



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 009 761 A1** 2007.10.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 009 761.0**

(22) Anmeldetag: **01.03.2006**

(43) Offenlegungstag: **25.10.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **D06N 7/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,  
53113 Bonn, DE; Institut für Textil- und  
Verfahrenstechnik (ITV), 73770 Denkendorf, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,  
50667 Köln**

(72) Erfinder:

**Striffler, Boris, 53879 Euskirchen, DE; Cerman,  
Zdenek, 53121 Bonn, DE; Stegmaier, Thomas,  
73277 Owen, DE; Scherrieble, Andreas, 72764  
Reutlingen, DE; Barthlott, Wilhelm, Prof. Dr., 53115  
Bonn, DE; Arnim, Volker von, Dr., 73230  
Kirchheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

**DE 102 54 718 A1  
US2006/01 48 978 A1  
EP 16 74 611 A1  
WO 06/0 15 978 A1  
WO 05/0 82 616 A1  
WO 02/0 84 013 A2  
WO 96/04 123 A1**

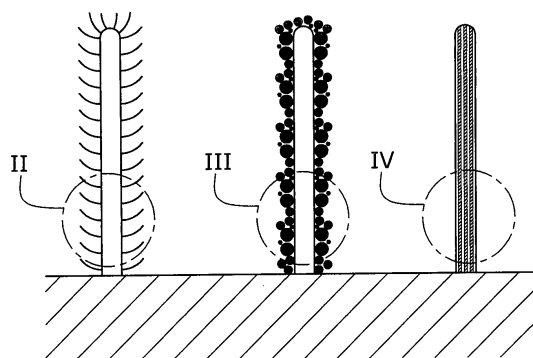
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Unbenetzbare Oberflächen**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand mit einer Oberfläche, die

- Filamente aufweist, die eine Länge von 30 bis 6000  $\mu\text{m}$ , ein Verhältnis von Durchmesser zu Länge zwischen 1 : 10 und 1 : 20 haben und mit mindestens einer Stirnseite an die Oberfläche gebunden sind,
- wobei der Abstand zwischen zwei Filamenten auf der Oberfläche so ist, dass das Verhältnis von Abstand zur Länge der Filamente zwischen 1 : 3 und 1 : 10 liegt,
- die Filamente eine Elastizität von  $10^4 - 10^{10}$  N/m<sup>2</sup> aufweisen,
- die Oberfläche des Filaments hydrophob ist, sodass der Kontaktwinkel zwischen einem Filament und Wasser größer als  $100^\circ$  ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft unbenetz-  
bare Oberflächen.

**[0002]** WO 96/04123 betrifft selbstreinigende Ober-  
flächen von Gegenständen mit Erhebungen hydro-  
phobierten Materials. Auf solchen Oberflächen abge-  
lagerte Verunreinigungen können durch bewegtes  
Wasser entfernt werden.

**[0003]** Solche Oberflächen sind in Einsatzbereichen  
interessant, in denen Oberflächen in Kontakt mit Ver-  
schmutzungen, beispielsweise aus der Luft stehen  
und durch gelegentlichen Kontakt mit Wasser, bei-  
spielsweise Regen, gereinigt werden können. Solche  
Oberflächen weisen – wie sich durch Untersuchun-  
gen ergeben haben – Kontaktwinkel von über 130°  
mit Wasser auf. Die sich kugelförmig ausbildenden  
Tropfen sind nicht in der Lage, die Oberfläche zu be-  
netzen.

**[0004]** US 2005/0061221 beschreibt das Problem  
der Reduzierung des Reibungswiderstandes bei ei-  
ner Relativbewegung zwischen einer festen Oberflä-  
che und einer Flüssigkeit. Beschrieben ist hierfür eine  
hierarchische, fraktale Struktur. Ausführungsbeispie-  
le sind nicht beschrieben.

**[0005]** WO 2005/005679 betrifft Nanofasern und  
Strukturen, die Nanofasern umfassen, sowie ihre  
Verwendung.

**[0006]** Trotzdem bleibt ein Wunsch nach Oberflä-  
chen, die durch Wasser unbenetzbar sind, d.h. nach  
Kontakt mit Wasser nicht nass sind. Solche sind ge-  
eignet, den Reibungswiderstand zwischen Wasser  
und der Oberfläche zu reduzieren und haben auch  
sonst Eigenschaften, die technologisch wünschens-  
wert sind, wie Thermoisolation oder Vermeidung von  
Biofouling.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung war es, solche Ober-  
flächen zur Verfügung zu stellen.

**[0008]** Gelöst wird die Aufgabe durch einen Gegen-  
stand mit einer Oberfläche mit folgenden Merkmalen:

- Filamenten, die eine Länge von 30 bis 6000 µm,  
ein Verhältnis von Durchmesser zu Länge zwi-  
schen 1:10 und 1:20 haben und mit mindestens  
einer Stirnseite an die Oberfläche gebunden sind,
- wobei der Abstand zwischen zwei Filamenten  
auf der Oberfläche so ist, dass das Verhältnis von  
Abstand zur Länge der Filamente zwischen 1:3  
und 1:10 ist
- die Filamente eine Elastizität von 10<sup>4</sup>–10<sup>10</sup> N/m<sup>2</sup>  
aufweisen
- die Oberfläche des Filaments hydrophob ist, so-  
dass der Kontaktwinkel zwischen einem Filament  
und Wasser größer als 100° ist.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird also ein Gegenstand  
mit einer Oberfläche bereitgestellt.

**[0010]** Ein Filament im Sinne dieser Anmeldung ist  
jedes längliche Gebilde, gleich welchen Materials,  
das die geforderten Eigenschaften aufweist. Im Tex-  
tilbereich wird unterschieden zwischen abstehenden  
Haaren, abstehenden Fasern und Filamenten, die  
eine sehr große Länge haben. Im Sinne dieser An-  
meldung wird der Begriff "Filament" jedoch für jede  
Art Struktur verwendet, die Enden aufweist. Länge  
und Durchmesser ergeben sich durch die weitere De-  
finition in den Patentansprüchen. Das Wort "Fila-  
ment" ist für diese Anmeldung gleichbedeutend mit  
denen im textilen Bereich verwendeten Begriffen "Fa-  
ser" oder "Haar". Ein Filament im Sinne dieser An-  
meldung ist auch eine längere Struktur, die mit zwei  
oder mehr Punkten an eine Oberfläche gebunden ist.  
Der Bereich zwischen zwei Kontaktpunkten definiert  
dann im Sinne dieser Anmeldung die Länge des Fila-  
mentes.

**[0011]** Soweit in diesem Anmeldungstext ein Fila-  
ment im Sinne der Textilindustrie gemeint ist, d.h. aus  
langen Fasern bestehende Strukturen, deren Länge  
nur durch das Aufwickelvermögen einer Spüle be-  
schränkt ist, wird der Begriff "Textilfilament" verwen-  
det. Solche Textilfilamente sind viele Meter lang.

**[0012]** An dieser Oberfläche befinden sich Filamen-  
te, die eine größere Länge als Durchmesser haben.  
Geeignete Längen liegen im Bereich von 30–6.000  
µm, bevorzugt 50 bis 1000 µm, mehr bevorzugt 50  
bis 200 µm sowie 1000–3000 µm.

**[0013]** Soweit an der Oberfläche Strukturen mit  
mehreren Kontaktpunkten gebunden sind, bilden die-  
se ebenfalls Filamente mit der entsprechenden Län-  
ge soweit zwischen zwei Kontaktpunkten die ent-  
sprechenden Abstände vorliegen, d.h. es wird die  
Länge der Strukturen zwischen zwei Kontaktpunkten  
gemessen; dies ist die Länge des Filaments.

**[0014]** Das Verhältnis von Durchmesser zu Länge  
(Durchmesser: Länge) liegt zwischen 1:10 und 1:20,  
bevorzugt 1:12 zu 1:18.

**[0015]** Die Filamente weisen zwei Stirnseiten auf,  
die sich jeweils am Ende der Filamente befinden.

**[0016]** In einer Ausführungsform ist genau eine  
Stirnseite an die Oberfläche gebunden. In einer an-  
deren Ausführungsform sind beide Stirnseiten ge-  
bunden, so dass das Filament an der Oberfläche eine  
Schlaufe bildet. Es sind auch Mischformen möglich,  
in denen Filamente vorkommen, die mit einer Stirn-  
seite gebunden sind und auch Filamente vorkom-  
men, die mit beiden Stirnseiten gebunden sind.

**[0017]** Die Durchmesser von Filamenten lassen

sich beispielsweise mittels Rasterelektronenmikroskopie vermessen.

**[0018]** Soweit die Fasern über die Länge unterschiedliche Durchmesser aufweisen, wird der Durchmesser in der Mitte des Filamentes (50% der Länge) zugrundegelegt.

**[0019]** Die Filamente befinden sich auf der Oberfläche in einem Abstand, wobei das Verhältnis von Abstand zur Länge der Filamente (Abstand:Länge) zwischen 1:3 und 1:10 liegt, d.h. für ein Filament mit einer Länge von 6.000 µm befindet sich ein benachbartes Filament im Bereich von 2.000–600 µm.

**[0020]** In einer Ausführungsform kann das Verhältnis auch im Bereich von 1:3 bis 1:30 liegen.

**[0021]** Wichtig für die erfindungsgemäße Oberfläche ist die Elastizität der Filamente. Die Elastizität, bestimmt als E-Modul, liegt im Bereich von  $10^4$  bis  $10^{10}$  N/m<sup>2</sup>. Die Elastizität erlaubt eine Auslenkung der Filamente. Bevorzugte Bereiche liegen zwischen  $10^6$  und  $10^8$  N/m<sup>2</sup>. Bevorzugt liegt auch das Biege-E-Modul in diesem Bereich.

**[0022]** Weiterhin muss die Oberfläche des Filamentes hydrophob sein, so dass der Kontaktwinkel zwischen einem Filament und Wasser größer als 100° ist. Das lässt sich beispielsweise mittels einem inversen Mikroskop und Ultraschallverneblung vermessen, wie dies in Suter et al., Journal of Arachnology, 32 (2004), S. 11–21 beschrieben ist. Bevorzugt liegt der Kontaktwinkel bei mehr als 110°.

**[0023]** In einer anderen Ausführungsform lässt sich die Hydrophobizität auch makroskopisch messen. Erfindungsgemäße Materialien haben bevorzugt makroskopische Kontaktwinkel von mehr als 140°.

**[0024]** Solche erfindungsgemäßen Oberflächen sind überraschenderweise in der Lage, Luft in den Strukturen so einzuschließen, dass sie durch Wasser nicht verdrängt wird; die Oberflächen sind also unbenetzbar. Wichtig ist insbesondere die Elastizität der Filamente, da diese es auch bei Strömungen erlaubt, die Luft zu halten. Bewegungen des Wassers können von den Filamenten elastisch aufgenommen werden.

**[0025]** In einer Ausführungsform hat das Filament selbst eine Struktur, die Erhebungen umfasst, die eine Höhe von 20 Nanometer bis 10 µm aufweisen. Bevorzugt sind die Erhebungen kleiner als 10 % des Durchmessers des Filamentes.

**[0026]** Bevorzugte Ausführungsformen dieser Erfindung sind beim Inkontaktbringen mit Wasser unbenetzt. Unbenetzt bedeutet, dass beim vollständigen Untertauchen der Oberfläche in Wasser in einer Tiefe von 15 cm für 48 Stunden nach dem Auftauchen des

Gegenstandes mindestens 97 % der Oberfläche nach makroskopischer Prüfung trocken sind.

**[0027]** Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung entsprechender Gegenstände mit den Schritten Herstellen einer Oberfläche mit Filamenten, so dass diese

- Filamente aufweist, die eine Länge von 30 bis 6000 µm, ein Verhältnis von Durchmesser zu Länge zwischen 1:10 und 1:20 haben und mit mindestens einer Stirnseite an die Oberfläche gebunden sind,
- wobei der Abstand zwischen zwei Filamenten auf der Oberfläche so ist, dass das Verhältnis von Abstand zur Länge der Filamente zwischen 1:3 und 1:10 ist
- die Filamente eine Elastizität von  $10^4$ – $10^{10}$  N/m<sup>2</sup> aufweisen
- die Oberfläche des Filaments hydrophob ist, so dass der Kontaktwinkel zwischen einem Filament und Wasser größer als 100° ist.

**[0028]** Für die Herstellung entsprechender Oberflächen eignen sich insbesondere Textilien beziehungsweise textile Herstellungsverfahren.

**[0029]** Geeignete Oberflächen können erhalten werden durch Textilien, in denen Textilfilamente, die sich im Thermofixierprozess verkürzen ('verkürzende Textilfilamente) mit Textilfilamenten, die sich nicht oder nur wenig in der Länge während des Thermofixierprozesses verändern, kombiniert werden. Es ist auch möglich, verkürzende Textilfilamente mit Textilfilamenten zu kombinieren, die sich im Thermofixierprozess verlängern. Der Thermofixierprozess bedeutet hierbei eine Behandlung bei 150°C für 5 Minuten. Im Textilbereich werden auch andere Bedingungen für die Thermofixierung eingesetzt.

**[0030]** Hieraus hergestellten Textilien ziehen sich durch die verkürzenden Garne etwas zusammen, während die nicht oder nur wenig in der Länge veränderliche Garne oder die sich verlängernde Garne Schlingen oder Bögen an der Oberfläche bildet.

**[0031]** Es ist auch möglich, vorgespannte Elastanfäden zu verwenden, wobei bei der Relaxation eine Schlingen- oder Bögenbildung der mitverarbeitenden Synthefaser (Stapelfaser oder Multi- oder Monofilament) erfolgt.

**[0032]** Es ist auch möglich, mechanische verwirbelte Garne zu verwenden, die zur Fixierung nachfolgend thermisch behandelt werden (beispielsweise texturierte Garne, Bauschgarne, Hochbauschgarne) eventuell in Kombination mit einem Intermingelprozess des Garns.

**[0033]** Geeignet sind auch Frotteegarne (Schlingenzwirngarn), Chenille oder Raupenzwirngarn, Um-

spinnungsgarn (Coregarn), Zwirn aus Garnen aus unterschiedlichen Materialien, Bikomponentengarne, bei denen der Mantel einen Längungsverhalten beim Thermofixierprozess aufweist oder bei dem der Kern einen gegenüber dem Mantel stärkeres Schrumpfverhalten aufweist, wodurch ein Hohlraum zwischen Kern und Mantel gebildet wird, der für den Lufteinfluss zur Verfügung steht.

**[0034]** Grundsätzlich sind Gewebe, Gestricke, Gewirke, Vliesstoffe, Geflechte, beflockte Oberflächen geeignet, insbesondere auch zweiflächige Waren wie Abstandsgewebe, Abstandsgestricke und Abstandsgewirke.

**[0035]** Es ist auch möglich, Schlingen oder Schlaufen durch eine Frottierware auf Basis eines Gewebes, Strick- oder Wirkware zu erreichen. Nach einem Thermofixierprozess können die Schlaufen auch aufgeschnitten werden, um so einseitig gebundene Filamente zu erhalten.

**[0036]** Weitere geeignete Materialien sind Florgewebe wie Samt oder Plüsch oder Kette oder Schuss, in den Ausführungen glatt (Velvet) oder mit Rippen (Cord), Plüsch- und Fellimitationen auf Basis von Strick- oder Wirkware, Tuftingware. Abstehende Fasern lassen sich auch auf einer Grundware realisieren, die bereits Garnschlingen besitzt.

**[0037]** Es kann auch durch eine Flocktechnik zunächst mittels Drucktechniken, wie Siebdruck ein Kleber aufgetragen werden, auf dem dann Flockfasern aufgebracht werden. Auch mittels Aufrauen lassen sich Schlingen aus einer Grundware herausziehen.

**[0038]** In einer Ausführungsform der Erfindung werden Abstandstextilien eingesetzt. Hier befindet sich zwischen zwei Schichten ein Abstand. Dieser kann für die Zuführung von Luft benutzt werden. Insbesondere ist es möglich, dass aus dem Zwischenbereich Luft durch die Oberlage austritt und so für neue Luftpolster sorgt. Dies könnte durch einen geringen Überdruck zwischen den Schichten unterstützt werden.

**[0039]** Im Regelfall genügt die Hydrophobizität der entsprechenden Materialien nicht, so dass anschließend eine Hydrophobierung erfolgen muss. Hierzu eignen sich Materialien, mit denen hydrophobe Beschichtungen im Textilbereich erzielt werden können, beispielsweise auf Fluorcarbonbasis, wachsartige Substanzen, Substanzen auf Silikonbasis, etc.

**[0040]** Die erfindungsgemäßen Gegenstände können beispielsweise genutzt werden, um hieraus Badebekleidung herzustellen, die trocken bleibt. Im Bereich der Wettkampfschwimmbekleidung könnte dies darüber hinaus zur Reduzierung des Strömungswi-

derstandes beitragen. Hier ist es auch möglich, durch die Konfektion des Schwimmanzuges einen Überdruck zwischen zwei Lagen eines Abstandstextils zu erreichen.

**[0041]** Weiterhin geeignet ist das Material zur Herstellung von Tauchanzügen und Anzügen für Surfer und Windsurfer; insbesondere bei Tauchern könnte die sowieso vorhandene Pressluft genutzt werden, um einen Überdruck zwischen zwei Schichten des Abstandstextils zu erhalten.

**[0042]** Neben dem Bekleidungsbereich eignen sich die erfindungsgemäßen Materialien jedoch auch zur Auskleidung von Rohren zur Reduzierung des Strömungswiderstandes. Auch ist es möglich, solche Oberflächen an Schiffsrümpfen einzusetzen. Insbesondere zusammen mit Maßnahmen zur Erneuerung der Luftschichten lässt sich so der Strömungswiderstand reduzieren.

**[0043]** [Fig. 1](#) zeigt beispielhaft Filamente auf einer Oberfläche.

**[0044]** [Fig. 2](#) zeigt die Vergrößerung II eines Filaments mit Strukturen. Hier haben die Filamente wiederum filamentartige Strukturen.

**[0045]** [Fig. 3](#) zeigt die Vergrößerung III eines Filaments mit Strukturen. Hier haben die Filamente Partikel auf der Oberfläche.

**[0046]** [Fig. 4](#) zeigt die Vergrößerung IV eines Filaments mit Strukturen. Hier haben die Filamente Rillen, die dazu führen, dass das die nicht gerillten Bereiche als Erhebungen verbleiben.

**[0047]** [Fig. 5](#) zeigt eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Textils aus sich verkürzenden und sich verlängernden Textilfilamenten. 1 cm der Aufnahme entspricht 120 µm.

**[0048]** [Fig. 6](#) zeigt ein Textilfilament mit mehreren Kontaktpunkten an der Oberfläche. Die Länge der erfindungsgemäßen Filamente ergibt sich aus dem Textilfilament zwischen zwei Kontaktpunkten.

**[0049]** Die Erfindung wird durch die folgenden Beispiele näher erläutert.

#### Beispiel 1

**[0050]** Ein Multifilamentgarn, bestehend aus Polyesterfasern aus einer sich verlängernden und einer sich verkürzenden Komponente, wurde als Leinwandbindung gewebt. Anschließend erfolgte eine Thermobehandlung, die zur Schlaufenbildung führte. Hieran schloss sich eine Beschichtung des Gewebes an. Die Beschichtung bestand aus einer fluorcarbonhaltige Verbindung in Kombination mit Nanopartikeln

auf Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder SiO<sub>2</sub> Basis.

## Patentansprüche

**[0051]** Eine wässrige Zubereitung dieser Komponenten wurde verwendet, um das Gewebe hierin zu tränken. Überschüssiges Material wurde durch ein Quetschwerk entfernt. Anschließend erfolgte ein Trocknungsschritt bei etwa 150° Celsius. Hierdurch wurde ein Flächengewichtsauftrag – in Abhängigkeit von der Konzentration des Beschichtungsmittels – von 0,1 bis 3,0 Gew. % erzielt. Entsprechende Textilien zeigten nach der Trocknung, dass sie beim 48 stündigen Eintauchen in Wasser (Tiefe 15 cm) praktisch unbenetzt blieben. Beim Herausnehmen konnte makroskopisch keine Benetzung des Materials festgestellt werden.

### Beispiel 2

#### Mikroreplik Verfahren

**[0052]** Zwei Komponenten Silikon-Abformmasse (z.B. President light body, Coltène, Schweiz) wird auf die Oberfläche von Wasserfarn (*Salvinia natans*) oder Wassersalat (*Pistia stratiotes*) aufgebracht. Nach dem Aushärten wird das flexible und gummiartige Negativ abgezogen. Das Negativ wird rechteckig zugeschnitten und dieses Verfahren mehrfach wiederholt. Anschließend werden die Negative in einer Form aneinandergereiht, um eine größere Fläche zu erreichen. Um nahtlose Übergänge zu erreichen wird von allen Seiten leichter Druck auf die Negative ausgeübt. Die so entstandene Negativform wird mit Acryllack ausgegossen. Wird ein Polymer mit hoher Hydrophobie benutzt ist keine weitere Hydrophobisierung der Replik nötig, ansonsten muss die Replik nachträglich z.B. mit Antispread F 2/50 FK 60 (Dr. Tilwich, Horb, Deutschland) hydrophobisiert werden.

### Beispiel 3

#### Kombiniertes Verfahren Fotolithografie/Ätzung

**[0053]** Herstellung einer Oberfläche aus PDMS (Polydimethylsiloxan): Auf einer Silikonoberfläche (z.B. PDMS) werden mittels Maskaligner Löcher mit einem Abstand von 3–10 µm in eine Fotomaske (positive lift-off photoresist) gestanzt. Nach Goldbesputterung wird die Fotomaske abgezogen und die verbleibenden Goldplättchen fungieren als Maske. Letztere schützen die darunter liegende Silikonschicht vor der anschließenden folgenden Plasma-Ätzung (reactive ion etching), wodurch die Filamente aus dem Silikon geätzt werden. Bei nicht ausreichender Hydrophobie ist eine nachträgliche Hydrophobisierung z.B. mit Antispread F 2/50 FK 60 (Dr. Tilwich, Horb, Deutschland) notwendig.

1. Gegenstand mit einer Oberfläche, die

- Filamente aufweist, die eine Länge von 30 bis 6000 µm, ein Verhältnis von Durchmesser zu Länge zwischen 1:10 und 1:20 haben und mit mindestens einer Stirnseite an die Oberfläche gebunden sind,
- wobei der Abstand zwischen zwei Filamenten auf der Oberfläche so ist, dass das Verhältnis von Abstand zur Länge der Filamente zwischen 1:3 und 1:10 liegt,
- die Filamente eine Elastizität von 10<sup>4</sup>–10<sup>10</sup> N/m<sup>2</sup> aufweisen
- die Oberfläche des Filaments hydrophob ist, so dass der Kontaktwinkel zwischen einem Filament und Wasser größer als 100° ist.

2. Gegenstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Filament mit einer Struktur versehen ist, die Erhebungen umfasst, die eine Höhe von 20 nm bis 10 µm aufweisen.

3. Gegenstand nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenstand beim Inkontaktbringen mit Wasser für mindestens 48 Stunden unbenetzt bleibt.

4. Gegenstand nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Filamente mit beiden Stirnseiten an die Oberfläche gebunden sind.

5. Gegenstand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Gegenstand mit der Oberfläche um ein Textil handelt.

6. Gegenstand nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Textil aus verkürzenden und nicht-verkürzenden oder verlängernden Textilfilamente besteht.

7. Verfahren zur Herstellung eines Gegenstandes nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit den Schritten

Herstellen einer Oberfläche mit Filamenten, so dass diese

- Filamente aufweist, die eine Länge von 30 bis 6000 µm, ein Verhältnis von Durchmesser zu Länge zwischen 1:10 und 1:20 haben und mit mindestens einer Stirnseite an die Oberfläche gebunden sind, wobei der Abstand zwischen zwei Filamenten auf der Oberfläche ein Verhältnis von Abstand zu Länge der Filamente zwischen 1:3 und 1:10 haben
- die Filamente eine Elastizität von 10<sup>4</sup>–10<sup>10</sup> N/m<sup>2</sup> aufweisen
- die Oberfläche des Filaments hydrophob ist, so dass der Kontaktwinkel zwischen einem Filament und Wasser größer als 100° ist.

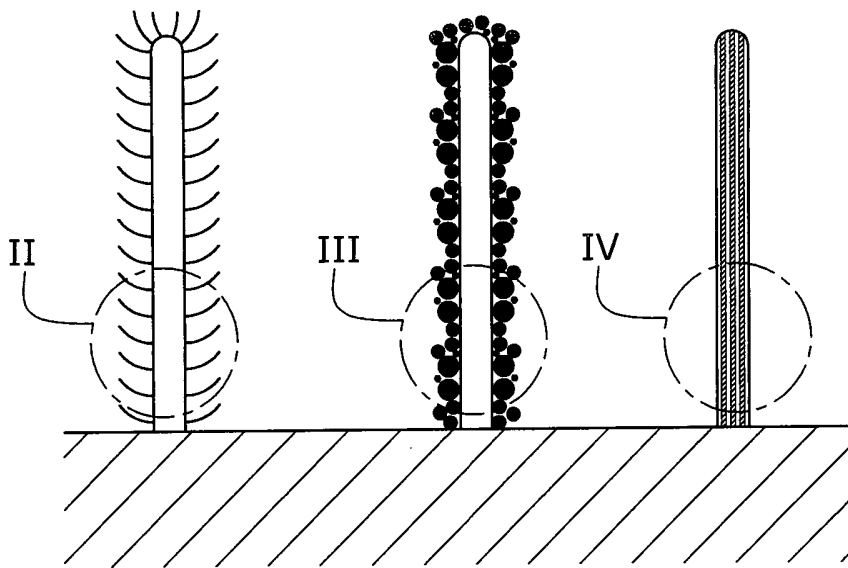
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass für die Herstellung verkürzende und

nicht-verkürzende oder verlängernde Textilfilamente eingesetzt werden.

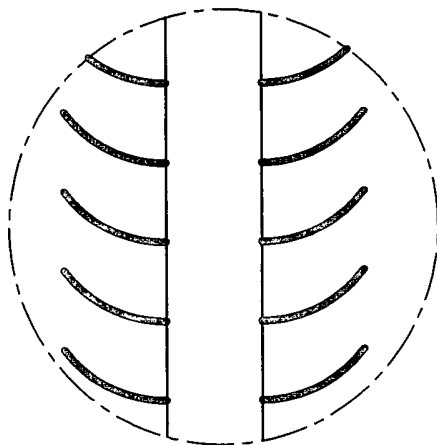
9. Verwendung des Gegenstandes nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Erzielung einer Unbenetzbarkeit des Gegenstandes.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

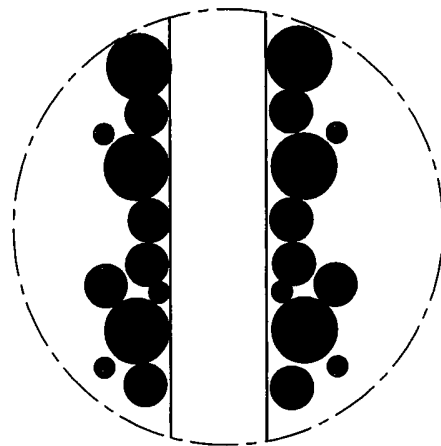
Anhängende Zeichnungen



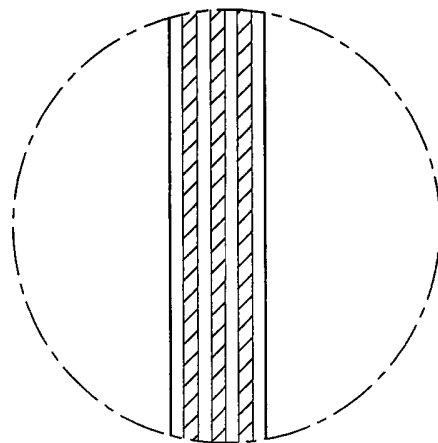
**Fig.1**



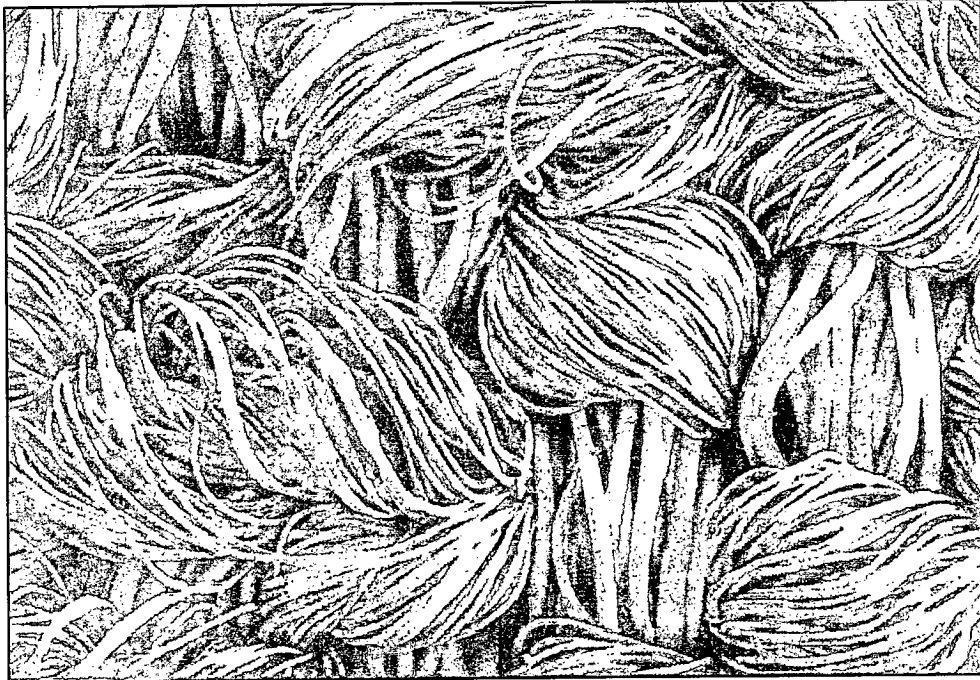
**Fig.2**



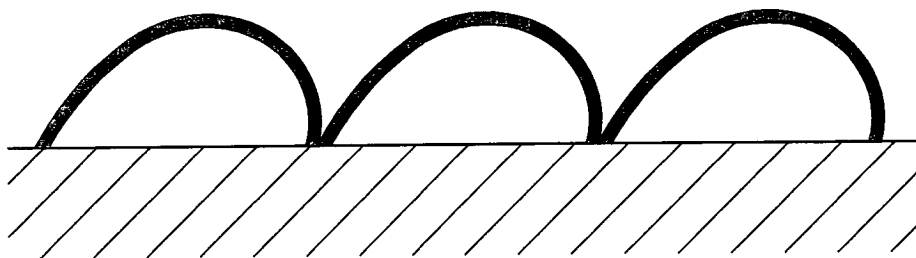
**Fig.3**



**Fig.4**



**Fig.5**



**Fig.6**