

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240892**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431569**

(22) Data zgłoszenia: **23.10.2019**

(51) Int.Cl.

B32B 23/00 (2006.01)

B32B 27/00 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

G01D 5/12 (2006.01)

A47G 7/00 (2006.01)

(54)

Sposób wytwarzania laminatu grzewczego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.05.2021 BUP 09/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

27.06.2022 WUP 26/22

(73) Uprawniony z patentu:

**BEDNAREK ALEKSANDER ALBED
PRZEDSIĘBIORSTWO
PRODUKCYJNO-HANDLOWO-USŁUGOWE,
Łódź, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

ALEKSANDER BEDNAREK, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Adam Pawłowski

PL 240892 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest sposób wytwarzania laminatu grzewczego przeznaczonego w szczególności na podłoża wypoczynkowe. Między innymi, laminat grzewczy wytworzony sposobem według wynalazku może być wykorzystywany jako pokrycie wierzchnie różnych podłoży wypoczynkowych, takich jak łóżka, leżaki czy fotele, zapewniając funkcję ogrzewania użytkownika.

Znane są urządzenia grzewcze przeznaczone do termoterapii – w postaci mat, laminatów czy koców przeznaczonych jako pokrycia różnych podłoży wypoczynkowych, takich jak łóżka, leżaki bądź fotele przeznaczone do ogrzewania użytkownika w trakcie wypoczynku. Urządzenia te typowo wyposażone są w rezystancyjne, elektryczne układy grzewcze z regulatorem temperatury, za pomocą którego użytkownik może dostosować poziom ogrzewania do swoich preferencji.

W celu przeprowadzenia zabiegu termoterapii użytkownik kładzie się bądź siada na urządzeniu grzewczym, na przykład w postaci maty bądź koca rozłożonego na podłożu wypoczynkowym, natomiast układ grzewczy urządzenia generujący ciepło w trakcie jego pracy zapewnia ogrzewanie ciała. Odpowiednio prowadzona termoterapia zapewnia między innymi złagodzenie bólu, rozluźnienie mięśni, a nawet zmniejszenie stanów zapalnych.

W związku ze sposobem użytkowania urządzenia grzewcze tego typu narażone są na uszkodzenia mechaniczne w szczególności rezystancyjnego układu grzewczego, zawierającego jako elementy grzewcze cienkie druty. Jest to spowodowane zmiennymi obciążeniami urządzenia: użytkownik podczas termoterapii może zmieniać położenie ciała, ponadto urządzenie grzewcze w postaci maty czy koca wielokrotnie składa się i rozkłada, zaginając tym samym elementy grzewcze.

Zastosowanie w tego typu konstrukcjach elementów grzewczych o stosunkowo dużych wymiarach, na przykład grubsze druty, które byłyby mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne, mogłoby powodować dyskomfort użytkowania urządzenia.

Ponadto, urządzenia grzewcze do termoterapii typowo charakteryzują się stosunkowo dużymi stratami wytwarzanego ciepła, ze względu na fakt, iż energia cieplna generowana przez układ grzewczy jest rozpraszana w wielu kierunkach, zatem część energii cieplnej zostaje przekazana otoczeniu, co wpływa na stosunkowo niską wydajność grzewczą.

Z literatury patentowej znane są różne konstrukcje urządzeń grzewczych do termoterapii.

Między innymi, z polskiego zgłoszenia patentowego P.419306 znany jest sposób wytwarzania tekstronicznego pokrowca na materac, w którym to sposobie wytwarza się dzianinę elektroprowadzącą, w taki sposób, że w procesie dziania łączy się przędzę poliestrową lub poliamidową przędzę bazową z przędzą elektroprowadzącą: wykonaną ze stali, niklu lub złota. Przędze elektroprowadzące zawarte w dzianinie stanowią matrycę tekstylnych czujników temperatury oraz wilgotności względnej powietrza. Pokrowiec ten umożliwia monitorowanie komfortu fizjologicznego użytkownika, przy czym czujniki wilgotności są wykonane w postaci dwóch elektrod grzebieniowych, dla których pod wpływem zmian wilgotności dzianiny, w wyniku nadmiernego pocenia się użytkownika, zmienia się rezystancja, co rejestrowane jest przez elektronikę odczytu współpracującą z tekstronicznym pokrowcem. Wadą tego układu jest zatem zastosowanie jako elementów elektroprowadzących cienkich drucików, które mogą ulegać uszkodzeniu w wyniku działania zmiennego obciążenia. Ponadto, także przedstawiona w tym zgłoszeniu konstrukcja laminatu nie zapewnia wydajnego pomiaru jego wilgotności.

Z europejskiej publikacji patentowej EP2096965 znany jest natomiast koc grzewczy, stosowany przy leczeniu pacjentów z zaburzoną regulacją temperatury ciała. Koc grzewczy ma jedną warstwę skierowaną do ciała użytkownika, warstwę wewnętrzną przepuszczającą powietrze oraz warstwę pośrednią transportującą ciepłe powietrze. Na warstwie pośredniej koc grzewczy ma ponadto warstwę nieprzepuszczającą par i powietrza, przy czym warstwa pośrednia koca jest umieszczona między powłoką poliuretanową i warstwą wewnętrzną, oraz jest wyposażona w przewodzące nici.

Jak wynika z przytoczonej literatury patentowej, konstrukcja urządzeń grzewczych, w formie kilkuwarstwowych laminatów podlega ciągłym modyfikacjom mającym na celu poprawę wydajności cieplnej układu grzewczego, poprawę wytrzymałości mechanicznej rezystancyjnych elementów grzewczych tego układu, a także wzrost czułości układu pomiaru wilgotności laminatu – gdy jest on w laminacie obecny.

Celowym byłoby zatem opracowanie sposobu umożliwiającego wytworzenie laminatu grzewczego o zmodyfikowanej konstrukcji umożliwiającej uzyskanie lepszej wydajności układu grzewczego laminatu, wytrzymałości mechanicznej elementów grzewczych tego układu, przy jednoczesnej poprawie czułości detekcji układu pomiaru wilgotności wytworzonego laminatu grzewczego.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania laminatu grzewczego zawierającego układ grzewczy z elementami do rezystancyjnego wytwarzania ciepła oraz układ pomiaru wilgotności z czujnikami do detekcji wilgotności tego laminatu grzewczego połączonymi z co najmniej jednym modułem sterującym. Sposób charakteryzuje się tym, że: wytwarza się warstwową strukturę okrywową 110 laminatu grzewczego zawierającą warstwę poliestrowej dzianiny okrywowej 111 oraz warstwę poliestrowej włókniny 112, o wartości oporu cieplnego R_{110} struktury okrywowej 110

wynoszącej od $0,06$ do $0,08 \frac{m^2 \cdot K}{W}$ w taki sposób, że: dzianinę okrywową 111 poddaje się następującym po sobie procesom: prania i bielenia 201 w temperaturze od 10 do $20^\circ C$, stabilizacji 202 w temperaturze $190^\circ C$ oraz następnego barwienia, odżęcia po barwieniu i suszeniu 203. Wysuszoną dzianinę okrywową 111 poddaje się: kąpeli apreterskiej pierwszej 204 w wodnej dyspersji kopolimeru akrylowo-styrenowego zawierającego od 65 do 75% merów akrylowych, o stężeniu tego kopolimeru w wodnej dyspersji w zakresie od 5 do 20% , przy czym kąpiel apreterską pierwszą 204 prowadzi się na pierwszym fulardzie stabilizatora z prędkością wynoszącą 10 mb/min, utrzymując jej temperaturę w zakresie od 10 do $20^\circ C$. Następnie dzianinę okrywową 111 na drugim fulardzie stabilizatora poddaje się kąpeli apreterskiej drugiej 205 w wodnej dyspersji zawierającej: polietylen w ilości od 10 do 16 g na każdy litr tej dyspersji, jako środek antypilingowy, polifosforan melaminy w stężeniu od 15 do 30% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środek uniepalniający oraz chlorheksydynę (nr CAS związku: $55-56-1$) w stężeniu od 5 do 40 g tej substancji na każdy litr tej dyspersji i tlenek cynku (ZnO) w stężeniu od 10 do 30% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środki przeciwdrobnoustrojowe, po czym dzianinę okrywową 111 stabilizuje się 206, a ustabilizowaną dzianinę okrywową 111 laminuje się metodą hot-melt 207 z warstwą włókniny 112. Następnie powleka się 208 włókninę 112 wodną dyspersją zawierającą: 2-Metylo-2h-izotiazol-3-on w ilości od $0,025$ do $0,1\%$ wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji oraz mieszaninę 5-chloro-2-metylo-2H-izotiazol-3-onu i 2-metylo-2H-izotiazol-3-onu w ilości od $0,0002$ do $0,0015\%$ wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środki promujące adhezję, uzyskując warstwową strukturę okrywową 110, którą suszy się na suszarce. Wytwarza się ponadto warstwową strukturę podłożową 120 laminatu grzewczego zawierającą warstwę poliestrowej dzianiny podłożowej 121 oraz warstwę pianki poliuretanowej 122 o wartości oporu cieplnego R_{120} struktury podłożowej 120 wynoszącego od $0,11$ do $0,14 \frac{m^2 \cdot K}{W}$ w taki sposób, że: dzianinę podłożową 121 poddaje się następującym po sobie procesom: prania i bielenia 301 w temperaturze od 10 do $20^\circ C$, stabilizacji 302 w temperaturze $190^\circ C$ oraz następnego barwienia, odżęcia po barwieniu i suszeniu 303. Wysuszoną dzianinę podłożową 121 poddaje się: kąpeli apreterskiej pierwszej 304 w wodnej dyspersji zawierającej kwasy tłuszczowe oleju kokosowego, etoksyloowane (nr CAS mieszaniny: $61791-29-5$) w ilości od 3 do 5 g na litr tej dyspersji, jako środek hydrofilowy. Następnie dzianinę podłożową 121 poddaje się kąpeli apreterskiej drugiej 305 w wodnej dyspersji zawierającej: polifosforan melaminy w stężeniu od 15 do 30% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środek uniepalniający oraz dodecyldimetyloaminę w stężeniu w ilości od $0,02$ do $0,05\%$ wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środek hydrofobizujący, po czym dzianinę podłożową 121 stabilizuje się i suszy 206. Ustabilizowaną i wysuszoną dzianinę podłożową 121 poddaje się laminowaniu 307 hot-melt z pianką poliuretanową 122. Po laminowaniu 307 powleka się 308 piankę poliuretanową 122 wodną dyspersją zawierającą: 2-Metylo-2h-izotiazol-3-on w ilości od $0,025$ do $0,1\%$ wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji oraz mieszaninę 5-chloro-2-metylo-2H-izotiazol-3-onu i 2-metylo-2H-izotiazol-3-onu w ilości od $0,0002$ do $0,0015\%$ wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji jako środki promujące adhezję, uzyskując warstwową strukturę podłożową 120. Ponadto poliuretanową membranę paro-przepuszczalną 130 poddaje się z jednej strony obróbce niskotemperaturową plazmą atmosferyczną, utrzymując moc wyładowań generatora tej plazmy w zakresie od 300 do $4\ 000$ W i liniową prędkość przesuwu obrabianej membrany paro-przepuszczalnej 130 w zakresie $5-15$ mb/min.

Po czym od strony obrabianej plazmą atmosferyczną na membranie paro-przepuszczalnej 130 nadrukowuje się farbą elektroprzewodzącą: ścieżki elektroprzewodzące grzewcze 131 do rezystancyjnego wytwarzania ciepła o szerokości od 2 do 6 mm, ścieżki elektroprzewodzące czujnikowe 132 do pomiaru wilgotności o szerokości od 2 do 4 mm, oraz ścieżki elektroprzewodzące łącznikowe 133. Następnie poliuretanową membranę paro-przepuszczalną 130 od strony przeciwnej do nadrukowanych ścieżek elektroprzewodzących 131, 132, 133 poddaje się obróbce niskotemperaturową plazmą atmosferyczną, utrzymując moc wyładowań generatora tej plazmy w zakresie od 300 do $4\ 000$ W i liniową prędkość przesuwu obrabianej membrany w zakresie $5-15$ mb/min. Następnie warstwową strukturę podłożową 120 od strony pianki poliuretanowej 122 laminuje się 402 poliuretanowym klejem termotopliwym z membraną paro-przepuszczalną 130 od strony przeciwnej do nadrukowanych ścieżek elektroprzewodzących 131, 132, 133, wytwarzając strukturę warstwową. Natomiast wytworzoną strukturę warstwową od strony ścieżek elektroprzewodzących 131, 132, 133 membrany paro-przepuszczalnej 130 laminuje

się 403 poliuretanowym klejem termotopliwym z warstwową strukturą okrywową 110 od strony włókna 112. Natomiast do ścieżek elektroprzewodzących łącznikowych 133 podpiną się co najmniej jeden moduł sterujący 134 układu grzewczego oraz układu pomiaru wilgotności, uzyskując laminat grzewczy.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku na którym:

Fig. 1 przedstawia schematycznie laminat grzewczy w przekroju poprzecznym uwidaczniającym jego konstrukcję warstwową;

Fig. 2 przedstawia laminat grzewczy w przekroju podłużnym uwidaczniającym nadrukowane ścieżki elektroprzewodzące układu grzewczego oraz nadrukowane ścieżki elektroprzewodzące układu pomiaru wilgotności laminatu grzewczego;

Fig. 3A przedstawia laminat grzewczy w przekroju poprzecznym uwidaczniającym ścieżki elektroprzewodzące oraz moduły sterujące;

Fig. 3B przedstawia laminat grzewczy według wynalazku w przekroju wzdłużnym uwidaczniającym moduły sterujące;

Fig. 4 przedstawia schematycznie sposób wytwarzania laminatu grzewczego według wynalazku;

Fig. 5A – 5C przedstawiają schematycznie różne sposoby pracy układu grzewczego laminatu grzewczego;

Fig. 6 przedstawia schematycznie architekturę ścieżek elektroprzewodzących układu pomiaru wilgotności laminatu grzewczego.

Laminat grzewczy wytworzony sposobem według wynalazku nadaje się w szczególności do stosowania jako podłoże grzewcze, w tym przykładowo podłoże wypoczynkowe, bądź podłoże do termoterapii i ma postać elastycznej, miękkiej maty do rozkładania na łóżku, leżaku, fotelu czy krześle.

Laminat grzewczy jest przeznaczony w szczególności do stosowania przez osoby cierpiące na bóle różnego typu, przykładowo bóle reumatyczne, bóle stawów, bóle kręgosłupa czy mięśni, przewlekłe napięcie mięśni, a także inne dolegliwości, na przykład okresowy lub przewlekły stres.

Użytkowanie laminatu grzewczego w zależności od potrzeb może obejmować leżenie bądź siedzenie na laminacie grzewczym, bądź pokrywanie części lub całego ciała laminatem grzewczym stroną użytkową 10 laminatu grzewczego zwróconą do użytkownika. Ponadto laminat grzewczy może być wykorzystywany jako pokrycie wierzchnie łóżka w warunkach domowych czy też w warunkach rehabilitacyjnych, w szpitalach, sanatoriach czy domach opieki, umożliwiając termoterapię oraz monitorowanie poziomu zawilgocenia laminatu grzewczego od jego strony użytkowej 10.

Termoterapia z wykorzystaniem laminatu grzewczego wytworzonego sposobem według wynalazku umożliwia złagodzenie a nawet całkowity zanik leczonej tą terapią dolegliwości, w tym przykładowo: złagodzenie bólu, rozluźnienie mięśni, łagodzenie stanów zapalnych, poprawę krążenia krwi oraz limfy, usprawnienie oddychania skórno, poprawę kondycji mięśni, regenerację mięśni po wysiłku fizycznym, bądź wyciszenie i uspokojenie organizmu w stanach stresowych.

Jak przedstawiono na Fig. 1 laminat grzewczy wytworzony opracowanym sposobem zawiera warstwową strukturę okrywową 110 oraz warstwową strukturę podłożową 120, różniące się wartością oporu cieplnego (R , $[\frac{m^2 \cdot K}{W}]$) przy czym warstwową strukturą okrywową 110 ma wartość oporu cieplnego: R_{110} mniejszą niż wartość oporu cieplnego warstwowej struktury podłożowej 120: R_{120} ($R_{110} < R_{120}$).

Mianowicie wartość oporu cieplnego struktury okrywowej: R_{110} wynosi od 0,06 do 0,08 $[\frac{m^2 \cdot K}{W}]$, a wartość oporu cieplnego warstwowej struktury podłożowej R_{120} wynosi od 0,11 do 0,14 $[\frac{m^2 \cdot K}{W}]$.

Przez pojęcie opór cieplny rozumie się stosunek grubości warstwowej struktury do współczynnika przewodnictwa cieplnego tej warstwowej struktury, odpowiednio: struktury okrywowej 110 i struktury podłożowej 120.

Warstwową strukturą okrywową 110 zawiera poliestrową (PES) wybarwioną dzianinę okrywową 111 stanowiącą najbardziej zewnętrzną warstwę laminatu grzewczego – od jego strony użytkowej 10, przedstawionej schematycznie na Fig. 1 strzałką 10. Warstwową strukturą okrywową 110 ma ponadto włókninę 112, stanowiącą następną warstwę laminatu grzewczego, patrząc od strony użytkowej 10. Włóknina 112 na warstwową strukturą okrywową 110 może być wykonana z różnych materiałów – a korzystnie z poliestru. Włóknina poliestrowa charakteryzuje się odpowiednio dobrym przewodnictwem cieplnym przy stosunkowo niewielkiej grubości tego materiału.

Natomiast warstwową strukturą podłożową 120 ma warstwę poliestrowej barwionej dzianiny podłożowej 121 stanowiącej najbardziej zewnętrzną warstwę laminatu grzewczego od jego strony podłożowej 20 oraz warstwę pianki poliuretanowej 122.

Pomiędzy warstwową strukturą podłożową 120 a warstwową strukturą okrywową 110 laminat grzewczy ma elastyczną membranę paro-przepuszczalną 130 o właściwościach przepuszczania gazów i pary wodnej, oraz nieprzepuszczania cieczy – stanowiącą warstwę wewnętrzną laminatu grzewczego. Najkorzystniej membrana paro-przepuszczalna 130 wykonana jest z poliuretanowej folii.

Membrana paro-przepuszczalna 130 ma nadrukowane ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 od strony użytkowej laminatu grzewczego 10, pokryte włókniną 112 warstwowej struktury okrywowej 110. Przykładową architekturę ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133 przedstawiono w widoku z góry na Fig. 2.

Nadrukowane na powierzchni membrany paro-przepuszczalnej 130 ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 stanowią elementy składowe dwóch układów laminatu grzewczego: układu grzewczego oraz układu pomiaru wilgotności warstwowej struktury okrywowej 110.

Ze względu na materiał wykonania ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133 oraz sposób ich wykonania, a także zastosowanie elastycznej membrany paro-przepuszczalnej 130 jako podłoża do nadruku tych ścieżek 131, 132, 133 – co zostało opisane poniżej, ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 charakteryzują się elastycznością oraz poprawioną adhezją do poliuretanowego podłoża membrany paro-przepuszczalnej 130, uzyskiwaną w procesie jej obróbki plazmą niskotemperaturową, czego rezultatem jest istotne zwiększenie napięcia powierzchniowego.

W szczególności, ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 wykazują poprawioną odporność na wielokrotne odkształcanie, które ma miejsce przy składaniu i rozkładaniu laminatu grzewczego – jest to między innymi rezultatem nadrukowania ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133 o szerokości od 2–6 mm, na poliuretanowej membranie 130, charakteryzującej się elastycznością i jednolitą strukturą powierzchniową, a także wysoką adhezją farby elektroprowadzącej do podłoża będącą rezultatem jej modyfikacji powierzchniowej plazmą niskotemperaturową. Zaprojektowana szerokość ścieżek elektroprowadzących, wysoka adhezja farby do powierzchni folii poliuretanowej oraz ich zabezpieczenie włókniną przed uszkodzeniami mechanicznymi zwiększają żywotność nadrukowanych układów grzewczego oraz pomiaru wilgotności.

Laminat grzewczy według wynalazku nie zawiera natomiast w swojej konstrukcji drutów grzewczych na przykład w postaci przędzy elektroprowadzącej, które mogłyby ograniczać komfort jego użytkowania, a także ulegać uszkodzeniom mechanicznym.

Nadrukowane ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 są elastyczne, charakteryzują się niewielką grubością oraz dobrym przewodnictwem elektrycznym, co jest wynikiem opracowanej techniki ich implementacji, a także materiałowych właściwości membrany paro-przepuszczalnej 130, stanowiącej podłoże do ich nadruku.

Układ grzewczy laminatu grzewczego zawiera ścieżki elektroprowadzące grzewcze 131 – stanowiące oporowe elementy grzewcze tego układu, które jak przedstawiono na Fig. 2 mogą być zasadniczo równomiernie rozmieszczone w laminacie grzewczym, zapewniając równomierny rozkład temperatury na powierzchni laminatu grzewczego – od jego strony użytkowej 10. Przykładowo ścieżki elektroprowadzące grzewcze 131 mogą mieć kształt kwadratowy, trójkątny, prostokątny, czy stanowić pasy o jednakowej bądź zróżnicowanej szerokości – w zależności od docelowych potrzeb termoterapeutycznych tego laminatu. Korzystnie ścieżki elektroprowadzące grzewcze 131 mają szerokość 2–6 mm.

Opracowany laminat grzewczy ma układ grzewczy zawierający ścieżki elektroprowadzące czujnikowe 132 do pomiaru wilgotności warstwowej struktury okrywowej 110. Ścieżki elektroprowadzące czujnikowe 132 mogą mieć różną gęstość powierzchniową, dostosowaną do potrzeb użytkowych laminatu grzewczego oraz mogą być rozmieszczone równomiernie w laminacie grzewczym, pomiędzy ścieżkami elektroprowadzącymi grzewczymi 131. Opracowana konstrukcja laminatu grzewczego zapewnia bardziej miarodajny pomiar stopnia zawilgocenia warstwowej struktury okrywowej 110 laminatu grzewczego. Korzystnie ścieżki elektroprowadzące czujnikowe 132 mają szerokość od 2 do 4 mm.

Laminat grzewczy ma ponadto co najmniej jeden moduł sterujący 134 do odpowiedniego sterowania układem grzewczym oraz rejestracji i przetwarzania danych z układu pomiaru wilgotności. Układy: grzewczy oraz pomiaru wilgotności mają ścieżki elektroprowadzące 131, 132 połączone elektrycznie za pomocą ścieżek elektroprowadzących łącznikowych 133 z odpowiednimi modułami sterującymi 134 laminatu grzewczego jak przedstawiono na Fig. 2 oraz Fig. 3A i 3B.

Architektura układu grzewczego oraz układu pomiaru wilgotności laminatu grzewczego – jak opisano powyżej umożliwia zmiany, w tym płynną zmianę ilości ciepła wytwarzanego przez układ grzewczy

w odpowiedzi na wartość zmierzonego stopnia wilgotności warstwowej struktury okrywowej 110, zapewniając tym samym zwiększony komfort użytkowania laminatu grzewczego oraz dostosowując ilość wydzielanego ciepła przez układ grzewczy do preferencji bądź indywidualnych potrzeb użytkownika.

Ponadto, dla wykorzystania laminatu przez osoby obłożnie chore, w szpitalach bądź też innych ośrodkach na przykład rehabilitacji, układ pomiaru wilgotności warstwowej struktury okrywowej 110 laminatu grzewczego może ponadto być wykorzystywany niezależnie względem układu grzewczego tego laminatu – do całodobowego monitorowania poziomu wilgotności podłoża na którym przebywa pacjent – sygnalizując przykładowo konieczność wymiany tego podłoża.

Opracowana konstrukcja laminatu grzewczego zapewnia zmniejszenie strat ciepła generowanego przez układ grzewczy i odpowiednie ukierunkowanie strumienia ciepłego. Jest to spowodowane doborem wartości oporu cieplnego R_{110} warstwowej struktury okrywowej 110, która jest mniejsza od wartości oporu cieplnego R_{120} warstwowej struktury podłożowej 120, przy czym najkorzystniej wartość oporu cieplnego warstwowej struktury okrywowej R_{110} wynosi od 0,06 do 0,08, a wartość oporu cieplnego warstwowej struktury podłożowej R_{120} wynosi od 0,11 do 0,14. Ponieważ ścieżki elektroprzewodzące grzewcze 131 są nadrukowane na membranie paro-przepuszczalnej 130, to na całkowitą wartość oporu cieplnego dolnych warstw laminatu składa się opór cieplny podłożowej dzianiny poliestrowej, pianki poliuretanowej oraz membrany paro-przepuszczalnej. Natomiast opór cieplny warstwowej struktury okrywowej 110 kształtuje się na poziomie 40% całkowitego oporu cieplnego laminatu grzewczego zmierzonego dla laminatu z naniesionymi ścieżkami elektroprzewodzącymi. Tak skonstruowane zależności wielowarstwowego laminatu grzewczego przeznaczonego w szczególności do termomasażu, zapewniają ukierunkowanie przepływu strumienia energii cieplnej wytwarzanej przez układ grzewczy laminatu grzewczego w stronę użytkownika, ograniczając tym samym przenikanie energii cieplnej do podłoża na którym rozłożony jest laminat.

Na Fig. 4 przedstawiono sposób wytwarzania laminatu grzewczego według wynalazku, zapewniający optymalizację produkcji z jednoczesnym uzyskaniem poprawionych własności wyrobu gotowego. Sposób ten obejmuje: obróbkę dzianiny okrywowej 111 na warstwę zewnętrzną laminatu od jego strony użytkowej 10 w krokach: 201–206 oraz łączenie dzianiny wierzchniej z włókniną 112 w kroku 207 z uzyskaniem warstwowej struktury okrywowej 110, obróbkę membrany paro-przepuszczalnej plazmą niskotemperaturową w kroku 400, nadruk ścieżek elektroprzewodzących 131, 132, 133 na membranie paro-przepuszczalnej 130 w kroku 401, obróbkę dzianiny podłożowej 121 na warstwę zewnętrzną laminatu od jego strony podłożowej 20 w krokach 301–306, łączenie dzianiny podłożowej z warstwą pianki poliuretanowej 122 w kroku 307 oraz z membraną paro-przepuszczalną w kroku 402, następnie łączenie całości z warstwową strukturą okrywową 110 w kroku 403, przy czym przed połączeniem całości, włókninę oraz piankę PUR odpowiednio w krokach 208 i 308 powleka się promotorem adhezji, co omówiono szczegółowo poniżej.

Poszczególne kroki procesu wytwórczego laminatu grzewczego prowadzi się zgodnie z parametrami technologicznymi (takimi jak czas, prędkość, krotność, temperatura, stosowane środki, pH) znanymi specjalistom, o ile nie zostało to określone inaczej poniżej.

Proces obróbki dzianiny okrywowej 111 na zewnętrzną warstwę laminatu grzewczego – od jego strony użytkowej 10 obejmuje: pranie, odżęcie i bielanie dzianiny w kroku 201, stabilizację dzianiny 111 w kroku 202, barwienie dzianiny, odżęcie po barwieniu i suszenie wybarwionej dzianiny. Pranie prowadzi się na pierwszym fulardzie stabilizatora, w temperaturze w zakresie od 10 do 20°C, a korzystnie w temperaturze wynoszącej 20°C. Korzystnie, do prania stosować można środek piorący Duvagene firmy: CQMasso (Barcelona, Hiszpania). Natomiast bielanie po odżęciu prowadzi się na drugim fulardzie stabilizatora, korzystnie za pomocą środka bielącego: Kemisist OPS Kemitekt (Stambuł, Turcja).

Pranie i bielanie w kroku 201 prowadzi się przez napawanie na fulardach stabilizatora podłączonego do instalacji oczyszczania powietrza, przy czym pranie prowadzi się na pierwszym fulardzie stabilizatora, a bielanie prowadzi się na drugim fulardzie stabilizatora.

Następnie stabilizację dzianiny w kroku 202, po procesie jej prania wstępnego i bielania na fulardach stabilizatora prowadzi się w temperaturze podwyższonej wynoszącej 190°C, co umożliwia spalanie związków chemicznych nieusuniętych w kąpeli piorącej. Związkami spalany w stabilizatorze są między innymi: preparacje przedziałnicze, oleje dziewiarskie i środki przygotowawcze aplikowane na etapie obróbki wstępnej dzianiny. Bardziej szczegółowo: nie usunięte podczas prania w kroku 201 powyższe środki chemiczne poddawane są w kroku 202 obróbce termicznej w stabilizatorze, w której powstają produkty ich degradacji termicznej. Produktami tymi mogą być, w zależności od intensywności prania w kroku 201, nie tylko substancje organiczne ulegające biodegradacji w ograniczonym zakresie,

ale również niebezpieczne dla zdrowia związki, takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, związki oksyetylenowane, alkilofenole czy też pochodne benzenu.

W standardowych technologiach typowy ładunek ChZT (chemiczne zapotrzebowanie tlenu) na etapie operacji prania i bielenia wynosi około 40–80 g na każdy kg włókna. Jeżeli przed praniem materiał włókienniczy poddaje się procesowi obróbki termicznej, czyli stabilizacji wstępnej, to środki pomocnicze w nim stosowane oraz produkty ich destrukcji termicznej są emitowane do atmosfery w strumieniu gazów odlotowych ze stabilizatora (dla związków na bazie olejów mineralnych typowe współczynniki emisji wynoszą 10–16 g C/kg).

Natomiast w przedmiotowym sposobie powyższy problem rozwiązano. Mianowicie: produkty rozkładu termicznego środków chemicznych usuwa się ze strumienia gazów emitowanych przez stabilizator za pomocą układu oczyszczania powietrza podłączonego do komina wylotowego stabilizatora.

Ponadto, wysokotemperaturowa stabilizacja w kroku 202, umożliwiła zmniejszenie ilości stosowanych środków chemicznych w prowadzonych wcześniej kąpielach piorącej i bielącej, a także skrócenie czasu tych operacji do kilku minut. To z kolei wpłynęło na obniżenie zużycia energii elektrycznej, cieplnej, wody oraz znaczące zmniejszenie ilości środków chemicznych odprowadzanych do ścieków. Tym sposobem zmniejszono negatywny wpływ operacji prania i bielenia dzianiny na środowisko naturalne.

Ustabilizowaną w kroku 202 dzianinę barwi się następnie na wybrany kolor i suszy w kroku 203.

Wysuszoną dzianinę poddaje się w kroku 204 kąpeli apreterskiej pierwszej, w której dzianinę napawa się na pierwszym fulardzie stabilizatora wodną dyspersją kopolimeru akrylowo-styrenowego o stężeniu tego kopolimeru w wodnej dyspersji w zakresie od 5 do 20%, a korzystnie o stężeniu wynoszącym 15%. Udział merów akrylowych w tym kopolimerze stanowi od 65–75%, co umożliwia uzyskanie przez dzianinę własności hydrofitowych. Ponadto kąpiel apreterska pierwsza o składzie jak wskazano powyżej, zapewnia wzrost zdolności dzianiny do wiązania środków chemicznych nanoszonych na nią następnie: podczas jej napawania na drugim fulardzie stabilizatora, w kroku 205. Bardziej szczegółowo: zastosowany kopolimer akrylowo-styrenowy pełni funkcję bindera dla środków chemicznych nanoszonych na dzianinę w kroku 205, w procesie jej modyfikacji powierzchniowej na drugim fulardzie stabilizatora.

Kąpiel apreterską pierwszą prowadzi się z prędkością 10 mb/min (metrów bieżących na minutę), utrzymując temperaturę tej kąpeli w zakresie od 10 do 20°C. Jako wodną dyspersję kopolimeru akrylowo-styrenowego stosować można także odpowiednie dostępne handlowo produkty, przykładowo: Appretan NF Firmy Archroma (Reinach, Szwajcaria).

A następnie, w kroku 205 na drugim fulardzie stabilizatora dzianinę poddaje się kąpeli apreterskiej drugiej stanowiącej wodną dyspersję zawierającą:

- polietylen w stężeniu od 10 do 16 g na każdy litr wodnej dyspersji. Jako donor wskazanego środka antypilingowego można stosować także dostępne handlowo preparaty, przykładowo: Ceralube PHD firmy Archroma (Reinach, Szwajcaria),
- polifosforan melaminy jako środek uniepalniający w stężeniu od 15 do 30% wag. w odniesieniu do masy wodnej dyspersji, a bardziej korzystnie w ilości 25% wag. w odniesieniu do masy wodnej dyspersji; przykładowo jako preparat uniepalniający można stosować dostępny handlowo środek: Pekoflam firmy Archroma (Reinach, Szwajcaria), oraz
- chlorheksydynę (nr CAS związku: 55-56-1) w ilości od 5 do 40 g na każdy litr wodnej dyspersji i tlenek cynku (ZnO) w stężeniu od 10 do 30% wag. w odniesieniu do masy wodnej dyspersji – jako środki przeciwdrobnoustrojowe.

Wodną dyspersję na kąpiel apreterską drugą sporządza się poprzez dokładne wymieszanie wszystkich składników z wodą w odpowiednich proporcjach.

Kąpiel apreterską drugą w kroku 205 prowadzi się korzystnie przez czas od 1 do 3 minut, utrzymując temperaturę tej kąpeli w zakresie od 10 do 20°C.

Opracowany skład kąpeli apreterskiej pierwszej i kąpeli apreterskiej drugiej, w krokach 204, 205 oraz warunki ich prowadzenia zapewniają uzyskanie przez barwioną dzianinę okrywową 111 właściwości biobójczych czyli aktywności przeciwdrobnoustrojowej oraz obniżenia progu palności tej dzianiny, a także poprawienia właściwości antypilingowych. Opracowany sposób zapewnia zatem skrócenie czasu obróbki dzianiny okrywowej – zwiększając wydajność produkcyjną procesu oraz ograniczając ilość wytwarzanych w procesie ścieków. Następnie dzianinę okrywową 111 poddaje się odżęciu.

W kroku 206 dzianinę okrywową 111 poddaje się suszeniu i stabilizacji, co zapewnia uzyskanie odpowiedniej szerokości oraz kurczliwości materiału.

Ustabilizowaną dzianinę okrywową 111 o podwyższonym progu palności oraz wykazującą właściwości biobójcze i antypillingowe laminuje się metodą hot-melt w kroku 207 z włókniną poliestrową 112, uzyskując warstwową strukturę okrywową 110 na laminat grzewczy.

Warstwową strukturę okrywową 110 poddaje się w kroku 208 powlekaniu wodną dyspersją promotora adhezji – od strony włókniny. Powlekanie 208 prowadzi się poprzez równomierne nanoszenie na powierzchnię włókniny wodnej dyspersji promotora adhezji za pomocą wałka powlekającego, przy czym 1/3 średnicy wałka powlekającego jest stale zanurzona w zbiorniku z wodną dyspersją promotora adhezji zawierającą w składzie – jako środki promujące adhezję:

- 2-Metylo-2h-izotiazol-3-on w ilości od 0,025 do 0,1% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji oraz
- mieszaninę 5-chloro-2-metylo-2H-izotiazol-3-onu i 2-metylo-2H-izotiazol-3-onu w ilości od 0,0002 do 0,0015% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji.

Następnie warstwową strukturę okrywową 110 poddaje się suszeniu na suszarce.

Niezależnie względem powyżej opisanych procesów, w osobnym cyklu technologicznym prowadzi się proces obróbki wstępnej dzianiny podłożowej 121 przeznaczonej na zewnętrzną warstwę laminatu grzewczego od jego strony podłożowej 20, przy czym dzianinę podłożową 121 pierze się na pierwszym fulardzie stabilizatora w kroku 301, w temperaturze w zakresie od 10 do 20°C, a korzystnie w temperaturze wynoszącej 20°C. Korzystnie, do prania stosować można środek piorący Duvagene firmy: CQMasso (Barcelona, Hiszpania). Po praniu i odżęciu dzianinę 121 poddaje się bieleniu na drugim fulardzie stabilizatora oraz stabilizacji po bieleniu w kroku 302. Korzystnie bielenie prowadzi się za pomocą środka bielącego: Kemisist OPS Kemitekt (Stambuł, Turcja).

Opracowany proces obróbki wstępnej dzianiny poliestrowej i jej bielenia przez jej napawanie na pierwszym fulardzie stabilizatora środkiem piorącym, na drugim fulardzie podbielaczem oraz stabilizacji wysokotemperaturowej w krokach 202 i 303 umożliwiła: ograniczenie zużycia wody o średnio 46 l na każdy kg dzianiny, oszczędność energii cieplnej powyżej 9 000 kJ na każdy kilogram dzianiny, oszczędność energii elektrycznej na poziomie 0,2 kWh na każdy kg dzianiny, a także zmniejszenie ilości stosowanych środków chemicznych o ponad 15 kg na każde 100 kg dzianiny. Powyższe oszczędności uzyskano poprzez prowadzenie operacji prania dzianiny oraz jej bielenia poprzez napawanie dzianiny na fulardach stabilizatora prowadzonych w temperaturze od 10–20°C oraz następną stabilizację dzianiny w wysokiej temperaturze.

Dzianinę poddaje się stabilizacji w kroku 302 prowadzonej w temperaturze 190°C, co umożliwia spalanie związków chemicznych, które nie zostały z dzianiny usunięte w procesach prania w kroku 301. W celu usunięcia toksycznych związków chemicznych ze strumienia gazów wylotowych stabilizatora, których emisja wzrasta w wyniku podwyższenia temperatury obróbki termicznej dzianiny, stabilizator jest podłączony do instalacji oczyszczania powietrza; rozwiązanie to eliminuje emisję do atmosfery zanieczyszczeń typu VOCs (lotne związki organiczne). Zmiana procesu obróbki wstępnej dzianiny i jej bielenia oraz zastosowanie wysokiej temperatury obróbki termicznej dzianiny podczas jej stabilizacji nie tylko zapewnia skrócenie czasu tych operacji do kilku minut, lecz także umożliwia stosowanie mniejszej ilości chemicznych środków pomocniczych, zmniejszenie ilości energii elektrycznej, cieplnej, wody oraz ilości odprowadzanych do oczyszczalni ścieków i zawartych w nich substancji szkodliwych. Tym sposobem zmniejszono negatywny wpływ na środowisko naturalne operacji obróbki wstępnej dzianiny i jej bielenia.

Po stabilizacji dzianinę barwi się na wybrany kolor i suszy w kroku 303.

Następnie w kroku 304 dzianinę 121 na pierwszym fulardzie stabilizatora poddaje się napawaniu w kąpeli apreterskiej pierwszej stanowiącej wodną dyspersję zawierającą w składzie kwasy tłuszczowe oleju kokosowego, etoksylovane (nr CAS mieszaniny: 61791-29-5) jako środek hydrofilowy w ilości od 3 do 5 g/l tej dyspersji.

Następnie, w kroku 305 dzianinę 121 na drugim fulardzie stabilizatora poddaje się napawaniu w kąpeli apreterskiej drugiej stanowiącej wodną dyspersję zawierającą w składzie:

- polifosforan melaminy jako środek niepalniący w stężeniu od 15 do 30% wag. w odniesieniu do masy wodnej dyspersji, a bardziej korzystnie w ilości 25% wag. w odniesieniu do masy wodnej dyspersji; przykładowo jako preparat niepalniący można stosować dostępny handlowo środek: Pekoflam firmy Archroma (Reinach, Szwajcaria), oraz
- dodecyldimetyloaminę jako środek hydrofobizujący, zapewniający właściwości hydrofobowe barwionej dzianinie poliestrowej, w ilości od 0,02 do 0,05% wag. w odniesieniu do masy wodnej dyspersji, a korzystnie w ilości 0,04% wag. w odniesieniu do masy wodnej dyspersji; przykładowo

jako preparat hydrofobizujący można stosować dostępny handlowo środek Kemiline Guard YSA firmy: Kemitekt (Stambuł, Turcja).

Proces napawania dzianiny podłożowej wodną dyspersją w kroku 305 prowadzi się w temperaturze w zakresie od 10 do 20°C, korzystnie przez czas od 1–3 minut. Opracowany skład oraz warunki kąpieli drugiej zapewniają uzyskanie przez dzianinę podłożową właściwości hydrofobowych, a także jej uniepalnienie.

Po zakończeniu kąpieli apreterskich 304 i 305 dzianinę poddaje się stabilizacji i suszeniu w kroku 306 na stabilizatorze.

Wysuszoną dzianinę podłożową 121 w kroku 307 poddaje się laminowaniu metodą hot-melt z pianką poliuretanową (PUR) 122. Następnie w kroku 308 powleka się piankę PUR 122 wodną dyspersją zawierającą – jako środki promujące adhezję:

- 2-Metylo-2H-izotiazol-3-on w ilości od 0,025 do 0,1% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji oraz
- mieszaninę 5-chloro-2-metylo-2H-izotiazol-3-onu i 2-metylo-2H-izotiazol-3-onu w ilości od 0,0002 do 0,0015% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, uzyskując warstwową strukturę podłożową 120. Powlekanie 308 pianki PUR prowadzi się poprzez równomierne nanoszenie na jej powierzchnię wodnej dyspersji promotora adhezji, za pośrednictwem wałka powlekającego, przy czym 1/3 średnicy wałka powlekającego jest stale zanurzona w zbiorniku z roztworem zawierającym wodną dyspersję o powyższym składzie.

Niezależnie względem procesów technologicznych wytwarzania warstwowej struktury okrywowej 110 oraz warstwowej struktury podłożowej 120 obrabia się membranę paro-przepuszczalną 130 na warstwę wewnętrzną laminatu grzewczego. Membrana paro-przepuszczalna 130 stanowi podłoże drukowe pod ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 i wykonana jest z folii poliuretanowej.

Proces obróbki membrany paro-przepuszczalnej 130 prowadzi się w następujący sposób: przed procesem nadrukowania na powierzchni membrany paro-przepuszczalnej 130 ścieżek elektroprowadzących, jest ona poddana obróbce plazmą atmosferyczną w celu zwiększenia jej napięcia powierzchniowego. Proces ten jest realizowany za pośrednictwem generatora plazmy niskotemperaturowej skonfigurowanego z laminarką do laminowania materiałów metodą hot-melt.

Operację zwiększenia napięcia powierzchniowego membrany paro-przepuszczalnej 130 prowadzi się w kroku 400 na stanowisku do modyfikacji powierzchniowej laminowanych materiałów plazmą atmosferyczną, wyposażonego w komorę, w której zamontowany jest wałek transportowy – do transportu materiału poddanego obróbce plazmą – w przypadku technologii objętej opisywanym zgłoszeniem membrany paro-przepuszczalnej 130, oraz głowicę lasera z elektrodami wyładowawczymi do generowania plazmy niskotemperaturowej w kierunku walca transportowego. Elektrody wyładowawcze generatora umożliwiają aplikowanie na jednostkę powierzchni membrany paroprzepuszczalnej zadanej mocy wyładowań w przestrzeni międzyelektrodowej. Od mocy wyładowań generatora i czasu obróbki materiału zadaną mocą zależy poziom napięcia powierzchniowego membrany paroprzepuszczalnej a pośrednio adhezji nadrukowanych struktur elektroprowadzących.

Komora może mieć ponadto zamontowane w okolicy walca transportowego rolki naciągowe zapewniające odpowiedni naciąg pasa membrany paro-przepuszczalnej 130 w trakcie transportu w przestrzeni międzyelektrodowej. Zatem w prowadzonym procesie obrabiany plazmą pas membrany paro-przepuszczalnej 130 znajduje się w bezpośrednim kontakcie z elektrodą i jest skierowany obrabianą powierzchnią w kierunku głowicy lasera do generowania plazmy niskotemperaturowej.

Proces obróbki prowadzi się, utrzymując moc wyładowania koronowego w zakresie od 300 do 4000 W, przy prędkości przejścia materiału przez pole koronowania od 5 do 15 m/min, przy czym moc dostosowywana jest do prędkości przebiegu materiału przez pole obróbki materiału zadaną mocą generatora.

Obróbka powierzchniowa plazmą atmosferyczną membrany paro-przepuszczalnej 130 z zachowaniem opracowanych parametrów tego procesu umożliwia wzbudzenie cząstek znajdujących się w przestrzeni między elektrodowej z wytworzeniem wolnych rodników, które w wyniku kontaktu z obrabianym materiałem zapewniają aktywację jego powierzchni, polegającej na zwiększeniu swobodnej energii powierzchni wywołanej wzrostem koncentracji rodnikowych centrów aktywnych oraz grup funkcyjnych zawierających w strukturze atom tlenu.

Obróbkę plazmą atmosferyczną prowadzi się w atmosferze mieszaniny gazowej zawierającej azot – jako gaz obojętny, oraz tlen – jako gaz aktywny w stosunku objętościowym $N_2 : O_2$ w zakresie od 7,5 : 2,5 do 8,5 : 1,5, a korzystnie przy zachowaniu stosunku wagowego $N_2 : O_2$ wynoszącego 8 : 2.

Zastosowanie mieszaniny gazowej o powyższym składzie w procesie obróbki plazmą niskotemperaturową prowadzonym z zachowaniem mocy wyładowania generatora oraz prędkości obróbki jak podano powyżej umożliwiło poprawę aktywacji powierzchni membrany paro-przepuszczalnej 130 oraz wynikowo poprawioną adhezję struktur elektroprowadzących do jej powierzchni.

Uzyskany efekt poprawionej aktywacji powierzchni membrany paro-przepuszczalnej 130 jest spowodowany generowaniem ugrupowań metastabilnych o stosunkowo długim czasie życia, zdolnych do trójwymiarowej penetracji struktury poliuretanowej membrany paroprzepuszczalnej, w konsekwencji zapewniając wzmocnienie efektu aktywacji jej powierzchni poprzez wzrost napięcia powierzchniowego membrany paro-przepuszczalnej 130.

Zatem uzyskany efekt wzrostu napięcia powierzchniowego membrany paro-przepuszczalnej 130 jest wynikiem zastosowanych parametrów jej modyfikacji powierzchniowej plazmą niskotemperaturową, tj. mocy generatora aplikowanej na powierzchnię obrabianego materiału, czasu wyładowań, odległości głowicy od modyfikowanego materiału oraz składu i struktury użytego gazu. Po obróbce plazmą atmosferyczną na powierzchnię membrany paro-przepuszczalnej 130 w kroku 401 od strony modyfikowanej powierzchniowo nadrukowuje się ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 za pośrednictwem drukarki do druku strumieniowego z dyszą aero-jet.

Do druku tych ścieżek stosuje się farbę, która po wyschnięciu wykazuje właściwości przewodzenia prądu, w tym: rezystancję powierzchniową ścieżek poniżej $0,03 \Omega/\text{sq}$ (Ohm na kwadrat; jednostkę tę oznacza się także jako: $\Omega/\square$) po 24 godzinach od nadrukowania ścieżek, w temperaturze 21°C , gęstość farby wynoszącą $1,4 \text{ kg/l}$, przy czym ilość наносzonej farby dobiera się tak aby po wyschnięciu grubość nadrukowanych ścieżek wynosiła $10 \mu\text{m}$. Korzystnie w kroku 401 drukuje się ścieżki elektroprowadzące układu grzewczego o szerokości od 2 do 6 mm i ścieżki elektroprowadzące czujnikowe o szerokości od 2 do 4 mm. Przykładowo, do zadruku ścieżek 131, 132, 133 można stosować dostępne handlowo farby do druku ścieżek elektroprowadzących, na przykład farbę: RS Pro Silver Conductive Paint 123-9911, RS Components (Corby, Wielka Brytania).

W kroku 402 membranę paro-przepuszczalną 130, poddaną modyfikacji powierzchniowej plazmą atmosferyczną oraz nadrukowaniu na jej powierzchnię ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133, laminuje się metodą hot-melt z warstwową strukturą podłożową 120.

Laminowanie w kroku 402 prowadzi się poprzez łączenie warstwowej struktury podłożowej 120 od strony pianki poliuretanowej 122 z membraną paro-przepuszczalną 130 od strony przeciwnej do nadrukowanych ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133, za pomocą kleju termotopliwego poliuretanowego (PUR), przykładowo o gęstości w zakresie od 10 do 30 g/m^2 , przy zastosowaniu gramatury наносzonego kleju wynoszącej średnio 15 g kleju na 1 m^2 klejonego podłoża. Proces laminowania prowadzi się przy wilgotności otoczenia w zakresie 55–65% oraz w temperaturze wynoszącej korzystnie $22\text{--}26^\circ\text{C}$. Laminowanie prowadzi się przy nastawie naciągu urządzenia laminującego (kalandra) wynoszącego -8 (minus osiem) i prędkości liniowej wałka kalandrującego wynoszącej 10 m/min (metrów na minutę). W procesie laminowania 402 klej termotopliwy poliuretanowy (PUR) nanosi się punktowo na powierzchnię membrany paro-przepuszczalnej 130, co zapewnia zwiększenie trwałości uzyskanego złącza klejonego, przy czym membrana paro-przepuszczalna 130 bezpośrednio przed procesem jej laminowania z warstwą podłożową 120 w kroku 402, poddawana jest dodatkowej obróbce niskotemperaturową plazmą atmosferyczną, mocą generatora mieszczącą się w przedziale od 300–4000 W, od strony przeciwnej do ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133.

Następnie, w kroku 403 uzyskany laminat łączy się od strony ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133 nadrukowanych na membranie paro-przepuszczalnej 130 z warstwową strukturą okrywową 110 od strony włókniny 112, w technice laminowania hot-melt. Laminowanie prowadzi się za pomocą kleju termotopliwego poliuretanowego (PUR), z zachowaniem temperatury наносzonego kleju wynoszącej od 110 do 130°C , a korzystnie wynoszącej 120°C . W wyniku laminowania w kroku 403 uzyskuje się laminat grzewczy. W celu uzyskania pełnej funkcjonalności wyrobu, po procesie laminowania 403, w laminacie mocuje się co najmniej jeden moduł sterujący 134, a bardziej korzystnie od dwóch do czterech modułów sterujących 134 w obszarze zakończeń ścieżek elektroprowadzących łącznikowych 133 – łącząc te ścieżki 133 z odpowiednimi modułami sterującymi 134.

W korzystnym przykładzie wykonania laminat grzewczy może mieć układ grzewczy zawierający ścieżki elektroprowadzące grzewcze 131, których działanie może być niezależne. Zaletą takiej konstrukcji układu grzewczego jest możliwość regulacji wielkości obszaru, w którym wydzielane jest ciepło od strony użytkowej laminatu grzewczego, przykładowo celem stosowania termoterapii jedynie dla wybranych partii ciała użytkownika, co przedstawiono schematycznie na Fig. 5,

przy czym na Fig. 5A, 5B, 5C przedstawiono pracę układu grzewczego laminatu w którym ciepło generowane jest wyłącznie przez jedną ścieżkę elektroprzewodzącą grzewczą 131, to jest: na Fig. 5A – ciepło generowane jest przez pierwszą ścieżkę elektroprzewodzącą 131, na Fig. 5B – ciepło generowane jest przez drugą ścieżkę elektroprzewodzącą, a na Fig. 5C – ciepło generowane jest przez trzecią ścieżkę elektroprzewodzącą, podczas gdy pozostałe odpowiednie ścieżki elektroprzewodzące pozostają nieaktywne.

Opracowana konstrukcja laminatu grzewczego w połączeniu z poprawionymi własnościami każdej z jego warstw: 111, 112, 130, 121, 122 zapewniają komfort użytkowania laminatu grzewczego, a także umożliwiają stosowanie laminatu grzewczego, nie tylko okresowo – podczas termoterapii, lecz także w sposób ciągły jako pokrycie wierzchnie podłoża wypoczynkowego, przykładowo łóżka, w szczególności u osób obłożnie chorych w tym przykładowo, w szpitalach, domach opieki, czy sanatoriach. Mianowicie, zewnętrzną warstwę laminatu grzewczego od jego strony podłożowej 20 stanowi dzianina podłożowa 121 charakteryzująca się poprawioną hydrofobowością oraz podwyższoną odpornością na zapalenie, a jednocześnie stosunkowo wysoką przepuszczalnością pary wodnej i gazów. Taka konstrukcja warstwy podłożowej laminatu wielowarstwowego ogranicza przenikanie płynów fizjologicznych do podłoża na którym umieszczony jest laminat grzewczy. Wykończenie uniepalniające dzianiny podłożowej laminatu w połączeniu z wykończeniem uniepalniającym dzianiny okrywowej skutecznie podwyższają odporność na zapalenie jego elementów składowych z jednoczesnym zachowaniem odpowiedniej przewodności laminatu grzewczego.

Ponadto, opracowana warstwowa konstrukcja okrywowa 110 laminatu grzewczego zawiera dzianinę wykończoną w jednej kąpeli apreterskiej w kroku 205 w zakresie zwiększonej odporności na piling tarcie suche i mokre, aktywności przeciwdrobnoustrojowej oraz zwiększającej odporność na zapalenie, zapewniając tym samym bezpieczeństwo użytkowania laminatu grzewczego, który zawiera ścieżki elektroprzewodzące 131, 132, 133, a także czystość mikrobiologiczną laminatu grzewczego, w tym w warunkach podwyższonej temperatury generowanej przez układ grzewczy tego laminatu.

Ponadto, pod warstwą dzianiny okrywowej 111 laminat grzewczy ma warstwę włókniny bezpośrednio pokrywającej jego ścieżki elektroprzewodzące 131, 132, 133, w tym ścieżki elektroprzewodzące czujnikowe 132 do pomiaru wilgotności – nadrukowane na membranie paro-przepuszczalnej 130, co zabezpiecza je przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Opracowana konstrukcja umożliwia wchłanianie nadmiaru wilgoci powstającej w warstwie okrywowej laminatu i jej absorbowanie przez warstwę włókniny 112. Jednocześnie nadmiar wilgoci, którą mogą stanowić płyny fizjologiczne, jest zatrzymywany na powierzchni membrany paroprzepuszczalnej 132, a to z kolei zapewnia wydajną detekcję tej wilgoci za pomocą ścieżek elektroprzewodzących czujnikowych 132 oraz wysyłanie odpowiedniego sygnału do modułu sterującego 134, który w odpowiedzi na ten sygnał może, w zależności od wykrytego stopnia wilgotności: sygnalizować konieczność wymiany laminatu tekstylnego na suchy laminat, lub też odpowiednio zmieniać temperaturę pracy układu grzewczego ścieżek 131.

Dodatkowo dzianina podłożowa 121 laminatu grzewczego stanowiąca jego warstwę spodnią jest wykończona hydrofobowo, co znacząco ogranicza przenikanie wilgoci i płynów fizjologicznych na powierzchnię materaca. Ponadto dzianina podłożowa 121 wykończona hydrofobowo zabezpiecza układ dzianiny poliestrowej i pianki poliuretanowej przed zmianą wartości oporu cieplnego i przewodnictwa cieplnego w wyniku zwiększenia poziomu wilgotności względnej.

Ponadto, opracowana konstrukcja laminatu grzewczego zapewnia znaczące ograniczenie strat ciepła generowanego przez układ grzewczy. Jest to wynikiem opracowanej konstrukcji laminatu grzewczego, w której energia cieplna kierowana jest strumieniowo – w kierunku użytkownika i nie ulega znaczącemu rozproszeniu w kierunku podłoża, zwiększając tym samym wydajność grzewczą laminatu grzewczego.

Ukierunkowanie przepływu strumienia energii cieplnej wytwarzanej przez układ grzewczy laminatu grzewczego jest efektem zastosowania warstwowej struktury okrywowej 110 oraz warstwowej struktury podłożowej 120, różniących się wartością oporu cieplnego ($R, [\frac{m^2 \cdot K}{W}]$), przy czym warstwowa struktura okrywowa 110 ma wartość oporu cieplnego: R_{110} mniejszą niż wartość oporu cieplnego warstwowej struktury podłożowej 120: R_{120} ($R_{110} < R_{120}$). Powyższe zapewnia także uzyskanie liniowego wzrostu gęstości strumienia ciepła wytwarzanego przez układ grzewczy laminatu grzewczego: w kierunku od ścieżek elektroprzewodzących grzewczych 131 do powierzchni zewnętrznej dzianiny okrywowej 111 laminatu grzewczego, a zatem jego strony użytkowej 10. Natomiast wyższa wartość oporu

ciepłego R_{120} warstwowej struktury podłóżowej stanowi izolację cieplną laminatu grzewczego. Dodatkową izolację cieplną tego laminatu grzewczego stanowi ponadto membrana paro-przepuszczalna 130, także ograniczająca przenikanie ciepła do podłoża.

Membrana paro-przepuszczalna 130 ze względu na wysoką barierowość dla cieczy zapewnia także znaczące ograniczenie przenikania cieczy do warstwy pianki poliuretanowej 122, niwelując tym samym możliwość obniżenia izolacyjności pianki 122 w wyniku jej zawilgocenia. Od strony podłóżowej pianka poliuretanowa 122 jest zabezpieczona przed wzrostem wilgotności warstwą poliestrowej dzianiny podłóżowej 121 wykończonej hydrofobowo. Hydrofobowe wykończenie dzianiny poliestrowej zlamowanej z pianką PUR 122 z jednej strony stabilizuje wartość oporu cieplnego i przewodnictwa cieplnego układu dzianina poliestrowa pianka PUR, z drugiej ogranicza do minimum prawdopodobieństwo przeniknięcia płynów ustrojowych z warstwy zewnętrznej laminatu do podłoża, na którym znajduje się laminat grzewczy według wynalazku, zawierający w swojej konstrukcji ścieżki elektroprowadzące.

Opracowana konstrukcja i sposób wytwarzania laminatu grzewczego zapewniają ponadto poprawioną wytrzymałość mechaniczną ścieżek elektroprowadzących 131, 132, 133, w tym wytrzymałość na wielokrotne odkształcenia i zmienne obciążenia, wynikające z wielokrotnego składania i rozkładania laminatu, a także poruszania się użytkownika korzystającego z laminatu grzewczego. Jest to spowodowane zastosowaniem elastycznej membrany paro-przepuszczalnej 130 jako podłoża do nadruku tych ścieżek, obróbki powierzchni membrany paro-przepuszczalnej plazmą atmosferyczną w celu zwiększenia adhezji ścieżek elektroprowadzących do jej powierzchni, zastosowaniem techniki druku strumieniowego oraz warstwy włókniny 112 bezpośrednio pokrywającej ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133, która amortyzuje zmienne obciążenie laminatu grzewczego, w trakcie jego użytkowania.

W opracowanym procesie technologicznym produkcji laminatu grzewczego wszystkie ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133 są wykonane w jednym procesie technologicznym druku w kroku 401, co wpływa na wzrost wydajności produkcji laminatu grzewczego oraz ograniczenie wydatku energetycznego procesu.

Ponadto, ze względu na implementację włókniny 112 jako warstwy pokrywającej ścieżki elektroprowadzące 131, 132, 133, laminat wykazuje poprawioną wydajność detekcji wilgotności, która jako pot lub płyny fizjologiczne może przenikać do laminatu grzewczego. Jest to związane między innymi z opracowaną architekturą ścieżek elektroprowadzących czujnikowych 132 do pomiaru wilgotności włókniny 112 laminatu grzewczego, którą przedstawiono na Fig. 6. Każdy czujnik wilgotności włókniny stanowi czujnik rezystancyjny i ma dwie ścieżki elektroprowadzące czujnikowe 132, o architekturze zazębiających się grzebieni, przy czym jedna ścieżka elektroprowadzącą czujnikową 132 stanowi elektrodę pierwszą (Fig. 6, Elektroda 1), a druga ścieżka elektroprowadzącą czujnikową 132 stanowi elektrodę drugą (Fig. 6, Elektroda 2). Pomiar wilgotności względnej w materiale włókniny 112 za pomocą tego czujnika polega na pomiarze przewodności materiału włókniny (będącego materiałem higroskopijnym), który ulega zmianie w wyniku zmiany wilgotności włókniny 112. Sygnały z odpowiednich ścieżek elektroprowadzących czujnikowych 132 przesyłane są do połączonego z tymi ścieżkami modułu sterującego 134, po czym następuje zmiana parametrów elektrycznych, rezystancji na napięcie, a wartość analogowa napięcia konwertowana jest na wartość cyfrową, przy czym każdy moduł sterujący 134 może być przewodowo lub bezprzewodowo połączony z odpowiednią elektroniką realizującą powyższe operacje. Przykładowo moduł sterujący 134 może być wyposażony w mikrokontroler do przesyłania zebranych danych do serwera danych w komputerze, przykładowo za pomocą WiFi. Komputer może być natomiast wyposażony w oprogramowanie do zbierania, przeliczania i analizy danych oraz przesyłania odpowiednich sygnałów do każdego z modułów sterujących, realizując tym samym sterowanie układem grzewczym laminatu. Przykładowo, moduł sterujący może być połączony ze smartfonem z aplikacją umożliwiającą monitorowanie poziomu wilgotności oraz sterowanie układem grzewczym laminatu grzewczego.

Laminat grzewczy z uwagi na opracowaną konstrukcję jak również sposób jego wytwarzania charakteryzuje się zatem: obniżoną tendencją do rozwarstwiania się, ścieżki elektroprowadzące laminatu grzewczego charakteryzują się wysoką adhezją do membrany paro-przepuszczalnej, ponadto laminat grzewczy charakteryzuje się podwyższonym progiem palności, zwiększoną odpornością na piling, tarcie suche i mokre oraz aktywnością przeciwdrobnoustrojową warstwy wierzchniej, kierunkowym przekazywaniem ciepła do użytkownika, zapewniając ograniczenie strat ciepła oraz odpowiednio wysoką hydrofobowością warstwy podłóżowej 121 tego laminatu – przeznaczonej do kontaktu z podłożem, co potwierdzono badaniami, których wyniki omówiono poniżej.

Przeprowadzono badania wytrzymałości złączy klejonych laminatu grzewczego, w którym laminat poddano badaniom siły przylegania elementów składowych zgodnie z normą: ISO 2411:2002, za pomocą zrywarki uniwersalnej o klasie dokładności głowicy tensometrycznej: 0,1%. Parametry badania: długość drogi pomiarowej: 150 mm, prędkość rozsuwania szczęk: 25 mm/min. Przeprowadzone badania wykazały następujące siły przylegania:

- układ: dzianina poliestrowa podłożowa – pianka PUR: wartość siły: powyżej 8,5 N/5cm; przy sile równej 8,5 N/5cm rozwarstwieniu (destrukcji) uległa pianka,
- układ: warstwowa struktura okrywowa – membrana paro-przepuszczalna: wytrzymałość złącza: 8,2 N/5cm,
- układ: pianka – folia polimerowa: wartość siły zrywającej: 8,1 N/5cm.

Badania wykazały zatem dobrą wytrzymałość odpowiednich złączy klejowych laminatu grzewczego, która jest wyższa od wymaganej; akceptowalna przez branżę motoryzacyjną wartość siły przylegania elementów laminatu to 8 N/5cm.

Uzyskana poprawiona wytrzymałość złączy klejonych laminatu grzewczego jest wynikiem opracowanych procedur obróbki każdej z warstw danego złącza klejonego, w tym uzyskaną poprawioną adhezją membrany paro-przepuszczalnej 130, oraz zastosowanych parametrów procesów laminowania odpowiednio w krokach: 307, 402 oraz 403, które opisano powyżej.

W toku dalszych badań dzianinę okrywową 111 po obróbce w krokach 201–206 poddano badaniom w kierunku aktywności przeciwdrobnoustrojowej wobec drobnoustrojów: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Aspergillus Niger*. Badania przeprowadzono zgodnie z normami: PN-EN ISO 20645:2006 (dla bakterii) oraz PN-EN ISO 14119:2005 (dla grzybów). Uzyskane wyniki badań potwierdziły poprawioną aktywność przeciwdrobnoustrojową dzianiny okrywowej (bardzo dobrą aktywnością wobec drobnoustrojów: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dobrą wobec *Candida albicans* i brakiem aktywności wobec pleśni (*Aspergillus Niger*)). Może to być spowodowane uzyskaniem w wyniku obróbki dzianiny okrywowej jak wskazano powyżej w krokach 201–206, poprawionego związania substancji biobójczych w strukturze tej dzianiny.

Ponadto laminat grzewczy otrzymany sposobem według wynalazku poddano badaniom palności zgodnie z normą PN-EN 1021-1:2014-12 (Meble. Ocena zapalności mebli tapicerowanych. Część 1: Źródło zapłonu: tłący papierosy). Badania palności przedmiotowego układu materiałów przeprowadzono przez Katedrę Materiałoznawstwa, Towaroznawstwa i Metrologii Włókienniczej Politechniki Łódzkiej. Podczas badania nie obserwowano palenia, żarzenia ani postępującego tlenia badanego układu. Podczas testu, w miejscu bezpośredniego oddziaływania tłącego się papierosa, następowało stopienie dzianiny (stanowiącej zewnętrzną warstwę badanego układu) oraz włókniny, która znajdowała się pod tą dzianiną. Zniszczenie tych warstw nastąpiło na powierzchni o wymiarach 75 mm x 16 mm. Na podstawie badań palności stwierdzono, że badany układ spełnia wymagania normy PN-EN 1021-1:2014-12.

Laminat grzewczy został również poddany badaniu na zgodność z normą PN-EN 1021-2:2014-12 (Meble. Ocena zapalności mebli tapicerowanych. Część 2: Źródło zapłonu: równoważnik płomienia zapalaki). Podczas testu, na skutek trwającego 15 sekund oddziaływania płomienia zapalającego, następowało uszkodzenie wszystkich warstw badanego układu na powierzchni o wymiarach 110 mm x 25 mm. Po usunięciu płomienia zapalającego nie obserwowano palenia, żarzenia ani postępującego tlenia badanego układu. Na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzono zatem, że układ spełnia wymagania normy PN-EN 1021-2:2014-12.

Opracowany sposób wytwarzania laminatu grzewczego, umożliwia między innymi uniepalnienie dzianiny poliestrowej poprzez jej napawanie w fulardzie stabilizatora wodną dyspersją uniepalniającą zawierającą polifosforan melaminy o stężeniu w wodnej dyspersji uniepalniającej od 15 do 30% wag., co pozwoliło uzyskać sposobem według wynalazku laminat grzewczy spełniający wymagania normy PN-EN 1021-1:2014-12 oraz PN-EN 1021-2:2014-12.

Dzianinę podłożową 121 obrobioną w krokach 301–306 poddano także badaniom transmisji par wilgoci celem weryfikacji czy proces hydrofobizacji tej dzianiny nie wpływa negatywnie na jej przewodność (bariera dla przepływu powietrza), wyniki badań dla dzianiny obrobionej sposobem według wynalazku zestawiono (w celach porównawczych) z wynikami badań dzianiny poliestrowej nie hydrofobizowanej oraz dzianiny wiskozowej.

Uzyskane wyniki badań zestawiono w Tabeli I

T a b e l a I

Rodzaj surowca	grubość badanych dzianin, [mm]	transmisja par wilgoci [gm ⁻² 24h ⁻¹]
dzianina wiskozowa poddana powierzchniowej hydrofobizacji	1,09	4109,7887
dzianina wiskozowa gładka	1,16	4121,3534
dzianina poliestrowa	1,10	4217,6877
dzianina poliestrowa poddana procesowi hydrofobizacji	1,02	4227,9977

Uzyskane wyniki zestawione w Tabeli 1 potwierdziły, że wykończenie hydrofobowe dzianiny sposobem według wynalazku nie wpływa negatywnie na jej przewiewność. Działina poliestrowa wykończona hydrofobowo na laminat grzewczy ma transmisję par wilgoci [gm⁻² 24h⁻¹] porównywalną z działiną poliestrową gładką nie poddaną hydrofobizacji oraz charakteryzuje się wyższą transmisją par wilgoci w stosunku do działiny wiskozowej wykończonej hydrofobowo i niewykończonej.

Ponadto opracowany sposób hydrofobizacji dzianiny, który opisano powyżej pozwala uzyskać warstwę na laminat grzewczy (dzianinę podłożową) o poprawionej hydrofobowości, a także zwiększonej trwałości własności hydrofobowych oraz zachować poziom transmisji par wilgoci na poziomie dzianiny poliestrowej niepoddanej hydrofobizacji.

W toku dalszych badań zweryfikowano także trwałość hydrofobizacji uzyskanej przez dzianinę podłożową, na pranie mokre. W tabeli II poniżej zestawiono wyniki przeprowadzonych badań.

T a b e l a II: przedstawia zależność kąta zwilżania dzianiny podłożowej wykończonej hydrofobowo według opracowanego sposobu, w zależności od liczby przeprowadzonych cykli prania:

Ilość prań	Kąt zwilżania[°]
0	150
10	137
20	128
30	117

Jak wynika z Tabeli II, nawet po 30 cyklach prania dzianina podłożowa 121 wykończona hydrofobowo wykazuje zadawalająco wysoki kąt zwilżania wynoszący 117°.

Ponadto wybarwioną dzianinę poliestrową przeznaczoną na warstwę wierzchnią 111 laminatu poddano badaniom odporności na piling, a także nadruku tej dzianiny na tarcie suche i mokre.

Z przeprowadzonych badań wynika, że odporność drukowanej dzianiny poliestrowej na pilling, badana metodą Martindale'a zgodnie z normą PN-EN ISO 12945-2:2002-12, po 50 000 cyklach tarcia oceniona została w skali pięciostopniowej na 5 (5 oznacza maksymalną odporność na pilling).

Natomiast odporność druku na tarcie suche i mokre badano zgodnie z normą PN-EN ISO 105-X12:2005-02 metodą oceny wizualnej według pięciostopniowej szarej skali. Działanie po przeprowadzonych testach – wykończoną kąpielą apreterską zawierającą wodną dyspersję polietylenu oceniono odpowiednio na 5 i 4, podczas gdy działanie odniesienia – nie poddaną wykończeniu wodną dyspersją polietylenu oceniono odpowiednio na 3 i 2. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły zatem poprawioną jakość wybarwień dzianiny po obróbce w wodnej dyspersji zawierającej polietylen – którą opisano powyżej.

Przeprowadzono także badania poziomu adhezji nadrukowanych ścieżek elektroprzewodzących do membrany paro-przepuszczalnej poddanej obróbce koronowej zgodnie ze sposobem opisanym powyżej. Badania obejmowały:

- test samoprzylepną taśmą Scotch 600, który potwierdził dobrą adhezję nadrukowanych ścieżek: na taśmie Scotch 600 po jej oderwaniu nie było śladów farby elektroprzewodzącej ścieżek, co oznacza, że ścieżki elektroprzewodzące nadrukowane na powierzchnię membrany paroprzepuszczalnej opracowanym sposobem charakteryzują się wysoką adhezją do jej polimerowego podłoża membrany paro-przepuszczalnej,
- test według metody PULL-OFF przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Lload LRX, który także potwierdził wzrost adhezji ścieżek elektroprzewodzących do membrany paro-przepuszczalnej obrabianej koronowo, w porównaniu do membrany bez obróbki koronowej; zmierzone wartości adhezji ścieżek elektroprzewodzących nadrukowanych na membranie paro-przepuszczalnej poddanej obróbce koronowej zawierały się w przedziale od 0,33 MPa do 0,61 MPa.

Dla porównania, wartość adhezji mierzona dla struktur elektroprzewodzących nadrukowanych sposobami znanymi nie przekracza 0,15 MPa.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób wytwarzania laminatu grzewczego zawierającego układ grzewczy z elementami do rezystancyjnego wytwarzania ciepła oraz układ pomiaru wilgotności z czujnikami do detekcji wilgotności tego laminatu grzewczego połączonymi z co najmniej jednym modułem sterującym, który to sposób jest **znamienny tym**, że:
 - wytwarza się warstwową strukturę okrywową (110) laminatu grzewczego zawierającego warstwę poliestrowej dzianiny okrywowej (111) oraz warstwę poliestrowej włókniyny (112), o wartości oporu cieplnego (R_{110}) struktury okrywowej (110) wynoszącej od 0,06 do $0,08 \frac{m^2 \cdot K}{W}$ w taki sposób, że:
 - dzianinę okrywową (111) poddaje się następującym po sobie procesom: prania i bielenia (201) w temperaturze od 10 do 20°C, stabilizacji (202) w temperaturze 190°C oraz następnego barwienia, odżęcia po barwieniu i suszeniu (203), a wysuszoną dzianinę okrywową (111) poddaje się:
 - kąpieli apreterskiej pierwszej (204) w wodnej dyspersji kopolimeru akrylowo-styrenowego zawierającego od 65 do 75% merów akrylowych, o stężeniu tego kopolimeru w wodnej dyspersji w zakresie od 5 do 20%, przy czym kąpiel apreterską pierwszą (204) prowadzi się na pierwszym fulardzie stabilizatora z prędkością wynoszącą 10 mb/min, utrzymując jej temperaturę w zakresie od 10 do 20°C,
 - a następnie dzianinę okrywową (111) na drugim fulardzie stabilizatora poddaje się kąpieli apreterskiej drugiej (205) w wodnej dyspersji zawierającej:
 - polietylen w ilości od 10 do 16 g na każdy litr tej dyspersji, jako środek antypilingowy,
 - polifosforan melaminy w stężeniu od 15 do 30% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środek uniepalniający, oraz
 - chlorheksydynę (nr CAS związku: 55-56-1) w stężeniu od 5 do 40 g tej substancji na każdy litr tej dyspersji i tlenek cynku (ZnO) w stężeniu od 10 do 30% wag. W odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środki przeciwdrobnoustrojowe,
 - po czym dzianinę okrywową (111) stabilizuje się (206), a ustabilizowaną dzianinę okrywową (111) laminuje się metodą hot-melt (207) z warstwą włókniyny (112),

- a następnie powleka się (208) włókninę (112) wodną dyspersją zawierającą: 2-Metylo-2H-izotiazol-3-on w ilości od 0,025 do 0,1% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji oraz mieszaninę 5-chloro-2-metylo-2H-izotiazol-3-onu i 2-metylo-2H-izotiazol-3-onu w ilości od 0,0002 do 0,0015% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środki promujące adhezję, uzyskując warstwową strukturę okrywową (110), którą suszy się na suszarce,
- przy czym wytwarza się ponadto warstwową strukturę podłożową (120) laminatu grzewczego zawierającą warstwę poliestrowej dzianiny podłożowej (121) oraz warstwę pianki poliuretanowej (122) o wartości oporu cieplnego (R_{120}) struktury podłożowej (120) wynoszącego od 0,11 do $0,14 \frac{m^2 \cdot K}{W}$ w taki sposób, że:
 - dzianinę podłożową (121) poddaje się następującym po sobie procesom: prania i bielienia (301) w temperaturze od 10 do 20°C, stabilizacji (302) w temperaturze 190°C oraz następnego barwienia, odżęcia po barwieniu i suszeniu (303), a wysuszoną dzianinę podłożową (121) poddaje się:
 - kąpieli apreterskiej pierwszej (304) w wodnej dyspersji zawierającej kwasy tłuszczowe oleju kokosowego, etoksylované (nr CAS mieszaniny: 61791-29-5) w ilości od 3 do 5 g na litr tej dyspersji, jako środek hydrofilowy,
 - a następnie dzianinę podłożową (121) poddaje się kąpieli apreterskiej drugiej (305) w wodnej dyspersji zawierającej:
 - polifosforan melaminy w stężeniu od 15 do 30% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środek uniepalniający, oraz
 - dodecyldimetyloaminę w stężeniu w ilości od 0,02 do 0,05% wag. odniesieniu do masy tej dyspersji, jako środek hydrofobizujący,
 - po czym dzianinę podłożową (121) stabilizuje się i suszy (206), a ustabilizowaną i wysuszoną dzianinę podłożową (121) poddaje się laminowaniu (307) hot-melt z pianką poliuretanową (122),
 - a po laminowaniu (307) powleka się (308) piankę poliuretanową (122) wodną dyspersją zawierającą: 2-Metylo-2H-izotiazol-3-on w ilości od 0,025 do 0,1% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji oraz mieszaninę 5-chloro-2-metylo-2H-izotiazol-3-onu i 2-metylo-2H-izotiazol-3-onu w ilości od 0,0002 do 0,0015% wag. w odniesieniu do masy tej dyspersji jako środki promujące adhezję, uzyskując warstwową strukturę podłożową 120,
 - przy czym ponadto poliuretanową membranę paro-przepuszczalną (130) poddaje się z jednej strony obróbce niskotemperaturową plazmą atmosferyczną, utrzymując moc wyładowań generatora tej plazmy w zakresie od 300 do 4 000 W i liniową prędkość przesuwu obrabianej membrany paro-przepuszczalnej (130) w zakresie 5–15 mb/min,
 - po czym od strony obrobionej plazmą atmosferyczną na membranie paro-przepuszczalną (130) nadrukowuje się farbą elektroprowadzącą: ścieżki elektroprowadzące grzewcze (131) do rezytancyjnego wytwarzania ciepła o szerokości od 2 do 6 mm, ścieżki elektroprowadzące czujnikowe (132) do pomiaru wilgotności o szerokości od 2 do 4 mm, oraz ścieżki elektroprowadzące łącznikowe (133),
 - a następnie poliuretanową membranę paro-przepuszczalną (130) od strony przeciwnej do nadrukowanych ścieżek elektroprowadzących (131, 132, 133) poddaje się obróbce niskotemperaturową plazmą atmosferyczną, utrzymując moc wyładowań generatora tej plazmy w zakresie od 300 do 4 000 W i liniową prędkość przesuwu obrabianej membrany paro-przepuszczalnej (130) w zakresie 5–15 mb/min,
 - po czym warstwową strukturę podłożową (120) od strony pianki poliuretanowej (122) laminuje się (402) poliuretanowym klejem termotopliwym z membraną paro-przepuszczalną (130) od strony przeciwnej do nadrukowanych ścieżek elektroprowadzących (131, 132, 133), wytwarzając strukturę warstwową,
 - natomiast wytworzoną strukturę warstwową od strony ścieżek elektroprowadzących (131, 132, 133) membrany paro-przepuszczalnej (130) laminuje się (403) poliuretanowym klejem termotopliwym z warstwową strukturą okrywową (110) od strony włókniny (112),
 - przy czym do ścieżek elektroprowadzących łącznikowych (133) podpiną się co najmniej jeden moduł sterujący (134) układu grzewczego oraz układu pomiaru wilgotności, uzyskując laminat grzewczy.

Rysunki

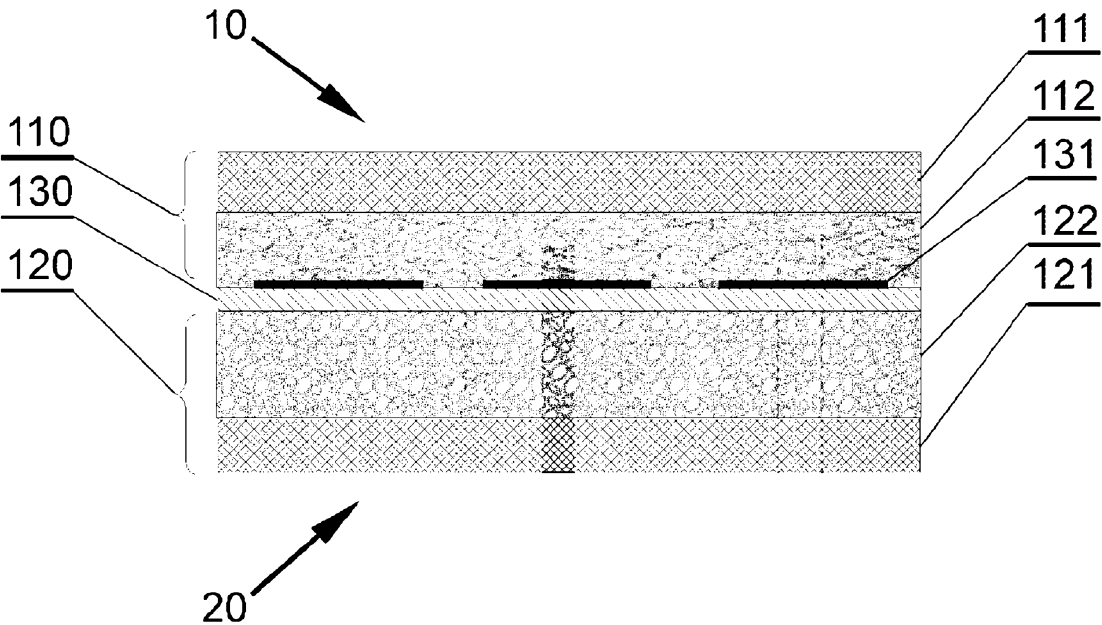


Fig. 1

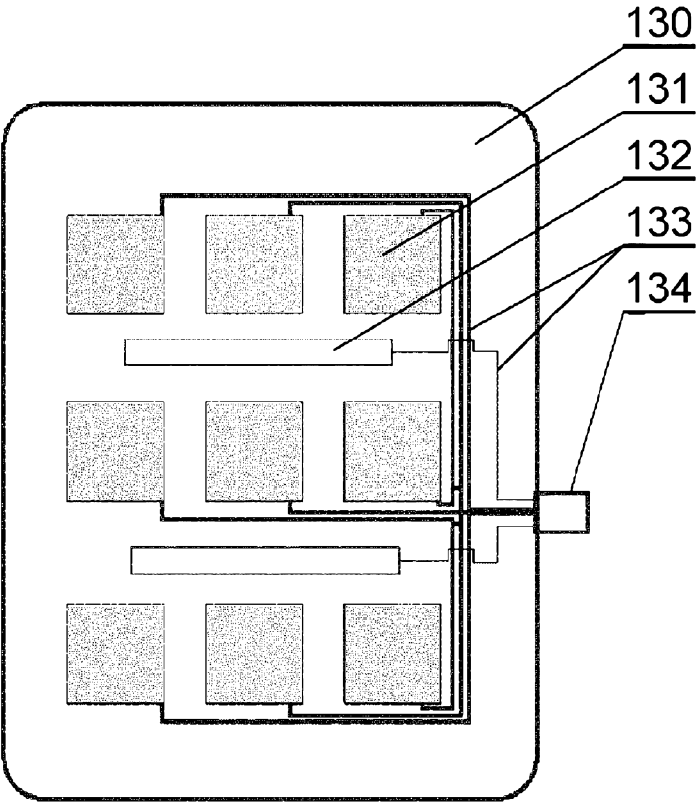
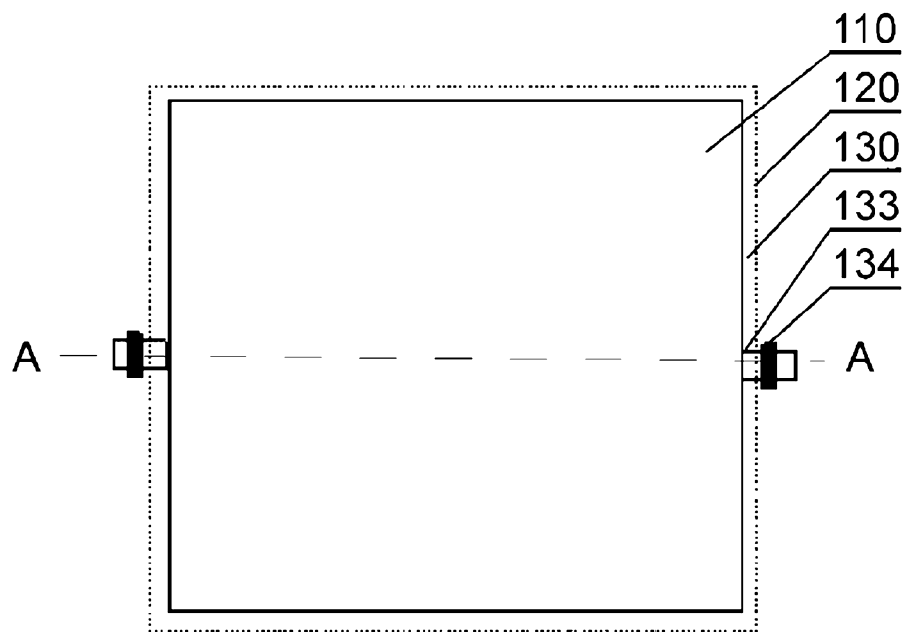
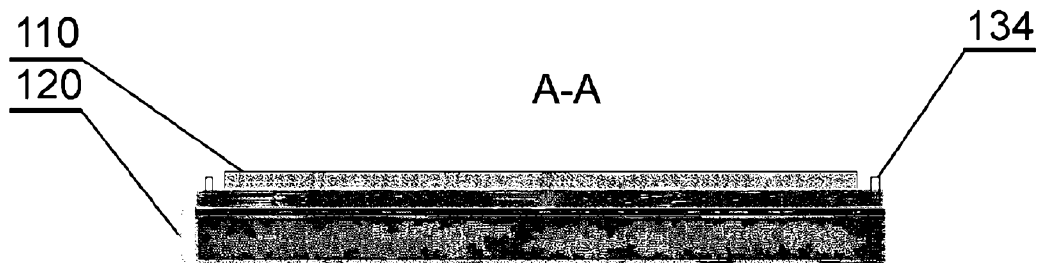
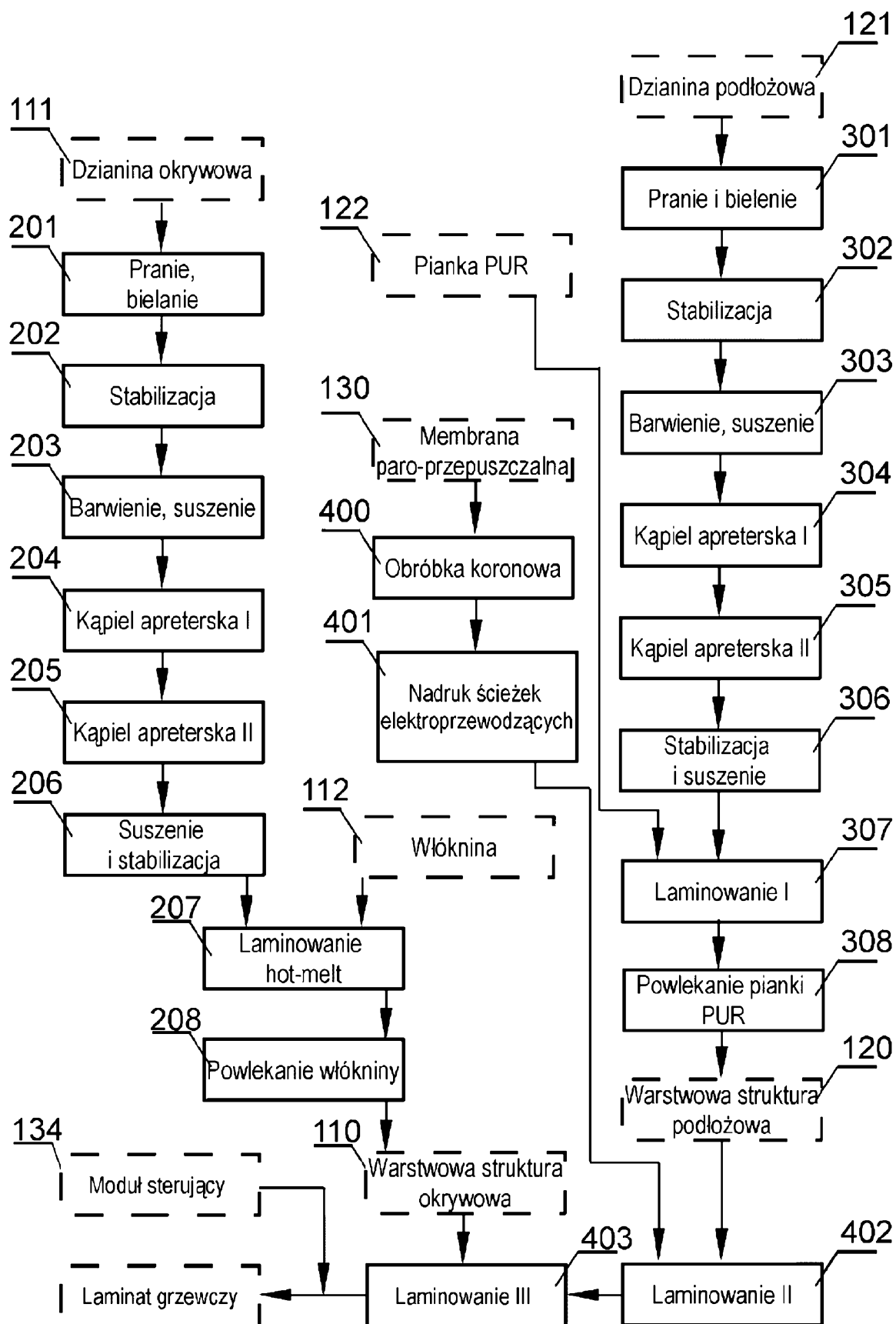


Fig. 2

**Fig. 3A****Fig. 3B**



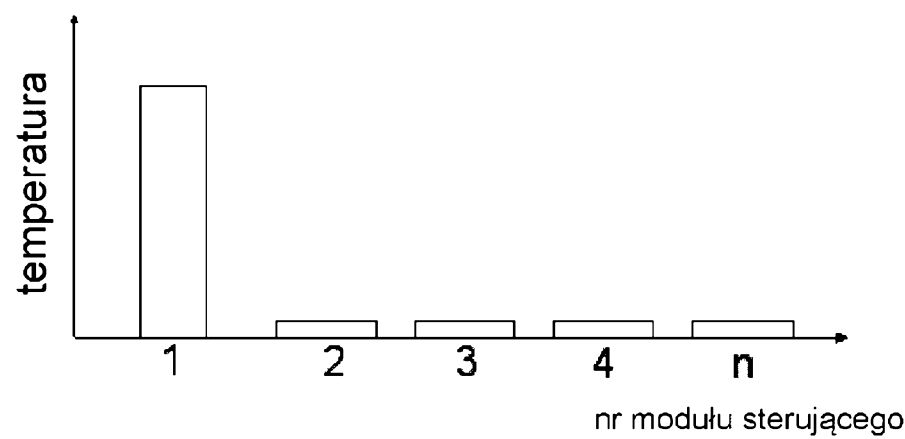


Fig. 5A

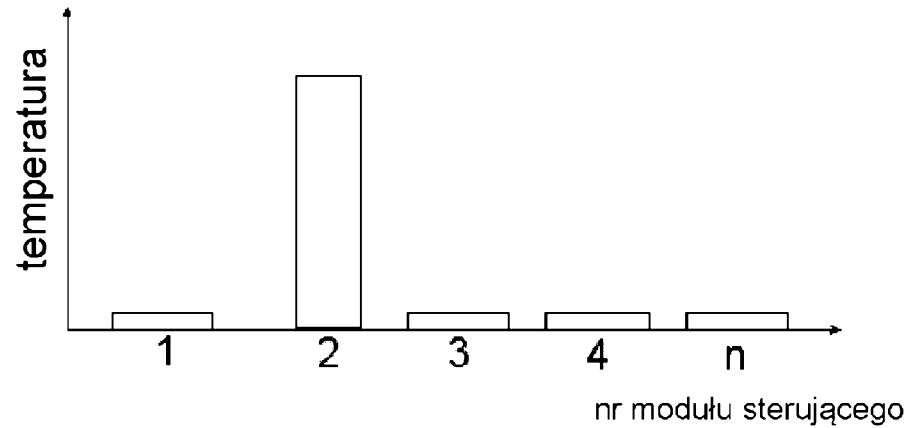


Fig. 5B

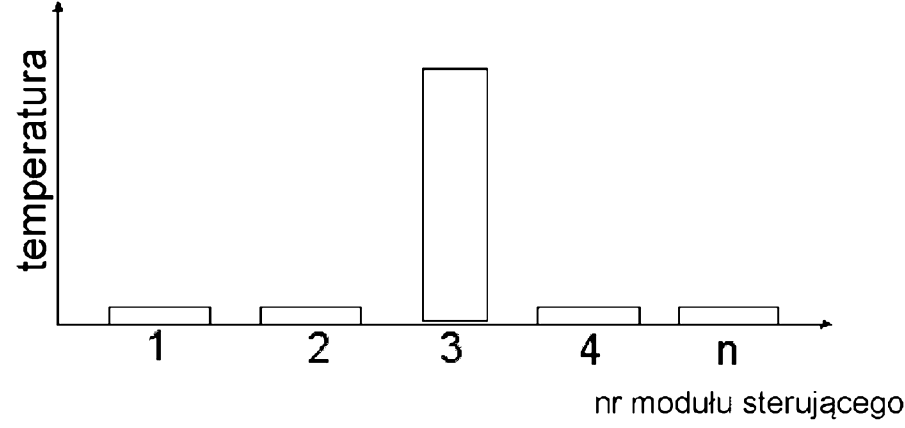
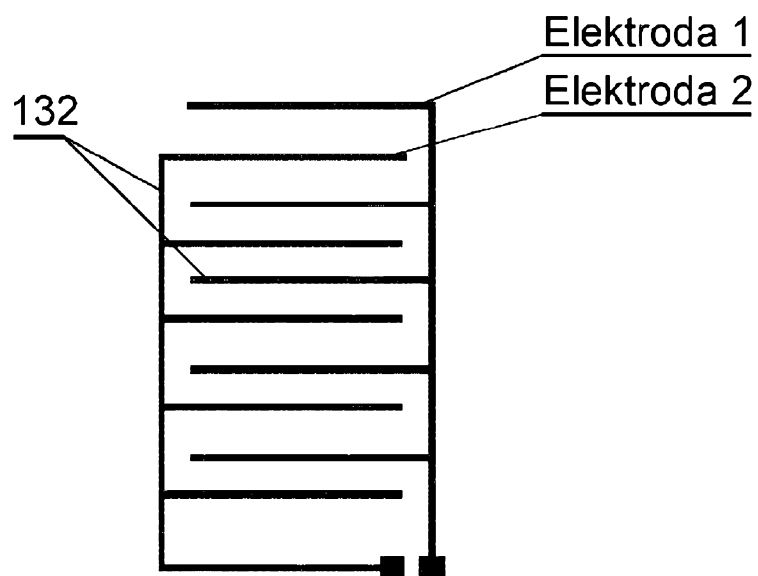


Fig. 5C

**Fig. 6**