

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 246943 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **439304**

(22) Data zgłoszenia: **2021.10.25**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.05.02 BUP 18/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.04.07 WUP 14/2025**

(51) MKP:

B03C 3/36 (2006.01)

B03C 3/08 (2006.01)

B01D 53/32 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT MASZYN PRZEPŁYWOWYCH
IM. ROBERTA SZEWAŁSKIEGO POLSKIEJ
AKADEMII NAUK, Gdańsk, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**MATEUSZ TAŃSKI, Gdańsk, PL
DARIA PRZYTUŁA, Gdańsk, PL
KATARZYNA GARASZ, Gdańsk, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Małgorzata Matyka, Gdańsk, PL

(54) Tytuł:

Elektrofiltr dwustopniowy

PL 246943 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest elektrofiltr dwustopniowy z jonizatorem wyposażonym w kierownicę strumienia powietrza, w którym do elektrostatycznego oczyszczania powietrza ze stałych cząstek zanieczyszczeń zastosowano powierzchniowe wyładowanie barierowe.

Stan techniki

Znane są z opisów patentowych elektrofiltry dwustopniowe, w których do wytworzenia ładunków elektrycznych w jonizatorze zastosowano układ elektrod typu drut-płyta.

W następujących opisach: US 2129783 (A), US 2875845 (A), US 2672948 (A) i US 3066463 (A) ujawniono elementy elektrofiltru, jednak w urządzeniach tych nie zastosowano powierzchniowego wyładowania barierowego, ani nie posiadają one kierownicy strumienia powietrza.

Znane są z opisów patentowych również urządzenia służące do zmniejszania zanieczyszczenia cieczy i gazów wykorzystujące w tym celu zjawisko dysocjacji zanieczyszczeń w plazmie objętościowego wyładowania barierowego. W opisie patentowym US 6811757 (B2) opisano zastosowanie objętościowego wyładowania barierowego do oczyszczania gazów i cieczy w plazmie, wytworzonej za pomocą układu elektrod rurowych.

W innym opisie patentowym, US 7767167 (B2), opisano zastosowanie generatora plazmy objętościowego wyładowania barierowego do neutralizacji lotnych związków organicznych, w którym układ elektrod ma postać szeregu ustawionych równolegle do siebie płaskich płyt.

W patencie US 6700093 (B2) opisano zastosowanie objętościowego wyładowania barierowego do usuwania z gazu perfluorowęglowodorów w wyniku ich dysocjacji w plazmie wyładowania barierowego, wytworzonej pomiędzy elektrodami w kształcie dwóch ustawionych współosiowo rur o różnych średnicach.

W patencie US 6245299 (B1) opisano zastosowanie objętościowego wyładowania barierowego do oczyszczania powietrza ze szkodliwych związków lotnych za pomocą serii generatorów plazmy objętościowego wyładowania barierowego, składających się z dwóch równoległych elektrod płaskich odseparowanych warstwą bariery dielektrycznej.

Z innych opisów patentowych znane są także aktuatory powierzchniowego wyładowania barierowego, służące do wytworzenia przepływu elektrohydrodynamicznego, których celem jest zmniejszenie siły oporu aerodynamicznego w zastosowaniach lotniczych.

W patencie US 7380756 (B1) opisano aktuator zbudowany z dwóch elektrod płaskich umieszczonych asymetrycznie po przeciwnych stronach bariery dielektrycznej.

Z międzynarodowej publikacji: M. Tański, A. Berendt, J. Mizeraczyk, „Closed SDBD-driven two-stage electrostatic precipitator”, Journal of Cleaner Production 226, 74–84, 2019, znana jest ogólna koncepcja działania elektrofiltru z powierzchniowym wyładowaniem barierowym. W publikacji tej autorzy opisują badania nad skutecznością odpylania elektrofiltru z powierzchniowym wyładowaniem barierowym, jednakże w przedstawionym przez nich układzie elektrofiltr nie jest wyposażony w kierownicę strumienia powietrza.

Znany jest ponadto polski wzór użytkowy W. 128267, opisujący układ elektrod dla dwustopniowego elektrofiltru z wyładowaniem barierowym. Jednakże opis tego układu również nie uwzględnia kierownicy strumienia powietrza.

Opis wynalazku

Wynalazek przeznaczony jest do oczyszczania powietrza z lotnych cząstek zanieczyszczeń (pyłów o rozmiarach mikronowych oraz mniejszych). Celem niniejszego wynalazku jest zwiększenie skuteczności filtracji powietrza w elektrofiltrze w trojaki sposób. Dzieje się to poprzez: i) wymuszenie przepływu zanieczyszczonego powietrza przez obszar plazmy powierzchniowego wyładowania barierowego, ii) zapobieganie mieszaniu się strumienia powietrza niosącego naładowane elektrycznie cząstki zanieczyszczeń ze strumieniem powietrza z cząstkami nienaładowanymi, iii) ukierunkowanie elektrohydrodynamicznego przepływu powietrza z obszaru jonizatora do obszaru kolektora elektrostatycznego.

Dwustopniowy elektrofiltr składa się z dwóch sekcji: sekcji jonizatora i sekcji separatora elektrostatycznego. W jonizatorze elektrofiltru zachodzi generacja jonów, które w wyniku zderzeń ze znajdującymi się w powietrzu cząstkami zanieczyszczeń, powodują elektryczne ładowanie tych cząstek. Właściwe odpylanie naładowanych elektrycznie cząstek zanieczyszczeń odbywa się w kolektorze elektrostatycznym, w którym za pomocą układu elektrod wytwarzane jest stałe pole elektryczne. Pod wpływem

siły Coulomba naładowane cząstki zanieczyszczeń poruszają się w kierunku elektrod zbiorczych kolektora, a następnie gromadzą się na nich.

Przedmiotem wynalazku jest elektrofiltr dwustopniowy, zawierający elektrodę wysokonapięciową jonizatora, elektrodę uziemioną jonizatora, barierę dielektryczną jonizatora, elektrodę wysokonapięciową kolektora elektrostatycznego, oraz elektrodę uziemioną kolektora elektrostatycznego, gdzie kierownica strumienia powietrza, która ma postać płaskiej płyty wykonanej z materiału dielektrycznego i umieszczona jest w płaszczyźnie jonizatora, na całej jego szerokości.

Elektrofiltr, gdzie płaszczyzna kierownicy znajduje się nierównolegle w stosunku do płaszczyzny bariery dielektrycznej jonizatora.

Elektrofiltr, gdzie krawędź wlotowa kierownicy znajduje się ponad krawędzią elektrody wysokonapięciowej jonizatora w odległości od 1 do 5 mm od jej powierzchni.

Elektrofiltr, gdzie krawędź wylotowa kierownicy łączy się z krawędzią elektrody wysokonapięciowej kolektora elektrostatycznego.

Opis figur

Fig. 1 – rzut elektrofiltru z jonizatorem powierzchniowego wyładowania barierowego wyposażonego w kierownicę strumienia powietrza.

Fig. 2 – przekrój poprzeczny przez elektrofiltr z jonizatorem powierzchniowego wyładowania barierowego wyposażonego w kierownicę strumienia powietrza.

Wynalazek ilustruje następujący przykład wykonania, niestanowiący jego ograniczenia.

Przykład:

W elektrofiltrze dwustopniowym powietrze zanieczyszczone stałymi cząstkami lotnymi wpływa do strefy jonizatora, zbudowanego z elektrody wysokonapięciowej (1) i elektrody uziemionej (3), które umieszczone są po przeciwnych stronach bariery dielektrycznej (2), w taki sposób, iż krawędź elektrody wysokonapięciowej (1) znajduje się antysymetrycznie ponad krawędzią elektrody uziemionej (3). Wysokie napięcie zmienne przyłożone do elektrody wysokonapięciowej (1) powoduje wytworzenie na powierzchni elektrody wysokonapięciowej jonizatora (1) powierzchniowego wyładowania barierowego i w rezultacie wygenerowanie w powietrzu jonów. Następnie jony te zderzają się z cząstkami zanieczyszczeń znajdujących się w powietrzu (stałe cząstki lotne) powodując ich elektryczne ładowanie ładunkami obu znaków. Zaletą zastosowania tego typu wyładowania w porównaniu do klasycznego wyładowania koronowego stosowanego zwyczajowo w elektrofiltrach jest to, że wytwarza ono zarówno dodatnie, jak i ujemne jony, co skutkuje ładowaniem cząstek zanieczyszczeń ładunkami obu znaków, to z kolei przekłada się na wyższą skuteczność filtracji. Poza elektrostatycznym ładowaniem cząstek zanieczyszczeń, powierzchniowe wyładowanie barierowe powoduje także generowanie elektrohydrodynamicznego przepływu (5) powietrza. Przepływ ten polega na przekazaniu pędu jonów wygenerowanych w plazmie wyładowania barierowego cząsteczkom powietrza. W ten sposób w elektrofiltrze powstaje ukierunkowany przepływ powietrza do strefy kolektora elektrostatycznego, w którym zachodzi właściwe odpylanie naładowanych elektrycznie cząstek zanieczyszczeń. Kolektor elektrostatyczny składa się z dwóch, umieszczonych równolegle do siebie elektrod: elektrody wysokonapięciowej (6) i elektrody uziemionej (7). Do elektrody wysokonapięciowej (6) kolektora przyłożone jest wysokie napięcie stałe, w wyniku czego pomiędzy elektrodami kolektora wytworzone jest stałe pole elektryczne. Naładowane elektrycznie cząstki zanieczyszczeń, które wpłynęły do obszaru kolektora elektrostatycznego w skutek przepływu elektrohydrodynamicznego generowanego przez jonizator poruszają się pod wpływem sił Coulomba w kierunku elektrod kolektora, a następnie osiadają na nich. Oczyszczone w ten sposób z cząstek lotnych powietrze wypływa z elektrofiltru.

Kierownica strumienia powietrza (4) wykonana jest z materiału dielektrycznego i ma postać płaskiej płytki. Zamontowana jest ona w płaszczyźnie jonizatora, na całej jego szerokości w taki sposób, iż jedna jej krawędź znajduje się w odległości od 1 mm do 5 mm od powierzchni elektrody wysokonapięciowej jonizatora (1), druga natomiast krawędź znajduje się na krawędzi elektrody wysokonapięciowej kolektora elektrostatycznego (6). Działanie kierownicy (4) polega na wymuszeniu przepływu zanieczyszczonego powietrza wpływającego do obszaru jonizatora przez obszar plazmy powierzchniowego wyładowania barierowego, a następnie ukierunkowaniu przepływu elektrohydrodynamicznego powietrza z obszaru jonizatora do obszaru kolektora elektrostatycznego. Jednocześnie funkcją kierownicy jest zapobieganie mieszaniu się strumienia powietrza niosącego naładowane już w jonizatorze cząstki zanieczyszczeń ze strumieniem powietrza z cząstkami nienaładowanymi.

Wymuszenie przepływu zanieczyszczonego powietrza przez obszar plazmy powierzchniowego wyładowania barierowego jest zaletą prezentowanego wynalazku, wpływa ono bowiem na zwiększenie

skuteczności filtracji. Dzięki temu większa ilość cząstek zanieczyszczeń zostaje naładowana elektrycznie, niż w przypadku braku kierownicy strumienia powietrza. Ponadto zastosowanie wynalazku zapobiega cofaniu się powietrza z obszaru jonizatora w skutek wiru powietrza powstającego nad jonizatorem w wyniku generacji przepływu elektrohydrodynamicznego. W przypadku braku kierownicy przepływu, to niekorzystne zjawisko może powodować mieszanie się strumienia naelektryzowanych i nienaelektryzowanych cząstek zanieczyszczeń, co w konsekwencji powoduje zmniejszenie skuteczności filtracji. Wynalazek powoduje także ukierunkowanie elektrohydrodynamicznego przepływu strumienia powietrza z obszaru jonizatora do obszaru kolektora elektrostatycznego. Dzięki temu strumień powietrza niosącego naładowane elektrycznie cząstki zanieczyszczeń zostaje skierowany bezpośrednio pomiędzy układ elektrod kolektora elektrostatycznego, co korzystnie wpływa na skuteczność filtracji.

Elektrofiltr dwustopniowy z jonizatorem powierzchniowego wyładowania barierowego zbudowany jest z pary elektrod: elektrody wysokonapięciowej (1) i elektrody uziemionej (3), które umieszczone są antysymetrycznie po przeciwnej stronie bariery dielektrycznej (2), w taki sposób, iż krawędź elektrody wysokonapięciowej znajduje się ponad krawędzią elektrody uziemionej. Jonizator wymusza elektrohydrodynamiczny przepływ (5) powietrza do obszaru kolektora elektrostatycznego składającego się z dwóch umieszczonych równolegle do siebie elektrod: wysokonapięciowej (6) i uziemionej (7). Kierownica strumienia powietrza (4) ma postać płaskiej płyty wykonanej z materiału dielektrycznego i umieszczona jest w płaszczyźnie jonizatora na całej jego szerokości, w taki sposób, iż jedna jej krawędź znajduje się nad krawędzią elektrody wysokonapięciowej jonizatora, w odległości od 1 mm do 5 mm od niniejszej elektrody. Druga krawędź kierownicy znajduje się na krawędzi elektrody wysokonapięciowej kolektora elektrostatycznego.

Wykaz oznaczeń:

- 1 – Elektroda wysokonapięciowa jonizatora
- 2 – Bariera dielektryczna jonizatora
- 3 – Elektroda uziemiona jonizatora
- 4 – Kierownica strumienia powietrza
- 5 – Kierunek przepływu elektrohydrodynamicznego
- 6 – Elektroda wysokonapięciowa kolektora elektrostatycznego
- 7 – Elektroda uziemiona kolektora elektrostatycznego

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektrofiltr dwustopniowy, zawierający elektrodę wysokonapięciową jonizatora, elektrodę uziemioną jonizatora, barierę dielektryczną jonizatora, elektrodę wysokonapięciową kolektora elektrostatycznego, oraz elektrodę uziemioną kolektora elektrostatycznego, **znamienny tym**, że zawiera kierownicę strumienia powietrza (4), która ma postać płaskiej płyty wykonanej z materiału dielektrycznego i umieszczona jest w płaszczyźnie jonizatora, na całej jego szerokości.
2. Elektrofiltr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że płaszczyzna kierownicy (4) znajduje się nierównolegle w stosunku do płaszczyzny bariery dielektrycznej jonizatora (2).
3. Elektrofiltr według zastrz. 1–2, **znamienny tym**, że krawędź wlotowa kierownicy (4) znajduje się ponad krawędzią elektrody wysokonapięciowej jonizatora (1) w odległości od 1 do 5 mm od jej powierzchni.
4. Elektrofiltr według zastrz. 1–3, **znamienny tym**, że krawędź wylotowa kierownicy (4) łączy się z krawędzią elektrody wysokonapięciowej kolektora elektrostatycznego (6).

Rysunki

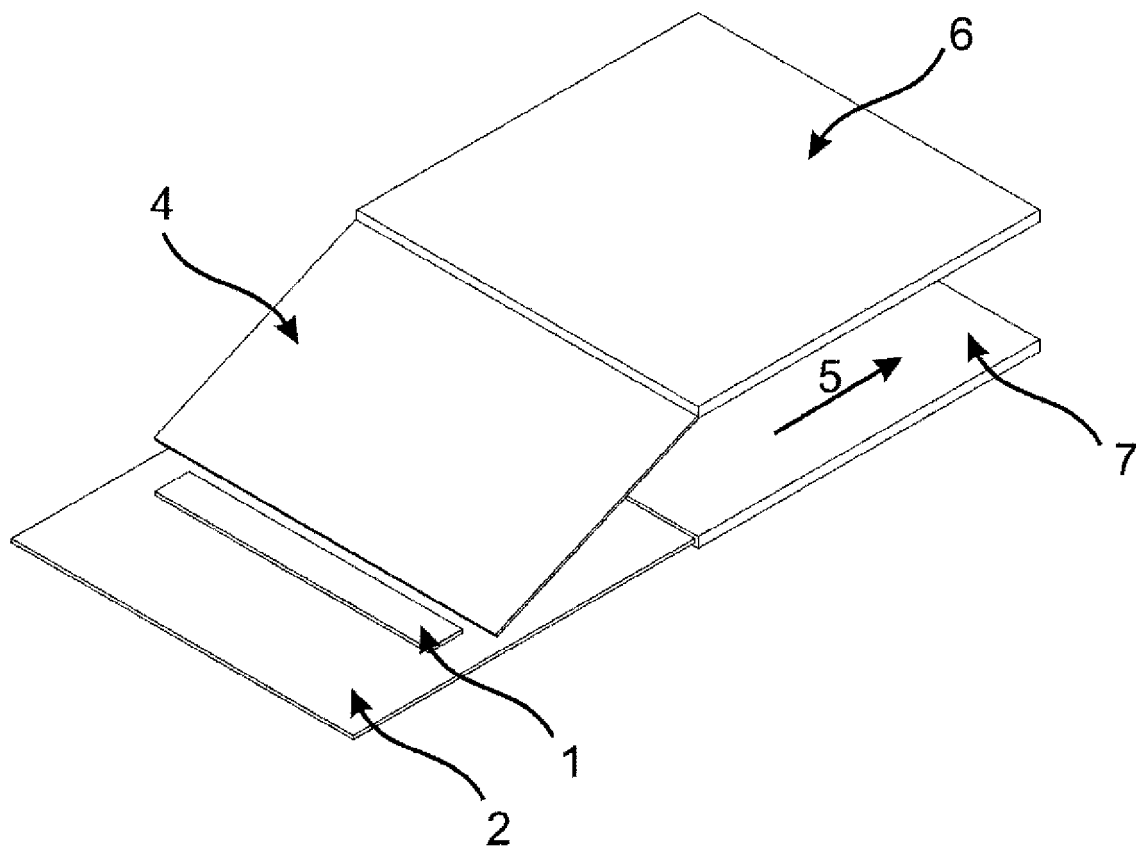


Fig. 1

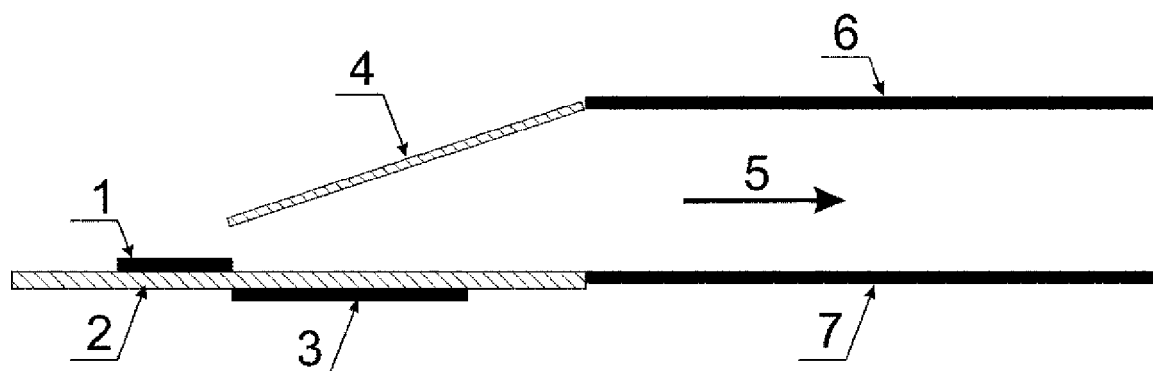


Fig. 2