



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 00 439 A1** 2004.07.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 00 439.4**

(22) Anmeldetag: **09.01.2003**

(43) Offenlegungstag: **22.07.2004**

(51) Int Cl.7: **B01J 19/08**

B08B 7/00, B23H 9/00

(71) Anmelder:

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:

Draudt, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 42289 Wuppertal

(72) Erfinder:

**Heise, Michael, Dipl.-Phys., 52062 Aachen, DE;
Pietsch, Gerhard, Prof., 52066 Aachen, DE; Hulka,
Lutz, Dipl.-Ing., 52064 Aachen, DE; Trompeter,
Franz-Josef, Dr., 52072 Aachen, DE; Neff, Willi, Dr.,
Kelmis, BE; Franken, Oliver, Dipl.-Ing., 52249
Eschweiler, DE; Saveliev, Anatoli, Dr., 52074
Aachen, DE**

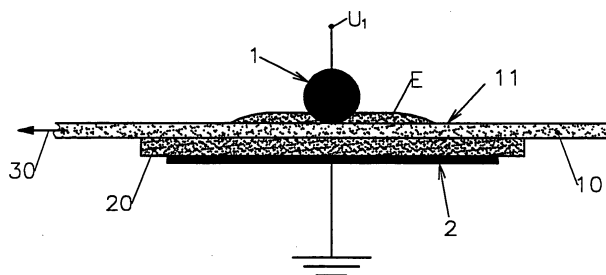
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Behandeln von Oberflächen**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes, mit einer aus mindestens zwei elektrisch leitfähigen Elektroden (1, 2) bestehenden Elektrodenanordnung.

Um eine möglichst homogene Oberflächenentladung (E) auf der zu behandelnden Oberfläche (11) des Werkstoffes (10) zu erreichen, wird die Vorrichtung so ausgebildet, daß diese Elektroden (1, 2) derart dicht zur Oberfläche angeordnet sind, daß Oberflächenentladungen oder koplanare Entladungen anregbar sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes, mit einer aus mindestens zwei Elektroden bestehenden Elektrodenanordnung. Diese Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes.

Stand der Technik

[0002] Eine Reihe derartiger Vorrichtungen und Verfahren sind bekannt. Aus GB-B 829929 geht hervor, daß zwischen zwei voneinander beabstandeten, elektrisch leitfähigen Metallelektroden, die zur Anregung einer Korona-Entladung dienen, eine Metallfolie zum Entfetten, geführt wird. Bei diesem Verfahren wirkt sich die starke Hitzeentwicklung negativ auf die Standzeit der Metallelektroden aus. Da solche Elektroden sehr heiß werden können, werden gem. einer anderen aus US 4,446,110 bekannten Vorrichtung diese Elektroden mit einer Quarzbeschichtung ausgerüstet und zusätzlich gekühlt. Durch eine zusätzliche Kühlvorrichtung kann die Standzeit der Elektroden zwar verlängert werden, das Verfahren bleibt aber für thermolabile Werkstoffe nur eingeschränkt anwendbar.

[0003] Zur Behandlung einer Oberfläche kann weiterhin eine Barrierenentladung, auch bekannt unter dem Begriff dielektrisch behinderte Entladung, benutzt werden. Nach DE-A 43 32 866 befindet sich zwischen zwei Elektroden das zur Barrierenentladung benötigte Dielektrikum auf der Oberfläche der ersten Elektrode, wobei der Abstand zwischen erster und zweiter Elektrode so groß gewählt ist, daß ein Entladungsraum entsteht. Im Entladungsraum einer Barrierenentladung bilden sich sogenannte Mikroentladungskanäle, die sich am Entladungsspalt in Richtung auf das Dielektrikum ausrichten. Wird diese Barrierenentladung in Umgebungsluft bei Atmosphärendruck durchgeführt, bilden sich typischerweise inhomogene Entladungsfilamente.

[0004] Vergleichsweise homogen verteilte Entladungsfilamente lassen sich durch den Einsatz von speziellen Vorrichtungen, bei denen nur leichte Edelgase in den Entladungsraum eingefüllt werden, wie aus DE-C 43 02 465 bekannt, erzielen. Der konventionellen Barrierenentladung liegen kurzzeitige aufeinander folgende Entladungsfilamente zugrunde, so daß eine gleichmäßige Behandlung der gesamten Oberfläche nicht gewährleistet werden kann.

[0005] Weiterhin sind Vorrichtungen zum Erzeugen einer Mikrowellenentladung bekannt, z.B. aus EP-B 0 376 252, zum Entfernen einer Oxidschicht auf einem Substrat sowie zum Erzeugen von gepulsten MW-Entladungen zum Abbau von Stickoxiden NO_x aus Abgasen. Die erstgenannten Vorrichtungen verwenden nur Entladungsräume mit einer Gasatmosphäre unter reduziertem Druck, um die mittlere freie Weglänge der hoch angeregten Radikale zu errei-

chen.

[0006] Bei allen hier genannten Vorrichtungen zünden die Entladungen im Volumen, wodurch der Energietransport auf die zu behandelnde Oberfläche wenig effizient ist.

[0007] Neben chemischen Verfahren zum Reinigen, Entkeimen, Sterilisieren, Modifizieren und Beschichten von Oberflächen sind auch Verfahren bekannt, die die oben beschriebenen Entladungsanordnungen einsetzen. Zu den besonders effektiven Reinigungsverfahren gehört die UV-Bestrahlung von Werkstoffoberflächen in einer zur photochemischen Induzierung von Radikalen notwendigen Gasatmosphäre, wie aus EP-A 0 510 503 bekannt. Aus DE-A 197 17 698 ergibt sich eine Kombination aus chemischer Reinigung durch UV-Emission und einer dielektrisch behinderten Entladung in einer spezifischen Gasatmosphäre.

[0008] Weiterhin bleibt die technisch aufwendige Lösung des Problems zur Steuerung des Entladungsspalts für nicht ebene Materialien, der typischerweise im Bereich von 1/10 mm bis einige mm betrieben wird, bestehen.

[0009] Bei den Verfahren zum Reinigen, Sterilisieren, insbesondere Desinfizieren, Modifizieren und Beschichten von Oberflächen beeinträchtigt die Behandlung mit fluktuierenden Entladungen die Qualität einer zu behandelnden Oberfläche des erhaltenen Werkstoffes stark. Verfahren, bei denen eine Kombination aus Entladung und UV/VUV-Bestrahlung zur Behandlung, insbesondere zum Entkeimen bzw. Sterilisieren, von Oberflächen eines Werkstoffes eingesetzt werden, führen die bekannten Abschattungsdefekte durch Staubpartikel zu erheblichen Problemen.

Aufgabenstellung

[0010] Der Erfindung liegt demzufolge die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren mit den eingangs genannten Merkmalen anzugeben, die mit technisch einfachen Mitteln das Ausbilden eines Entladungsraums vermeiden.

[0011] Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtungen der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Elektroden derart dicht auf der Oberfläche angeordnet sind, daß eine Oberflächenentladung oder eine koplanare Entladung anregbar ist.

[0012] Des weiteren wird diese Aufgabe bei dem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Oberflächenentladung oder koplanare Entladung verwandt wird.

[0013] Zum besseren Verständnis der Erfindung werden zuerst die vorteilhaften Kennzeichen der Oberflächenentladung behandelt. Die Erfindung ist auf die Erkenntnis zurückzuführen, daß wenn ein Abstand zwischen mindestens einer ersten Elektrode und der zu behandelnden Oberfläche an der Kontaktstelle Null ist und wenn der Abstand senkrecht zur Kontaktlinie entlang der zu behandelnden Oberfläche

zunimmt, es zur Zündung der Oberflächenentladung im Minimum der Paschenkurve kommt. Bei Atmosphärendruck breitet sich dadurch die Entladung entlang der Oberfläche senkrecht zur Elektrode homogen aus.

[0014] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes so ausgebildet, daß die zur Anregung der Oberflächenentladung benötigte Elektrodenanordnung aus mindestens einer ersten Elektrode und einer auf der zu behandelnden Oberfläche gegenüberliegenden Seite angeordneten zweiten Elektrode besteht, die sich in unmittelbarer Nähe oder direkt auf der zu behandelnden Oberfläche befinden und mindestens ein Dielektrikum zwischen der ersten und zweiten Elektrode vorhanden ist.

[0015] Um besonders große Oberflächen eines Werkstoffes gleichmäßig zu behandeln, wird die Vorrichtung so ausgelegt, daß die zu behandelnde Oberfläche relativ zur Elektrodenanordnung in eine vorbestimmbare Richtung bewegbar ist.

[0016] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung zur Oberflächenentladung, ist diese so ausgerüstet, daß die erste Elektrode eine runde bzw. kreisrunde Elektrode ist.

[0017] Für eine vorteilhafte Anregung einer Oberflächenentladung ist die Vorrichtung derart zu gestalten, daß die erste Elektrode und/oder zweite Elektrode direkt auf der zu behandelnden Oberfläche aufliegt und der Kontakt mit der zu behandelnden Oberfläche rollend oder schleifend ist.

[0018] Zur Anregung einer im wesentlichen flächigen Oberflächenentladung ist die Vorrichtung derart ausgestattet, daß die zweite Elektrode entweder eine ebene, runde oder kreisrunde Elektrode mit größerer räumlicher Ausdehnung als die erste Elektrode ist.

[0019] Die Steuerung der zur Oberflächenentladung auf der Oberfläche eines Werkstoffes benötigte Anregungsspannung wird erleichtert, wenn eine der Elektroden, vorzugsweise die zweite Elektrode, geerdet ist.

[0020] Das zur Anregung einer Oberflächenentladung zwischen erster und zweiter Elektrode angeordnete Dielektrikum kann auf verschiedene Weise in die Vorrichtung derart integriert werden, daß das Dielektrikum zwischen erster und zweiter Elektrode aus einer dielektrischen Schicht auf einer Elektrode, den zu behandelnden Werkstoff bzw. Verbundwerkstoff selbst, und/oder einem zusätzlichen Dielektrikum besteht.

[0021] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung zur Oberflächenentladung so ausgelegt, daß die Oberfläche des zu behandelnden Werkstoffes oder Verbundwerkstoffes elektrisch leitfähig ist, wobei eine dielektrisch behinderte Elektrode oder bevorzugt das Dielektrikum zwischen Werkstück und erster Elektrode, vorhanden ist.

[0022] Die Vorrichtung ist besonders gut zum Behandeln von Oberflächen typischer Verpackungsmaterialien, wie z. B. PET, PE, PP, PS, geeignet. Solche

thermisch labilen, dielektrisch behinderten Materialien werden aufgrund der geringen Wärmeentwicklung auf der zu behandelnden Oberfläche bei einer Oberflächenentladung geschont.

[0023] Eine bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung zur Oberflächenentladung für den genannten Zweck, ist so ausgebildet, daß die Oberfläche des zu behandelnden Werkstoffes oder Verbundwerkstoffes dielektrisch behindert ist, wobei die erste Elektrode praktisch auf der zu behandelnden Oberfläche aufliegt, die zweite Elektrode direkt, vorzugsweise durch ein zusätzliches Dielektrikum behindert, auf der gegenüberliegenden Seite aufliegt.

[0024] Die vorteilhaften Merkmale einer Vorrichtung zur Anregung einer koplanaren Entladung sollen im folgenden erläutert werden.

[0025] Vorteilhafterweise ist die Vorrichtung zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes so ausgebildet, daß die zur Anregung einer koplanaren Entladung benötigte Elektrodenanordnung aus beliebig vielen Elektrodenpaaren besteht, die sich in der Nähe der zu behandelnden Oberfläche vollständig im Inneren eines Dielektrikums befinden.

[0026] Um die im wesentlichen flächig auf der Oberfläche des Dielektrikums zündende koplanare Entladung zusätzlich zu homogenisieren, wird die Vorrichtung so ausgelegt, daß die Metallelektroden des Metallelektrodenpaares einen Abstand voneinander zwischen 10 µm und 10 mm haben.

[0027] Um besonders große Oberflächen eines Werkstoffes gleichmäßig zu behandeln, kann wie bereits erwähnt, die zu behandelnde Oberfläche relativ zur Elektrodenanordnung bewegt werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung zu koplanaren Entladung ist so ausgerüstet, daß der Werkstoff direkt auf oder dicht zu der Oberfläche des die Elektroden enthaltenden Dielektrikums geführt wird.

[0028] Mit der Vorrichtung zur koplanaren Entladung können Oberflächen beliebiger Körper, die nicht eben sein müssen, behandelt werden. Durch eine Vorrichtung zur Anregung einer koplanaren Entladung, mit einer angepaßten Geometrie des mindestens ein Elektrodenpaar enthaltenden Dielektrikums, können auch Oberflächen von spritzgegossenen, tiefgezogenen oder extrudierten Formteilen, wie beispielsweise Bechern oder ähnlichen behandelt werden. Vorteilhafterweise ist eine Vorrichtung zur koplanaren Entladung dann so gestaltet, daß das mindestens ein Metallelektrodenpaar beinhaltete Dielektrikum relativ zur Entladung in eine vorbestimmbare Richtung bewegbar ist.

[0029] Zur weiteren Steigerung der Behandlungseffizienz können sowohl die Vorrichtung zur Oberflächenentladung als auch die Vorrichtung zur koplanaren Entladung optional derart gestaltet werden, daß eine einen Gastunnel begrenzende Abdeckung über der zu behandelnden Oberfläche angebracht ist. Bevorzugterweise sind solche Vorrichtungen so ausgelegt, daß im Gastunnel eine spezifische Gasatmosphäre mit einem Gasdruck erzeugt wird, welcher die

Umgebungsluft verdrängt.

[0030] Zum Erzeugen der Oberflächenentladung oder koplanaren Entladung wird eine Spannungsquelle angeschlossen. Um die Entladung auf der Oberfläche von verschiedenen Werkstoffen anzupassen, ist die Vorrichtung derart ausgestaltet, daß über eine Steuerungseinheit beliebige Pulsgruppen mit Spannungsamplituden oberhalb der Durchbruchspannung und beliebiger Anregungs- oder Repitionsfrequenz an die Elektroden anlegbar sind.

[0031] Um die Vorrichtung zur Anregung der Entladung für verschiedene zu behandelnde Oberflächen eines Werkstoffes zu verbessern, wird die Spannungsversorgung derart ausgeführt, daß über eine Steuerungseinheit beliebig geformte Anregungsspannungen oberhalb der Durchbruchspannung an die Elektroden anlegbar sind, vorzugsweise solche, mit einem sinusförmigen, steilen oder pulsförmigen Spannungsverlauf.

[0032] Von besonderem Vorteil für das Verfahren zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes ist, daß eine dielektrisch behinderte Werkstoffoberfläche als Dielektrikum verwandt wird. Hierdurch kann auf ein zusätzliches Dielektrikum verzichtet werden.

[0033] Eine besonders einfache Ausführungsform des Verfahrens zum Behandeln von Oberflächen ergibt sich dadurch, daß der Werkstoff ein schwach leitfähiges Dielektrikum ist und eine Gleichspannung angelegt wird.

[0034] Unter einer im wesentlichen flächig ausgebildeten Entladung auf einer zu behandelnden Oberfläche eines Werkstoffes soll eine Oberflächenentladung oder koplanare Entladung verstanden werden, die eine wesentlich größere in Flächenrichtung der zu behandelnden Oberfläche sich erstreckende Ausdehnung hat, als in Höhenrichtung, d.h. senkrecht zur Flächenerstreckung. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens wird daher so ausgeführt, daß zur Erzeugung einer im wesentlichen flächig ausgebildeten Entladung auf der zu behandelnden Oberfläche eines Werkstoffes eine die Entladung ausbildende erste Elektrode in unmittelbarer Nähe zur Oberfläche angeordnet ist, die mit einer Anregungsspannung oberhalb einer Durchbruchspannung versorgt wird, wobei die Anregungsspannung in einer für die Zündung und Ausbildung der Entladung auf der Oberfläche ausreichenden Höhe ist.

[0035] Vorzugsweise ist das Verfahren zum Behandeln von Oberflächen so gestaltet, daß die Entladung im wesentlichen nur auf der zu behandelnden Oberfläche ausgebildet wird. Dadurch kann der Behandlungsort genauer festgelegt werden.

[0036] Das Verfahren zum Behandeln von Oberflächen wird vorteilhaft so ausgeführt, daß zwischen der ersten Elektrode und einer davon beabstandeten zweiten Elektrode ein dielektrischer Werkstoff bzw. ein Dielektrikum vorgesehen ist und die zu behandelnde Oberfläche nah bei zumindest einer der beiden Elektroden angeordnet ist, wobei sich die Entladung nah bei der ersten Elektrode ausbildet.

[0037] Um eine hochwertige, d.h. homogene, Behandlung einer Oberfläche zu erreichen, muß der Entladungsraum, d.h. das Volumen zwischen erster Elektrode und zu behandelnder Oberfläche, minimiert werden. Dies wird für das Verfahren zum Behandeln von Oberflächen vorzugsweise dadurch erreicht, daß der Abstand zwischen erster Elektrode und der zu behandelnden Oberfläche unterhalb 10 µm liegt, wobei die erste Elektrode praktisch auf die Oberfläche aufgelegt wird.

[0038] Um die Standzeit des Dielektrikums zu verlängern, kann das Verfahren zum Behandeln einer Oberfläche so ausgeführt werden, daß eine dielektrische, nicht leitfähige Schicht nahe der zweiten Elektrode angeordnet wird und die zu behandelnde Oberfläche bzw. der sich zumindest flächig erstreckende Werkstoff zwischen dielektrischer Schicht und erster Elektrode befindet.

[0039] Um eine noch schonendere Behandlung einer Oberfläche eines Werkstoffes, insbesondere eines thermolabilen Werkstoffes, zu erreichen, wird das Verfahren derart ausgeführt, daß mehrere erste Elektroden nebeneinander angeordnet werden, um auf der zu behandelnden Oberfläche mehrere eigenständige Entladungen zu erzeugen.

[0040] Für nicht ebene Werkstoffe ist das Verfahren vorzugsweise so auszuführen, daß mehrere Metallelektrodenpaare nebeneinander mit einem Abstand, der größer als der Abstand der Metallelektroden innerhalb des Metallelektrodenpaars ist, angeordnet werden, um auf der zu behandelnden Oberfläche mehrere eigenständige koplanare Entladungen zu erzeugen.

[0041] Die zur Erzeugung einer Oberflächenentladung bzw. koplanaren Entladung benötigte Anregungsspannung ist nach Paschen abhängig von der Zündfunkenlänge, d.h. der Länge des Entladungsspalts, und dem Gasdruck zwischen erster Elektrode und zu behandelnder Oberfläche. Da der Entladungsspalt dabei praktisch nicht vorhanden ist, kann bei konstanter Anregungsspannung ein höherer Gasdruck verwandt werden.

[0042] Um die Behandlungseffizienz auf der zu behandelnden Oberfläche eines Werkstoffes zu verbessern, kann das Verfahren bevorzugt so ausgeführt werden, daß die spezifische Gasatmosphäre einen von der Umgebungsluft abweichenden Gasdruck hat und mindestens ein Bestandteil der Gasatmosphäre durch die Entladung zur Emission von UV/VUV-Strahlung angeregt wird.

[0043] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, daß die spezifische Gasatmosphäre mindestens einen Bestandteil zur Entkeimung und/oder Modifikation der zu behandelnden Oberfläche hat.

[0044] Eine weitere besonders bevorzugte Ausführungsform dieses Verfahrens ist derart ausgestaltet, daß die spezifische Gasatmosphäre mindestens einen von der Umgebungsluft abweichenden Anteil an Sauerstoff zur Beschichtung und/oder Modifikation

der zu behandelnden Oberfläche hat.

[0045] Die zur Anregung einer Oberflächenentladung verwandten Elektroden können beliebig geformt sein. Die zur Anregung einer koplanaren Entladung verwandten Metallelektroden können einen beliebigen Querschnitt haben.

[0046] Die zu behandelnde Oberfläche muß nicht eben sein. Die Vorrichtungen zur Anregung einer Entladung erzeugen ein nicht thermisches Plasma, so daß besonders thermolabile Werkstoffe schonend behandelt werden können. Das Behandeln von Oberflächen kann durch die Verringerung von Fluktuationen der Entladung verbessert werden. Die durch die Vorrichtung angeregte Entladung ermöglicht Plasma-Prozesse direkt auf der zu behandelnden Oberfläche.

[0047] Das Verfahren zum Behandeln einer Oberfläche eines Werkstoffes kann durch die Gasatmosphäre effektiver gestaltet werden. So kann z.B. die Entkeimung einer Oberfläche durch eine geeignete Gaszusammensetzung, z.B. eine Excimer-Gas-mi-Gasmischung die photochemische Induzierung von UV/VUV-Strahlung, unterstützt werden. Da die UV/VUV-Strahlung in der Nähe der zu behandelnden Oberfläche generiert wird, werden Abschattungseffekte durch Staub und mikrobiologische Objekte verringert. Die Staubpartikel auf der zu behandelnden Oberfläche minimieren den Spaltabstand und begünstigen so die Anlagerung des Plasmas. Das Verfahren zum Behandeln von Oberflächen kann zur Veredelung eines Werkstoffs eingesetzt werden. Die Oberflächenenergie der zu behandelnden Oberfläche kann mit spezifischen Gaszusammensetzungen beeinflusst werden.

[0048] Die Zusammensetzung der Gasatmosphäre für die Oberflächenbehandlung eines Werkstoffes ist für die Verfahren zum Reinigen, Sterilisieren, Desinfizieren, Modifizieren und Beschichten entsprechend frei wählbar.

Ausführungsbeispiel

[0049] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele, sowie aus den Zeichnungen, auf die nun Bezug genommen wird. Es zeigt:

[0050] **Fig. 1** Seitenansicht einer ersten Vorrichtung zur Erzeugung einer Oberflächenentladung eines elektrisch leitfähigen Werkstoffs;

[0051] **Fig. 2** Seitenansicht einer zweiten Vorrichtung zur Erzeugung einer Oberflächenentladung eines dielektrisch behinderten Werkstoffs;

[0052] **Fig. 3** Seitenansicht einer dritten Vorrichtung zur Erzeugung einer Oberflächenentladung eines Verbundwerkstoffs mit leitfähiger Oberfläche;

[0053] **Fig. 4** Seitenansicht einer vierten Vorrichtung zur Erzeugung einer Oberflächenentladung mit Gastunnel;

[0054] **Fig. 5** Seitenansicht einer fünften Vorrichtung zur Erzeugung einer Oberflächenentladung mit einer Vielzahl an ersten Elektroden in kreisförmiger

Anordnung über zweiter Elektrode; und

[0055] **Fig. 6a, b** Seitenansichten einer sechsten Vorrichtung zur Erzeugung einer koplanaren Entladung; mit verschiedenen Abständen bzw. Anordnungen des Werkstoffs zur Vorrichtung.

[0056] Anhand der **Fig. 1** wird der grundsätzliche Aufbau einer ersten Vorrichtung zur Anregung einer Oberflächenentladung erläutert. Mindestens eine elektrisch leitfähige erste Elektrode **1** befindet sich direkt auf, d.h. im elektrischen Kontakt mit der zu behandelnden Oberfläche **11** eines Werkstoffes **10**, der, relativ zur im wesentlichen sich flächig ausbreitenden Entladung **E**, in Richtung **30** bewegt wird. Selbstverständlich kann aber auch eine Vorrichtung verwandt werden, bei der die erste Elektrode **1** bewegt wird. Die zweite Elektrode **2**, die vorzugsweise geerdet ist, befindet sich auf der zur behandelnden Oberfläche **11** gegenüberliegende Seite, dessen zur ersten Elektrode **1** zugewandte Oberfläche ein Dielektrikum **20** aufweist. Zur Erzeugung der Oberflächenentladung wird eine Anregungsspannung U_1 von bis zu 20 kV in Form einer Wechselspannung oder einer gepulsten Gleichspannung mit einer Pulslänge $< 1 \mu s$ angelegt.

[0057] **Fig. 2** zeigt eine zweite Vorrichtung zur Oberflächenentladung auf einer zu behandelnden Oberfläche **11** eines dielektrisch behinderten Werkstoffes **10'**, der, relativ zur sich flächig auf der zu behandelnden Oberfläche **11** ausbreitenden Entladung **E**, in Richtung **30** bewegt wird. Die zweite Elektrode **2** liegt dabei direkt auf der zur behandelnden Oberfläche **11** gegenüberliegenden Fläche auf und ist vorzugsweise geerdet, wobei der Werkstoff **10'** selbst ein Dielektrikum ist. Die erste Elektrode **1** wird im elektrischen Kontakt zur behandelnden Oberfläche **11** geführt. Zur Erzeugung der Oberflächenentladung wird eine Anregungsspannung U_2 , in Form einer Wechselspannung, angelegt. Ist der verwandte Werkstoff **10'** selbst ein schwach leitfähiges Dielektrikum, kann zur Anregung der Oberflächenentladung eine Anregungsspannung U_2 oberhalb der Durchbruchspannung, in Form einer Gleichspannung, angelegt werden.

[0058] **Fig. 3** zeigt eine dritte Vorrichtung zur Oberflächenentladung, bei der mindestens eine dielektrisch behinderte erste Elektrode **5** direkt auf einer zu behandelnden Verbundwerkstoffoberfläche **13**, die elektrisch leitfähig ist, geführt wird. Die zweite Elektrode **2**, die bevorzugt geerdet ist, liegt auf der zur behandelnden Verbundwerkstoffoberfläche **13** gegenüberliegenden Seite eines Verbundwerkstoffes **12** auf, der relativ zur im wesentlichen flächigen Entladung **E** in Richtung **30** bewegt wird. Ein Dielektrikum **21** überzieht die Oberfläche einer ersten Elektrode **5**, wobei mindestens ein Teil dieses Dielektrikums **21** sich zwischen dem elektrisch leitfähigen Metallkern der ersten Elektrode **5** und der zu behandelnden elektrisch leitfähigen Verbundwerkstoffoberfläche **13** befindet. Zur Erzeugung einer Oberflächenentladung wird die Anregungsspannung U_3 angelegt.

[0059] **Fig. 4** zeigt eine vierte Vorrichtung zur Anre-

gung einer Oberflächenentladung, bei der mindestens eine erste elektrisch leitfähige Elektrode **1** direkt auf der zu behandelnden Oberfläche **11** eines Werkstoffes **10** aufliegt. Die Oberfläche der zweiten Elektrode **2**, die vorzugsweise geerdet und die der zu behandelnden Oberfläche zugewandt ist, weist das zur sich im wesentlichen flächig ausbreitenden Entladung E benötigte Dielektrum **20** auf. Der im wesentlichen flächige Werkstoff **10**, vorzugsweise Bahn- bzw. Packmaterial, wird relativ zur Entladung E in Richtung **30** bewegt. Zur Erzeugung einer spezifischen Gasatmosphäre **41** wird eine Abdeckung **40** über die erste Elektrode **1** und der zu behandelnden Oberfläche **11** dergestalt angebracht, daß die spezifische Gasatmosphäre **41** vollständig die im wesentlichen flächig ausgebildete Entladung E überdeckt. Die Gasatmosphäre **41** hat dabei einen Gasdruck, der höher ist als der Atmosphärendruck der Umgebungsluft, und sie kann in der Gasart und/oder deren Bestandteile ohne nennenswerte Begrenzungen variiert werden. Dadurch kann das beabsichtigte Reinigen, Sterilisieren, Desinfizieren, Modifizieren oder Beschichten der zu behandelnden Oberfläche **11** sinnvoll unterstützt werden. Zur Erzeugung der Oberflächenentladung wird eine Anregungsspannung U4 oberhalb der Durchbruchspannung angelegt.

[0060] **Fig. 5** zeigt eine fünfte Vorrichtung als praktisches Ausführungsbeispiel zur Anregung einer Oberflächenentladung zum Behandeln eines dielektrisch behinderten Werkstoffes **10** bzw. Verbundwerkstoffes **12**, insbesondere von Bahn- bzw. Packmaterial, der in Richtung **30** bewegt wird. Der jeweils zu behandelnde Werkstoff **10** bzw. Verbundwerkstoff **12** wird auf der Oberfläche eines Dielektrikums **20** geführt. Dieses Dielektrum **20** ist auf der Oberfläche einer runden bzw. kreisrunden zweiten Elektrode **2**, die vorzugsweise geerdet ist, angeordnet. Diese zweite Elektrode **2** kann beispielsweise eine zylinderförmige Trommel sein, um die der Werkstoff **10** bzw. der Verbundwerkstoff **12** bewegt wird. Auf der zu behandelnden Oberfläche **11a** ist eine Vielzahl von ersten Elektroden **1, 1a, 1b,...1j** derart voneinander beabstandet angeordnet, daß ein Satz von sich im wesentlichen flächig ausgebildeten Entladungen E, Ea, Eb,...Ej anregbar ist. Die ersten Elektroden **1, 1a, 1b,...1j** sind in Reihe geschaltet und werden mit einer oberhalb der Durchbruchspannung liegenden Anregungsspannung U5 versorgt.

[0061] **Fig. 6a,b** zeigen eine sechste Vorrichtung zur Anregung einer koplanaren Entladung. Dabei ist mindestens ein Metallelektrodenpaar, das aus erster Metallelektrode **3** und zweiter Metallelektrode **4** besteht, vollständig in einem Dielektrum **22** nahe dessen Oberfläche **23** angeordnet. Zur Anregung der koplanaren Entladung E wird eine Anregungsspannung U6 angelegt. Der zu behandelnde Werkstoff **10** wird relativ zur Entladung E, die auf der Oberfläche **23** des Dielektrikums **22** im wesentlichen flächig ausgebildet wird, in Richtung **30** bewegt bzw. das mindestens ein Metallelektrodenpaar umfassende Dielektrum **22**

wird relativ zum behandelnden Werkstoff **10** in Richtung **31** bewegt.

[0062] Der Werkstoff **10** wird, wie in **Fig. 6a** gezeigt, direkt über die Oberfläche **23** des Dielektrikums **22** geführt, so daß sich die Entladung E im wesentlichen flächig auf der zu behandelnden Oberfläche **11a** ausbildet.

[0063] Alternativ kann, wie in **Fig. 6b** gezeigt, der Werkstoff **10** durch die Vorrichtung von der Oberfläche **23** des Dielektrikums **22** beabstandet geführt werden, so daß die im wesentlichen flächig ausbildende Entladung E nahe der Oberfläche **23** zündet und sowohl die der Entladung zugewandte Oberfläche **11b** des Werkstoffes **10** als auch die gegenüberliegende Seite **11a** behandelt werden können.

[0064] Der Abstand zwischen der Oberfläche **23** des Dielektrikums **22** und der zu behandelnden Oberfläche **11a** bzw. **11b** beträgt dabei weniger als 100 µm.

Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b,...1j	erste Elektrode
2	zweite Elektrode
3	Metallelektrode I
4	Metallelektrode II
5	dielektrisch behinderte erste Elektrode
10, 10'	Werkstoff
11, 11a, 11b	Oberfläche
12	Verbundwerkstoff
13	Verbundwerkstoffoberfläche
20	Dielektrum zwischen 2 und 10
21	Dielektrum auf Elektrode 5
22	Dielektrum für Metallelektroden 3 und 4
23	Oberfläche des Dielektrikums 22
30	Relativbewegung des Werkstoffs
31	Relativbewegung des Dielektrikums
40	Abdeckung für Gastunnel
41	Gastunnelatmosphäre
E, Ea, Eb,...Ej	Entladung
U1,...U6	Anregungsspannung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes, mit einer aus mindestens zwei elektrisch leitfähigen Elektroden (**1, 2; 5, 2** bzw. **3, 4**) bestehenden Elektrodenanordnung, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese Elektroden (**1, 2; 5, 2** bzw. **3, 4**) derart dicht zur Oberfläche angeordnet sind, daß Oberflächenentladungen oder koplanare Entladungen anregbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Anregung der Oberflächenentladung benötigte Elektrodenanordnung aus mindestens einer ersten Elektrode (**1; 1, 1a, 1b,...1j**;

5) und einer auf der zu behandelnden Oberfläche (**11**, **13**) gegenüberliegenden Seite angeordneten zweiten Elektrode (**2**) besteht, die sich in unmittelbarer Nähe oder direkt auf der zu behandelnden Oberfläche befinden, und mindestens ein Dielektrikum zwischen der ersten (**1**, **1a**, **1b**,...**1j**; **5**) und zweiten Elektrode (**2**) vorhanden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (**11**; **13**) relativ zur Elektrodenanordnung in eine vorbestimmbare Richtung (**30**) bewegbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (**1**; **1**, **1a**, **1b**,...**1j**; **5**) eine runde bzw. kreisrunde Elektrode ist.

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode (**1**; **1**, **1a**, **1b**,...**1j**; **5**) und/oder zweite Elektrode (**2**) direkt auf der zu behandelnden Oberfläche (**11**; **13**) aufliegt und der Kontakt mit der zu behandelnden Oberfläche rollend oder schleifend ist.

6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elektrode (**2**) entweder eine ebene, runde oder kreisrunde Elektrode mit größerer räumlicher Ausdehnung als die erste Elektrode (**1**; **1**, **1a**, **1b**,...**1j**; **5**) ist.

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Elektroden, vorzugsweise die zweite Elektrode (**2**), geerdet ist.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Dielektrikum zwischen erster Elektrode (**1**; **1**, **1a**, **1b**,...**1j**; **5**) und zweiter Elektrode (**2**) aus einer dielektrischen Schicht (**21**) auf einer Elektrode (**5**), den zu behandelnden Werkstoff (**10**) bzw. Verbundwerkstoff (**12**) selbst, und/oder einem zusätzlichen Dielektrikum (**20**) besteht.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche (**11**; **13**) des zu behandelnden Werkstoffs (**10**) oder Verbundwerkstoffs (**12**) elektrisch leitfähig ist, wobei eine dielektrisch behinderte Elektrode (**5**) oder bevorzugt das Dielektrikum (**20**), zwischen Werkstück (**10**; **12**) und erster Elektrode (**2**), vorhanden ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche (**11**; **13**) des zu behandelnden Werkstoffs (**10**) oder Verbundwerkstoffs (**12**) dielektrisch behindert ist, wobei die erste Elektrode (**1**) praktisch auf der zu behan-

delnden Oberfläche aufliegt, die zweite Elektrode (**2**) direkt, vorzugsweise durch ein zusätzliches Dielektrikum (**20**) behindert, auf der gegenüberliegenden Seite aufliegt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Anregung einer koplaren Entladung benötigte Elektrodenanordnung aus beliebig vielen Metallelektrodenpaaren (**3**, **4**) besteht, die sich in der Nähe der zu behandelnden Oberfläche (**11a**, **11b**) vollständig im Inneren eines Dielektrikums (**22**) befinden.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallelektroden (**3**, **4**) einen Abstand voneinander zwischen 10 µm und 10 mm haben.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 11 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff (**10**) direkt auf oder dicht zu der Oberfläche (**23**) des die Metallelektroden (**3**, **4**) enthaltenden Dielektrikums (**22**) oder davon beabstandet geführt wird.

14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens ein Metallelektrodenpaar (**3**, **4**) beinhaltende Dielektrikum relativ zur Entladung (E) in eine vorbestimmbare Richtung (**31**) bewegbar ist.

15. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine einen Gastunnel begrenzende Abdeckung (**40**) über der zu behandelnden Oberfläche (**11**; **11a**, **11b**; **13**) angebracht ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß im Gastunnel eine spezifische Gasatmosphäre (**41**) mit einem Gasdruck erzeugt wird, welcher die Umgebungsluft verdrängt.

17. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß über eine Steuerungseinheit beliebige Pulsgruppen mit Spannungsamplituden oberhalb der Durchbruchsspannung und beliebiger Anregungs- oder Repetitionsfrequenz an die Elektroden (**1**, **2**; **1**, **1a**, **1b**,...**1j**, **2**; **5**, **2**) bzw. Metallelektroden (**3**, **4**) anlegbar sind.

18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß über eine Steuerungseinheit beliebig geformte Anregungsspannungen oberhalb der Durchbruchsspannung an die Elektroden (**1**, **2**; **1**, **1a**, **1b**,...**1j**, **2**; **5**, **2**) bzw. Metallelektroden (**3**, **4**) anlegbar sind, vorzugsweise solche, mit einem sinusförmigen, steilen oder pulsförmigen Spannungsverlauf.

19. Verfahren zum Behandeln von Oberflächen eines Werkstoffes, dadurch gekennzeichnet, daß eine Oberflächenentladung oder koplanare Entladung verwandt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine dielektrisch behinderte Oberfläche (**11**; **11a**, **11b**; **13**) als Dielektrikum verwandt wird.

21. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff (**10**; **12**) selbst oder eine Bahn des Werkstoffs (**10**; **12**), die zumindest in einem dicken Abschnitt entlang ihrer Stärke, aus einem im wesentlich dielektrischen Material bzw. nicht elektrisch leitfähigem Material ausgebildet ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff (**10**; **12**) ein schwach leitfähiges Dielektrikum ist und eine Gleichspannung (U1...U6) angelegt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer im wesentlichen flächig ausgebildeten Entladung (E) auf der zu behandelnden Oberfläche (**11**; **13**) eines Werkstoffs (**10**; **12**), eine die Entladung (E) ausbildende erste Elektrode (**1**; **3**; **5**) in unmittelbarer Nähe zur Oberfläche (**11**; **13**) angeordnet ist, die mit einer Anregungsspannung (U1...U6) oberhalb einer Durchbruchsspannung versorgt wird, wobei die Anregungsspannung in einer für die Zündung und Ausbildung der Entladung (E) auf der Oberfläche ausreichenden Höhe ist.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladung (E) im wesentlichen nur auf der zu behandelnden Oberfläche (**11**; **11a**, **11b**; **13**) ausgebildet wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der ersten Elektrode und einer davon beabstandeten zweiten Elektrode (**2**) ein dielektrischer Werkstoff (**10**; **12**) bzw. ein Dielektrikum (**20**; **21**; **22**) vorgesehen ist und die zu behandelnde Oberfläche nah bei zumindest einer der beiden Elektroden angeordnet ist, wobei sich die Entladung (E) nah bei der ersten Elektrode (**1**; **3**; **5**) ausbildet.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen erster Elektrode (**1**) und der zu behandelnden Oberfläche (**11**; **13**) unterhalb 10 µm liegt, wobei die erste Elektrode praktisch auf die Oberfläche (**11**; **13**) aufgelegt wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß eine dielektrische,

nicht leitfähige Schicht (**20**) nahe der zweiten Elektrode (**2**) angeordnet wird und die zu behandelnde Oberfläche (**11**; **13**) bzw. der sich zumindest flächig erstreckende Werkstoff (**10**; **12**) zwischen dielektrischer Schicht und erster Elektrode befindet.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere erste Elektroden (**1**, **1a**, **1b**,...**1j**) nebeneinander angeordnet werden, um auf der zu behandelnden Oberfläche mehrere eigenständige Entladungen (E, Ea, Eb,...Ej) zu erzeugen.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Metallelektrodenpaare (**3**, **4**) nebeneinander mit einem Abstand, der größer als der Abstand der beiden Metallelektroden (**3**, **4**) innerhalb des Metallelektrodenpaars ist, angeordnet werden, um auf der zu behandelnden Oberfläche mehrere eigenständige koplanare Entladungen (E, Ea, Eb,...Ej) zu erzeugen.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die spezifische Gasatmosphäre (**41**) einen von der Umgebungsluft abweichenden Gasdruck hat und mindestens ein Bestandteil der Gasatmosphäre (**41**) durch die Entladung zur Emission von UV/VUV-Strahlung angeregt wird.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die spezifische Gasatmosphäre (**41**) mindestens einen Bestandteil zur Entkeimung und/oder Modifikation der zu behandelnden Oberfläche (**11**; **13**) hat.

32. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die spezifische Gasatmosphäre (**41**) mindestens einen von der Umgebungsluft abweichenden Anteil an Sauerstoff zur Beschichtung und/oder Modifikation der zu behandelnden Oberfläche (**11**; **13**) hat.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

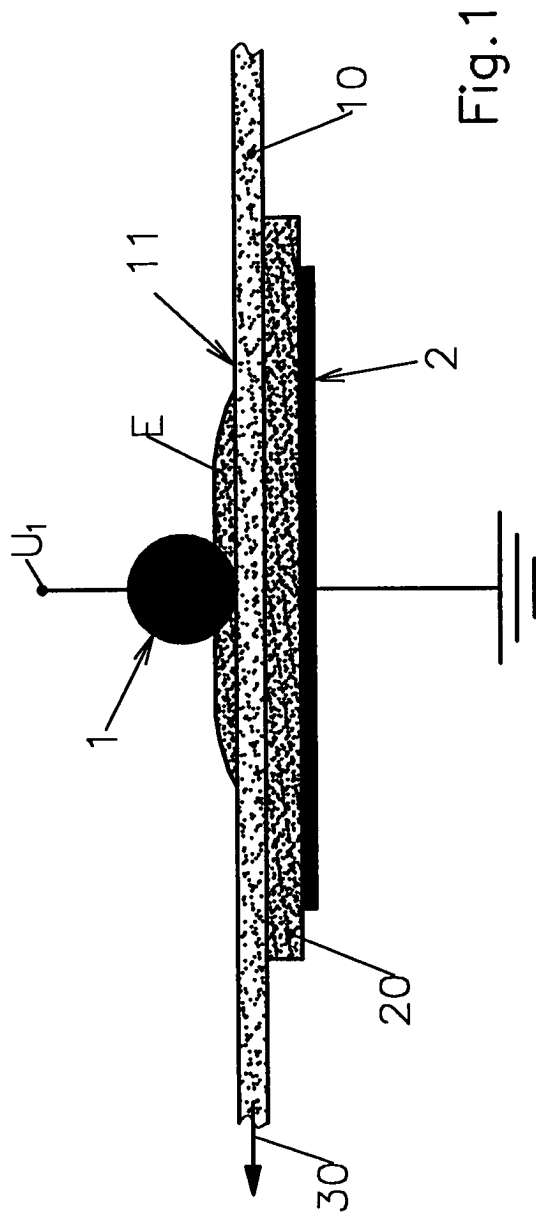


Fig. 1

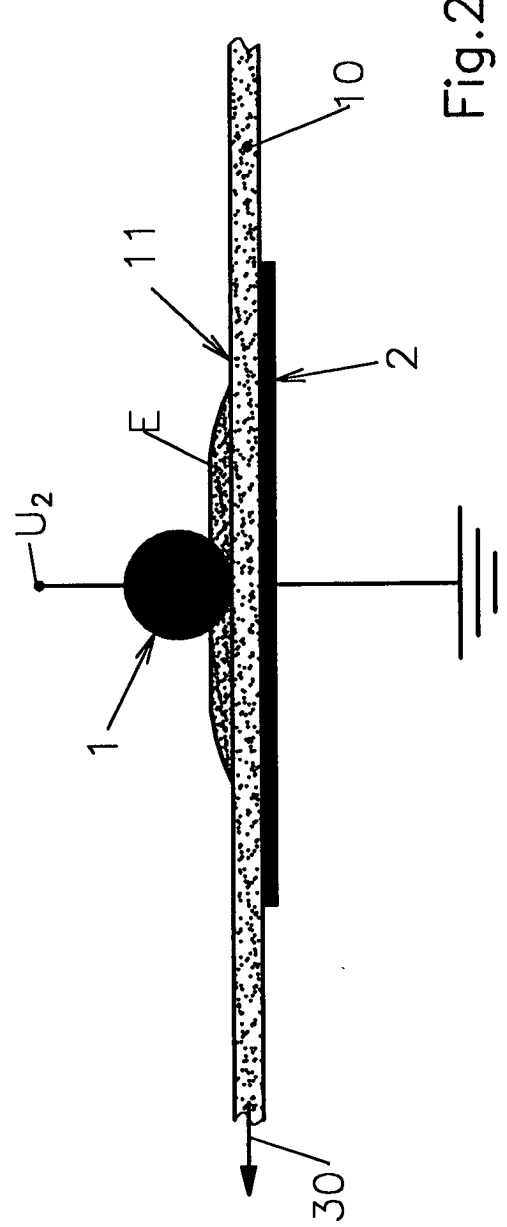


Fig. 2

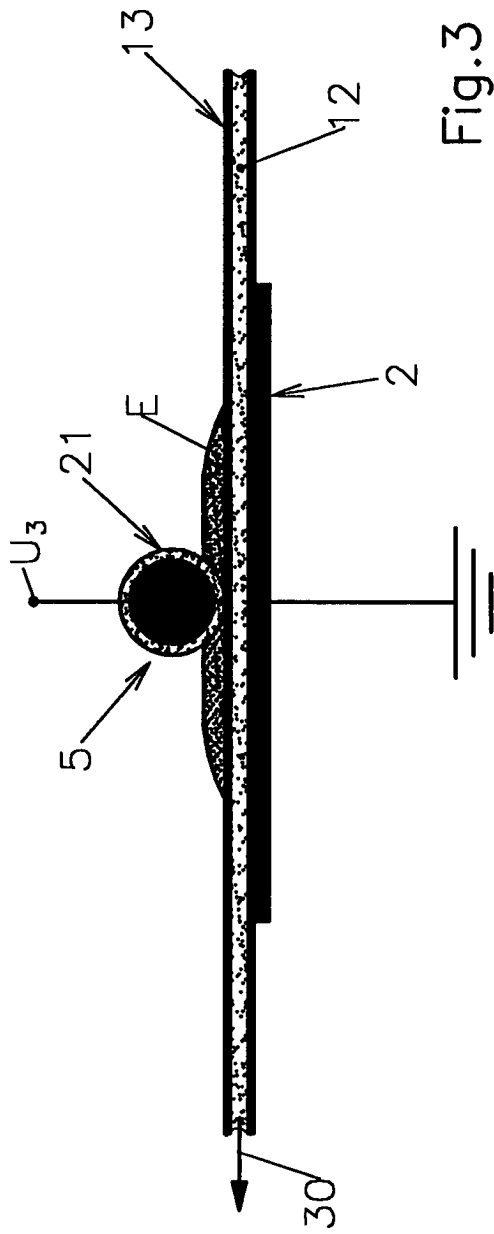


Fig. 3

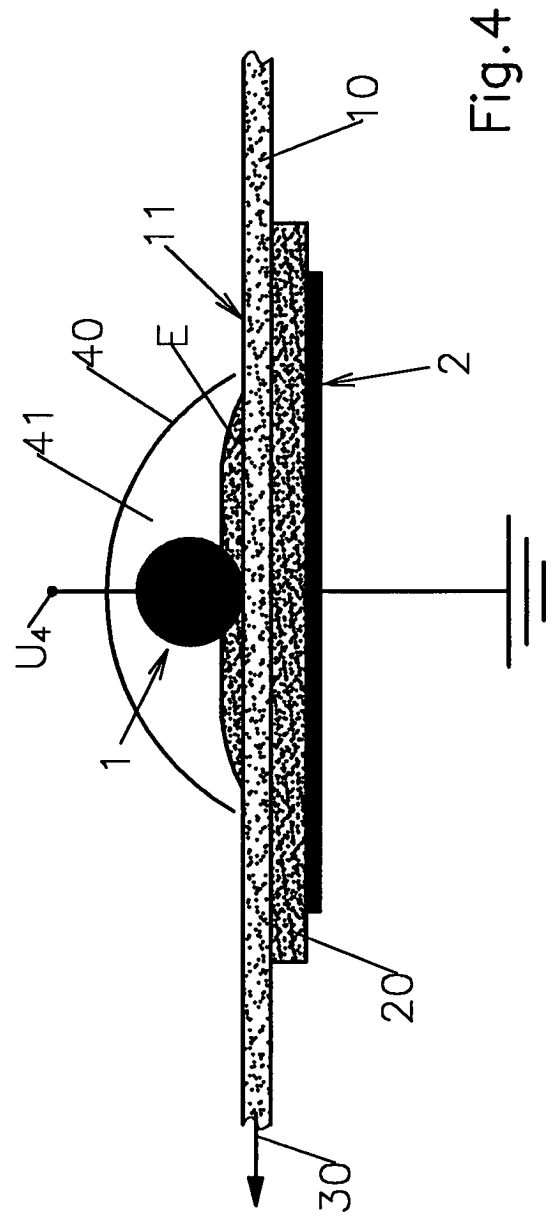


Fig. 4

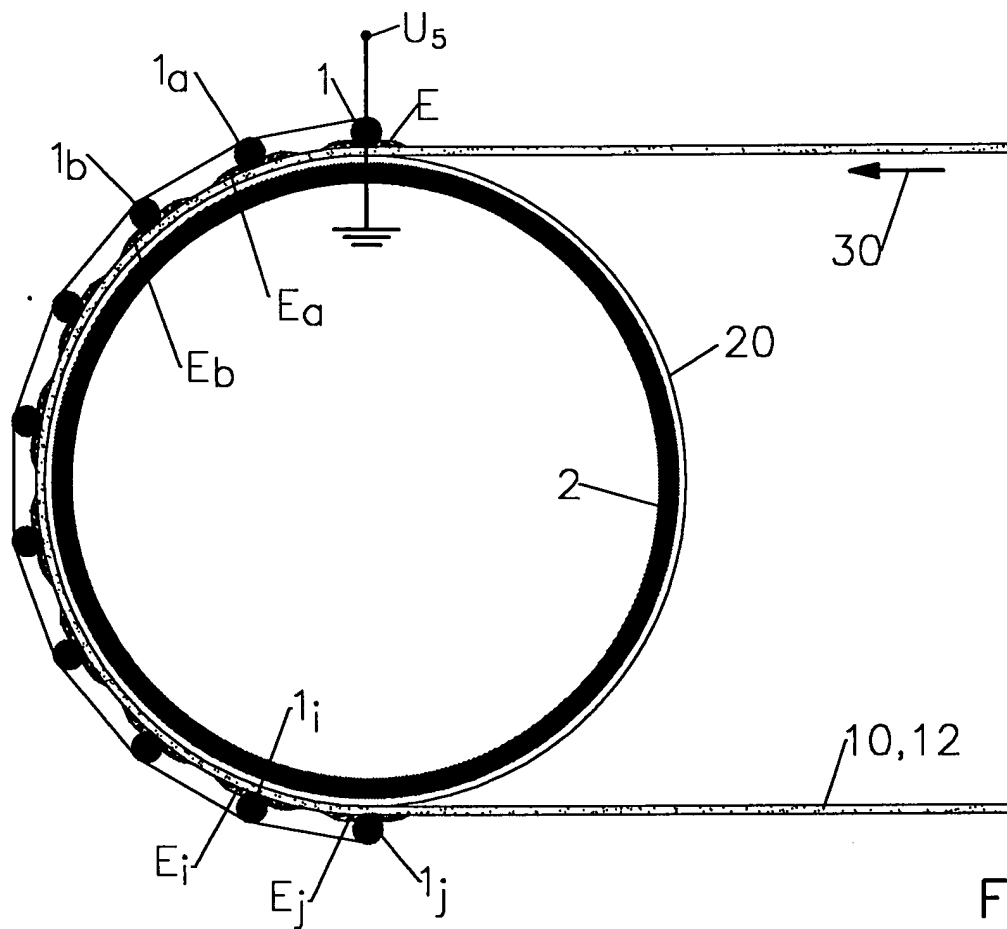


Fig. 5

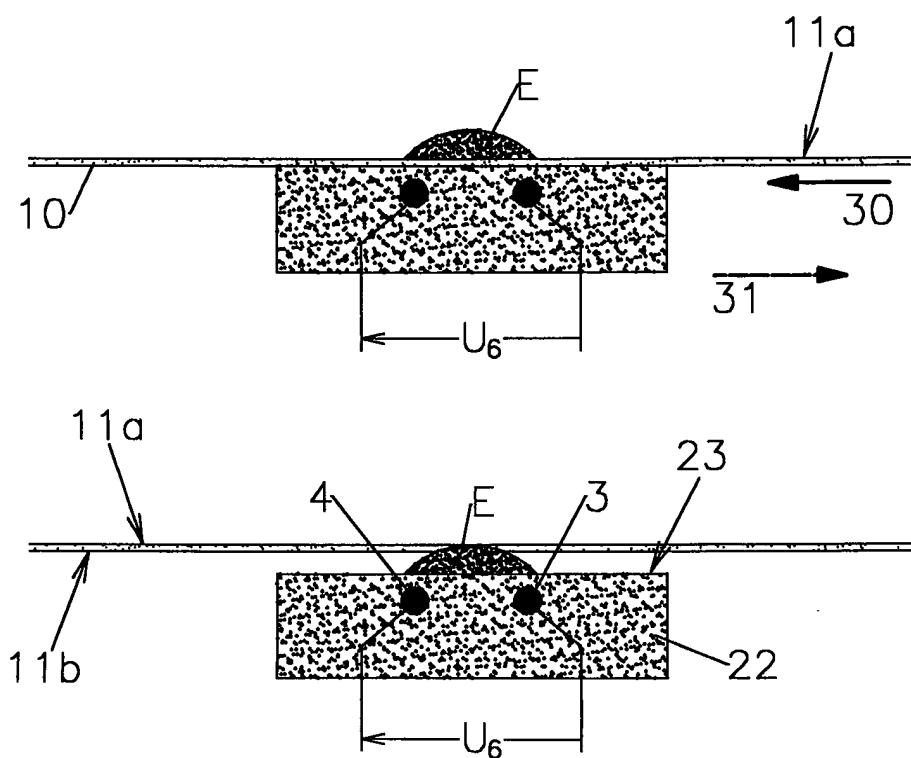


Fig. 6