



(10) **DE 10 2012 012 888 A1** 2014.01.02

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 012 888.6**

(22) Anmeldetag: **28.06.2012**

(43) Offenlegungstag: **02.01.2014**

(51) Int Cl.: **B32B 7/04 (2012.01)**

**B32B 25/04 (2012.01)**

**B32B 25/20 (2012.01)**

**B32B 25/08 (2012.01)**

**B32B 5/18 (2012.01)**

**B32B 3/22 (2012.01)**

**B32B 7/02 (2012.01)**

**B32B 7/10 (2012.01)**

(71) Anmelder:

**Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule  
Aachen, 52062, Aachen, DE**

(74) Vertreter:

**COHAUSZ HANNIG BORKOWSKI WIRGOTT,  
40237, Düsseldorf, DE**

(72) Erfinder:

**Baumgartner, Werner, Prof. Dr., 52156, Monschau,  
DE; Bennemann, Michael, 52062, Aachen, DE;  
Scholz, Ingo, Dr., 52441, Linnich, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

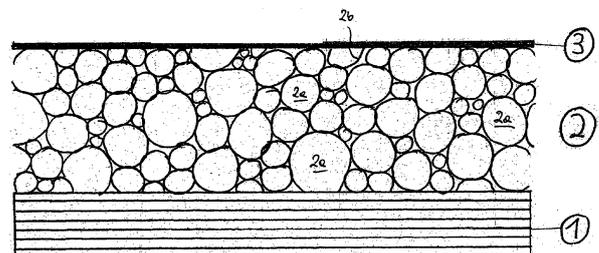
|    |                 |    |
|----|-----------------|----|
| DE | 37 41 251       | A1 |
| DE | 10 2004 048 582 | A1 |
| DE | 10 2009 022 980 | A1 |
| DE | 20 2004 009 996 | U1 |
| DE | 694 30 376      | T2 |
| DE | 695 33 651      | T2 |

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

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Haftelement**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Haftelement umfassend ein Trägersubstrat (1) und ein Haftmaterial (3), wobei das Haftmaterial (3) eine Haftoberfläche zur klebstofffreien lösbaren Befestigung an Oberflächen anderer Körper aufweist, wobei das Haftmaterial (3) mittels einer Vielzahl von nachgiebigen, insbesondere elastischen Tragelementen (2/2a/2b) am Trägersubstrat (1) angeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Haftelement mit einem Trägersubstrat und einem Haftmaterial.

**[0002]** Im Stand der Technik ist es bekannt, dass zum Beispiel das Trägersubstrat selbst einen Gegenstand darstellen kann, der mittels des Haftmaterials an einem anderen Gegenstand befestigt werden soll, oder aber dass das Trägersubstrat mittelbar hierfür eingesetzt wird. Im Stand der Technik bekannte Haftmaterialien sind beispielsweise Klebstoffe, die zwar einerseits den Vorteil haben aufgrund von einer Fließfähigkeit sich an die Oberflächenrauigkeit der Oberfläche eines anderen Körpers anzupassen, an dem die Verklebung stattfinden soll, die aber andererseits auch den Nachteil haben, dass ein Ablösen derartig verklebter Trägersubstrate nicht mehr zerstörungsfrei möglich ist.

**[0003]** Darüber hinaus können an solchen klebstoffhaltigen Haftmaterialien Verunreinigungen wie Staub anhaften, die die Klebkraft herabsetzen, wobei eine Reinigung solcher Klebstoffe nicht möglich ist.

**[0004]** Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Haftelement bereitzustellen, das die Nachteile klebstoffbasierter Haftmaterialien nicht aufweist, eine hohe Haftkraft erzeugt, wiederverwendbar und bevorzugt auch reinigbar ist.

**[0005]** Gelöst wird die Aufgabe dadurch, dass das Haftmaterial eine Haftoberfläche zur klebstofffreien, lösbaren Befestigung auf Oberflächen anderer Körper aufweist, wobei das Haftmaterial mittels einer Vielzahl von nachgiebigen, insbesondere elastischen Tragelementen am Trägersubstrat angeordnet ist.

**[0006]** Ein erster wesentlicher Kerngedanke der Erfindung ist es, dass mit der Haftoberfläche des Haftmaterials eine klebstofffreie, lösbare Befestigung des gesamten Haftelementes an Oberflächen anderer Körper möglich ist.

**[0007]** Bevorzugt werden hier als Haftmaterial zum Beispiel Materialien ausgewählt, mit denen es zu einer Wechselwirkung zwischen den Atomen beziehungsweise Molekülen des Haftmaterials und denen des Gegenstandes, an dem ein Anhaften erzielt werden soll, kommt, wobei es sich bei einer solchen Wechselwirkung insbesondere um Van-der-Waals-Kräfte handeln kann. Haftmaterialien dieser Art haben demnach den Vorteil, an die Oberfläche eines Gegenstandes angelegt werden zu können und an diesen zu haften, ohne dass es der Zwischenfügung eines weiteren Klebstoffes oder sonstiger Hilfsmittel bedarf.

**[0008]** Aufgrund der vergleichsweise geringen Wechselwirkung, insbesondere aufgrund der Van-

der-Waals-Kräfte, bedarf es zu Erzielung einer hohen Haftkraft der Realisierung einer sehr großen Kontaktfläche, was gemäß der Erfindung dadurch gelöst wird, dass das Haftmaterial, wie eingangs genannt, mit einer Vielzahl von nachgiebigen, insbesondere elastischen Tragelementen am Trägersubstrat angeordnet ist.

**[0009]** Hierdurch wird erfindungsgemäß erzielt, dass das Haftmaterial beziehungsweise dessen Haftoberfläche eine sehr leichte Verformbarkeit erhält und diese Verformbarkeit sich für eine Vielzahl kleiner Flächeneinheiten der Gesamtfläche der Haftoberfläche ergibt, die aus der Verbindung des Haftmaterials zu der Vielzahl der nachgiebigen, insbesondere elastischen Tragelementen resultiert.

**[0010]** Jedes einzelne der Tragelemente, welche die Verbindung zwischen Trägersubstrat und Haftmaterial herstellen, ist nachgiebig, insbesondere elastisch, so dass ein Flächenelement beziehungsweise eine Flächeneinheit der Haftoberfläche, welche mit einem Tragelement aus der Vielzahl aller Tragelemente verbunden ist, sich individuell zur Oberfläche eines anderen Körpers ausrichten kann aufgrund der individuellen Verformbarkeit des betreffenden Tragelementes gegenüber den anderen umgebenen Tragelementen.

**[0011]** So bildet die Haftoberfläche des Haftmaterials zwar eine einzige zusammenhängende Oberfläche, die jedoch zusammengesetzt ist aus einer Vielzahl verschieden ausrichtbarer Haftflächenelemente, wobei sich die individuelle Ausrichtbarkeit dadurch ergibt, dass ein solches Haftflächenelement nur einem oder nur wenigen Tragelementen zugeordnet ist bzw. mit diesen verbunden ist.

**[0012]** So kann sich eine Haftoberfläche des Haftmaterials eines erfindungsgemäßen Haftelementes somit im Wesentlichen an Oberflächenrauigkeiten anderer Körper problemlos anpassen, insbesondere deren Größenordnung in der Größenordnung der Abstände der einzelnen Tragelemente zueinander liegt.

**[0013]** Es kann so beispielsweise erfindungsgemäß vorgesehen sein, Haftelemente durch die Auswahl der Beabstandung der einzelnen Tragelemente zueinander anzupassen an verschiedene Oberflächenrauigkeiten anderer Körper, an denen eine Anhaftung erzielt werden soll.

**[0014]** Um generell eine Anhaftung eines Haftelementes der erfindungsgemäßen Art an einer Vielzahl von Oberflächen, beispielsweise glatter oder auch rauher oder in sonstiger Art strukturierter Oberflächen zu erzielen, kann es bevorzugt vorgesehen sein, dass die Tragelemente zueinander Abstände aufweisen, insbesondere in zwei senkrechten Richtungen parallel zur Haftoberfläche des Haftmaterials Abstände

aufweisen, die kleiner sind als 180 µm, bevorzugt kleiner 50 µm, weiter bevorzugt kleiner sind als 10 µm.

**[0015]** Alternativ kann es vorgesehen sein, dass die Abstände der Tragelemente zueinander kleiner sind als der 50-fache Querschnitt, insbesondere Durchmesser der Tragelemente, bevorzugt kleiner als der 10-fache Querschnitt, insbesondere Durchmesser.

**[0016]** So wird erzielt, dass ein Haftelement dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung an einer Vielzahl gängiger Oberflächen, wie zum Beispiel an Glasoberflächen, Papieroberflächen oder Kunststoff- oder Metalloberflächen, problemlos anhaften kann ohne jegliche, zwischen die Haftoberfläche und Oberfläche des anderen Körpers zwischengefügte Klebstoffe, da eine innige Flächenkontaktierung zwischen den beteiligten Oberflächen entstehen kann.

**[0017]** Bei dem Haftmaterial kann es sich bevorzugter Weise um ein solches Material handeln, dessen freie Energie, die das Material gewinnt, wenn es sich an eine Oberfläche eines anderen Körpers anlagert, größer ist als die Energie, die im Material aufgebracht werden muss, um es an die Oberfläche anzupassen.

**[0018]** Besonders geeignete Materialien sind beispielsweise Polyurethan, Polydimethylsiloxan oder allgemein Silikone. Diese haben die Eigenschaft, insbesondere auch im vernetzten Zustand eine hohe Haftung zu anderen Körperoberflächen aufzuweisen, so dass Haftmaterialien dieser Art ohne Zwischenfüllung von Klebstoffen mit anderen Körperoberflächen verbunden, insbesondere lösbar verbunden werden können. Beispielhaft ebenfalls geeignet sind Kautschuk, Weich-Polyvinylchlorid, Polyvinylsiloxan.

**[0019]** Allgemein können weiterhin bevorzugte Materialien des Haftmaterials solche sein, die eine Härte aufweisen, von Shore-A-0 bis 60 und/oder ein Elastizitätsmodul von 0 bis 0.2 GPa.

**[0020]** In einer möglichen konstruktiven Ausführungsform der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass das Haftmaterial selbst als eine Membran ausgebildet ist, deren eine Seite die Haftoberfläche bildet und deren andere Seite mit der Vielzahl der eingangs genannten Tragelemente verbunden ist, insbesondere durch die Tragelemente unterstützt ist. So bildet ein Haftelement dieser erfindungsgemäßen Art ein im Wesentlichen dreischichtiges Element, mit einer ersten unteren Schicht, die durch das Trägersubstrat gegeben ist, eine weitere Schicht, die durch die Vielzahl der Tragelemente gegeben ist sowie die dritte Schicht, die durch die Membran aus dem Haftmaterial gegeben ist, welche mit der Vielzahl der Tragelemente dementsprechend an dem Trägersubstrat angeordnet beziehungsweise befestigt ist.

**[0021]** In einer anderen Ausführungsform kann es auch vorgesehen sein, dass das Haftmaterial die Zwischenräume zwischen der Vielzahl der Tragelemente zumindest teilweise ausfüllt. Dabei kann es vorgesehen sein, dass die Zwischenräume der Vielzahl von zueinander beabstandeten Tragelementen zumindest in einem oberen Bereich (sofern man das Trägersubstrat als untenliegend bezeichnet) mit dem Haftmaterial ausgefüllt sind, gegebenenfalls auch vollständig die Zwischenräume ausgefüllt sind, in jedem Fall jedoch ein Ausfüllen derart erfolgt, dass dieses bis zum jeweiligen vom Trägersubstrat abgewandten Ende der Trägerelemente erfolgt, so dass sich zumindest zwischen gegebenenfalls auch oberhalb dieser abgewandten Enden der Trägerelemente eine Haftoberfläche des Haftmaterials ergibt, die andere Oberflächen von anderen Körpern kontaktieren kann.

**[0022]** Gegebenenfalls kann diese Ausführungsform der gefüllten Zwischenräume mit der zuvor genannten Ausführungsform einer die Tragelemente überspannenden Membran aus Haftmaterial kombiniert werden, so dass sich demnach eine Überdeckung der Tragelemente mit einem Teil des Haftmaterials sowie auch eine Füllung der Zwischenräume zwischen den Tragelementen ergibt.

**[0023]** In einer Ausführungsform, in welcher die Zwischenräume zwischen den Tragelementen mit dem Haftmaterial ausgefüllt sind, besteht auch die Möglichkeit, ein solches Haftmaterial zum Einsatz zu bringen, das selbst nicht formstabil ist, also zum Beispiel eine Fließfähigkeit aufweist, die jedoch durch die Einbindung des Haftmaterials in die Zwischenräume der Tragelemente unterbunden wird.

**[0024]** Im Regelfall wird für das Haftmaterial jedoch bevorzugt ein solches Material eingesetzt, das in sich formstabil ist und das zum Beispiel bei der Ausführungsform als Membran in sehr dünnen Schichtstärken hergestellt werden kann, zum Beispiel durch einen Spin-coating-Prozess. Erfindungsgemäß kann es hier vorgesehen sein, Dicken einer Membran des Haftmaterials im Bereich von 100 nm bis 100 µm zu verwenden. Bevorzugt kann die Dicke der Membran kleiner gleich dem Abstand der Tragelemente sein.

**[0025]** Eine mögliche Ausführungsform, die eingangs genannten elastischen Tragelemente auszubilden wird darin gesehen, dass die Tragelemente durch die Zellen und/oder Zellwände eines offenzelligen oder auch geschlossenzelligen Schaumes gebildet werden. Ein solcher Schaum kann beispielsweise aus dem Haftmaterial selbst gewählt sein oder aber auch aus einem anderen Material.

**[0026]** Bei einer solchen Ausführungsform ist es ersichtlich, dass die Haftoberfläche des Haftmaterials, insbesondere eine dünne Membran des Haftmate-

rials, eine Vielzahl von Zellen bzw. Zellwände des Schaumes kontaktiert, insbesondere in einer oberen Zellschicht des Schaumes, so dass das Haftmaterial, insbesondere die Membran an den Orten einer darunterliegenden Zellwand unterstützt ist, sich jedoch auch nicht unterstützte Bereiche ergeben, die einem Zellinneren gegenüberliegen.

**[0027]** So weist die Haftoberfläche des Haftmaterials eine Unterteilung in eine Vielzahl kleiner Flächenbereiche mit jeweils eigener Nachgiebigkeit aus, wobei die Vielzahl der Flächenbereiche im Wesentlichen durch die Porosität des Schaumes beziehungsweise Abstände oder die Periodizität der Schaumzellen definiert ist.

**[0028]** Aufgrund der Vielzahl der Zellen innerhalb des Schaumes weist das Gesamtgebilde des erfindungsgemäßen Haftelementes eine hohe innere Steifigkeit auf, obwohl die Haftoberfläche des Haftelementes, die eine jeweils einzelne Zelle des Schaumes beziehungsweise einzelne Zellwände kontaktiert, eine lokale hohe Nachgiebigkeit hat. Es ergibt sich hierdurch eine sehr gute Anpassbarkeit der Haftoberfläche an Oberflächen anderer Körper, an denen ein Anhaften erfolgen soll.

**[0029]** In einer anderen bevorzugten Ausführungsform kann es auch vorgesehen sein, dass die einzelnen elastischen Tragelemente ausgebildet sind durch jeweils einzelne oder untereinander verbundene Stege oder Balken, die sich vom Trägersubstrat wegerstrecken. Hier kann in gleicher Weise wie bei der vorherigen Ausführungsform eine Überdeckung dieser Balken oder stegartiger Tragelemente mit einer Membran aus dem Haftmaterial erfolgen, ebenso wie eine Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Stegen beziehungsweise Balken mit dem Haftmaterial.

**[0030]** In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform kann es auch vorgesehen sein, dass sich die Balken beziehungsweise Stege in Richtung zum Haftmaterial verjüngen und hierdurch an deren oberen Enden eine besonders hohe jeweilige Nachgiebigkeit aufweisen.

**[0031]** In einer bevorzugten Ausführung kann es allgemein ebenso vorgesehen sein, dass die Vielzahl der Tragelemente eine zwischen Haftmaterial und dem Trägersubstrat angeordnete Schicht bildet, die eine Anisotropie aufweist. Eine solche Anisotropie kann insbesondere gewünscht sein, wenn bevorzugt besondere Eigenschaften der Anhaftung beziehungsweise der Lösbarkeit des erfindungsgemäßen Haftelementes gewünscht werden. So kann sich hierdurch ein besonders leichtes Anhaften bei einer Bewegung in eine bestimmte erste Richtung ergeben, wohingegen in einer anderen Richtung ein Ablösen, zum Beispiel durch einen Abschälprozess des Haft-

materials von der Oberfläche eines anderen Körpers unterstützt wird.

**[0032]** Bevorzugt kann es hier vorgesehen sein, dass die Richtung einer Anisotropie abweichend ist von der Senkrechten zur Haftoberfläche bzw. zum Trägersubstrat.

**[0033]** Mit Bezug auf die beiden vorgenannten Ausführungsformen kann eine Anisotropie bei einem Schaum zum Beispiel dadurch erzielt werden, dass die einzelnen Zellen des Schaumes eine Streckung aufweisen, somit eine ausgezeichnete Längserstreckungsrichtung gegenüber einer breiten Ausdehnung. Hier kann es vorgesehen sein, dass diese Längserstreckungsausrichtung abweichend ist von der Senkrechten zur Haftoberfläche beziehungsweise zum Trägersubstrat.

**[0034]** Bei der Ausführungsform mit Stegen beziehungsweise Balken als Tragelemente kann es vorgesehen sein, dass die Erstreckungsrichtung der Balken abweichend ist von der Senkrechten zur Haftoberfläche beziehungsweise zum Trägersubstrat.

**[0035]** Bei sämtlichen Ausführungen einer so erzielten Anisotropie also beispielsweise mittels eines Schaumes oder auch der Balken beziehungsweise Stege, kann es vorgesehen sein, dass die Richtung der Anisotropie im Bereich von 30 bis 75°, bevorzugt 30 bis 60° relativ zur Haftoberfläche beziehungsweise zum Trägersubstrat liegt.

**[0036]** Ein solcher Winkelbereich ist deswegen bevorzugt, da das Anlegen eines erfindungsgemäßen Haftelementes an die Oberfläche eines anderen Körpers zum Beispiel im Wesentlichen durch eine senkrechte Bewegung relativ zur Oberfläche des anderen Körpers erfolgt, das heißt, dass die sich aneinander annähernden Oberflächen von Körper und erfindungsgemäßem Haftelement eine Bewegung parallel zu deren jeweiligen Flächennormalen ausführen. Da nun die Haftoberfläche beziehungsweise das Haftmaterial eines erfindungsgemäßen Haftelementes mit Tragelementen unterstützt ist, die sich in einem Winkel, das heißt, schräg zur Bewegungsrichtung beim Anlegen erstrecken, wird es erzielt, dass die Tragelemente dem aufgewandten Druck beim Anlegen nachgeben.

**[0037]** Die Steifigkeit des gesamten Haftelementes innerhalb der Tragelemente kann demnach durch den Winkel der Tragelemente relativ zur Haftoberfläche beziehungsweise zum Trägersubstrat eingestellt beziehungsweise gewählt werden.

**[0038]** Dabei wird das Gesamtsystem umso steifer, das heißt, die Nachgiebigkeit der Trägerelemente nimmt ab, je mehr die Ausrichtung der Trägerele-

mente sich der Senkrechten zur Haftoberfläche beziehungsweise zum Trägersubstrat annähert.

**[0039]** In einer Weiterbildung dieses erfindungsgemäßen Haftelementes kann es vorgesehen sein, dass die Haftoberfläche des Haftmaterials profiliert ist. Zum einen wird hierdurch eine weitere Oberflächenvergrößerung der Haftoberfläche erzielt, es kann jedoch auch vorgesehen sein, durch eine solche Profilierung insbesondere eine rillenartige Profilierung, die Verdrängung von Luft und/oder Feuchtigkeit beim Anlegen der Haftoberfläche an eine andere Oberfläche zu unterstützen.

**[0040]** Ausführungsformen der Erfindung sind in den nachfolgenden Figuren dargestellt. Es zeigen:

**[0041]** Fig. 1: ein erfindungsgemäßes Haftelement mit Zellen eines Schaumes als Tragelemente.

**[0042]** Fig. 2: gegenüber der Haftoberfläche beziehungsweise dem Trägersubstrat schräg gestellte Balken beziehungsweise Stege als Tragelemente

**[0043]** Fig. 3: eine mikroskopische Betrachtung der Anpassung der Haftoberfläche an die Oberfläche eines anderen Körpers

**[0044]** Fig. 4: eine erfindungsgemäßes Haftelement, bei dem die Zwischenräume zwischen den Tragelemente mit dem Haftmaterial gefüllt sind.

**[0045]** Die Fig. 1 zeigt einen ersten erfindungsgemäßen Aufbau, der im Wesentlichen dreischichtig ist und ein Trägersubstrat **1** umfasst, auf welchem als Tragelemente eine Vielzahl von Zellen **2a** angeordnet sind, die in diesem Fall durch einen geschlossenzelligen Schaum realisiert sind, der eine Schicht **2** bildet, auf welcher eine Membran eines Haftmaterials als Schicht **3** angeordnet ist.

**[0046]** Erkennbar ist es an dieser Darstellung, dass das membranartig ausgebildete Haftmaterial **3** unterseitig durch die einzelnen Zellen **2a** bzw. die Zellwände **2b** des Schaumes unterstützt sind. Es ergibt sich hierdurch eine lokale Nachgiebigkeit der Haftmaterialmembran **3** durch die Nachgiebigkeit der einzelnen Zellen **2a** des Schaumes beziehungsweise der jeweiligen Zellwände **2b**.

**[0047]** Die Oberfläche der Membran **3** bildet demnach einzelne Flächeneinheiten, die im Wesentlichen korrespondierend sind zu den Kontaktflächen zu jeweiligen Zellen **2a** des Schaumes. Durch die Porosität beziehungsweise die Zellweite des eingesetzten Schaumes ist somit die lokale Nachgiebigkeit der Haftmaterialmembran **3** definiert. Hier kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass Zellweiten von 1 bis 50 µm, bevorzugt im Bereich von 2 bis 10 µm gewählt werden, um zu erreichen, dass die Haftmate-

rialmembran **3** sich an die Rauigkeiten üblicher als „glatt“ angesehener Oberflächen anpassen kann, die jedoch bei mikroskopischer Betrachtung Rauigkeiten im Bereich von wenigen µm aufweisen. Aufgrund dieser Nachgiebigkeit der Haftmaterialmembran im µm-Bereich ergibt sich somit eine ausgesprochene große Flächenkontaktierung zur anderen Oberflächen von Körper im Wesentlichen jeglicher Art.

**[0048]** Die Fig. 2 zeigt demgegenüber eine alternative Ausführungsform, die ebenso einen dreischichtigen Aufbau gemäß der Fig. 1 zeigt, bei der jedoch die Tragelemente der Schicht **2** durch einzelne Stege beziehungsweise Balken **2a** realisiert sind, die sich zwischen Trägersubstrat **1** und einer Membran **3** aus einem Haftmaterial erstrecken. Hier ist die Ausführungsform derart gewählt, dass die einzelnen Tragelemente **2** beziehungsweise die Stege oder Balken im vorliegenden Fall nicht senkrecht sondern leicht geneigt zur Senkrechten zwischen Trägersubstrat und Membran **3** verlaufen, was die lokale Nachgiebigkeit unterstützt. Z. B. kann der Winkel 30–75 Grad, in dieser konkreten Ausgestaltung bevorzugt 57 Grad entsprechen. Hier kann auch eine nicht gezeigte Ausführungsform realisiert sein, bei der sich der Querschnitt der Stege beziehungsweise der Balken in Richtung zur Haftoberfläche beziehungsweise zum Haftmaterial verjüngt.

**[0049]** Die Fig. 3 zeigt insbesondere mit inhaltlichem Bezug auf die Ausführungsform der Fig. 2 in einer mikroskopischen Darstellung die Anpassbarkeit des membranartigen Haftmaterials **3** an die mikroskopisch strukturierte Oberfläche **4** eines anderen Körpers, an dem eine Anhaftung des Haftelementes erfolgen soll.

**[0050]** Hier zeigt sich, dass die einzelnen Tragelemente **2a**, die hier als Balken beziehungsweise als Stege ausgebildet sind, bei einem Anlegen des Haftelementes an die Oberfläche **4** jeweils lokal nachgeben, so dass sich die Haftoberfläche der Membran **3** besonders gut an die Oberflächenstrukturierung des anderen Körpers anpassen kann. Hierbei erfährt im Wesentlichen jeder Steg beziehungsweise jeder Balken **2a** seine eigene individuelle Verformung, durch welche der jeweilige einem solchen Balken beziehungsweise einem solchen Steg oder allgemein einem solchen Tragelement zugeordneter Flächenbereich der Membran an die Oberfläche des anderen Körpers angelegt wird.

**[0051]** Die Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stegen beziehungsweise Balken **2a** einer Schicht **2** aus einer Vielzahl von Tragelementen gefüllt ist durch das Haftmaterial.

**[0052]** Hierbei ergibt sich eine Haftoberfläche des Haftmaterials, die jeweils nur durch die oberen En-

den, das heißt, die vom Trägersubstrat **1** entfernten Enden der Tragelemente **2a** lokal durchbrochen ist. Dabei ist die Füllung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Tragelementen **2a** mit dem Haftmaterial direkt bis zum oberen Ende der Tragelemente vorgenommen, um zu verhindern, dass diese Enden der Tragelemente eine Kontaktierung zwischen Haftmaterial und einer gegenüberliegenden Oberfläche verhindern.

**[0053]** Die Ausführungsform der **Fig. 4** kann der mit der Ausführungsform der **Fig. 2** kombiniert werden, das heißt, die Ausführung der **Fig. 4** kann auch mit einer Membran **3** aus Haftmaterial zusätzlich überdeckt sein.

**[0054]** Die **Fig. 1** bis **Fig. 4** zeigen im Wesentlichen seitliche Schnittansichten eines erfindungsgemäßen Haftelementes, es ist jedoch ersichtlich so, dass die hier gezeigte Periodizität bzw. Beabstandung der Tragelemente in zumindest zwei Dimensionen parallel zur Haftoberfläche des Haftmaterials wie zum Beispiel der Membran **3** gegeben ist. Bezüglich des Schaumes der **Fig. 1** ist eine Periodizität der Zellen sogar in drei Dimensionen realisiert.

**[0055]** Weiterhin ist aus den Figuren ersichtlich, dass die Ausführungsformen der **Fig. 1** eine isotrope Schicht von Tragelementen zwischen Trägersubstrat und **3** ausbildet, wohingegen die Ausführungen der **Fig. 2** bis **Fig. 4** aufgrund der gerichteten Erstreckung der Balken beziehungsweise Stege zu einem anisotropen Verhalten der aus den Tragelementen bestehenden Schicht **2** führt.

**[0056]** Allgemein hat das gemäß der Erfindung realisierte Haftelement die besonderen Vorteile, eine hohe Haftkraft zu realisieren aufgrund der besonders guten Anschmiegbarekeit beziehungsweise Nachgiebigkeit der durch die Vielzahl von Tragelementen unterstützten Haftoberfläche mit Abständen der einzelnen Tragelemente zueinander im  $\mu\text{m}$ -Bereich, wobei sich weiterhin die Möglichkeit erschließt, ein solches Haftelement vielfach wiederzuverwenden, da das Haftmaterial klebstofffrei an anderen Oberflächen haftet und somit gegebenenfalls auch mit Wasser oder anderen Lösungsmittel von anhaftendem Schmutz gereinigt werden kann. Ein Haftelement der erfindungsgemäßen Art haftet aufgrund seiner mikroskopischen Nachgiebigkeit der Haftoberfläche im Wesentlichen auf allen glatten, rauen sowie auch auf porösen Untergründen.

**[0057]** Die Erfindung hat weiterhin den Vorteil, dass ein Haftelement für die Initialisierung einer Haftung mit lediglich geringem Druck an eine andere Oberfläche angepresst werden kann, da bereits hierdurch die Oberflächenanpassung durch die nachgiebige Unterstützung des Haftmaterials erzielt und somit eine hohe Kontaktfläche erreicht wird.

**[0058]** Vorteilhaft ist es auch, dass das Haftmaterial beziehungsweise das gesamte Haftelement aus nicht-toxischen Substanzen hergestellt werden kann, wie beispielsweise aus Silikonen. Da die Haftung wie eingangs beschrieben, im Wesentlichen auf intermolekularer Wechselwirkung unter Ausschluss jeglicher Klebstoffe stattfindet, ist die Haftung eines erfindungsgemäßen Haftelementes auch weiterhin unabhängig von dem Umgebungsluftdruck, so dass sich auch hierdurch ein weites Anwendungsspektrum für erfindungsgemäße Haftelemente auch im Bereich der Vakuumtechnologie erschließt.

## Patentansprüche

1. Haftelement umfassend ein Trägersubstrat (**1**) und ein Haftmaterial (**3**), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Haftmaterial (**3**) eine Haftoberfläche zur klebstofffreien lösbaren Befestigung an Oberflächen anderer Körper aufweist, wobei das Haftmaterial (**3**) mittels einer Vielzahl von nachgiebigen, insbesondere elastischen Tragelementen (**2/2a/2b**) am Trägersubstrat (**1**) angeordnet ist.

2. Haftelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragelemente (**2a, 2b**) zueinander Abstände aufweisen, insbesondere in zwei zueinander senkrechten Richtungen parallel zur Haftoberfläche des Haftmaterials (**3**) Abstände aufweisen, die kleiner sind als 50 mal der Querschnitt, insbesondere Durchmesser der Tragelemente (**2, 2a, 2b**), bevorzugt kleiner sind als 10 mal der Querschnitt, insbesondere Durchmesser der Tragelemente (**2, 2a, 2b**).

3. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragelemente (**2, 2a, 2b**) zueinander Abstände aufweisen, insbesondere in zwei zueinander senkrechten Richtungen parallel zur Haftoberfläche des Haftmaterials (**3**) Abstände aufweisen, die kleiner sind als 180 Mikrometer, bevorzugt kleiner als 50 Mikrometer, weiter bevorzugt kleiner sind als 10 Mikrometer.

4. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Haftmaterial (**3**) eine Membran ausbildet, deren eine Seite die Haftoberfläche bildet und deren andere Seite mit der Vielzahl der Tragelemente (**2, 2a, 2b**) verbunden ist.

5. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Haftmaterial (**3**) die Zwischenräume zwischen der Vielzahl der Tragelementen (**2, 2a, 2b**) zumindest teilweise ausfüllt, insbesondere zumindest bis zum jeweiligen vom Trägersubstrat (**1**) abgewandten Ende der Tragelemente (**2, 2a, 2b**).

6. Haftelement nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das in den Zwischenräumen angeordnete Haftmaterial (3) nicht selbst formstabil ist.

7. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elastischen Tragelemente (2, 2a, 2b) ausgebildet sind durch eine der folgenden Alternativen:

a. die Zellen (2a) und/oder Zellwände (2b) eines offenzelligen oder geschlossenzelligen Schaumes, der aus dem Haftmaterial (3) selbst oder einem anderen Material ausgebildet ist.

b. durch jeweils einzelne oder untereinander verbundene Stege oder Balken (2b), die sich vom Trägersubstrat (1), insbesondere verjüngend, weg erstrecken, insbesondere in einem von 90 Grad abweichenden Winkel.

8. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Haftmaterial (3) ein solches Material ist, dessen freie Energie, die das Material gewinnt, wenn es sich an eine Oberfläche eines anderen Körpers anlagert, größer ist als die Energie, die im Material aufgebracht werden muss, um es an die Oberfläche anzupassen.

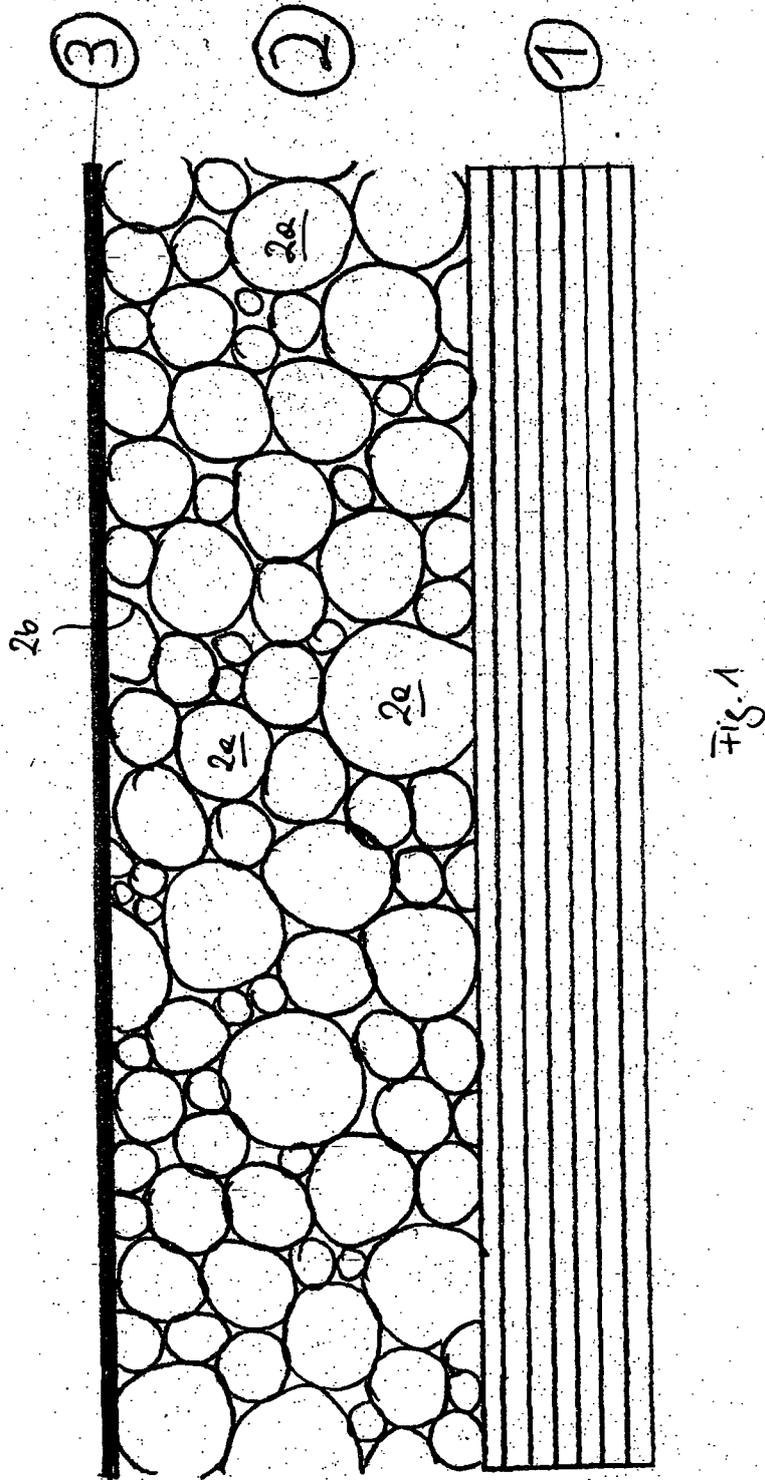
9. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Haftmaterial (3) handelt um eines der folgenden Materialien: Silikon, Polyurethan, Polydimethylsiloxan, Kautschuk, Weich-Polyvinylchlorid, Polyvinylsiloxan.

10. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vielzahl der Tragelemente (2, 2a, 2b) eine zwischen der Haftoberfläche des Haftmaterials (3) und dem Trägersubstrat (1) angeordnete Schicht (2) bildet, die eine Anisotropie aufweist, insbesondere wobei eine Richtung der Anisotropie abweichend ist von der Senkrechten zur Haftoberfläche.

11. Haftelement nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haftoberfläche des Haftmaterials (3) profiliert ist, insbesondere gerillt ist, insbesondere zur Unterstützung der Verdrängung von Luft und/oder Feuchtigkeit bei Anlegen der Haftoberfläche an eine andere Oberfläche.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



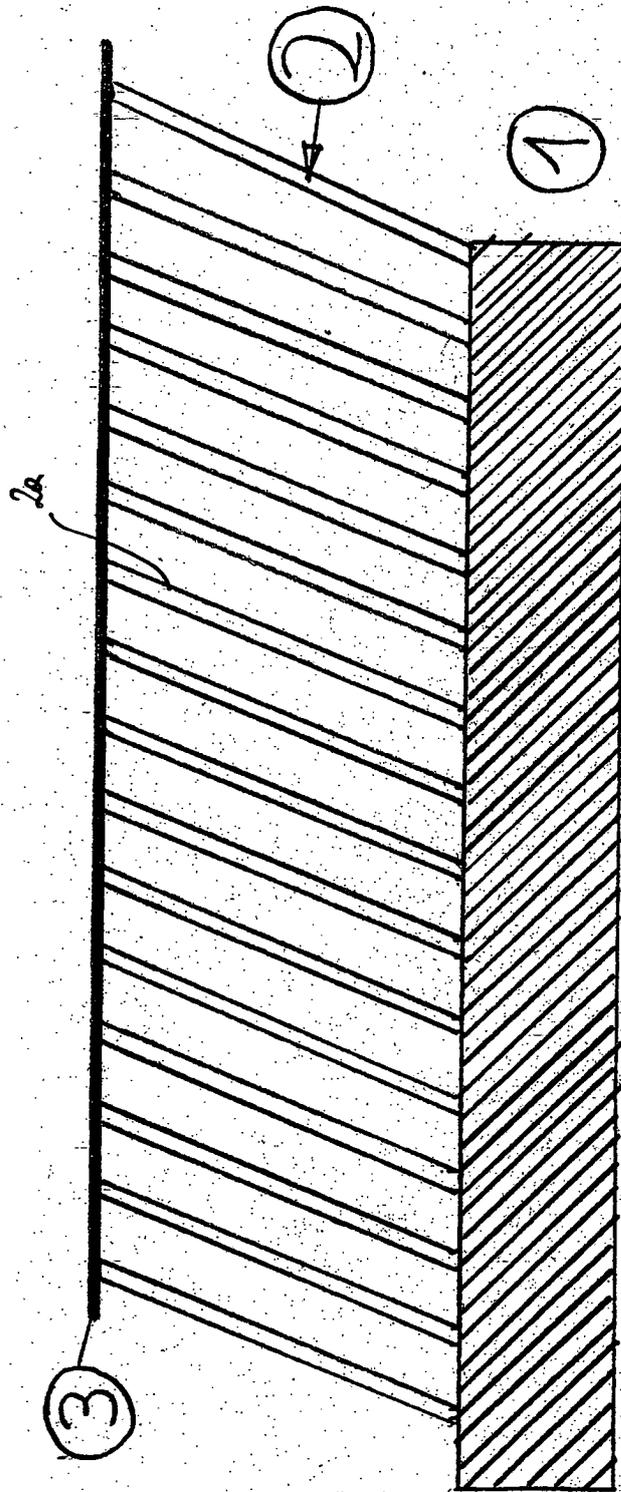
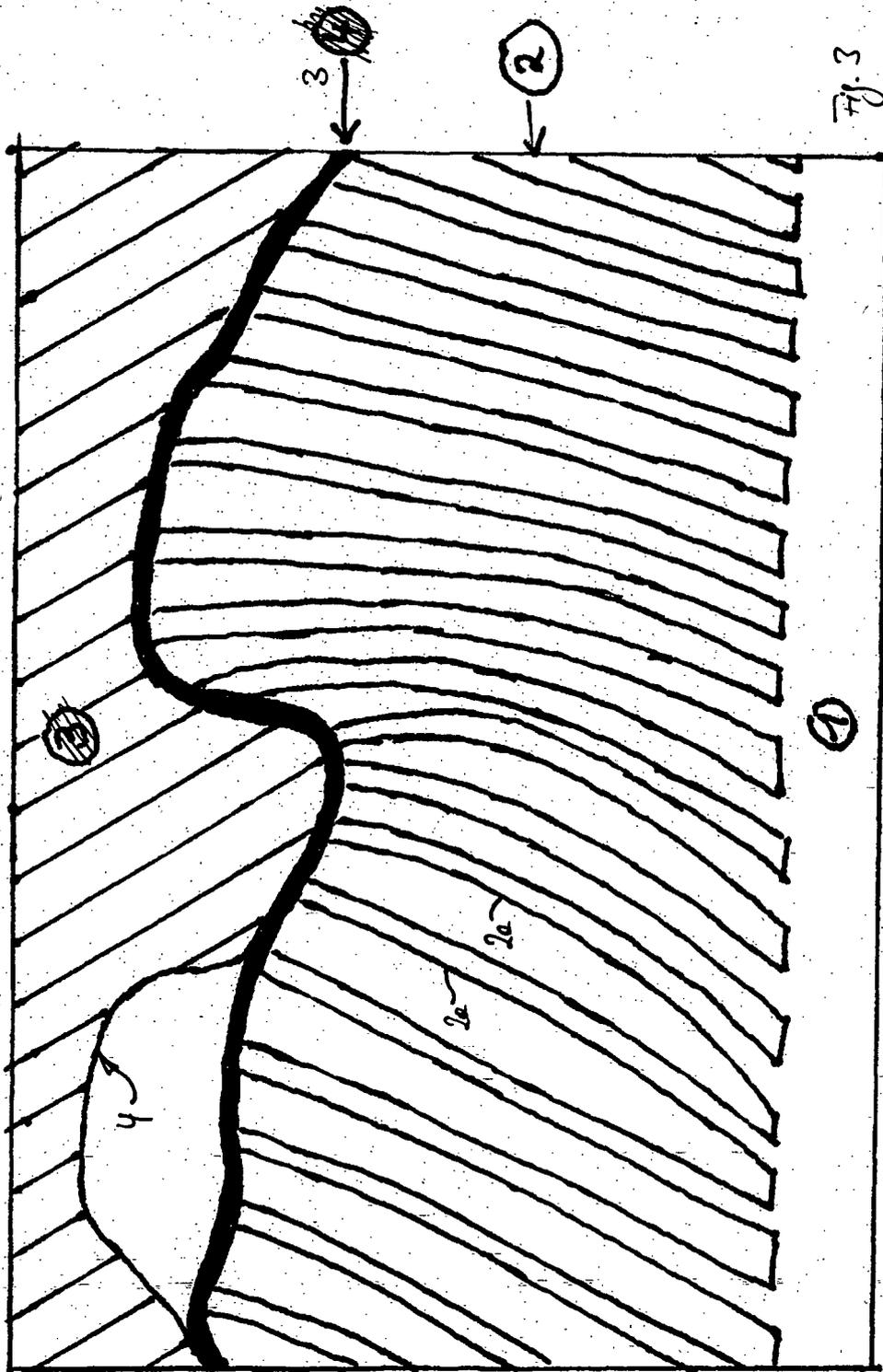


Fig. 2



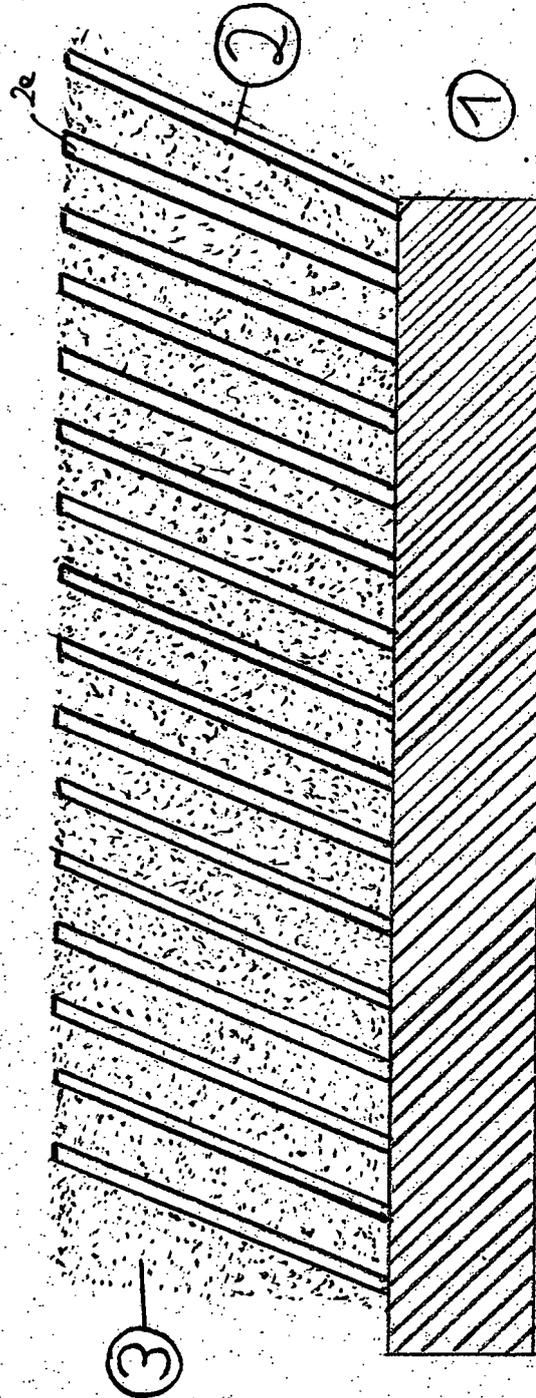


Fig. 4