



(11) **EP 1 802 178 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.06.2007 Patentblatt 2007/26

(51) Int Cl.:
H05F 3/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06118255.6**

(22) Anmeldetag: **01.08.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Eltex-Elektrostatik GmbH**
79576 Weil am Rhein (DE)

(72) Erfinder: **Ludwig, Thomas**
79576 Weil am Rhein (DE)

(74) Vertreter: **Meissner, Bolte & Partner**
Anwaltssozietät GbR
Postfach 10 26 05
86016 Augsburg (DE)

(30) Priorität: **21.12.2005 DE 102005061332**
23.06.2006 DE 202006009823 U

(54) **Vorrichtung zur kontaktlosen Beseitigung einer elektrostatischen Doppelladungsschicht**

(57) Vorrichtung (10; 20; 30; 40) zur kontaktlosen Beseitigung einer elektrostatischen Ladungsdoppelschicht von einem geförderten flächigen, elektrisch im wesentlichen isolierenden Material (11; 21), enthaltend eine dem flächigen Material in einem ersten Bereich benachbart angeordnete kontaktlose Kompensationseinrichtung (16-19; 26-29) zur Zuführung von Ladungsträgern zum flächigen Material im ersten Bereich zur mindestens teilweisen Kompensation der Ladungen mindestens in einer Schichtebene der Ladungsdoppelschicht; ein dem flächigen Material (11; 21) in einem zweiten Be-

reich benachbartes elektrisch leitfähiges Element (13; 24; 313; 424) zur Ausbildung eines elektrischen Nahfeldes, wobei der zweite Bereich und der erste Bereich voneinander entfernt sind, und eine dem zweiten Bereich zugeordnete Feldstärkemess-einrichtung (15; 25) zur Erfassung der Feldstärke des Nahfeldes, wobei die Kompensationseinrichtung (16-19; 26-29) ein-gangsseitig mit der Feldstärkemess-einrichtung (15; 25) verbunden und zur gesteuerten Zuführung von Ladungs-trägern zum Material auf das Erfassungsergebnis aus-gebildet ist.

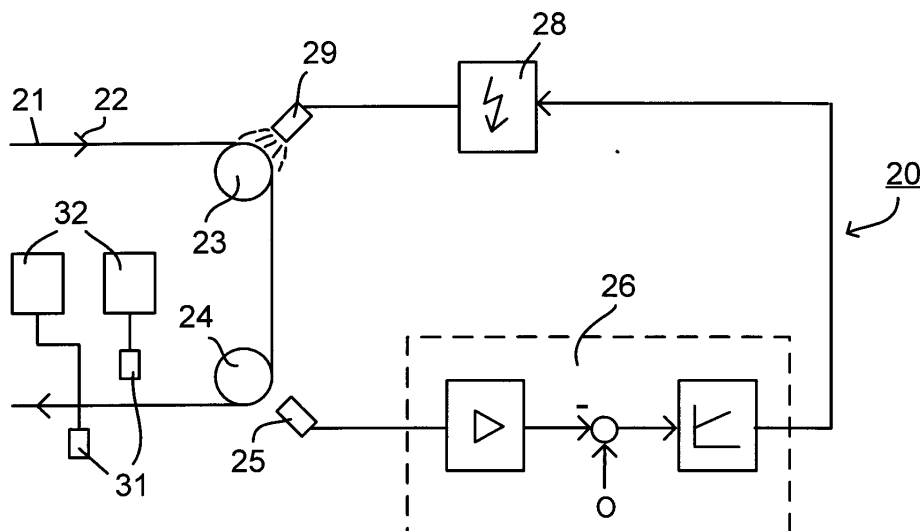


Fig. 2

EP 1 802 178 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Beseitigung einer elektrostatischen Ladungsdoppelschicht von einem geförderten flächigen, elektrisch im wesentlichen isolierenden Material. Unter einem flächigen Material sollen sowohl eine quasiendlose Materialbahn als auch vereinzelte Bögen verstanden werden, und als im wesentlichen isolierende Materialien sind solche zu verstehen, die mindestens über den größeren Bereich ihrer Oberfläche als Isolator wirken, etwa Druck- oder Verpackungspapiere, Kunststofffolien, folienkaschierte Papiere, kunststoff-kaschierte Metallfolien oder dergleichen.

[0002] Ladungsdoppelschichten sind in verschiedenen Industriezweigen, die insbesondere isolierende Materialien mit hohen Geschwindigkeiten handhaben bzw. verarbeiten, als elektrostatische Aufladungserscheinungen bekannt und gefürchtet. Man versteht darunter eine elektrostatische Aufladung der einen Seite eines isolierenden Materials, kombiniert mit einer gegenpoligen elektrostatischen Aufladung der gegenüberliegenden Seite. Ladungsdoppelschichten treten häufig an hochisolierenden, dünnen und schnellaufenden Materialbahnen oder -bögen auf und führen häufig zu schwerwiegenden und kostspieligen Prozessstörungen. Sie können sogar Zerstörungen des Materials durch Funkenentladung durch dieses hindurch zur Folge haben.

[0003] Zur Beseitigung elektrostatischer Aufladungen von geförderten Materialien der oben erwähnten Art sind kontaktlos arbeitende Entladeelektroden bekannt und kommerziell verfügbar und haben sich in vielen Anwendungssituationen bewährt; vgl. dazu unter www.eltex.de "FAQs für Entladung/Aufladung".

[0004] Diese bekannten Entladesysteme/-elektroden nutzen das von dem aufgeladenen Material zur (neutralen) Erde ausgehende elektrische Feld zum Ladungsausgleich, indem sie Gasionen und freie Elektronen in das elektrische Feld zuführen. Diese werden aufgrund der Kraftwirkung des elektrischen Feldes zu gegenpoligen Ladungen auf dem aufgeladenen Material hin angezogen und bewirken dort eine Neutralisierung (Kompensation) der Aufladung. Ihre Effizienz ist besonders hoch bei hohen Feldstärken. Da bei gleich bleibender Ladungsmenge Q in einem Aufladungsbereich die elektrische Feldstärke E gemäß der Beziehung $E \sim Q/C$ mit abnehmender Kapazität zunimmt, werden die bekannten Entladeeinrichtungen gezielt in Bereichen geringer Kapazität der Anordnung, also beispielsweise möglichst weit entfernt von Leitwalzen, positioniert.

[0005] Die bekannten Entladesysteme versagen jedoch weitgehend bei der Beseitigung von Ladungsdoppelschichten. Dies ist zu wesentlichen Teilen auf den Umstand zurückzuführen, dass von Ladungsdoppelschichten kein elektrisches Fernfeld ausgeht, obgleich in ihnen große Ladungsmengen gespeichert sein können. Das von auf der einen Materialseite befindlichen positiven Ladungen ausgehende elektrostatische Feld wird nämlich durch das von den negativen Ladungen auf

der anderen Materialseite ausgehende Feld mit negativem Vorzeichen überlagert.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine wirkungsvolle und kontaktlos arbeitende Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 anzugeben, die insbesondere in Anordnungen zum schnellen Transport und zur schnellen Verarbeitung von Materialien der o.g. Art eingesetzt werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Fortbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung baut auf der Feststellung auf, dass Materialien, die Ladungsdoppelschichten tragen, bei einseitigem Kontakt mit einer elektrisch leitfähigen und geerdeten bzw. auf Masse liegenden Oberfläche ein von der dieser Oberseite abgewandten Seite ausgehendes, messbares elektrisches Feld (nachfolgend auch als Nahfeld bezeichnet) aufweisen. Die Erfindung schließt den wesentlichen Gedanken ein, dieses Feld zu einer mindestens teilweisen Neutralisierung bzw. Kompensation der Ladungsdoppelschicht zu nutzen, indem in den betreffenden Bereich (erster Bereich, Neutralisierungsbereich) des flächigen Materials Ladungsträger geeigneter Polarität zugeführt werden.

[0009] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird das besagte Nahfeld in einem Messschritt in einem zweiten Bereich (Messbereich) des flächigen Materials gemessen und zur Steuerung oder Regelung eines Kompensationsschrittes benutzt, durch welchen dem flächigen Material in dem ersten Bereich (Neutralisierungsbereich) elektrische Ladungen (positive oder negative) zur Kompensation von auf dem flächigen Material vorhandenen Ladungen zugeführt werden.

[0010] Eine Vorrichtung gemäß dieser Ausführung zeichnet sich aus durch ein dem flächigen Material in dem zweiten Bereich (Messbereich) benachbartes leitfähiges Element zur Ausbildung eines elektrischen Nahfeldes und eine dem zweiten Bereich zugeordnete Feldstärkemesseinrichtung zur Erfassung der Feldstärke des Nahfeldes. Hierbei ist eine Kompensationseinrichtung eingangsseitig mit der Feldstärkemesseinrichtung verbunden und zur gesteuerten Zuführung von Ladungsträgern in den ersten Bereich (Neutralisierungsbereich) des flächigen Materials in Reaktion auf das Erfassungsergebnis ausgebildet.

[0011] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der zweite Bereich (Messbereich) in Förderrichtung des flächigen Materials stromabwärts des ersten Bereiches angeordnet, derart, dass die Steuerung der Zuführung der Ladungsträger als Regelung wirkt. Die Messung des elektrischen Nahfeldes erfolgt hierbei nach dem Kompensationsschritt. Es handelt sich somit um eine Regelung.

[0012] Alternativ kann der zweite Bereich (Messbereich) entgegen der Förderrichtung des flächigen Materials stromaufwärts des ersten Bereiches (Neutralisierungsbereich) angeordnet sein, so dass die Messung des

Nahfeldes der Doppelladungsschicht vor dem Kompensationsschritt erfolgt. Es handelt sich um eine gesteuerte Kompensation.

[0013] Die Steuerung bzw. Regelung zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass die Kompensationseinrichtung dazu ausgebildet ist, in Reaktion auf das Erfassungsergebnis der Feldstärkemesseinrichtung selektiv positive oder negative Ladungsträger zuzuführen und wahlweise deren Menge geeignet einzustellen.

[0014] Die vorgeschlagene Lösung ermöglicht es, auch aufladungs-kritische Materialien, wie etwa Kunststofffolien oder Papierbahnen, problemlos in schnelllaufenden Anlagen zu fördern und zu verarbeiten.

[0015] Eine bei herkömmlichen Produktionsanlagen bevorzugte Ausführung sieht vor, dass das erste und/oder zweite leitfähige Element als leitfähige Oberfläche eines die Materialbahn kontaktierenden Antriebs- und/oder Führungselementes einer Fördereinrichtung ausgebildet ist. Speziell ist hierbei vorgesehen, dass das erste und/oder zweite leitfähige (speziell geerdete) Element als Oberfläche einer Umlenkwalze ausgebildet ist.

[0016] Die Kompensationseinrichtung selbst weist bevorzugt eine mit einer Hochspannungsquelle verbundene Aufladeelektrode auf, die bezüglich des flächigen Materials dem ersten leitfähigen Element gegenüberliegt und Gasionen und frei Elektronen dem Material zuführt.

[0017] Verbleibende unipolare Aufladungen (quasi die nicht-kompensierte Schichtebene der Ladungsdoppelschicht oder Teile hiervon) können durch eine der erwähnten Kompensationseinrichtung in Material-Laufrichtung folgende konventionelle Entladeeinrichtungen in an sich bekannter Weise beseitigt werden. Eine solche Entladeeinrichtung umfasst dann mindestens eine als solche bekannte Entladeelektrode, wie sie u.a. von der Anmelderin erhältlich ist.

[0018] Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich im übrigen aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung und

Fig.2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 3 eine der Fig. 1 ähnliche weitere Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 eine der Fig. 2 ähnliche weitere Ausführungsform der Erfindung.

[0019] Fig. 1 zeigt als Prinzipskizze eine Kompensationsvorrichtung 10 zur Kompensation von Doppelladungen auf einer in eine Laufrichtung 12 schnell geförderten Materialbahn 11. Die Materialbahn wird bei diesem Ausführungsbeispiel über eine erste und zweite Umlenkwal-

ze 13, 14 Z-förmig umgelenkt. Die Umlenkwalzen 13, 14 haben eine gut leitfähige Oberfläche, die über eine niederohmige Verbindung geerdet ist.

[0020] An der ersten Umlenkwalze 13 bildet sich aufgrund einer auf dem isolierenden Material 11 ausgebildeten elektrostatischen Doppelschicht ein elektrisches Nahfeld aus, welches durch eine Feldstärke-Messeinrichtung 15 erfasst wird. Der Messeinrichtung 15 ist ein Messverstärker 16 nachgeschaltet, dessen Ausgang mit einem Eingang einer Steuereinrichtung 17 verbunden ist. Die Steuereinrichtung 17 gewinnt aus dem aufbereiteten Feldstärke-Messsignal eine Stellgröße, die einem Steuereingang eines Hochspannungsnetzgerätes 18 zugeführt wird.

[0021] Die von diesem erzeugte, in Abhängigkeit vom Feldstärke-Messsignal gesteuerte Hochspannung wird einer Aufladeelektrode 19 zugeführt, die, bezogen auf die Materialbahn 11, gegenüber der zweiten Umlenkwalze 14 angeordnet ist. Das zwischen der Aufladeelektrode 19 und der zweiten Umlenkwalze 14 ausgebildete elektrische Feld ionisiert Gasmoleküle der Atmosphäre und erzeugt und beschleunigt (in Abhängigkeit von Polarität und Betrag der bereitgestellten Hochspannung) Ladungsträger auf die Materialbahn 11 hin, die eine zumindest weitgehende Kompensation der dort vorliegenden Ladungsdoppelschicht bewirken. Etwa verbleibende Restladungen auf der Materialbahn werden bei diesem Beispiel, das eine gesteuerte Kompensation der Ladungsdoppelschicht beschreibt, toleriert.

[0022] In Fig. 2 ist als weiteres Ausführungsbeispiel eine weitere Kompensationsvorrichtung 20 in einer Fig. 1 ähnlichen Darstellung gezeigt. Funktionsgleiche bzw. -ähnliche Komponenten sind mit an Fig. 1 angelehnten Bezugsziffern bezeichnet.

[0023] Eine isolierende Materialbahn 21 hat hier über zwei geerdete Umlenkwalzen 23, 24 in einer Laufrichtung 22 einen U-förmigen Abschnitt eines Laufweges. Bei dieser Ausführung ist gegenüber der zweiten leitfähigen Umlenkwalze 24 eine Feldstärke-Messeinrichtung 25 angeordnet, deren Messsignal in eine Aufbereitungs- und Regeleinrichtung 26 eingespeist wird, an deren Ausgang eine Stellgröße für ein steuerbares Hochspannungsnetzgerät 28 bereitgestellt wird. Dieses Netzgerät 28 ist mit einer in gleicher Weise wie bei der ersten Ausführungsform wirkenden Aufladeelektrode 29 gegenüber der ersten leitfähigen Umlenkwalze 23 verbunden.

[0024] Bei der vorliegenden Ausführung wird durch den Regelkreis die der Materialbahn 21 über die Auflade- bzw. Kompensationselektrode 29 zugeführte Ladung so eingestellt, dass die von der Feldstärke-Messeinrichtung 25 gemessene Feldstärke des Nahfeldes an der Umlenkwalze 24 Null wird. Die Ausgestaltung des Kompensationsvorganges als Regelung ergibt somit bereits eine verbesserte Kompensationswirkung gegenüber der ersten Ausführungsform. Zusätzlich sind stromabwärts der zweiten Umlenkwalze 24 konventionelle Entladeelektroden 31, jeweils mit zugeordnetem Netzteil 32, zur Beseitigung etwa verbleibender unipolarer Aufladungen auf

den beiden Oberflächen der Materialbahn 21 vorgesehen.

[0025] Gemäß den beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen sind die beiden Umlenkwalzen 13 und 14 von Fig. 1 und die beiden Umlenkwalzen 23 und 24 von Fig. 2 geerdet. Es sind jedoch auch andere elektrische Potentiale verwendbar. Die in Förderrichtung 12 bzw. 22 des flächigen Materials 11 bzw. 21 zweite Umlenkwalze 14 in Fig. 1 bzw. erste Umlenkwalze 23 in Fig. 2 definiert jeweils einen ersten Bereich (Neutralisierungsbereich) des flächigen Materials 11 bzw. 21, in welchem die zweite Umlenkwalze 14 in Fig. 1 bzw. die erste Umlenkwalze 23 in Fig. 2 bevorzugt an Erdpotential angeschlossen sind, jedoch stattdessen auch an ein anderes elektrisches Potential angeschlossen sein können, welches ein elektrisches Gegenpotential zu dem elektrischen Potential der Aufladeelektrode 19 in Fig. 1 bzw. der Aufladeelektrode 25 in Fig. 2 bildet.

[0026] Die in Förderrichtung 12 bzw. 22 des flächigen Materials 11 bzw. 21 erste Umlenkwalze 13 in Fig. 1 bzw. zweite Umlenkwalze 24 in Fig. 2 definiert jeweils einen zweiten Bereich (Messbereich), in welchem die erste Umlenkwalze 13 in Fig. 1 bzw. zweite Umlenkwalze 24 in Fig. 2 bevorzugt an Erdpotential angeschlossen ist, jedoch stattdessen auch an ein anderes elektrisches Potential angeschlossen sein kann, welches ein elektrisches Gegenpotential zu dem elektrischen Potential der Aufladungsschicht auf der benachbarten Seite des flächigen Materials 11 bzw. 21 bildet.

[0027] Anstatt der Umlenkwalzen 13 und/oder 14 in Fig. 1 sowie 23 und/oder 24 in Fig. 2 können auch andere das flächige Material bzw. 21 kontaktierende oder nichtkontaktierende, aber in der Nähe benachbart zu dem flächigen Material angeordnete, Walzen oder Rollen oder nicht-rotierende Elemente, z. B. Gleitkontakte oder berührungslose Platten oder Elektroden verwendet werden (so nahe, dass die beschriebene elektrische Wirkung eintritt).

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist in dem ersten Bereich (Neutralisierungsbereich) anstatt der zweiten Umlenkwalze 14 in Fig. 1 bzw. der ersten Umlenkwalze 23 in Fig. 2 ein rotierendes oder vorzugsweise ein nichtrotierendes elektrisch leitfähiges Element vorgesehen, welches das flächige Material 11 bzw. 21 nicht kontaktiert.

[0029] In dem zweiten Bereich (Messbereich) ist es zwar vorteilhaft, eine erste Umlenkwalze 13 in Fig. 1 bzw. eine zweite Umlenkwalze 24 in Fig. 2 oder eine andere Walze oder Rolle zu verwenden, welche das flächige Material 11 bzw. 21 kontaktiert, jedoch kann stattdessen auch ein das flächige Material 11 bzw. 21 nicht kontaktierendes, aber nahe des flächigen Materials angeordnetes Element verwendet werden.

[0030] Die Ausführungsform 30 von Fig. 3 entspricht funktionsmäßig der Ausführungsform 10 von Fig. 1. Es sind die gleichen Elemente vorgesehen, mit der Ausnahme, dass in Fig. 3 eine Rolle 313 anstatt der Umlenkwalze 13, und ein das flächige Material 11 nicht-kontaktieren-

des Element 314 anstatt der Umlenkwalze 14 vorgesehen sind.

[0031] Die Ausführungsform 40 von Fig. 4 entspricht funktionsmäßig der Ausführungsform 20 von Fig. 2. Es sind die gleichen Elemente vorgesehen, mit der Ausnahme, dass in Fig. 4 eine Rolle 424 anstatt der Umlenkwalze 24, und ein das flächige Material 21 nicht-kontaktierendes Element 423 anstatt der Umlenkwalze 23 vorgesehen sind.

[0032] Wenn ein nicht-kontaktierendes elektrisch leitfähiges Element 314 bzw. 423 im ersten Bereich (Neutralisierungsbereich) oder ein nicht-kontaktierendes elektrisch leitfähiges Element anstatt der Umlenkwalzen 13, 24, 313 bzw. 424 im zweiten Bereich (Messbereich) verwendet wird, wird dieses vorzugsweise so nahe wie möglich bei dem flächigen Material 11 bzw. 21 (welches eine schwankende oder flatternde Bahn sein kann) angeordnet, z. B. mit einem Abstand zwischen 2 mm und 20 mm.

[0033] Die Erfindung ist auch dann vorteilhaft verwendbar, wenn im ersten Bereich (Neutralisierungsbereich) gegenüber der Aufladeelektrode 19 bzw. 29 auf der von ihr abgewandten Seite des flächigen Materials 11 bzw. 21 kein leitfähiges Element (Gegenelektrode) 14, 23, 314 bzw. 423 angeordnet ist. Wenn ein solches elektrisch leitfähiges Element verwendet wird, dann ist seine zur Aufladeelektrode zeigende Seite vorzugsweise klein, z. B. eine Spitze oder Kante. Das Element kann z. B. ein Draht oder ein Seil mit elektrisch leitfähiger Oberfläche sein.

[0034] Die Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Beispiele beschränkt, sondern es ist eine Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachgemäßen Handelns liegen. Insbesondere sind Kombinationen der verschiedenen Aspekte der beschriebenen Ausführungsformen und der abhängigen Ansprüche in beliebiger Kombination miteinander dem Schutzbereich der Erfindung zuzurechnen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10; 20; 30; 40) zur kontaktlosen Beseitigung einer elektrostatischen Ladungsdoppelschicht von einem geförderten flächigen, elektrisch im wesentlichen isolierenden Material (11; 21), enthaltend eine dem flächigen Material in einem ersten Bereich benachbart angeordnete kontaktlose Kompensationseinrichtung (16-19; 26-29) zur Zuführung von Ladungsträgern zum flächigen Material im ersten Bereich zur mindestens teilweisen Kompensation der Ladungen mindestens in einer Schichtebene der Ladungsdoppelschicht; ein dem flächigen Material (11; 21) in einem zweiten Bereich benachbartes elektrisch leitfähiges Element (13; 24; 313; 424) zur Ausbildung eines elektrischen Nahfeldes, wobei der zweite Bereich und der erste Bereich voneinander entfernt sind, und

- eine dem zweiten Bereich zugeordnete Feldstärkemesseinrichtung (15; 25) zur Erfassung der Feldstärke des Nahfeldes,
wobei die Kompensationseinrichtung (16-19; 26-29) eingangsseitig mit der Feldstärkemesseinrichtung (15; 25) verbunden und zur gesteuerten Zuführung von Ladungsträgern zum Material auf das Erfassungsergebnis ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Bereich (13; 313) in Förderrichtung des Materials (11) stromaufwärts des ersten Bereiches (14; 314) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Bereich (24; 424) in Förderrichtung des Materials (21) stromabwärts des ersten Bereiches (23; 423) angeordnet ist, und dass die Steuerung der Zuführung der Ladungsträger als Regelungseinrichtung ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kompensationseinrichtung (16-19; 26-29) dazu ausgebildet ist, in Reaktion auf das Erfassungsergebnis der Feldstärkemesseinrichtung selektiv positive oder negative Ladungsträger zuzuführen.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein elektrisch leitfähiges Element (14; 23; 314; 423) in dem ersten Bereich gegenüber der Kompensationseinrichtung auf der von ihr abgewandten Seite des flächigen Materials benachbart zu dem flächigen Material angeordnet ist zur Bildung eines elektrischen Nahfeldes.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das leitfähige Element (13, 14; 23, 24; 313; 424) des ersten Bereiches und/oder des zweiten Bereiches als leitfähige Oberfläche eines die Materialbahn kontaktierenden Antriebs- und/oder Führungselementes einer Fördereinrichtung ausgebildet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das leitfähige Element des ersten Bereiches und/oder des zweiten Bereiches als Oberfläche einer Umlenkwalze (13, 14; 23, 24) ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das leitfähige Element des ersten Bereiches und/oder des zweiten Bereiches geerdet ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kompensationseinrichtung (16-19; 26-29) eine mit einer Hochspannungsquelle (18; 28) verbundene Aufladeelektrode (19; 29) aufweist, die bezüglich des flächigen Materials dem elektrisch leitfähigen Element des ersten Bereiches gegenüberliegt, und dem Material positive oder negative Ladungen zuführt.
10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromabwärts der Kompensationseinrichtung (26-29) eine Entladeeinrichtung (31, 32) zur Abführung verbliebener unipolarer Aufladungen von dem flächigen Material (21) vorgesehen ist.

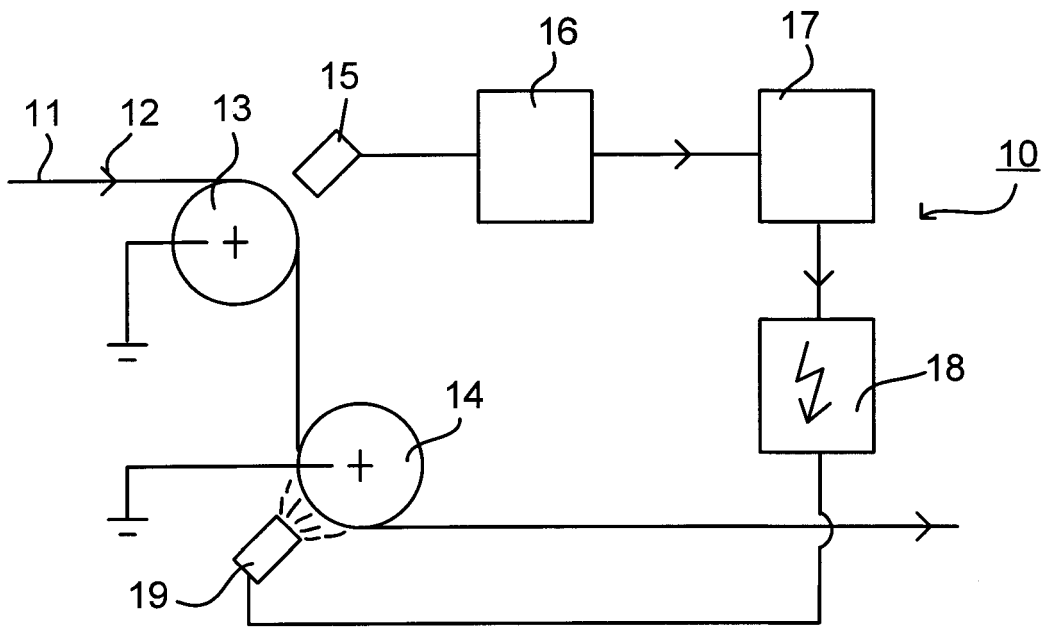


Fig. 1

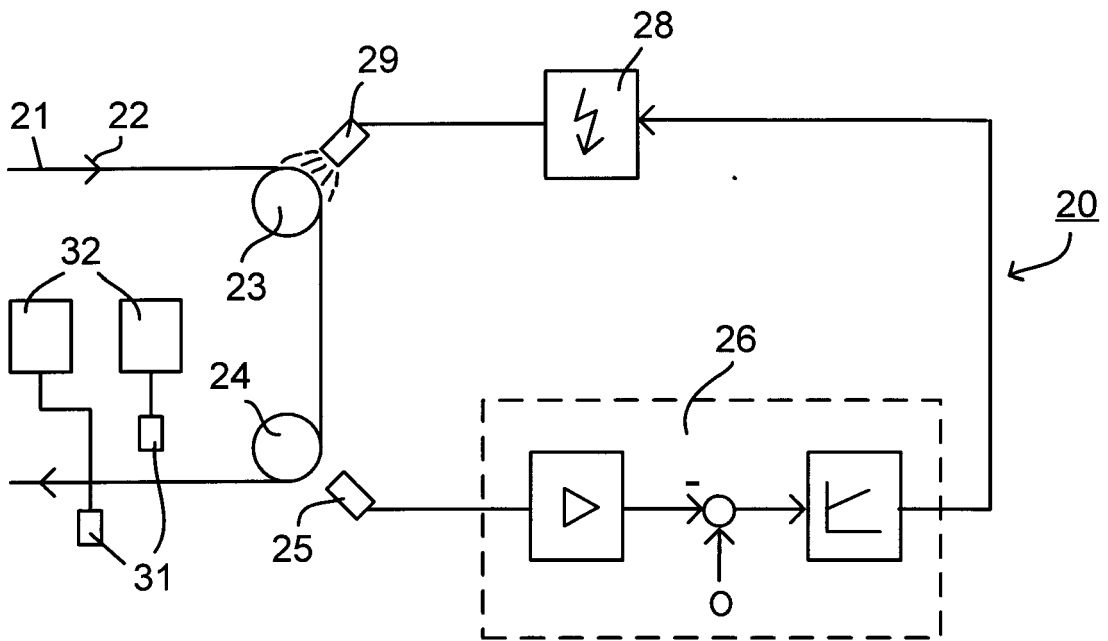


Fig. 2

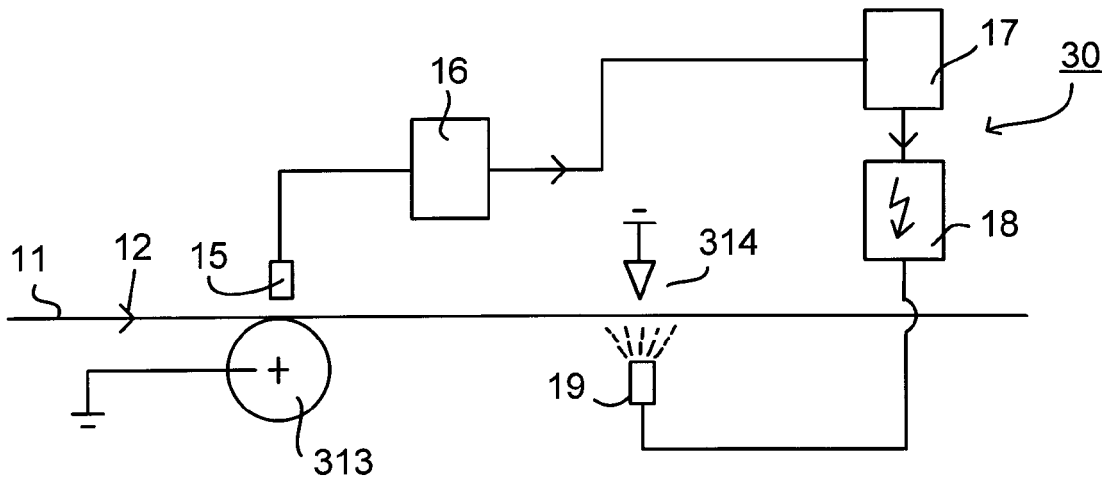


Fig. 3

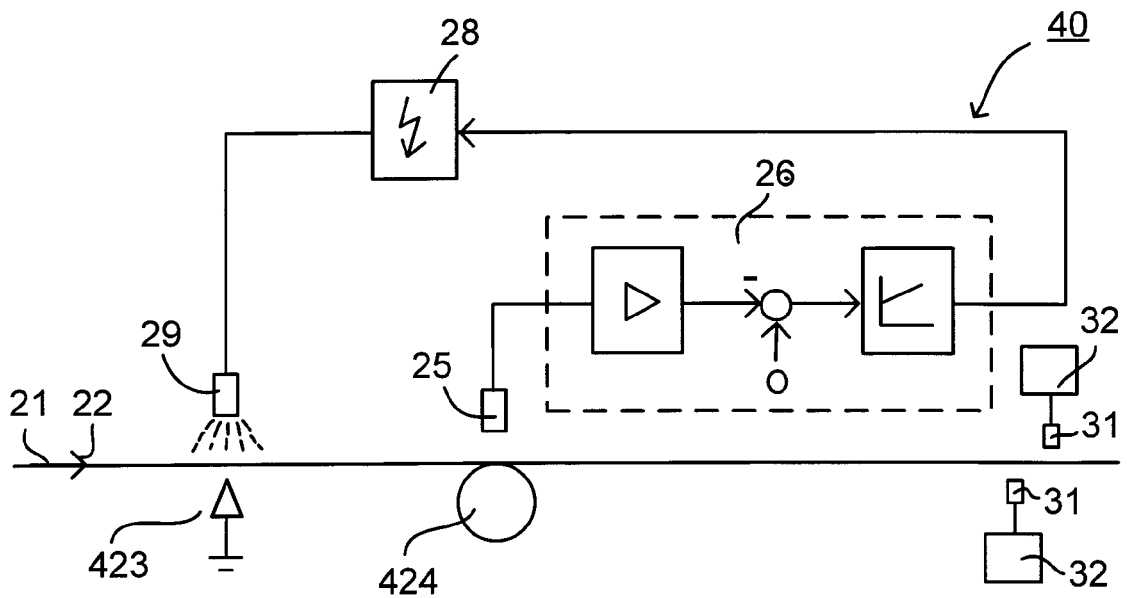


Fig. 4