

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **226199**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **407233**

(51) Int.Cl.

A41D 31/02 (2006.01)

A41D 13/00 (2006.01)

B32B 5/24 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **18.02.2014**

(54)

Tekstylny materiał termo-aktywny

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

25.05.2015 BUP 11/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.06.2017 WUP 06/17

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

ADAM POŚCIK, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Joanna Bocheńska

PL 226199 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest tekstylny materiał termo-aktywny, zapewniający regulację termoizolacyjności odzieży chroniącej przed zimnem.

Człowiek posiada mechanizmy utrzymujące stałą temperaturę wewnętrzną organizmu na poziomie $37\pm 0,4^{\circ}\text{C}$. Zachowanie tego stanu możliwe jest w przypadku utrzymania równowagi pomiędzy ilością ciepła produkowanego w organizmie a odbieranego przez otoczenie. W przypadku zachowania balansu pomiędzy ciepłem produkowanym a ilością ciepła oddawanego do otoczenia, człowiek znajduje się w stanie komfortu termicznego – nie odczuwa ani nadmiernego ogrzania ani ochłodzenia organizmu. Najważniejszymi parametrami wpływającymi na stan równowagi cieplnej są: wydatek energetyczny, temperatura powietrza, prędkość wiatru, wilgotność powietrza oraz izolacyjność cieplna odzieży.

Zapewnienie warunków komfortu cieplnego pracownikom narażonym na pracę w ekstremalnych temperaturach stanowi jedno z najtrudniejszych zadań projektantów odzieży ciepłochronnej.

Wyróżnia się następujące rodzaje tekstylnych materiałów termo-aktywnych:

- materiały ulegające przemianie fazowej,
- układy ogrzewania wykorzystujące energię elektryczną lub słoneczną,
- układy termoizolacyjne z elementami aktywnymi zawierającymi włókna bikomponentowe.

Skuteczność izolacyjności cieplnej odzieży zależy m.in. od struktury i grubości warstw izolacyjnych. Grubość warstw izolacyjnych stosowanych w odzieży chroniącej przed zimnem wynosi od 10 mm do 50 mm, w zależności od przeznaczenia tej odzieży.

Znane są jonowe polimery elektro-aktywne ulegające odwracalnemu odkształceniu pod wpływem polaryzacji napięcia. Obecnie polimery elektro-aktywne są stosowane m.in. w:

- mikrorobotyce, jako „sztuczne mięśnie”,
- systemach mikro-elektro mechanicznych (MEMS), jako inteligentne urządzenia rozruchowe,
- mikro pompach,
- sensorach nacisku i pola akustycznego.

Zasada działania polimerów elektro-aktywnych polega na przemieszczeniu jonów elektrolitu wprowadzonego do wnętrza polimeru, pod wpływem przyłożonego napięcia wymuszającego. Jony te wchodząc w reakcję z grupami funkcyjnymi polimeru powodują zmianę kształtu łańcuchów polimerowych. Zmiana kształtu polimeru jest proporcjonalna do wartości przyłożonego ładunku do jego powierzchni. Jonowe materiały elektro-aktywne mogą być łatwo deformowane, przez zastosowanie niskiego napięcia, w zakresie od 1 V do 3,5 V. Odkształcenie polimeru zależy od przyłożonego napięcia. Zakres odchylenia taśmy wykonanej z polimeru (mierzonej w skali kątowej) jest podobny w obu kierunkach, w przypadku odwrócenia polaryzacji pola elektrycznego.

Tekstylny materiał termo-aktywny według wynalazku składa się z warstwy podszewkowej, korzystnie wykonanej z 100% poliamidu o masie powierzchniowej 35 g/m^2 oraz tkaniny zewnętrznej, korzystnie wykonanej z 70% poliestru oraz 30% poliuretanu o masie powierzchniowej 205 g/m^2 , pomiędzy którymi znajduje się elastyczna warstwa termoizolacyjna, korzystnie włóknina polipropylenowa o masie powierzchniowej 248 g/m^2 i grubości 4 mm. Pomiędzy warstwą podszewkową a tkaniną zewnętrzną utworzone są kanały wykonane z tkaniny podszewkowej a w kanałach tych umieszczone są elementy elektro-aktywne w postaci pasków folii wykonane z polimeru elektro-aktywnego, korzystnie polimeru kwasu tetrafluoroetyleno-perfluoro-3,6-dioksa-4-metyl-7octenosulfonowego i cieczy jonowych o temperaturze krzepnięcia poniżej -10°C , lepkości w temperaturze 20°C poniżej $0,15\text{ Pa}\cdot\text{s}$ oraz przewodnictwie jonowym powyżej $0,25\text{ S/m}$. Jako cieczy jonowe korzystnie stosuje się 1-etylo-3-metyloimidazolo tetrafluoroboran lub 1-etylo-3-metyloimidazolo trifluorometanosulfonian. Element elektro-aktywny pokryty jest co najmniej jedną warstwą przewodzącą i ewentualnie dodatkową warstwą elektroizolacyjną. Na jednym z końców element elektro-aktywny zaopatrzony jest w elektrodę miedzianą wraz przewodami zasilania niskiego napięcia. Elektroda miedziana wraz z przewodami zasilania niskiego napięcia wyprowadzona jest na zewnątrz tkaniny zewnętrznej. Elementy elektro-aktywne w każdym z kanałów połączone są ze sobą równolegle oraz połączone są z tkaniną zewnętrzną oraz warstwą podszewkową. Jako warstwy przewodzące korzystnie stosuje się warstwę platyny oraz nałożoną na nią warstwę złota. Odległość między poszczególnymi elementami elektro-aktywnymi nie powinna przekraczać 40 mm.

Wybór korzystnej włókniny polipropylenowej był podyktowany jej elastycznością umożliwiającą zmianę grubości w zakresie od 40 mm do 20 mm.

Odzież chroniąca przed zimnem wyposażona w tekstylny materiał termo-aktywny do konstrukcji, którego wykorzystano elementy wykonane z polimeru elektro-aktywnego i cieczy jonowych, dzięki temu, że elementy te pełnią rolę siłowników zmieniających grubość warstwy izolacyjnej materiału odzieżowego, posiada regulowaną grubość warstwy izolacyjnej. Co za tym idzie zmienia się izolacyjność cieplna odzieży. Elementy termo-aktywne umieszczone w kanałach i zamocowane do warstw tkaniny, ulegają pod wpływem prądu odkształceniu, to znaczy wyginają się, co prowadzi do ściśnięcia warstwy termoizolacyjnej znajdującej się między tkaniną zewnętrzną, a warstwą podszewkową i zmniejszenia jej grubości.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia przekrój podłużny wycinka tkaniny, Fig. 2 przedstawia przekrój poprzeczny wycinka tkaniny, Fig. 3 przedstawia schemat konstrukcji elementu elektro-aktywnego, Fig. 4 przedstawia sposób łączenia elementów elektro-aktywnych ze sobą, Fig. 5 przedstawia na wykresie zmianę izolacyjności cieplnej materiału termo-aktywnego w zależności od wartości napięcia wymuszającego deformację elementów elektro-aktywnych a Fig. 6 przedstawia na wykresie krzywe zmian temperatury na powierzchni kurtki typ Tourist II, bez napięcia wymuszającego oraz po zastosowaniu napięcia wymuszającego zmianę grubości materiału izolacyjnego, odpowiednio 3,5 V oraz 5,0 V.

P r z y k ł a d

Do konstrukcji modelu materiału termo-aktywnego wykorzystano następujące materiały:

- podszewkę **8** wykonaną z 100% poliamidu typ PIUMI AMT2 o masie powierzchniowej 35 g/m²;
- tkaninę zewnętrzną **9** wykonaną z 70% poliester oraz 30% poliuretan, typ 2L ERICTEX AMT3 (symbol B016YAD), o masie powierzchniowej 205 g/m²,
- włókninę polipropylenową **10** o masie powierzchniowej 248 g/m² i grubości 4 mm.

Wybór włókniny polipropylenowej **10** był podyktowany jej elastycznością umożliwiającą zmianę grubości w zakresie od 40 mm do 20 mm.

Warstwę włókniny polipropylenowej podzielono podszewką na równoległe kanały **11**. Do wnętrza utworzonych kanałów **11** przytwierdzono elementy elektro-aktywne **E** wykonane z polimeru kwasu tetrafluoroetyleno-perfluoro-3,6-dioksa-4-metyl-7-octenosulfonowego **6**, pokrytego warstwami przewodzącymi z platyny **2** i złota **3** oraz dodatkową warstwą elektroizolacyjną **4**, zawierającego ciecz jonową 1-etylo-3-metyloimidazolo trifluorometanosulfonian (EMI-Tf) **5**. Na jednym z końców elementy elektro-aktywne **E** zaopatrzone są w elektrodę miedzianą **1** wraz przewodami zasilania niskiego napięcia **7**. Elektroda miedziana **1** wraz z przewodami zasilania niskiego napięcia **7** wyprowadzona jest na zewnątrz tkaniny zewnętrznej **9**. Ponieważ zakres sił generowanych podczas odkształcania pojedynczych elementów elektro-aktywnych **E** jest niewystarczający do wymuszenia zmiany grubości materiału, do jego konstrukcji wykorzystano zestaw tych elementów **E**, połączonych równoległe. Odległość między poszczególnymi elementami elektro-aktywnymi **E** nie powinna przekraczać 40 mm, w celu zapewnienia zakładanej zmiany grubości materiału.

Dolną część elementów elektro-aktywnych **E** (zwierającą elektrody oraz przewody elektryczne) należy zamocować do tkaniny zewnętrznej **9**, a elementy elektro-aktywne **E** przymocować do przegród wykonanych z materiału podszewkowego. Włożyć wkład izolujący z włókniny polipropylenowej **10** do wykonanych przegród. Zestawy elementów elektro-aktywnych **E** podłączyć do zasilacza.

Podszewkę należy zszyć z materiałem zewnętrznym.

Prototyp odzieży chroniącej przed zimnem składał się z:

- kurtki chroniącej przed zimnem typ Tourist II,
- elementów elektro-aktywnych wraz z układem zasilania,
- pakietu materiałów tekstylnych, zawierającego zewnętrzną warstwę z tkaniny z membraną paroprzepuszczalną, elastycznej warstwy termoizolacyjnej z włókniny oraz wewnętrznej warstwy odzieży (podszewki).

Do wytworzenia materiału elektro-aktywnego wykorzystano polimer kwasu tetrafluoroetyleno-perfluoro-3,6-dioksa-4-metyl-7-octenosulfonowego (polimer Nafion), w postaci folii.

W tabeli 1 podano właściwości fizyczne membran z polimeru Nafion, które mogą być stosowane do wytwarzania elementów elektro-aktywnych **E**.

Tabela 1

Typ membrany	Grubość [mm]	Masa powierzchniowa [m/m ²]	Przewodnictwo właściwe [S/cm]
Nation 117	0,183	360	0,10
Nation 1100	0,254	500	0,10

Procedura wytwarzania materiału elektro-aktywnego składa się z następujących etapów:

- zwiększenie chropowatości powierzchni polimeru,
- czyszczenie polimeru,
- adsorpcja jonów platyny na powierzchni polimeru,
- redukcja jonów platyny na powierzchni polimeru,
- naniesienie właściwej warstwy platyny na powierzchnię polimeru,
- wprowadzenie jonów do wnętrza polimeru,
- naniesienie dodatkowych warstw przewodzących z cienkich folii metalicznych na powierzchnię materiału elektro-aktywnego,
- zamocowanie elektrod miedzianych,
- zamocowanie warstwy elektroizolacyjnej w postaci cienkiej folii z polipropylenu.

Poniżej szczegółowo przedstawiono etapy wytwarzania materiału elektro-aktywnego.

Z folii polimeru (Nafion 117 Nafion 220) wycięto fragmenty o wymiarach 100 mm x 110 mm. Wycięte fragmenty folii poddano ścieraniu, w celu zwiększenia chropowatości powierzchni.

Do ścierania zastosowano 2 kg piasku kwarcowego, wysypywanego z wysokości 2 m, na obracające się tarcze z zamocowaną folią.

Następnie folię umieszczono w wodzie dejonizowanej i poddano czyszczeniu w mieszadle ultradźwiękowym, przez 30 minut w temperaturze pokojowej w celu usunięcia pozostałości kwarcu.

Folię poddano procesowi suszenia i umieszczono w roztworze kwasu solnego o stężeniu 2 mol/dm³. Roztwór podgrzano do temperatury 90°C i mieszano przez 60 minut, przy użyciu mieszadła ultradźwiękowego, w celu usunięcia z membrany zanieczyszczeń oraz jonów.

Folię wyjęto z kwasu solnego i płukano 5-krotnie wodą dejonizowaną, a następnie umieszczono na 30 minut w wodzie dejonizowanej o temperaturze 90°C, i mieszano za pomocą mieszadła ultradźwiękowego.

W kolejnym etapie polimer umieszczono w 120 ml roztworu wodnego chlorku tetra-amino-platyny Pt(NH₃)₄Cl₂ o stężeniu jonów platyny 2 g/dm³. Do mieszaniny dodano 1 ml 5% roztworu wodnego wody amoniakalnej, w celu zobojętnienia roztworu. Mieszaninę pozostawiono na 48 godzin. Roztwór podgrzano do 40°C i dodano 1,4 ml 5% roztworu borowodoru sodu, jednocześnie mieszając. Procedurę dodawania roztworu borowodoru sodu powtarzano 5 razy stopniowo podnosząc temperaturę mieszaniny do 60°C. Zaobserwowano powstanie szarej warstwy metalicznej platyny na powierzchni polimeru. W celu zakończenia reakcji dodano 12 ml roztworu borowodoru sodu i mieszano przez 1,5 godziny w temperaturze 60°C. Wyjęto polimer z roztworu i płukano wodą dejonizowaną. Polimer umieszczono w kwasie solnym o stężeniu 0,1 mol/dm³ i mieszano przez godzinę.

Ponieważ na powierzchni polimeru zostało osadzone jedynie około 0,9 mg platyny na cm², nałożono drugą warstwę metalu.

W tym celu polimer umieszczono w roztworze o stężeniu jonów platyny 3 g/dm³ w 150 ml dejonizowanej wody i dodano 3,3 ml 5% roztworu wody amoniakalnej w celu zobojętnienia roztworu.

Roztwór podgrzano do 40°C, a następnie dodano 4 ml roztworu chlorowodoru hydroksyloaminy – (NH₂OH-HCl) i 2 ml 20% roztworu wodnego hydrazyny.

Roztwór mieszano przez 30 minut z zastosowaniem mieszadła ultradźwiękowego. Procedurę dodawania odczynników redukujących powtarzano 6-krotnie, podnosząc stopniowo temperaturę roztworu do 60°C. Pod koniec reakcji redukcji pobrano próbkę roztworu i dodano 5 mg borowodoru sodu. Ponieważ nie zaobserwowano wytrącenia ciemnego osadu platyny z roztworu zakończono reakcję depozycji platyny na powierzchni polimeru.

Wyjęto polimer z roztworu i przemyto dejonizowaną wodą i umieszczono w roztworze kwasu solnego o stężeniu 0,1 mol/dm³ o temperaturze 90°C. Roztwór mieszano przez 1 godzinę, w celu usunięcia kationów amoniowych z polimeru.

Na podstawie wyznaczenia różnicy masy polimeru przed reakcją i po reakcji, stwierdzono, że wydajność obu procesów depozycji platyny wyniosła 95%.

Próbki polimerów Nafion 117 oraz Nafion 1110, z naniesionymi warstwami przewodzącymi z platyny pocięto na fragmenty o wymiarach 50 mm x 10 mm. Fragmenty polimerów poddano suszeniu pod zmniejszonym ciśnieniem, z wykorzystaniem pompy próżniowej. Następnie próbki polimerów umieszczono w eksykatorze, pod zmniejszonym ciśnieniem nad pięciotlenkiem fosforu, przez 48 godzin, w celu usunięcia pozostałej wody.

Wysuszone fragmenty polimerów z naniesionymi warstwami przewodzącymi umieszczono w cieczy jonowej.

Do konstrukcji elementów elektro-aktywnych mogą być stosowane ciecze jonowe podane w tabeli 2.

Tabela 2

Skrót	Nazwa	Temperatura krzepnięcia [°C]	Lepkość* [Pa·s]	Przewodnictwo jonowe** [S/m]
EMI-BF4	1-Etylo-3-metyloimidazolotetrafluoroboran	-26	0,037	1,4
EMI-Tf	1-Etylo-3-metyloimidazolotrifluoroboran	-11	0,041	0,92

* lepkość w temperaturze 298K

** przewodnictwo jonowe w temperaturze 298K

Ciecze jonowe przeznaczone do stosowania w elementach elektro-aktywnych powinny charakteryzować się temperaturą krzepnięcia powyżej 20°C, lepkością w tej temperaturze poniżej 0,15 [Pa·s] oraz dobrym przewodnictwem jonowym – powyżej 0,25 [S/m].

Wytworzone próbki polimerów, z naniesioną warstwą przewodzącą poddano suszeniu wstępnemu w temperaturze 60°C, pod zmniejszonym ciśnieniem przez 8 h. Następnie próbki umieszczono w eksykatorze pod zmniejszonym ciśnieniem we wnętrzu, którego umieszczono pojemnik ze środkiem absorbującym wodę (pięciotlenkiem fosforu). Po usunięciu pozostałej wody z wnętrza próbek polimerów wprowadzono do ich wnętrza wybrane ciecze jonowe oraz roztwory wodne wybranych chlorków metali.

Elementy elektro-aktywne zanurzono w cieczach jonowych lub roztworach wodnych i poddano mieszaniu ultradźwiękowemu w temperaturze 60°C. W trakcie mieszania próbki poddawano ważeniu, w celu ustalenia stopnia ich nasycenia. Podczas nasycania próbek materiałów elektro-aktywnych obserwowany jest spadek przewodności elektrycznej elektrod platynowych naniesionych na powierzchni polimeru Nafion. Jest to spowodowane pojawieniem się pęknięć warstwy przewodzącej na skutek pęcznienia polimeru podczas procesu nasycania cieczami jonowymi.

W związku, z czym na powierzchnię próbek materiałów elektro-aktywnych należy nanieść dodatkową warstwę przewodzącą.

Do tego celu wykorzystano metodę galwanicznego nanoszenia złota.

Zastosowano kąpiel galwaniczną firmy WELAND numer 2015, zawierającą cyjanek złota(I) w roztworze zasadowym, o stężeniu złota 1 g/dm³. Proces galwanicznego nanoszenia złota prowadzono w temperaturze pokojowej, przez 300 s oraz przy napięciu 7 V.

Po zakończeniu procesu próbkę przemyto wodą dejonizowaną oraz poddano wstępnemu suszeniu w temperaturze 80°C, pod zmniejszonym ciśnieniem, przez 48 h. Następnie próbki ponownie suszono w eksykatorze nad pięciotlenkiem fosforu, pod zmniejszonym ciśnieniem przez 24 h, w celu usunięcia pozostałej wody z wnętrza polimeru.

Po zakończeniu procesu suszenia próbki ponownie nasycano wybranymi cieczami jonowymi.

Do elementów elektro-aktywnych przyklejono elektrody miedziane, za pomocą kleju ELECTON 40 AC. Klej ten zawiera zdyspergowane cząstki srebra w polimerze akrylowym.

Zaletą proponowanego rozwiązania, w stosunku do istniejących na rynku rozwiązań, jest możliwość uzyskania dużego zakresu zmian termoizolacyjności odzieży, przy małym zapotrzebowaniu energetycznym układu oraz związany z tym brak konieczności stosowania układów zasilania o dużej pojemności energetycznej.

Zasilacz umożliwia regulację napięcia w zakresie od 0,7 V do 5 V.

Zasilacz wyposażony jest w 4 standardowe akumulatory typu AA oraz układ umożliwiający ładowanie akumulatorów z sieci elektrycznej (230 V, 50 Hz).

Do zasilacza podłączono moduł wyposażony w czujnik temperatury, umożliwiający automatyczne włączenie układu, po przekroczeniu, ustalonej przez użytkownika odzieży temperatury maksymalnej.

Czujnik temperatury zamocowano do wewnętrznej powierzchni materiału termo-aktywnego. Czujnik temperatury umożliwia włączanie układu w zakresie temperatur pod materiałem odzieżowym od 18°C do 38°C.

Model materiału termo-aktywnego zamocowano do wewnętrznej strony kurtki w górnej części pleców.

Zasilacz, wraz z układem sterującym został zamocowany w kieszeni przytwierdzonej do wewnętrznej strony odzieży termo-aktywnej.

Ze względu na różnice w indywidualnym odczuwaniu komfortu cieplnego pozostawiono możliwość wyboru temperatury oraz zakresu zmian grubości materiału izolacyjnego użytkownikowi odzieży termo-aktywnej.

Wyniki badań prototypu odzieży

Wyniki badań materiału termo-aktywnego

Badania izolacyjności cieplnej modelu materiału termo-aktywnego przeprowadzono z zastosowaniem metody stosowanej do badania izolacyjności cieplnej materiałów opisanej w 5.5 normy PN-EN 511:2009. Wybór tej metody był podyktowany możliwością zamocowania materiału termo-aktywnego podczas badań bez konieczności jego przytwierdzenia za pomocą klamer dociskowych.

Rozwiązanie to umożliwiło uzyskanie swobodnej deformacji badanego materiału pod wpływem działania elementów elektro-aktywnych.

Badania izolacyjności cieplnej modelu materiału termo-aktywnego wykonano dla tego materiału bez napięcia wymuszającego oraz po przyłożeniu napięcia wymuszającego odkształcenie elementów elektro-aktywnych o wartości od 2,0 V, 3,5 V, 4,0 V i 5,0 V. Uzyskane wyniki badań zmian izolacyjności cieplnej modelu materiału termo-aktywnego przedstawiono na wykresie Fig. 5.

Wyniki uzyskanych badań wskazują, że materiał termo-aktywny zmienia izolacyjność cieplną w zakresie od 0.329 [m²K/W] do 0.255 [m²K/W],

Wykonany model materiału charakteryzuje się dużym zakresem zmian izolacyjności cieplnej (0,074 m²K/W) oraz małym zapotrzebowaniem energetycznym (napięcie polaryzacji 5 V oraz natężenie prądu 0,12 A).

Wyniki badań termograficznych

prototypu odzieży chroniącej przed zimnem

Przeprowadzono również badania izolacyjności cieplnej modelu materiału, zmontowanego w kurtce ciepłochronnej, metodą termograficzną.

Krzywe zmian temperatury na powierzchni kurtki w czasie zarejestrowane za pomocą termokamery przedstawiono na wykresie Fig. 6.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że w wyniku wymuszenia zmiany grubości materiału izolacyjnego uzyskano znaczną zmianę izolacyjności cieplnej badanej kurtki ciepłochronnej. Dla kurtki bez włączonego napięcia wymuszającego zmiana temperatury na powierzchni kurtki od 3,5°C do -10°C następuje po 220 s ekspozycji na zimno. Natomiast w przypadku kurtki z włączonym napięciem wymuszającym o wartości 3,5 V, temperatura -10°C na powierzchni kurtki jest rejestrowana po 150 s, a dla kurtki z włączonym napięciem wymuszającym zmianę grubości warstwy izolacyjnej 5,0 V, odpowiednio po 70 s.

Opracowany aktywny materiał termoizolacyjny może stanowić alternatywę dla stosowanych obecnie rozwiązań konstrukcyjnych odzieży wyposażonej w elementy grzejne lub może być stosowany z nimi komplementarnie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Tekstylny materiał termo-aktywny, **znamienny tym**, że składa się z warstwy podszewkowej (8) oraz tkaniny zewnętrznej (9), pomiędzy którymi znajduje się elastyczna warstwa termoizolacyjna (10) a pomiędzy warstwą podszewkową (8) a tkaniną zewnętrzną (9) utworzone są kanały (11) wykonane z tkaniny podszewkowej a w kanałach (11) umieszczone są elementy elektro-aktywne (E) w postaci pasków folii wykonane z polimeru elektro-aktywnego (6) zawierające ciecz jonową o temperaturze krzepnięcia poniżej -10°C, lepkości w temperaturze 20°C poniżej 0,15 Pa·s oraz przewodnictwie jonowym powyżej 0,25 S/m a element elektro-aktywny (E) pokryty jest co najmniej jedną warstwą przewodzącą (2) i ewentualnie dodatkową warstwą elektroizolacyjną (4) a na jednym z końców element elektro-aktywny (E) zaopatrzony jest w elektrodę miedzianą (1) wraz przewodami zasilania niskiego

napięcia (Z), przy czym elektroda miedziana (1) wraz z przewodami zasilania niskiego napięcia (Z) wyprowadzona jest na zewnątrz tkaniny zewnętrznej (9) a ponadto elementy elektro-aktywne (E) w każdym z kanałów (11) połączone są ze sobą równolegle oraz połączone są z tkaniną zewnętrzną (9) oraz warstwą podszeawkową (8).

2. Materiał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że warstwa podszeawkowa (8) wykonana jest z 100% poliamidu o masie powierzchniowej 35 g/m².

3. Materiał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że tkanina zewnętrzna (9) wykonana jest z 70% poliestru oraz 30% poliuretanu o masie powierzchniowej 205 g/m².

4. Materiał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elastyczna warstwa termoizolacyjna (10) wykonana jest z włókniny polipropylenowej o masie powierzchniowej 248 g/m² i grubości 4 mm.

5. Materiał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako polimer elektro-aktywny (6) stosuje się polimer kwasu tertrafluoroetyleno-perfluoro-3,6-dioksa-4-metyl-7-octenosulfonowego.

6. Materiał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako ciecze jonowe stosuje się 1-etylo-3-metyloimidazolo tetrafluoroboran lub 1-etylo-3-metyloimidazolo trifluorometanosulfonian.

7. Materiał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako warstwy przewodzące stosuje się warstwę platyny (2) oraz nałożoną na nią warstwę złota (3).

8. Materiał według zastrz. 1, **znamienny tym**, że odległość między poszczególnymi elementami elektro-aktywnymi (E) nie przekracza 40 mm.

Rysunki

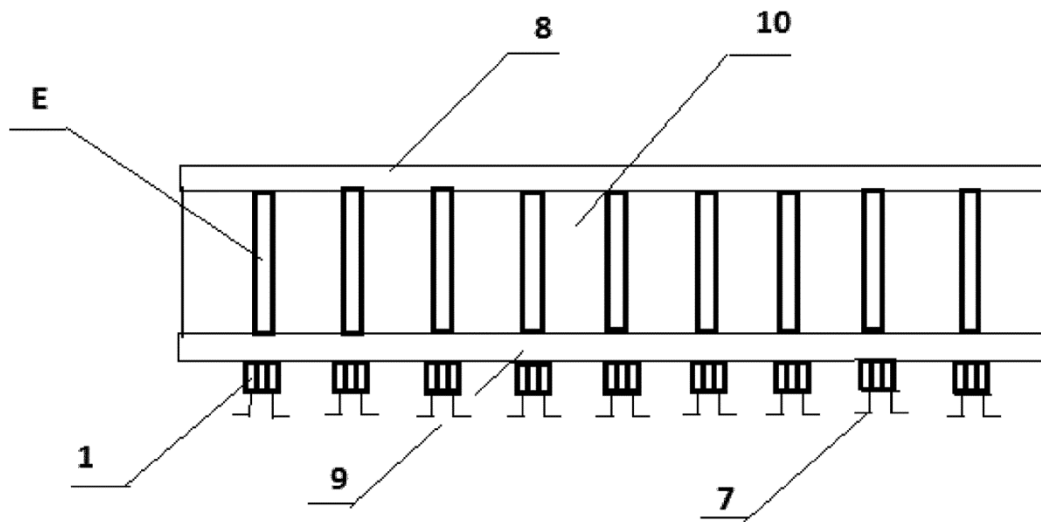


Fig. 1

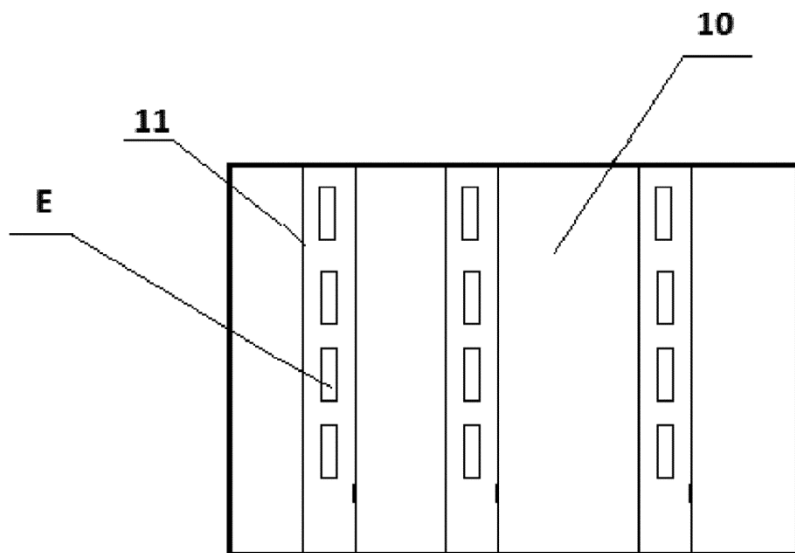


Fig. 2

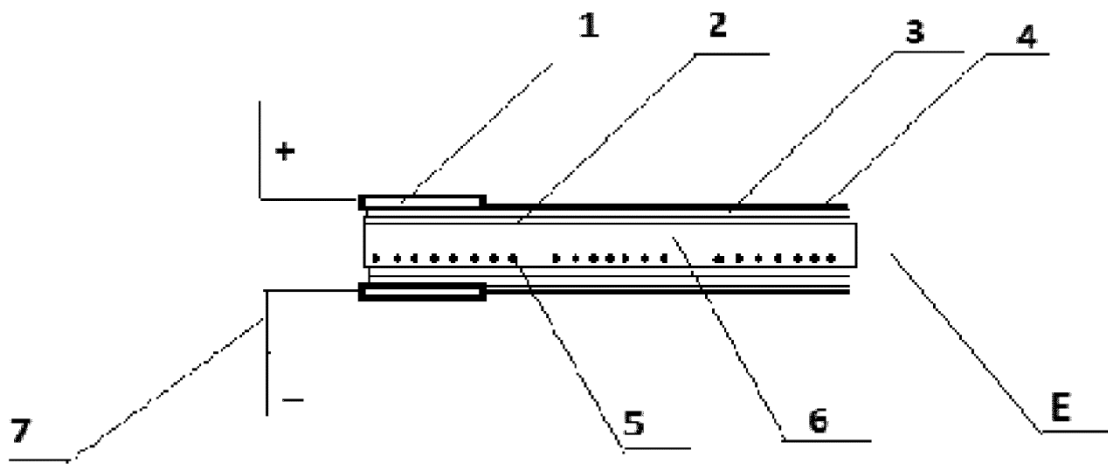


Fig. 3

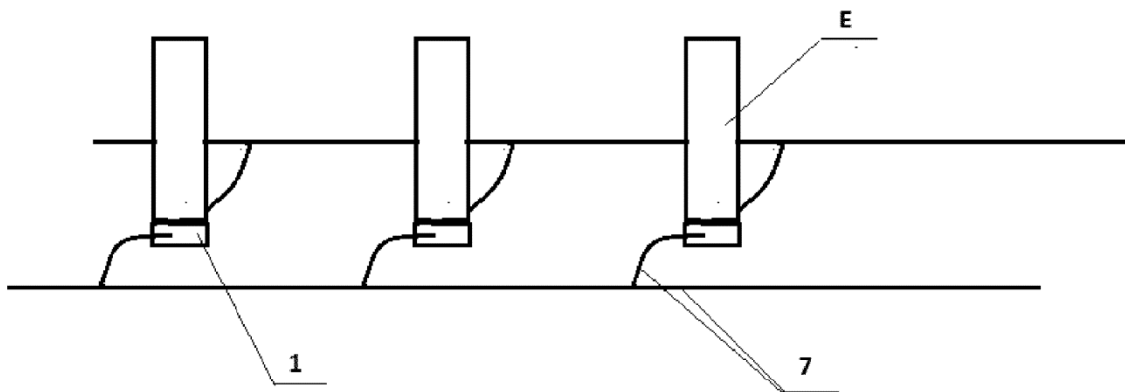


Fig. 4

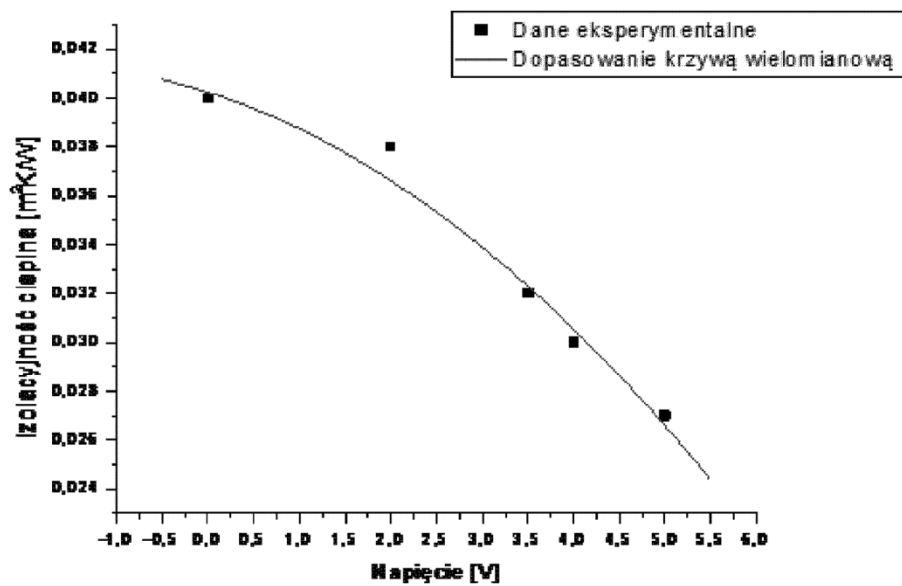


Fig. 5

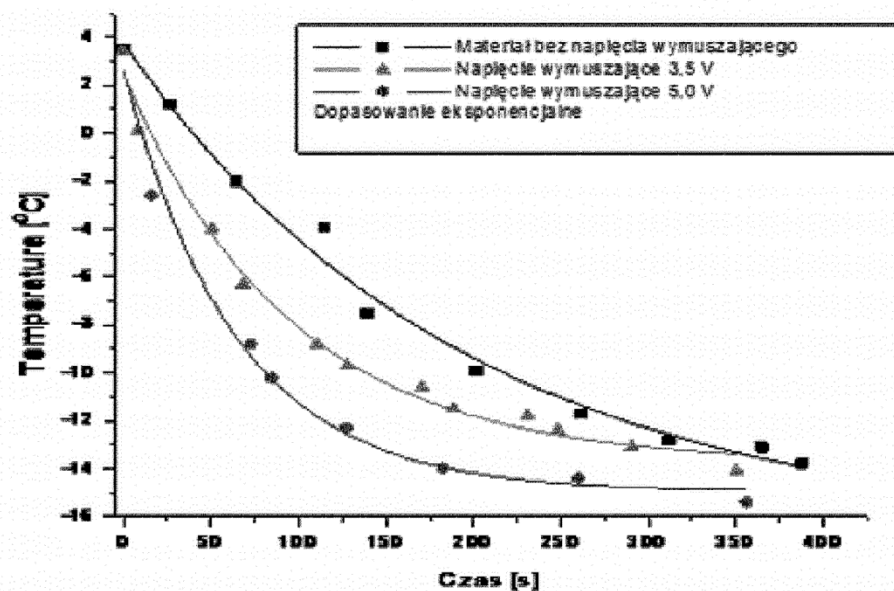


Fig. 6