



(10) **DE 10 2010 034 720 B4** 2013.11.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 034 720.5**
(22) Anmeldetag: **18.08.2010**
(43) Offenlegungstag: **23.02.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.11.2013**

(51) Int Cl.: **B25J 15/06 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147, Köln, DE**

(74) Vertreter:
**Rösler Rasch & Partner Patent- und
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft, 81241,
München, DE**

(72) Erfinder:
Strohmayr, Michael, 81667, München, DE

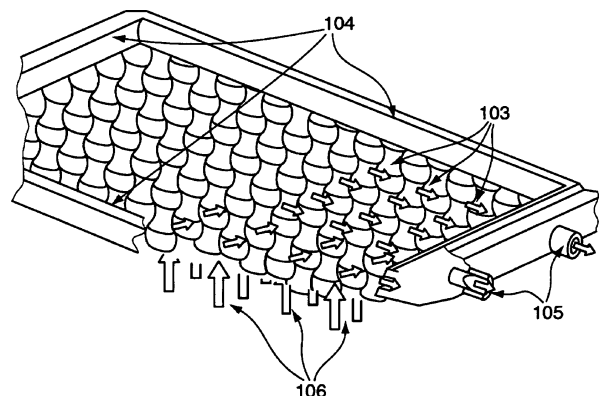
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	102 16 221	C1
DE	103 16 125	B3
DE	10 2004 016 637	A1
DE	10 2010 034 717	A1
DE	10 2010 034 719	A1
US	3 720 433	A

(54) Bezeichnung: **Flächengreifer**

(57) Hauptanspruch: Flächengreifer zum gezielten Aufnehmen, Handhaben und Ablegen von Objekten, aufweisend
– zumindest ein Folienelement mit
– einer elastisch verformbaren, luftdurchlässig perforierten ersten Schicht (101), mit einer ersten Außenfläche und einer ersten Innenfläche, und
– einer elastisch verformbaren, luftundurchlässigen zweiten Schicht (102) mit einer zweiten Außenfläche und einer zweiten Innenfläche, wobei die erste und die zweite Innenfläche einander zugewandt, durch zwischen der ersten und zweiten Innenfläche ausgebildete, vereinzelt angeordnete, elastisch verformbare Abstandshalter (103) miteinander verbunden und voneinander beabstandet angeordnet sind, und zwischen der ersten und der zweiten Innenfläche Zwischenräume ausgebildet sind, und
– einen das Folienelement seitlich umfassenden luftdichten Rahmen (104), der mit Umfangsrändern der ersten Schicht (101) und der zweiten Schicht (102) umlaufend luftdicht verbunden ist, wobei das Folienelement oder der Rahmen (104) zumindest einen Anschluss (105) für eine Druckversorgung aufweist, mittels der in den Zwischenräumen ein Unterdruck erzeugbar ist, wobei zur Ermittlung taktiler Reize mit dem Folienelement
– eine oder mehrere elastisch verformbare, elektrisch leitende erste Leitungen (107), auf oder an der ersten Innenfläche angeordnet sind,
– elastisch verformbare, elektrisch leitende zweite Leitungen (108), auf oder an der zweiten Innenfläche angeordnet sind, wobei sich erste Leitungen (107) und die zweite Leitungen (108) an Kreuzungsstellen kreuzen, und

– die ersten Leitungen (107) und zweiten Leitungen (108) mit einer Auswerteeinheit verbindbar sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Flächengreifer zum gezielten Aufnehmen, Handhaben und Ablegen von Objekten, insbesondere von biegeschlaffen und/oder dreidimensional geformten Objekten. Der Flächengreifer kann in allen Bereichen eingesetzt werden, in denen ein (automatisiertes) Aufnehmen, Handhaben und Ablegen von Objekten erfolgt, bspw. in der Automobilfertigung, der Flugzeugfertigung, der Telemedizin, der Robotik etc..

[0002] Flächengreifer sind im Stand der Technik bekannt und gehen beispielsweise aus folgenden Druckschriften hervor: DE 103 16 125 B3, DE 102 16 221 C1 und DE 10 2004 016 637 A1. Die Handhabung von biegeschlaffen Objekten/Werkstücken/Halbzeugen, wie beispielsweise Glas- oder Kohlefaserplatten, Kabel etc., oder Objekten, die eine dreidimensionale Oberfläche mit kleinen Krümmungsradien aufweisen, ist mit den bekannten Flächengreifern nicht oder nicht zufriedenstellend möglich. Bisher werden bspw. biegeschlaffe Werkstücke meist von Hand verarbeitet. Hierbei kann es besonders bei der Herstellung von komplexem Fasergelegen mit vorgegebener Faserorientierung zu Ungenauigkeiten in der Verarbeitung und dadurch zum Versagen eines daraus gefertigten Bauteils kommen.

[0003] Aus der US 3,720,433 A geht weiterhin ein Greifer hervor, der eine Vielzahl von Unterdruckknoppen („suction cups“) aufweist, und der insbesondere zum Greifen und Manipulieren von Gegenständen unter Wasser Verwendung findet.

[0004] Unter dem Begriff „biegeschlaffe Objekte“ werden vorliegend Objekte verstanden, die durch die Eigenschaften: niedriger Elastizitätsmodul, geringe Dehnsteifigkeit und große Verformungen infolge geringer Kraft- und Momentbeanspruchung gekennzeichnet sind. Biegeschlaffe Objekte können nach der Geometrie in langgestreckte Objekte (bspw. Voll-, Hohlzylinder), flächige Objekte (bspw. Matten, Folien) oder blockförmige Objekte (bspw. Gummilager, Polster) unterschieden werden. Biegeschlaffe Objekte werden auch als forminstabile, formlabile oder nicht formstabile Objekte bezeichnet. Unter „kleinen Krümmungsradien“ werden vorliegend Krümmungsradien im Bereich von < 50 cm, insbesondere < 20 cm, < 10 cm, < 5 cm, < 2 cm, < 1 cm, $< 0,5$ cm, oder 1 mm verstanden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es einen Flächengreifer anzugeben, der ein gezieltes Aufnehmen, Handhaben und Ablegen von biegeschlaffen Objekten und/oder von Objekten, die eine Oberfläche mit kleinen Krümmungsradien aufweisen, ermöglicht bzw. verbessert und der zudem kostengünstig herzustellen ist und eine Dokumentation des Handhabungsprozesses ermöglicht.

[0006] Die Erfindung ergibt sich aus den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, sowie der Erläuterung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren dargestellt sind.

[0007] Die Aufgabe ist mit einem Flächengreifer zum gezielten Aufnehmen, Handhaben und Ablegen von Objekten gelöst, der zumindest ein Folienelement mit einer elastisch verformbaren, luftdurchlässig perforierten ersten Schicht, mit einer ersten Außenfläche und einer ersten Innenfläche, und einer elastisch verformbaren, luftundurchlässigen zweiten Schicht mit einer zweiten Außenfläche und einer zweiten Innenfläche aufweist, wobei die erste und die zweite Innenfläche einander zugewandt, durch zwischen der ersten und zweiten Innenfläche ausgebildete, vereinzelt angeordnete, elastisch verformbare Abstandshalter miteinander verbunden und voneinander beabstandet angeordnet sind, und wobei zwischen der ersten und der zweiten Innenfläche Zwischenräume bzw. Hohlräume ausgebildet sind.

[0008] Weiterhin weist der Flächengreifer erfindungsgemäß einen das Folienelement seitlich umfassenden luftdichten Rahmen auf, der mit Umfangsrändern der ersten und der zweiten Schicht umlaufend luftdicht verbunden ist, wobei das Folienelement oder der Rahmen zumindest einen Anschluss für eine Druckversorgung aufweist, mittels der in den Zwischenräumen ein Unterdruck erzeugbar ist, wobei zur Ermittlung taktiler Reize mit dem Folienelement eine oder mehrere elastisch verformbare, elektrisch leitende erste Leitungen, auf oder an der ersten Innenfläche angeordnet sind, elastisch verformbare, elektrisch leitende zweite Leitungen, auf oder an der zweiten Innenfläche angeordnet sind, wobei sich erste Leitungen und die zweite Leitungen an Kreuzungstellen kreuzen, und die ersten Leitungen und zweiten Leitungen mit einer Auswerteeinheit verbindbar sind.

[0009] Das Aufnehmen des Objektes erfolgt durch Inkontaktbringen der ersten Außenfläche des Folienelements mit einer Oberfläche des Objekts und dem Erzeugen eines Unterdrucks in den Zwischenräumen, so dass das Objekt aufgrund des Unterdrucks an der ersten Außenfolie haftet. Bevorzugt kann die Druckversorgung darüber hinaus auch einen Überdruck erzeugen, der zu einem gezielten Ablegen genutzt werden kann.

[0010] Der erfindungsgemäße Flächengreifer gemäß Anspruch 1 basiert auf einem Folienelement mit den angegebenen Merkmalen, welches Gegenstand einer separaten zeitgleich eingereichten Patentanmeldung der Anmelderin mit dem Aktenzei-

chen DE 10 2010 034 719 A1 ist. Die Offenbarung der DE 10 2010 034 719 A1 in Bezug auf das darin beschriebene Folienelement und dessen Herstellung wird hiermit vollumfänglich in den vorliegenden Offenbarungsgehalt einbezogen. Insbesondere wird auf die das Folienelement beschreibenden Ausführungen, sowie die erläuternden Figuren der DE 10 2010 034 719 A1 verwiesen

[0011] In der vorliegenden Anmeldung wird das Folienelement aus der DE 10 2010 034 719 A1 erstens um einen Rahmen ergänzt, der mit dem Folienelement bzw. den Umfangsrändern der ersten und der zweiten Schicht des Folienelements umlaufend luftdicht verbunden ist, und zweitens um zumindest einen Anschluss ergänzt, d. h. zumindest eine Öffnung in einer der Schichten, bevorzugt der zweiten Schicht, oder im Rahmen selbst, um eine Druckversorgung anzuschließen, mittels der zumindest ein Unterdruck in den Zwischenräumen des Folienelements erzeugbar ist. Zur Erzeugung des Unter- bzw. eines Überdrucks ist durch die Druckversorgung ein fluides Mittel in die Zwischenräume aus- bzw. einbringbar. Unter einem fluiden Medium wird vorlegend eine Substanz verstanden, die einer beliebig langsamen Scherung keinen Widerstand entgegensetzt und somit eine endliche Viskosität aufweist. Fluide Medien umfassen daher insbesondere Gase und Flüssigkeiten, aber auch Gele.

[0012] Durch die elastische Verformbarkeit des bevorzugt aus einem Polymermaterial oder einem Silikonmaterial hergestellten Folienelements, schmiegt sich das Folienelement bei in des Folienelement eingebrachtem Unterdruck einer nahezu beliebig strukturierten und geformten Objekt Oberfläche leicht an. Die Perforation, d. h. die Größe, die Form und die Flächendichte der Perforationsöffnungen ist abhängig von der Aufgabenstellung und sonstigen Anforderungen entsprechend ausgestaltet. So ist es insbesondere möglich biegeschlaffe Objekte oder Objekte mit einer gekrümmten Oberfläche gezielt zu handhaben.

[0013] Der Rahmen ist bevorzugt starr ausgebildet. In einer bevorzugten Weiterbildung des Flächengreifers ist der das Folienelement umfassende Rahmen zumindest in einem Rahmenabschnitt elastisch verformbar ausgebildet. So kann der Flächengreifer bspw. in Art von „Schwimmhäuten“ zwischen Robotergreifern aufgespannt sein und befördert somit bspw. das Handhaben von biegeschlaffen Objekten mit einem Robotergreifer.

[0014] Eine besonders bevorzugte Weiterbildung des Flächengreifers basiert auf einem Sensorelement zur Erfassung taktiler Reize, welches Gegenstand einer separaten ebenfalls zeitgleich eingereichten Patentanmeldung der Anmelderin mit dem internen Aktenzeichen DE 10 2010 034 717 A1 ist. Die Of-

fenbarung der DE 10 2010 034 717 A1 in Bezug auf das darin beschriebene Sensorelement wird hiermit vollumfänglich in den vorliegenden Offenbarungsgehalt einbezogen. Insbesondere wird auf die das Sensorelement beschreibenden Ausführungen, sowie die erläuternden Figuren der DE 10 2010 034 717 A1 verwiesen.

[0015] Diese vorteilhafter Weiterbildung des Flächengreifers zeichnet sich dadurch aus, dass zur Ermittlung taktiler Reize mit dem Folienelement des Flächengreifers eine oder mehrere elastisch verformbare, elektrisch leitende erste Leitungen, auf oder an der ersten Innenfläche angeordnet sind, elastisch verformbare, elektrisch leitende zweite Leitungen, auf oder an der zweiten Innenfläche angeordnet sind, wobei sich erste und die zweite Leitungen an Kreuzungsstellen kreuzen, und die ersten und zweiten Leitungen mit einer Auswerteeinheit verbindbar sind. Wie in der DE 10 2010 034 717 A1 beschrieben, bilden die ersten und zweiten Leitungen in Verbindung mit dem Folienelement eine taktile Sensorik, die eine der Anzahl der Kreuzungsstellen entsprechende Anzahl taktiler Pixel (sogenannter Taxel) aufweist. Die Flächendichte der Kreuzungsstellen und damit die Flächendichte der Taxel bestimmt die flächige Auflösung des Flächengreifers für taktiler Reize. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Flächendichte der Taxel konstant, sie kann aber auch je nach Anforderung flächig entsprechend variieren. Mittels der integrierten taktilen Sensorik wird dem Flächengreifer ermöglicht, taktiler Reize beim Aufnehmen, Handhaben und Ablegen von Objekten zu erfassen, diese bspw. zu dokumentieren, um eine durchgehende Dokumentation eines Fertigungsprozesses zu ermöglichen oder diese Informationen zur Steuerung des Aufnehmens, Handhabens und Ablegens von Objekten zu nutzen. Dies ermöglicht eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Ansteuerung oder Regelung von Handhabungsvorgängen und kann darüber hinaus einen wesentlichen Beitrag zur Qualitätssicherung bei Fertigungsprozessen liefern.

[0016] Wie in der DE 10 2010 034 719 A1 und der DE 10 2010 034 717 A1 näher beschrieben, bestehen die erste und die zweite Schicht sowie die Abstandshalter bevorzugt aus einem Polymermaterial oder aus Silikon. Weiterhin bestehen die ersten und die zweiten Leitungen bevorzugt aus einem elektrisch leitenden Polymermaterial wie cis-Polyacetylen, trans-Polyacetylen oder Poly-Para-Phenylen, oder aus einem elektrisch nicht-leitenden elastisch verformbaren Material mit eingelagerten elektrisch leitenden Partikeln.

[0017] In einer einfachen aber effektiven Ausführungsform des erfindungsgemäßen Flächengreifers sind die Abstandshalter als Gitterpunkte eines zweidimensionalen orthogonalen, insbesondere eines kartesischen Gitters angeordnet, wobei die ersten Lei-

tungen zueinander parallel und die zweiten Leitungen zueinander parallel angeordnet sind, und die ersten und zweiten Leitungen zueinander orthogonal angeordnet sind. In einem mechanisch unbelasteten Zustand sind die ersten und die zweiten Leitungen an den Kreuzungsstellen in einem mechanisch unbelasteten Zustand bevorzugt voneinander beabstandet angeordnet.

[0018] Wird ein taktile Reiz auf das Folienelement aufgebracht, bspw. beim „Greifen“ bzw. „Aufnehmen“ des Objekts, so werden die ersten und zweiten Leitungen aufeinander zu bewegt, was bei weiterer Annäherung bis zu ihrer Berührung, und bei noch weiterer Annäherung zu einer elastischen Verformung der ersten und zweiten Leitungen führen kann. Diese Annäherung der ersten und zweiten Leitungen an den Kreuzungsstellen hat kapazitive bzw. die elektrische Leitfähigkeit der ersten und zweiten Leitungen betreffende messbare Wirkungen, mittels denen die eingebrachten taktilen Reize in bekannter Weise ausgewertet werden können. Bei Verschwinden der aufgeführten Kraft stellt sich der „mechanisch unbelastete Zustand“ mit einer richtungsabhängig bekannten, beherrschbaren und bei der Auswertung der vorstehend angegebenen messbaren Wirkungen zu berücksichtigenden Hysterese ein.

[0019] Zur Auswertung der elektrischen Auswirkungen umfasst die Auswerteinheit des Flächengreifers bevorzugt ein Kapazitätsmessmodul, mit dem elektrische Kapazitätsänderungen an einzelnen Kreuzungspunkten der ersten und zweiten Leitungen ermittelbar sind, und/oder ein erstes Widerstandsmessmodul, mit dem Änderungen eines elektrischen Übergangswiderstands an einzelnen Kreuzungspunkten der ersten und zweiten Leitungen ermittelbar sind, und/oder ein zweites Widerstandsmessmodul, mit dem Änderungen von elektrischen Leitungswiderständen der einzelnen ersten und zweiten Leitungen ermittelbar sind.

[0020] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst der Flächengreifer eine Steuereinheit, mit der ein von der Druckversorgung erzeugter Unter- oder Überdruck abhängig von von der Auswerteinheit ermittelten Kapazitätsänderungen und/oder Änderungen des Übergangswiderstandes und/oder Änderungen des Leitungswiderstandes steuerbar ist. Damit ist es möglich, eine gezielte Greif- bzw. Handhabungskraft bzw. einen entsprechenden Unterdruck derart einzustellen, dass ein Ab- oder Weggleiten des Objekts vom Flächengreifer verhindert wird und damit ein sicheres Greifen/Handhaben des Objekts möglich ist.

[0021] Der erfindungsgemäße Flächengreifer weist darüber hinaus bevorzugt eines oder mehrere der folgenden Merkmale auf:

- die erste und/oder die zweite Schicht weist/weisen eine Schichtdicke von $< 15 \text{ mm}$, $< 10 \text{ mm}$, $< 5 \text{ mm}$, $< 2 \text{ mm}$, $< 1 \text{ mm}$, $< 0,5 \text{ mm}$, $< 0,1 \text{ mm}$ oder $< 0,05 \text{ mm}$ auf,
- das Folienelement bestehend aus erster und zweiter Schicht und dazwischen angeordneten Abstandshaltern weist eine Dicke von $< 50 \text{ mm}$, $< 25 \text{ mm}$, $< 10 \text{ mm}$, $< 5 \text{ mm}$, $< 2 \text{ mm}$, $< 1 \text{ mm}$, $< 0,5 \text{ mm}$ oder $0,1 \text{ mm}$ auf,
- der Abstand der ersten zur zweiten Innenfläche beträgt $< 15 \text{ mm}$, $< 10 \text{ mm}$, $< 5 \text{ mm}$, $< 3 \text{ mm}$, $< 2 \text{ mm}$, $< 1 \text{ mm}$, $< 0,5 \text{ mm}$, oder $< 0,2 \text{ mm}$,
- die Abstandshalter sind als Gitterpunkte eines zweidimensionalen kartesischen Gitters angeordnet, das eine Gitterkonstante im Bereich von: $< 5 \text{ mm}$, $< 3 \text{ mm}$, $< 2 \text{ mm}$, $< 1 \text{ mm}$, $< 0,5 \text{ mm}$ oder $< 0,1 \text{ mm}$ aufweist,
- die ersten/zweiten Leitungen sind in Bereichen der ersten/zweiten Innenfläche zwischen den Abstandshaltern angeordnet, und/oder
- die erste und die zweite Innenfläche sind mit einem flächig konstanten Abstand voneinander beabstandet.

[0022] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst der Flächengreifer mehrere nebeneinander angeordnete erfindungsgemäße Folienelemente, die jeweils bevorzugt mit einem elastisch verformbaren Rahmen umgeben sind und jeweils einen Anschluss für ein Druckluftsystem aufweisen. Bei einem derartigen Flächengreifer können die einzelnen Folienelemente je nach Aufgabenstellung und Anforderung unterschiedlich mit Unter- bzw. Überdruck versorgt werden. So kann beispielsweise ein Aufnehmen oder Ablegen von biegeschlaffen Objekten abhängig von der Position auf der Greiffläche des Flächengreifers zeitlich unterschiedlich erfolgen. Weisen die einzelnen Folienelemente zudem die elastisch verformbaren ersten und zweiten Leitungen auf, so kann das Handhaben, insbesondere die Druckversorgung der einzelnen Folienelemente zudem abhängig vom jeweiligen Folienelement erfassten taktilen Reiz erfolgen. Die Vielzahl der Folienelemente ist bevorzugt von einem starren Rahmen umgeben.

[0023] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezug auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Beschriebene und/oder bildlich dargestellte Merkmale bilden für sich oder in beliebiger, sinnvoller Kombination den Gegenstand der Erfindung, gegebenenfalls auch unabhängig von den Ansprüchen, und können insbesondere zusätzlich auch Gegenstand einer oder mehrerer separaten Anmeldung/en sein. Gleiche, ähnliche und/oder funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0024] Es zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) eine Schrägansicht eines erfindungsgemäßen, schematisiert dargestellten Flächengreifers,

[0026] [Fig. 2](#) eine Schrägansicht des Flächengreifers zur Erläuterung eines Luftstroms durch den Flächengreifer bei Erzeugung eines Unterdrucks,

[0027] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung des Folienelements mit elastischen Leitern zur Erfassung taktiler Reize, und

[0028] [Fig. 4](#) eine Seitenansicht des Folienelements von [Fig. 3](#).

[0029] [Fig. 1](#) zeigt eine Schrägansicht eines erfindungsgemäßen, schematisiert dargestellten Flächengreifers. Grundlage des erfindungsgemäßen elastisch verformbaren Flächengreifers mit integrierter taktiler Sensorik ist das in der DE 10 2010 034 719 A1 beschriebene Folienelement bzw. das in DE 10 2010 034 717 A1 beschriebene Sensorelement. Die erste Schicht **101** des Folienelements bzw. des Sensorelements ist hierzu perforiert, d. h. mit Öffnungen versehen. Die Größe und Flächendichte dieser Perforationsöffnungen in der ersten Schicht **101** hängt vom Einsatzzweck bzw. den Anforderungen ab, und ist entsprechend zu wählen. Die Seitenränder **104** des Folienelements bzw. des Sensorelements sind mit einem das Folienelement seitlich umgebenden Rahmen **104** luftdicht verschlossen. Innerhalb des Folienelements sind die Abstandshalter **103** vorliegend vereinzelt und regelmäßig (in Art eines quadratischen Gitters) angeordnet. Die erste Schicht **101** und zweite Schicht **102** des Folienelements sind durch die Abstandshalter **103** im mechanischen Ruhezustand beabstandet voneinander angeordnet. Zwischen der ersten Schicht **101** und der zweiten Schicht **102** und den Abstandshaltern **103** sind Zwischenräume/Hohlräume ausgebildet. Vorliegend weist der Rahmen **104** zwei Anschlüsse **105** zum Anschluss eines Druckluftsystems auf, mit dem in den Zwischenräumen/Hohlräumen gezielt ein Unter- bzw. ein Überdruck erzeugbar ist. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Rahmen **104** als stabiler Kunststoffrahmen ausgeführt. Wird nun Luft aus dem Hohlraum des Folienelements gesaugt, entsteht an den Perforationsöffnungen der ersten Schicht **101** ein Unterdruck, der wiederum ein Anhaften einer Objektoberfläche bewirken kann.

[0030] [Fig. 2](#) zeigt eine Schrägansicht des Flächengreifers zur Erläuterung eines Luftstroms durch den Flächengreifer bei Erzeugung eines Unterdrucks. Wird an den Anschlüssen **105** ein Unterdruck erzeugt, so entsteht in den Zwischenräumen des Folienelements ein Unterdruck, der dazu führt, dass Luft von Außen durch die Perforationsöffnungen in das Folienelement gesaugt wird. Die sich einstellende Luftströmung für den Fall, dass kein Objekt mit der ersten Oberfläche in Kontakt gebracht wird,

ist in [Fig. 2](#) durch die Pfeile angedeutet. Gilt es mit dem Flächengreifer ein Objekt aufzunehmen, so passt sich das elastisch verformbare Folienelement der Oberfläche des Objekts an. Das Objekt bleibt weiterhin aufgrund eines ausreichenden Unterdrucks an dem Folienelement bzw. dem Flächengreifer haften und kann somit gehandhabt werden. Je nach Gewicht des Objekts ist ein entsprechender Unterdruck erforderlich. Das Folienelement wirkt somit wie ein flächiger Unterdruckgreifer.

[0031] Der Hauptvorteil des beschriebenen Flächengreifers ist dessen Verformbarkeit, bspw. kann der Flächengreifer unterschiedliche Abstände zwischen Fasermatte und Zieloberfläche ausgleichen, der im Wesentlichen auf den Eigenschaften des in DE 10 2010 034 719 A1 beschriebenen Folienelements basiert.

[0032] Weiterhin ist in den erfindungsgemäßen Flächengreifer eine Sensorik integriert, die zudem eine Erfassung taktiler Reize ermöglicht. Diese Sensorik ist in der DE 10 2010 034 717 A1 näher beschrieben auf die an dieser Stelle verwiesen sei. [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Darstellung des Folienelements des Flächengreifers mit einer solchen taktilen Sensorik, bestehend aus elastisch verformbaren ersten Leitern **107** und zweiten Leitern **108**. [Fig. 4](#) zeigt eine Seitenansicht des Folienelements von [Fig. 3](#).

[0033] Des in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellte Folienelement besteht aus einer ersten perforierten, elastisch verformbaren Schicht **101** und einer zweiten elastisch verformbaren Schicht **102** ohne Perforationsöffnungen, die durch vereinzelt angeordnete, elastisch verformbare Abstandshalter **103** beabstandet voneinander angeordnet sind. Zur Erfassung taktiler Reize sind elastisch verformbare erste elektrisch leitfähige Leitungen **107** und zweite elektrisch leitfähige Leitungen **108** jeweils an den innenliegenden Oberflächen des Folienelements angeordnet, so dass sie sich an Kreuzungsstellen kreuzen. Im mechanisch unbelasteten Zustand sind die ersten Leitungen **107** und zweiten Leitungen **108** an den Kreuzungsstellen voneinander beabstandet. Jede Kreuzungsstelle bildet somit ein für einen taktilen Reiz empfindliches Pixel (sogenanntes Taxel). Die Auswertung eines eingebrachten taktilen Reizes erfolgt durch die mit den ersten Leitungen **107** und zweiten Leitungen **108** verbundene Auswertereinheit. Diese weist hierzu ein Kapazitätsmessmodul, mit dem elektrische Kapazitätsänderungen an einzelnen Kreuzungspunkten der ersten Leitungen und zweiten Leitungen ermittelbar sind, und/oder ein erstes Widerstandsmessmodul, mit dem Änderungen eines elektrischen Übergangswiderstands an einzelnen Kreuzungspunkten der ersten Leitungen und zweiten Leitungen ermittelbar sind, und/oder ein zweites Widerstandsmessmodul auf, mit dem Änderungen von elektrischen Leitungswiderständen der

einzelnen ersten Leitungen und zweiten Leitungen ermittelbar sind.

[0034] Die Kombination aus dem bevorzugt polymerbasierten, elastisch verformbaren Folienelement und der taktilen Sensorik ermöglicht bspw. eine lückenlose Dokumentation eines Handhabungsprozesses und kann somit einen wertvollen Beitrag zur Qualitätssicherung bspw. in der automatisierten Karbonfaserverarbeitung leisten. Mit der Erfassung taktiler Informationen während der Handhabung solcher Fasern kann beispielsweise sichergestellt werden, dass sich die Faserplatten während der Verarbeitung nicht verzogen haben und die vorgegebene Faserorientierung eingehalten wurde.

Patentansprüche

1. Flächengreifer zum gezielten Aufnehmen, Handhaben und Ablegen von Objekten, aufweisend

- zumindest ein Folienelement mit
- einer elastisch verformbaren, luftdurchlässig perforierten ersten Schicht (101), mit einer ersten Außenfläche und einer ersten Innenfläche, und
- einer elastisch verformbaren, luftundurchlässigen zweiten Schicht (102) mit einer zweiten Außenfläche und einer zweiten Innenfläche, wobei die erste und die zweite Innenfläche einander zugewandt, durch zwischen der ersten und zweiten Innenfläche ausgebildete, vereinzelt angeordnete, elastisch verformbare Abstandshalter (103) miteinander verbunden und voneinander beabstandet angeordnet sind, und zwischen der ersten und der zweiten Innenfläche Zwischenräume ausgebildet sind, und
- einen das Folienelement seitlich umfassenden luftdichten Rahmen (104), der mit Umfangsrändern der ersten Schicht (101) und der zweiten Schicht (102) umlaufend luftdicht verbunden ist, wobei das Folienelement oder der Rahmen (104) zumindest einen Anschluss (105) für eine Druckversorgung aufweist, mittels der in den Zwischenräumen ein Unterdruck erzeugbar ist, wobei zur Ermittlung taktiler Reize mit dem Folienelement
- eine oder mehrere elastisch verformbare, elektrisch leitende erste Leitungen (107), auf oder an der ersten Innenfläche angeordnet sind,
- elastisch verformbare, elektrisch leitende zweite Leitungen (108), auf oder an der zweiten Innenfläche angeordnet sind, wobei sich erste Leitungen (107) und die zweite Leitungen (108) an Kreuzungsstellen kreuzen, und
- die ersten Leitungen (107) und zweiten Leitungen (108) mit einer Auswerteeinheit verbindbar sind.

2. Flächengreifer gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der das Folienelement umfassende Rahmen (104) zumindest einen Rahmenabschnitt aufweist, der elastisch verformbar ausgebildet ist.

3. Flächengreifer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Leitungen (107) und die zweiten Leitungen (108) an den Kreuzungsstellen in einem mechanisch unbelasteten Zustand voneinander beabstandet angeordnet sind.

4. Flächengreifer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (101), die zweite Schicht (102) und die Abstandshalter (103) aus Polymermaterial, insbesondere aus Silikon bestehen.

5. Flächengreifer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Leitungen (107) und die zweiten Leitungen (108) aus einem elektrisch leitenden Polymermaterial wie cis-Polyacetylen, trans-Polyacetylen oder Poly-Para-Phenylene, oder aus einem elektrisch nicht-leitenden elastisch verformbaren Material mit eingelagerten elektrisch leitenden Partikeln bestehen.

6. Flächengreifer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandshalter (103) als Gitterpunkte eines zweidimensionalen orthogonalen, insbesondere eines kartesischen Gitters angeordnet sind, die ersten Leitungen (107) zueinander parallel und die zweiten Leitungen (108) zueinander parallel angeordnet sind, und die ersten Leitungen (107) und die zweiten Leitungen (108) zueinander orthogonal angeordnet sind.

7. Flächengreifer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch zumindest ein Merkmal der Gruppe:

- die erste Schicht (101) und/oder die zweite Schicht (102) weist/weisen eine Schichtdicke von < 15 mm, < 10 mm, < 5 mm, < 2 mm, < 1 mm, < 0,5 mm, < 0,1 mm oder < 0,05 mm auf,
- das Folienelement bestehend aus erster Schicht (101) und zweiter Schicht (102) und dazwischen angeordneten Abstandshaltern (103) weist eine Dicke von < 50 mm, < 25 mm, < 10 mm, < 5 mm, < 2 mm, < 1 mm, < 0,5 mm oder < 0,1 mm auf,
- der Abstand der ersten Innenfläche zur zweiten Innenfläche beträgt < 15 mm, < 10 mm, < 5 mm, < 3 mm, < 2 mm, < 1 mm, < 0,5 mm, oder < 0,2 mm,
- die Abstandshalter (103) sind als Gitterpunkte eines zweidimensionalen kartesischen Gitters angeordnet, das eine Gitterkonstante im Bereich von: < 5 mm, < 3 mm, < 1 mm, < 0,5 mm oder < 0,1 mm aufweist
- die ersten (107) Leitungen/zweiten (108) Leitungen sind in Bereichen der ersten Innenfläche/zweiten Innenfläche zwischen den Abstandshaltern angeordnet, und/oder
- die erste Innenfläche und die zweite Innenfläche sind mit einem flächig konstanten Abstand voneinander beabstandet.

8. Flächengreifer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit

- ein Kapazitätsmessmodul aufweist, mit dem elektrische Kapazitätsänderungen an einzelnen Kreuzungspunkten der ersten Leitungen (**107**) und zweiten Leitungen (**108**) ermittelbar sind, und/oder
- ein erstes Widerstandsmessmodul aufweist, mit dem Änderungen eines elektrischen Übergangswiderstands an einzelnen Kreuzungspunkten der ersten Leitungen (**107**) und zweiten Leitungen (**108**) ermittelbar sind, und/oder
- ein zweites Widerstandsmessmodul aufweist, mit dem Änderungen von elektrischen Leitungswiderständen der einzelnen ersten Leitungen (**107**) und zweiten Leitungen (**108**) ermittelbar sind.

9. Flächengreifer gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit vorhanden ist, mit der die Druckversorgung abhängig von von der Auswerteeinheit ermittelten Kapazitätsänderungen und/oder Änderungen des Übergangswiderstandes und/oder Änderungen des Leitungswiderstandes steuerbar ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

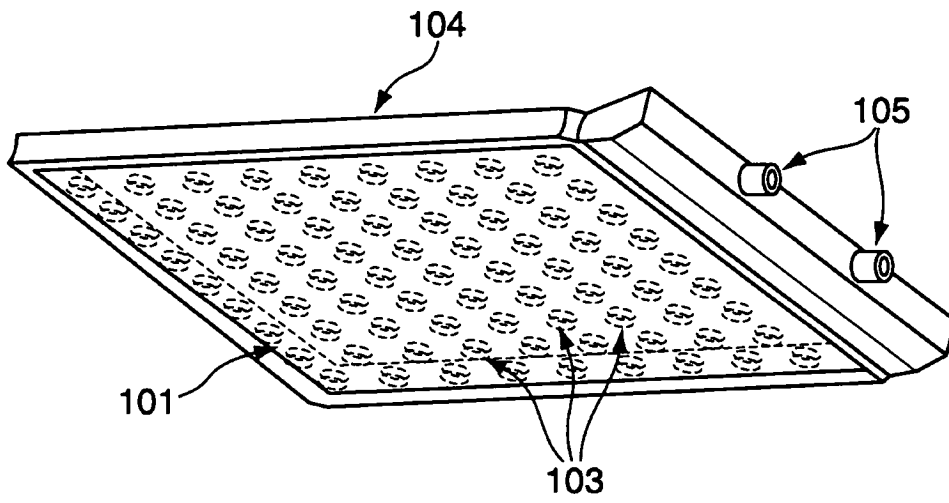


Fig. 1

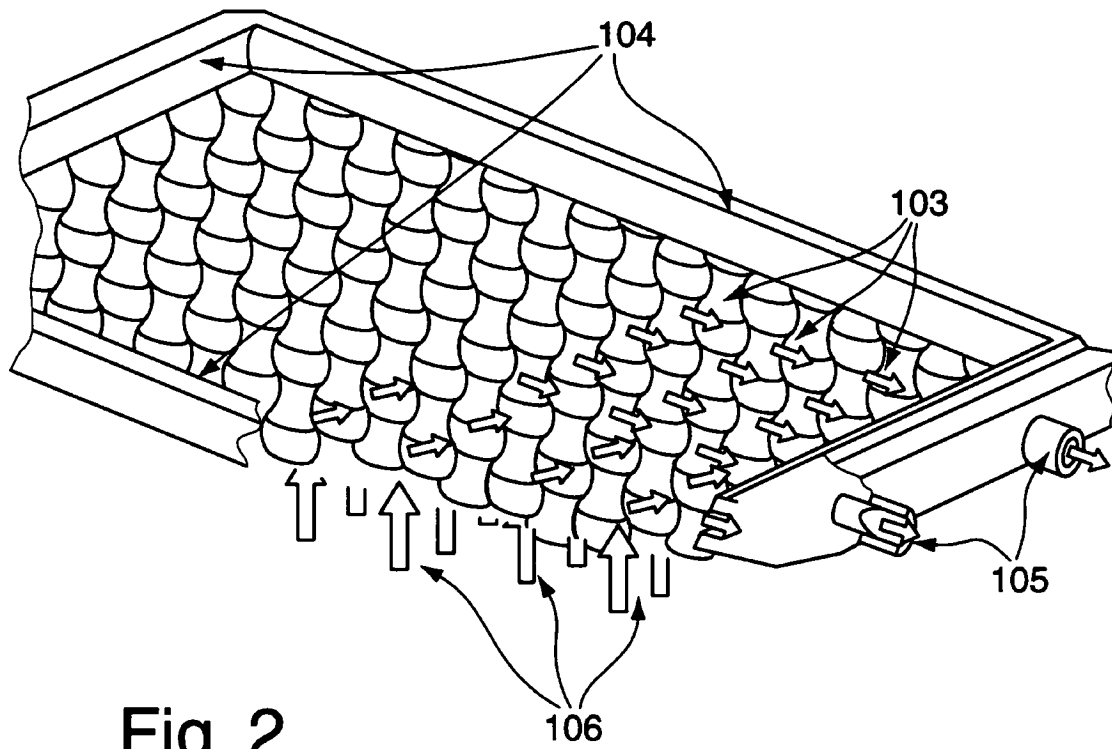


Fig. 2

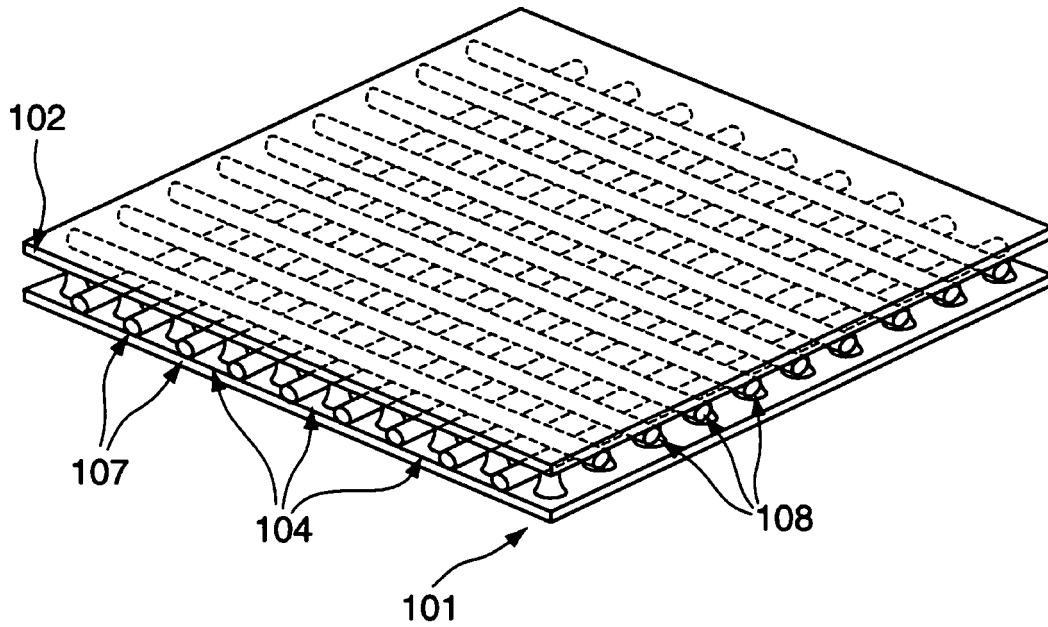


Fig. 3

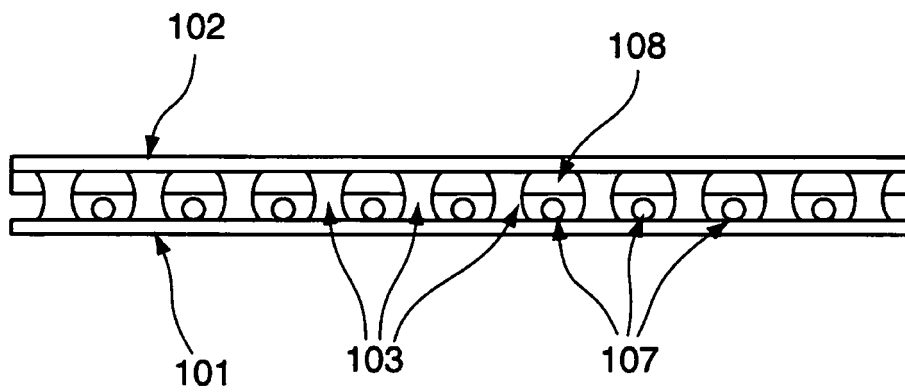


Fig. 4