



(10) **DE 10 2016 123 795 A1** 2018.06.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 123 795.7**

(22) Anmeldetag: **08.12.2016**

(43) Offenlegungstag: **14.06.2018**

(51) Int Cl.: **H05K 3/10** (2006.01)

H05K 3/20 (2006.01)

B60C 23/04 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover,
30167 Hannover, DE**

(74) Vertreter:

**Gramm, Lins & Partner Patent- und
Rechtsanwälte PartGmbB, 30173 Hannover, DE**

(72) Erfinder:

**Maier, Hans Jürgen, Prof. Dr., 31535 Neustadt, DE;
Wurz, Marc, Dr., 30629 Hannover, DE; Bengsch,
Sebastian, 30449 Hannover, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

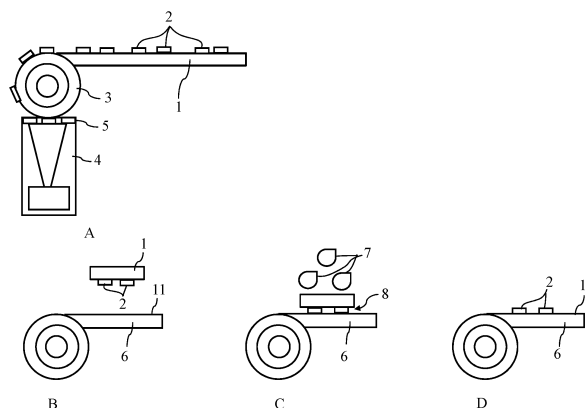
DE	102 40 446	A1
DE	10 2005 051 136	A1
DE	10 2015 100 297	A1
DE	10 2015 106 002	A1
WO	2009/ 131 091	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Anbringung einer elektrischen Mikrostruktur sowie Elastomerstruktur, Faserverbundbauteil und Reifen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anbringung einer elektrischen Mikrostruktur an oder in einem Gegenstand beliebiger Art, wobei die elektrische Mikrostruktur zunächst auf einer flexiblen Folie aufgebracht ist und die Folie mit der daran aufgebracht elektrischen Mikrostruktur voran an einer Befestigungsfläche des Gegenstands durch Kleben und/oder Einvulkanisieren befestigt wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Elastomerstruktur, ein Faserverbundbauteil und einen Kraftfahrzeug-Reifen, jeweils mit wenigstens einer daran aufgeklebten oder einvulkanisierten elektrischen Mikrostruktur.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anbringung einer elektrischen Mikrostruktur an oder in einem Gegenstand beliebiger Art gemäß dem Anspruch 1. Die Erfindung betrifft ferner eine Elastomerstruktur, ein Faserverbundbauteil und einen Reifen, jeweils mit wenigstens einer daran aufgeklebten oder einvulkanisierten elektrischen Mikrostruktur.

[0002] Als elektrische Mikrostruktur bezeichnet man mit einer elektrischen Funktionalität ausgebildete Strukturen, z.B. Leiterbahnen, Verdrahtungen, elektrische Anschlusspads oder einfache elektrische und/oder elektronische Bauteile, die jeweilige Einzelabmessungen im Mikrometerbereich aufweisen, insbesondere Abmessungen von weniger als 10 µm. Die Aufbringung einer solchen elektrischen Mikrostruktur an oder in einem Gegenstand beliebiger Art kann je nach Komplexität und Formgebung dieses Gegenstands mit besonderen Schwierigkeiten verbunden sein oder mit bisheriger Technologie unmöglich erscheinen. Solche elektrischen Mikrostrukturen werden beispielsweise durch Gasphasen-Abscheideprozesse erzeugt, z.B. durch Sputtern. Die hierfür erforderlichen Anlagen sind relativ komplex und großbauend. Zudem ist es bei solchen Anlagen kaum möglich, beliebige Endprodukte in industriellem Fertigungsmaßstab rationell zu beschichten. Je nach Formgebung des Gegenstands, z.B. bei entsprechenden Hohlräumen, kann eine direkte Beschichtung des Gegenstands ohnehin aufwendig oder kaum möglich erscheinen.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Anbringung einer elektrischen Mikrostruktur an oder in einem Gegenstand beliebiger Art anzugeben, das eine zuverlässige Befestigung der elektrischen Mikrostruktur an dem Gegenstand erlaubt und ein der Massenproduktion zugängliches Herstellungsverfahren darstellt.

[0004] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Anbringung einer elektrischen Mikrostruktur an oder in einem Gegenstand beliebiger Art, wobei die elektrische Mikrostruktur zunächst auf einer flexiblen Folie aufgebracht ist und die Folie mit der daran aufgetragenen elektrischen Mikrostruktur voran an einer Befestigungsfläche des Gegenstands durch Kleben und/oder Einvulkanisieren befestigt wird. Die Erfindung hat den Vorteil, dass nunmehr auch in Massenproduktion beliebige Gegenstände mit solchen elektrischen Mikrostrukturen versehen werden können. Das Anbringen oder Integrieren solcher elektrischen Mikrostrukturen an Gegenständen beliebiger Art hat große Vorteile, da durch die geringen Abmessungen und die geringe Masse einer solchen elektrischen Mikrostruktur die Eigenschaften des Gegenstands nicht oder kaum spürbar verändert werden. Die Verwendung einer flexiblen Folie hat den Vor-

teil, dass sie auf einem beliebigen, auch gekrümmten Körper problemlos aufgebracht werden kann.

[0005] Mit der elektrischen Mikrostruktur und/oder den daran befestigten elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen können grundsätzlich beliebige Bauteile und damit Schaltungsanordnungen realisiert werden, z.B. Bauteile mit Piezo-Effekten, SMD-Bauteile, Bauteile mit SAW-Effekten.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich beispielsweise zur Herstellung von Kraftfahrzeug-Reifen oder anderen Reifen mit daran angebrachten oder darin integrierten Reifensensoren, die auf der elektrischen Mikrostruktur beruhen. Solche Reifensensoren können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne Erzeugung von Unwuchten oder sonstigen Fehlstellen im Reifen daran sicher angebracht werden und eignen sich zur Sensierung einer Vielzahl physikalischer Größen, außer dem Reifendruck insbesondere auch zur Überwachung von Reifenprofil und sonstigen kinematischen Größen, insbesondere Verformungen des Reifens. Auf diese Weise ist die Schaffung eines energieeffizienten und sicheren Reifens in verbesserter Weise möglich.

[0007] Die Erfindung ermöglicht diese und weitere Vorteile dadurch, dass die elektrische Mikrostruktur nicht gleich unmittelbar an der Befestigungsfläche des Gegenstands befestigt wird, d.h. nicht direkt dort aufgedampft wird. Stattdessen kann erfindungsgemäß eine Aufteilung der Fertigungsprozesse in die Vorbereitung der Folie mit der daran aufgetragenen elektrischen Mikrostruktur und in einen davon zeitlich und/oder räumlich getrennten Fertigungsschritt des Aufbringens der elektrischen Mikrostruktur an der Befestigungsfläche des Gegenstands erfolgen. Es kann somit die flexible Folie mit der daran aufgetragenen elektrischen Mikrostruktur als vorbereitetes Produkt (Halbzeug) bereitgestellt werden und bedarfsweise in der entsprechenden Menge in der Produktion des Gegenstands beliebiger Art eingesetzt werden. Hierbei können in jedem Teil-Herstellungsschritt die jeweils optimalen Bedingungen für die Fertigungsschritte bereitgestellt werden. Bei der Herstellung der flexiblen Folie mit der daran aufgetragenen elektrischen Mikrostruktur können geeignete Bedingungen für die Nutzung einer Gasphasen-Abscheidanlage bereitgestellt werden, z.B. indem die Folie bandförmig durch einen Abscheideraum geführt wird oder sich auf einer Rolle befindet und auf dieser Rolle mit der elektrischen Mikrostruktur beschichtet wird. Bei der Aufbringung der elektrischen Mikrostruktur an der Befestigungsfläche des Gegenstands können dann die geeigneten Bedingungen für die Herstellung des Gegenstands beibehalten werden, z.B. die üblichen Umgebungsbedingungen bei der Reifenfertigung. Diese sind gut verträglich mit dem Aufbringen einer elektrischen Mikrostruktur mit der genannten Folie an der Befestigungsfläche, z.B. der Innen-

seite des Reifens, durch Kleben und/oder Einvulkanisieren.

[0008] Ein weiterer Vorteil ist, dass der Schritt des Aufbringens der elektrischen Mikrostruktur mit der Folie an der Befestigungsfläche des Gegenstands unter normalen Fabrikbedingungen möglich ist. Es sind insbesondere keine Reinraumbedingungen erforderlich. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Erfindung eine automatisierte Aufbringung der elektrischen Mikrostrukturen auf Gegenständen beliebiger Art erlaubt.

[0009] Da eine elektrische Mikrostruktur äußerst geringe Abmessungen hat, treten auch keine Kaltverfestigungsprobleme an der Verbindungsstelle zwischen der elektrischen Mikrostruktur zu dem Gegenstand oder in der elektrischen Mikrostruktur auf. Die elektrische Mikrostruktur kann insbesondere eine oder mehrere Metallschichten aufweisen. Die Metallschichten können jeweils aus einem Metall oder aus verschiedenen Metallen bestehen. Die Schichthöhe der elektrischen Mikrostruktur kann z.B. im Bereich von 10nm bis 1µm liegen.

[0010] Der mit der elektrischen Mikrostruktur zu versehende Gegenstand, insbesondere dessen Befestigungsfläche, kann elektrisch nichtleitender Art sein. Die Befestigungsfläche kann insbesondere als nicht metallische Oberfläche ausgebildet sein, z.B. indem eine isolierende Beschichtung aufgebracht ist. Die Folie kann als Folie jeder Art ausgebildet sein. Insbesondere Folien aus Kunststoffmaterial eignen sich für die Realisierung der Erfindung.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass nach dem Befestigen der elektrischen Mikrostruktur an dem Gegenstand die Folie vollständig oder teilweise, insbesondere zum überwiegenden Teil, entfernt wird. Dies hat den Vorteil, dass die Eigenschaften des mit der elektrischen Mikrostruktur versehenen Gegenstands durch die Folie im späteren Betrieb nicht mehr oder zumindest nicht mehr wesentlich beeinflusst werden. Die Folie kann z.B. entfernt werden, indem sie von der elektrischen Mikrostruktur ganz oder teilweise mechanisch abgetrennt wird.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Folie durch Auflösen der Folie entfernt wird. Dies hat den Vorteil, dass das Entfernen der Folie vergleichsweise schonend erfolgt, sodass Beschädigungen der elektrischen Mikrostruktur oder deren Befestigung an dem Gegenstand vermieden werden können.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Folie mittels eines Lösungsmittels benetzt wird und dadurch aufgelöst wird und/oder die Folie durch Erwärmung aufge-

löst wird. Auf diese Weise kann die Folie besonders schonend entfernt werden. Das genutzte Lösungsmittel ist auf die chemischen Eigenschaften der Folie abzustimmen. So kann z.B. als Folie vorteilhaft eine wasserlösliche Folie genutzt werden, z.B. aus Polyvinylalkohol (PVA). Eine solche Folie kann nach Anbringung der elektrischen Mikrostruktur an der Befestigungsfläche des Gegenstands durch Wasser aufgelöst und dementsprechend herausgewaschen werden. Soll die Folie ganz oder teilweise durch Erwärmung aufgelöst werden, so kann z.B. eine Thermo-Release-Folie eingesetzt werden. Dies ist insbesondere für einen komplexeren Aufbau vorteilhaft.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Folie perforiert und/oder gelocht ist. Dies hat den Vorteil, dass das Vorhandensein der Folie den späteren Aufbau des Gegenstands, z.B. wenn dieser mehrschichtig aufgebaut ist und die Folie mit der elektrischen Mikrostruktur zwischen verschiedenen Schichten eingebettet ist, nicht oder kaum gestört wird. So kann z.B. durch eine entsprechende Perforierung oder Lochung der Folie ein Zusammenfügen unterschiedlicher Schichten des Gegenstands erfolgen, z.B. wenn der Gegenstand als mit mehreren Faserschichten aufgebautes Faserverbundbauteil ausgebildet ist. Auf diese Weise kann der Matrixverbund in einem Faserverbundbauteil trotz der Folie gewährleistet werden. In solchen Fällen kann die Folie auch in dem Gegenstand verbleiben.

[0015] Die elektrische Mikrostruktur kann durch einen oder mehrere der nachfolgenden Verfahren, auch in Kombination miteinander, auf der Folie aufgebracht und ggf. nachbearbeitet werden:

- Gasphasen-Abscheidung, z.B. PVD, CVD;
- Aufdrucken, z.B. durch Siebdruck;
- Aufsprühen, z.B. durch Airbrush.

[0016] PVD steht für Physical Vapor Deposition, CVD für Chemical Vapor Deposition. Eine gewünschte Strukturierung der elektrischen Mikrostruktur kann während dieses Aufbringvorgangs erfolgen, z.B. durch Verwendung einer entsprechenden Maske. Alternativ oder zusätzlich kann eine Strukturierung auch nach dem Aufbringvorgang der Schicht auf die Folie z.B. durch Laserstrukturierung erfolgen.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektrische Mikrostruktur mittels eines Gasphasenabscheidungsprozesses auf der Folie aufgebracht wird. Dies erlaubt eine effiziente Herstellung der flexiblen Folie mit der elektrischen Mikrostruktur in einem Batchprozess.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektrische Mikrostruktur Leiterbahnen, Anschlussflächen für elektri-

sche und/oder elektronische Bauteile und/oder passive elektrische und/oder elektronische Bauteile aufweist. Auf diese Weise kann eine relativ komplexe elektrische Mikrostruktur mit einer entsprechenden elektrischen Funktionalität bereitgestellt werden. Die elektronischen Bauteile können z.B. Sensorbauteile aller Art enthalten, z.B. in Form von Dehnungsmessstreifen. Zudem können durch die elektrische Mikrostruktur Antennenstrukturen gebildet sein, die für eine drahtlose Energieversorgung der mit der elektrischen Mikrostruktur gebildeten Schaltung dienen können. Ebenso kann eine Datenübertragung über diese Antennenstruktur drahtlos erfolgen.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass auf die Folie zunächst eine Schicht aus einem Zwischenlagenmaterial mit in Aussparungen des Zwischenlagenmaterials eingebetteten elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen aufgebracht wird und darauf die elektrische Mikrostruktur aufgebracht wird. Auf diese Weise kann auch eine relativ komplexe elektrische und/oder elektronische Schaltung, z.B. mit Halbleiterbauelementen, in dem eingangs genannten Fertigungsverfahren auf die Befestigungsfläche des Gegenstands aufgebracht werden. Hierbei erfolgt die Vorbereitung dieser Schaltung ebenfalls getrennt von dem Aufbringungsprozess auf die Befestigungsfläche des Gegenstands. Dies gelingt dadurch, dass in dem gesonderten Fertigungsverfahren zunächst auf die Folie das Zwischenlagenmaterial mit entsprechenden Aussparungen, z.B. durch eine entsprechende Maskierung, und die darin eingebetteten elektrischen und/oder elektronischen Bauteile aufgebracht werden. Darauf wird dann die elektrische Mikrostruktur aufgebracht, z.B. durch einen Gasphasen-Abscheidungsprozess. Für einen solchen Herstellungsvorgang eignet sich z.B. eine thermisch auflösbare Folie, z.B. die genannte Thermo-Release-Folie. Das Zwischenlagenmaterial kann z.B. aus einem mittels eines Lösungsmittels auflösbaren Material gebildet sein, z.B. aus Polyvinylalkohol.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Gegenstand, auf dem die elektrische Mikrostruktur aufgebracht wird, einen Schichtaufbau aus wenigstens zwei Schichten aufweist und die elektrische Mikrostruktur auf einer Befestigungsfläche einer der Schichten aufgebracht wird und danach die andere Schicht darüber angeordnet wird, sodass die elektrische Mikrostruktur zwischen den wenigstens zwei Schichten eingebettet ist. Auf diese Weise kann die elektrische Mikrostruktur besonders gut geschützt an dem Gegenstand angebracht werden. Handelt es sich bei dem Gegenstand beispielsweise um einen Reifen, kann die elektrische Mikrostruktur zwischen verschiedenen Gummilagern im Schichtaufbau des Reifens angeordnet werden. Zum Festkleben der elektrischen Mikrostruktur an der Befestigungsfläche des Gegenstands kann

grundsätzlich jede Art von Klebstoff verwendet werden, wobei darauf geachtet werden sollte, dass der Klebstoff in geeigneter Weise verträglich mit dem Material der Befestigungsfläche ist. Es hat sich gezeigt, dass bei vielen Gegenständen, insbesondere bei Reifen, ein Cyanacrylat-Klebstoff vorteilhaft eingesetzt werden kann.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass zum Festkleben der elektrischen Mikrostruktur an der Befestigungsfläche des Gegenstands ein Klebstoff verwendet wird, der durch Hinzufügung eines Aushärtungsmittels aushärtet. Das Aushärtungsmittel kann ein Aushärtungsmittel jeder Art sein. Es kann sich auch um in der Luft befindliche Feuchtigkeit handeln, sodass das Aushärtungsmittel diese Feuchtigkeit bzw. Wasser ist. Ein solches Aushärtungsmittel wirkt z.B. mit Cyanacrylat-Klebstoffen zusammen. Der Klebstoff kann auch ein Zwei- oder Mehrkomponentenklebstoff sein, sodass das Aushärtungsmittel ein gesonderter Härter sein kann.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Aushärtungsmittel gleich einem Lösemittel ist, durch das die Folie durch Auflösen entfernt werden kann. Dies hat den Vorteil, dass durch das Hinzufügen des Aushärtungsmittels zugleich die Folie aufgelöst und dadurch entfernt werden kann. Wird als Klebstoff beispielsweise ein Cyanacrylat verwendet, so kann zur Förderung der Aushärtung gezielt etwas Wasser hinzugegeben werden, sodass dadurch zugleich der Aushärtungsprozess erfolgt und die Folie aufgelöst wird.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die elektrische Mikrostruktur wenigstens ein Sensorbauteil aufweist. Auf diese Weise kann durch das Aufbringen der elektrischen Mikrostruktur zugleich eine gewisse technische Zusatzfunktionalität realisiert werden, nämlich eine Sensier- bzw. Messfunktion. Das Sensorbauteil kann z.B. ein Drucksensor oder ein Dehnungsmessstreifen sein.

[0024] Der eingangs genannte Gegenstand beliebiger Art, an der die elektrische Mikrostruktur anzubringen ist, kann ein beliebiger technischer oder sonstiger Gegenstand sein. Die Erfindung eignet sich insbesondere für Gegenstände, die eine Elastomerstruktur oder ein Faserverbundbauteil aufweisen oder daraus bestehen. Im Fall einer Elastomerstruktur kann es sich um eine Gummischicht handeln, z.B. um eine Gummischicht eines Kraftfahrzeug-Reifens oder eines sonstigen Reifens. Bei einer Elastomerstruktur kann die elektrische Mikrostruktur aufgeklebt werden. Es ist auch ein Einvulkanisieren möglich, sodass kein gesonderter Klebstoff erforderlich ist.

[0025] Bei einem Faserverbundbauteil kann die elektrische Mikrostruktur ebenfalls mit einem gesonderten Klebstoff aufgeklebt werden. Es ist auch möglich, dass die elektrische Mikrostruktur aufgeklebt wird, indem sie direkt mit dem Harz des Faserverbundbauteils einlaminiert wird. Das Faserverbundbauteil kann z.B. ein Kohlefaser- (CFK) oder ein Glasfaser- (GFK) Bauteil sowie textile Werkstoffe sein.

[0026] Der Gegenstand kann insbesondere als Reifen eines Kraftfahrzeugs, eines Flugzeugs oder eines sonstigen fahrbaren Vehikels ausgebildet sein. In diesem Fall kann die elektrische Mikrostruktur an der Reifeninnenseite oder eingebettet zwischen verschiedenen Lagen des Reifens festgeklebt oder einvulkanisiert sein. Auch hierdurch lassen sich die eingangs erläuterten Vorteile realisieren.

[0027] Es ist insbesondere möglich, über den Umfang des Reifens mehrere elektrische Mikrostrukturen anzubringen. Eine umlaufende Anordnung solcher Strukturen ermöglicht dann insbesondere die Gewinnung von Daten über den gesamten Reifenumfang.

[0028] Im Laufe der Reifenherstellung kann die erfindungsgemäße Aufbringung der elektrischen Mikrostruktur an der Befestigungsfläche insbesondere vor einem Vulkanisierungsprozess des Reifenmaterials durchgeführt werden, was bedeutet, dass nach dem Einbringen der elektrischen Mikrostruktur eine weitere Gummilage darauf aufgebracht werden kann.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Verwendung von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 - einen mehrstufigen Herstellprozess und

Fig. 2 - eine erste Ausführungsform des Anbringens einer elektrischen Mikrostruktur an einer Befestigungsfläche und

Fig. 3 - eine zweite Ausführungsform des Anbringens einer elektrischen Mikrostruktur an einer Befestigungsfläche und

Fig. 4 - eine dritte Ausführungsform des Anbringens einer elektrischen Mikrostruktur an einer Befestigungsfläche.

[0030] In den Figuren werden gleiche Bezugszeichen für einander entsprechende Elemente verwendet.

[0031] Die **Fig. 1** zeigt zunächst einen Herstellungsschritt A, in dem eine flexible Folie **1** durch Gassphasenabscheidung, hier durch einen PVD-Prozess mittels einer Beschichtungsanlage **4**, mit einer elektrischen Mikrostruktur **2** beschichtet wird. Die Folie **1** wird dabei von einer Rolle **3** abgerollt. Während des Abrollprozesses der Folie **1** von der Rol-

le **3** wird jeweils die äußere Folienlage der Rolle **3** über die Beschichtungsanlage **4** beschichtet. Die Beschichtungsanlage **4** weist eine Schattenmaske **5** auf, über die die entsprechende Strukturierung der elektrischen Mikrostruktur **2** erzeugt wird.

[0032] Die Aufbringung der elektrischen Mikrostruktur **2** auf der Folie **1** kann auch derart erfolgen, dass im ebenen, abgerollten Zustand die Folie **1** der Beschichtungsanlage **4** ausgesetzt wird. Die mit der elektrischen Mikrostruktur **2** beschichtete Folie **1** kann dann zu Transportzwecken zu einer Rolle **3** aufgerollt werden.

[0033] Die Herstellungsschritte B, C, D betreffen die Anbringung der elektrischen Mikrostruktur **2** an einem Gegenstand **6**, in diesem Fall an einer von einer Rolle abgerollten Gummibahn. Im Schritt B wird die im Schritt A vorbereitete Folie **1** mit der elektrischen Mikrostruktur **2** voran, somit gegenüber der Abbildung A im gedrehten Zustand, auf einer Befestigungsfläche **11** des Gegenstands **6** aufgebracht. Der Schritt C zeigt, dass durch Hinzufügung von Klebstoff **8** die elektrische Mikrostruktur **2** an der Befestigungsfläche **11** festgeklebt wird. Es kann zum Auflösen der Folie **1** sowie zum Aktivieren des Klebstoffs **8** Wasser **7** hinzugefügt werden. Der Schritt D zeigt den Endzustand nach dem Auflösen der Folie **1**. Es verbleibt die elektrische Mikrostruktur **2** auf der Befestigungsfläche **11** des Gegenstands **6**.

[0034] Die **Fig. 2** zeigt die Schritte B, C, D aus **Fig. 1** in vergrößerter Detaildarstellung. Erkennbar ist wiederum die Folie **1** mit der darauf aufgetragenen elektrischen Mikrostruktur **2**. Erkennbar ist ferner, dass auf der mit der elektrischen Mikrostruktur **2** beschichteten Seite der Folie **1** Klebstoff **8**, z.B. Cyanacrylat, aufgebracht ist. Diese Anordnung wird nun gedreht und mit der Klebschicht **8** voran auf die Befestigungsfläche **11** des Gegenstands **6** aufgebracht. Der untere Teil der **Fig. 2** zeigt den Endzustand, nachdem die Folie **1** entfernt wurde. Der Gegenstand **6**, in diesem Fall die Gummibahn, kann ein bereits vulkanisiertes Gummimaterial sein.

[0035] Die **Fig. 3** zeigt einen alternativen Anbringungsprozess einer elektrischen Mikrostruktur **2**. In diesem Fall wurde die elektrische Mikrostruktur im vorangehenden Herstellungsschritt A bereits komplexer aufgebaut, indem an einer Kontaktschicht dieser Mikrostruktur **2** bereits elektrische und elektronische Bauteile **10** angebracht wurden, z.B. SMD-Bauteile und/oder Piezo-Bauteile. Dies wurde im Herstellungsschritt A beispielsweise derart durchgeführt, dass als Folie **1** eine thermisch entfernbare Folie eingesetzt wurde. Diese wurde mit einer Schicht aus einem Zwischenlagenmaterial **9** beschichtet. In diesem Zwischenlagenmaterial **9** sind Aussparungen vorhanden, in die die Bauteile **10** eingesetzt wurden. So dann wird die eigentliche Mikrostruktur **2**, die in die-

sem Fall eine Kontaktschicht darstellt, mittels der Beschichtungsanlage 4 aufgebracht.

[0036] In den nachfolgenden Schritten B, C, D wird dann vergleichbar wie zuvor erläutert vorgegangen. Es wird auf die Mikrostruktur 2 die Klebschicht 8 aufgebracht. Die gesamte Anordnung wird umgedreht und mit der Klebschicht 8 voran auf die Befestigungsfläche 11 des Gegenstands 6 aufgebracht. Der Klebstoff wird aktiviert. Es wird die Folie 1 thermisch entfernt. Sodann wird die Schicht aus dem Zwischenlagenmaterial 9 entfernt, z.B. durch ein Lösungsmittel. Wird als Zwischenlagenmaterial 9 ein wasserlösliches Material wie PVA verwendet, kann das Entfernen des Zwischenlagenmaterials mittels Spülen durch Wasser erfolgen.

[0037] Die Fig. 4 zeigt eine Variante der Anbringung der elektrischen Mikrostruktur 2 an einem Gegenstand 6 in Form einer noch nicht vulkanisierten Gummischicht. Die Folie 1 mit der elektrischen Mikrostruktur 2 wird nun ohne die Klebschicht 8 direkt auf der Befestigungsfläche 11 befestigt. Die Befestigung der elektrischen Mikrostruktur 2 an der Befestigungsfläche 11 erfolgt durch das Vulkanisieren des Gummimaterials des Gegenstands 6. Die Folie 1 wird wiederum entfernt, wie zuvor erläutert.

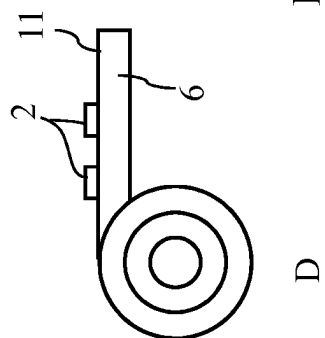
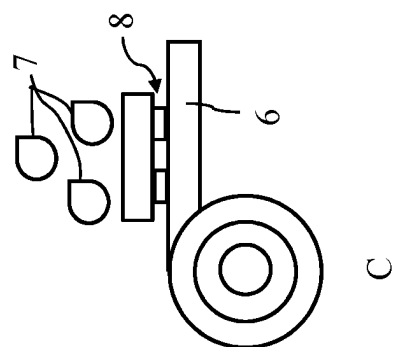
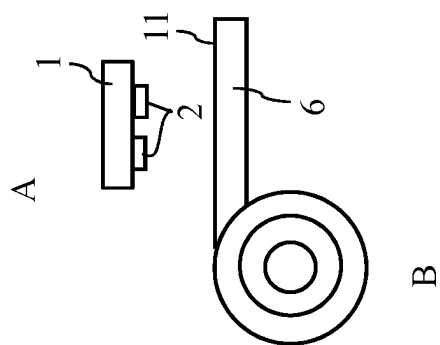
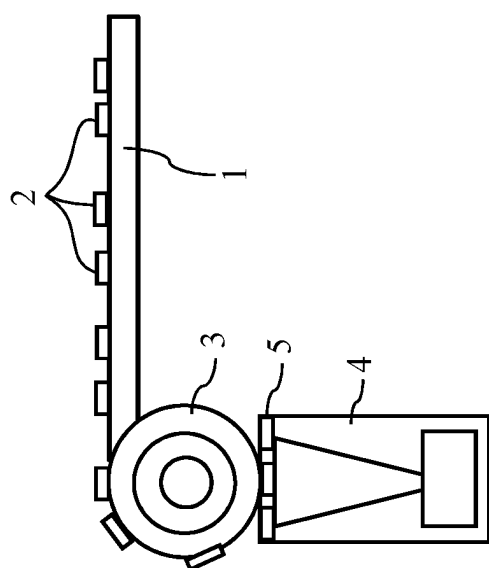
Patentansprüche

1. Verfahren zur Anbringung einer elektrischen Mikrostruktur (2) an oder in einem Gegenstand (6) beliebiger Art, wobei die elektrische Mikrostruktur (2) zunächst auf einer flexiblen Folie (1) aufgebracht ist und die Folie (1) mit der daran aufgetragenen elektrischen Mikrostruktur (2) voran an einer Befestigungsfläche (11) des Gegenstands (6) durch Kleben und/oder Einvulkanisieren befestigt wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Befestigen der elektrischen Mikrostruktur (2) an dem Gegenstand (6) die Folie (1) vollständig oder teilweise, insbesondere zum überwiegenden Teil, entfernt wird.
3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Folie (1) durch Auflösen der Folie (1) entfernt wird.
4. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Folie (1) mittels eines Lösungsmittels (7) benetzt wird und dadurch aufgelöst wird und/oder die Folie durch Erwärmung aufgelöst wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Folie (1) perforiert und/oder gelocht ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Mikrostruktur (2) mittels eines Gasphasenabscheidungsprozesses auf der Folie (1) aufgebracht wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Mikrostruktur (2) Leiterbahnen, Anschlussflächen für elektrische und/oder elektronische Bauteile und/oder passive elektrische und/oder elektronische Bauteile aufweist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf die Folie (1) zunächst eine Schicht aus einem Zwischenlagenmaterial (9) mit in Aussparungen des Zwischenlagenmaterials (9) eingebetteten elektrischen und/oder elektronischen Bauteilen (10) aufgebracht wird und darauf die elektrische Mikrostruktur (2) aufgebracht wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gegenstand (6), auf dem die elektrische Mikrostruktur (2) aufgebracht wird, einen Schichtaufbau aus wenigstens zwei Schichten aufweist und die elektrische Mikrostruktur (2) auf einer Befestigungsfläche (11) einer der Schichten aufgebracht wird und danach die andere Schicht darüber angeordnet wird, sodass die elektrische Mikrostruktur (2) zwischen den wenigstens zwei Schichten eingebettet ist.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Festkleben der elektrischen Mikrostruktur (2) an der Befestigungsfläche (11) des Gegenstands (6) ein Klebstoff (8) verwendet wird, der durch Hinzufügung eines Aushärtungsmittels aushärtet.
11. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Aushärtungsmittel gleich einem Lösemittel (7) ist, durch das die Folie (1) durch Auflösen entfernt werden kann.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Mikrostruktur (2) wenigstens ein Sensorbauteil aufweist.
13. Elastomerstruktur mit wenigstens einer daran aufgeklebten oder einvulkanisierten elektrischen Mikrostruktur (2).
14. Faserverbundbauteil mit wenigstens einer daran aufgeklebten elektrischen Mikrostruktur (2).
15. Reifen mit einer an der Reifeninnenseite oder eingebettet zwischen verschiedenen Lagen des

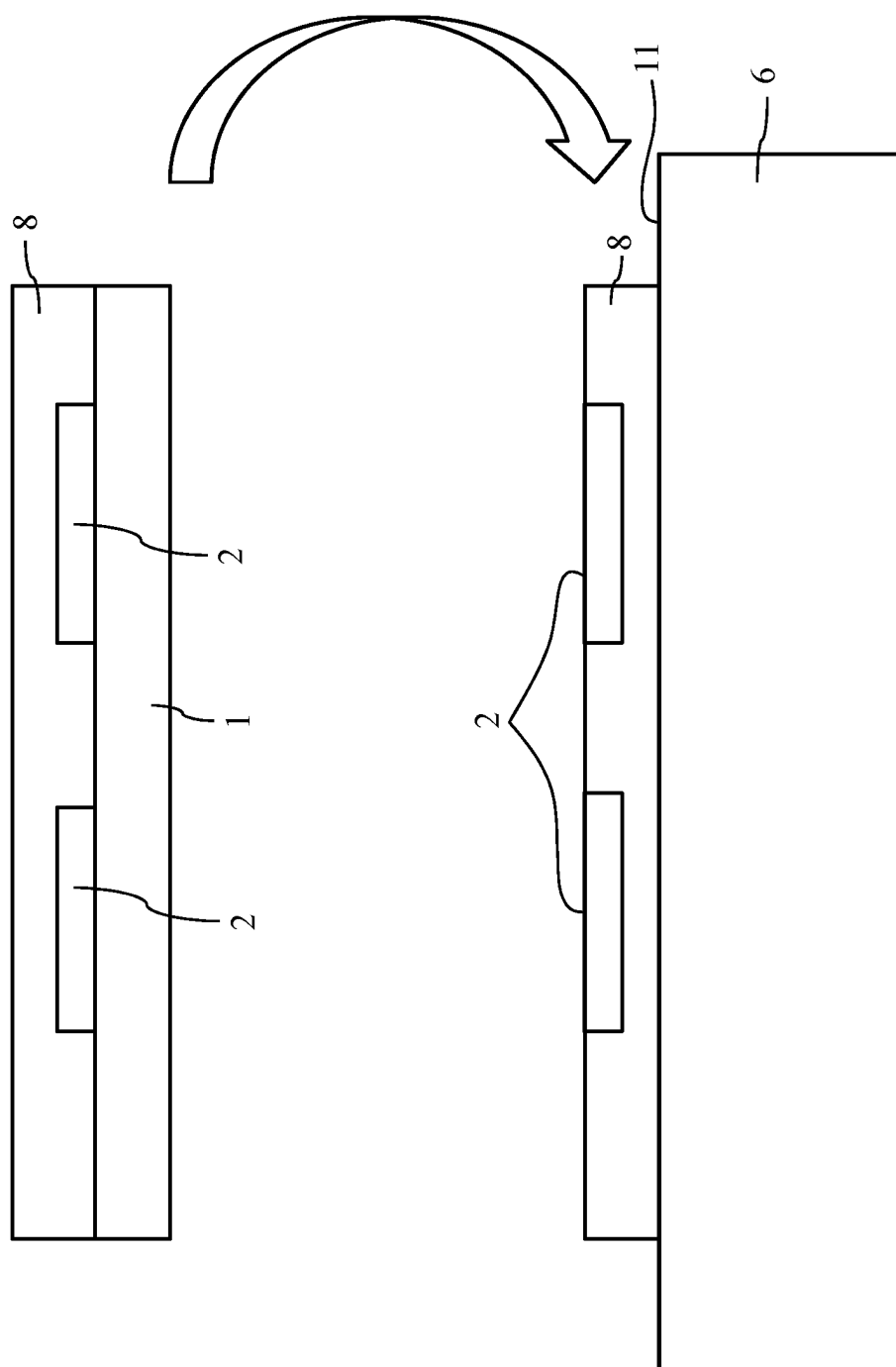
Reifens festgeklebten oder einvulkanisierten elektrischen Mikrostruktur (2).

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

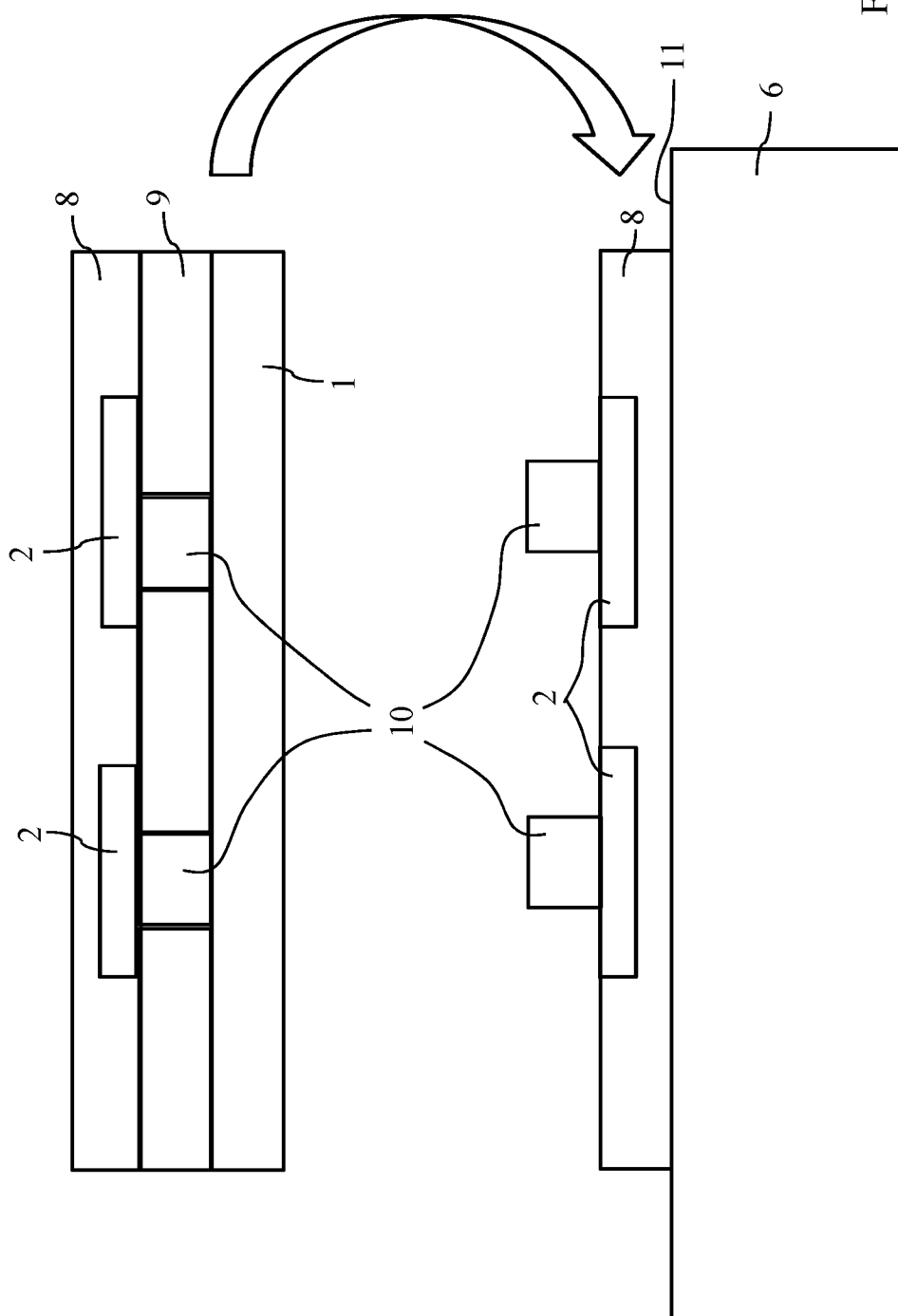
Anhängende Zeichnungen



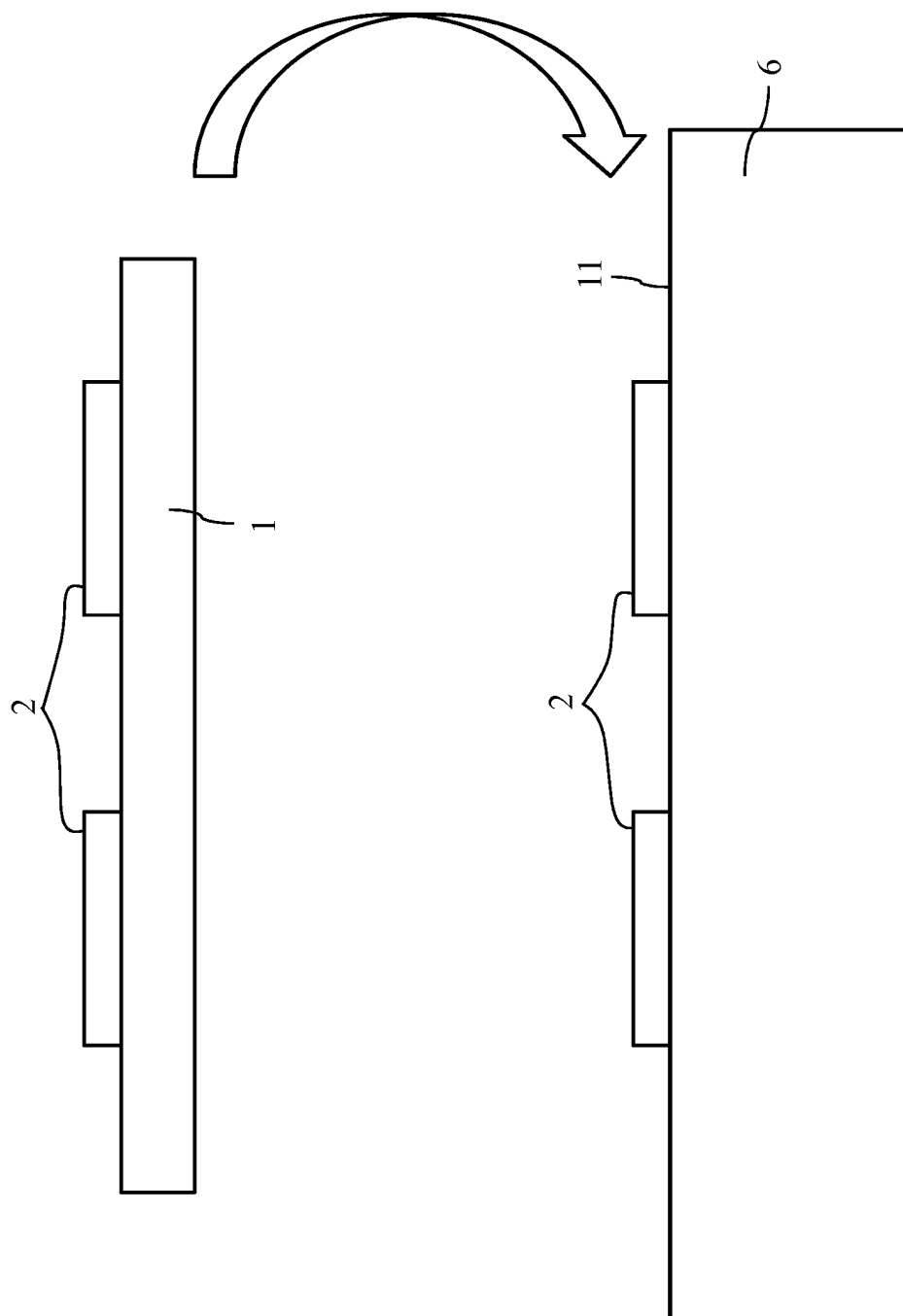
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4