



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 03 C / 284 307 4
(31) 6130/84-0

(22) 13.12.85
(32) 21.12.84

(44) 04.02.87
(33) CH

(71) siehe (73)

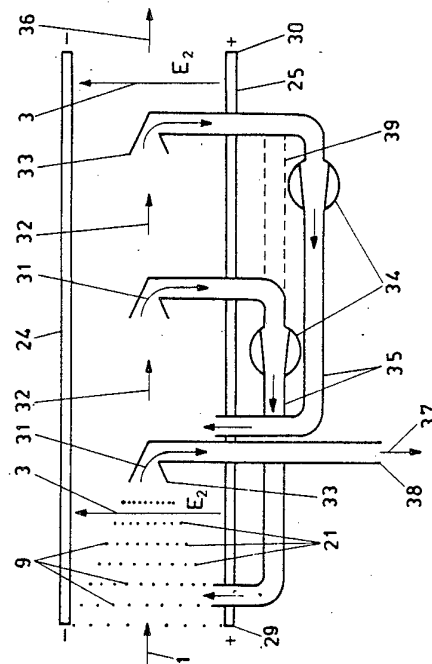
(72) Eliasson, Baldur, Dr.; Escudier, Marcel, Dr.; Hirth, Michael, Dr.; Keller, Jakob, Dr., CH

(73) BBC AG Brown, Boveri & Cie., Baden, CH

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Entstaubung eines feste oder flüssige Partikel in Suspension enthaltenenden Gasstromes mittels eines elektrischen Feldes

(57) Ein feste oder flüssige Partikel in Suspension enthaltender Gasstrom (1) wird mittels eines elektrischen Feldes (3) entstaubt, indem er Quellen elektrischer Elementarteilchen, vornehmlich Ionenquellen (24, 25), welche gleichzeitig Feldelektroden sind, entlanggeführt wird, wobei die suspendierten Partikel bipolar aufgeladen werden, derart, daß ungefähr zur Hälfte positive (21) und negative (9) Partikel vorliegen, welche durch das elektrische Feld (3) zu einer Querwanderung in eine bevorzugte Neutralisationszone (23) gezwungen werden, wo sie konzentriert, entladen, zum Teil agglomeriert und koaguliert werden. Anschließend werden die derart gebildeten, an Partikeln angereicherten bzw. verarmten Teilgasströme (31, 32) getrennt und in der Folge nach Maßgabe der betrieblichen Anforderungen weiterbehandelt. Dabei wird der mit Partikeln maximal angereicherte Restgasstrom (37) einer Abscheidervorrichtung (43, 46) zugeführt, wo der Austrag (45) stattfindet. Beträchtliche Verringerung des bis zur Feinreinigung mitzuschleppenden Gasvolumens. Verkleinerung des apparativen Aufwandes des Elektrofilters um den Faktor 2 oder mehr. Fig. 10

FIG.10



Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Entstaubung eines feste oder flüssige Partikel in Suspension enthaltenden Gasstromes (1) mittels eines elektrischen Feldes (3), **gekennzeichnet dadurch**, daß der Gasstrom (1) an Quellen elektrisch geladener Elementarteilchen entlanggeführt wird, wobei die in ihm suspendierten Partikel bipolar ungefähr zur Hälfte positiv (21) und zur anderen Hälfte negativ (9) aufgeladen und durch ein quer zur Strömungsrichtung angelegtes elektrisches Feld (3) in je einer Wanderungszone (22) zu einer Querwanderung gezwungen werden, dergestalt, daß sie sich gegen eine bevorzugte Zone des Gasstromes (1) hin bewegen, in dieser Neutralisationszone (23) konzentriert und unter Zuhilfenahme des besagten elektrischen Feldes (3) zur Agglomeration und Koagulation (9/21) unter gleichzeitigem, wenigstens teilweise, gegenseitigem Abbau ihrer Ladungen gezwungen werden, wodurch an Partikeln angereicherte und an Partikeln verarmte Zonen mit entsprechenden Teilgasströmen (31; 32) geschaffen werden, welche in der Folge voneinander getrennt werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die bevorzugte Neutralisationszone (23) des Gasstromes (1) gegen die Mitte des Strömungsquerschnittes hin gesteuert wird.
3. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Quelle elektrisch geladener Elementarteilchen eine separate, vom elektrischen Feld (3) unabhängige Ionenquelle (24; 25) benutzt wird.
4. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Quelle elektrisch geladener Elementarteilchen gleichzeitig zur Erzeugung des elektrischen Feldes (3) verwendet wird.
5. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die elektrisch geladenen Elementarteilchen durch Koronaeffekte unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes (2) zur Ionisation eines Gases erzeugt werden.
6. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Quelle elektrisch geladener Elementarteilchen ein separat eingeleiteter Strom eines ionisierten fremden Zusatzgases (10) benutzt wird.
7. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die an Partikeln angereicherten Teilgasströme (31) von den restlichen übriggebliebenen Teil-Reingasströmen (40) getrennt, abgezweigt, ausgetragen und einer weiteren Entstaubung unterworfen werden.
8. Verfahren nach Punkt 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Entstaubung in mehreren Stufen durchgeführt und die an Partikeln angereicherten Teilgasströme (31) in eine der vorangehenden Stufen in den Gasstrom (1) zurückgeführt (35) und mindestens einer der an Partikeln angereicherten Teilgasströme (31; 37) endgültig ausgetragen wird (38).
9. Verfahren nach Punkt 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Gasstrom (1) zunächst nach dem Prinzip der Zentrifugalabscheidung in einem Zyklon (46) vorgereinigt und daß mindestens einer der an Partikeln angereicherten Teilgasströme (31; 37) dem Staubaustrag (45) des zur Vorreinigung dienenden Zyklons (46) zugeführt wird.
10. Verfahren nach Punkt 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß die an Partikeln angereicherten Teilgasströme (31; 37) nach dem Prinzip der Zentrifugalabscheidung (46) oder der elektrischen Abscheidung (43) wenigstens teilweise entstaubt werden und daß dieser teilweise entstaubte Anteil in den zugeführten Gasstrom (1) zurückgeführt wird (48).
11. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß vom gesamten, mit Partikeln beladenen Gasstrom (1) in Strömungsrichtung betrachtet die bereits gereinigten Partien sukzessive als progressiv in ihrer Gesamtmenge zunehmende Teil-Reingasströme (40) abgezweigt, gesammelt und ihrem Bestimmungszweck zugeführt werden, und daß der verkleinerte, an Partikeln angereicherte Teilgasstrom (31) einer letzten gesonderten Entstaubungsvorrichtung (43) zugeführt wird und dessen Partikel schließlich abgeschieden und ausgetragen werden (45).
12. Verfahren nach Punkt 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß das sukzessive Reinigen des Gasstromes (1) und das Abzweigen der Teil-Reingasströme (40) stufenweise in einer in Kaskadenschaltung angeordneten Reihe von Vorrichtungen erfolgt.
13. Verfahren nach Punkt 11, **gekennzeichnet dadurch**, daß das sukzessive Reinigen des Gasstromes (1) und das Abzweigen der Teil-Reingasströme (40) feinstufig bis kontinuierlich erfolgt.
14. Vorrichtung zur Entstaubung eines feste oder flüssige Partikel in Suspension enthaltenden Gasstromes (1) unter Heranziehung eines elektrischen Feldes (3), **gekennzeichnet dadurch**, daß Mittel (24; 25) zur Erzeugung eines quer zur Richtung des Gasstromes (1) gerichteten, zeitlich konstanten oder variablen elektrischen Feldes (3) sowie Mittel (24; 25) zur bipolaren Aufladung der im Gasstrom (1) suspendierten Partikel in der Weise vorgesehen sind, daß im fortschreitenden Gasstrom (1) in einer bevorzugten Zone, der Neutralisationszone (23), eine Anreicherung der Partikel in einem Teilgasstrom (31) ermöglicht wird, und daß ferner Mittel (33) zur Abzweigung und Austragung dieses an Partikeln angereicherten Teilgasstromes (31) oder des dazu komplementären Teil-Reingasstromes (40) sowie eine separate mechanische oder elektrische Abscheideeinrichtung (46; 43) für den Austrag (45) der Partikel vorgesehen sind.
15. Vorrichtung nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Mittel (24; 25) zur Erzeugung des elektrischen Feldes (3) im wesentlichen aus gleichartigen flächigen plattenförmigen oder zylindrischen und/oder gitterartigen metallischen Elektroden bestehen.
16. Vorrichtung nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Mittel (24; 25) zur bipolaren Aufladung der Partikel in einer Elektrode (6; 20) zur Erzeugung einer Koronaentladung aufweisenden Ionisationsvorrichtung und einem elektrischen Feld (3) bestehen.
17. Vorrichtung nach Punkt 16, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Elektroden (6; 20) zur Erzeugung einer Koronaentladung spitzen- oder drahtförmige Elektroden mit gleichen (6; 8) oder verschiedenen (13; 14) Abrundungsradien oder warzenförmige Elektroden (15; 16) in einem als Grundplatte dienenden Isolierkörper (17) vorgesehen sind.
18. Vorrichtung nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Mittel (24; 25) zur bipolaren Aufladung der Partikel in separat zugeführten Strömen ionisierter fremder Zusatzgase (10) bestehen.
19. Vorrichtung nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Neutralisationszone (23) in Querrichtung zum Gasstrom (1) einseitig oder allseitig durch Schikanen (28) in Form von Sieben, Gittern oder gelochten oder unterbrochenen Leitblechen begrenzt ist.
20. Vorrichtung nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Mittel (33) zur Abzweigung des an Partikeln angereicherten Teilgasstromes (31) ein trichterförmiges Bauelement vorgesehen ist, das an eine Saugleitung zur Verbindung mit der separaten Abscheideeinrichtung oder an eine Rückführungsleitung (35) in den zugeführten Gasstrom (1) angeschlossen ist.

21. Vorrichtung nach Punkt 20, **gekennzeichnet dadurch**, daß die separate Abscheideeinrichtung aus einem Fliehkraftreiniger in Form eines Zyklons (46) oder einem elektrischen Abscheider in Form eines konventionellen Elektrofilters (43) besteht.
22. Vorrichtung nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie aus mehreren kaskadenartig aufgebauten Stufen mit abnehmendem Querschnitt für den an Partikeln angereicherten Teilgasstrom (31) sowie mit Öffnungen für den Durchlaß der Teil- Reingasströme (40) und einer entsprechenden Anzahl von auf unterschiedlichem Potential stehenden Ionenquellen- und Elektrodenpaaren (24; 25) besteht.
23. Vorrichtung nach Punkt 22, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine Anzahl n ebener Ionenquellen- und Elektrodenpaare (24; 25) mit stufenweise abnehmendem Abstand von je zwei ungleichnamigen gegenüberliegenden Elektroden vorgesehen ist, dergestalt, daß der Abstand d_i (42) und die Spannung U_i (12) folgender Formel genügen:

$$d_i = \gamma \cdot d_{i-1}$$

$$U_i = \gamma \cdot U_{i-1}$$

wobei

d_i = Elektrodenabstand der Stufe i ,

U_i = Spannung der Stufe i ,

γ = Verhältnis der Breite des an Partikeln angereicherten Gasstromes zu jeweiligem Elektrodenabstand.

24. Vorrichtung nach Punkt 14, **gekennzeichnet dadurch**, daß für den an Partikeln angereicherten Teilgasstrom (31) ein Kanal mit progressiv kontinuierlich abnehmendem Querschnitt und entsprechende segmentartig geformte Ionenquellen- und Elektrodenpaare (24; 25) konstanter Potentialdifferenz (12) und variabler Feldstärke (3) oder eine Vielzahl von profilierten Ionenquellen- und Elektrodenpaaren (24; 25) variabler Potentialdifferenz (12) und annähernd konstanter Feldstärke (3) vorgesehen sind.

Hierzu 11 Seiten Zeichnungen.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtungen zur Entstaubung eines feste oder flüssige Partikel in Suspension enthaltenden Gasstromes mittels eines elektrischen Feldes.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Vorrichtung zur Entstaubung von Gasströmen mit Hilfe elektrischer Felder (sogenannte Elektrofilter) sind in zahlreichen Ausführungsformen bekannt. Sie beruhen alle auf dem Prinzip, daß zunächst die im Gasstrom suspendierten Partikel auf irgendeine Weise (meistens nach dem Prinzip des Corona-Effekts) unipolar elektrostatisch aufgeladen werden, um dann von einer entgegengesetzt geladenen Elektrode (Niederschlagselektrode) angezogen und festgehalten zu werden. Die endgültige Entfernung (Austragung) der auf der Niederschlagselektrode abgelagerten Partikelschicht erfolgt meist periodisch auf mechanische Art und Weise durch Abklopfen oder Vibrieren der in der Regel plattenförmigen Niederschlagselektroden. (Vergl. Lueger, Lexikon der Technik, Bd. 6 Energietechnik und Kraftmaschinen, Stichwort „Elektrofilter“, S. 268–292, Stuttgart 1965).

Die Weiterentwicklung der Elektrofilter hat zu zahlreichen Verfeinerungen in der Anordnung und Betriebsführung geführt, die zum Teil ziemlich komplizierte und aufwendige Konstruktionen zur Folge hatten. Erwähnt seien hier örtliche und funktionelle Trennung von Ionisationsquelle und abzuschheidendem elektrischem Feld, Verwendung zusätzlicher Elektroden (vergl. DE-PS 2438670 und DE-OS 27 44556), Partikel-Agglomeration (z. B. DD-PS 144509; EP-A 0009857), gepulste elektrische Felder (DE-OS 3004474 AI), Anordnung von Sieben vor der Niederschlagselektrode (JP-Schrift 56-136668), Wechselspannungsbetrieb mit Isolierschirm zur Erhöhung der Durchschlagsspannung (DE-OS 3039639), Kombination von Elektrofilter und Zyklon (DE-OS 3235953 AI).

Trotz der vorgenannten Verfeinerungen und der damit erzielten teilweisen Verbesserungen lassen die herkömmlichen Verfahren und Vorrichtungen zur Entstaubung mittel elektrischer Felder zu wünschen übrig. Die Elektrofilter sind voluminös und besitzen selten die anzustrebende optimale Effizienz. Während des Beklopfens und Vibrierens der Niederschlagselektroden wird ein Teil des bereits abgeschiedenen Staubes wieder aufgewirbelt und in den Gasstrom zurückgeschleudert. Die an der Elektrode bereits niedergeschlagene Staubschicht wird aufgeladen, wobei es zu elektrischen Durchschlägen mit „Rücksprüh-Effekten“ kommen kann: Ein Teil des Staubes wird wieder in den Gasstrom zurückgeworfen. Ferner ist die für die Staubabscheidung maßgebende elektrische Feldstärke begrenzt, da die Durchschlagsspannung zufolge inhomogener Feldverteilung gegenüber derjenigen eines homogenen Feldes stark reduziert ist. Alle diese Faktoren führen zu einer Verringerung der Filterleistung und zu einer Verschlechterung der Staubabscheidung.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die konventionelle Elektrofilter-Technologie zu verbessern, zu vereinfachen und zu verbilligen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Entstaubung eines feste oder flüssige Partikel in Suspension enthaltenden Gasstromes mittels elektrischer Felder anzugeben, wobei die für die Beladung und Wanderung der Partikel maßgebende elektrische Feldstärke im Interesse einer raschen und effizienten Staubabscheidung wesentlich gesteigert werden kann, ohne die üblichen Begrenzungen durch die Koronaspannung der Elektroden in Kauf nehmen zu müssen. Gleichzeitig soll sowohl die Ionisation des Gasstromes wie der Austrag der Staubpartikel einfacher und wirksamer

gestaltet werden, unter Vermeidung schädlicher Rückwirkungen, wie Wiederaufwirbeln von bereits abgeschiedenen Partikeln, Zusammenbruch durch elektrische Durchschläge, Einflüsse der Leitfähigkeit der Partikel etc. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung, den Aufwand für Elektrofilter sowohl kosten- wie volumenmäßig drastisch zu senken.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Gasstrom Quellen elektrisch geladener Elementarteilchen entlanggeführt wird, wo bei die in ihm suspendierten Partikel bipolar ungefähr zur Hälfte positiv und zur anderen Hälfte negativ aufgeladen und durch ein quer zur Strömungsrichtung angelegtes elektrisches Feld in je einer Wanderungszone zu einer Querverwanderung gezwungen werden, dergestalt, daß sie sich gegen eine bevorzugte Zone des Gasstromes hin bewegen, in dieser Neutralisationszone konzentriert und unter Zuhilfenahme des besagten elektrischen Feldes zur Agglomeration und Koagulation unter gleichzeitigem wenigstens teilweise gegenseitigem Abbau ihrer Ladungen gezwungen werden, wodurch an Partikeln angereicherte und an Partikeln verarmte Zonen mit entsprechenden Teilgasströmen geschaffen werden, welche in der Folge voneinander getrennt werden.

Die bevorzugte Neutralisationszone des Gasstromes wird gegen die Mitte des Strömungsquerschnitts hin gesteuert. Als Quelle elektrisch geladener Elementarteilchen wird eine separate, vom elektrischen Feld unabhängige Ionenquelle benutzt. Erfindungsgemäß wird die Quelle elektrisch geladener Elementarteilchen gleichzeitig zur Erzeugung des elektrischen Feldes verwendet. Die elektrisch geladenen Elementarteilchen werden durch Koronaeffekte unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes zur Ionisation eines Gases erzeugt. Als Quelle elektrisch geladener Elementarteilchen wird ein separat eingeleiteter Strom eines ionisierten fremden Zusatzgases benutzt. Die an Partikeln angereicherten Teilgasströme werden von den restlichen übriggebliebenen Teil-Reingasströmen getrennt, abgezweigt, ausgetragen und einer weiteren Entstaubung unterworfen. Die Entstaubung wird in mehreren Stufen durchgeführt und die an Partikeln angereicherten Teilgasströme werden in eine der vorangehenden Stufen in den Gasstrom zurückgeführt, und mindestens einer der an Partikeln angereicherten Teilgasströme wird endgültig ausgetragen.

Der Gasstrom wird zunächst nach dem Prinzip der Zentrifugalabscheidung in einem Zyklon vorgereinigt. Mindestens einer der an Partikeln angereicherten Teilgasströme wird dem Staubaustrag des zur Vorreinigung dienenden Zyklons zugeführt. Die an Partikeln angereicherten Teilgasströme werden nach dem Prinzip der Zentrifugalabscheidung oder der elektrischen Abscheidung wenigstens teilweise entstaubt. Dieser teilweise entstaubte Anteil wird in den zugeführten Gasstrom zurückgeführt. Von dem gesamten, mit Partikeln beladenen Gasstrom werden, in Strömungsrichtung betrachtet, die bereits gereinigten Partien sukzessive als progressiv in ihrer Gesamtmenge zunehmende Teil-Reingasströme abgezweigt, gesammelt und ihrem Bestimmungszweck zugeführt. Der verkleinerte, an Partikeln angereicherte Teilgasstrom wird einer letzten gesonderten Entstaubungsvorrichtung zugeführt; dessen Partikel werden schließlich abgeschieden und ausgetragen. Das sukzessive Reinigen des Gasstromes und das Abzweigen der Teil-Reingasströme erfolgt stufenweise in einer in Kaskadenschaltung angeordneten Reihe von Vorrichtungen, und zwar feinstufig bis kontinuierlich.

Vorrichtung zur Entstaubung eines feste oder flüssige Partikel in Suspension enthaltenden Gasstromes unter Heranziehung eines elektrischen Feldes ist dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Erzeugung eines quer zur Richtung des Gasstromes gerichteten zeitlich konstanten oder variablen elektrischen Feldes sowie Mittel zur bipolaren Aufladung der im Gasstrom suspendierten Partikel in der Weise vorgesehen sind, daß im fortschreitenden Gasstrom in einer bevorzugten Zone, der Neutralisationszone, eine Anreicherung der Partikel in einem Teilgasstrom ermöglicht wird. Ferner sind Mittel zur Abzweigung und Austragung dieses an Partikeln angereicherten Teilgasstromes oder des dazu komplementären Teil-Reingasstromes sowie eine separate mechanische oder elektrische Abscheideeinrichtung für den Austrag der Partikel vorgesehen.

Die Mittel zur Erzeugung des elektrischen Feldes bestehen im wesentlichen aus gleichartigen, flächigen, plattenförmigen oder zylindrischen und/oder gitterartigen metallischen Elektroden.

Die Mittel zur bipolaren Aufladung der Partikel bestehen in einer Elektrode zur Erzeugung einer Koronaentladung aufweisenden Ionisationsvorrichtung und einem elektrischen Feld.

Als Elektroden zur Erzeugung einer Koronaentladung sind spitzen- oder drahtförmige Elektroden mit gleichen oder verschiedenen Abrundungsradien oder warzenförmige Elektroden in einem als Grundplatte dienenden Isolierkörper vorgesehen. Die Mittel zur bipolaren Aufladung der Partikel bestehen in separat zugeführten Strömen ionisierter fremder Zusatzgase.

Die Neutralisationszone ist in Querrichtung zum Gasstrom einseitig oder allseitig durch Schikanen in Form von Sieben, Gittern oder gelochten oder unterbrochenen Leitblechen begrenzt.

Als Mittel zur Abzweigung des an Partikeln angereicherten Teilgasstromes ist ein trichterförmiges Bauelement vorgesehen, das an eine Saugleitung zur Verbindung mit der separaten Abscheideeinrichtung oder an eine Rückführungsleitung in den zugeführten Gasstrom angeschlossen ist.

Die separate Abscheideeinrichtung besteht aus einem Fliehkraftreiniger in Form eines Zyklons oder einem elektrischen Abscheider in Form eines konventionellen Elektrofilters. Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus mehreren kaskadenartig aufgebauten Stufen mit abnehmendem Querschnitt für den an Partikeln angereicherten Teilgasstrom sowie mit Öffnungen für den Durchlaß der Teil-Reingasströme und einer entsprechenden Anzahl von auf unterschiedlichem Potential stehenden Ionenquellen- und Elektrodenpaaren. Es ist eine Anzahl n ebener Ionenquellen- und Elektrodenpaare mit stufenweise abnehmendem Abstand von je zwei ungleichnamigen, gegenüberliegenden Elektroden vorgesehen, dergestalt, daß der Abstand d_i und die Spannung U_i folgender Formel genügen:

$$d_i = \gamma \cdot d_{i-1}$$

$$U_i = \gamma \cdot U_{i-1}$$

wobei

d_i = Elektrodenabstand der Stufe i ,

U_i = Spannung der Stufe i ,

γ = Verhältnis der Breite des an Partikeln angereicherten Gasstromes zu jeweiligem Elektrodenabstand bedeuten.

Für den an Partikeln angereicherten Teilgasstrom sind ein Kanal mit progressiv kontinuierlich abnehmendem Querschnitt und entsprechend segmentartig geformte Ionenquellen- und Elektrodenpaare konstanter Potentialdifferenz und variabler Feldstärke oder eine Vielzahl von profilierten Ionenquellen- und Elektrodenpaaren variabler Potentialdifferenz und annähernd konstanter Feldstärke vorgesehen.

Das grundlegende Prinzip der Erfindung besteht darin, daß durch vollständige örtliche und funktionelle Trennung des für die elektrische Aufladung der Partikel notwendigen Raumes zur Erzeugung von Ionen (Ionisationsraum) vom eigentlichen Wanderungs- und Konzentrationsraum für die aufgeladenen Partikel (Abscheideraum) hohe homogene elektrische Felder zwecks Beschleunigung der Partikelwanderung quer zur Strömungsrichtung ermöglicht werden. Dadurch wird die erforderliche Reinigungsstrecke in Strömungsrichtung wesentlich abgekürzt. Ferner werden durch die bipolare Aufladung die ungleichnamig geladenen Partikel zur Wanderung in entgegengesetzten Richtungen und somit zur Konzentration, Neutralisation, Agglomeration und Koagulation in einer bevorzugten Zone der Gasphase gezwungen. Der auf diese Weise an Partikeln angereicherte Gasstrom kann abgezweigt und mit einfachen nachgeschalteten Mitteln mit einem Bruchteil des für konventionelle Filter notwendigen Aufwandes vollständig entstaubt werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren und des Ausführungsbeispiels beschrieben. Dabei zeigen:

- Fig. 1: eine schematische Darstellung der Elektroden und der Feldverhältnisse eines Elektrodenfilters mit getrennten Ionisations- und Abscheideräumen durch Unterteilung mittels siebartiger Zusatzelektrode;
- Fig. 2: eine schematische Darstellung eines Elektrofilters mit getrennten Ionisations- und Abscheideräumen unter Verwendung von gleichartigen Sprühelektroden im Ionisationsraum;
- Fig. 3: eine schematische Darstellung eines Teils eines Elektrofilters mit getrennten Ionisations- und Abscheideräumen unter Verwendung von ungleichartigen Ionisationselektroden im Ionisationsraum;
- Fig. 4: eine schematische Darstellung eines Teils eines Elektrofilters mit getrennten Ionisations- und Abscheideräumen unter Verwendung von in einem Isolierkörper eingebetteten warzenförmigen Ionisationselektroden im Ionisationsraum;
- Fig. 5: eine schematische Darstellung eines Elektrofilters mit getrennten Ionisations- und Abscheideräumen unter Benutzung überlagerter elektrischer Felder mittels einer gepulsten Spannung;
- Fig. 6: eine schematische Darstellung eines Elektrofilters mit positivem und negativem Ionisationsraum und dazwischenliegender Neutralisationszone, jedoch ohne Abscheidungselektrode;
- Fig. 7: ein Diagramm des Verlaufs der Ionenströme zwischen symmetrisch angeordneten bipolaren Ionenquellen und dazwischenliegender Neutralisationszone, ohne Abscheidungselektrode;
- Fig. 8: eine schematische Darstellung eines Elektrofilters mit symmetrisch wirkenden bipolaren Ionenquellen und mittels Schikanen begrenzter Neutralisationszone;
- Fig. 9: eine schematische Darstellung eines Elektrofilters mit asymmetrisch wirkenden bipolaren Ionenquellen und mittels Schikane einerseits und Ionenquelle andererseits begrenzter Neutralisationszone;
- Fig. 10: einen schematischen Längsschnitt (Grundriß) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung zur elektrischen Entstaubung mit Rückführung von Teilgasströmen und konstantem Elektrodenabstand sowie konstanter Abscheidungsspannung;
- Fig. 11: einen schematischen Längsschnitt (Grundriß) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung zur elektrischen Entstaubung mit sich stufenweise verringerndem Elektrodenabstand sowie unterschiedlicher Abscheidungsspannung;
- Fig. 12: einen schematischen Längsschnitt (Grundriß) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung gemäß Fig. 11 mit bevorzugter geometrischer Anordnung der Elektroden;
- Fig. 13: einen schematischen Längsschnitt (Grundriß) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung zur elektrischen Entstaubung mit zur Strömungsrichtung schief angeordneten Elektroden mit sich kontinuierlich verringerndem Abstand sowie unterschiedlicher Abscheidungsspannung;
- Fig. 14: eine schematische Darstellung der Verwendung einer elektrischen Entstaubungsvorrichtung ohne Abscheidungselektrode als Vorfilter zu einem konventionellen Elektrofilter;
- Fig. 15: eine schematische Darstellung einer elektrischen Entstaubungsvorrichtung ohne Abscheidungselektrode mit einem Zyklon als Vorfilter und zum Austrag der Staubpartikel;
- Fig. 16: eine schematische Darstellung einer elektrischen Entstaubungsvorrichtung ohne Abscheidungselektrode mit einem Zyklon oder einem konventionellen Elektrofilter für den Austrag der Staubpartikel;
- Fig. 17: eine stereometrische Darstellung eines Elektrofilters mit durch Spitzenelektroden und Metallgitter begrenzten Ionisationsräumen und dazwischenliegender Neutralisationszone;
- Fig. 18: eine schematische Darstellung eines Elektrofilters gemäß Fig. 11 und Fig. 17 mit zugehöriger Hochspannungsspeisevorrichtung.

In Fig. 1 sind die Elektroden und die elektrischen Feldverhältnisse eines Elektrofilters mit getrennten, voneinander unabhängigen Ionisations- und Abscheideräumen schematisch dargestellt. 1 ist der senkrecht auf der Zeichnungsebene stehende, auf den Betrachter gerichtete Gasstrom (vektorielle Darstellung), welcher mit Partikeln in Suspension beladen ist (Rohgasstrom). 2 ist das zur Ionisation des Gases aufgewendete elektrische Feld (als Ionisationsfeldstärke E_1 vektoriell dargestellt), während 3 das zur Abscheidung bzw. Wanderung der Partikel notwendige elektrische Feld (als Abscheidungsfeldstärke E_2 vektoriell dargestellt) bedeutet. 4 stellt den durch E_1 gebildeten Ionisationsraum, 5 den durch E_2 gebildeten Abscheidungsraum für geladene Partikel dar. 6 ist die meist Spitzen und/oder Drähte zur Erzeugung des Koronaeffekts aufweisende negative Sprühelektrode. 7 ist die meist als Platte ausgebildete positive Abscheidungselektrode. Der sich zwischen 6 und 7 befindliche Raum wird durch eine Zusatzelektrode 8 in Form eines Siebes, Gitters etc. in die Räume 4 und 5 unterteilt. 9 ist ein durch Ionen aufgeladenes negatives Partikel, welches von der Zusatzelektrode 8 nach der positiven Abscheidungselektrode 7 wandert (durch Pfeile angedeutet) und sich dort niederschlägt. Mit 10 ist ein auf den Betrachter gerichteter Strom von Zusatzgas (vektorielle Darstellung) zur Verbesserung der Ionisation im Ionisationsraum 4 angedeutet. Dieses Zusatzgas 10 ist fakultativ zu verstehen. 11 und 12 sind die den Feldstärken 2 (E_1) bzw. 3 (E_2) entsprechenden elektrischen Spannungen U_1 bzw. U_2 .

Selbstverständlich können die Polaritäten der Elektroden 6 und 7 auch umgekehrt sein, d. h. Sprühelektrode 6 positiv, Abscheidungselektrode 7 negativ.

In Fig. 2 sind die Elektroden und die elektrischen Feldverhältnisse eines Elektrofilters mit getrennten Ionisations- und Abscheideräumen unter Verwendung von gleichartigen Sprühelektroden im Ionisationsraum dargestellt. Hier ist die Ebene der Zusatzelektrode 8 praktisch bis auf die Höhe der Ebene der negativen Sprühelektrode 6 zurückgenommen. Die Zusatzelektrode 8 ist in gleicher Weise wie die Sprühelektrode 6 mit Elementen mit kleinem Krümmungsradius (Spitzen, Drähte) zum Austritt der elektrischen Ladungen versehen. Diese Spitzen bzw. Drähte liegen vorzugsweise für 6 und 8 in einer Ebene. Das entsprechende elektrische Feld 2 (Vektor E_1) stellt sich dann senkrecht zum elektrischen Feld 3 (Abscheidungsfeldstärke E_2) ein. Die eigentlichen Sprühelektroden 6 und 8 haben im vorliegenden Fall Elemente mit gleichem Abrundungsradius. Alle übrigen Bezugszeichen entsprechen geometrisch und funktionell denjenigen der Fig. 1.

Fig. 3 zeigt schematisch einen Teil eines Elektrofilters mit getrennten Ionisations- und Abscheidungsräumen unter Verwendung von ungleichartigen Ionisationselektroden im Ionisationsraum. Die Abscheidungselektrode und der Abscheidungsraum sind nicht dargestellt. Die Elektrode 6 weist hier Elemente mit größerem, die Elektrode 8 solche mit kleinerem Abrundungsradius auf. Diese eigentlichen spitzen- oder drahtförmigen Elektroden sind mit 14 bzw. mit 13 bezeichnet. Selbstverständlich kann sowohl die Polarität wie das Verhältnis der Abrundungsradien von 13 und 14 auch umgekehrt ausgeführt werden. Je nachdem treten dann an der spitzeren Elektrode entsprechend dem Koronaeffekt positive oder negative Ladungen auf. Die übrigen Bezugszeichen entsprechen denjenigen der Fig. 2.

Fig. 4 zeigt schematisch einen Teil eines Elektrofilters mit getrennten Ionisations- und Abscheidungsräumen mit in einen Isolierkörper eingebetteten warzenförmigen Ionisationselektroden. 6 und 8 sind die Elektroden, ähnlich Fig. 2 und 3, 17 ist der Isolierkörper, in welchem die Zuleitungen zu den eigentlichen Entladungselektroden 15 und 16 eingebettet sind. Von diesen warzenförmigen, an der Oberfläche des Isolierkörpers sitzenden Elektroden sind die einen mit kleinem (15), die anderen mit großem (16) Abrundungsradius ausgeführt. Für die Polarität von 15 und 16 bzw. 6 und 8 gilt das unter Fig. 3 Gesagte.

In Fig. 5 ist ein Elektrofilter mit getrennten Ionisations- und Abscheidungsräumen schematisch dargestellt, wobei für die elektrischen Felder eine Überlagerung mittels gepulster Spannung benutzt wird. Die Abscheidungsspannung 12 ist durch eine Gleichspannung U_2 gegeben. Zur Erzeugung der Feldstärke 2 (Vektor E_1), welche im Ionisationsraum 4 periodisch wirkt, wird eine variable Zusatzspannung 18 (gepulste Spannung U_3) zu Hilfe genommen. Diese Zusatzspannung 18 überlagert sich der Gleichspannung 12 zur periodisch wirksamen Ionisationsspannung 11 (Koronaspannung U_1). Der eigentliche Ionisationsraum 4 wird durch die strichpunktierte Linie virtuell gegenüber dem Abscheidungsraum 5 abgegrenzt. Die Ionisation wird an den eigentlichen spitzen- oder drahtförmigen Elektroden 19 für intermittierenden Koronaeffekt eingeleitet, welche mit einem dafür geeigneten Abrundungsradius versehen sind. Alle übrigen Bezugszeichen entsprechen denjenigen der vorangegangenen Figuren.

In Fig. 6 ist ein Elektrofilter schematisch dargestellt, welches sowohl einen positiven wie einen negativen Ionisationsraum und eine dazwischenliegende Neutralisationszone, jedoch keine eigentliche Abscheidungselektrode aufweist. Grundsätzlich besteht das Elektrofilter aus zwei sich symmetrisch gegenüberstehenden Vorrichtungen gemäß Fig. 3, wobei jedoch die eine gerade die umgekehrte Polarität der Elektroden aufweist wie die andere. Die Abscheidungselektrode fehlt. 20 ist eine positive Sprühelektrode, welche in analoger Weise zur negativen Sprühelektrode 6 Spitzen oder Drähte aufweist. Entsprechend werden auf der einen Seite die positiv geladenen Partikel 21 und auf der gegenüberliegenden Seite die negativ geladenen Partikel 9 erzeugt. Dem jeweiligen Ionisationsraum 4 schließt sich auf jeder Seite eine entsprechende Wanderungszone 22 für geladene Partikel an. Dazwischen befindet sich die Neutralisationszone 23 für die zu entladenden Partikel, wo außerdem eine Agglomeration oder Koagulation stattfinden kann. Ein derartiges, aus einem negativen und positiven Teil bestehendes neutrales Partikel ist durch das Symbol 9/21 angedeutet. Für die übrigen Bezugszeichen siehe vorangegangene Figuren!

Fig. 7 gibt ein Diagramm des Verlaufs der Ionenströme im elektrischen Feldraum zwischen symmetrisch angeordneten bipolaren Ionenquellen und dazwischenliegender Neutralisationszone gemäß Aufbau nach Fig. 6 wieder. Die in Fig. 6 im Detail dargestellten Elektroden und ihre Ionisationsräume sind hier ganz allgemein in Blockdarstellung gezeichnet. 24 stellt generell eine negative Ionenquelle, gleichzeitig die negative Feldelektrode, 25 die entsprechende positive Ionenquelle, gleichzeitig die positive Feldelektrode dar. 26 repräsentiert den Verlauf des negativen Ionenstroms (als Pfeil I^- gemessen), 27 denjenigen des positiven Ionenstroms (als Pfeil I^+ gemessen) über der auf den als Platten gedachten Ionenquellen 24 und 25 senkrecht stehenden x-Achse. Die Ionenströme 26 und 27 sind gleichzeitig ein Maß für die entsprechenden Ströme negativ und positiv geladener Partikel. Diese erreichen in der Nähe der Ionenquellen (Feldelektroden) 24 und 25 je ein Maximum und fallen dann innerhalb der Neutralisationszone 23 zufolge gegenseitiger sukzessiver Entladung der Partikel steil ab. Dadurch kommt es zur Konzentration und unter gewissen günstigen Voraussetzungen auch zur Koagulation und Agglomeration der nun entladenen Partikel in der Neutralisationszone 23. Die übrigen Bezugszeichen entsprechen denjenigen der Fig. 6.

Fig. 8 zeigt in schematischer Darstellung ein Elektrofilter mit symmetrisch wirkenden bipolaren Ionenquellen, wobei die Neutralisationszone durch Schikanen seitlich begrenzt ist. Die sich in der Mitte befindende Neutralisationszone 23 wird seitlich durch Schikanen 28 in Form von Sieben, Gittern oder durchbrochenen Strömungsleitblechen von den angrenzenden Räumen getrennt.

In Fig. 9 ist ein Elektrofilter mit asymmetrisch wirkenden bipolaren Ionenquellen schematisch dargestellt. Es ist nur eine Schikane 28 vorhanden. Die Neutralisationszone wird praktisch durch den Raum zwischen letzterer und der positiven Ionenquelle 25, welche gleichzeitig positive Feldelektrode ist, gebildet. Eine derartige Anordnung kann durch geeignete Ausbildung der Ionenquellen 24 und 25 und Potentialsteuerung von 24; 25 und 28 funktionsfähig gestaltet werden.

Fig. 10 zeigt schematisch einen Längsschnitt (Grundriß, Draufsicht) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung zur elektrischen Entstaubung mit Rückführung von Teilgasströmen unter Einhaltung eines konstanten Elektrodenabstands sowie einer konstanten Abscheidungsspannung. Von oben betrachtet tritt der mit Partikeln beladene Gasstrom (Rohgasstrom) 1 links in das Elektrofilter ein (Eintritt 29). Die Ionisationsquellen 24 und 25 im Verein mit dem elektrischen Feld 3 (E_2) bewirken in einer 1. Stufe eine elektrische Beladung wenigstens eines Teils der Partikel (9 und 21) und eine Konzentration derselben gegen die Mitte zu (elektrisches Feld 3, Vektor E_2). Am Ende dieser Stufe sind Mittel 33 zur Trennung und Ableitung eines an Partikeln angereicherten Teilgasstromes 31 — hier als „Trichter“ ausgebildet — vorgesehen. Der Teilgasstrom 31 der ersten Stufe wird als mit Partikeln maximal beladener Restgasstrom 37 vom an Partikeln verarmten Teilgasstrom 32 abgezweigt und beim Austrag 38 aus dem Reinigungssystem entfernt. In einer 2. und 3. Stufe werden die verbliebenen Teilgasströme 32 sukzessive in analoger Weise weitergereinigt. Der Übersicht halber sind hier die Partikel 9 und 21 der ersten Stufe nicht eingezeichnet. Die entsprechenden Teilgasströme 31 werden über Gebläse 34 und Rückführungsleitungen 35 jeweils der vorangegangenen Stufe wieder zugeführt. Dies ist durch entsprechende Pfeile angedeutet. Eine alternative Rückführungsleitung 39 ist gestrichelt eingezeichnet. Der verbleibende Reingasstrom 36 verläßt beim Austritt 30 das Elektrofilter. Alle übrigen Bezugszeichen können aus den vorangehenden Figuren entnommen werden.

In Fig. 11 ist schematisch ein Längsschnitt (Grundriß) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung zur elektrischen Entstaubung mit sich stufenweise verringerndem Elektrodenabstand und entsprechender unterschiedlicher Abscheidungsspannung dargestellt. Der mit Partikeln beladene Rohgasstrom 1 tritt links in die Vorrichtung ein (Eintritt 29), wird durch die Ionenquellen 24 und 25 ionisiert und elektrisch bipolar aufgeladen. Das dabei wirksame elektrische Feld 3 (Vektor E_2) drängt die geladenen Partikel 9 und 21 sukzessive zur Mitte hin. Diese Konzentration ist in der Zeichnung durch punktweise Darstellung der Partikel 9 und 21 angedeutet. Am Ende der 1. Stufe wird in der Nähe der Ionenquellen 24 und 25 je ein Teil-Reingasstrom 40 abgezweigt, wobei die Eintrittskanten der seitlich versetzten Ionenquellen 24 und 25 der 2. Stufe die Mittel 33 zur Trennung und Ableitung des an Partikeln angereicherten Teilgasstromes 31 — hier zur Mitte hin — bedeuten. Jede Stufe engt den Querschnitt des an Partikeln angereicherten Teilgasstromes 31 mehr ein und erweitert denjenigen des an Partikeln verarmten, nun zum Teil-Reingasstrom 40 gewordenen Anteils. Am Ende der letzten Stufe wird der mit Partikeln maximal beladene Restgasstrom 37 abgezweigt und bei 38 ausgetragen. 41 ist eine neutrale Begrenzungswand für den Teil-Reingasstrom 40. Die übrigen Bezugszeichen entsprechen denjenigen der Fig. 10.

In Fig. 12 ist ein Längsschnitt (Grundriß) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung gemäß Fig. 11 schematisch dargestellt, wobei die Elektroden eine bevorzugte geometrische Anordnung aufweisen. Unter der Voraussetzung, daß die elektrische Feldstärke 3 (Vektor E_2) in allen Stufen den gleichen konstanten Wert aufweist, folgt die Spannung 12 ($U_{21}; U_{22}; U_{23} \dots$) sowie der vertikale Abstand 42 ($d_1; d_2; d_3 \dots$) vorzugsweise dem nachfolgenden Gesetz:

$$d_i = \gamma \cdot d_{i-1}$$

$$U_i = \gamma \cdot U_{i-1}$$

wobei

d_i = Elektrodenabstand der Stufe i,

U_i = Spannung zwischen den Elektroden der Stufe i,

γ = Verhältnis der Breite des an Partikeln angereicherten Gasstromes (~Breite der Neutralisationszone) zu jeweiligem Elektrodenabstand.

Die übrigen Bezugszeichen entsprechen genau denjenigen der Fig. 11.

Fig. 13 stellt schematisch einen Längsschnitt (Grundriß, Draufsicht) durch eine mehrere Stufen aufweisende Vorrichtung zur elektrischen Entstaubung mit zur Strömungsrichtung schief angeordneten Elektroden und Ionisationsquellen dar. Der Abstand der Ionenquellen 24 und 25 verringert sich in fortschreitender Strömungsrichtung kontinuierlich. Entsprechend ist auch die Abscheidungsspannung angepaßt. Zwischen zwei in Strömungsrichtung benachbarten Ionenquellen 24 bzw. 25 befindet sich jeweils ein Spalt für die Abtrennung eines Teil-Reingasstromes 40. Im vorliegenden Beispiel sind die Ionenquellen 24 bzw. 25 je ungefähr in einer Ebene angeordnet. Dies braucht jedoch nicht der Fall zu sein. Im Grundriß gesehen, können die Ionenquellen 24 und 25 auch auf einer Kurve, beispielsweise einer Exponentialfunktion angeordnet sein. Desgleichen können ihre, in jeder Stufe eine Elektrode darstellenden Begrenzungsflächen gekrümmte Flächen sein. Im übrigen entsprechen die Bezugszeichen funktionell denjenigen der Fig. 11.

Fig. 14 zeigt eine schematische Darstellung der Verwendung einer neuen elektrischen Entstaubungsvorrichtung ohne Abscheidungselektrode, beispielsweise gemäß Fig. 11 oder Fig. 13 als Vorfilter zu einem konventionellen Elektrofilter. Der eintretende Rohgasstrom 1 wird vorgereinigt, wobei ein Teil-Reingasstrom 40 abgezweigt wird, während der an Partikeln angereicherte, in seiner Menge stark reduzierte (z. B. auf 1/2 oder 1/3 der Rohgas-Durchflußmenge) Teilgasstrom 31 in einem mit Abscheidungselektroden und einer Klopfvorrichtung 44 versehenen konventionellen Elektrofilter 43 fertiggereinigt wird. 45 stellt den Austrag der Staubpartikel dar. Die Reingasströme 36 können je nach Verwendungszweck zusammengefaßt oder ins Freie entlassen werden. Die übrigen Bezugszeichen entsprechen denjenigen der vorangegangenen Figuren.

Fig. 15 stellt schematisch eine neue elektrische Entstaubungsvorrichtung ohne Abscheidungselektrode zusammen mit einem Zyklon als Vorfilter und zum Austrag der Staubpartikel dar. Der mit Partikeln beladene Rohgasstrom 1 tritt in den Zyklon 46 ein, wo er vorgereinigt wird. Der vorgereinigte Gasstrom 47 verläßt den Zyklon 46 und wird in einem neuen Elektrofilter ohne Abscheidungselektrode (z. B. gemäß Fig. 13) fertiggereinigt. Die Teil-Reingasströme 40 werden abgetrennt und verlassen zusammen als Reingasstrom 36 das Elektrofilter. Der mit Partikeln maximal beladene Restgasstrom 37 wird über ein Gebläse 34 in den unteren Teil des Zyklon 46 zurückgeführt, wo seine Partikel bei 45 zusätzlich zu den primär abgeschiedenen Partikeln ausgetragen werden. Gegebenenfalls kann zur Verbesserung des Reinigungsgrades zwischen das Gebläse 34 und den Zyklon 46 ein weiterer Zyklon geschaltet werden. Alle übrigen Bezugszeichen sind aus vorangegangenen Figuren ersichtlich.

In Fig. 16 ist eine neue elektrische Entstaubungsvorrichtung ohne Abscheidungselektrode zusammen mit einem Zyklon oder einem konventionellen Elektrofilter für den Austrag der Staubpartikel schematisch dargestellt. Der Rohgasstrom 1 tritt in das neue Elektrofilter ein, während der Reingasstrom 36 dasselbe verläßt. Der maximal mit Partikeln beladene Restgasstrom 37 wird über ein Gebläse 34 einem Zyklon 46 zugeführt, wo die Staubpartikel bei 45 ausgetragen werden. Statt eines Zyklons 46 kann dafür auch ein konventionelles Elektrofilter 43 mit Austrag 45 verwendet werden. Dies ist in der Zeichnung mit gestrichelten Linien angedeutet. Der Teilgasstrom 48 wird an die Aufgabestelle (Eintritt in das neue Elektrofilter) zurückgeführt und dem Rohgasstrom 1 beigemischt. Alle übrigen Bezugszeichen können aus den vorangegangenen Figuren entnommen werden. Fig. 17 ist eine stereometrische Darstellung eines Elektrofilters mit durch Spitzenelektroden und Metallgitter begrenzten Ionisationsräumen und dazwischenliegender Neutralisationszone. Der Betrachter blickt dabei von oben in die in Vertikalebene angeordneten Hauptelemente hinein, so daß die Zeichnungsebene den Grundriß (Draufsicht) darstellt. Der mit Partikeln in Suspension beladene Rohgasstrom 1 tritt links horizontal in die Vorrichtung ein. Der an Partikeln angereicherte Teilgasstrom 31 befindet sich im zentralen Bereich der Vorrichtung und verläßt dieselbe horizontal am rechten Figurenrad. Die an den Teilgasstrom 31 beiderseits anschließenden, an Partikeln verarmten Teilgasströme 32 werden parallel zum ersteren ebenfalls horizontal weitergeführt. Die negative 6 wie die positive 20 Sprühelektrode sind je als eine metallische, vertikal angeordnete ebene Platte ausgebildet und mit senkrecht auf ihrer Ebene stehenden Drahtstiften 49 bestückt, welche an ihren vorstehenden Enden eine Spitze aufweisen. Die auf jeder Seite in einer zu 6 und 20 parallel stehenden Ebene angeordneten Zusatzelektroden 8 sind als je ein durch einen Rahmen 50 gestütztes Metallgitter (Drahtgeflecht) ausgebildet. Vorteilhafterweise besteht dieser Rahmen 50 aus einem Metallrohr. Durch diese Anordnung wird auf der negativen wie auf der positiven Seite je ein Ionisationsraum gebildet. In diesem herrscht das elektrische Feld 2 (Ionisationsfeldstärke E_1). Die Gesamtheit der Bauelemente auf jeder Seite stellt die jeweilige negative 24 bzw. positive 25 Ionenquelle dar. Im Abscheidungsraum herrscht das elektrische Feld 3 (Abscheidungsfeldstärke E_2), wo hauptsächlich die Aufladung und die Wanderung sowie Koagulation der Staubpartikel stattfindet.

In Fig. 18 ist eine schematische Darstellung eines Elektrofilters gemäß Fig. 11 (eine einzige Stufe betrachtet) bzw. Fig. 17 mit zugehöriger Hochspannungs-Speisevorrichtung wiedergegeben. 51 ist eine Hochspannungsquelle zur Bereitstellung der Ionisationsspannung 11 (im vorliegenden Fall durch Gleichspannungsvektor U_1 dargestellt). Die Spitzen 49 der Sprühelektrode 6 der negativen Ionenquelle 24 sind gegenüber der Zusatzelektrode 8 negativ, diejenigen der Sprühelektrode 20 der positiven Ionenquelle 25 gegenüber der entsprechenden anderen Zusatzelektrode 8 positiv geladen. 52 ist eine Hochspannungsquelle zur Speisung der Zusatzelektroden 8 mit der Abscheidungsspannung 12 (im vorliegenden Fall durch Gleichspannungsvektor U_2 dargestellt). Die zu den Spannungen 11 und 12 gehörenden elektrischen Felder 2 und 3 entsprechen genau denjenigen in den Fig. 11 und 17. Die Gasströme 1; 31 und 32 sind mit von links nach rechts gerichteten Pfeilen bezeichnet. Die Staubpartikel sind durch Reihen sukzessive in Strömungsrichtung dichter gepackter Punkte angedeutet. Der Rest der Fig. erklärt sich von selbst.

Ausführungsbeispiel

Siehe Fig. 11; 17 und 18.

Die Vorrichtung zur elektrischen Entstaubung wurde gemäß Fig. 17 aufgebaut. Die in die plattenförmigen, aus je einem Metallblech bestehenden Elektroden 6 und 20 eingelassenen und vernieteten, metallischen Drahtstifte 49 hatten eine axiale Länge von 20 mm. Sie waren in einem quadratischen Muster mit einer Seitenlänge (Mittenabstand von Stift zu Stift) von 20 mm angeordnet und hatten einen Durchmesser von 1,5 mm. Die Zusatzelektroden 8 bestanden aus einem Metallgewebe (Drahtgeflecht) von 0,7 mm Maschenweite (Mittenabstand der Drähte 1,0 mm) bei einem Drahtdurchmesser von 0,3 mm. Dieses Drahtgeflecht wurde durch einen aus einem Rohr von 15 mm Außendurchmesser gebildeten rechteckigen Rahmen 50 gespannt und festgehalten. Im vorliegenden Fall war das Drahtgeflecht auf der dem Gasstrom 1 zugewandten Seite einseitig auf den Rahmen 50 aufgeschweißt, so daß im Raum zwischen den Zusatzelektroden 8 überall ein streng homogenes elektrisches Feld 3 (konstante Feldstärke E_2) herrschte. Der Abstand der Zusatzelektroden 8 voneinander (lichte Weite) betrug 400 mm bei einer Tiefe quer zur Strömungsrichtung von 800 mm und einer axialen Länge in Strömungsrichtung von 2000 mm. Der Abstand der Spitzen der Drahtstifte 49 von der Ebene der Zusatzelektrode 8 betrug 20 mm.

Die Spannung 11 (Gleichspannung U_1) der Hochspannungsquellen 51 zur Ionisierung betrug 20 kV, so daß eine mittlere virtuelle Ionisierungsfeldstärke E_1 im Raum der elektrischen Felder 2 erzielt wurde, die bei 20 kV/cm und somit deutlich über dem für den Koronaeffekt erforderlichen Wert lag. Die totale Abscheidungsspannung 12 (Gleichspannung U_2) der Hochspannungsquelle 52 betrug 120 kV. Sie wurde im vorliegenden Fall durch Hintereinanderschaltung von zwei Hochspannungsgeräten zu je 60 kV bereitgestellt, wobei die Mitte, d. h. je ein entgegengesetzter Pol an Erde lag. Die im Abscheidungs- und Konzentrationsraum herrschende konstante Feldstärke erreichte den Wert von 3 kV/cm.

In die Vorrichtung wurde ein mit Partikeln beladener Rohgasstrom 1 mit einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit im Abscheidungsraum von 2 m/s geblasen. Die Partikel setzten sich aus von Tabakrauch stammenden Teilchen mit $< 1 \mu\text{m}$ Durchmesser und Kalkstein mit einem mittleren Teilchendurchmesser von ca. $30 \mu\text{m}$ zusammen. Die totale Beladung des Gasstromes 1 mit Partikeln in Suspension betrug 20g/m^3 .

Es konnte beobachtet werden, daß die Staubpartikel im Verlauf ihrer Längsströmung zu einer Querwanderung gegen die zentrale Neutralisationszone zu gezwungen wurden (vergl. Zone 23 in Fig. 7). Die Partikel wurden geradezu gegen die Mitte geschleudert, so daß am Ausgang des Elektrofilters eine Konzentration des Staubes in einer ca. 100 mm breiten Zone festgestellt werden konnte (Teilgasstrom 31). Zu beiden Seiten dieser staubbeladenen Zone befand sich eine praktisch staubfreie Schicht (Teilgasströme 32) von je ca. 150 mm Breite. Der Reststaubgehalt des Reingasstromes lag unter $0,1 \text{ g/m}^3$. Des weiteren konnte beobachtet werden, daß der größte Teil der feinen Tabakrauchpartikel an die gröberen Kalkpartikel angelagert war.

Die Erfindung ist nicht auf das Ausführungsbeispiel beschränkt. Bei der Konzeption der Vorrichtung zur Entstaubung lassen sich grundsätzlich alle, in der Figurenbeschreibung (Fig. 1 bis 18) erläuterten Verfahrensschritte und Konstruktionsprinzipien nach Maßgabe der betrieblichen Erfordernisse kombinieren. Der Kern der Erfindung besteht dabei darin, bei möglichst großer Freizügigkeit der Art und Anordnung der Ionenquellen/Feldelektroden ein möglichst hohes und möglichst homogenes elektrisches Feld bereitstellen zu können, um den geladenen Partikeln eine hohe Wanderungsgeschwindigkeit zu erteilen.

Vorteile des neuen Verfahrens und der neuen Vorrichtungen:

- Hoher Abscheidegrad für die Staubpartikel
- Geringes Bauvolumen der Filter, insbesondere gegenüber konventionellen Filtern stark verkürzte Abmessungen in Strömungsrichtung
- Hohe energetische Leistungsdichte
- Geringer spezifischer Leistungsaufwand
- Hohe Betriebssicherheit (Freiheit von unerwünschten Durch- und Überschlägen an den Elektroden)

FIG.1

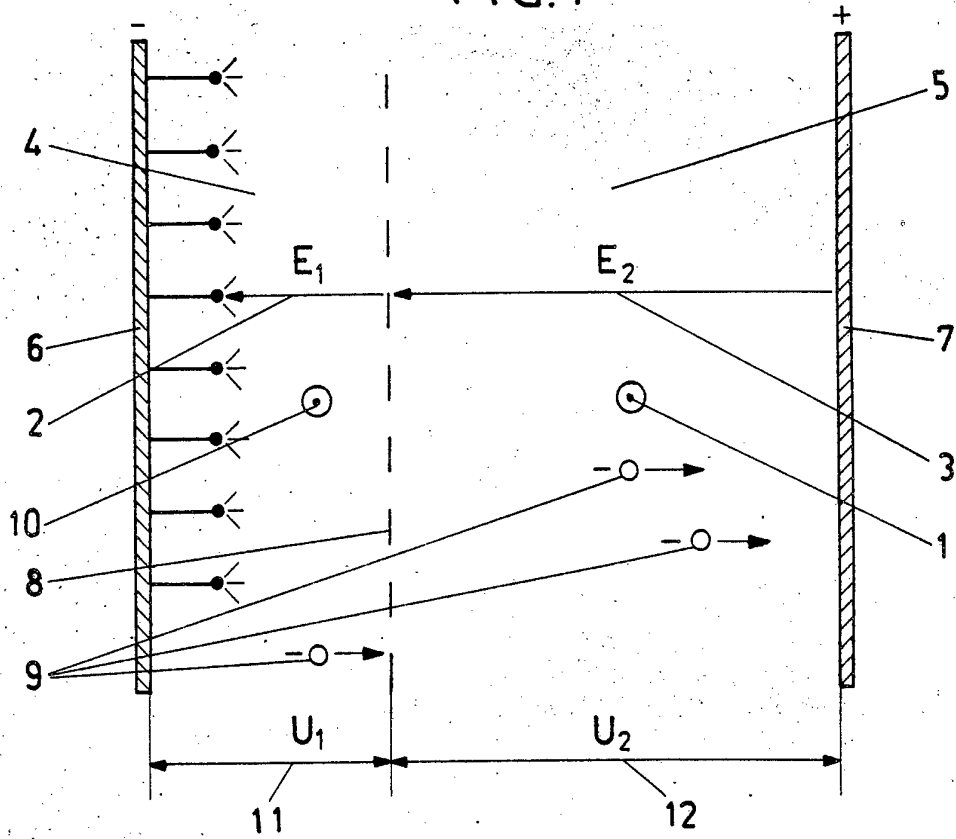


FIG.2

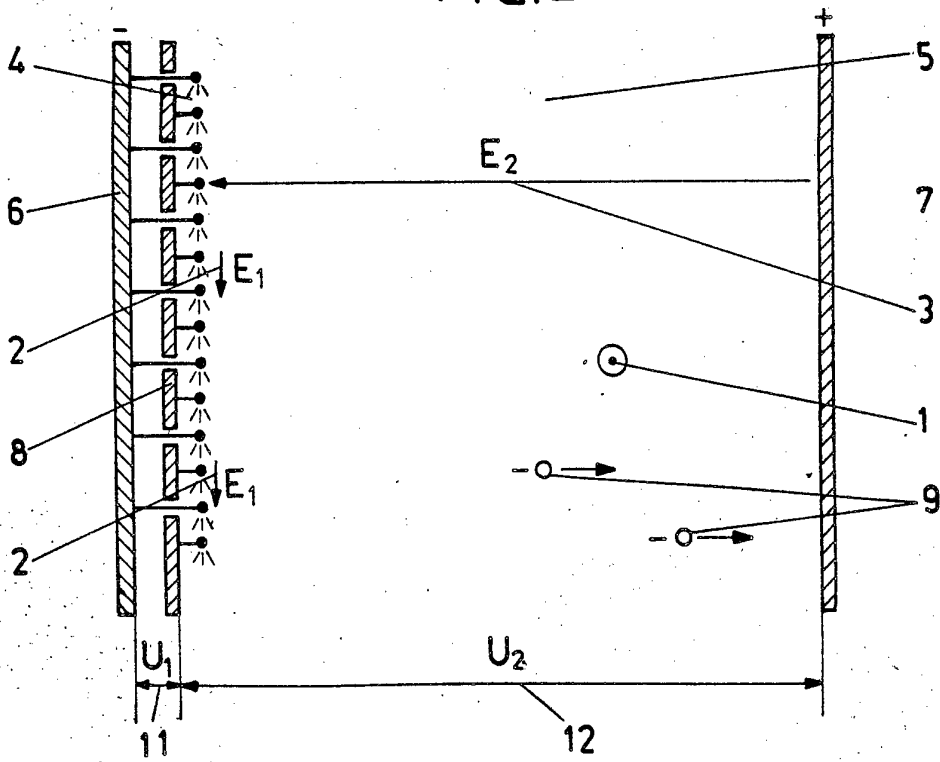


FIG.3

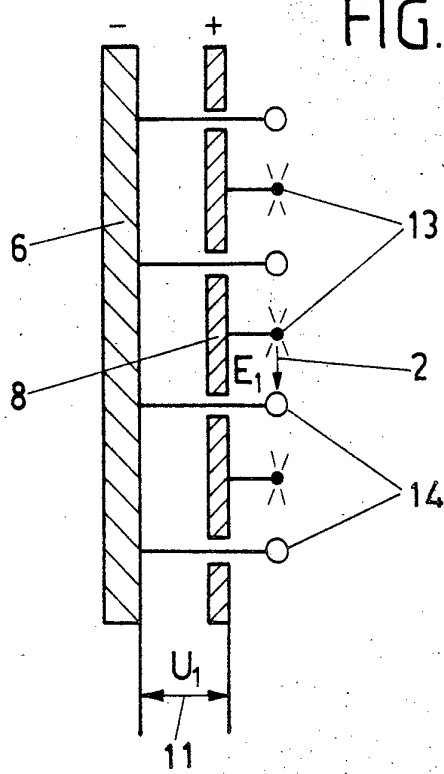


FIG.4

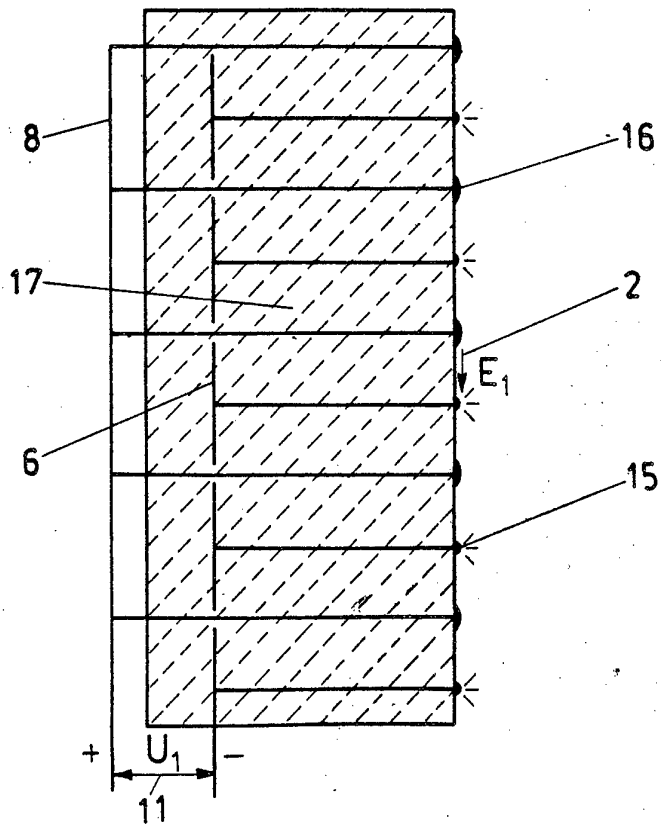


FIG.5

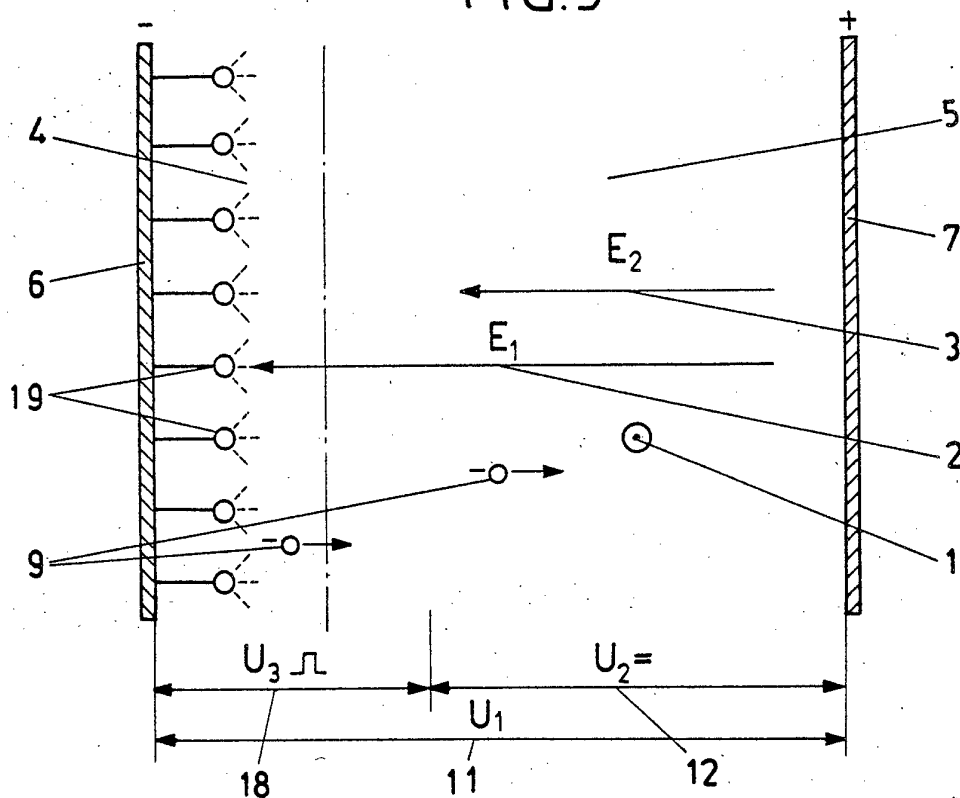


FIG.6

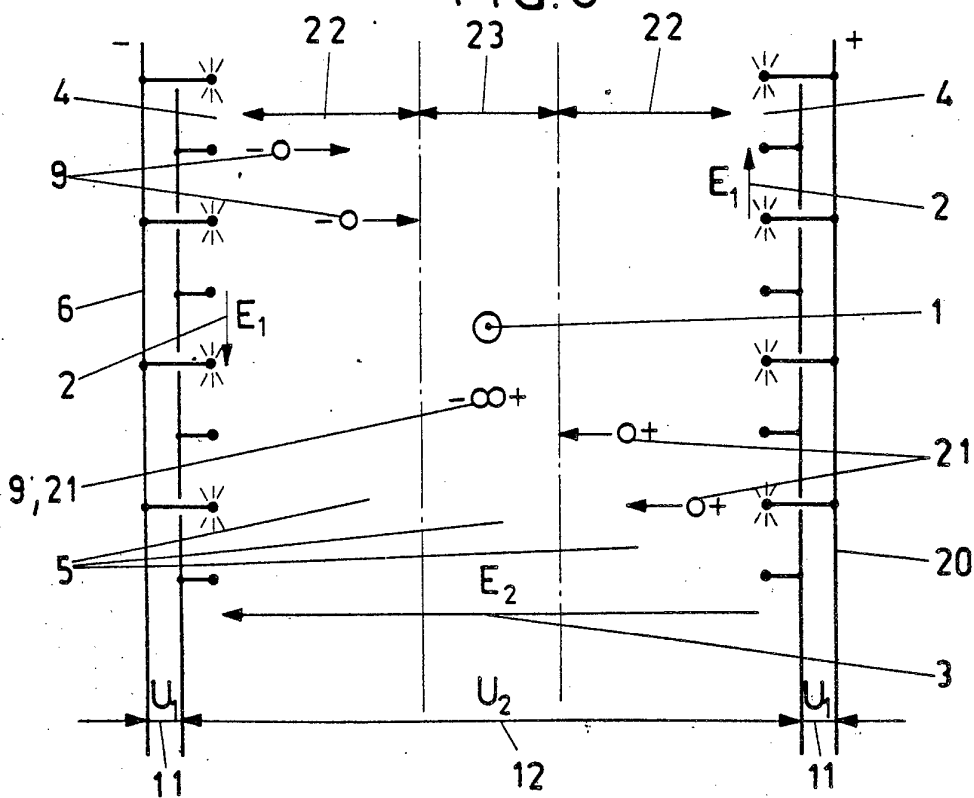


FIG. 7

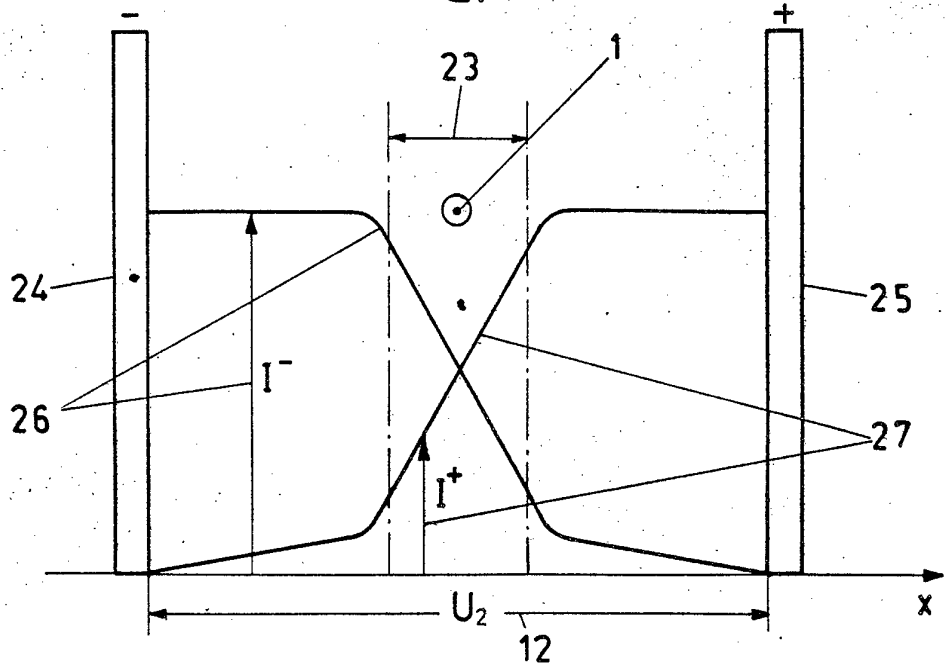


FIG. 8

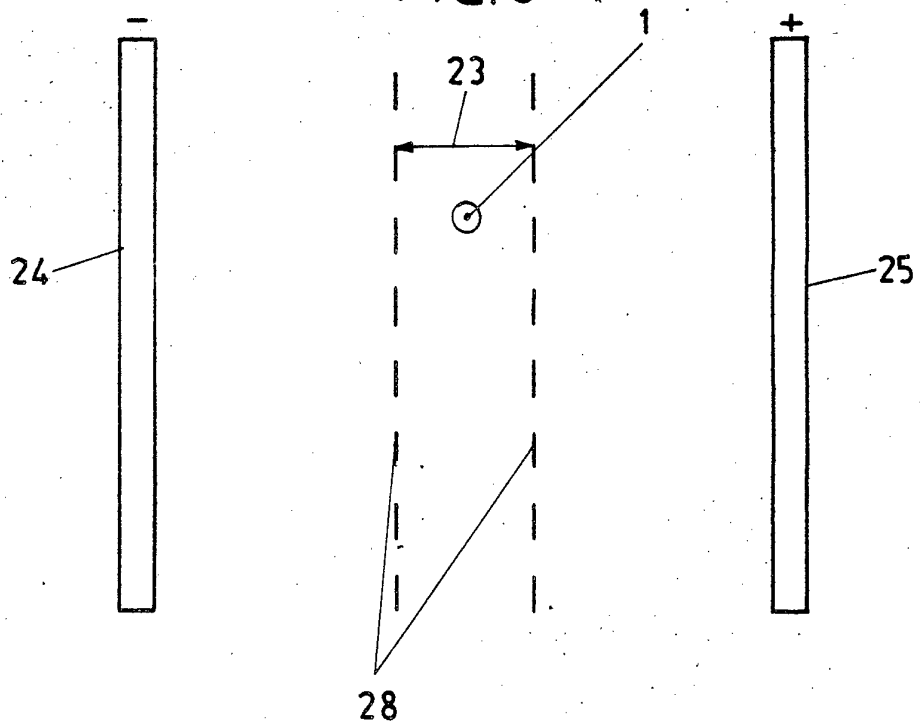


FIG.9

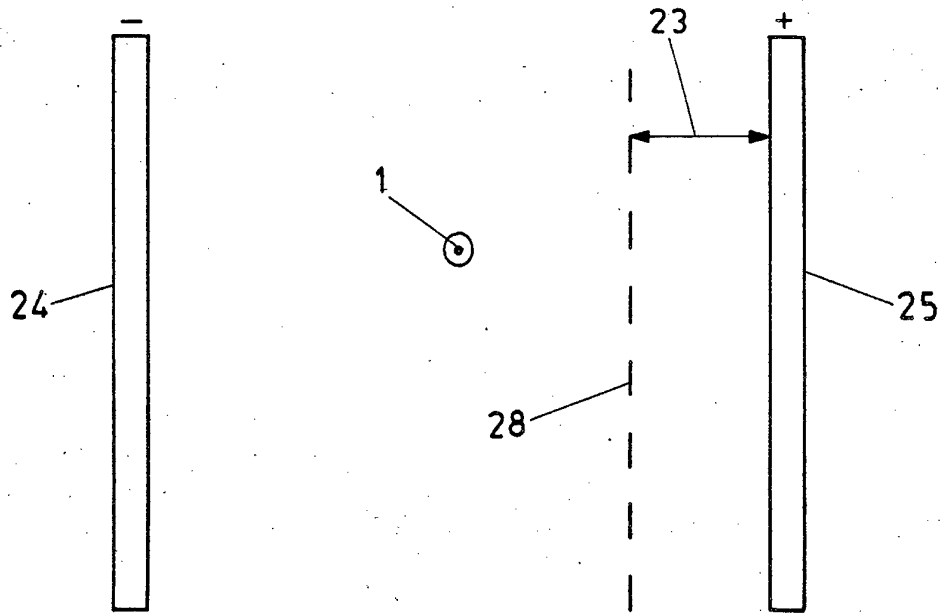
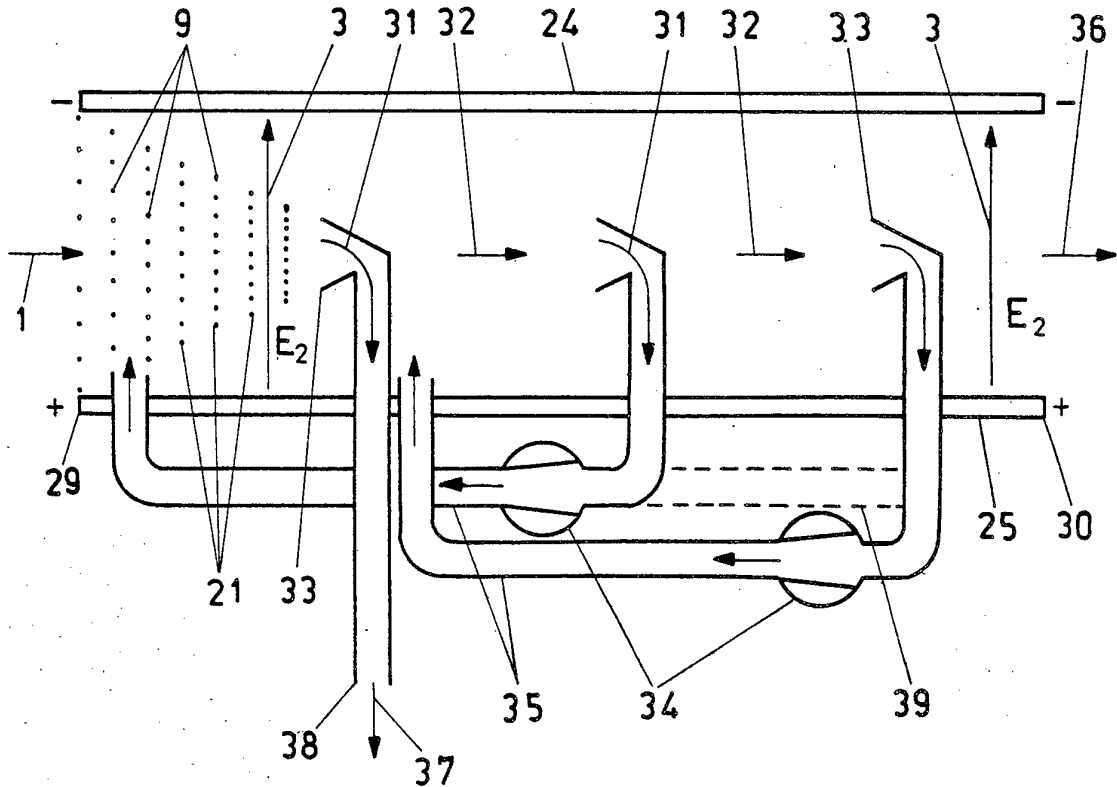


FIG.10



125/84
1975-305705

FIG. 11

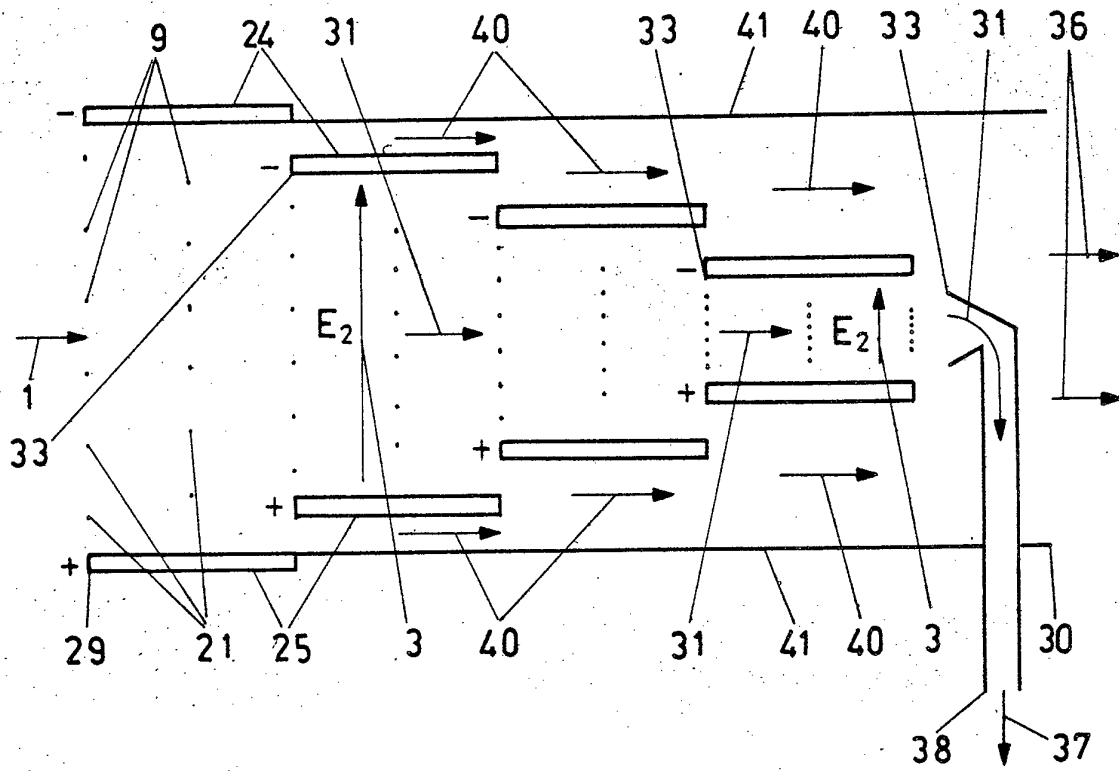
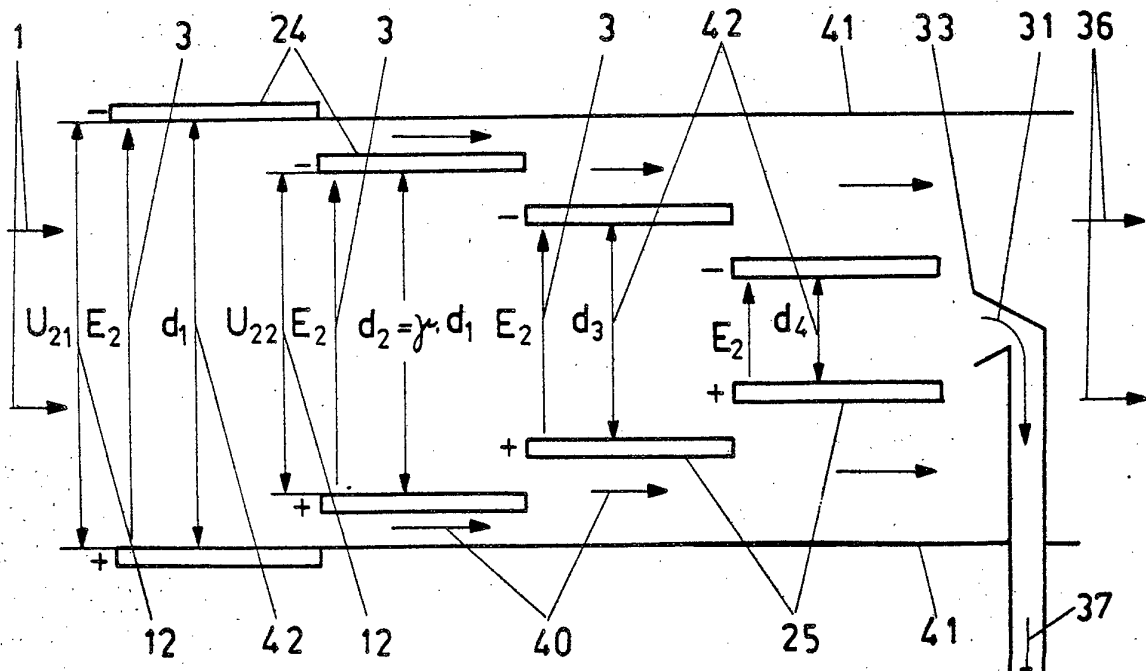


FIG. 12



208705

7/11
FIG.13

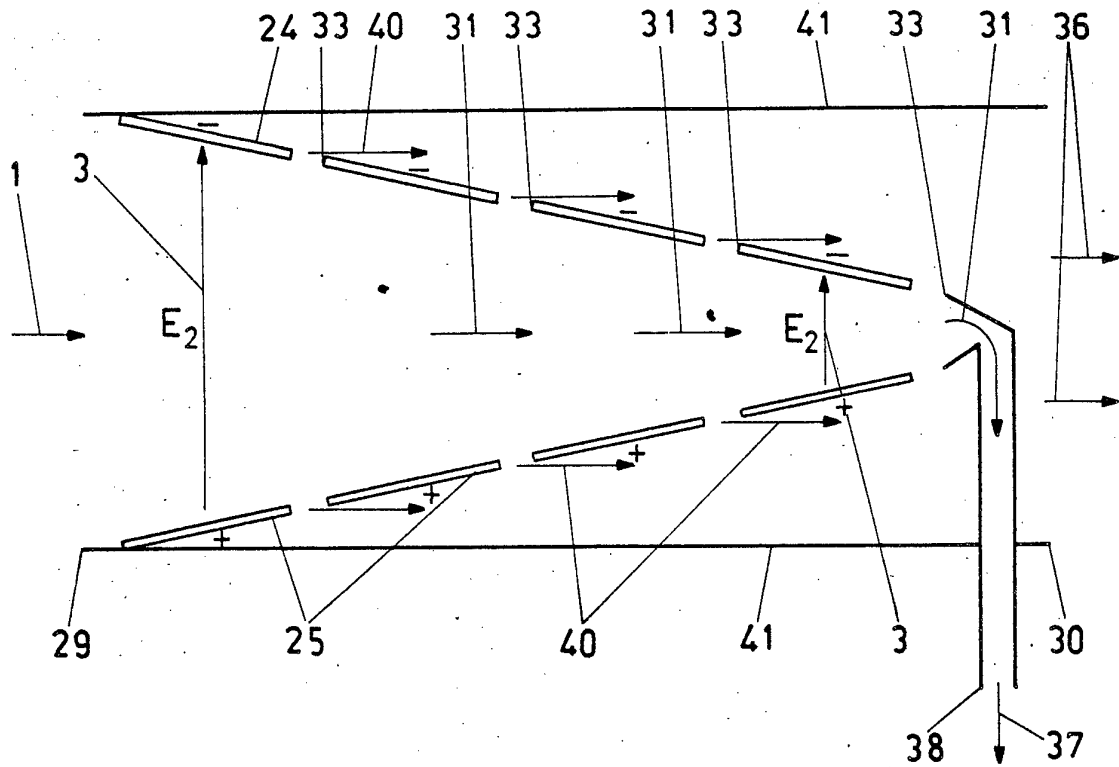
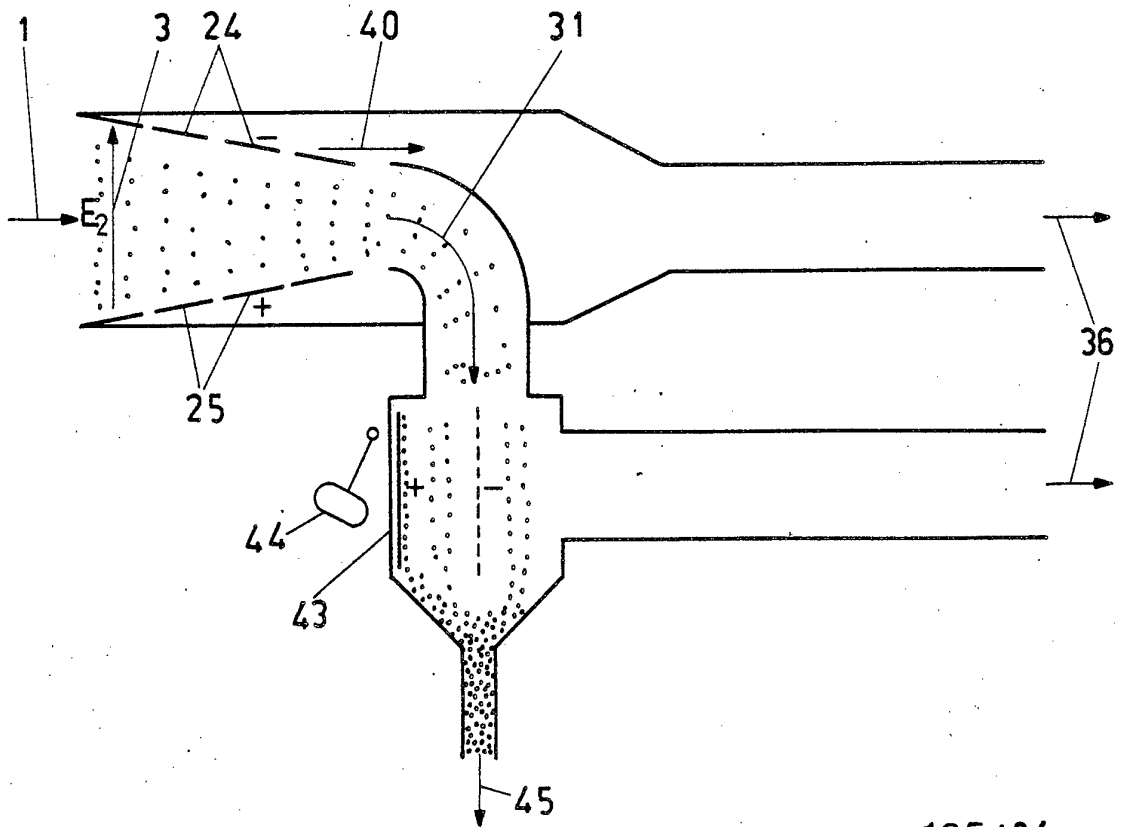
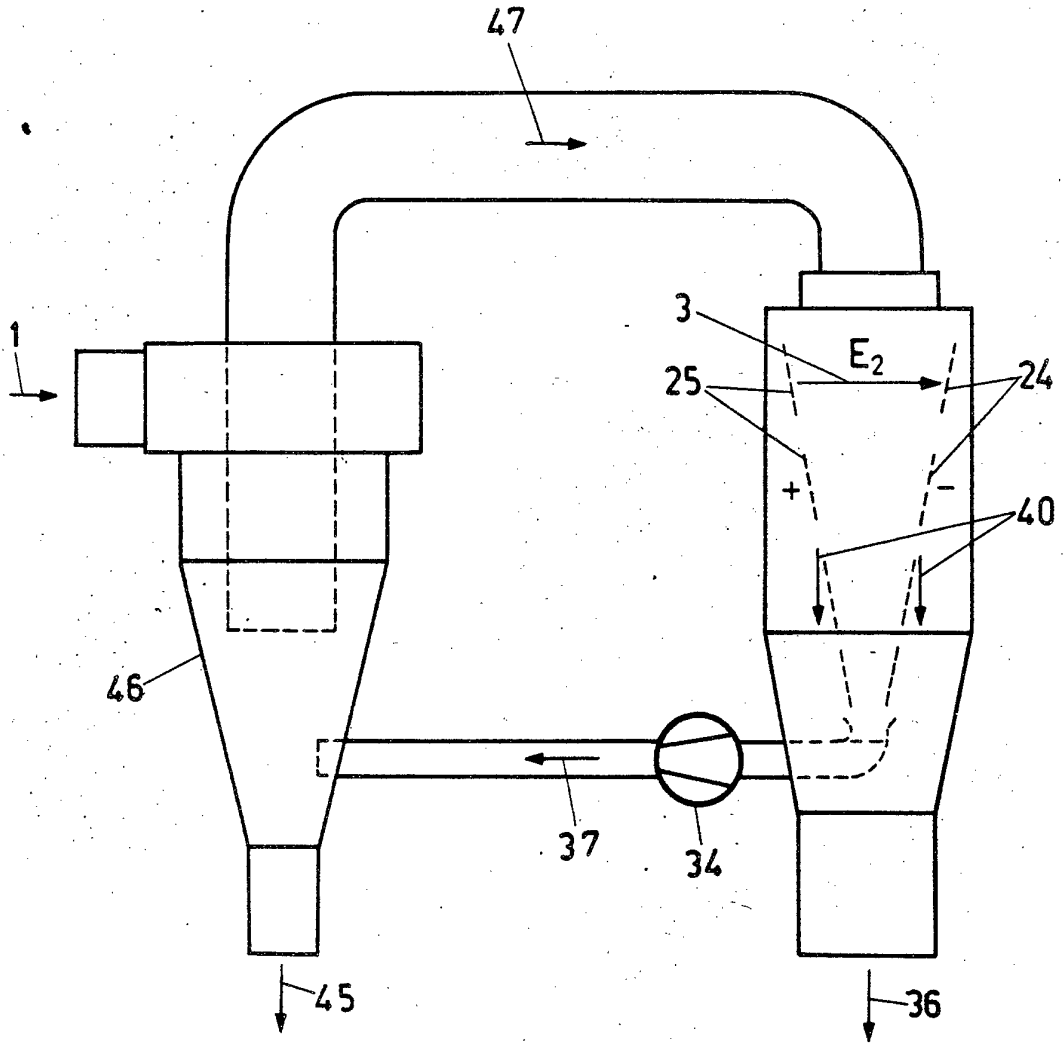


FIG.14



125/84-375709

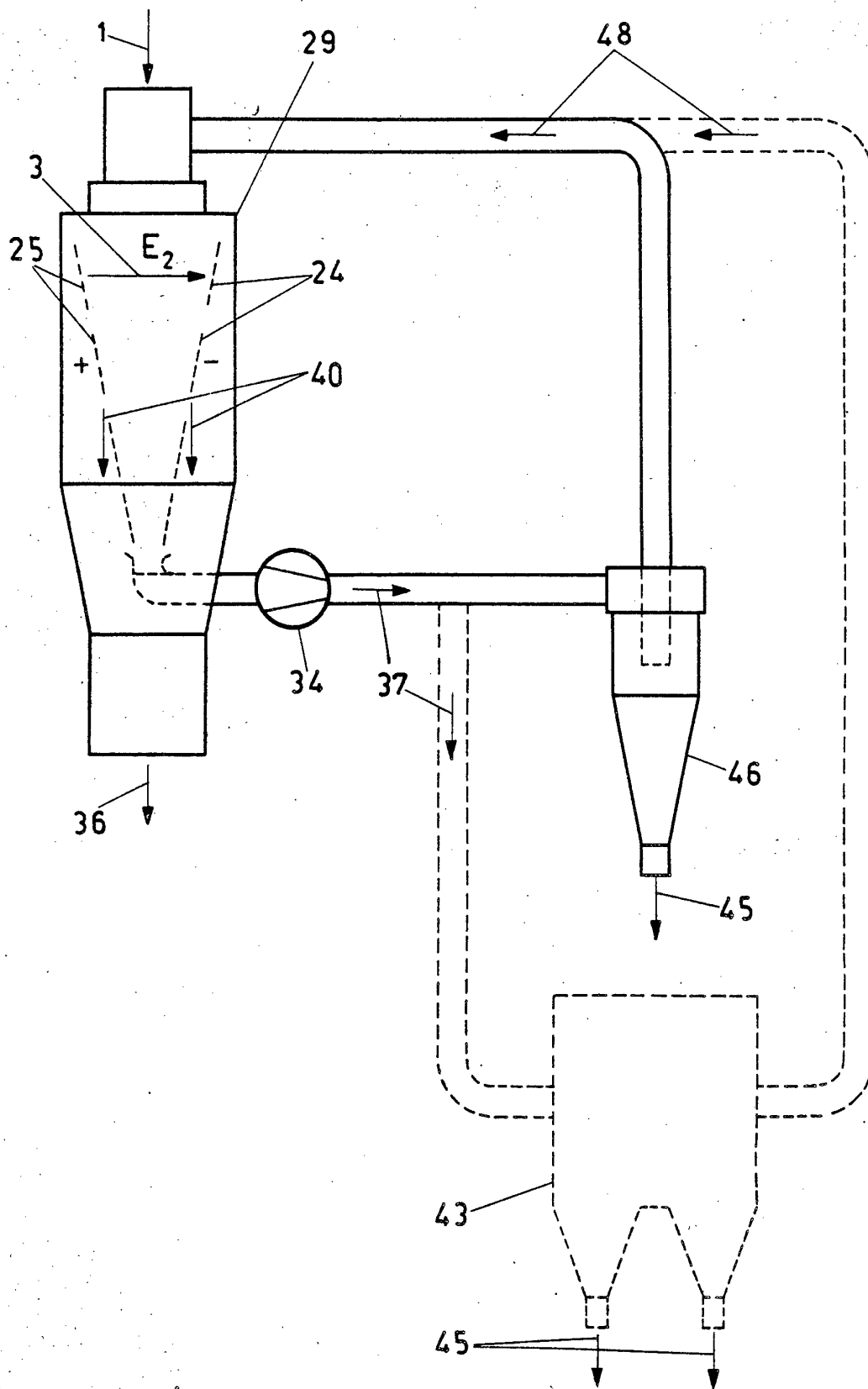
FIG.15



125/84

9/11

FIG.16



125/84

1003-25704

FIG.17

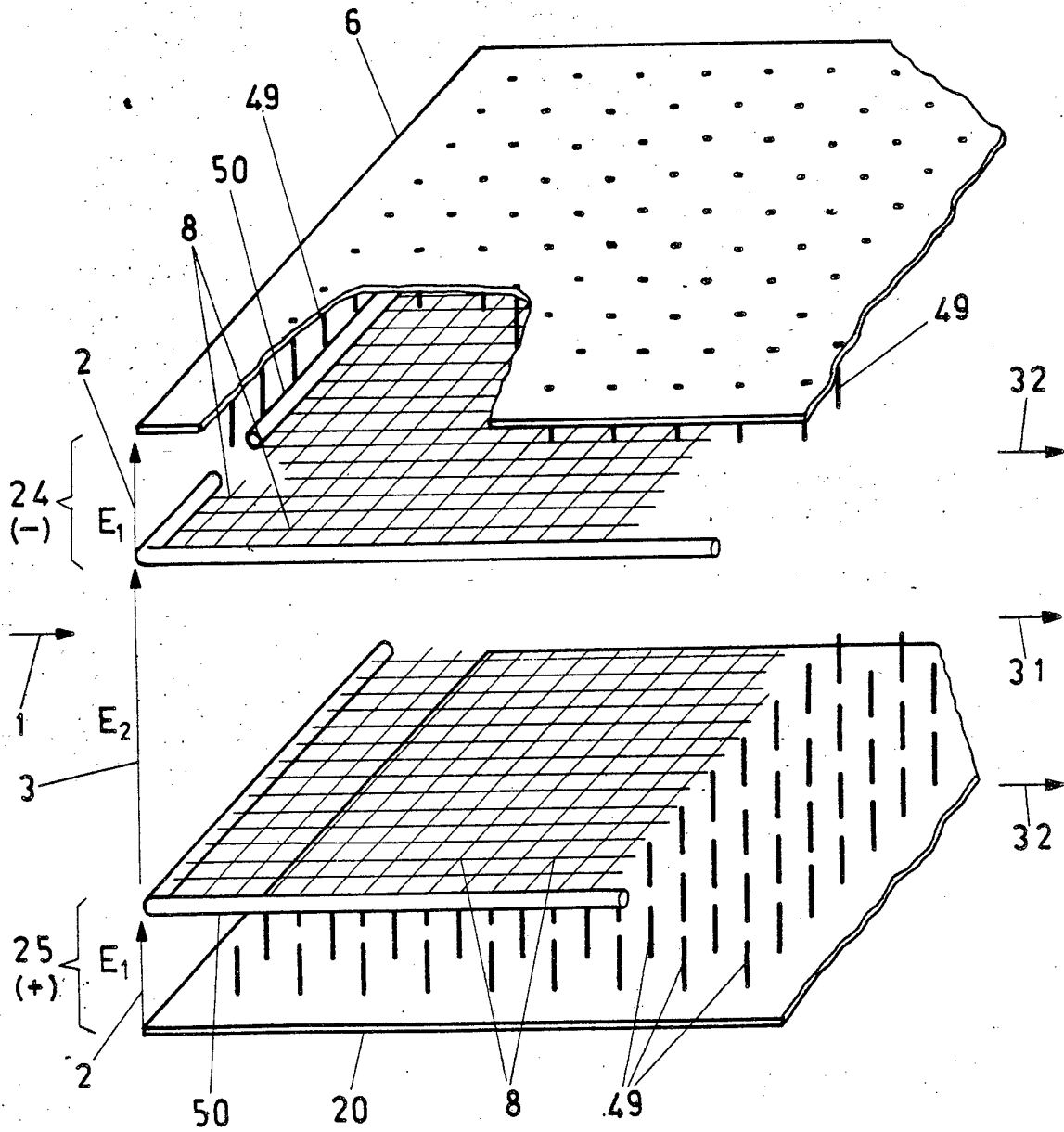


FIG. 18

