先日	平成21年10月27日 (2009.10.27)		弁理士 久野 琢也
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポリオキシメチレンから構成されるレーザー焼結粉末、その製造方法及び前記レーザー焼結粉末から製造された成形体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

粉末が、次のパラメーター：

等温結晶化時間 (152 で) > 3分、

Mn 22000 ~ 25000 g/mol、

Mw 60000 ~ 140000 g/mol、

Mw/Mn 3 ~ 5、

MVR 15 ~ 70 [cm³/10分]、

平均粒径 d50 60 μm、

粒径 30 ~ 130 μm

を有することを特徴とする、選択的レーザー焼結のためのポリオキシメチレンから構成される粉末。

【請求項 2】

前記 MVR が 30 ~ 50 [cm³/10分]であることを特徴とする請求項 1 記載の粉末。

【請求項 3】

前記粉末の粒径が 40 ~ 100 μmであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の粉末。

【請求項 4】

前記 Mw が 85000 ~ 105000 g/mol であり、前記 Mw/Mn 比が 3.7 ~

4.5であることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の粉末。

【請求項5】

次のパラメーター：

等温結晶化時間(152で) > 3分、

Mn 22000 ~ 25000 g/mol、

Mw 60000 ~ 140000 g/mol、

Mw/Mn 3 ~ 5、

MVR 15 ~ 70 [cm³/10分]

により特徴付けられるポリオキシメチレン成形材料を、まず冷間粉碎に供し、

次に、この得られたPOM粉碎物から粗含分及び微細含分を分離し、そして、大きさ30 ~ 130 μmの粒子のPOM有用含分が得られることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の粉末の製造方法。

10

【請求項6】

前記冷間粉碎を反転ピンミルを用いて行い、そして、前記得られた粉碎物からの粗含分及び微細含分の分離をそらせ板ホイール風力分級機を用いた風力分級により行うことを特徴とする請求項5記載の方法。

【請求項7】

選択的レーザー焼結による成形体の製造のための請求項1から4のいずれか1項記載の粉末の使用。

【請求項8】

請求項1から4のいずれか1項記載のPOM粉末の使用下でSLS法により製造した成形体。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の詳細な説明

プロトタイプの迅速な調製は、最近頻繁に課せられる課題である。特に適するのは、粉末状の原材料をベースとして作業し、この際、選択的熔融及び凝固を介して所望の構造体を積層的に製造する方法である。この方法は、小規模生産の製造にも適する。

【0002】

本発明は、選択的レーザー焼結方法において使用するためのポリオキシメチレン(POM)から構成される粉末、その製造方法並びに前記粉末から選択的レーザー焼結方法により製造された成形体である。

30

【0003】

ラピッドプロトタイピングの目的に特に良好に適する方法は、選択的レーザー焼結(SLS)である。この方法では、プラスチック粉末又はプラスチックで囲まれた金属粉末又はセラミック粉末、又はプラスチックで囲まれた砂がチャンバー内で、選択的に短時間レーザー線で照射され、これによって、レーザー線が衝突する粉末粒子が熔融する。この熔融した粒子は、互いに入り交じり、かつ迅速に固化して、再び固形の材料を形成する。常に新しく設けられた層に繰り返し照射することによって、この方法を用いると、複雑な幾何学でも三次元の物体を簡単かつ迅速に製造することができる。

40

【0004】

粉末状のポリマーから成形体を作成するためのレーザー焼結(Rapid Prototyping)の方法は、公報US6136948及びWO96/06881(両者共にDTM Corporation)に詳しく説明されている。この適用のために多数のポリマー及びコポリマー、例えばポリアセタート、ポリプロピレン、ポリエチレン、イオノマー及びポリアミドが使用されることができる。SLSにおける加工のための前提条件は、この原材料が微細粉末として存在することである。

【0005】

実地ではレーザー焼結の際には特にポリアミド12粉末(PA12)が成形体の製造に

50

使用される (DE - A 4 4 2 1 4 5 4、EP - A 0 9 1 1 1 4 2)。他の熱可塑性の原材料、例えばポリスチレン又はポリカーボネートは確かに粉末状で得られるものの、多孔性がより大きく、かつ劣悪な機械的特性を有する構築部材を提供する。

【 0 0 0 6 】

現在使用されるポリアミド粉末についての欠点は、しばしば同様にこの不十分な機械的特性並びに頻繁に約 6 0 の適用関連範囲にあるガラス転移温度である。さらに成形体には黄変が発生する。このことは、この構築部材が UV を含む光での強力な照射又は長期間の直接的な太陽光入射に曝露されると、完成した構築部材に後から発生することがある。

【 0 0 0 7 】

しかし、黄色の色調は、レーザー焼結自体の際の長期かつ強力な熱負荷によっても既に発生することがある。この作用は特に、既に使用されたがこの場合に熔融されなかったレーザー焼結粉末である再利用粉末 (Rueckpulver) の多くの割合が使用される場合に観察される。黄色に付随して、しばしば機械的特性の劣悪化が現れ、というのも材料の老化が生じるからである。老化は、例えば、脆化、引裂伸びの減少又はノッチ付き衝撃強さの減少によって認識可能にされることがある。

10

【 0 0 0 8 】

US 特許公報 5 3 4 2 9 1 9 には、ポリアミド、ポリブチレンテレフタレート又はポリアセタールからのレーザー焼結粉末及び SLS によるその成形部材の製造方法が記載される。この粉末の 8 0 % 超の平均粒径が < 5 3 μm であり、この残りの粒子が 5 3 ~ 1 8 0 μm の大きさを有する。このポリマーの数平均は 3 0 0 0 0 ~ 5 0 0 0 0 0 であり、かつ

20

この分子量分布 M_w / M_n は 1 ~ 5 である。この成形部材は、密な非多孔性射出成形物品に比較して少ないだけの多孔性により特徴付けられる。

【 0 0 0 9 】

Rietzel et al. (Kunststoffe 2/2008、65-86 p) は、SLS のための POM から構成されるプラスチック粉末及びその粉末から SLS により製造された構築部材について報告している。この POM 焼結粉末は、顆粒形にある、市販されている部分結晶性熱可塑性材料の低温粉碎により得られ、その際、1 0 0 μm 未満の粒子の高い収率を獲得しようとして試みられていた。市販されているレーザー焼結粉末 PA 2 2 0 0 (製造者: EOS GmbH、Krailling) からの引張ロッドに比較して、この POM レーザー焼結粉末からの引張ロッドは低い破断点伸びでより高い強度を有する。

30

【 0 0 1 0 】

しかし、Rietzel et al. により記載された POM 焼結粉末の機械的特性、例えば破断点伸びは、更に改善を必要としている。この POM 焼結粉末の不十分な流動性もまた欠点である。

【 0 0 1 1 】

本発明の課題は、改善された流動性を有し、かつ、SLS 法におけるその使用によって、改善された機械的特性を有する成形体又は構築部材が製造できる、選択的レーザー焼結のための粉末を提供することである。

【 0 0 1 2 】

この課題が、特殊なポリオキシメチレン粉末によって解決できることが見出された。

40

【 0 0 1 3 】

本発明の主題は、粉末が、以下のパラメーター:

【表 1】

等温結晶化時間 (152 °Cで)	> 3 分
Mn	22000 - 25000 g/mol
Mw	60000 - 140000 g/mol
Mw/Mn	3 - 5
MVR	15 - 70 [cm ³ /10 min]
平均粒径 d50	60 μm
粒径	30 - 130 μm

を有することにより特徴付けられる、選択的レーザー焼結のための POM から構成される粉末である。 10

【0014】

この等温結晶化時間は DIN 53765 に応じて DSC を用いて測定された。このモル質量 (数平均 Mn 及び質量平均 Mw) は、溶媒としてのヘキサフルオロイソプロパノール及び 0.05% のトリフルオロ酢酸カリウム塩中でサイズ排除クロマトグラフィーにより測定され、その際、PMA 標準で校正した。この MVR (メルトボリュームレイト) を 190 で 2.16 kg について ISO 1133 に応じて算出した。この粒径をレーザー回折分光計によって算出した。

【0015】

好ましくは本発明による POM 粉末は質量平均 Mw 85000 ~ 105000 g/mol を有する。Mw/Mn の比は好ましくは 3.7 ~ 4.5 である。MVR は好ましくは 30 ~ 50 [cm³/10 分] である。さらに、この粉末の粒径が 40 ~ 100 μm、特に好ましくは 60 ~ 80 μm である場合に好ましい。等温結晶化時間は 152 で一般に 3 分間より長く、好ましくは 5 分間より長い。 20

【0016】

本発明による粉末は任意に添加剤、例えば少なくとも 1 の助剤、少なくとも 1 の充填剤及び/又は少なくとも 1 の顔料を有してよい。このような助剤は、例えば流動助剤、例えば熱分解二酸化ケイ素又は沈殿ケイ酸であってもよい。熱分解二酸化ケイ素 (熱分解ケイ酸) は例えば、Degussa AG によって、製品名称 Aerosil^(R) で、様々な規格で提供される。好ましくは本発明による粉末は 3 質量% 未満、好ましくは 0.001 ~ 2 質量%、特に好ましくは 0.05 ~ 1 質量% のこの種の添加物をポリオキシメチレンの合計量に対して有する。充填剤は例えばガラス粒子、金属粒子、特にアルミニウム粒子又はセラミック粒子、例えば塊状又は中空のガラス球、鋼球、アルミニウム球又は金属粉又は着色顔料、例えば遷移金属酸化物であってもよい。更なる添加材は安定剤、吸収剤又は難燃剤であってもよい。 30

【0017】

充填剤粒子はこの場合に好ましくは POM 粒子より小さいか又はおおよそ同じ大きさの平均粒度を有する。好ましくは充填剤の平均粒度 d50 は POM の平均粒度 d50 を、多くとも 20% だけ、好ましくは多くとも 15% だけ、特にとりわけ好ましくは多くとも 5% だけ下回る。この粒子大きさは上限が特に層厚により、そして下限が製造方法並びに小さすぎる粒子での高すぎる接着的相互作用ひいては少ない流動性により制限されている。 40

【0018】

添加剤は混合により POM 粉末中へ導入される。根本的に、全ての種類のミキサーがこのために適する；好ましくは、混合の間の高い剪断を可能にし、従って混合期間 (4.5 分未満) を顕著に短縮する迅速ミキサーである。

【0019】

本発明の更なる主題は、次のパラメーター：

【表 2】

等温結晶化時間 (152 °Cで)	> 3 分
Mn	22000 - 25000 g/mol
Mw	60000 - 140000 g/mol
Mw/Mn	3 - 5
MVR	15 - 70 [cm ³ /10 min];

により特徴付けられるポリオキシメチレン成形材料を、まず冷間粉碎に供し、次に、この得られた POM 粉碎物から粗含分及び微細含分を分離し、そして、大きさ 30 ~ 130 μm の粒子の POM 有用含分が得られることを特徴とする本発明の粉末の製造方法である。

10

【0020】

ポリオキシメチレンとは、ポリオキシメチレンホモポリマー又はコポリマーを理解すべきである。このようなポリマーは、当業者にそれ自体公知であり、かつ文献に記載されている。

【0021】

極めて一般に前記ポリマーは、ポリマー主鎖中に少なくとも 50 mol % の繰返し単位 -CH₂O- を有する。

【0022】

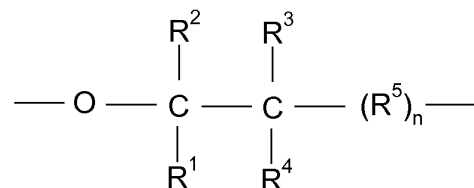
ホモポリマーは一般に、ホルムアルデヒド又はトリオキサンを、好ましくは適切な触媒の存在下で重合させることによって製造される。

20

【0023】

本発明の範囲内で、ポリオキシメチレンコポリマーが好ましく、特に、繰返し単位 -CH₂O- の他に、以下

【化 1】

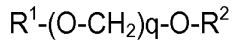


30

[式中、R¹ ~ R⁴ は相互に独立して水素原子、C₁ ~ C₄ アルキル基又は 1 ~ 4 個の C 原子を有するハロゲン置換されたアルキル基であり、かつ R⁵ は -CH₂-、CH₂O-、C₁ ~ C₄ アルキル又は C₁ ~ C₄ ハロアルキル置換されたメチレン基、又は相応するオキシメチレン基であり、かつ n は 0 ~ 3 の範囲の値を有する] の繰返し単位をなお 50 mol % まで、好ましくは 0.1 ~ 20 mol %、特に 0.3 ~ 10 mol %、極めて好ましくは 2 ~ 2.5 mol % 有するポリオキシメチレンコポリマーが好ましい。好ましくは、前記基は環状エーテルの開環によりこのコポリマー中に導入することができる。好ましい環状エーテルは、式

40

【化4】



[式中、 R^1 及び R^2 は相互に独立して一価の有機基、好ましくはアルキル基、例えばブチル、プロピル、エチル及びメチルを、 q は1～100の整数を意味する]
の化合物である。

【0029】

特に好ましい連鎖調節剤は $q = 1$ の前述の式の化合物であり、特にとりわけ好ましくはブチラール、プロピラール、エチラール及びメチラールである。

10

【0030】

連鎖調節剤は通常は、前記モノマー（混合物）に対して、5000 ppmまでの、好ましくは100～3000 ppmの量で使用される。

【0031】

POMは50質量%（100質量% POMに対して）までのその他の添加剤を含有できる。

【0032】

適した添加剤は例えば次のものである：

- タルク、
- ポリアミド、特に混合ポリアミド、
- アルカリ金属シリケート及びアルカリ金属グリセロホスフェート、
- 飽和脂肪族カルボン酸のエステル又はアミド、
- アルコールとエチレンオキシドから誘導されるエーテル、
- 非極性プロピレンワックス、
- 核形成剤、
- 充填剤、例えばガラス繊維、ナノチューブ、珪灰石、白亜、好ましくは相乗作用物質としてのホウ酸又はその誘導体とともに、
- 耐衝撃性変性ポリマー、特にエチレンプロピレン（EPM）ゴム又はエチレン-プロピレン-ジエン（EPDMゴム）又は熱可塑性ポリウレタンをベースとするもの、
- 難燃剤、
- 可塑剤、
- 付着促進剤、
- 染料及び顔料、
- 更なるホルムアルデヒド捕捉剤、ゼオライト又はポリエチレンイミン、又はメラミン
- ホルムアルデヒド縮合物、
- 酸化防止剤、特にフェノール構造を有するもの、ベンゾフェノン誘導体、ベンゾトリアゾール誘導体、アクリラート、ベンゾアート、オキサニリド及び立体障害性アミン（HALS = hindered amine light stabilizers）。

20

30

【0033】

これらの添加物は知られており、例えばGaechter/Mueller, *Plastics Additives Handbook*, Hanser Verlag Muenchen, 4. 1993版, Reprint 1996に記載されている。

40

【0034】

この添加剤の量は、使用される添加剤及び所望の作用に依存する。当業者にはこの通常量は知られている。併用する場合には、この添加剤は一般的な方法で、例えば個々に又は一緒に、そのまま、溶液若しくは懸濁液として又は好ましくはマスターバッチとして添加する。

【0035】

POM成形材料は、例えば、POM及び任意に添加剤を押出機、ニーダー、ミキサー又は他の適した混合装置中でPOMを溶融させながら混合し、この混合物を取り出し、引き続き通常どおり顆粒化することにより、唯一の工程で製造されることができ。しかしな

50

がら、幾つかの又は全ての成分をまず乾燥ミキサー又は他の混合装置内で「冷間で」予備混合し、そして、この得られた混合物を第二の工程でPOMを溶融させながら - 任意に更なる成分の添加下で - 押出機又は他の混合装置中で均質化することが、有利であることが判明した。とりわけ、少なくともPOM及び酸化防止剤（併用する場合には）を予備混合することが好ましくあり得る。

【0036】

このPOM成形材料は、チップ、粉末、ビーズ、レンズ状物として、好ましくは顆粒として使用することができる。

【0037】

冷間粉碎のために装入物として使用されるPOM成形材料は好ましくは顆粒形態で使用される。冷間粉碎は、凍結粉碎とも呼ばれ、自体公知である（例えばDE 4 4 2 1 4 5 4 A 1）。本発明により温度 - 20 ~ - 80、好ましくは - 30 ~ - 60 で作業される。冷却は例えば液体窒素を用いて行われることができる。この場合に、既にこの装入物を例えば温度 - 130 ~ - 110 に冷却することが好ましく、これによって、均質な冷却がミル中でも達成される。

【0038】

このPOM成形材料の冷間粉碎は一般にはローターミルを用いて行われ、その際、平均粒径60 μm の達成のために反転ピンミル（gegenlaeufige Stiftmuehle）が好ましく使用される。反転ピンミルとは、その粉碎ディスクが同心に配置されたピンを備えているローターミルである。両方のディスクが回転するので、少なくとも200 ~ 250 m/sの回転速度が達成される。適したピンミルは例えばHosokawa Alpine GmbH社のContraplex 160 C型である。冷間粉碎後にこの粉碎物は一般に60 μm の平均粒径d50を有する。この粉碎物から30 μm 未満の大きさを有する粒子（微細含分）及び130 μm 超の大きさを有する粒子（粗含分）を分離し、その際、一般に2工程においてまずこの粗含分を、次にこの微細含分を分離する。この粉碎物の分画は例えば揺動ふるい機（粗含分のためにだけ適する）を用いた篩分により又は好ましくはそらせ板ホイール風力分級機（Abweiserad-Windsichter）を用いた風力分級により行うことができる。適しているのは例えばHosokawa社のMS-1型のMicron風力分級機である。

【0039】

本発明の更なる主題は、選択的レーザー焼結による成形体の製造のための本発明による粉末の使用並びに本発明によるPOM粉末の使用下でのSLS法により製造される成形体である。

【0040】

この選択的レーザー焼結方法は十分に知られており、かつ、ポリマー粒子の選択的焼結を基礎とし、その際、ポリマー粒子の層は短時間レーザー光に曝露され、そして、このレーザー光に曝露されたポリマー粒子が溶融される。この製作プロセスの間には積層式にポリマー粉末が設けられ、この構築部材の断面内にある粉末がレーザー光によって選択的に溶融され、かつ、この下にある溶融層と固く結び付く。溶融していない粉末は生じた溶融物を支える。このようにして溶融物状の構築部材のために形状が形成される。ポリマー粒子の層の相次いで起こる焼結化により、三次元物品が製造される。構築部材の全ての層が生じると、この粉末ケーキはこの内側にある構築部材と共に冷却され、この構築部材は固化する。この構築プロセス後に、この周囲の粉末は除去され、この構築部材は後処理工程、例えばガラス球噴射仕上げ、振動研磨（Trowalisieren）及び塗装に供されることができる。選択的レーザー焼結方法の詳細については例えば公報US 6 1 3 6 9 4 8及びWO 9 6 / 0 6 8 8 1から把握できる。

【0041】

通常はSLS法のためにはCO₂レーザーが使用され、このレーザーはPOMからの本発明による成形体の製造のためにも好ましく使用され、というのもPOMはCO₂レーザーの波長（ $\lambda = 10.6 \mu\text{m}$ ）で導入されたエネルギーの大部分を吸収するからである。本発明によるPOM粉末の層厚は好ましくは0.08 ~ 0.20 mmである。本発明のP

10

20

30

40

50

OM粉末のSLSに使用されるレーザー出力は好ましくは7~10Wである。スキャン幅、すなわち、レーザーの線間隔は好ましくは0.08~0.15mmである。

【0042】

好ましい一実施態様によれば、SLSは等温で実施され、すなわち、溶融物及び粉末が併存して存在でき、すなわち、この構築プロセスは2相混合状態で行われる。この場合に本発明によるPOM粉末には単に、固-液相転移の超過のために必要なためにエネルギーが供給される。本発明によるPOM粉末に適した構築室温度は152~154である。このようにSLSを用いて本発明によるPOM粉末から得られた成形体は、強度及びEモジュラス(E-Modul)に関して射出成形試験体と類似の機械的特性を達する。この試験体は特に構築部材のプロトタイプとして使用される。

10

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】図1は、本発明によるPOM粉末からの引張ロッドが先行技術によるPOM試験体[Rietzel et al. (Kunststoffe 2/2008, 67頁)]に対して顕著に改善された破断点伸びを有することを示す図である。

【0044】

実施例

実施例1

粉末製造

本発明による粉末の製造のために、コポリマーのポリオキシメチレン顆粒(かさ密度約850g/l)であって、MVR(190で、2.16kg、ISO1133による)42cm³、Mn=23000g/mol、Mw=97000g/mol、Mw/Mn=4.2及び152で等温結晶化時間3.5分を有するものを使用した。このPOM顆粒を計量供給スクリュウ及び輸送スクリュウを介して-120に冷却し、次いで低温(-50)でHosokawa Alpine Contraplex 160 C型の反転ピンミル中で回転速度202m/sで最大250µmの粒径に粉砕した。この粉砕物を次に粗含分及び微細含分の分離のためにHosokawa社のMS-1型のそらせ板ホイール風力分級機を用いた風力分級に供した。

20

【0045】

この粒径をMalvern Instruments Ltd.社のMastersizer S型のレーザー回折分光機により算出した。

30

【0046】

有用物の割合、すなわち、粒径30~130µm又は40~100µmの所望の分画の割合は94%又は82%であった。このようにして得られる粉末は、60µmの平均粒径を有する。

【0047】

引張ロッドの製造

20×20cmの上側が開いている箱に、スピンドルを介して調節可能である底部を備えた。この底部をこの上側の縁に対して0.5センチメートルまで移動させた。この残りの空間を本発明によるPOM粉末で充填し、ドクターで平坦にした。この層厚は0.1mmであった。この装置を3DSystems社のCO₂レーザー焼結設備の構築室中に配置し、かつ、3つの横に組み立てられている引張ロッド(肩部付きロッド、DIN EN ISO 3167タイプAによる)の断面形(Kontur)を層毎に粉末層中へとレーザー照射した。この構築室温度は154であった。試験系列V1~V4を様々なレーザー出力及びレーザーのスキャン幅で実施した(図1参照のこと)。次の工程、0.1mmだけ底部を低下させるためのスピンドルの回転並びに次の粉末層の設置、平坦化及び引き続く粉末溶融のためのCO₂レーザーによる新たな照射、を数回繰り返した。試験配置物の冷却後に、この引張ロッドを次の引張試験のために使用できた。

40

【0048】

構築部材試験

DIN EN ISO 527-1、-2に応じて引張試験を実施した。この引張速度

50

は 5 mm / 分であった。

【 0 0 4 9 】

図 1 は、実施例 1 に応じてレーザー焼結した P O M 粉末から製造した引張ロッドの機械的特性を示す。

【 0 0 5 0 】

レーザー出力 (P_{laser} [W]、 P_{out} [W]) 及びレーザーの線間隔 (Z_{scan} [m m]) は実施例 V 1 ~ V 4 において次のとおりであった :

【 表 3 】

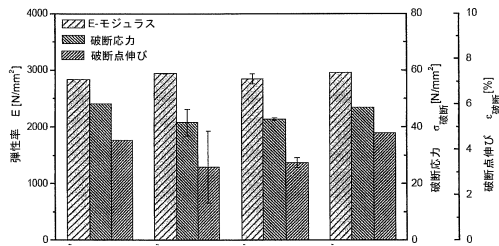
	P_{laser} [W]	P_{out} [W]	Z_{scan} [mm]
V1:	2x5 W;	4,5 W;	0,15 mm
V2:	9 W;	4,5 W;	0,08 mm
V3:	9 W;	4,5 W;	0,15 mm
V4:	10 W;	4,5 W;	0,08 mm

10

【 0 0 5 1 】

図 1 は、本発明による P O M 粉末からの引張ロッドが先行技術による P O M 試験体 [Rietzel et al. (Kunststoffe 2/2008, 67頁)] に対して顕著に改善された破断点伸びを有することを示す。V 3 に応じた引張ロッドの破断点伸びは約 5 % であり、約 2 倍高い。

【 図 1 】



フロントページの続き

- (72)発明者 クラウス ダルナー
ドイツ連邦共和国 マンハイム 1 ハー7
- (72)発明者 シュテフェン フンクハウザー
ドイツ連邦共和国 フィアンハイム コンラート - アーデナウアー - アレー 82アー
- (72)発明者 フランク ミュラー
ドイツ連邦共和国 ルートヴィヒスハーフェン ベーレンスシュトラッセ 6 ツェー
- (72)発明者 ユルゲン デメーター
ドイツ連邦共和国 マインツ カール - ツェアギーベル - シュトラッセ 15
- (72)発明者 マルク フェルケル
ドイツ連邦共和国 ラーデンブルク アルメントヴェーク 11アー

審査官 関根 崇

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0003189 (US, A1)
特表平10-505116 (JP, A)
特表平11-509485 (JP, A)
特開2005-120347 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C 67/00