

(19)



(11)

EP 3 631 056 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.06.2021 Patentblatt 2021/26

(51) Int Cl.:
D01F 6/30 ^(2006.01) **A46D 1/00** ^(2006.01)
D01F 6/16 ^(2006.01) **D01F 6/44** ^(2006.01)
D01F 6/88 ^(2006.01) **D01F 6/96** ^(2006.01)
D01F 8/04 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18728509.3**

(22) Anmeldetag: **18.05.2018**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/000266

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/219495 (06.12.2018 Gazette 2018/49)

(54) **BORSTE AUS EINEM KUNSTSTOFF-FILAMENT, BÜRSTE MIT SOLCHEN BORSTEN SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG SOLCHER BORSTEN**

BRISTLE OF A PLASTIC FILAMENT, A BRUSH WITH SUCH A BRISTLE, AND A METHOD OF MAKING SUCH A BRISTLE

POIL DE FILAMENT PLASTIQUE, BROUSSE AVEC UN TEL POIL ET PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL POIL

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **30.05.2017 DE 202017002839 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.04.2020 Patentblatt 2020/15

(73) Patentinhaber: **Perlon GmbH**
89597 Munderkingen (DE)

(72) Erfinder:
• **PUSCH, Hans-Ulrich**
64385 Reichelsheim-Laudenau (DE)

- **NEUER, Björn**
69469 Weinheim (DE)
- **FISCHER, Andreas, Hilmar**
86399 Bobingen (DE)
- **HECKENBENNER, Pascal**
86199 Augsburg (DE)
- **NEUGIRG, Benedikt**
86356 Neusäss (DE)

(74) Vertreter: **Lichti - Patentanwälte Partnerschaft mbB**
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-00/20512 DE-A1- 19 757 607
KR-A- 20100 010 130 US-A- 5 175 210

EP 3 631 056 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Borste, welche aus einem Abschnitt eines Kunststoff-Filamentes gebildet ist, eine Bürste mit wenigstens einem Borstenträger und einer Mehrzahl von an dem Borstenträger festgelegten Borsten, insbesondere in Form einer Zahnbürste, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Borste der vorgenannten Art.

[0002] Die Reinigungswirkung von Bürsten, wie insbesondere - wenn auch nicht ausschließlich - von Zahnbürsten, ist maßgeblich einerseits von der Geometrie der einzelnen Borsten, andererseits von deren Material abhängig, wobei häufig der Bedarf besteht, die Borsten mit einem möglichst kleinen Durchmesser auszugestalten, so dass sie auch in sehr engen Spalten, z.B. in engen Zahnzwischenräumen, ihre Reinigungswirkung zu entfalten vermögen. Gleichzeitig müssen die Borsten zu diesem Zweck jedoch gleichwohl eine gewissen Biegesteifigkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen.

[0003] In der Praxis haben sich daher vornehmlich Bürsten bewährt, deren Borsten aus Monofilamenten, sogenannten Monofilamenten, aus Kunststoff gefertigt sind, welche bei geeigneter Materialauswahl relativ dünn ausgestaltet werden können und darüber hinaus die Möglichkeit bieten, ihre Mantelfläche zu strukturieren bzw. zu profilieren, um die Reinigungswirkung insbesondere in engen Spalten aufgrund Schabwirkung weiter zu verbessern. Darüber hinaus gewährleisten aus solchen Filamenten gebildete Borsten von Bürsten zusätzliche Eigenschaften, wie beispielsweise eine bestimmte Einfärbung, Stabilität gegen den Abbau durch thermische Belastung oder durch chemische Einwirkung einschließlich enzymatischer Einwirkung infolge von Kontakt mit Speichel, eine möglichst hohe Abriebbeständigkeit, Dimensionsstabilität, Biegefestigkeit, Biegeerholung und dergleichen.

[0004] Für gattungsgemäße Borsten kommen üblicherweise synthetische Fäden aus schmelzspinnbaren, thermoplastischen Polymeren zum Einsatz, wobei man aus Kostengründen in der Regel auf seit langem bekannte Standardpolymere zurückgreift, beispielsweise auf Polyolefine, wie Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP), auf Polyamide, wie Polyamid 6 (PA 6) oder Polyamid 6.6 (PA 6.6), oder auf Polyester, wie Polybutylenterephthalat (PBT), sofern Filamente aus diesen Polymeren die gewünschten Anforderungen erfüllen können. Darüber hinaus erfüllen die vorgenannten Polymere die insbesondere für die Verwendung für Zahnbürsten notwendigen Anforderungen an die physiologische Unbedenklichkeit.

[0005] Allerdings sind den mechanischen Eigenschaften und somit dem kleinstmöglichen Durchmesser solcher Borsten Grenzen gesetzt, weshalb in bekannten Zahnbürsten üblicherweise Borsten mit einem Durchmesser zwischen etwa 0,225 mm und 0,25 mm ("hart"), mit einem Durchmesser im Bereich von etwa 0,2 mm ("mittel") oder im Bereich zwischen etwa 0,15 mm und etwa 0,18 mm ("weich") Verwendung finden. So neigen beispielsweise Borsten aus Polyamiden bei Kontakt mit Wasser zum Aufquellen, was die Biegesteifigkeit beeinträchtigt. Demgegenüber unempfindlicher erweisen sich zwar z.B. Borsten aus Polyalkylenterephthalaten, wie beispielsweise Polybutylenterephthalat (PBT), doch lässt sich auch hiermit aus den oben genannten Gründen kein Durchmesser der Borsten von deutlich kleiner als etwa 0,15 mm erreichen.

[0006] Darüber hinaus sind aus dem Stand der Technik Filamente aus thermoplastischen, aliphatischen Polyketonen bekannt, wobei z.B. die EP 0 310 171 A2 schmelzgesponnenen Fasern aus Ethylen/Propylen/CO-Terpolymeren beschreibt, welche hohe Zugfestigkeiten und E-Moduli aufweisen und daher für den Einsatz als Reifencord oder zur Herstellung von Spinnvliesen vorgeschlagen werden, welche sich zur Herstellung von Dachunterspannbahnen oder als Geotextilien eignen.

[0007] Aus den WO 2016/190594 A2 und WO 2016/190596 A2 sind gleichfalls nassgesponnene Fasern aus Ethylen-/Propylen-/CO-Terpolymeren bekannt, welche ausgezeichnete Festigkeits- und Dehnungswerte besitzen und sich darüber hinaus durch eine hohe Wasser- und Wärmebeständigkeit sowie durch eine gute Wärmeleitfähigkeit auszeichnen. Als Einsatzgebiete für diese Fasern werden unterschiedliche Verwendungen vorgeschlagen, wie beispielsweise die Herstellung von Seilen, Schläuchen, Netzen, Spinnvliesen, Airbags oder von Schutzbekleidungen sowie der Einsatz als Geotextilien, als Verstärkungsfasern in Verbundwerkstoffen, als Riemen, Sicherheitsnetzen, Förderbändern, Angelschnüren oder Tennissaiten.

[0008] Weitere relevante Informationen bezüglich der Erfindung finden sich in US5175210, WO0020512, KR20100010130 und DE19757607. Zur Herstellung der Filamente von gattungsgemäßen Borsten eignen sich grundsätzlich Schmelz- und Nassspinnverfahren, wobei beim Nassspinnen das gelöste Polymer durch eine Spinnkapillare zu Fäden versponnen und das Lösungsmittel möglichst vollständig zurückgewonnen und in den Herstellungsprozess zurückgeführt wird. Dennoch lässt es sich nicht vermeiden, dass geringe Anteile des verwendeten Lösungsmittels in der fertigen Faser zurückbleiben, wohingegen es wünschenswert ist, eine lösungsmittelfreie Faser bereitzustellen, um jegliches potentielle Sicherheitsrisiko einschließlich eines gesundheitlichen Gefährdungspotenzials, hervorgerufen durch die Anwesenheit von Lösungsmittelresten in der Faser, zu minimieren.

[0009] In der Praxis greift man daher vornehmlich auf Schmelzspinnverfahren zurück, bei welchen sich auch höhere Kristallisationsgrade erreichen lassen, was sich vorteilhaft auf die mechanischen Eigenschaften der Faser auswirken kann. Allerdings muss die Verarbeitung durch Schmelzspinnen häufig bei erheblich höheren Temperaturen erfolgen als beim Nassspinnen, was zu einem beschleunigten Abbau bzw. zu Vernetzungsreaktionen des Polymers führen kann und sich wiederum nachteilig auf die Eigenschaften der erzeugten Faser auswirken oder zu Vernetzungsreaktionen des

Polymers führen kann, was deren Verarbeitbarkeit im Extrusionsprozess beschränken kann.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine für Bürsten, insbesondere für Zahnbürsten, geeignete Borste vorzuschlagen, welche unter zumindest weitestgehender Vermeidung der vorgenannten Nachteile einfach und kostengünstig herstellbar ist und bei einem möglichst geringen Durchmesser gleichwohl eine hinreichende Biegesteifigkeit und Dauerhaftigkeit aufweist. Sie ist ferner auf eine Bürste, insbesondere in Form einer Zahnbürste, mit solchen Borsten sowie auf ein Verfahren zur Herstellung derartiger Borsten gerichtet.

[0011] In erzeugnistechnischer Hinsicht wird diese Aufgabe mit einer Borste der eingangs genannten Art gelöst, welche aus einem Abschnitt eines Kunststoff-Filamentes gebildet ist, wobei die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes zumindest 70 Mass.-%, bezogen auf die gesamte Polymermatrix, wenigstens eines thermoplastischen, aliphatischen Polyketons enthält, welches aus Kohlenstoffmonoxideinheiten (CO-Einheiten) und Alkyleinheiten aufgebaut ist, wobei die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes ferner wenigstens ein Additiv aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthält, und wobei der maximale Durchmesser des Kunststoff-Filamentes zwischen 0,01 mm und 0,13 mm beträgt.

[0012] Ferner sieht die Erfindung zur Lösung dieser Aufgabe eine Bürste mit wenigstens einem Borstenträger und einer Mehrzahl von an dem Borstenträger festgelegten Borsten, insbesondere in Form einer Zahnbürste, vor, wobei es sich zumindest bei einigen Borsten um solche der vorgenannten Art handelt.

[0013] Schließlich sieht die Erfindung zur Lösung dieser Aufgabe in verfahrenstechnischer Hinsicht ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Borste vor, welches die folgenden Schritte umfasst:

(a) Bereitstellen einer Spinnmasse, welche zumindest 70 Mass.-% wenigstens eines thermoplastischen, aliphatischen Polyketons enthält, welches aus Kohlenstoffmonoxideinheiten (CO-Einheiten) und Alkyleinheiten aufgebaut ist, und wobei das wenigstens eine thermoplastische aliphatische Polyketon, insbesondere bis zu 10 Mass.%, wenigstens eines Additivs aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthält;

(b) Extrudieren der Spinnmasse gemäß Schritt (a) durch wenigstens eine Düsenplatte mit einer oder mehreren Spinnkapillaren mit einem Durchmesser von maximal 1,0 mm, insbesondere von maximal 0,8 mm, vorzugsweise von maximal 0,4 mm, wobei die Temperatur der Spinnmasse an der Austrittsseite der Spinnkapillare(n) im Bereich von 190°C bis 300°C, insbesondere im Bereich von 200°C bis 270°C, vorzugsweise im Bereich von 220°C bis 260°C, eingestellt wird;

(c) Abziehen des gebildeten Filamentes mit einer Abzugsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 200 m/min, insbesondere von 5 bis 50 m/min, vorzugsweise unter Wahl des Verhältnisses von Abzugsgeschwindigkeit zu Austrittsgeschwindigkeit der Spinnmasse aus der Spinnkapillare von größer als 1;

(d) ein- oder mehrfaches Verstrecken des gebildeten Filamentes;

(e) gegebenenfalls Aufspulen des gebildeten Filamentes; und

(f) Ablängen des gebildeten Filamentes unter Erhalt der Borsten.

[0014] Die erfindungsgemäßen Kunststoff-Filamente, welche vornehmlich aus thermoplastischen, aliphatischen Polyketonen gefertigt sind, welche aus Kohlenstoffmonoxideinheiten (CO-Einheiten) und Alkyleinheiten aufgebaut sind, zeichnen sich durch eine einzigartige Kombination von Eigenschaften aus, welche ihnen den Einsatz als Dentalfilamente, insbesondere für Zahnbürsten, erschließt. So zeigen die erfindungsgemäßen Polyketone eine hohe mechanische, hydrolytische und chemische Beständigkeit, z.B. gegenüber schwachen Säuren oder Basen sowie gegen Speichel. Sie besitzen ferner ein ausgeprägtes Gleichgewicht zwischen Steifheit und Zähigkeit des Materials sowie eine außergewöhnliche Abriebbeständigkeit, wobei selbst im feuchten Zustand eine vergleichsweise nur geringe Änderung der mechanischen Werkstoffeigenschaften, wie der Biege- und Zugfestigkeit, auftritt, so dass das erfindungsgemäße Kunststoff-Filament mit einem sehr geringen Durchmesser zwischen etwa 0,01 mm und etwa 0,13 mm die ihm zugeordnete Reinigungswirkung optimal zu erfüllen vermag. Dabei kommen dem Kunststoff-Filament auf der Basis der vorgenannten Polyketone insbesondere die hohen Werte bei der Wiederaufrichtung sowohl in Luft als auch in Wasser und ihre hohe Biegefestigkeit bei gleichzeitiger physiologischer Unbedenklichkeit zugute, so dass das Kunststoff-Filament für die Dentalpflege mit einem sehr geringen Durchmesser bereitgestellt werden kann, aber dennoch eine ebenbürtige oder gar bessere Reinigungswirkung erzielt als herkömmliche Filamente auf der Basis von Polyamiden oder dergleichen mit größeren Durchmessern, welche ihre Reinigungswirkung zudem nicht in sehr engen (Zahn-)Zwischenräumen entfalten können. Folglich sind die erfindungsgemäßen Kunststoff-Filamente auf der Basis der genannten thermoplastischen, aliphatischen Polyketone in der Lage, tiefer in (Zahn-)Zwischenräume oder auch in Zahnfleischtaschen zu gelangen und auch diese Bereiche besser zu reinigen als es mit Filamenten aus üblichen Materialien gemäß dem Stand der Technik möglich ist.

[0015] Allerdings besteht ein Nachteil der erfindungsgemäß als Borstenmaterialien eingesetzten thermoplastischen Polyketone, welche aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut sind, darin, dass sie in aller Regel eine nicht zufriedenstellende Oxidationsbeständigkeit sowie eine relativ schlechte Beständigkeit gegenüber elektromagnetischer Strahlung im ultravioletten Spektrum besitzen, was sich für Bürsten im Allgemeinen und insbesondere für Zahnbürsten,

welche höchsten Anforderungen an die gesundheitliche Unbedenklichkeit und an die Hygiene genügen müssen, als nicht tolerierbar herausgestellt hat. Dem begegnet die Erfindung dadurch, dass die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes, aus dessen Abschnitten die erfindungsgemäßen Borsten gebildet sind, ferner wenigstens ein Additiv aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthält, wobei sich insbesondere im Falle von für Zahnbürsten vorgesehenen Borsten die weiter unten näher beschriebenen, physiologisch unbedenklichen Antioxidantien und UV-Stabilisatoren in besonderem Maße als geeignet erwiesen haben.

[0016] Eine Bürste, wie z.B. eine Zahnbürste, welche die erfindungsgemäßen Borsten enthält, sei es ausschließlich oder sei es insbesondere teilweise, kann dabei von beliebiger bekannter Form sein, wobei die Borsten beispielsweise in Borstenbündeln angeordnet sein können. Die Bürste kann hierbei aufgrund des sehr geringen Durchmessers ihrer Borsten von maximal etwa 0,13 mm jedoch mehr Borsten aufweisen als dies beim Stand der Technik der Fall ist, wie beispielsweise wenigstens etwa 5000 Borsten, insbesondere wenigstens etwa 5500 Borsten, vorzugsweise wenigstens etwa 6000 Borsten, so dass ihre Reinigungswirkung weiter verbessert werden kann. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass sich die erfindungsgemäßen Borsten insbesondere auch hervorragend für Schall- und Ultraschall-Zahnbürsten eignen.

[0017] Das für die Kunststoffmatrix der erfindungsgemäßen Borsten eingesetzte thermoplastische, aliphatische Polyketon besteht insbesondere ausschließlich aus Kohlenstoffmonoxideinheiten bzw. CO-Einheiten und Alkyleinheiten, wobei es sich bei den aliphatischen Polyketonen um Co- oder Terpolymere mit wiederkehrenden Struktureinheiten der Formel -R-CO- handelt, welche zumeist, wenn auch nicht notwendigerweise ausschließlich, alternierend angeordnet sind, aber auch vornehmlich statistisch angeordnet sein können. Bei "R" handelt es sich dabei um einen Alkylrest, vorzugsweise um einen zweiwertigen aliphatischen Rest mit zwei bis sechs Kohlenstoffatomen, also um eine zweiwertige Ethyl-, Propyl-, Butyl-, Pentyl- und/oder Hexylgruppe.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Schmelzspinnverfahren zur Herstellung der Kunststoff-Filamente auf Basis von thermoplastischen, aliphatischen Polyketonen wird zunächst eine Spinnmasse, welche wenigstens etwa 70 Mass.-% wenigstens eines solchen Polyketons sowie, insbesondere bis zu etwa 10 Mass.-%, wenigstens eines Additivs aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthält, bereitgestellt. Diese Spinnmasse wird zum Aufschmelzen in einen Extruder dosiert, bei welchem es sich beispielsweise um einen Einschneckenextruder mit einem Verhältnis von Länge zu Durchmesser von etwa 20 bis etwa 40, insbesondere von etwa 25 bis etwa 30, handeln kann. Die Schnecke des Extruders kann vorteilhafterweise dreigeteilt sein und einen Bereich zum Einzug der Spinnmasse und zum Aufschmelzen derselben, einen hieran anschließenden Bereich zur Verdichtung und Homogenisierung sowie einen wiederum hieran anschließenden Bereich zum Ausstoß der plastifizierten Spinnmasse aufweisen. Der Extruder kann dabei vorzugsweise mehrere Zonen zum Aufschmelzen und Homogenisieren der Spinnmasse umfassen, wobei alle Zonen im Wesentlichen bei derselben Temperatur oder mit abfallendem oder ansteigendem Temperaturverlauf oder auch mit einem Temperaturmaxima und/oder -minima aufweisenden Temperaturverlauf betrieben werden können.

[0019] Die plastifizierte Spinnmasse wird sodann in aufgeschmolzener Form durch eine Düsenplatte gepresst, welche eine oder mehrere Spinnkapillaren aufweisen kann, deren Durchmesser maximal etwa 1,0 mm, insbesondere maximal etwa 0,8 mm, vorzugsweise maximal etwa 0,4 mm, (jeweils entsprechend dem Durchmesser der Bohrung an der Austrittseite der Polymermasse) beträgt, wobei die Temperatur der Spinnmasse an der Austrittseite der Spinnkapillare(n) im Bereich von etwa 190°C bis etwa 300°C, insbesondere im Bereich von etwa 200°C bis etwa 270°C, vorzugsweise im Bereich von etwa 220°C bis etwa 260°C, beispielsweise im Bereich von etwa 220°C bis etwa 250°C, wie z.B. im Bereich von etwa 237°C bis etwa 242°C, (jeweils beim Austritt aus der Spinnkapillaren) eingestellt wird. Die Düsenplatte kann in der Regel Teil eines Spinnpaketes sein, welches den Schmelzestrom auf die vorhandenen Spinnkapillaren verteilt und den zum Spinnen notwendigen Druck aufbaut, und welches vorteilhafterweise Filtereinrichtungen für die geschmolzene Spinnmasse, z.B. in Form eines Metallnetzes mit einer Maschenweite von etwa 10 mesh bis etwa 350 mesh, insbesondere von etwa 80 mesh bis etwa 250 mesh, sowie die nachgeordnete Düsenplatte umfassen kann. Zusätzliche Filtereinrichtungen können gegebenenfalls in einem weiteren, in den Schmelzekanal des Extruders montierten und vorzugsweise mittels eines Siebwechslers austauschbaren Metallnetzes der beschriebenen Art bestehen. Die Temperatur der Spinnmasse sollte dabei derart gewählt werden, dass einerseits eine ausreichende Fließfähigkeit der Spinnmasse gewährleistet ist, andererseits die thermische Belastung der Spinnmasse auf der Basis der erfindungsgemäßen Polyketone begrenzt bleibt, so dass Vernetzungs- und Abbaureaktionen sowie Gelbildung in der Spinnmasse sich in Grenzen halten oder gar gänzlich unterdrückt werden können. Um die Schmelze zu den Filamenten zu spinnen, kann die Schmelze im Anschluss an den Extrusionsprozess ferner mittels einer oder mehrerer Spinnpumpen, z.B. in Form von Zahnradschneckenpumpen, bei einem Druck zwischen etwa 5 bar und etwa 80 bar, insbesondere zwischen etwa 45 bar und etwa 55 bar, durch die Düsenplatte gepresst werden, welche beispielsweise zwischen 1 und etwa 750 Spinnkapillaren mit einem der vorgenannten Durchmesser besitzen kann. Als bevorzugte Flussrichtung der Schmelze hat sich dabei, wenngleich nicht notwendigerweise, eine im Wesentlichen vertikale Richtung herausgestellt.

[0020] Nach der Formgebung der Filamente mittels der Spinnkapillaren kann optional eine Abschreckung derselben vorgesehen sein, welche beispielsweise in einem Abstand stromab der Spinnkapillaren zwischen etwa 0,1 cm und etwa 20 cm stattfinden und z.B. in einem Wasserbad bei einer Temperatur zwischen 5°C und etwa 95°C, insbesondere

zwischen etwa 25°C und etwa 30°C, oder in Luft bzw. in einem anderen Gas oder Gasgemisch bei einer Temperatur zwischen etwa -100°C und etwa 200°C erfolgen kann.

[0021] Das entstandene Filament wird sodann, z.B. mittels eines geeigneten Satzes von Galetten, von den Spinnkapseln abgezogen, wobei zweckmäßigerweise Abzugsgeschwindigkeiten zwischen etwa 1 m/min und etwa 200 m/min, insbesondere zwischen etwa 1 m/min und etwa 120 m/min, vorzugsweise zwischen etwa 5 m/min und etwa 50 m/min, z.B. im Bereich von etwa 20 m/min, eingestellt werden. Die Abzugsgeschwindigkeit sollte dabei vorzugsweise derart gewählt werden, dass sich gegenüber der Austrittsgeschwindigkeit der Spinnmasse aus der Düse ein Verstreckgrad von größer 1 ergibt, wodurch sich eine höhere Kristallinität des Filamentes mit verbesserter mechanischen Stabilität, Biegefestigkeit und Biegeerholung ergibt. Darüber hinaus verbessert der so gewählte Verstreckgrad die Durchmesser- gleichmäßigkeit der Filamente.

[0022] Direkt im Anschluss erfolgen eine oder mehrere Filamentverstreckungen, z.B. zwischen verschiedenen Galet- tensätzen mit einem Gesamtfaktor der Verstreckung von zweckmäßigerweise zwischen etwa 1:2 und etwa 1:15, insbe- sondere zwischen etwa 1:3 und etwa 1:15, vorzugsweise zwischen etwa 1:4 und etwa 1:8, z.B. im Bereich zwischen etwa 1:4,8. Vorteilhafterweise kann in diesem Zusammenhang vorgesehen sein, dass an eine oder an jede Verstreckstufe eine Relaxier- bzw. Fixierstufe anschließt, in welcher sich aufgebaute Spannungen im Filament unter Beibehaltung der entsprechenden Zugspannung abbauen können, was zu einem Schrumpfungsfaktor, insbesondere zwischen etwa 1:0,7 und etwa 1:0,99 führt, z.B. im Bereich von etwa 1:0,88, führt. Die einzelnen Schritte der Verstreckung und Relaxation können dabei beispielsweise unter Zuhilfenahme von Heißluft oder Wasserdampf bei Temperaturen von bis zu etwa 270°C, insbesondere bei Temperaturen von bis zu etwa 250°C, z.B. im Bereich von etwa 180°C bis etwa 220°C, erfolgen.

[0023] Anschließend kann optional ein Auftrag von Schmiermitteln, Antistatika, Fadenschlussmitteln und dergleichen auf die Filamente zur Verbesserung ihrer Verarbeitbarkeit durchgeführt werden, wobei eine bevorzugte Auftragsweise mittels einer Avivagenwalze mit anpassbarer Drehzahl erfolgen kann, über welche die Filamente in vereinzelter oder in gebündelter Form laufen.

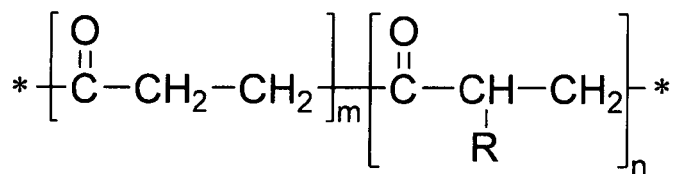
[0024] Anschließend können die erzeugten Filamente einer geeigneten Lagerform zugeführt, beispielsweise aufge- spult werden, um das Filament auf einer Spule oder Haspel, z.B. in runder, länglicher oder anderer Form, auf Vorrat halten zu können. Optional kann auch eine Überführung der erzeugten Filamentbündel in eine Strangform erfolgen. In jedem Fall kann eine anschließende Verpackung, z.B. mittels Überzug eines Schlauches oder Einwicklung mit z.B. Papier oder Kunststoff erfolgen. Optional kann ebenfalls eine abschließende Fixierung der Filamente, z.B. in Form einer Thermofixierung bei etwa 60°C bis etwa 220°C in einem Temperofen über etwa 5 min bis etwa 30 h oder mittels einer Behandlung in einem Autoklaven über etwa 10 min bis etwa 24 h durchgeführt werden, bevorzugt vor der Verpackung.

[0025] Schließlich werden die erzeugten Filamente in einer Schneidvorrichtung zu den Borsten zugeschnitten.

[0026] Durch eine Kombination von angepassten Prozessparametern, wie Temperatur, Scherung, Durchsatz, Spinn- verzug, Verstreckungsgrad, Fixierung und Verweilzeit, kann eine etwaige Vernetzung der Polymermatrix der Filamente unterdrückt werden.

[0027] In vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes zu- mindest etwa 80 Mass.-%, z.B. zumindest etwa 85 Mass.-%, insbesondere zumindest etwa 90 Mass.-%, z.B. zumindest etwa 95 Mass.-%, vorzugsweise etwa 100%, bezogen auf die gesamte Polymermatrix, des wenigstens einen thermo- plastischen, aliphatischen Polyketons enthält, welches aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut ist.

[0028] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung handelt es sich bei dem wenigstens einen thermoplastischen, alipa- thischen Polyketon um ein Polyketon aus der Gruppe der Ethylen-/CO-Copolymere, der Propylen-/CO-Copolymere, der Ethylen-/Propylen-/CO-Terpolymere sowie Polymer-Blends hieraus. Letztere weisen die allgemeine Strukturformel



auf, wobei R eine einwertige Methylgruppe (CH₃-Gruppe) ist. Wie bereits erwähnt, müssen die Ethyl-CO-Einheiten und die Propyl-CO-Einheiten allerdings nicht notwendigerweise ausschließlich alternierend angeordnet sein und kann die einwertige Methylgruppe "R" der obigen Propyleinheit ferner auch an dem benachbarten Kohlenstoffatom der obigen CH₂-Gruppe gebunden sein (-[CO-CH₂-CHR-]_n-), z.B. in vornehmlich statistischer Verteilung im Molekül.

[0029] In verfahrenstechnischer Hinsicht kann in diesem Zusammenhang folglich vorgesehen sein, dass das wenig- stens eine thermoplastische, aliphatische Polyketon gemäß Schritt (a) aus der Gruppe der Ethylen-/CO-Copolymere, der Propylen-/ CO-Copolymere, der Ethylen-/Propylen-/CO-Terpolymere sowie Polymer-Blends hiervon gewählt wird.

[0030] Wie ebenfalls bereits erwähnt, gibt die Erfindung insbesondere die Möglichkeit einer sehr dünnen Ausgestaltung der Borsten, wobei vorzugsweise vorgesehen sein kann, dass der maximale Durchmesser des Kunststoff-Filamentes

zwischen etwa 0,01 mm und etwa 0,11 mm, insbesondere zwischen etwa 0,01 mm und etwa 0,08 mm, vorzugsweise zwischen etwa 0,01 mm und etwa 0,06 mm, beispielsweise zwischen etwa 0,02 mm und etwa 0,06 mm, beträgt.

[0031] Darüber hinaus kann bei einer erfindungsgemäßen Borste mit Vorteil vorgesehen sein, dass das wenigstens eine thermoplastische, aliphatische Polyketon wenigstens einen der folgenden Werkstoffparameter aufweist:

- eine Schmelztemperatur zwischen etwa 180°C und etwa 250°C, insbesondere zwischen 190 und 230°C, vorzugsweise zwischen etwa 197°C und etwa 223°C;
- einen Schmelzflussindex (Melt Flow Index, MFI) zwischen etwa 1 g/10 min und etwa 350 g/10 min, insbesondere zwischen etwa 2 g/10 min und etwa 300 g/10 min, vorzugsweise zwischen etwa 6 g/10 min und etwa 60 g/10 min, ermittelt gemäß ASTM D1238 und ISO 1133 bei einer Temperatur von 240°C und 21,6 N;
- eine Streckspannung (tensile strength at yield) zwischen etwa 35 MPa und etwa 70 MPa, insbesondere zwischen etwa 43 MPa und 63 MPa, ermittelt gemäß ASTM D638 bei 23°C; und
- einen Biegemodul zwischen etwa 450 MPa und etwa 2750 MPa, insbesondere zwischen etwa 650 MPa und etwa 2350 MPa, vorzugsweise zwischen etwa 650 MPa und etwa 2000 MPa, ermittelt gemäß ASTM D790 bei 23°C.

[0032] Wie bereits angedeutet, kann die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes auf der Basis von thermoplastischen Polyketonen, welche aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut sind, zweckmäßigerweise bis zu etwa 10 Mass.-%, insbesondere bis zu etwa 5 Mass.-%, vorzugsweise bis zu etwa 4 Mass.-%, z.B. bis zu etwa 3 Mass.-% oder auch nur bis zu etwa 2 Mass.-%, jeweils bezogen auf die gesamte Polymermatrix, des wenigstens einen Additivs aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthalten, wobei es in vielen Fällen auch ausreichen kann, wenn die Polymermatrix bis zu etwa 1 Mass.-% wenigstens eines der vorgenannten Additive enthält.

[0033] In Bezug auf solche Additive kann aus den oben genannten Gründen vorzugsweise vorgesehen sein, dass das wenigstens eine Additiv aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren wenigstens ein Additiv aus der Gruppe der sterisch gehinderten Phenole, der HALS (hindered amine light stabilizer) und der Phosphite umfasst.

[0034] Als Antioxidantien, welche der Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes beispielsweise mit einem vorteilhaften Anteil zwischen etwa 0,1 Mass.-% und etwa 5 Mass.-%, vorzugsweise zwischen etwa 0,5 Mass.-% und etwa 3 Mass.-%, zugesetzt sein können, können erfindungsgemäß insbesondere sterisch gehinderte Phenole und/oder HALS (hindered amine light stabilizer) und/oder Phosphite eingesetzt werden, welche gegebenenfalls mit Co-Stabilisatoren kombiniert werden können. Vorteilhafte Antioxidantien auf der Basis von sterisch gehinderten Phenolen umfassen sterisch gehinderte alkylierte Monophenole, z.B. 2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol oder 2,6-Di-tert-butyl-4-methoxyphenol, sterisch gehinderte Alkylthiomethylphenole, z.B. 2,4-Di-octylthiomethyl-6-tert-butylphenol, sterisch gehinderte hydroxylierte Thiodiphenylether, z.B. 2,2'-Thio-bis(6-tert-butyl-4-methylphenol), 4,4'-Thio-bis-(6-tert-butyl-3-methylphenol), 4,4'-Thio-bis-(6-tert-butyl-2-methylphenol), 4,4'-Thio-bis-(3,6-di-sec-amyphenol), 4,4'-Bis-(2,6-di-methyl-4-hydroxyphenyl)-disulfid, sterisch gehinderte Alkyliden-Bisphenole, z.B. 2,2'-Methylen-bis-(6-tert-butyl-4-methylphenol, sterisch gehinderte Benzylphenole, z.B. 3,5,3',5'-Tetra-tert-butyl-4,4'-dihydroxydibenzylether, sterisch gehinderte hydroxybenzylierte Malonate, z.B. Dioctadecyl-2,2-bis-(3,5-di-tert-butyl-2-hydroxy-benzyl)-malonat oder Bis-(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidyl)-[[3,5-bis-(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxyphenyl]methyl]-2-butyldimalonat, sterisch gehinderte Hydroxybenzyl-Aromaten, z.B. 1,3,5-Tris-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxy-benzyl)-2,4,6-trimethylbenzol, 1,4-Bis-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)-2,3,5,6-tetramethylbenzol, 2,4,6-Tris-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)-phenol, sterisch gehinderte phenolische Triazinverbindungen, z. B. 2,4-Bis-octylmercapto-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyanilino)-1,3,5-triazin, 2,4-Bis-[[4-(2-ethylhexyloxy)-2-hydroxy]-phenyl]-6-(4-methoxyphenyl)-1,3,5-triazin oder 2-(4,6-Bis-(2,4-dimethylphenyl)-1,3,5-triazin-2-yl)-5-(3-((2-ethylhexyl)oxy)-2-hydroxypropoxy)-phenol, sterisch gehinderte phenolische Benzylphosphonate, z. B. Dimethyl-2,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzylphosphonat, N-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-carbaminsäurealkylester, Ester der β -(3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionsäure mit ein- oder mehrwertigen Alkoholen, Ester der β -(5-tert-Butyl-4-hydroxy-3-methylphenyl)-propionsäure mit ein- oder mehrwertigen Alkoholen, Ester der β -(3,5-Dicyclohexyl-4-hydroxyphenyl)-propionsäure mit ein- oder mehrwertigen Alkoholen, Ester der 3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenylelessigsäure mit ein- oder mehrwertigen Alkoholen, Amide der β -(3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionsäure, wie z.B. N,N'-Bis-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxy-phenylpropionyl)-hexamethylendiamin, N,N'-Bis-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxy-phenylpropionyl)-trimethylendiamin oder N,N'-Bis-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenylpropionyl)-hydrazin. Weitere Beispiele für Phenole der vorgenannten Art umfassen 3,9-Bis-[2,4-bis-(1-methyl-1-phenylethyl)phenoxy]-2,4,8,10-tetra-oxa-3,9-diphosphaspiro[5.5]undecan, 3,9-Bis-[2-[3-(3-tert-butyl-4-hydroxy-5-methylphenyl)propionyloxy]-1,1-dimethylethyl]-2,4,8,10-tetraoxaspiro[5.5]undecan, p-tert-Amylphenolformaldehyd, β -Diketone aus der Kondensation von Acetophenonen und einem Ester der Octadecansäure, Bis[2-(tert-butyl-6-[[3-tert-butyl-2-hydroxy-5-methylphenyl]methyl]-4-methyl-phenyl]-1,4-benzoldicarboxylat und 1,2-Bis[3,3-bis-(3-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)butanat]ethylen. Vorteilhafte Co-Stabilisatoren umfassen z.B. organische Phosphite und/oder organische Phosphonite, z.B. 5-Butyl-5-ethyl-2-(2,4,6-tris-tert-butyl-phenoxy)-1,3-dioxa-2-phosphorinan, Diethylphosphonessigsäureethylester oder 2,2'-Ethyliden-bis-(4,6-di-tert-butylphenyl)fluorophosphonit, bei welchen es sich um als solche bekannte Co-Stabilisatoren für Antioxidantien handelt.

[0035] Beispiele für bevorzugte UV-Stabilisatoren umfassen UV-absorbierende Verbindungen, wie beispielsweise

Benzophenone, z.B. 4-tert-Butyl-2-(5-tert-butyl-2-oxo-3H-benzofuran-3-yl)phenyl-3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzoat, und Benztriazole, z.B. 2(2'-Hydroxy-5'-methylphenyl)benztriazole, 7,9-Alkyl-3-[3-(2H-benzotriazol-2-yl)-5-(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxyphenyl]propionate, 2-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)-5-hexyloxyphenol oder 3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxy-3-phenylpropionsäureester des 1,3,5-tris(2-hydroxyethyl)-S-triazin-2,4,6-(1H,3H,5H)-trion, Triazine, insbesondere Hydroxyphenyltriazine, z.B. 2,4-Bis-[[4-(2-ethyl-hexyloxy)-2-hydroxy]-phenyl]-6-(4-methoxyphenyl)-1,3,5-triazin oder 2-(4,6-Bis-(2,4-dimethylphenyl)-1,3,5-triazin-2-yl)-5-(3-((2-ethylhexyl)oxy)-2-hydroxypropoxy-phenol, sowie Verbindungen des Typs HALS ("hindered amine light stabilizer"), z.B. Bis-(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidiny)-1,10-decandisäure, N,N'-Propan-1,3-diyl-bis-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxy-3-phenylpropionamid) oder dergleichen.

[0036] Darüber hinaus kann bei einer erfindungsgemäßen Borste selbstverständlich vorgesehen sein, dass die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes wenigstens ein weiteres Additiv aus der Gruppe der Pigmente und Farbstoffe, der Füllstoffe, der Mattierungsmittel, der Verstärkungsstoffe, der Kristallisationsbeschleuniger, der Gleitmittel und der Antistatika enthält, welche insbesondere physiologisch unbedenklich sind und deren Anteil sich an den üblicherweise zugesetzten Anteilen orientiert, welche vornehmlich vom Typ des jeweiligen Additivs abhängen. In verfahrenstechnischer Hinsicht kann in diesem Zusammenhang vorgesehen sein, dass dem wenigstens einen thermoplastischen, aliphatischen Polyketon gemäß Schritt (a) die jeweils gewünschte Menge wenigstens eines weiteren Additivs der vorgenannten Art zugesetzt wird oder ein Master-Batch das jeweilige Additiv bereits enthält. Entsprechendes gilt freilich auch für die erfindungsgemäß obligatorisch vorgesehenen Additive aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren.

[0037] Zwecks einer Einfärbung des erfindungsgemäßen Kunststoff-Filamentes können vorzugsweise Farbmittel auf der Basis von anorganischen Pigmenten oder organischen Farbstoffen zum Einsatz gelangen, welche z.B. in Form eines Masterbatches mit einem geeigneten Trägermaterial beim Extrudieren (Schritt (b) des erfindungsgemäßen Verfahrens) zudosiert werden können. Beispiele für bevorzugte Pigmente umfassen Ruß, Titandioxid oder Eisenoxide. Beispiele für bevorzugte Farbstoffe umfassen anionische Farbstoffe, Säurefarbstoffe, Metallkomplexfarbstoffe, kationische oder basische Farbstoffe sowie Dispersionsfarbstoffe.

[0038] Beispiele für bevorzugte Füllstoffe umfassen Karbonate, wie z.B. Kreide oder Dolomit, Silikate, wie z.B. Talk, Glimmer, Kaolin, oder Sulfate, wie z.B. Baryt, oder Oxide und Hydroxide, wie z.B. Quarzmehle, kristalline Kieselsäure, Aluminium- oder Magnesiumhydroxide oder Magnesium-, Zink- oder Kalziumoxide.

[0039] Ein Beispiel für ein bevorzugtes Mattierungsmittel stellt Titandioxid dar; Beispiele für bevorzugte Kristallisationsbeschleuniger umfassen Carbonsäureester.

[0040] Beispiele für bevorzugte Gleitmittel umfassen Polyolefinwachse, Fettsäuren oder deren Salze, Fettalkohole, Fettsäureester, Silikone, Polysiloxane und insbesondere PMSQ, wie sie in der EP 2 933 361 A1 beschrieben sind.

[0041] Beispiele für bevorzugte Antistatika umfassen Ruße, Graphit, Graphen, Kohlenstoff-Nanoröhren (carbon nano tubes, CNT) oder Metallpartikel.

[0042] Beispiele für bevorzugte Verarbeitungshilfsmittel umfassen Wachse oder längerkettige Carbonsäuren einschließlich deren Salze, aliphatische, aromatische Ester oder Ether.

[0043] Wie bereits angedeutet, können sich in Kombinationen der thermoplastischen aliphatischen Polyketone mit ausgewählten weiteren thermoplastischen Polymeren die einzelnen Polymerkomponenten in synergistischer Weise ergänzen, wobei den Kunststoff-Filamenten durch die weiteren Polymere z.B. ausgezeichnete mechanische Eigenschaften verliehen werden können, wie ein hoher E-Modul, geringes Kriechen, geringe Kröpfungseigung etc., und durch das thermoplastische aliphatische Polyketon insbesondere eine hohe Biegesteifigkeit sowie eine erhöhte Abriebbeständigkeit, um das Kunststoff-Filament sehr dünn ausgestalten zu können. Gemäß einer Weiterbildung einer erfindungsgemäßen Borste kann demnach vorgesehen sein, dass die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes bis zu etwa 30 Mass.-%, z.B. bis zu etwa 25 Mass.-%, insbesondere bis zu 20 Mass.%, z.B. bis zu etwa 15 Mass.-%, vorzugsweise bis zu etwa 10 Mass.-%, z.B. bis zu etwa 5 Mass.-%, bezogen auf die gesamte Polymermatrix, wenigstens eines weiteren thermoplastischen Polymers enthält.

[0044] Das wenigstens eine weitere thermoplastische Polymer kann vorzugsweise aus der Gruppe der Polyolefine, der Polyester, der Polyamide, der Polyoxymethylene, der Polyurethane, der Polyphenylensulfide, der Polyphenylensulfone, der Polyethersulfone, der Polyphenylenether, der Polyphenylenketone, der Polyphenylenetherketone, der Polyetherimide, der Polyetheretherketone, der thermoplastischen Elastomere, insbesondere in Form von thermoplastischen Polyurethanen, Polyestern und/oder Polyamiden, und der flüssigkristallinen Polymere gewählt sein, wobei selbstverständlich auch mehrere Vertreter der vorgenannten Polymere zum Einsatz gelangen können. Bei diesen weiteren Polymeren handelt es sich vornehmlich um als solche bekannte Polymere, welche im Stand der Technik bereits zur Herstellung von Filamenten eingesetzt werden.

[0045] Beispiele für Polyolefine umfassen Homo- oder Copolymere, welche von Ethylen und/oder von Propylen, gegebenenfalls in Kombination mit weiteren ethylenisch ungesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffen, wie α -Olefinen mit vier bis acht Kohlenstoffatomen, abgeleitet sind. Polyethylen und Polypropylen kann dabei in unterschiedlichen Dichten und Kristallinitäten vorliegen.

[0046] Beispiele für Polyester umfassen thermoplastische Polymere, welche von aliphatischen, cycloaliphatischen und/oder aromatischen Dicarbonsäuren oder deren polyesterbildenden Derivaten, wie z.B. den Alkylestern, und von

aliphatischen, cycloaliphatischen und/oder aromatischen zweiwertigen Alkoholen, wie z.B. Ethylenglykol, 1,3-Propylen-
glykol und/oder Butylenglykol, abgeleitet sind. Weitere Beispiele für Polyester umfassen thermoplastisch-elastomere
Polyester (TPE-C), wie beispielsweise Polyester enthaltend wiederkehrende Butylenterephthalat-Struktureinheiten und
enthaltend wiederkehrende Polybutylenglykolterephthalat-Struktureinheiten. Vorzugsweise können dabei aromatisch-
aliphatische Polyesterhomo- oder -copolymere eingesetzt werden, wie z.B. Polybutylenterephthalat-Homopolymere oder
Copolymere enthaltend Butylenterephthalateinheiten. Derartige bevorzugte Polymere leiten sich also ab von Butyleng-
lykol und gegebenenfalls weiteren Alkoholen sowie von Terephthalsäure oder deren polyesterbildenden Derivaten, wie
Terephthalsäureestern oder -chloriden, ab. Neben oder anstelle von 1,4-Butandiol können solche Polyester von anderen
geeigneten zweiwertigen Alkoholen abgeleitete Struktureinheiten enthalten, wobei typische Vertreter hierfür aliphatische
und/oder cycloaliphatische Diole, beispielsweise 1,2-Ethandiol, 1,3-Propandiol, 1,2-Cyclohexandimethanol oder deren
Gemische, umfassen. Neben oder anstelle von Terephthalsäure oder deren polyesterbildenden Derivaten können solche
Polyester von anderen geeigneten Dicarbonsäuren oder von deren polyesterbildenden Derivaten abgeleitete Struktur-
einheiten enthalten, wobei typische Vertreter hierfür aromatische und/oder aliphatische und/oder cycloaliphatische Di-
carbonsäuren, beispielsweise Naphthalindicarbonsäure, Phthalsäure, Isophthalsäure, Cyclohexandicarbonsäure, Adi-
pinsäure, Sebacinsäure oder deren Gemische, umfassen. Es können folglich auch Kunststoff-Filamente hergestellt
werden, welche andere Polyester enthalten, wie z.B. Polybutylenterephthalat, Polyethylenterephthalat, Polypropylen-
terephthalat, Polyethylennaphthalat-Homopolymer oder Copolymere enthaltend Ethylennaphthalateinheiten. Bausteine
von thermoplastischen Copolyestern umfassen vorzugsweise die oben genannten Diole und Dicarbonsäuren, bzw.
entsprechend aufgebaute polyesterbildende Derivate. Bevorzugt können dabei Polyester zum Einsatz gelangen, deren
Lösungsviskositäten (IV-Werte) mindestens etwa 0,60 dl/g, insbesondere zwischen etwa 0,80 dl/g bis etwa 1,05 dl/g,
vorzugsweise zwischen etwa 0,80 dl/g und etwa 0,95 dl/g, betragen, jeweils gemessen bei 25°C in Dichloressigsäure
(DCE)).

[0047] Beispiele für Polyamide umfassen thermoplastische Polymere, welche von aliphatischen, cycloaliphatischen
und/oder aromatischen Dicarbonsäuren oder deren polyamidbildenden Derivaten, wie z.B. deren Salzen, und von ali-
phatischen, cycloaliphatischen und/oder aromatischen zweiwertigen Aminen, wie z.B. Hexamethylendiamin, abgeleitet
sind. Weitere Beispiele für Polyamide umfassen thermoplastisch-elastomere Polyamide (TPE-A), beispielsweise Poly-
amide enthaltend wiederkehrende Hexamethylenterephthalamid-Struktureinheiten und enthaltend wiederkehrende Po-
lyethylenglykolterephthalamid-Struktureinheiten. Bevorzugt eingesetzte Polyamide umfassen insbesondere teilkristalli-
ne aliphatische Polyamide, welche ausgehend von aliphatischen Diaminen und aliphatischen Dicarbonsäuren und/oder
cycloaliphatischen Lactamen mit wenigstens 5 Ringgliedern oder entsprechenden Aminosäuren hergestellt werden
können. Als Edukte kommen aliphatische Dicarbonsäuren, bevorzugt Adipinsäure, 2,2,4- und 2,4,4-Trimethyladipinsäu-
re, Azelainsäure und/oder Sebacinsäure, aliphatische Diamine, bevorzugt 1,4-Tetramethylendiamin, 1,6-Hexamethy-
lendiamin, 1,9-Nonandiamin, 2,2,4- und 2,4,4-Trimethylhexamethylendiamin, die isomeren Diaminodicyclohexylmetha-
ne, Diaminodicyclohexylpropane, Bis-aminomethylcyclohexan, Aminocarbonsäuren, bevorzugt Aminocaprinsäure oder
die entsprechenden Lactame in Betracht. Copolyamide aus mehreren der genannten Monomeren sind eingeschlossen.
Besonders bevorzugt können Caprolactame, insbesondere ϵ -Caprolactam, eingesetzt werden. Weiterhin bevorzugt
handelt es sich bei den erfindungsgemäß eingesetzten aliphatischen Homo- oder Copolyamiden um Polyamid 12,
Polyamid 4, Polyamid 4.6, Polyamid 6, Polyamid 6.6, Polyamid 6.9, Polyamid 6.10, Polyamid 6.12, Polyamid 6.66,
Polyamid 7.7, Polyamid 8.8, Polyamid 9.9, Polyamid 10.9, Polyamid 10.10, Polyamid 11 oder Polyamid 12. Ferner
können sich die erfindungsgemäß eingesetzten Polyester und Polyamide auch von Hydroxycarbonsäuren oder von
Aminocarbonsäuren ableiten.

[0048] Beispiele für Polyoxymethylene umfassen Homo- oder Copolymere, welche wiederkehrende Struktureinheiten
der Formel $-\text{CH}_2-\text{O}-$ enthalten.

[0049] Beispiele für Polyurethane umfassen Homo- oder Copolymere, welche von aromatischen oder (cyclo)alipha-
tischen Diisocyanaten und von (cyclo)aliphatischen oder aromatischen Diolen abgeleitet sind. Polyurethane enthalten
beispielsweise wiederkehrende Struktureinheiten der Formel $-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\text{CO}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{O}-\text{CONH}-$. Weitere Beispiele für
Polyurethane umfassen thermoplastisch-elastomere Polyurethane (TPE-U).

[0050] Beispiele für Polyphenylensulfide umfassen Poly-p-phenylensulfide, beispielsweise Homo- oder Copolymere,
welche wiederkehrende Struktureinheiten -para- $\text{C}_6\text{H}_4-\text{S}-$ enthalten. Beispiele für Polyphenylensulfone umfassen Poly-
p-phenylensulfone, beispielsweise Homo- oder Copolymere, welche wiederkehrende Struktureinheiten -para- $\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_x-$
enthalten, wobei x eine Zahl zwischen 1 und 2 bedeutet.

[0051] Beispiele für Polyphenylenether umfassen Poly-p-phenylenether, beispielsweise Homo- oder Copolymere,
welche wiederkehrende Struktureinheiten -para- $\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-$ enthalten.

[0052] Beispiele für Polyphenylenketone umfassen Poly-p-phenylenketone, beispielsweise Homo- oder Copolymere,
welche wiederkehrende Struktureinheiten -para- $\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$ enthalten.

[0053] Beispiele für Polyphenylenetherketone umfassen Poly-p-phenylenetherketone, beispielsweise Copolymere,
welche wiederkehrende Struktureinheiten -para- $\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$ und wiederkehrende Struktureinheiten -para- $\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-$ ent-
halten.

[0054] Beispiele für flüssigkristalline Polymere umfassen flüssigkristalline aromatische Polyester, beispielsweise Homo- oder Copolymere, welche von para-Hydroxybenzoesäure abgeleitete wiederkehrende Struktureinheiten enthalten.

[0055] Gemäß einer Ausführungsform einer Borste aus einem Kunststoff-Filament, dessen Polymermatrix zusätzlich zu dem thermoplastischen, aliphatischen Polyketon, welches aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut ist, wenigstens ein weiteres thermoplastisches Polymer enthält, wie eines oder mehrere Polymere der oben genannten Art, kann vorgesehen sein, dass die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes zumindest teilweise aus einem Polymer-Blend aus dem wenigstens einen thermoplastischen Polyketon und dem wenigstens einen weiteren thermoplastischen Polymer gebildet ist.

[0056] In verfahrenstechnischer Hinsicht kann in diesem Zusammenhang folglich vorgesehen sein, dass dem wenigstens einen thermoplastischen, aliphatischen Polyketon gemäß Schritt (a) bis zu etwa 30 Mass.-%, insbesondere bis zu etwa 20 Mass.-%, vorzugsweise bis zu etwa 10 Mass.-%, wenigstens eines weiteren thermoplastischen Polymers, insbesondere aus der Gruppe der Polyolefine, der Polyester, der Polyamide, der Polyoxymethylene, der Polyurethane, der Polyphenylensulfide, der Polyphenylensulfone, der Polyethersulfone, der Polyphenylenether, der Polyphenylenketone, der Polyphenylenetherketone, der Polyetherimide, der Polyetheretherketone, der thermoplastischen Elastomere, vorzugsweise in Form von thermoplastischen Polyurethanen, Polyestern und/oder Polyamiden, und der flüssigkristallinen Polymere, zugesetzt werden.

[0057] Gemäß einer weiteren Ausführungsform einer Borste aus einem Kunststoff-Filament, dessen Polymermatrix zusätzlich zu dem thermoplastischen, aliphatischen Polyketon, welches aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut ist, wenigstens ein weiteres thermoplastisches Polymer enthält, wie eines oder mehrere Polymere der oben genannten Art, kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass das Kunststoff-Filament einen Querschnitt aufweist, in welchem das wenigstens eine thermoplastische Polyketon und das wenigstens eine weitere thermoplastische Polymer räumlich getrennt, aber miteinander zusammenhängend angeordnet sind, insbesondere in einer Seite-an-Seite- und/oder einer Kern-Mantel-Struktur.

[0058] In verfahrenstechnischer Hinsicht kann in diesem Zusammenhang folglich vorgesehen sein, dass das Verfahren die folgenden zusätzlichen Schritte umfasst:

(a2) Bereitstellen einer weiteren Spinnmasse, welche wenigstens ein weiteres thermoplastisches Polymer, insbesondere aus der Gruppe der Polyolefine, der Polyester, der Polyamide, der Polyoxymethylene, der Polyurethane, der Polyphenylensulfide, der Polyphenylensulfone, der Polyethersulfone, der Polyphenylenether, der Polyphenylenketone, der Polyphenylenetherketone, der Polyetherimide, der Polyetheretherketone, der thermoplastischen Elastomere, insbesondere in Form von thermoplastischen Polyurethanen, Polyestern und/oder Polyamiden, und der flüssigkristallinen Polymere, enthält; und

(b2) Extrudieren sowohl der Spinnmasse gemäß Schritt (a) als auch der weiteren Spinnmasse gemäß Schritt (a2) in je einem Extruder durch wenigstens eine Düsenplatte mit einer oder mehreren Spinnkapillaren, so dass jede Spinnkapillare sowohl von der Spinnmasse gemäß Schritt (a) als auch von der weiteren Spinnmasse gemäß Schritt (a2) durchströmt wird.

Eine derartige Coextrusion verschiedener thermoplastischer Polymere zur Herstellung von Filamenten ist als solche aus dem Stand der Technik bekannt.

[0059] Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Querschnittsform der erfindungsgemäßen Kunststoff-Filamente nicht notwendigerweise (kreis)rund sein muss, sondern beliebig sein. So kann es sich hierbei z.B. um regelmäßige oder unregelmäßige Querschnitte, um punkt- oder achsensymmetrische Querschnitte handeln, beispielsweise um runde, ovale oder n-eckige Querschnitte, wobei n größer gleich 3 ist, um tri- oder multilobale Querschnitte und dergleichen.

[0060] Darüber hinaus kann zur Verbesserung der Reinigungswirkung der erfindungsgemäßen Borsten vorgesehen sein, dass

- ihre Mantelfläche mit einer Prägung versehen ist; und/oder
- sie in Längsrichtung gewellt ausgestaltet ist.

So kann in das Kunststoff-Filament beispielsweise mittels eines Prägewerks eine Wellung mit beliebiger Amplitude und/oder Wellenlänge eingepresst werden, oder es kann auf die Mantelfläche des Kunststoff-Filamentes z.B. eine sonstige Prägung aufgebracht werden, was zweckmäßigerweise vor dem Ablängen der Filamente gemäß Schritt (f) durchgeführt wird.

[0061] Sofern gewünscht, kann die erfindungsgemäße Borste ferner mechanisch und/oder chemisch getapert sein.

[0062] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Dabei zeigt die einzige Figur eine schematische Detailansicht einer Ausführungsform einer Zahnbürste mit aus Abschnitten eines Kunststoff-Fila-

menten auf der Basis von thermoplastischen, aliphatischen Polyketonen gebildeten, dünnen Borsten.

[0063] Die zeichnerisch wiedergegebene Zahnbürste umfasst einen Borstenträger 1 und einen (abgebrochen dargestellten) Handgriff 2, welche beim vorliegenden Ausführungsbeispiel einstückig ausgebildet und z.B. aus einem oder mehreren herkömmlichen, insbesondere thermoplastischen, Kunststoffen gefertigt sind. An dem Borstenträger 1 ist eine Mehrzahl an Borsten 3 festgelegt, welche z.B. in dem Borstenträger 1 mittels Umspritzung fixiert sein können und im vorliegenden Fall in mehreren, beispielsweise etwa matrixartig in Reihen und Spalten angeordneten Borstenbündeln 4 angeordnet sind. Die Borsten 3 bestehen aus je einem Abschnitt eines Kunststoff-Filamentes auf der Basis von thermoplastischen, aliphatischen Polyketonen, wie sie weiter oben ausführlich beschrieben sind. Der Durchmesser der Borsten beträgt vorteilhafterweise weniger als etwa 0,08 mm, z.B. im Bereich zwischen etwa 0,02 mm und etwa 0,05 mm, so dass sie während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs der Zahnbürste leicht in Zahnzwischenräume eindringen können und eine sehr hohe Anzahl an Borsten von beispielsweise zwischen etwa 5000 und etwa 7000, wie z.B. von etwa 6000, an dem Borstenträger Platz finden, um für eine sehr effiziente Reinigungswirkung zu sorgen.

Patentansprüche

1. Borste (3), welche aus einem Abschnitt eines Kunststoff-Filamentes gebildet ist, wobei die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes zumindest 70 Mass.-%, bezogen auf die gesamte Polymermatrix, wenigstens eines thermoplastischen, aliphatischen Polyketons enthält, welches aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut ist, wobei die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes ferner wenigstens ein Additiv aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthält, und wobei der maximale Durchmesser des Kunststoff-Filamentes zwischen 0,01 mm und 0,13 mm beträgt.
2. Borste nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes zumindest 80 Mass.-%, insbesondere zumindest 90 Mass.-%, vorzugsweise etwa 100%, bezogen auf die gesamte Polymermatrix, des wenigstens einen thermoplastischen, aliphatischen Polyketons enthält, welches aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut ist.
3. Borste nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem wenigstens einen thermoplastischen, aliphatischen Polyketon um ein Polyketon aus der Gruppe der Ethylen-/CO-Copolymere, der Propylen-/CO-Copolymere, der Ethylen-/Propylen-/CO-Terpolymere sowie Polymer-Blends hieraus handelt.
4. Borste nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der maximale Durchmesser des Kunststoff-Filamentes zwischen 0,01 mm und 0,11 mm, insbesondere zwischen 0,01 mm und 0,08 mm, vorzugsweise zwischen 0,01 mm und 0,06 mm, beträgt.
5. Borste nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine thermoplastische, aliphatische Polyketon wenigstens einen der folgenden Werkstoffparameter aufweist:
 - eine Schmelztemperatur zwischen 180°C und 250°C, insbesondere zwischen 190°C und 230°C;
 - einen Schmelzflussindex zwischen 1 und 350 g/10 min, insbesondere zwischen 2 und 300 g/10 min, ermittelt gemäß ASTM D1238 und ISO 1133 bei 240°C;
 - eine Streckspannung zwischen 35 MPa und 70 MPa, insbesondere zwischen 43 MPa und 63 MPa, ermittelt gemäß ASTM D638 bei 23°C; und
 - einen Biegemodul zwischen 450 MPa und 2750 MPa, insbesondere zwischen 650 MPa und 2000 MPa, ermittelt gemäß ASTM D790 bei 23°C.
6. Borste nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes
 - bis zu 10 Mass.-%, insbesondere bis zu 5 Mass.-%, bezogen auf die gesamte Polymermatrix, des wenigstens einen Additivs aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthält, wobei das wenigstens eine Additiv aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren insbesondere wenigstens ein Additiv aus der Gruppe der sterisch gehinderten Phenole, der HALS (hindered amine light stabilizer) und der Phosphite umfasst; und/oder
 - wenigstens ein weiteres Additiv aus der Gruppe der Pigmente und Farbstoffe, der Füllstoffe, der Mattierungsmittel, der Verstärkungsstoffe, der Kristallisationsbeschleuniger, der Gleitmittel und der Antistatika enthält.

7. Borste nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes bis zu 30 Mass.-%, insbesondere bis zu 20 Mass.%, vorzugsweise bis zu 10 Mass.-%, bezogen auf die gesamte Polymermatrix, wenigstens eines weiteren thermoplastischen Polymers enthält, wobei das wenigstens eine weitere thermoplastische Polymer insbesondere aus der Gruppe der Polyolefine, der Polyester, der Polyamide, der Polyoxymethylene, der Polyurethane, der Polyphenylensulfide, der Polyphenylensulfone, der Polyethersulfone, der Polyphenylenether, der Polyphenylenketone, der Polyphenylenetherketone, der Polyetherimide, der Polyetheretherketone, der thermoplastischen Elastomere, insbesondere in Form von thermoplastischen Polyurethanen, Polyestern und/oder Polyamiden, und der flüssigkristallinen Polymere gewählt ist.
8. Borste nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Polymermatrix des Kunststoff-Filamentes zumindest teilweise aus einem Polymer-Blend aus dem wenigstens einen thermoplastischen Polyketon und dem wenigstens einen weiteren thermoplastischen Polymer gebildet ist.
9. Borste nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kunststoff-Filament einen Querschnitt aufweist, in welchem das wenigstens eine thermoplastische Polyketon und das wenigstens eine weitere thermoplastische Polymer räumlich getrennt, aber miteinander zusammenhängend angeordnet sind, insbesondere in einer Seite-an-Seite- und/oder einer Kern-Mantel-Struktur.
10. Borste nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - ihre Mantelfläche mit einer Prägung versehen ist; und/oder
 - sie in Längsrichtung gewellt ausgestaltet ist; und/oder
 - sie mechanisch und/oder chemisch getapert ist.
11. Bürste mit wenigstens einem Borstenträger (1) und einer Mehrzahl von an dem Borstenträger (1) festgelegten Borsten (3), insbesondere in Form einer Zahnbürste, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich zumindest bei einigen Borsten (3) um solche nach einem der Ansprüche 1 bis 10 handelt.
12. Verfahren zur Herstellung einer Borste (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, umfassend die folgenden Schritte:
 - (a) Bereitstellen einer Spinnmasse, welche zumindest 70 Mass.-% wenigstens eines thermoplastischen, aliphatischen Polyketons enthält, welches aus Kohlenstoffmonoxid- und Alkyleinheiten aufgebaut ist, und wobei das wenigstens eine thermoplastische aliphatische Polyketon, insbesondere bis zu 10 Mass.%, wenigstens eines Additivs aus der Gruppe der Antioxidantien und der UV-Stabilisatoren enthält;
 - (b) Extrudieren der Spinnmasse gemäß Schritt (a) durch wenigstens eine Düsenplatte mit einer oder mehreren Spinnkapillaren mit einem Durchmesser von maximal 1,0 mm, insbesondere von maximal 0,8 mm, vorzugsweise von maximal 0,4 mm, wobei die Temperatur der Spinnmasse an der Austrittseite der Spinnkapillare(n) im Bereich von 190°C bis 300°C, insbesondere im Bereich von 200°C bis 270°C, vorzugsweise im Bereich von 220°C bis 260°C, eingestellt wird;
 - (c) Abziehen des gebildeten Filamentes mit einer Abzugsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 200 m/min, insbesondere von 5 bis 50 m/min, vorzugsweise unter Wahl des Verhältnisses von Abzugsgeschwindigkeit zu Austrittsgeschwindigkeit der Spinnmasse aus der Spinnkapillare von größer als 1;
 - (d) ein- oder mehrfaches Verstrecken des gebildeten Filamentes;
 - (e) gegebenenfalls Aufspulen des gebildeten Filamentes; und
 - (f) Ablängen des gebildeten Filamentes unter Erhalt der Borsten (3).
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - das wenigstens eine thermoplastische, aliphatische Polyketon gemäß Schritt (a) aus der Gruppe der Ethylen-/CO-Copolymere, der Propylen-/CO-Copolymere, der Ethylen-/Propylen-/CO-Terpolymere sowie Polymer-Blends hiervon gewählt wird; und/oder
 - dem wenigstens einen thermoplastischen, aliphatischen Polyketon gemäß Schritt (a) bis zu 30 Mass.-% wenigstens eines weiteren thermoplastischen Polymers, insbesondere aus der Gruppe der Polyolefine, der Polyester, der Polyamide, der Polyoxymethylene, der Polyurethane, der Polyphenylensulfide, der Polyphenylensulfone, der Polyethersulfone, der Polyphenylenether, der Polyphenylenketone, der Polyphenylenetherketone, der Polyetherimide, der Polyetheretherketone, der thermoplastischen Elastomere, vorzugsweise in Form von thermoplastischen Polyurethanen, Polyestern und/oder Polyamiden, und der flüssigkristallinen Polymere, zugesetzt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem wenigstens einen thermoplastischen, aliphatischen Polyketon gemäß Schritt (a) wenigstens ein weiteres Additiv aus der Gruppe der Pigmente und Farbstoffe, der Füllstoffe, der Mattierungsmittel, der Verstärkungsstoffe, der Kristallisationsbeschleuniger, der Gleitmittel und der Antistatika zugesetzt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet** durch die folgenden zusätzlichen Schritte:

(a2) Bereitstellen einer weiteren Spinnmasse, welche wenigstens ein weiteres thermoplastisches Polymer, insbesondere aus der Gruppe der Polyolefine, der Polyester, der Polyamide, der Polyoxymethylene, der Polyurethane, der Polyphenylensulfide, der Polyphenylensulfone, der Polyethersulfone, der Polyphenylenether, der Polyphenylenketone, der Polyphenylenetherketone, der Polyetherimide, der Polyetheretherketone, der thermoplastischen Elastomere, insbesondere in Form von thermoplastischen Polyurethanen, Polyestern und/oder Polyamiden, und der flüssigkristallinen Polymere, enthält; und

(b2) Extrudieren sowohl der Spinnmasse gemäß Schritt (a) als auch der weiteren Spinnmasse gemäß Schritt (a2) in je einem Extruder durch wenigstens eine Düsenplatte mit einer oder mehreren Spinnkapillaren, so dass jede Spinnkapillare sowohl von der Spinnmasse gemäß Schritt (a) als auch von der weiteren Spinnmasse gemäß Schritt (a2) durchströmt wird.

Claims

1. Bristle (3), which is formed from a portion of a plastics filament, wherein the polymer matrix of the plastics filament contains at least 70% by mass, based on the entire polymer matrix, of at least one thermoplastic aliphatic polyketone which is composed of carbon monoxide units and alkyl units, wherein the polymer matrix of the plastics filament also contains at least one additive from the group of antioxidants and UV stabilizers, and wherein the maximum diameter of the plastics filament is between 0.01 mm and 0.13 mm.

2. Bristle according to claim 1, **characterized in that** the polymer matrix of the plastics filament contains at least 80% by mass, in particular at least 90% by mass, preferably approximately 100%, based on the entire polymer matrix, of the at least one thermoplastic aliphatic polyketone which is composed of carbon monoxide units and alkyl units.

3. Bristle according to either claim 1 or claim 2, **characterized in that** the at least one thermoplastic aliphatic polyketone is a polyketone from the group of ethylene-CO copolymers, propylene-CO copolymers, ethylene-propylene-CO terpolymers, and polymer blends thereof.

4. Bristle according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the maximum diameter of the plastics filament is between 0.01 mm and 0.11 mm, in particular between 0.01 mm and 0.08 mm, preferably between 0.01 mm and 0.06 mm.

5. Bristle according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** the at least one thermoplastic aliphatic polyketone has at least one of the following material parameters:

- a melting temperature between 180°C and 250°C, in particular between 190°C and 230°C;
- a melt flow index between 1 and 350 g/10 min, in particular between 2 and 300 g/10 min, determined according to ASTM D1238 and ISO 1133 at 240°C;
- a yield stress between 35 MPa and 70 MPa, in particular between 43 MPa and 63 MPa, determined according to ASTM D638 at 23°C; and
- a flexural modulus between 450 MPa and 2750 MPa, in particular between 650 MPa and 2000 MPa, determined according to ASTM D790 at 23°C.

6. Bristle according to any of claims 1 to 5, **characterized in that** the polymer matrix of the plastics filament contains

- up to 10% by mass, in particular up to 5% by mass, based on the entire polymer matrix, of the at least one additive from the group of antioxidants and UV stabilizers, the at least one additive from the group of antioxidants and UV stabilizers comprising in particular at least one additive from the group of sterically hindered phenols, HALS (hindered amine light stabilizers) and phosphites; and/or
- at least one further additive from the group of pigments and dyes, fillers, matting agents, reinforcing materials, crystallization accelerators, lubricants and antistatic agents.

7. Bristle according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the polymer matrix of the plastics filament contains up to 30% by mass, in particular up to 20% by mass, preferably up to 10% by mass, based on the entire polymer matrix, of at least one further thermoplastic polymer, the at least one further thermoplastic polymer being selected in particular from the group of polyolefins, polyesters, polyamides, polyoxymethylenes, polyurethanes, polyphenylene sulfides, polyphenylene sulfones, polyether sulfones, polyphenylene ethers, polyphenylene ketones, polyphenylene ether ketones, polyether imides, polyether ether ketones, thermoplastic elastomers, in particular in the form of thermoplastic polyurethanes, polyesters and/or polyamides, and liquid crystalline polymers.

8. Bristle according to claim 7, **characterized in that** the polymer matrix of the plastics filament is formed, at least in part, of a polymer blend consisting of the at least one thermoplastic polyketone and the at least one further thermoplastic polymer.

9. Bristle according to either claim 7 or claim 8, **characterized in that** the plastics filament has a cross section in which the at least one thermoplastic polyketone and the at least one further thermoplastic polymer are arranged so as to be spatially separated but contiguous with respect to one another, in particular in a side-to-side and/or a core-shell structure.

10. Bristle according to any of claims 1 to 9, **characterized in that**

- its lateral surface is provided with embossing; and/or
- it is designed to be corrugated in the longitudinal direction; and/or
- it is mechanically and/or chemically tapered.

11. Brush comprising at least one bristle carrier (1) and a plurality of bristles (3) secured to the bristle carrier (1), in particular in the form of a toothbrush, **characterized in that** at least some of the bristles (3) are bristles according to any of claims 1 to 10.

12. Method for producing a bristle (3) according to any of claims 1 to 10, comprising the following steps:

(a) providing a spinning mass which contains at least 70% by mass of at least one thermoplastic aliphatic polyketone which is composed of carbon monoxide units and alkyl units, and wherein the at least one thermoplastic aliphatic polyketone contains in particular up to 10% by mass of at least one additive from the group of antioxidants and UV stabilizers;

(b) extruding the spinning mass according to step (a) through at least one die plate comprising one or more spinning capillaries that have a diameter of at most 1.0 mm, in particular at most 0.8 mm, preferably at most 0.4 mm, wherein the temperature of the spinning mass is set so as to be in the range of from 190°C to 300°C, in particular in the range of from 200°C to 270°C, preferably in the range of from 220°C to 260°C, at the exit side of the spinning capillary or capillaries;

(c) drawing-off the formed filament at a draw-off speed in the range of from 1 to 200 m/min, in particular from 5 to 50 m/min, and preferably selecting the ratio of the draw-off speed to the exit speed of the spinning mass from the spinning capillary so as to be greater than 1;

(d) stretching the formed filament once or multiple times;

(e) optionally winding the formed filament; and

(f) cutting the formed filament to length to obtain the bristles (3).

13. Method according to claim 12, **characterized in that**

- the at least one thermoplastic aliphatic polyketone according to step (a) is selected from the group of ethylene-CO copolymers, propylene-CO copolymers, ethylene-propylene-CO terpolymers, and polymer blends thereof; and/or

- up to 30% by mass of at least one further thermoplastic polymer, in particular from the group of polyolefins, polyesters, polyamides, polyoxymethylenes, polyurethanes, polyphenylene sulfides, polyphenylene sulfones, polyether sulfones, polyphenylene ethers, polyphenylene ketones, polyphenylene ether ketones, polyether imides, polyether ether ketones, thermoplastic elastomers, preferably in the form of thermoplastic polyurethanes, polyesters and/or polyamides, and liquid crystalline polymers, is added to the at least one thermoplastic aliphatic polyketone according to step (a).

14. Method according to either claim 12 or claim 13, **characterized in that** at least one further additive from the group

of pigments and dyes, fillers, matting agents, reinforcing materials, crystallization accelerators, lubricants and anti-static agents are added to the at least one thermoplastic aliphatic polyketone according to step (a).

15. Method according to any of claims 12 to 14, **characterized by** the following additional steps:

(a2) providing a further spinning mass which contains at least one further thermoplastic polymer, in particular from the group of polyolefins, polyesters, polyamides, polyoxymethylenes, polyurethanes, polyphenylene sulfides, polyphenylene sulfones, polyether sulfones, polyphenylene ethers, polyphenylene ketones, polyphenylene ether ketones, polyether imides, polyether ether ketones, thermoplastic elastomers, in particular in the form of thermoplastic polyurethanes, polyesters and/or polyamides, and liquid-crystalline polymers; and
(b2) extruding both the spinning mass according to step (a) and the further spinning mass according to step (a2), in one extruder each, through at least one die plate comprising one or more spinning capillaries, such that both the spinning mass according to step (a) and the further spinning mass according to step (a2) passes through each spinning capillary.

Revendications

1. Soie (3), laquelle est formée à partir d'une section d'un filament synthétique, la matrice polymère du filament synthétique contenant au moins 70 % en masse, par rapport à l'ensemble de la matrice polymère, d'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique, laquelle est composée de motifs de monoxyde de carbone et d'alkyle, la matrice polymère du filament synthétique contenant également au moins un additif du groupe des antioxydants et des stabilisants UV, et le diamètre maximal du filament synthétique étant compris entre 0,01 mm et 0,13 mm.
2. Soie selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la matrice polymère du filament synthétique contient au moins 80 % en masse, en particulier au moins 90 % en masse, de préférence environ 100 %, par rapport à l'ensemble de la matrice polymère, de l'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique, laquelle est constituée de motifs de monoxyde de carbone et d'alkyle.
3. Soie selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique est une polycétone du groupe des copolymères éthylène/CO, des copolymères propylène/CO, des terpolymères éthylène/propylène/CO et des mélanges de polymères fabriqués à partir de ceux-ci.
4. Soie selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le diamètre maximal du filament synthétique est compris entre 0,01 mm et 0,11 mm, en particulier entre 0,01 mm et 0,08 mm, de préférence entre 0,01 mm et 0,06 mm.
5. Soie selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** l'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique présente au moins l'un des paramètres de matériau suivants :
 - une température de fusion comprise entre 180 °C et 250 °C, en particulier entre 190 °C et 230 °C ;
 - un indice de fluidité compris entre 1 et 350 g/10 min, en particulier entre 2 et 300 g/10 min, déterminé selon ASTM D1238 et ISO 1133 à 240 °C ;
 - une limite d'élasticité comprise entre 35 MPa et 70 MPa, en particulier entre 43 MPa et 63 MPa, déterminée selon ASTM D638 à 23 °C ; et
 - un module de flexion compris entre 450 MPa et 2 750 MPa, en particulier entre 650 MPa et 2 000 MPa, déterminé selon ASTM D790 à 23 °C.
6. Soie selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la matrice polymère du filament synthétique
 - contient jusqu'à 10 % en masse, en particulier jusqu'à 5 % en masse, par rapport à l'ensemble de la matrice polymère, de l'au moins un additif du groupe des antioxydants et des stabilisants UV, l'au moins un additif du groupe des antioxydants et des stabilisants UV comprenant en particulier au moins un additif du groupe des phénols à encombrement stérique, des HALS (hindered amine light stabilizer, photostabilisant de type amine encombrée) et des phosphites ; et/ou
 - contient au moins un autre additif du groupe des pigments et colorants, charges, agents de matage, agents de renforcement, accélérateurs de cristallisation, agents lubrifiants et antistatiques.
7. Soie selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la matrice polymère du filament synthétique

contient jusqu'à 30 % en masse, en particulier jusqu'à 20 % en masse, de préférence jusqu'à 10 % en masse, par rapport à l'ensemble de la matrice polymère, d'au moins un autre polymère thermoplastique, l'au moins un autre polymère thermoplastique étant en particulier choisi dans le groupe des polyoléfines, polyesters, polyamides, polyoxyméthylènes, polyuréthanes, polyphénylènesulfures, polyphénylènesulfones, polyéthersulfones, polyphénylèneéthers, polyphénylèneécétones, polyphénylèneéthercétones, polyétherimides, polyétheréthercétones, élastomères thermoplastiques, en particulier sous forme de polyuréthanes, polyesters et/ou polyamides thermoplastiques, et des polymères à cristaux liquides.

8. Soie selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** la matrice polymère du filament synthétique est au moins partiellement formée à partir d'un mélange de polymère d'au moins une polycétone thermoplastique et d'au moins un autre polymère thermoplastique.

9. Soie selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce que** le filament synthétique présente une section transversale dans laquelle l'au moins une polycétone thermoplastique et l'au moins un autre polymère thermoplastique sont séparés spatialement, mais reliés l'un à l'autre de manière contiguë, en particulier dans une structure de type côté sur côté et/ou de type noyau-extérieur.

10. Soie selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce**

- **que** sa surface extérieure est pourvue d'un gaufrage ; et/ou
- **qu'**elle est conçue pour être ondulée dans la direction longitudinale ; et/ou
- **qu'**elle est effilée mécaniquement et/ou chimiquement.

11. Brosse comportant au moins un porte-soies (1) et une pluralité de soies (3) fixées au porte-soies (1), en particulier sous la forme d'une brosse à dents, **caractérisée en ce qu'**au moins certains soies (3) sont conçues selon l'une des revendications 1 à 10.

12. Procédé de fabrication d'une soie (3) selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant les étapes suivantes :

(a) fourniture d'une masse de filage qui contient au moins 70 % en masse d'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique, laquelle est composée de motifs de monoxyde de carbone et d'alkyle, et l'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique contenant, en particulier jusqu'à 10 % en masse, d'au moins un additif du groupe des antioxydants et des stabilisants UV ;

(b) extrusion de la masse de filage selon l'étape (a) à travers au moins une plaque de buse au moyen d'un ou plusieurs capillaires de filage d'un diamètre maximal de 1,0 mm, en particulier d'un diamètre maximal de 0,8 mm, de préférence d'un diamètre maximal de 0,4 mm, la température de la masse de filage étant réglée, au niveau du côté de sortie (n) des capillaires de filage, dans la plage de 190 °C à 300 °C, en particulier dans la plage de 200 °C à 270 °C, de préférence dans la plage de 220 °C à 260 °C ;

(c) décolage du filament formé à une vitesse de décolage comprise dans la plage de 1 à 200 m/min, en particulier de 5 à 50 m/min, de préférence en choisissant le rapport entre la vitesse de décolage et la vitesse de sortie de la masse de filage du capillaire de filage supérieur à 1 ;

(d) étirage unique ou multiple du filament formé ;

(e) enroulage éventuel du filament formé ; et

(f) découpe du filament formé tout en préservant les soies (3).

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce**

- **que** l'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique selon l'étape (a) est choisie dans le groupe des copolymères éthylène/CO, des copolymères propylène/CO, des terpolymères éthylène/propylène/CO et de mélanges de polymères de ceux-ci ; et/ou

- **que** jusqu'à 30% en masse d'au moins un autre polymère thermoplastique, en particulier du groupe des polyoléfines, polyesters, polyamides, polyoxyméthylènes, polyuréthanes, polyphénylènesulfures, polyphénylènesulfones, polyéthersulfones, polyphénylèneéthers, polyphénylèneécétones, polyphénylèneéthercétones, polyétherimides, polyétheréthercétones, élastomères thermoplastiques, de préférence sous forme de polyuréthanes, polyesters et/ou polyamides thermoplastiques, et des polymères à cristaux liquides, sont ajoutés à l'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique selon l'étape (a).

14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, **caractérisée en ce qu'**au moins un autre additif du groupe des pigments

et colorants, charges, agents de matage, agents de renforcement, accélérateurs de cristallisation, agents lubrifiants et antistatiques sont ajoutés à l'au moins une polycétone aliphatique thermoplastique selon l'étape (a).

15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, **caractérisé par** les étapes supplémentaires suivantes :

5

(a2) fourniture d'une autre masse de filage qui contient au moins un autre polymère thermoplastique, en particulier du groupe des polyoléfines, polyesters, polyamides, polyoxyméthylènes, polyuréthanes, polyphénylènesulfures, polyphénylènesulfones, polyéthersulfones, polyphénylèneéthers, polyphénylènegécétones, polyphénylèneéthercétones, polyétherimides, polyétheréthercétones, des élastomères thermoplastiques, en particulier sous forme de polyuréthanes, polyesters et/ou polyamides thermoplastiques, et des polymères à cristaux liquides ; et

10

(b2) extrusion aussi bien de la masse de filage selon l'étape (a) que de l'autre masse de filage selon l'étape (a2) dans respectivement une extrudeuse au moyen d'au moins une plaque de buse comportant un ou plusieurs capillaires de filage, de sorte que chaque capillaire de filage est traversé aussi bien par la masse de filage selon l'étape (a) que par l'autre masse de filage selon l'étape (a2).

15

20

25

30

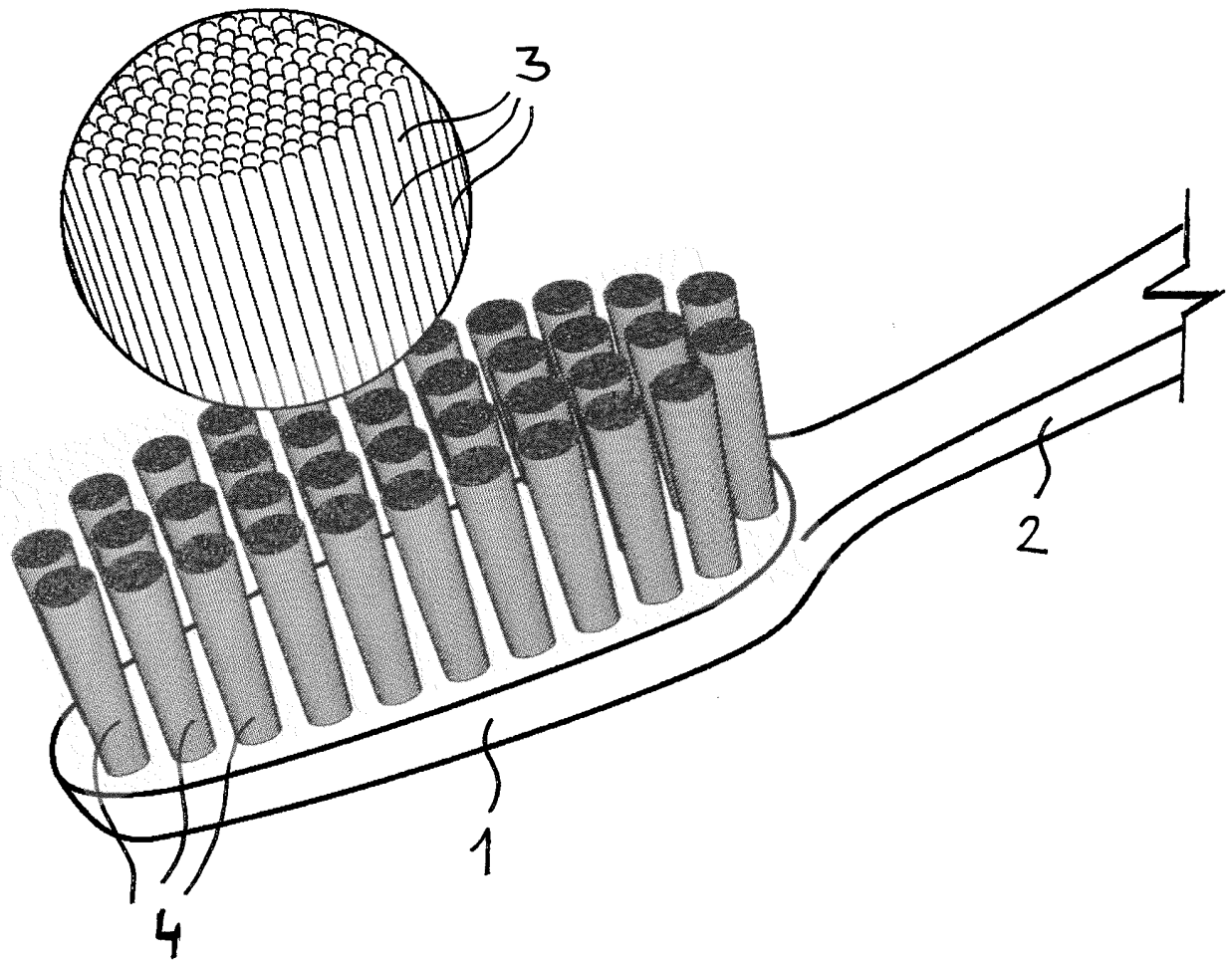
35

40

45

50

55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0310171 A2 **[0006]**
- WO 2016190594 A2 **[0007]**
- WO 2016190596 A2 **[0007]**
- US 5175210 A **[0008]**
- WO 0020512 A **[0008]**
- KR 20100010130 **[0008]**
- DE 19757607 **[0008]**
- EP 2933361 A1 **[0040]**