



(11)

EP 2 697 875 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.08.2016 Patentblatt 2016/34

(51) Int Cl.:
H01T 23/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12714667.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/056414

(22) Anmeldetag: **10.04.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/139996 (18.10.2012 Gazette 2012/42)

(54) **ANTISTATIKVORRICHTUNG UND ZUGEHÖRIGES BETRIEBSVERFAHREN**

ANTISTATIC DEVICE AND ASSOCIATED OPERATING METHOD

DISPOSITIF ANTISTATIQUE ET PROCÉDÉ D'UTILISATION CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **TRIMBORN, Christian W.**
67130 Lutzelhouse (FR)
- **GÖPFRICH, Armin**
70734 Fellbach (DE)

(30) Priorität: **11.04.2011 DE 102011007136**

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.02.2014 Patentblatt 2014/08

(73) Patentinhaber: **Gema Switzerland GmbH**
9015 St. Gallen (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 061 125 DE-B3-102009 033 827
DE-U1-202005 012 290 US-A1- 2003 043 529

(72) Erfinder:
• **DOMSCHAT, Klaus**
79541 Lörrach (DE)

EP 2 697 875 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antistatikvorrichtung zum Reduzieren von elektrostatischen Ladungen auf bewegten Materialbahnen. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betreiben einer derartigen Antistatikvorrichtung.

[0002] Elektrostatische Ladungen entstehen, wenn dielektrische Materialien relativ zueinander oder relativ zu anderen Materialien bewegt werden. Kritisch sind derartige elektrostatische Ladungen vor allem im Bereich schnell bewegter, dünner Materialbahnen, wie zum Beispiel Papier oder Folien. Werden diese elektrostatischen Ladungen nicht reduziert bzw. neutralisiert, können sie sich unkontrolliert entladen. Derartige Entladungen können Personenschäden, Materialschäden sowie Funken, Feuer und Explosionen auslösen. Außerdem können nachfolgende Prozesse wie Beschichtungen, Bedrucken und Weiterverarbeiten, beeinträchtigt werden. Auch kann dadurch die Produktqualität erheblich beeinträchtigt werden, bis hin zur vollständigen Zerstörung des Produkts bzw. des Materials.

[0003] Aus der DE 197 11 342 A1 ist eine aktive Elektrodenanordnung bekannt, die mehrere aktive nadelförmige einzelne Elektroden aufweist, die im Betrieb einer Antistatikvorrichtung elektrisch an eine Hochspannungsquelle angeschlossen und mit Wechselspannung beaufschlagt sind. Die Elektrodenanordnung ist hierbei in einem balkenförmigen Elektrodenträger angeordnet, in den auch ein Erdleiter integriert ist.

[0004] Aus der US 6,674,630 B1 sind Antistatikvorrichtungen bekannt, bei denen entweder zwei aktive Elektrodenanordnungen gleicher Polarität in der Bewegungsrichtung einer Materialbahn aufeinanderfolgen oder bei der zwei Paare von Elektrodenanordnungen in der Bewegungsrichtung der Materialbahn aufeinanderfolgen, wobei jedes Paar eine Positivelektrodenanordnung und eine Negativelektrodenanordnung umfasst, die in der Bewegungsrichtung der Materialbahn hintereinander angeordnet sind. Bei diesen bekannten Antistatikvorrichtungen wird der an den aktiven Elektrodenanordnungen fließende Neutralisationsstrom gemessen und ausgewertet. Abhängig vom erfassten Neutralisationsstrom wird die Effektivität der Neutralisierung bzw. die auf der Materialbahn verbleibende Restladung ermittelt. Abhängig von dieser Restladung kann dann die Bewegungsgeschwindigkeit der Materialbahn verändert werden.

[0005] Aus der US 6,259,591 ist eine weitere Antistatikvorrichtung bekannt, bei der eine aktive Positivelektrodenanordnung und eine aktive Negativelektrodenanordnung in der Bewegungsrichtung der Materialbahn hintereinander angeordnet sind und bei der mit Hilfe der gemessenen Neutralisationsströme der aktiven Elektrodenanordnungen die Effektivität der Neutralisierung gemessen werden kann.

[0006] DE102009033827 offenbart den Oberbegriff der Ansprüche 1 und 15.

[0007] Derartige Systeme, bei denen im Betrieb posi-

tive Elektroden als auch negative Elektroden aktiv sind, können auch als bipolare Systeme bezeichnet werden. Aktive Elektrodenanordnungen unterscheiden sich von passiven Elektrodenanordnungen dadurch, dass die aktiven Elektrodenanordnungen an eine Hochspannungsquelle angeschlossen sind, während passive Elektrodenanordnungen an eine Massung, insbesondere Erdung, angeschlossen sind. Eine Hochspannung beträgt im vorliegenden Zusammenhang mindestens 1 kV.

[0008] Für derartige aktive Elektrodenanordnung ist es grundsätzlich möglich, die zugehörigen Hochspannungsquellen zum Erzeugen eines Wechselstroms oder zum Erzeugen eines gepulsten Gleichstroms anzusteuern, wobei es bei gepulstem Gleichstrom zweckmäßig ist, die beiden Hochspannungsquellen einer Positivelektrodenanordnung und einer Negativelektrodenanordnung gezielt so anzusteuern, dass sich positive Spannungspulse an der Positivelektrodenanordnung mit negativen Spannungspulsen an der Negativelektrodenanordnung abwechseln, wodurch eine Art virtueller Wechselstrom entsteht, wenn die beiden Elektroden als Einheit betrachtet werden. Bei Wechselstrom und bei gepulstem Gleichstrom wird jedoch der sogenannte "Zebraeffekt" beobachtet. Zwischen zwei positiven oder negativen Spannungspulsen existiert jeweils eine nicht benötigte Halbwelle bzw. nicht benötigte Polarität, in der nicht neutralisiert wird da diese Halbwelle die identische Polarität der Bahn besitzt, und somit zur Entladung der Materialbahn und zur Vermeidung von Personenschäden, Materialschäden sowie Funken, Feuer und Explosionen nicht zur Verfügung steht. Außerdem benötigt die Spannung zu Beginn des jeweiligen Spannungspulses eine gewisse Zeit, bis die Ionisationsspannung aufgebaut ist. Die Ionisationsspannung ist dabei die Spannungshöhe, bei der die Ionisation der umgebenden Luftmoleküle an einer aufgeladenen Spitze einsetzt. Diese Ionisierungsphase mittels einer gewissen Mindestspannung ist unbedingt erforderlich, damit die Neutralisation stattfinden kann. Während dieser zeitlich verzögerten Aufbauphasen und Abbauphasen des jeweiligen Spannungspulses und während der nicht benötigten Halbwellen bzw. Polaritäten ist die Neutralisationswirkung der jeweiligen Elektrodenanordnung reduziert oder sogar aufgehoben. Je nach Bewegungsgeschwindigkeit der Materialbahn können dann neutralisierte und nicht neutralisierte oder wenig neutralisierte Bahnabschnitte wie bei Zebrastreifen aufeinanderfolgen. Die Abstände dieser Streifen, also das Raster der Zebrastreifen, korrelieren dabei mit der Pulsfrequenz der Ionisation und der Bahngeschwindigkeit.

[0009] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Antistatikvorrichtung der eingangs genannten Art bzw. für ein zugehöriges Betriebsverfahren eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch die Vermeidung von nicht neutralisierten oder wenig neutralisierten Bahnabschnitten bei gleichzeitigem reduzierten Energieverbrauch auszeichnet.

[0010] Dieses Problem wird bei der vorliegenden Erfindung insbesondere durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einer Antistatikvorrichtung, die zumindest eine Positivelektrodenanordnung und wenigstens eine Negativelektrodenanordnung umfasst, abhängig von der Polarität der jeweils zu neutralisierenden Materialbahn die jeweils nicht benötigte Elektrodenanordnung zu deaktivieren und nur noch die benötigte Elektrodenanordnung unipolar aktiv zu betreiben.

[0012] Bevorzugt umfasst die erfindungsgemäße Antistatikvorrichtung nur eine einzige Positivelektrodenanordnung und nur eine einzige Negativelektrodenanordnung. Weiterhin ist bevorzugt, dass die jeweilige aktive Elektrodenanordnung nur eine einzige Reihe quer zur Bewegungsrichtung der Materialbahn nebeneinander angeordnete nadelförmige Elektroden aufweist, so dass maximal zwei Nadelreihen oder Elektrodenreihen zur Realisierung der beiden aktiven Elektrodenanordnungen vorgesehen sind. Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform können die nadelförmigen Elektroden der Positivelektrodenanordnung und der Negativelektrodenanordnung in einer gemeinsamen Reihe quer zur Bewegungsrichtung der Materialbahn nebeneinander angeordnet sein, so dass im Extremfall beide aktiven Elektrodenanordnungen durch eine einzige Elektroden- oder Nadelreihe gebildet sein können.

[0013] Insbesondere kann die Steuerung bei der Erfindung bei einem positiven Neutralisationsstrom die negative Hochspannungsquelle aktivieren oder aktiviert lassen und die positive Hochspannungsquelle deaktivieren oder deaktiviert lassen, und bei einem negativen Neutralisationsstrom die negative Hochspannungsquelle deaktivieren oder deaktiviert lassen und die positive Hochspannungsquelle aktivieren oder aktiviert lassen. Die Erfindung nutzt hierbei die Erkenntnis, dass die sich an einer Materialbahn während eines Produktionsprozesses einstellende Polarität konstant bleibt, solange sich die Prozessparameter nicht ändern. Dabei lässt sich die sich einstellende Polarität nicht vorhersagen. Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Überprüfung der sich an der Materialbahn einstellenden Polarität kann die jeweils nicht benötigte aktive Elektrodenanordnung deaktiviert werden, da diese im Wesentlichen keinen Beitrag zur Neutralisation der elektrostatischen Ladung der Materialbahn beitragen kann. Das System arbeitet dann im Vergleich zu anderen Systemen nicht bipolar sondern unipolar. Durch die Deaktivierung der nicht benötigten Elektrode lässt sich der Energieverbrauch der Antistatikvorrichtung signifikant reduzieren, da es nicht erforderlich ist, an der nicht benötigten Elektrodenanordnung eine Hochspannung anzulegen. Die erfindungsgemäße Antistatikvorrichtung arbeitet bei deaktivierter nicht benötigter Elektrodenanordnung in einem unipolaren Gleichstrombetrieb (DC-Betrieb), was den Energieverbrauch der Antistatikvorrichtung signifikant reduziert. Der

erfindungsgemäße unipolare DC-Betrieb der Antistatikvorrichtung ist vorzugsweise ungepulst, so dass der benötigte Neutralisationsstrom konstant bzw. permanent vorhanden ist, wodurch sich der Steuerungs- bzw. Regelungsaufwand erheblich reduziert.

[0014] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Steuerung so ausgestaltet und/oder programmiert ist, dass sie zumindest zwischen einer Lernphase und einer Arbeitsphase umschaltbar ist. In der Lernphase sind sowohl die positive Hochspannungsquelle als auch die negative Hochspannungsquelle aktiviert, während in der Arbeitsphase nur noch eine der Hochspannungsquellen, nämlich die zum Neutralisieren der Materialbahn benötigte Hochspannungsquelle aktiv ist. Vorteilhaft kann nun die Sensorik so ausgestaltet und/oder programmiert sein, dass sie zum Erkennen der Polarität des Neutralisationsstroms während der Lernphase die von der jeweiligen Hochspannungsquelle abfließenden Ströme, also die Neutralisationsströme der aktiven Elektrodenanordnungen überwacht. Zwangsläufig fließt an der einen Hochspannungsquelle erkennbar mehr Strom als an der anderen, woraus auf die Polarität der Ladung der Materialbahn bzw. auf die Polarität des Neutralisationsstroms geschlossen werden kann.

[0015] Alternativ kann bei einer anderen Ausführungsform vorgesehen sein, dass zusätzlich zu den beiden Elektrodenanordnungen eine passive Sensorelektrodenanordnung vorgesehen ist, die mehrere nadelförmige einzelne Sensorelektroden aufweist und die im Betrieb der Antistatikvorrichtung elektrisch an eine Massung angeschlossen ist. Durch ihre Verbindung mit der Massung handelt es sich bei der Sensorelektrodenanordnung um eine passive Elektrodenanordnung. Des Weiteren kann nun die Sensorik so programmiert und/oder ausgestaltet sein, dass sie zum Erkennen der Polarität des Neutralisationsstroms den von der Sensorelektrodenanordnung abfließenden Strom, also den Neutralisationsstrom der Sensorelektrodenanordnung überwacht.

[0016] Die Erfindung beruht in diesem Fall also auf dem allgemeinen Gedanken, bei einer Antistatikvorrichtung, die zumindest eine Positivelektrodenanordnung und wenigstens eine Negativelektrodenanordnung umfasst, zumindest eine Sensorelektrodenanordnung vorzusehen, mit deren Hilfe die Polarität eines Neutralisationsstroms der Sensorelektrodenanordnung erfasst werden kann, um abhängig von der ermittelten Polarität die jeweils nicht benötigte Elektrodenanordnung zu deaktivieren und nur noch die benötigte Elektrodenanordnung aktiv zu betreiben. Insbesondere kann die Steuerung hierzu bei einem positiven Neutralisationsstrom die negative Hochspannungsquelle aktivieren oder aktiviert lassen und die positive Hochspannungsquelle deaktivieren oder deaktiviert lassen, und bei einem negativen Neutralisationsstrom die negative Hochspannungsquelle deaktivieren oder deaktiviert lassen und die positive Hochspannungsquelle aktivieren oder aktiviert lassen. Die Erfindung nutzt hierbei die Erkenntnis, dass die sich

an einer Materialbahn während eines Produktionsprozesses einstellende Polarität konstant bleibt, solange sich die Prozessparameter nicht ändern. Dabei lässt sich die Polarität nicht vorhersagen. Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Überprüfung der sich an der Materialbahn einstellenden Polarität kann die jeweils nicht benötigte aktive Elektrodenanordnung deaktiviert werden, da diese im Wesentlichen keinen Beitrag zur Neutralisation der elektrostatischen Ladung der Materialbahn beitragen kann. Durch die Deaktivierung der nicht benötigten Elektrode lässt sich der Energieverbrauch der Antistatikkvorrichtung signifikant reduzieren, da es nicht erforderlich ist, an der nicht benötigten Elektrodenanordnung eine Hochspannung anzulegen.

[0017] Zweckmäßig ist bei der erfindungsgemäßen Antistatikkvorrichtung die Sensorelektrodenanordnung, insbesondere über einen Messwiderstand, an eine Masung angeschlossen, und zwar insbesondere an eine Erdung. Hierdurch wirkt die Sensorelektrodenanordnung gleichzeitig als passive Neutralisationselektrodenanordnung, über die bereits ein Großteil der elektrostatischen Ladung der Materialbahn neutralisiert werden kann. Durch diese passive Neutralisierung an der Sensorelektrodenanordnung entsteht ein Neutralisationsstrom an der Sensorelektrodenanordnung, der beispielsweise mittels eines entsprechenden Messwiderstands gemessen werden kann. Durch die Wirkung der Sensorelektrodenanordnung als passive Neutralisierungselektrodenanordnung ist es gleichzeitig möglich, die Leistung an der jeweiligen aktiven Elektrodenanordnung zu reduzieren bzw. bei gleicher Leistung eine verbesserte Neutralisationswirkung zu erzielen oder einen größeren Abstand zwischen Elektrodenanordnung und Materialbahn einzustellen.

[0018] Insbesondere ist es möglich, mittels der Sensorik die Höhe des Neutralisationsstroms zu messen, um Abhängig von der gemessenen Stromhöhe die Leistung an der jeweils benötigten Ionisationselektrodenanordnung einzustellen bzw. einzuregulieren.

[0019] Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, die jeweils aktivierte Hochspannungsquelle so anzusteuern, dass diese eine ungeladene und vorzugsweise konstante positive oder negative Gleichspannung liefert. Durch die Verwendung eines ungeladenen Gleichstroms ist es möglich, permanent Ladung von der Materialbahn abzuziehen bzw. Ladung auf der Materialbahn zu neutralisieren. Durch die Verwendung einer ungeladenen Gleichspannung kann der Zebraeffekt weitgehend und insbesondere vollständig vermieden werden, wodurch eine besonders hochwertige, durchgehende bzw. kontinuierliche Neutralisation der Materialbahn weitgehend und insbesondere vollständig ohne Restladung erzielbar ist.

[0020] Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass während einer Lernphase die Hochspannungsquellen zum Erzeugen einer gepulsten Gleichspannung an der jeweiligen aktiven Elektrodenanordnung angesteuert werden, so dass

sowohl an der Positivelektrodenanordnung als auch an der Negativelektrodenanordnung eine gepulste Gleichspannung anliegt. Auch hier kann zweckmäßig vorgesehen sein, die Hochspannungsquellen so anzusteuern, dass die gepulsten Gleichspannungen an der Positivelektrodenanordnung und an der Negativelektrodenanordnung im Wechsel anliegen. Mit anderen Worten, ein positiver Spannungspuls der Positivelektrodenanordnung tritt gleichzeitig zu einer Spannungslücke an der Negativelektrodenanordnung auf, während eine Spannungslücke an der Positivelektrodenanordnung mit einem negativen Spannungspuls der Negativelektrodenanordnung zusammenfällt.

[0021] Während dieser Lernphase wird die Polarität des Neutralisationsstroms der Sensorelektrodenanordnung ermittelt. Sobald festliegt, dass stabil eine bestimmte Polarität vorliegt, wird in eine Arbeitsphase gewechselt, während der die nicht benötigte Elektrodenanordnung bzw. deren Hochspannungsquelle deaktiviert wird, während die weiterhin benötigte Elektrodenanordnung aktiv bleibt und die zugehörige Hochspannungsquelle zum Erzeugen einer ungeladenen Gleichspannung angesteuert wird. Diese Ausführungsform geht davon aus, dass während der Lernphase, die beispielsweise durch eine Veränderung der Prozessparameter eines mit der Materialbahn in Verbindung stehenden Produktionsprozesses, zum Beispiel durch einen Wechsel der Materialbahn, ausgelöst werden kann, zu Beginn noch unklar ist, welche Polarität sich an der Materialbahn einstellen wird. Während dieser Lernphase sind dann beide aktiven Elektrodenanordnungen, also sowohl die Positivelektrodenanordnung als auch die Negativelektrodenanordnung aktiviert, um bereits während der Lernphase eine effektive Neutralisierung zu erreichen. Während dieser Lernphase werden beide aktiven Elektrodenanordnungen mit gepulster Gleichspannung versorgt. Sobald jedoch während der Lernphase die Polarität stabilisiert und identifiziert ist, wird auf die Arbeitsphase umgeschaltet, in der dann nur noch eine der aktiven Elektrodenanordnungen aktiviert ist, die dann mit einer ungeladenen Gleichspannung versorgt wird. Auch hier ist die ungeladene Gleichspannung bevorzugt konstant.

[0022] Ebenso ist es möglich, dass während der Lernphase beide Hochspannungsquellen noch deaktiviert sind und in der Arbeitsphase dann nur die Hochspannungsquelle der benötigten Elektrodenanordnung aktiviert wird. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Steuerung abhängig von der ermittelten Polarität der Materialbahn in kurzer Zeit die erforderliche Elektrodenanordnung aktivieren kann.

[0023] Bei einer anderen Ausführungsform kann mit der Sensorik, beispielsweise mittels einer Strommess-einrichtung, ein Neutralisationsstrom der jeweils aktivierten aktiven Elektrodenanordnung gemessen werden. Das heißt, während der Arbeitsphase wird nun auch der Neutralisationsstrom der jeweiligen aktivierten aktiven Elektrodenanordnung überwacht. Abhängig vom gemessenen Neutralisationsstrom der aktiven Elektroden-

anordnung kann nun zwischen zwei Betriebsarten der Antistatikkvorrichtung umgeschaltet werden. Beispielsweise kann zwischen einer Hauptbetriebsart bzw. einem Hauptbetrieb und einer Rückfallbetriebsart bzw. Rückfallbetrieb unterschieden werden. Im Hauptbetrieb ist nur eine der beiden Hochspannungsquellen aktiv, insbesondere um die zugehörige Elektrodenanordnung mit ungepulstem Gleichstrom zu versorgen. Dieser Hauptbetrieb entspricht somit insbesondere dem gewünschten Betriebszustand der Arbeitsphase. Der Rückfallbetrieb kann sich dagegen dadurch auszeichnen, dass beide Hochspannungsquellen aktiv sind, und zwar bevorzugt so, dass beide Elektrodenanordnungen mit gepulster Gleichspannung, insbesondere im Wechsel, versorgt werden. Die Rückfallbetriebsart kann somit insbesondere der Lernphase mit aktiven Ionisationselektroden entsprechen. Grundsätzlich lässt sich eine derartige Ausführungsform daher auch so realisieren, dass abhängig vom Neutralisationsstrom der Sensorelektrodenanordnung von der Lernphase in die Arbeitsphase gewechselt werden kann, während abhängig vom Neutralisationsstrom der während der Arbeitsphase aktivierten Elektrodenanordnung wieder ein Wechsel zurück in die Lernphase möglich ist. Beispielsweise kann ein zu schwach werdender Neutralisationsstrom an der aktiven Elektrodenanordnung ein Anzeichen dafür sein, dass möglicherweise ein Prozessparameter verändert worden ist, so dass sich die Polarität an der Materialbahn verändert hat. Somit kann beispielsweise durch die Überwachung des Neutralisationsstroms der aktiven Elektrodenanordnung eine neue Lernphase ausgelöst werden.

[0024] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass durch eine Überwachung des Ruhestroms wenigstens einer der aktiven Elektrodenanordnungen und/oder der Sensorelektrodenanordnung beispielsweise ein Elektrodenabbrand und/oder eine Elektrodenverschmutzung erkannt werden kann. Durch die Überwachung des Ruhestroms lässt sich somit eine Diagnose der Antistatikkvorrichtung durchführen. Ein derartiger Ruhestrom tritt insbesondere dann auf, wenn die Materialbahn nahezu keine elektrostatische Aufladung aufweist und/oder wenn die Materialbahn ruht oder nur eine geringe Bewegungsgeschwindigkeit besitzt. In diesem Fall können sich z.B. die positiven Ionen der Positivelektrodenanordnung durch die Luft bis zur Negativelektrodenanordnung bewegen, wodurch ein Stromfluß, nämlich besagter Ruhestrom entsteht. Ebenso können sich Ionen von der Positivelektrodenanordnung sowie Ionen von der Negativelektrodenanordnung durch die Luft zur Sensorelektrodenanordnung bewegen, die mit der Masse elektrisch verbunden ist, so dass auch hierüber ein Ruhestrom entstehen kann. Zweckmäßig kann ein derartiger Ruhestrom während einer Diagnosephase der Antistatikkvorrichtung gemessen werden, die sich durch eine niedrige elektrostatische Aufladung der Materialbahn charakterisiert. Beispielsweise baut sich die elektrostatische Ladung auf der Materialbahn beim Anfahren der Materialbahn erst all-

mählich auf, so dass es besonders zweckmäßig ist, beim Anfahren oder bei einem Stillstand der Materialbahn eine derartige Diagnosephase vorzusehen.

[0025] Beispielsweise kann ein Abfallen des Ruhestroms, zum Beispiel unter 50% oder unter 40% eines Referenzstroms, auf eine elektrisch nicht-leitende Verschmutzung der betreffenden Elektroden hinweisen. Der jeweilige Referenzstrom repräsentiert dabei den 100%-Wert. Alternativ kann beispielsweise ein Anstieg des Ruhestroms auf beispielsweise mehr als 150% oder mehr als 160% eines Referenzstroms auf eine elektrisch leitende Verschmutzung der relevanten Elektroden hinweisen. Der jeweilige Referenzstrom repräsentiert dabei den 100%-Wert. Sofern also durch Auswertung des Ruhestroms der aktiven Elektrodenanordnungen und/oder der Sensorelektrodenanordnung eine Elektrodenverschmutzung erkannt wird, kann an einer entsprechenden Überwachungseinrichtung ein entsprechendes Verschmutzungssignal generiert werden. Als Option kann dabei außerdem signalisiert werden, ob es sich um eine elektrisch leitende oder um eine elektrisch nicht leitende Verschmutzung handelt, so dass geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.

[0026] Des Weiteren ist es möglich, dass ausgehend von einem Basis-Referenzstrom, der bei neuen Elektroden vorliegt, nach jedem Reinigungsvorgang der Elektroden ein neuer Referenzstrom ermittelt wird. Der neue Referenzstrom ist dabei gegenüber dem Basis-Referenzstrom reduziert. Mit der Zeit nimmt der immer wieder neue Referenzstrom immer weiter ab. Die Abnahme des Referenzstroms korreliert dabei mit dem Abbrand der Elektroden. Eine Überwachungseinrichtung kann dabei einen Reinigungsvorgang der Elektroden automatisch erkennen, da sich durch das Reinigen der Elektroden der Ruhestrom sprunghaft in Richtung des jeweils vorausgehenden Referenzstroms ändert. Sobald ein vorbestimmter Abbrand der Elektroden in Bezug auf den Basis-Referenzstrom erreicht ist, kann wieder ein entsprechendes Wartungssignal generiert werden.

[0027] Der Ruhestrom bzw. die Diagnosephase liegt also vorzugsweise dann vor, wenn die Materialbahn nicht geladen ist und/oder wenn die Materialbahn ruht. Im Unterschied dazu liegt die Lernphase bzw. ein Neutralisierungsstrom der Sensorelektrodenanordnung insbesondere dann vor, wenn die Materialbahn Geschwindigkeit aufnimmt und bereits eine gewisse passiv ableitbare Ladung trägt. In der Arbeitsphase bewegt sich die Materialbahn mit der üblichen Arbeitsgeschwindigkeit, trägt die dabei anfallende Ladung, so dass an der jeweils aktiven Ionisationselektrodenanordnung ein Neutralisationsstrom fließt.

[0028] Da die erfindungsgemäße Antistatikkvorrichtung im Betrieb, also während der Arbeitsphase nur mit einer aktiven Elektrodenanordnung arbeitet, ist auch bezüglich der Bewegungsrichtung der Materialbahn kein besonders großer Abstand zwischen den Elektrodenanordnungen einzuhalten. Beispielsweise können die beiden aktiven Elektrodenanordnungen in der Bewegungsrichtung

der Materialbahn einen Abstand voneinander aufweisen, der kleiner ist als die Erstreckung der Antistatikvorrichtung quer zur Materialbahn oder kleiner ist als eine Strecke, die eine erste und eine letzte Elektrode einer 10 oder 5 aufeinanderfolgende bzw. nebeneinander angeordnete Elektroden aufweisenden Elektrodengruppe innerhalb einer der Elektrodenanordnungen voneinander beabstandet sind. Insoweit baut die erfindungsgemäße Antistatikvorrichtung vergleichsweise kompakt.

[0029] Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform können die beiden aktiven Elektrodenanordnungen in bzw. an einem gemeinsamen balkenförmigen Elektrodenträger angeordnet sein, wodurch sich die Installation der Antistatikvorrichtung erheblich vereinfacht. Sofern außerdem die vorstehend genannte Sensorelektrodenanordnung vorhanden ist, kann diese zweckmäßig ebenfalls in bzw. an diesem gemeinsamen Elektrodenträger angeordnet sein. Ein derartiger Elektrodenträger kann zweckmäßig mit Anschlüssen für die Hochspannungsquellen und für die Sensorik ausgestattet sein, um die Positivelektrodenanordnung an die Positivhochspannungsquelle, die Negativelektrodenanordnung an die Negativhochspannungsquelle und ggf. die Sensorelektrodenanordnung an die Sensorik elektrisch anschließen zu können.

[0030] Der Elektrodenträger kann eine Trennwand aufweisen, die sich zwischen den aktiven Elektrodenanordnungen einerseits und der Sensorelektrodenanordnung andererseits erstreckt. Die Trennwand kann insbesondere elektrisch isolierend sein. Die Trennwand kann somit die Gefahr eines Kurzschlusses zwischen den aktiven Elektroden über den direkten Luftweg und den Sensorelektroden reduzieren, da sie für die Ionenbewegung eine Ausrichtung in Richtung zur Materialbahn erzwingt. Diese Ausrichtung der Ionenbewegung zur Materialbahn hin kann beispielsweise dadurch verbessert werden, dass die Trennwand über die Elektroden bzw. über deren Elektroden spitzen in Richtung Materialbahn vorsteht.

[0031] Der Elektrodenträger kann bei einer anderen Ausführungsform zumindest einen Hochspannungsleiter aufweisen, der mit dem jeweiligen Hochspannungsanschluss elektrisch verbunden ist. Durch den Hochspannungsleiter lassen sich besonders einfach die einzelnen Elektroden der jeweiligen Elektrodenanordnung an die jeweilige Hochspannungsquelle anschließen. Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann der jeweilige Hochspannungsleiter durch einen Kohlefaserverbundkörper gebildet sein, der gleichzeitig zur Aussteifung des Elektrodenträgers verwendet werden kann. Insbesondere ist der Hochspannungsleiter bzw. der Kohlefaserverbundkörper flach bzw. bandförmig und insbesondere mit einem Rechteckprofil konfiguriert.

[0032] Vorteilhaft sind die Sensorelektroden in einer geraden Sensorelektrodenreihe nebeneinander angeordnet. Auch die Positivelektroden können in einer geraden Positivelektrodenreihe nebeneinander angeordnet sein. Ferner können auch die Negativelektroden in

einer geraden Negativelektrodenreihe nebeneinander angeordnet sein. Entsprechend einer besonders zweckmäßigen Ausführungsform können die Positivelektroden und die Negativelektroden in einer gemeinsamen geraden Elektrodenreihen aneinander abwechselnd nebeneinander angeordnet sein. Hierdurch ergibt sich eine besonders kompakte Bauform für die Antistatikvorrichtung bzw. für den Elektrodenträger.

[0033] Insbesondere kann die Antistatikvorrichtung dann zwei Elektrodenreihen aufweisen, die bezüglich der Bewegungsrichtung der Materialbahn hintereinander angeordnet sind, wobei die eine Elektrodenreihe die Sensorelektroden enthält, während die andere Elektrodenreihe die Positivelektroden und die Negativelektroden enthält. Bei einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Sensorelektroden, die Positivelektroden und die Negativelektroden in einer gemeinsamen geraden Elektrodenreihe aneinander abwechselnd nebeneinander angeordnet sind. Somit ist nur eine einzige Elektrodenreihe erkennbar, in der sich Positivelektroden, Negativelektroden und Sensorelektroden auf geeignete Weise abwechseln. Hierdurch baut die Antistatikvorrichtung bzw. der Elektrodenträger besonders kompakt.

[0034] Zweckmäßig ist die Sensorelektrodenanordnung im Betrieb der Antistatikvorrichtung bezüglich einer Bewegungsrichtung der Materialbahn vor den aktiven Elektrodenanordnungen angeordnet. Hierdurch kann die Sensorelektrodenanordnung die Polarität der Materialbahn messen, bevor die Materialbahn die aktiven Elektrodenanordnungen erreicht. Es hat sich jedoch überraschender Weise herausgestellt, dass es für die erfindungsgemäße Antistatikvorrichtung kaum eine Rolle spielt, ob die Sensorelektrodenanordnung vor oder nach den aktiven Elektrodenanordnungen positioniert ist, so dass auch eine Ausführungsform möglich ist, bei welcher die Sensorelektrodenanordnung bezüglich der Bewegungsrichtung der Materialbahn nach den aktiven Elektrodenanordnungen positioniert ist.

[0035] Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass jede Positivelektrode an einem eigenen Folienträger angeordnet ist, auf den ein zugehöriger Vorwiderstand der Positivelektrode aufgedruckt ist. Ebenso kann vorgesehen sein, dass mehrere Positivelektroden an einem gemeinsamen Folienträger angeordnet sind, auf den eine entsprechende Anzahl an Vorwiderständen der Positivelektroden aufgedruckt ist. Ferner ist es möglich, alle Positivelektroden an einem gemeinsamen Folienträger anzuordnen, auf den alle zugehörigen Vorwiderstände der Positivelektroden aufgedruckt sind. Entsprechendes gilt auch für die Negativelektroden bzw. für die Sensorelektroden. So kann für jede Negativelektrode ein separater Folienträger mit zugehörigem Vorwiderstand vorgesehen sein. Ebenso können mehrere Folienträger vorgesehen sein, an denen mehrere Negativelektroden angeordnet sind und die mehrere Vorwiderstände für die Negativelektroden aufweisen. Auch kann ein gemeinsamer Folienträger für alle Negativelektroden vorgesehen sein, der alle

Vorwiderstände der Negativelektroden trägt. Auch ist je Sensorelektrode ein Folienträger denkbar, der einen Vorwiderstand der jeweiligen Sensorelektrode aufgedruckt trägt. Ebenso können mehrere Folienträger vorgesehen, an denen mehrere Sensorelektroden angeordnet sind und auf die mehrere Vorwiderstände für die Sensorelektroden aufgedruckt sind. Schließlich ist auch hier eine Ausführungsform denkbar, bei der ein einziger Folienträger vorgesehen ist, an dem alle Sensorelektroden angeordnet sind und der alle Vorwiderstände der Sensorelektroden als aufgedruckte Widerstände trägt.

[0036] Des Weiteren ist es ebenso möglich, die Positivelektroden und die Negativelektroden an einem gemeinsamen Folienträger anzuordnen, auf den die Vorwiderstände der Positivelektroden und der Negativelektroden aufgedruckt sind. Auch ist eine Ausführungsform denkbar, bei der die Sensorelektroden und die Positivelektroden und/oder die Negativelektroden an einem gemeinsamen Folienträger angeordnet sind, auf den die Vorwiderstände der Sensorelektroden und die Vorwiderstände der Positivelektroden und/oder der Negativelektroden aufgedruckt sind. Die Verwendung derartiger Folienträger mit aufgedruckten Widerständen führt zu einer besonders preiswerten Bauform für die jeweilige Elektrodenanordnung und letztlich für die Antistatikvorrichtung. Ferner ermöglicht die Verwendung derartiger Folienträger eine besonders flache Bauform für den Elektroden-träger.

[0037] Optional kann ferner vorgesehen sein, dass der Folienträger mit den Elektroden und den Vorwiderständen als Endlosmaterial bereitgestellt wird, was die Konfektionierung der Elektrodenanordnungen erheblich vereinfacht und deren Herstellung relativ preiswert gestaltet. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass der Folienträger beidseitig mit Vorwiderständen versehen ist. Dies führt zu einer extrem kompakten Bauform, beispielsweise um an einem Folienträger Positivelektroden und Negativelektroden mit ihren zugehörigen Vorwiderständen an verschiedenen Seiten des Folienträgers anzubringen. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass der Folienträger aus einem flexiblen Material besteht, was die Handhabung des Folienträgers erleichtert.

[0038] Die vorliegende Erfindung wird auch durch ein Betriebsverfahren repräsentiert, bei dem eine Antistatikvorrichtung, die eine aktive Positivelektrodenanordnung und eine aktive Negativelektrodenanordnung umfasst, so betrieben wird, dass zunächst die Polarität der Materialbahn ermittelt wird und anschließend nur die benötigte Ionisationselektrodenanordnung aktiviert wird bzw. im Aktivzustand belassen wird, während die jeweils nicht benötigte Ionisationselektrodenanordnung deaktiviert wird bzw. im deaktivierten Zustand belassen wird.

Besonders vorteilhaft ist dabei eine Ausführungsform, bei welcher während einer Lernphase die Polarität der Materialbahn ermittelt wird und in einer daran anschließenden Arbeitsphase die benötigte aktive Ionisation der Elektrodenanordnung mit einer ungeladenen Gleich-

spannung betrieben wird.

[0039] Während der Lernphase können beide Ionisationselektrodenanordnungen mit gepulster Gleichspannung im Wechsel betrieben werden, um bereits während der Lernphase eine gewisse Deionisierung bzw. Neutralisierung der Materialbahn erzeugen zu können. Grundsätzlich ist es jedoch ebenso möglich, während der Lernphase beide Ionisationselektrodenanordnungen deaktiviert zu lassen, um für die Arbeitsphase nur die benötigte Ionisationselektrodenanordnung zu aktivieren.

[0040] Während der Arbeitsphase kann ein Neutralisationsstrom der jeweils aktiven Ionisationselektrodenanordnung überwacht werden, wobei dann abhängig vom ermittelten Neutralisationsstrom automatisch in eine andere Betriebsart, insbesondere in die Lernphase umgeschaltet werden kann.

[0041] Ferner ist es bei einer weiteren Ausführungsform möglich, insbesondere während einer Diagnosephase, einen Ruhestrom wenigstens einer der beiden Ionisationselektrodenanordnungen und/oder der Sensorelektrodenanordnung zu messen. Abhängig vom gemessenen Ruhestrom kann der aktuelle Zustand der Antistatikvorrichtung ausgewertet werden. Beispielsweise kann abhängig vom gemessenen Ruhestrom ein Elektrodenabbrand und/oder eine Elektrodenverschmutzung erkannt werden.

[0042] Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform des Betriebsverfahrens, bei dem während einer Lernphase die beiden aktiven Elektrodenanordnungen mit gepulster Gleichspannung betrieben werden, derart, dass sich positive Strompulse der Positivelektrodenanordnung mit negativen Strompulsen der Negativelektrodenanordnung abwechseln, und bei dem während einer Arbeitsphase die nicht benötigte aktive Elektrodenanordnung deaktiviert ist, während nur noch die benötigte aktive Elektrodenanordnung aktiv ist und mit ungeladener Gleichspannung betrieben wird. Insoweit wird also für die Ermittlung der Polarität der Materialbahn ein bipolarer gepulster Gleichstrombetrieb (DC-Betrieb) eingestellt, während für den eigentlichen Neutralisierungsbetrieb ein unipolarer ungeladener DC-Betrieb eingestellt wird. Da die Lernphase im Vergleich zur Arbeitsphase regelmäßig zeitlich verschwindend klein ist, arbeitet die hier vorgestellte Antistatikvorrichtung im Vergleich zu herkömmlichen bipolaren DC-Systemen mit einem deutlich reduzierten Stromverbrauch.

[0043] Zweckmäßig kann dabei vorgesehen sein, dass während der Lernphase die beiden aktiven Elektrodenanordnungen zunächst mit einem vorbestimmten Ausgangs-Pulsweitenverhältnis von positiven Strompulsen zu negativen Strompulsen betrieben werden. Besonders vorteilhaft ist nun eine Ausführungsform, bei der während der Lernphase nach ermittelter Polarität der Materialbahn die beiden aktiven Elektrodenanordnungen mit wenigstens einem Übergangs-Pulsweitenverhältnis von positiven Strompulsen zu negativen Strompulsen betrieben werden, wobei bei diesem wenigstens einen Übergangs-Pulsweitenverhältnis im Vergleich zum Ausgangs-Puls-

weitenverhältnis die zum Neutralisieren der Materialbahn benötigten Strompulse verlängert sind, während die nicht benötigten Strompulse entsprechend verkürzt sind. Durch diese Vorgehensweise kann während der Lernphase die vorab ermittelte Polarität nochmals verifiziert werden, bevor die nicht benötigte Hochspannungsquelle deaktiviert wird. Hierdurch kann eine erhöhte Betriebssicherheit erzielt werden. Beispielsweise kann das Ausgangs-Pulsweitenverhältnis 50:50 betragen, so dass die positiven Strompulse gleich lang sind wie die negativen Strompulse. Im Falle einer negativen Polarität der Materialbahn kann dann beispielsweise zunächst ein Übergangs-Pulsweitenverhältnis von 75:25 eingestellt werden, bei dem also die positiven Strompulse zeitlich verlängert sind, während die negativen Strompulse entsprechend zeitlich verkürzt sind. In der Arbeitsphase wird dann die nicht benötigte Hochspannungsquelle deaktiviert, z.B. die negative Hochspannungsquelle, ferner wird von gepulstem Betrieb in einen ungeladenen Betrieb umgeschaltet, was im genannten Beispiel letztlich zu einem Arbeits-Pulsweitenverhältnis von 100:0 führt.

[0044] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0045] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0046] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0047] Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine stark vereinfachte Ansicht einer Produktionsanlage im Bereich einer Antistatikvorrichtung,
- Fig. 2 ein Blockschaltbild der Antistatikvorrichtung,
- Fig. 3 ein Spannung-Zeit-Diagramm zur Veranschaulichung unterschiedlicher Betriebsphasen der Antistatikvorrichtung,
- Fig. 4-6 je eine stark vereinfachte isometrische Ansicht eines Elektrodenträgers bei verschiedenen Ausführungsformen,
- Fig. 7 einen Querschnitt durch einen Elektrodenträger,
- Fig. 8 und 9 jeweils eine Draufsicht auf ein Substrat, bei verschiedenen Ausführungsformen.

[0048] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Produktionsanlage 1, in der eine Materialbahn 2 in einer Bewegungsrichtung 3 bewegt wird, zumindest eine Antistatikvorrichtung 4, mit deren Hilfe eine elektrostatische Ladung auf der Materialbahn 2 reduziert und vorzugsweise eliminiert werden kann. Rein exemplarisch sind in Fig. 1 auf der Materialbahn 2 bezüglich der Bewegungsrichtung 3 vor der Antistatikvorrichtung 4 fünf positive Ladungseinheiten 5 angedeutet, die die Materialbahn 2 produktionsbedingt mit sich trägt. Im Bereich der Antistatikvorrichtung 4 sind fünf negative Ladungseinheiten 6 angedeutet, die mit Hilfe der Antistatikvorrichtung 4 erzeugt werden und die eine Neutralisierung der fünf positiven Ladungseinheiten 5 bewirken. Im gezeigten Idealfall ist die Materialbahn 3 bezüglich ihrer Bewegungsrichtung 3 nach der Antistatikvorrichtung 4 ladungsfrei bzw. ladungsneutral.

[0049] Entsprechend Fig. 2 umfasst die Antistatikvorrichtung 4 eine aktive Positivelektrodenanordnung 7, eine aktive Negativelektrodenanordnung 8 und im gezeigten Beispiel außerdem eine Sensorelektrodenanordnung 9. Die Positivelektrodenanordnung 7 weist mehrere aktive nadelförmige einzelne Positivelektroden 10 auf, denen in Fig. 2 jeweils ein Vorwiderstand 11 zugeordnet ist und die elektrisch an eine positive Hochspannungsquelle 12 angeschlossen sind. Die Negativelektrodenanordnung 8 weist mehrere aktive nadelförmige einzelne Negativelektroden 13 auf, denen gemäß Fig. 2 jeweils ein Vorwiderstand 14 zugeordnet ist und die an eine negative Hochspannungsquelle 15 elektrisch angeschlossen sind. Die Sensorelektrodenanordnung 9 umfasst mehrere nadelförmige einzelne Sensorelektroden 16, denen in Fig. 2 einzelne Vorwiderstände 17 zugeordnet sind und die elektrisch an eine Massung 19 angeschlossen sind. Bei der Massung 19 handelt es sich im Normalfall um eine Erdung. Die Positivelektrodenanordnung 7 und die Negativelektrodenanordnung 8 können auch als Ionisationselektrodenanordnungen 7, 8 bezeichnet werden. Grundsätzlich kann bei einer anderen Ausführungsform auch auf diese Sensorelektrodenanordnung 9 verzichtet werden.

[0050] Eine Steuerung 18 kooperiert mit einer Sensorik 20, mit deren Hilfe eine Polarität eines Neutralisationsstroms der Sensorelektrodenanordnung 9 während des Betriebs der Antistatikvorrichtung 4 erkannt werden kann. Die Steuerung 18 dient zum Ansteuern der Hochspannungsquellen 12, 15 und ist auf geeignete Weise mit der Sensorik 20 gekoppelt. Im Beispiel ist die Sensorik 20 in die Steuerung 18 integriert. Zum Auswerten der mit Hilfe der Sensorik 20 ermittelten Signale bzw. zum Ansteuern der Hochspannungsquellen 12, 15 kann die Steuerung 18 einen entsprechenden Mikroprozessor 21 enthalten.

[0051] In Fig. 2 sind außerdem mehrere Messwiderstände 22 erkennbar, über welche die Elektrodenanordnungen 7, 8, 9 und die Hochspannungsquellen 12, 15 an die Massung 19 angeschlossen sind, wobei parallele Sensorleitungen 23 zur Steuerung 18 geführt sind bzw. zur Sensorik 20 geführt sind, die über ihre Massung 19

die fließenden Ströme erfassen kann.

[0052] Über die Sensorik 20 kann somit in Verbindung mit der Sensorelektrodenanordnung 9 die Polarität der Ladung der Materialbahn 3 über die Polarität des Neutralisationsstroms der Sensorelektrodenanordnung 9 erfasst werden. Da die Sensorelektroden 16 über ihre Vorwiderstände 17 und den Messwiderstand 22 an die Messung 19 angeschlossen sind, arbeitet die Sensorelektrodenanordnung 9 wie eine passive Neutralisierungselektrodenanordnung, wodurch bei entsprechender Ladung der Materialbahn 2 ein Neutralisationsstrom fließt. Durch Bestimmen der Polarität des Neutralisationsstroms kann die Polarität der Ladung auf der Materialbahn 2 erfasst werden. Bei fehlender Sensorelektrodenanordnung 9 kann die Polarität der Materialbahn 2 auch anhand der Neutralisationsströme bestimmt werden, die an den aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 abfließen und von der Sensorik 18 erfasst werden können. Fließt beispielsweise an der Positivelektrodenanordnung 7 ein größerer Neutralisationsstrom darf wohl davon ausgegangen werden, dass die Materialbahn 2 negativ polarisiert ist. Während der Bestimmung der Polarisierung der Materialbahn 2 sind in diesem Fall beide aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 aktiviert.

[0053] Die Steuerung 18 kann nun abhängig von der ermittelten Polarität die jeweils nicht benötigte aktive Elektrodenanordnung 7, 8 deaktivieren. Beispielsweise kann die Polarität des Neutralisationsstroms der Sensorelektrodenanordnung 9 negativ sein, was für eine negative Ladung der Materialbahn 2 spricht. In der Folge aktiviert die Steuerung 18 die positive Hochspannungsquelle 12 und somit die Positivelektrodenanordnung 7. Gleichzeitig wird die negative Hochspannungsquelle 15 und somit die Negativelektrodenanordnung 8 deaktiviert. Wird jedoch festgestellt, dass der Neutralisationsstrom der Sensorelektrodenanordnung 9 positiv ist, lässt dies auf eine positive Ladung der Materialbahn 2 schließen. In der Folge bewirkt die Steuerung 18 eine Deaktivierung der positiven Hochspannungsquelle 12 und somit eine Deaktivierung der Positivelektrodenanordnung 7, während gleichzeitig die negative Hochspannungsquelle 15 aktiviert wird und die Negativelektrodenanordnung 8 aktiviert wird.

[0054] Die Steuerung 18 steuert bevorzugt die jeweils aktivierte Hochspannungsquelle 12 bzw. 15 zumindest während einer Arbeitsphase so an, dass an der jeweiligen aktiven Elektrodenanordnung 7, 8 eine ungepulste Gleichspannung anliegt, die vorzugsweise außerdem konstant ist.

[0055] Mit Bezug auf Fig. 3 wird eine besonders vorteilhafte Vorgehensweise näher erläutert, die mit Hilfe der Steuerung 18 realisiert werden kann. Hierzu ist die Steuerung 18 entsprechend ausgestaltet bzw. programmiert. Im Diagramm der Fig. 3 definiert die Abszisse eine Zeitachse t , während die Ordinate die Spannung U an den aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 anzeigt. Dabei findet sich im positiven Abschnitt der Ordinate der Spannungsverlauf der Positivelektrodenanordnung 7, wäh-

rend im negativen Abschnitt der Ordinate der Spannungsverlauf der Negativelektrodenanordnung 8 wiedergegeben ist. Die Zeitachse t unterteilt sich in eine Lernphase 24 und eine Arbeitsphase 25. Während der Lernphase 24, die zu einem Zeitpunkt t_0 beginnt, bewirkt die Steuerung 18 beispielsweise, dass die positive Hochspannungsquelle 12 die Positivelektrodenanordnung 7 mit positiven Spannungspulsen 26 versorgt. Gleichzeitig wird die Negativelektrodenanordnung 8 von der negativen Hochspannungsquelle 15 mit negativen Spannungspulsen 27 versorgt. Zweckmäßig sind dabei die positiven Spannungspulse 26 und die negativen Spannungspulse 27 zeitlich zueinander soweit phasenversetzt, dass über beide aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 eine Art Rechteck-Wechselspannung anliegt. Mit anderen Worten, die positiven Spannungspulse 26 sind zeitgleich zu Lücken 28 positioniert, die zwischen benachbarten negativen Spannungspulsen 27 liegen. Umgekehrt sind auch die negativen Spannungspulse 27 so positioniert, dass sie gleichzeitig zu Lücken 29 zwischen benachbarten positiven Spannungspulsen 26 positioniert sind. Während der Lernphase 24 ermittelt die Steuerung 18 in Verbindung mit der Sensorik 20 die Polarität des Neutralisationsstroms der Sensorelektrodenanordnung 9. Im Beispiel der Fig. 3 wird eine positive Polarität festgestellt, so dass zu einem Zeitpunkt t_1 von der Lernphase 24 in die Arbeitsphase 25 gewechselt wird. In der Arbeitsphase 25 wird im Falle einer positiven Polarität des Neutralisationsstroms der Sensorelektrodenanordnung 9 die positive Hochspannungsquelle 12 deaktiviert, so dass keine Spannungsversorgung der Positivelektrodenanordnung 7 mehr vorliegt. Gleichzeitig wird die negative Hochspannungsquelle 15 so angesteuert, dass diese ab besagtem Zeitpunkt t_1 eine ungepulste negative Gleichspannung 30 erzeugt.

[0056] Bei einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass während der Lernphase 24 beide Ionisationselektrodenanordnungen 7, 8 deaktiviert sind. Sobald über die Sensorelektrodenanordnung 9 ein Neutralisationsstrom mit stabiler Polarität festgestellt werden kann, lässt sich dann über die Steuerung 18 die jeweils benötigte Ionisationselektrodenanordnung 7, 8 aktivieren.

[0057] Während dieser Arbeitsphase 25 kann beispielsweise permanent der Neutralisationsstrom der jeweils aktiven Elektrodenanordnung 7, 8 überwacht werden. Im Beispiel der Fig. 3 wird also in der Arbeitsphase 25 der Neutralisationsstrom der aktivierten Negativelektrodenanordnung 8 überwacht. Kommt es innerhalb dieses Neutralisationsstroms zu Unregelmäßigkeiten oder zu vorbestimmten Ereignissen, kann die Steuerung 18 von der aktuellen Betriebsart in eine andere Betriebsart wechseln. Zweckmäßig wechselt die Steuerung 18 von der Arbeitsphase 25 zurück in die Lernphase 24, in der beide Hochspannungsquellen 12, 15 aktiv sind und zweckmäßig die beiden aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 mit gepulster Gleichspannung 26, 27 beaufschlagt.

[0058] Zusätzlich oder alternativ kann durch Messen

eines Ruhestroms der jeweiligen aktiven Elektrodenanordnung 7, 8 und/oder der Sensorelektrodenanordnung 9 auch ein Grad an Elektrodenabbrand und/oder ein Grad an Elektrodenverschmutzung überwacht werden.

[0059] Die Überwachung des Ruhestroms wird zweckmäßig während einer Diagnosephase durchgeführt, die beispielsweise jedes Mal dann aktiv ist oder eingeschaltet ist, wenn die Materialbahn 2, beispielsweise nach einem Materialbahnwechsel, angefahren wird. Bei anfahrrender Materialbahn 2 bzw. bei ruhender Materialbahn 2 kann sich keine oder nur eine sehr geringe statische Aufladung einstellen, so dass insbesondere keine Ionenströme einer der aktiven Ionisationselektroden 7, 8 zur Materialbahn entstehen. Entsprechendes gilt auch für die passive Sensorelektrodenanordnung 9. Dagegen kommt es über die Luft zu Ionenströmen zwischen der Negativelektrodenanordnung 8 und der Positivelektrodenanordnung 7 sowie zwischen der Sensorelektrodenanordnung 9 und wenigstens einer der Ionisationselektrodenanordnungen 7, 8. Diese Ruhestrome variieren signifikant abhängig von Verschmutzungen und korrelieren außerdem mit dem Abbrand der Elektroden 10, 13, 16 bzw. mit dem Abbrand der Spitzen der Elektroden 10, 13, 16.

[0060] Entsprechend den Fig. 4 bis 6 können die Positivelektrodenanordnung 7, die Negativelektrodenanordnung 8 und die Sensorelektrodenanordnung 9 in oder an einem gemeinsamen balkenförmigen Elektrodenträger 31 angeordnet sein. Der Elektrodenträger 31 weist dann einen Positivanschluss 32 zum Verbinden der Positivelektrodenanordnung 7 mit der positiven Hochspannungsquelle 12, einen Negativanschluss 33 zum Verbinden der Negativelektrodenanordnung 8 mit der negativen Hochspannungsquelle 15 und einen Sensoranschluss 34 zum Verbinden der Sensorelektrodenanordnung 9 mit der Sensorik 20 auf. Bei den Ausführungsformen der Figuren 4 und 5 kann der Elektrodenträger 31 eine Trennwand 35 aufweisen, die insbesondere elektrisch isolierend konfiguriert sein kann und die sich zwischen den beiden aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 einerseits und der Sensorelektrodenanordnung 9 andererseits erstreckt. Hierdurch kann ein Kurzschluss über die Luft zwischen den beiden aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 und der passiv arbeitenden Sensorelektrodenanordnung 9 vermieden werden. Um diesen Effekt zu verbessern, kann die Trennwand 35 so konzipiert werden, dass sie in Richtung der Materialbahn 2 über die Elektroden 10, 13, 16 bzw. über deren Spitzen vorsteht.

[0061] Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform sind die einzelnen Positivelektroden 10 in einer geraden Positivelektrodenreihe 36 angeordnet. Die Negativelektroden 13 sind in einer geraden Negativelektrodenreihe 37 angeordnet und die Sensorelektroden 16 sind in einer geraden Sensorelektrodenreihe 38 angeordnet. Somit zeigt Fig. 4 eine Ausführungsform mit drei separaten Elektrodenreihen 36, 37, 38, die im montierten Zustand der Antistatikvorrichtung 4 bezüglich der Bewegungsrichtung 3 der Materialbahn 2 hintereinander positioniert

sind, wobei sich dann die Reihen 36, 37, 38 quer zur Bewegungsrichtung 3 erstrecken.

[0062] Fig. 5 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausführungsform, bei der die Positivelektroden 10 und die Negativelektroden 13 in einer gemeinsamen geraden Elektrodenreihe 39 nebeneinander angeordnet sind, und zwar so, dass sie einander abwechseln. Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform sind somit nur zwei Elektrodenreihen 38, 39 erkennbar.

[0063] Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform ist eine einzige Elektrodenreihe 40 vorgesehen, in der die Positivelektroden 10, die Negativelektroden 13 und die Sensorelektroden 16 einander abwechselnd nebeneinander angeordnet sind. Die Reihenfolge, in der sich die verschiedenen Elektroden 10, 13, 16 in dieser Elektrodenreihe 40 abwechseln, ist in Fig. 6 nur exemplarisch angedeutet, so dass auch eine andere Art der Abwechslung oder Reihenfolge realisierbar ist.

[0064] Da die hier vorgestellte Antistatikvorrichtung 4 im Betrieb, also während der Arbeitsphase 25 nur mit einer aktiven Elektrodenanordnung 7 oder 8 arbeitet, ist auch bezüglich der Bewegungsrichtung 3 der Materialbahn 2 kein besonders großer Abstand zwischen den Elektrodenanordnungen 7, 8 einzuhalten. Beispielsweise können gemäß Fig. 4 die beiden aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 in der Bewegungsrichtung 3 der Materialbahn 2 einen Abstand 50 voneinander aufweisen, der kleiner ist als eine Erstreckung 51 der Antistatikvorrichtung 4 bzw. des Elektrodenträgers 31 quer zur Materialbahn 2 oder kleiner ist als eine Strecke 52, die eine erste Elektrode 10' und eine letzte Elektrode 10'' einer wenigstens fünf aufeinanderfolgende bzw. nebeneinander angeordnete Elektroden 10 aufweisenden Elektrodengruppe innerhalb einer der Elektrodenanordnungen 7, 8 voneinander beabstandet sind. Im Beispiel der Fig. 4 enthält die genannte Elektrodengruppe genau fünf einzelne Elektroden 10. Es ist klar, dass die Elektrodengruppe auch mehr als fünf, z.B. zehn, Elektroden 10 aufweisen kann. Eine derartige kompakte Bauform lässt sich auch dann realisieren, wenn die aktiven Elektrodenanordnungen 7, 8 in separaten Elektrodenträgern angeordnet werden, solange die vorstehend genannten geringen Abstände in der Bewegungsrichtung 3 der Materialbahn 2 eingehalten werden.

[0065] Fig. 7 zeigt einen Querschnitt durch einen im Profil U-förmigen Elektrodenträger 31, der im Beispiel nur eine Elektrodenreihe enthält. Hierbei kann es sich um die Positivelektrodenreihe 36 oder um die Negativelektrodenreihe 37 oder um die Sensorelektrodenreihe 38 oder um die gemeinsame Elektrodenreihe 39 oder gar um die gemeinsame Elektrodenreihe 40 handeln. Die jeweilige Elektrode 10, 13, 16 ist dabei an einem Substrat 41 angebracht, das in ein elektrisch isolierendes Material 42 eingebettet ist. Der Elektrodenträger 31 enthält außerdem einen Hochspannungsleiter 43, der mit dem jeweiligen Anschluss 32, 33 oder 34 elektrisch verbunden ist. Der Hochspannungsleiter 43 kann als Kohlefaserverbundkörper gebildet sein und dient hier zur Aussteifung

des Elektrodenträgers 31. Im Beispiel ist der Kohlefaser-verbundkörper bandförmig und flach sowie mit einem Rechteckprofil konfiguriert.

[0066] Entsprechend Fig. 8 umfasst das Substrat 41, an dem die in Fig. 8 nicht erkennbare Elektrode 10, 13, 16 angebracht werden kann, ein Trägermaterial 44, auf das eine Widerstandsbahn 45 aus einer Widerstandspaste 46 aufgedruckt ist. Ferner sind zwei Kontaktzonen 47 im Bereich der Enden der Widerstandsbahn 45 auf das Trägermaterial 44 aufgedruckt, derart, dass die Widerstandsbahn 45 an ihren Enden mit den beiden Kontaktzonen 47 elektrisch kontaktiert ist. Das Trägermaterial 44 ist zweckmäßig ein Kunststoffmaterial. Beispielsweise handelt es sich bei diesem Kunststoffmaterial um FR4, das beispielsweise für die Produktion von Schaltungsplatinen verwendet wird. Alternativ kann es sich beim Kunststoffmaterial auch um Polyester oder um PEEK oder um Polyimid handeln. Die Widerstandspaste 46 ist eine Polymerpaste. Als Polymerpaste kommt beispielsweise ein Lacksystem aus Epoxidharz zum Einsatz, wobei in das Epoxidharz elektrisch leitende Partikel sowie elektrisch nicht leitende Partikel eingebettet sind. Das Verhältnis von elektrisch leitenden Partikeln zu elektrisch nicht leitenden Partikeln sowie die Dichte der Partikel innerhalb des Epoxidharzes bestimmt den elektrischen Widerstand der mit Hilfe der Polymerpaste hergestellten Widerstandsbahn 45. Elektrisch leitende Partikel sind beispielsweise Ruß oder Graphit. Elektrisch nicht leitende Partikel sind beispielsweise Titanoxid (TiO) und Aluminiumoxid (Al₂O₃). Das Substrat 41 kann mit Widerstandswerten von 100 kΩ bis 100 GΩ hergestellt werden. Das Substrat 41 lässt sich in Spannungsbereiche von 1 kV bis 150 kV verwenden. Das Substrat 41 besitzt eine Leistungsaufnahme von maximal 1 W. Abhängig von der Baugröße des Substrats 1 kann die Leistungsaufnahme grundsätzlich auch größer als 1 W sein.

[0067] Da als Trägermaterial 44 ein Kunststoff verwendet wird, lassen sich auch vergleichsweise dünne Trägermaterialien 44 realisieren, deren Dicke weniger als 1 mm oder weniger als 0,1 mm beträgt. Je nach Kunststoffmaterial kann dann auch ein flexibles Trägermaterial 44 realisiert werden. Insbesondere lässt sich das Substrat 41 dann als Folienträger realisieren. Dieser Folienträger wird im Folgenden ebenfalls mit 41 bezeichnet.

[0068] Die Kontaktzonen 47 lassen sich dazu verwenden, einerseits besagte Elektrode 10, 13, 16 und andererseits einen elektrischen Anschluss am Folienträger 41 anzubringen. Der jeweilige Anschluss und die jeweilige Elektrode 10, 13, 16 lassen sich beispielsweise an die jeweilige Kontaktzone 47 anlöten. Ebenso ist es möglich, die Anschlüsse bzw. die Elektroden 10, 13, 16 mit den Kontaktzonen 47 zu verkrimpen. Alternativ können elektrische Kontaktierungen auch durch Anbringen einer Verklebung oder Lackierung unter Verwendung eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs bzw. eines elektrisch leitfähigen Lacks realisiert werden. Ebenso ist eine Steckverbindung oder Klemmverbindung denkbar. Der Folienträger 41 kann außerdem mit einer Schutzschicht 48 aus

einem Kunststoff versehen sein, die elektrisch isolierend konzipiert ist und die auf den Folienträger 41 so aufgebracht ist, dass sie zumindest die Widerstandspaste 46 bzw. die Widerstandsbahn 45 abdeckt. Insbesondere kann das gesamte Trägermaterial 44, vorzugsweise unter Aussparung der elektrischen Kontaktzonen 47, mit besagter elektrischer isolierender Schutzschicht 48 beschichtet sein.

[0069] Für die Herstellung des hier vorgestellten Folienträgers 41 können zunächst die elektrischen Kontaktzonen 47 auf das Trägermaterial 44 aufgedruckt werden. Anschließend können die Kontaktzonen 47 eingebrannt werden. Das Einbrennen der Kontaktzonen 47 kann beispielsweise in einem Temperaturbereich von etwa einschließlich 150°C bis etwa einschließlich 220°C durchgeführt werden. Die elektrischen Kontaktzonen 47 können beispielsweise aus Leitsilber hergestellt werden, das bevorzugt auf einer polymeren Epoxidharzbasis realisiert werden kann. Nach dem Einbrennen der elektrischen Kontaktzonen 47 kann die jeweilige Widerstandsbahn 45 auf das Trägermaterial 44 aufgedruckt werden. Nach dem Aufdrucken der Widerstandsbahn 45 erfolgt das Einbrennen der Widerstandsbahn 45. Der Einbrennvorgang für die Widerstandsbahn 45 kann dabei in einem Temperaturbereich von etwa einschließlich 150°C bis etwa einschließlich 240°C durchgeführt werden. Nach dem Einbrennen der jeweiligen Widerstandsbahn 45 kann außerdem ein Spritzprozess durchgeführt werden, mit dessen Hilfe die Isolationsschicht 48 aufgebracht wird. Dabei bedeckt die Isolationsschicht 48 zumindest die Widerstandsbahn 45. Je nachdem, ob an den Kontaktzonen 47 bereits elektrische Anschlüsse bzw. Elektroden 10, 13, 16 angebracht sind oder nicht, kann die Isolationsschicht 48 außerdem die Kontaktzonen 47 abdecken. Der Spritzprozess zum Anbringen der Isolationsschicht 48 ist bevorzugt als Niedertemperatur-Spritzprozess konzipiert, der bei weniger als 200°C durchgeführt wird. Das Aufdrucken der Kontaktzone 47 und/oder der Widerstandsbahn 45 erfolgt zweckmäßig mittels eines Siebdruckverfahrens. Die Verwendung einer Polymerpaste als Widerstandspaste 46 erlaubt es, das Einbrennen der Widerstandsbahn 45 bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen durchzuführen, so dass für das Trägermaterial 44 ein Kunststoff verwendet werden kann. Hierdurch wird der Folienträger 41 extrem preiswert. Auch das Herstellungsverfahren wird vergleichsweise preiswert, da nur relativ niedrige Einbrenntemperaturen realisiert werden müssen, so dass auch der Energiebedarf zum Herstellen der Einbrenntemperaturen bzw. zum Durchführen der Einbrennprozesse vergleichsweise gering ist. Besonders zweckmäßig ist eine Ausführungsform des Verfahrens, bei welcher auf einen Bogen aus Trägermaterial 44 gleichzeitig eine Vielzahl von Folienträgern 41 hergestellt wird, die anschließend durch Zuschneiden oder Stanzen vereinzelt werden. Hierdurch kann durch gleichzeitiges Aufdrucken einer Vielzahl von Kontaktzonen 47 und/oder einer Vielzahl von Widerstandsbahnen 45 die Zeit zum Herstellen der

einzelnen Folienträger 41 signifikant reduziert werden.

[0070] Der in Fig. 8 gezeigte Folienträger 41 eignet sich zum Anordnen einer einzelnen Elektrode 10, 13, 16. Es ist klar, dass z.B. gemäß Fig. 9 bei anderen Ausführungsformen mehrere Elektroden 10, 13, 16 an einem derartigen Folienträger 41 angeordnet sein können, wobei auf den Folienträger 41 dann eine entsprechende Anzahl an Vorwiderständen 11, 14, 17 in Form der Widerstandsbahnen 45 aufgedruckt sein kann. Ebenso ist es möglich, für alle Positivelektroden 10 einen gemeinsamen Folienträger 41 vorzusehen, der sämtliche Vorwiderstände 11 in Form der Widerstandsbahnen 45 trägt. Entsprechendes gilt auch für einen gemeinsamen Folienträger 41 für alle Negativelektroden 13 mit den entsprechenden Vorwiderständen 14. Ebenso gilt dies auch für einen gemeinsamen Folienträger 41 für sämtliche Sensorelektroden 16 und die zugehörigen Vorwiderstände 17 in Form der Widerstandsbahnen 45. Ebenso sind grundsätzlich beliebige Mischformen denkbar.

[0071] Gemäß Fig. 9 kann bei einer anderen Ausführungsform des Folienträgers 41 vorgesehen sein, auf das Trägermaterial 44 eine Vielzahl von Widerstandsbahnen 45 aus Widerstandspaste 46 aufzudrucken. Ferner kann auch eine entsprechende Anzahl an Kontaktzonen 47 aufgedruckt werden, beispielsweise um die Elektroden 10, 13 oder 16 zu kontaktieren. Sofern die Elektroden 10, 13, 16 der gleichen Elektrodenanordnung 7, 8, 9 zugeordnet sind, können alle Widerstandsbahnen 45 über eine gemeinsame Kontaktbahn 49 elektrisch miteinander verbunden sein, wobei auch die Kontaktbahn 49 entsprechend den Kontaktzonen 47 aufgedruckt ist. Besonders zweckmäßig ist nun eine Ausführungsform, bei welcher der Folienträger 41 aus einem flexiblen Material hergestellt ist. Ferner ist vorteilhaft, wenn der Folienträger 41 mit den Widerstandsbahnen 45, den Kontaktzonen 47 und der Kontaktbahn 49 als Endlosmaterial hergestellt ist. Durch Ablängen der jeweils benötigten Elektrodenanzahl kann der für den jeweiligen Anwendungsfall benötigte Folienträger 41 individualisiert werden.

[0072] Bei einer anderen zweckmäßigen Ausführungsform kann vorgesehen sein, den Folienträger 41 beidseitig zu verwenden. So kann beispielsweise auf die in Fig. 9 dem Betrachter zugewandte Vorderseite des Folienträgers 41 die Positivelektrodenanordnung 7 realisiert werden, indem die Vorwiderstände 11 der Positivelektroden 10 in Form der Widerstandsbahnen 45 auf die Vorderseite des Folienträgers 41 aufgebracht werden. Auf die in Fig. 9 vom Betrachter abgewandte Rückseite des Folienträgers 41 können dann die Widerstandsbahnen 45 zur Realisierung der Vorwiderstände 14 der Negativelektrodenanordnung 8 aufgebracht werden. Dabei kann die beidseitige Bedruckung des Folienträgers 41 zweckmäßig so erfolgen, dass sich in der Längsrichtung des Folienträgers 41 Positivelektroden 10 und Negativelektroden 11 abwechseln. Ferner können die aufgedruckten Leiterbahnen 49 so positioniert sein, dass ein Kurzschluss durch das Trägermaterial 44 hindurch vermieden werden kann.

Patentansprüche

1. Antistatikvorrichtung zum Reduzieren von elektrostatischen Ladungen auf bewegten Materialbahnen (2),

- mit einer aktiven Positivelektrodenanordnung (7), die mehrere aktive nadelförmige einzelne Positivelektroden (10) aufweist und die im Betrieb der Antistatikvorrichtung (4) elektrisch an eine positive Hochspannungsquelle (12) angeschlossen ist,
- mit einer aktiven Negativelektrodenanordnung (8), die mehrere aktive nadelförmige einzelne Negativelektroden (13) aufweist und die im Betrieb der Antistatikvorrichtung (4) elektrisch an eine negative Hochspannungsquelle (15) angeschlossen ist,
- mit einer Sensorik (20) zum Erkennen der Polarität eines Neutralisationsstroms zwischen der Materialbahn (2) und der Antistatikvorrichtung (4) während des Betriebs der Antistatikvorrichtung (4),
- mit einer Steuerung (18) zum Steuern der Hochspannungsquellen (12, 15),
- wobei die Steuerung (18) mit der Sensorik (20) gekoppelt ist und so programmiert und/oder ausgestaltet ist, dass sie abhängig von der ermittelten Polarität des Neutralisationsstroms die jeweils benötigte Hochspannungsquelle (12, 15) aktiviert oder aktiviert lässt und die jeweils nicht benötigte Hochspannungsquelle (12, 15) deaktiviert oder deaktiviert lässt,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Steuerung (18) die jeweils aktivierte Hochspannungsquelle (12, 15) so ansteuert, dass diese eine ungeladene positive oder negative Gleichspannung liefert,
- **dass** die Steuerung (18) so ausgestaltet und/oder programmiert ist, dass sie während einer Lernphase (24) die Polarität des Neutralisationsstroms ermittelt und dass sie abhängig von der ermittelten Polarität in eine Arbeitsphase (25) wechselt und darin die Hochspannungsquelle (12, 15) der benötigten aktiven Elektrodenanordnung (7, 8) zum Erzeugen einer ungeladenen Gleichspannung ansteuert,
- **dass** sie während der Lernphase (24) beide Hochspannungsquellen (12, 15) zum Erzeugen einer geladenen Gleichspannung an der jeweiligen aktiven Elektrodenanordnung (7, 8) ansteuert und in der Arbeitsphase (25) die Hochspannungsquelle (12, 15) der nicht benötigten aktiven Elektrodenanordnung (7, 8) deaktiviert und bei der benötigten aktiven Elektrodenanordnung (7, 8) von geladener Gleichspannung auf

- ungepulste Gleichspannung umschaltet, oder dass sie während der Lernphase (24) beide Hochspannungsquellen (12, 15) deaktiviert hält und in der Arbeitsphase (25) nur die Hochspannungsquelle (12, 15) der benötigten Elektrodenanordnung (7, 8) aktiviert.
2. Antistatikvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Sensorik (20) so ausgestaltet und/oder programmiert ist, dass sie zum Erkennen der Polarität des Neutralisationsstroms die von der jeweiligen Hochspannungsquelle (12, 15) abfließenden Ströme überwacht.
3. Antistatikvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- dass zusätzlich eine Sensorelektrodenanordnung (9) vorgesehen ist, die mehrere nadelförmige einzelne Sensorelektroden (16) aufweist und die im Betrieb der Antistatikvorrichtung (4) elektrisch an eine Massung (19) angeschlossen ist,
 - dass die Sensorik (20) so programmiert und/oder ausgestaltet ist, dass sie zum Erkennen der Polarität des Neutralisationsstroms den von der Sensorelektrodenanordnung (9) abfließenden Strom überwacht.
4. Antistatikvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
- mit einer Sensorik (20) zum Messen eines Neutralisationsstroms der jeweils aktivierten aktiven Elektrodenanordnung (7, 8),
 - mit einer Steuerung (18) zum Steuern der Hochspannungsquellen (12, 15),
 - wobei die Steuerung (18) mit der Sensorik (20) gekoppelt ist und so programmiert und/oder ausgestaltet ist, dass sie abhängig vom gemessenen Neutralisationsstrom selbsttätig zumindest zwischen zwei Betriebsarten der Antistatikvorrichtung (4) umschalten kann.
5. Antistatikvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
- mit einer Sensorik (20) zum Messen eines Ruhestroms wenigstens einer der beiden aktiven Elektrodenanordnungen (7, 8) und/oder der Sensorelektrodenanordnung (9),
 - mit einer Steuerung (18) zum Steuern der Hochspannungsquellen (12, 15),
 - wobei die Steuerung (18) mit der Sensorik (20) gekoppelt ist und so programmiert und/oder ausgestaltet ist, dass sie den gemessenen Ruhestrom zum Erkennen eines Elektrodenab-
- brands und/oder einer Elektrodenverschmutzung auswertet.
6. Antistatikvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die Steuerung (18) die Messung und Auswertung des Ruhestroms während einer Diagnosephase durchführt, die insbesondere beim Anfahren der Materialbahn (2) durchgeführt wird.
7. Antistatikvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die aktiven Elektrodenanordnungen (7, 8) in oder an einem gemeinsamen balkenförmigen Elektrodenträger (31) angeordnet sind.
8. Antistatikvorrichtung nach den Ansprüchen 3 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in oder an dem gemeinsamen Elektrodenträger (31) außerdem die Sensorelektrodenanordnung (9) angeordnet ist.
9. Antistatikvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der gemeinsame Elektrodenträger (31) Anschlüsse (32, 33, 34) für die Hochspannungsquellen (12, 15) und die Sensorik (20) aufweist.
10. Antistatikvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Elektrodenträger (31) eine Trennwand (35) aufweist, die sich zwischen den aktiven Elektrodenanordnungen (7, 8) und der Sensorelektrodenanordnung (9) erstreckt, wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die Trennwand (35) elektrisch isolierend ausgestaltet ist und/oder dass die Trennwand (35) in Richtung Materialbahn (2) über die Elektroden (10, 13, 16) vorsteht.
11. Antistatikvorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Elektrodenträger (31) zumindest einen Hochspannungsleiter (43) aufweist, der mit dem jeweiligen Anschluss (32, 33) elektrisch verbunden ist.
12. Antistatikvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,
- **dass** die Sensorelektroden (16) in einer geraden Sensorelektrodenreihe (38) nebeneinander angeordnet sind, und/oder
 - **dass** die Positivelektroden (10) in einer gera-

den Positivelektrodenreihe (36) nebeneinander angeordnet sind, und/oder

- **dass** die Negativelektroden (13) in einer geraden Negativelektrodenreihe (37) nebeneinander angeordnet sind,

- wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die Positivelektroden (10) und die Negativelektroden (13) in einer gemeinsamen geraden Elektrodenreihe (39) einander abwechselnd nebeneinander angeordnet sind,

- wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die Sensorelektroden (16), die Positivelektroden (10) und die Negativelektroden (13) in einer gemeinsamen geraden Elektrodenreihe (40) einander abwechselnd nebeneinander angeordnet sind.

13. Antistatikvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** eine oder mehrere oder alle Positivelektroden (10) an einem Folienträger (41) angeordnet sind, auf den ein oder mehrere oder alle Vorwiderstände (11) der Positivelektroden (10) aufgedruckt sind, und/oder

- **dass** eine oder mehrere oder alle Negativelektroden (13) an einem Folienträger (41) angeordnet sind, auf den ein oder mehrere oder alle Vorwiderstände (14) der Negativelektroden (13) aufgedruckt sind, und/oder

- **dass** eine oder mehrere oder alle Sensorelektroden (16) an einem Folienträger (41) angeordnet sind, auf den ein oder mehrere oder alle Vorwiderstände (17) der Sensorelektroden (16) aufgedruckt sind,

- wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die Positivelektroden (10) und die Negativelektroden (13) an einem gemeinsamen Folienträger (41) angeordnet sind, auf den die Vorwiderstände (11, 14) der Positivelektroden (10) und der Negativelektroden (13) aufgedruckt sind, und/oder

- wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die Sensorelektroden (16), die Positivelektroden (10) und/oder die Negativelektroden (13) an einem gemeinsamen Folienträger (41) angeordnet sind, auf den die Vorwiderstände (17) der Sensorelektroden (16) und die Vorwiderstände (11) der Positivelektroden (10) und/oder die Vorwiderstände (14) der Negativelektroden (13) aufgedruckt sind.

14. Antistatikvorrichtung nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Folienträger (41) mit den Elektroden (10, 13, 16) und den Vorwiderständen (11, 14,

17) als Endlosmaterial bereitgestellt wird, und/oder

- **dass** der Folienträger (41) beidseitig mit Vorwiderständen (11, 14, 17) versehen ist, und/oder

- **dass** der Folienträger (41) aus einem flexiblen Material besteht.

15. Verfahren zum Betreiben einer Antistatikvorrichtung (4) zum Reduzieren von elektrostatischer Ladung auf einer bewegten Materialbahn (2), wobei die Antistatikvorrichtung (4) eine aktive Positivelektrodenanordnung (7) und eine aktive Negativelektrodenanordnung (8) aufweist, bei dem eine Polarität der bewegten Materialbahn (2) ermittelt wird und bei dem abhängig von der ermittelten Polarität die jeweils zum Reduzieren der elektrostatischen Ladung der bewegten Materialbahn (2) benötigte Elektrodenanordnung aktiviert wird oder im aktivierten Zustand belassen wird, während die jeweils nicht benötigte Elektrodenanordnung (7, 8) deaktiviert wird oder im deaktivierten Zustand belassen wird,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die jeweils aktivierte Hochspannungsquelle (12, 15) so angesteuert wird, dass diese eine ungeladene positive oder negative Gleichspannung liefert,

- **dass** während einer Lernphase (24) die Polarität der Materialbahn (2) ermittelt wird und in einer Arbeitsphase (25) die benötigte Elektrodenanordnung (7, 8) zum Erzeugen einer ungeladenen Gleichspannung angesteuert wird,

- **dass** während der Lernphase (24) die beiden aktiven Elektrodenanordnungen (7, 8) mit geladener Gleichspannung betrieben werden, derart, dass sich positive Strompulse der Positivelektrodenanordnung (7) mit negativen Strompulsen der Negativelektrodenanordnung (8) abwechseln,

- **dass** während der Arbeitsphase (25) die eine aktive Elektrodenanordnung (7, 8) deaktiviert ist, während die andere aktive Elektrodenanordnung (7, 8) aktiv ist und mit ungeladener Gleichspannung betrieben wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15,

bei dem ein Neutralisationsstrom der jeweils aktivierten aktiven Elektrodenanordnung (7, 8), insbesondere während der Arbeitsphase (25), gemessen wird und abhängig vom gemessenen Neutralisationsstrom selbsttätig zumindest zwischen zwei Betriebsarten der Antistatikvorrichtung (4) umgeschaltet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,

bei dem ein Ruhestrom wenigstens einer der beiden aktiven Elektrodenanordnungen (7, 8) und/oder ei-

ner Sensorelektrodenanordnung (9) gemessen wird und der gemessene Ruhestrom zum Erkennen eines Elektrodenabbrands und/oder einer Elektrodenverschmutzung ausgewertet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem die Messung und Auswertung des Ruhestroms während einer Diagnosephase durchgeführt wird, die zweckmäßig beim Anfahren und/oder bei Stillstand der Materialbahn (2) durchgeführt wird.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
- bei dem während der Lernphase (24) die beiden aktiven Elektrodenanordnungen (7, 8) zunächst mit einem vorbestimmten Ausgangs-Pulsweitenverhältnis von positiven Strompulsen zu negativen Strompulsen betrieben werden,
 - bei dem während der Lernphase (24) nach ermittelter Polarität der Materialbahn (2) die beiden aktiven Elektrodenanordnungen (7, 8) mit wenigstens einem Übergangs-Pulsweitenverhältnis von positiven Strompulsen zu negativen Strompulsen betrieben werden, wobei beim wenigstens einen Übergangs-Pulsweitenverhältnis im Vergleich zum Ausgangs-Pulsweitenverhältnis die zum Neutralisieren der Materialbahn (2) benötigten Strompulse verlängert sind, während die nicht benötigten Strompulse entsprechend verkürzt sind.

Claims

1. Antistatic device for reducing electrostatic charges on moving material webs (2), comprising
 - an active positive electrode assembly (7) which comprises a plurality of active needle-shaped individual positive electrodes (10) and which is electrically connected to a positive high-voltage source (12) during operation of the antistatic device (4),
 - an active negative electrode assembly (8) which comprises a plurality of active needle-shaped individual negative electrodes (13) and which is electrically connected to a negative high-voltage source (15) during operation of the antistatic device (4),
 - a sensor system (20) for detecting the polarity of a neutralization current between the material web (2) and the antistatic device (4) during operation of the antistatic device (4),
 - a control unit (18) for controlling the high-voltage sources (12, 15),
 - wherein the control unit (18) is coupled to the sensor system (20) and is programmed and/or
2. Antistatic device according to claim 1, **characterized in that** the sensor system (20) is configured and/or programmed so as to monitor the currents flowing from the respective high-voltage source (12, 15) in order to detect the polarity of the neutralization current.
3. Antistatic device according to claim 1, **characterized in that**
 - additionally a sensor electrode assembly (9) is provided, the sensor electrode assembly (9) comprising a plurality of needle-shaped individual sensor electrodes (16) and being electrically connected to earth (19) during operation of the antistatic device (4),
 - the sensor system (20) is programmed and/or configured so as to monitor the current flowing from the sensor electrode assembly (9) in order to detect the polarity of the neutralization current.
4. Antistatic device according to any of claims 1 to 3,

configured such that, depending on the detected polarity of the neutralization current, it activates the particular high-voltage source (12, 15) required, or causes it to be activated, and it deactivates the particular high-voltage source (12, 15) which is not required, or causes it to be deactivated, **characterized in that**

- the control unit (18) controls the particular high-voltage source (12, 15) that has been activated such that it supplies an unpulsed positive or negative DC voltage,
- the control unit (18) is configured and/or programmed so as to determine the polarity of the neutralization current during a learning phase (24) and, depending on the polarity determined, to switch to a working phase (25) and during said working phase (25) to control the high-voltage source (12, 15) of the active electrode assembly (7, 8) required, in order to generate an unpulsed DC voltage,
- during the learning phase (24), it controls both high-voltage sources (12, 15) in order to generate a pulsed DC voltage at the particular electrode assembly (7, 8) that is active, and during the working phase (25) it deactivates the high-voltage source (12, 15) of the active electrode assembly (7, 8) that is not required, and switches the required active electrode assembly (7, 8) from pulsed DC voltage to unpulsed DC voltage, or, during the learning phase (24), it keeps both high-voltage sources (12, 15) deactivated, and during the working phase (25) it activates only the high-voltage source (12, 15) of the required electrode assembly (7, 8).

comprising

- a sensor system (20) for measuring a neutralization current of the particular active electrode assembly (7, 8) which has been activated,
- a control unit (18) for controlling the high-voltage sources (12, 15),
- wherein the control unit (18) is coupled to the sensor system (20) and is programmed and/or configured such that, depending on the neutralization current measured, it can automatically switch between at least two operating modes of the antistatic device (4).

5. Antistatic device according to any of claims 1 to 4, comprising

- a sensor system (20) for measuring a no-load current of at least one of the two active electrode assemblies (7, 8) and/or of the sensor electrode assembly (9),
- a control unit (18) for controlling the high-voltage sources (12, 15),
- wherein the control unit (18) is coupled to the sensor system (20) and is programmed and/or configured so as to evaluate the no-load current measured, in order to detect electrode consumption and/or electrode contamination.

6. Antistatic device according to claim 5, characterized in that

- the control unit (18) measures and evaluates the no-load current during a diagnostic phase, which is performed in particular during start-up of the material web (2).

7. Antistatic device according to any of claims 1 to 6, characterized in that the active electrode assemblies (7, 8) are arranged in or on a bar-shaped common electrode support (31).

8. Antistatic device according to claims 3 and 7, characterized in that additionally the sensor electrode assembly (9) is arranged in or on the common electrode support (31).

9. Antistatic device according to claim 7 or 8, characterized in that the common electrode support (31) comprises connections (32, 33, 34) for the high-voltage sources (12, 15) and the sensor system (20).

10. Antistatic device according to any of claims 7 to 9, characterized in that the electrode support (31) comprises a dividing wall (35) extending between the active electrode assem-

blies (7, 8) and the sensor electrode assembly (9), wherein in particular the dividing wall (35) may be configured to be electrically insulating and/or the dividing wall (35) may project above the electrodes (10, 13, 16) in the direction of the material web (2).

11. Antistatic device according to any of claims 7 to 10, characterized in that

the electrode support (31) comprises at least one high-voltage conductor (43) which is electrically connected to a respective connection (32, 33).

12. Antistatic device according to any of claims 7 to 11, characterized in that

- the sensor electrodes (16) are arranged adjacent to one another in a straight line (38) of sensor electrodes, and/or
- the positive electrodes (10) are arranged adjacent to one another in a straight line (36) of positive electrodes,
- the negative electrodes (13) are arranged adjacent to one another in a straight line (37) of negative electrodes,
- wherein in particular the positive electrodes (10) and negative electrodes (13) may be arranged adjacent to one another and alternating with one another in a common straight line (39) of electrodes,
- wherein in particular the sensor electrodes (16), the positive electrodes (10) and the negative electrodes (13) may be arranged adjacent to one another and alternating with one another in a common straight line (40) of electrodes.

13. Antistatic device according to any of claims 1 to 12, characterized in that

- one or more or all of the positive electrodes (10) are arranged on a foil carrier (41) onto which one or more or all of the protective resistors (11) of the positive electrodes (10) are printed, and/or
- one or more or all of the negative electrodes (13) are arranged on a foil carrier (41) onto which one or more or all of the protective resistors (14) of the negative electrodes (13) are printed, and/or
- one or more or all of the sensor electrodes (16) are arranged on a foil carrier (41) onto which one or more or all of the protective resistors (17) of the sensor electrodes (16) are printed,
- wherein in particular the positive electrodes (10) and the negative electrodes (13) may be arranged on a common foil carrier (41) onto which the protective resistors (11, 14) of the positive electrodes (10) and the negative electrodes (13) are printed, and/or
- wherein in particular the sensor electrodes

(16), the positive electrodes (10) and/or the negative electrodes (13) may be arranged on a common foil carrier (41) onto which the protective resistors (17) of the sensor electrodes (16) and the protective resistors (11) of the positive electrodes (10) and/or the protective resistors (14) of the negative electrodes (13) are printed.

14. Antistatic device according to claim 13, characterized in that

- the foil carrier (41) comprising the electrodes (10, 13, 16) and the protective resistors (11, 14, 17) is provided as a continuous material, and/or
- the foil carrier (41) comprises protective resistors (11, 14, 17) on both sides, and/or
- the foil carrier (41) is made of flexible material.

15. Method for operating an antistatic device (4) for reducing electrostatic charges on a moving material web (2), wherein the antistatic device (4) comprises an active positive electrode assembly (7) and an active negative electrode assembly (8), wherein a polarity of the moving material web (2) is detected and wherein, depending on the polarity detected, the particular electrode assembly required in order to reduce the electrostatic charge on the moving material web (2) is activated, or kept in an activated state, while the particular electrode assembly (7, 8) that is not required is deactivated, or left in a deactivated state,

characterized in that

- the particular high-voltage source (12, 15) that has been activated is controlled so as to supply an unpulsed positive or negative DC voltage,
- during a learning phase (24), the polarity of the material web (2) is detected and during a working phase (25) the required electrode assembly (7, 8) is operated so as to generate an unpulsed DC voltage,
- during the learning phase (24), both active electrode assemblies (7, 8) are operated with a pulsed DC voltage, such that positive current pulses of the positive electrode assembly (7) alternate with negative current pulses of the negative electrode assembly (8),
- during the working phase (25), one active electrode assembly (7, 8) is deactivated, while the other active electrode assembly (7, 8) is active and is operated with an unpulsed DC voltage.

16. Method according to claim 15, wherein a neutralization current of the particular active electrode assembly (7, 8) that has been activated is measured, in particular during the working phase (25), and, depending on the neutralization current measured, automatic switching takes place be-

tween at least two operating modes of the antistatic device (4).

17. Method according to claim 15 or 16, wherein a no-load current of at least one of the two active electrode assemblies (7, 8) and/or a sensor electrode assembly (9) is measured and the no-load current measured is evaluated in order to detect electrode consumption and/or electrode contamination.

18. Method according to claim 17, wherein the measurement and analysis of the no-load current occurs during a diagnostic phase, which is expediently performed when the material web (2) is being started up or when it is at a standstill.

19. Method according to any of claims 15 to 18, wherein

- during the learning phase (24), the two active electrode assemblies (7, 8) are initially operated at a predetermined output pulse-width ratio of positive current pulses and negative current pulses,
- during the learning phase (24), after the polarity of the material web (2) has been measured, the two active electrode assemblies (7, 8) are operated at at least one transitional pulse-width ratio of positive current pulses and negative current pulses, wherein at the at least one transitional pulse-width ratio the current pulses required for neutralizing the material web (2) are lengthened, compared to the output pulse-width ratio, while the current pulses that are not required are correspondingly shortened.

Revendications

1. Dispositif antistatique servant à réduire des charges électrostatiques sur des bandes de matériau (2) déplacées,

- comprenant un ensemble d'électrodes positives (7) actif, qui présente plusieurs diverses électrodes positives (10) actives en forme d'aiguille et qui est raccordé de manière électrique, lorsque le dispositif antistatique (4) fonctionne, à une source de haute tension positive (12),
- comprenant un ensemble d'électrodes négatives (8) actif, qui présente plusieurs diverses électrodes négatives (13) actives en forme d'aiguille et qui est raccordé de manière électrique, lorsque le dispositif antistatique (4) fonctionne, à une source de haute tension négative (15),
- comprenant un système de détection (20) ser-

vant à identifier la polarité d'un courant de neutralisation entre la bande de matériau (2) et le dispositif antistatique (4) au cours du fonctionnement du dispositif antistatique (4),

- comprenant une commande (18) servant à commander les sources de haute tension (12, 15),
- dans lequel la commande (18) est couplée au système de détection (20) et est programmée et/ou configurée de telle manière qu'elle active ou fait activer, en fonction de la polarité déterminée du courant de neutralisation, la source de haute tension (12, 15) respectivement requise et qu'elle désactive ou fait désactiver la source de haute tension (12, 15) respectivement non requise,

caractérisé en ce

- **que** la commande (18) pilote la source de haute tension (12, 15) respectivement activée de telle sorte que cette dernière fournit une tension continue positive ou négative non pulsée,
- **que** la commande (18) est configurée et/ou programmée de telle sorte qu'elle détermine, au cours d'une phase d'apprentissage (24), la polarité du courant de neutralisation et qu'elle bascule, en fonction de la polarité déterminée, dans une phase de travail (25), dans laquelle elle pilote la source de haute tension (12, 15) de l'ensemble d'électrodes (7, 8) actif requis servant à produire une tension continue non pulsée,
- **qu'**elle pilote, au cours de la phase d'apprentissage (24), les deux sources de haute tension (12, 15) servant à produire une tension continue pulsée au niveau de l'ensemble d'électrodes (7, 8) actif respectif et qu'elle désactive, dans la phase de travail (25), la source de haute tension (12, 15) de l'ensemble d'électrodes (7, 8) actif non requis et qu'elle commute d'une tension continue pulsée sur une tension continue non pulsée dans le cas de l'ensemble d'électrodes (7, 8) actif requis, ou en ce qu'elle maintient, au cours de la phase d'apprentissage (24), les deux sources de haute tension (12, 15) désactivées et active, dans la phase de travail (25), seulement la source de haute tension (12, 15) de l'ensemble d'électrodes (7, 8) requis.

2. Dispositif antistatique selon la revendication 1, caractérisé en ce **que** le système de détection (20) est configuré et/ou programmé de telle sorte qu'il surveille les courants sortant de la source de haute tension (12, 15) respective afin d'identifier la polarité du courant de neutralisation.

3. Dispositif antistatique selon la revendication 1,

caractérisé en ce

- **qu'**en supplément un ensemble d'électrodes de détection (9) est prévu, lequel présente plusieurs diverses électrodes de détection (16) en forme d'aiguille et qui est raccordé de manière électrique, lorsque le dispositif antistatique (4) fonctionne, à une masse (19),
- **que** le système de détection (20) est programmé et/ou configuré de telle sorte qu'il surveille le courant sortant de l'ensemble d'électrodes de détection (9) afin d'identifier la polarité du courant de neutralisation.

4. Dispositif antistatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,

- comprenant un système de détection (20) servant à mesurer un courant de neutralisation de l'ensemble d'électrodes (7, 8) actif respectivement activé,
- comprenant une commande (18) servant à commander les sources de haute tension (12, 15),
- dans lequel la commande (18) est couplée au système de détection (20) et est programmée et/ou configurée de telle sorte qu'elle peut commuter, en fonction du courant de neutralisation mesurée, de manière autonome au moins entre deux types de fonctionnement du dispositif antistatique (4).

5. Dispositif antistatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,

- comprenant un système de détection (20) servant à mesurer un courant de repos au moins d'un des deux ensembles d'électrodes (7, 8) actifs et/ou de l'ensemble d'électrodes de détection (9),
- comprenant une commande (18) servant à commander les sources de haute tension (12, 15),
- dans lequel la commande (18) est couplée au système de détection (20) et est programmée et/ou configurée de telle sorte qu'elle analyse le courant de repos mesuré afin d'identifier une usure d'électrode et/ou un encrassement d'électrode.

6. Dispositif antistatique selon la revendication 5, caractérisé en ce

- **que** la commande (18) exécute la mesure et l'analyse du courant de repos au cours d'une phase de diagnostic, laquelle est exécutée en particulier lors du démarrage de la bande de matériau (2).

7. Dispositif antistatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce
que les ensembles d'électrodes (7, 8) actifs sont disposés dans ou au niveau d'un support d'électrodes (31) commun en forme de barre. 5
8. Dispositif antistatique selon les revendications 3 et 7,
caractérisé en ce
que par ailleurs l'ensemble d'électrodes de détection (9) est disposé dans ou au niveau du support d'électrodes (31) commun. 10
9. Dispositif antistatique selon la revendication 7 ou 8,
caractérisé en ce
que le support d'électrodes (31) commun présente des raccords (32, 33, 34) pour les sources de haute tension (12, 15) et le système de détection (20). 15
10. Dispositif antistatique selon l'une quelconque des revendications 7 à 9,
caractérisé en ce
que le support d'électrodes (31) présente une cloison de séparation (35), qui s'étend entre les ensembles d'électrodes (7, 8) actifs et l'ensemble d'électrodes de détection (9), dans lequel l'invention peut prévoir en particulier que la cloison de séparation (35) est configurée de manière isolante électriquement, et/ou que la cloison de séparation (35) dépasse des électrodes (10, 13, 16) en direction de la bande de matériau (2). 20 25 30
11. Dispositif antistatique selon l'une quelconque des revendications 7 à 10,
caractérisé en ce
que le support d'électrodes (31) présente au moins un conducteur de haute tension (43), qui est relié de manière électrique au raccord (32, 33) respectif. 35
12. Dispositif antistatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11,
caractérisé en ce
- **que** les électrodes de détection (16) sont disposées les unes à côté des autres en une rangée d'électrodes de détection (38) rectiligne, et/ou 45
- **que** les électrodes positives (10) sont disposées les unes à côté des autres en une rangée d'électrodes positives (36) rectiligne, et/ou
- **que** les électrodes négatives (13) sont disposées les unes à côté des autres en une rangée d'électrodes négatives (37) rectiligne,
- dans lequel l'invention peut prévoir en particulier que les électrodes positives (10) et les électrodes négatives (13) sont disposées les unes à côté des autres en alternance en une rangée d'électrodes (39) commune rectiligne, 50
- dans lequel l'invention peut prévoir en particu- 55

lier que les électrodes de détection (16), les électrodes positives (10) et les électrodes négatives (13) sont disposées les unes à côté des autres en alternance en une rangée d'électrodes (40) commune rectiligne.

13. Dispositif antistatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12,
caractérisé en ce

- **qu'**une ou plusieurs ou toutes les électrodes positives (10) sont disposées au niveau d'un support pelliculaire (41), sur lequel une ou plusieurs ou toutes les résistances séries (11) des électrodes positives (10) sont appliquées par impression, et/ou
- **qu'**une ou plusieurs ou toutes les électrodes négatives (13) sont disposées au niveau d'un support pelliculaire (41), sur lequel une ou plusieurs ou toutes les résistances séries (14) des électrodes négatives (13) sont appliquées par impression, et/ou
- **qu'**une ou plusieurs ou toutes les électrodes de détection (16) sont disposées au niveau d'un support pelliculaire (41), sur lequel une ou plusieurs ou toutes les résistances séries (17) des électrodes de détection (16) sont appliquées par impression,
- dans lequel l'invention peut prévoir en particulier que les électrodes positives (10) et les électrodes négatives (13) sont disposées au niveau d'un support pelliculaire (41) commun, sur lequel les résistances séries (11, 14) des électrodes positives (10) et des électrodes négatives (13) sont appliquées par impression, et/ou
- dans lequel l'invention peut prévoir en particulier que les électrodes de détection (16), les électrodes positives (10) et/ou les électrodes négatives (13) sont disposées au niveau d'un support pelliculaire (41) commun, sur lequel les résistances séries (17) des électrodes de détection (16) et les résistances séries (11) des électrodes positives (10) et/ou les résistances séries (14) des électrodes négatives (13) sont appliquées par impression.

14. Dispositif antistatique selon la revendication 13,
caractérisé en ce

- **que** le support pelliculaire (41) est fourni avec les électrodes (10, 13, 16) et les résistances séries (11, 14, 17) sous la forme d'un matériau sans fin, et/ou
- **que** le support pelliculaire (41) est pourvu des deux côtés de résistances séries (11, 14, 17), et/ou
- **que** le support pelliculaire (41) est constitué d'un matériau flexible.

15. Procédé servant à faire fonctionner un dispositif antistatique (4) servant à réduire une charge électrostatique sur une bande de matériau (2) déplacée, dans lequel le dispositif antistatique (4) présente un ensemble d'électrodes positives (7) actif et un ensemble d'électrodes négatives (8) actif, une polarité de la bande de matériau (2) déplacée étant déterminée et l'ensemble d'électrodes requis respectivement afin de réduire la charge électrostatique de la bande de matériau (2) déplacée étant activé en fonction de la polarité déterminée ou étant maintenu dans l'état activé, tandis que l'ensemble d'électrodes (7, 8) respectivement non requis est désactivé ou est maintenu dans l'état désactivé,

caractérisé en ce

- **que** la source de haute tension (12, 15) respectivement activée est pilotée de telle sorte que cette dernière fournit une tension continue positive ou négative non pulsée,
- **qu'**au cours d'une phase d'apprentissage (24), la polarité de la bande de matériau (2) est déterminée et l'ensemble d'électrodes (7, 8) requis servant à produire une tension continue non pulsée est piloté dans une phase de travail (25),
- **qu'**au cours de la phase d'apprentissage (24), les deux ensembles d'électrodes (7, 8) actifs fonctionnent avec une tension continue pulsée de telle manière que des impulsions de courant positives de l'ensemble d'électrodes positives (7) alternent avec des impulsions de courant négatives de l'ensemble d'électrodes négatives (8),
- **qu'**au cours de la phase de travail (25) l'un des ensembles d'électrodes (7, 8) actifs est désactivé, tandis que l'autre ensemble d'électrodes (7, 8) actif est actif et fonctionne avec une tension continue non pulsée.

16. Procédé selon la revendication 15, un courant de neutralisation de l'ensemble d'électrodes (7,8) actif respectivement activé étant mesuré en particulier au cours de la phase de travail (25) et étant commuté, en fonction du courant de neutralisation mesurée, de manière autonome au moins entre deux modes de fonctionnement du dispositif antistatique (4).

17. Procédé selon la revendication 15 ou 16, un courant de repos au moins d'un des deux ensembles d'électrodes (7, 8) actifs et/ou d'un ensemble d'électrodes de détection (9) étant mesuré, et le courant de repos mesuré étant analysé afin d'identifier une usure d'électrode et/ou un encrassement d'électrode.

18. Procédé selon la revendication 17, la mesure et l'analyse du courant de repos étant exé-

cutées au cours d'une phase de diagnostic, laquelle est exécutée de manière appropriée lors du démarrage et/ou de l'arrêt de la bande de matériau (2).

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18,

- les deux ensembles d'électrodes (7, 8) actifs fonctionnant dans un premier temps, au cours de la phase d'apprentissage (24), selon un rapport de largeur d'impulsions de départ prédéterminé entre des impulsions de courant positives et des impulsions de courant négatives,
- les deux ensembles d'électrodes (7, 8) actifs fonctionnant selon au moins un rapport de largeur d'impulsions de transition entre des impulsions de courant positives et des impulsions de courant négatives au cours de la phase d'apprentissage (24) selon la polarité déterminée de la bande de matériau (2), dans lequel les impulsions de courant requises afin de neutraliser la bande de matériau (2) sont allongées pour au moins un rapport de largeur d'impulsions de passage en comparaison avec un rapport de largeur d'impulsions de départ, tandis que les impulsions de courant non requises sont de manière correspondante raccourcies.

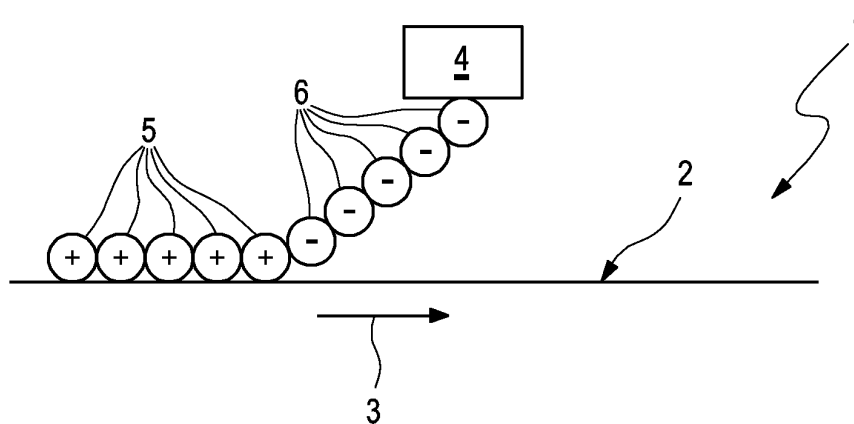


Fig. 1

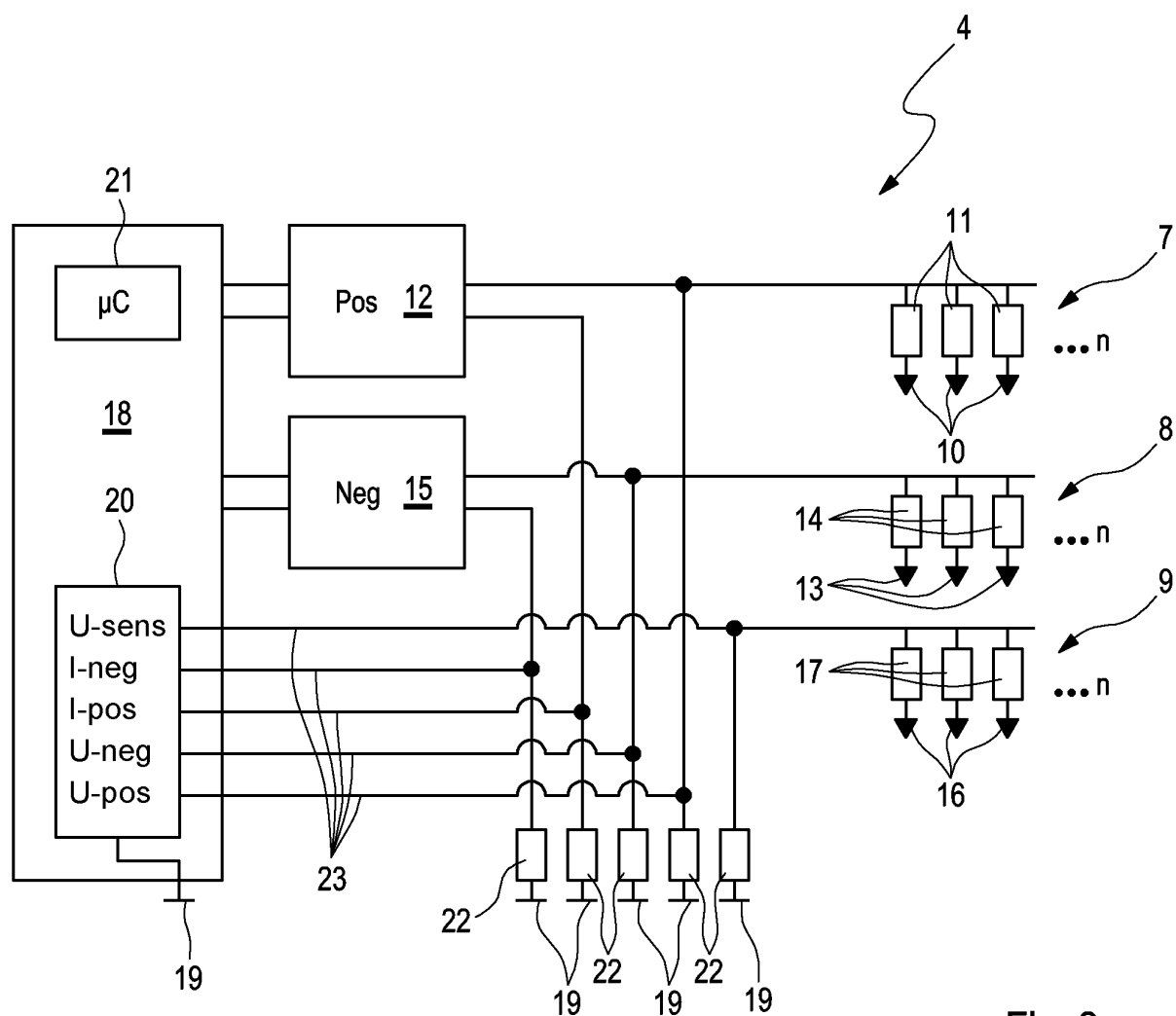


Fig. 2

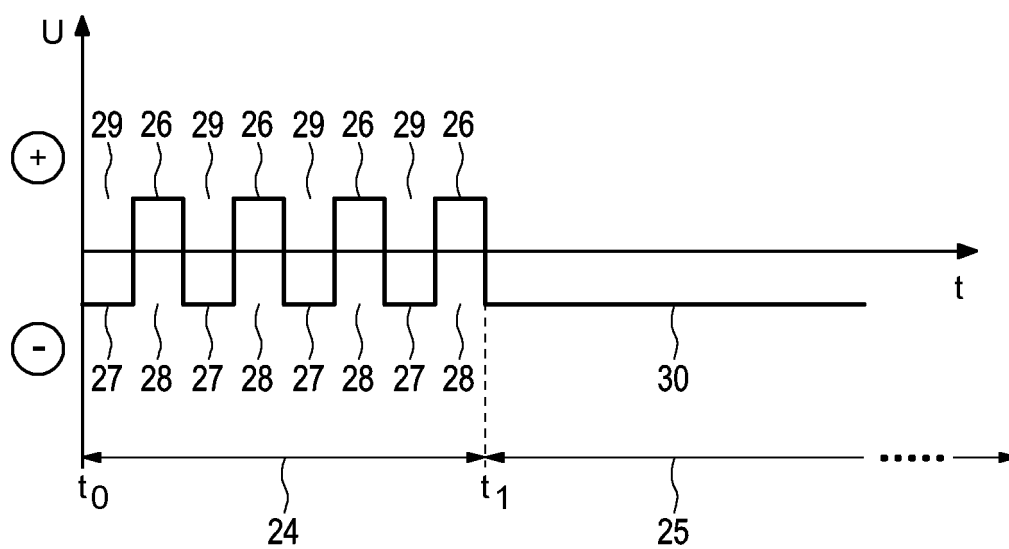


Fig. 3

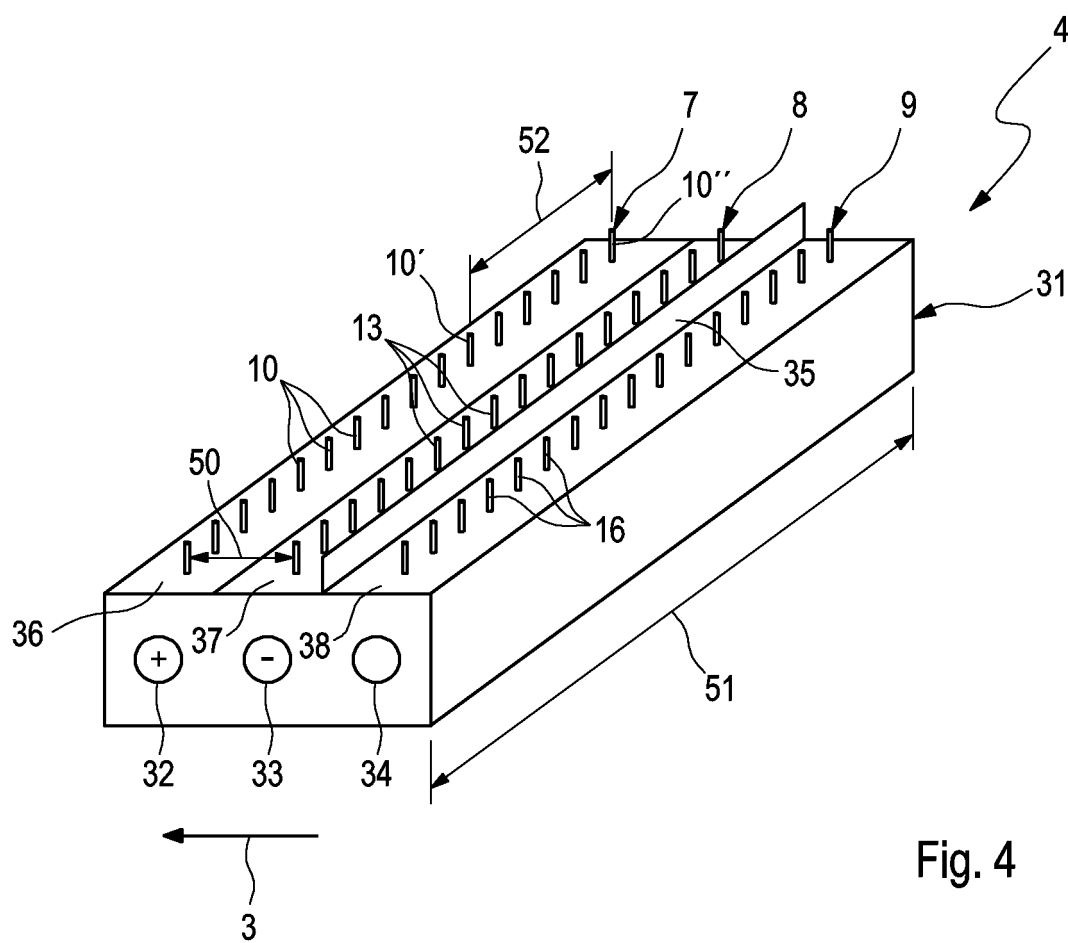


Fig. 4

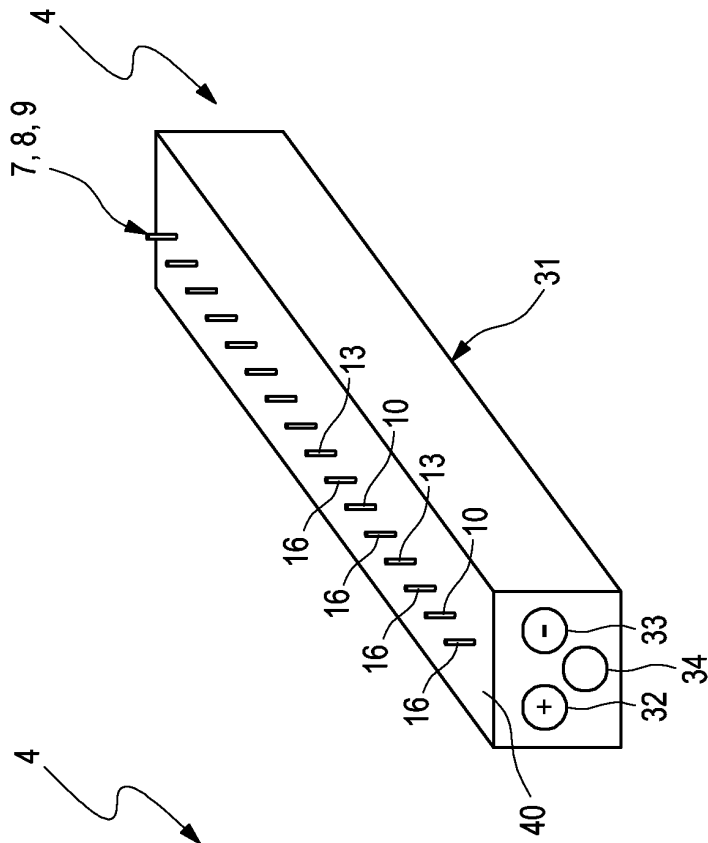


Fig. 5

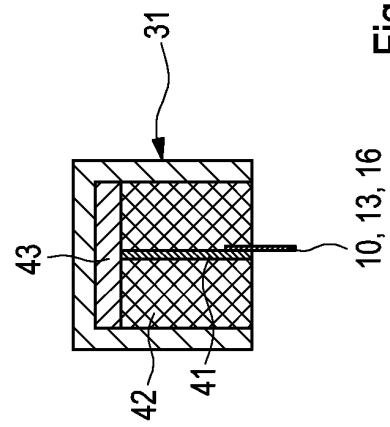


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 7

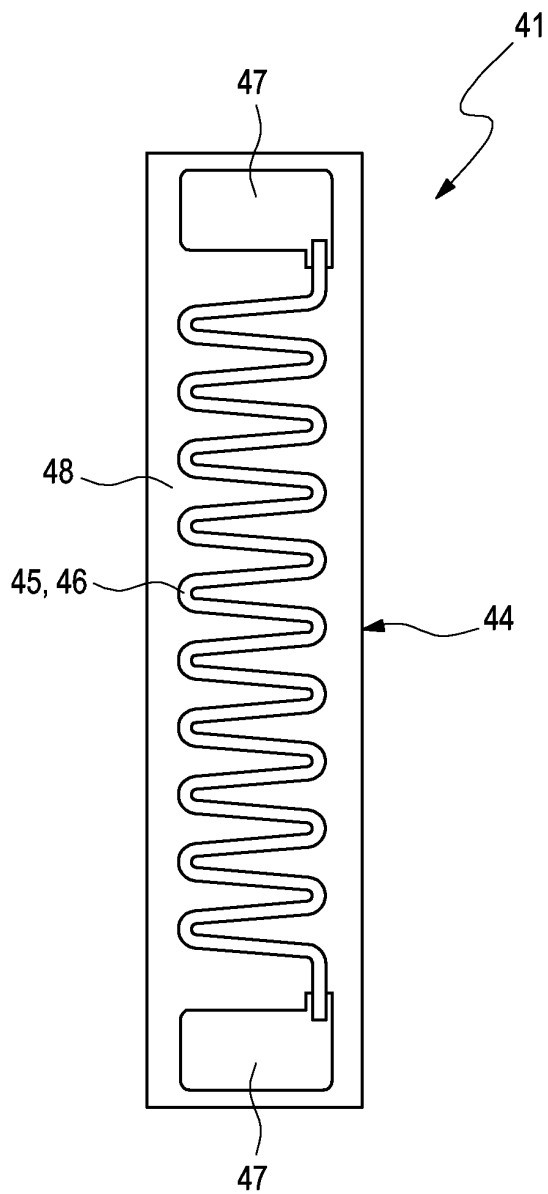


Fig. 8

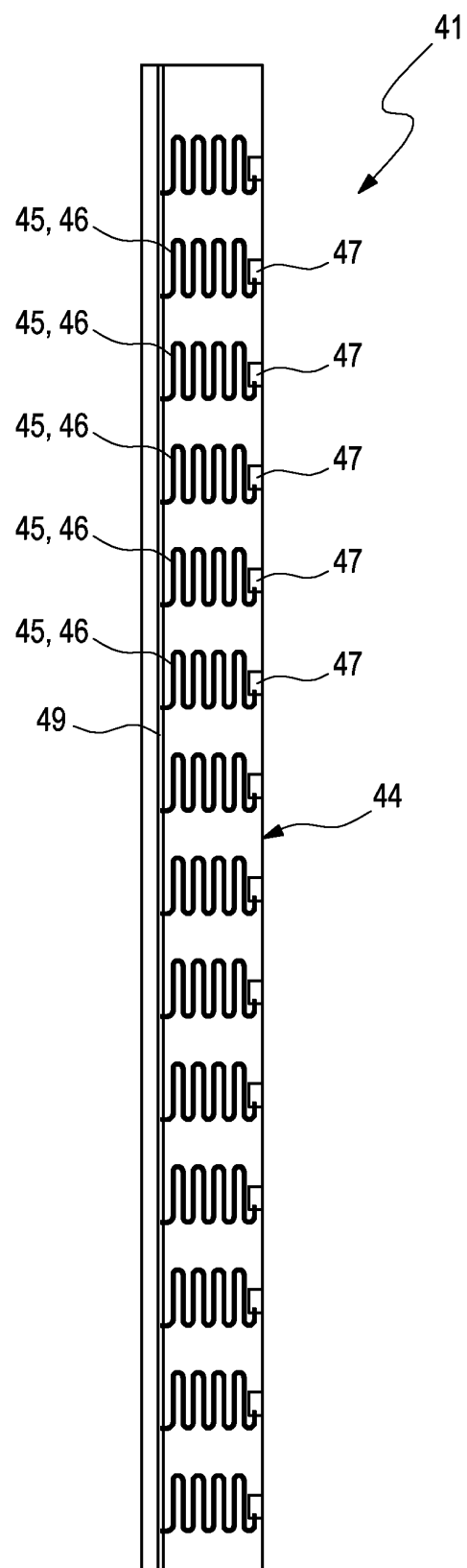


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19711342 A1 **[0003]**
- US 6674630 B1 **[0004]**
- US 6259591 B **[0005]**
- DE 102009033827 **[0006]**