

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240806**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **427523**

(22) Data zgłoszenia: **24.10.2018**

(51) Int.Cl.

H01L 31/046 (2014.01)

H01L 31/0216 (2014.01)

H01L 25/00 (2006.01)

(54)

Panel fotowoltaiczny na bazie perowskitu

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.05.2020 BUP 10/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

06.06.2022 WUP 23/22

(73) Uprawniony z patentu:

CHUPTYŚ JANUSZ CONTISSI, Dębica, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

PIOTR CHUPTYŚ, Dębica, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Małgorzata Chrzanowska

PL 240806 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest panel fotowoltaiczny na bazie perowskitu, wykorzystujący bardzo duże spektrum światła słonecznego, zwiększając konwersję promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

Znane są z publikacji na stronie internetowej <https://www.laserfocusworld.com/articles/print/volume-51/issue-02/features/laser-powered-devices-high-concentration-pv-cell-enables-high-wattage-laser-power-transmission.html> ogniwa fotowoltaiczne VMJ (Vertical Multi Junctions) oparte na krzemie, konkurencyjne cenowo z klasycznymi ogniwami fotowoltaicznymi, które działają najsukuteczniej w przypadku systemów laserowych o długości fal w zakresie 900 do 1000 nm, przy czym skład materiałowy komórki VMJ i jej struktura stanowią podstawę konkurencyjności komórki w zastosowaniach do laserowej transmisji mocy. Komórka VMJ jest połączoną szeregowo z komórką miniaturowego krzemowego pionowego złącza. Komórka VMJ jest wytworzona przez łączenie razem stosu rozproszonych i metalizowanych płytek krzemowych, oraz rozcięcie tego stosu na cienkie plasterki, w wyniku czego powstają ogniwa o wysokim napięciu i niskim natężeniu prądu, z których każde zawiera około 50 jednostek (złączy) na centymetr długości, uzyskując prawie 30 V/cm. Przewody elektryczne są przymocowane do styków krańcowych, dzięki czemu prąd płynie z końców tych ogniw.

Zasadę działania opisanego wyżej ogniwa fotowoltaicznego VMJ wykorzystano w przytoczonym niżej opisie patentowym wynalazku nr US20150000729A1, z którego wynika, że ogniwo słoneczne z warstwą pasywacyjną składa się z ogniwa pionowego połączonego z wieloma ogniwami fotowoltaicznymi VMJ, warstwy pasywacyjnej na tym pionowym ogniwie przepuszczającej światło oraz z warstwy przeciwoodblaskowej przykrywającej tę warstwę pasywacyjną, przy czym każde ogniwo VMJ zawiera wiele podłoży połączeń PN ustawionych w odstępach oraz wiele warstw elektrodowych, umieszczonych pomiędzy dwoma sąsiednimi podłożami PN i połączonych z nimi, wytwarzając styki oporowe o niskiej rezystancji, silnym połączeniu i dobrym przewodzeniu cieplnym. Podłoża połączeń mogą być wykonane z materiału wybranego z grupy złożonej z GaAs, Ge, InGaP i ich kombinacji, natomiast warstwy elektrodowe mogą być wykonane z materiału wybranego z grupy złożonej z Si, Ti, Co, W, Hf, Ta, Mo, Cr, Ag, Cu, Al i ich mieszanin stopowych. Poza tym każde podłoże połączenia PN składa się z powierzchni końcowej typu P+, powierzchni końcowej typu P, powierzchni końcowej typu N i powierzchni typu N+, przy czym warstwa pasywacyjna tego ogniwa pokrywa wszystkie te powierzchnie końcowe typu P+, P, N i N+ oraz powierzchnie osłonięte w celu obniżenia prawdopodobieństwa rekombinacji nośników wywołanej absorpcją światła słonecznego. Elektrody przewodzące tego ogniwa służące do przekazywania energii elektrycznej wytworzonej przez ogniwo VMJ są nakładane oddzielnie na pierwszą i drugą powierzchnię końcową. W ogniwie tym podłoża połączeń PN obejmują powierzchnię przepuszczającą światło, która obejmuje powierzchnię końcową typu P+ warstwy domieszkowania dyfuzyjnego typu P+, powierzchnię końcową typu P warstwy domieszkowania dyfuzyjnego typu P, powierzchnię końcową typu N warstwy domieszkowania dyfuzyjnego typu N oraz powierzchnię końcową typu N+ warstwy domieszkowania dyfuzyjnego typu N+, przy czym celem tego ogniwa słonecznego z warstwą pasywacyjną jest obniżenie prawdopodobieństwa występowania rekombinacji jego nośników indukowanych przez pochłanianie światła słonecznego.

Znany jest z japońskiego opisu patentowego JP20050118411 panel, posiadający złącze pn składające się z p-kanalowej warstwy organicznego półprzewodnika typu p wybranej z grupy składającej się z ftalocyjaniny i chinakrydonów i n-kanalowej warstwy organicznego półprzewodnika typu n wybranej z grupy składającej się z pochodnych perylenu, pochodnych naftalenu i fulerenów, przy czym wszystkie te warstwy ułożone są w kierunku pionowym i umieszczone są pomiędzy bocznymi dwoma metalowymi elektrodami, usytuowanymi równolegle do złącza.

Znane jest także z opisu patentowego EP0204567 ogniwo słoneczne, którego moduł złożony jest z dwóch różnych paneli ogniw słonecznych cienkowarstwowych, przy czym pierwszy panel zawiera szereg ogniw słonecznych składających się z półprzewodnika z cienkowarstwowego stopu krzemu (TFS) umieszczonego pomiędzy przezroczystą warstwą przewodzącą złożoną z tlenku cynku i inną przezroczystą warstwą przewodzącą, która jest osadzona na odpowiednim przezroczystym podłożu izolacyjnym, z kolei poniżej pierwszego panelu zwrócony w stronę przezroczystej warstwy przewodzącej tlenku cynku tego panelu umieszczony jest drugi panel, który zawiera szereg ogniw słonecznych z diselenku miedzi i indu (CIS) składających się z podłoża izolacyjnego, osadzonej na nim przewodzącej

warstwy metalu i półprzewodnika CIS na warstwie metalicznej i półprzewodniku z tlenku cynku osadzonego na warstwie CIS, przy czym te dwa panele fotoprzewodzące oddzielone są od siebie przezroczystą warstwą izolacyjną.

Znane jest również z opisu patentowego US2018240606A1 perowskitowe ogniwo fotowoltaiczne zawierające pierwszą warstwę transportującą ładunek (transportującą dziury) zawierające wiele nanokryształów półprzewodnikowych, w tym rdzeń i powłokę będącą w kontakcie z pierwszą elektrodą na przykład z tlenku indowo-cynowego umieszczoną na podłożu, które stanowi przewodzące szkło (ITO-glass) lub tworzywo sztuczne oraz drugą warstwę transportującą ładunek (elektrony) w kontakcie z drugą elektrodą i warstwą absorbera zawierającą materiał perowskitowy, umieszczoną pomiędzy obu tymi warstwami transportującymi, przy czym wszystkie te warstwy usytuowane są w pozycji poziomej i równolegle względem siebie. Poza tym w ogniwie tym materiał perowskitowy zawiera perowskit ołowio-halogenowy (MAPbL_3), a podłoże może być także wykonane z tworzywa sztucznego lub z metalu, natomiast rdzeń zawiera pierwszy materiał półprzewodnikowy typu PbS oraz drugi materiał półprzewodnikowy typu CdS, stanowiący osłonę.

Z kolei znane z opisu patentowego US2018248142A1 ogniwo fotowoltaiczne posiadające strukturę zawierającą monokrystaliczną warstwę z perowskitem składa się z podłoża wykonanego z jednego lub więcej szkielek, powlekanych: tlenkiem indowo-cynowym (ITO), tlenkiem cyny powlekanego fluorkiem (FTO), krzemu i krzemu pokrytego metalem lub ich kombinację, monokrystalicznej folii z metaloorganicznym halogenkiem perowskitu umieszczonej na podłożu oraz z warstwy metalu umieszczonej na monokrystalicznej folii z perowskitu z metaloorganicznym halogenkiem, w której warstwa metalu wybrana jest spośród Au, Ag, Cu lub ich kombinacji. Poza tym w ogniwie tym monokrystaliczna folia perowskitowa z metaloorganicznym halogenkiem ma grubość wynoszącą od 300 nm do 50 μm , a warstwa metalowa ma grubość od 50 do 200 nm.

Celem wynalazku jest opracowanie nowej konstrukcji panelu fotowoltaicznego z ogniwami na bazie absorbera perowskitowego o zwiększonej wydajności przetwarzania światła słonecznego na energię elektryczną oraz stwarzającej możliwość łączenia wielu ogniw fotowoltaicznych o zróżnicowanej ich absorpcyjności.

Istota panelu fotowoltaicznego na bazie perowskitu, którego połączone ze sobą szeregowo płytkowe prostopadłościennne ogniwa fotowoltaiczne zawierają warstwę szklaną, warstwy transportujące ładunek energii elektrycznej i warstwę foliową oraz osadzoną na jednej z nich warstwę absorbującą, zawierającą materiał perowskitowy, a ponadto panel ten wyposażony jest w elektrodę dodatnią i elektrodę ujemną charakteryzuje się tym, że posiada od 2 do 1000 ogniw fotowoltaicznych połączonych ze sobą szeregowo i nierozłącznie o identycznej budowie, utworzonych z pionowo i równolegle usytuowanych względem siebie i nierozłącznie połączonych ze sobą warstw, które stanowią: warstwy foliowe o grubości wynoszącej od 1 μm do 1000 μm w ilości od 1 do 3000, i/lub warstwy płytek szklanych o grubości wynoszącej od 30 μm do 1000 μm w ilości od 1 do 2000 i warstwy powłok perowskitowych o grubości od 10 nm do 1000 nm w ilości 1 do 2000, przy czym przednie czoło tego panelu połączone jest z elektrodą dodatnią (+), a przeciwległe mu tylne czoło z elektrodą ujemną (-), tak że obie te elektrody stykają się ze wszystkimi pionowo usytuowanymi powłokami perowskitowymi wszystkich ogniw fotowoltaicznych, przy czym wysokość (h) i długości (L) ogniwa fotowoltaicznego równa jest wysokości (h) i długości (L) panela fotowoltaicznego.

Korzystnym jest również gdy każde ogniwo fotowoltaiczne posiada element folii elektroizolacyjnej jednostronnie klejącej, do której przylega płytka szklana, której jedna powierzchnia pokryta jest powłoką perowskitową, do której przylega druga płytka szklana.

Korzystnym jest także gdy każde ogniwo fotowoltaiczne posiada element folii elektroizolacyjnej jednostronnie klejącej, do której przylega element analogicznej folii elektroizolacyjnej połączonej z powłoką perowskitową, do której przylega płytka szklana.

Korzystnym jest również gdy każde ogniwo fotowoltaiczne posiada element folii elektroizolacyjnej jednostronnie klejącej, do której przylega płytka szklana, powleczone jednostronnie powłoką perowskitową z przylegającej do niej drugą analogiczną płytką szklaną.

Korzystnym jest także, gdy jego ogniwo fotowoltaiczne posiada element folii elektroizolacyjnej jednostronnie klejącej, do której przylega powłoka perowskitowa, połączona z płytką szklaną, której druga powierzchnia powleczone jest kolejną powłoką perowskitową z przylegającym do niej elementem folii elektroizolacyjnej.

Nieoczekiwanie stwierdzono, że połączenie ze sobą w ogniwie fotowoltaicznym kilku materiałów, w tym zawierających co najmniej jedną powłokę absorbera perowskitowego nanoszoną na co najmniej

jedną powierzchnię jednego z tych materiałów usytuowanych pionowo i równolegle względem siebie w wyniku czego górne boczne mikrościanki tych powłok perowskitowych są odsłonięte oraz połączenie szeregowo ze sobą tych ogniw w ilości zależnej od żądanych wymiarów gabarytowych utworzonych z nich paneli fotowoltaicznych spowodowało zwiększenie konwersji energii rozproszonej światła wielokrotnie odbitego wewnątrz tak skonstruowanego panelu w energię elektryczną, a zarazem zwiększenie wydajności przetwarzania światła słonecznego w energię elektryczną.

Przedmiot wynalazku w czterech przykładach jego wykonania został uwidoczniiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia pierwszą odmianę wykonania monolitycznego panelu fotowoltaicznego na bazie perowskitu z trzema identycznymi ogniwami fotowoltaicznymi zawierającymi powłokę perowskitową naniesioną na jedną powierzchnię płytki szklanej każdego z tych ogniw w widoku perspektywicznym, fig. 2 – ten sam panel w stanie rozłożonym jego tych trzech ogniw bez ich łączników klejowych w widoku perspektywicznym, fig. 3 – drugą odmianę wykonania tego panelu fotowoltaicznego z czterema identycznymi ogniwami fotowoltaicznymi, zawierającymi powłokę perowskitową naniesioną na jedną powierzchnię folii dwustronnie klejącej każdego z tych ogniw w widoku perspektywicznym, fig. 4 – ten sam panel w stanie rozłożonym jego tych czterech ogniw bez ich łączników klejowych w widoku perspektywicznym, fig. 5 – trzecią odmianę wykonania tego panelu fotowoltaicznego z czterema identycznymi ogniwami fotowoltaicznymi zawierającymi dwie powłoki perowskitowe naniesione na obie powierzchnie jednej folii każdego z tych ogniw w widoku perspektywicznym, fig. 6 – ten sam panel w stanie rozłożonym jego tych czterech ogniw, bez ich łączników klejowych w widoku perspektywicznym, fig. 7 – czwartą odmianę wykonania tego panelu fotowoltaicznego z sześcioma identycznymi ogniwami fotowoltaicznymi zawierającymi dwie powłoki perowskitowe naniesione na obie powierzchnie jednej płytki szklanej każdego z tych ogniw w widoku perspektywicznym, fig. 8 – ten sam panel w stanie rozłożonym jego tych sześciu ogniw, bez ich łączników klejowych w widoku perspektywicznym, natomiast mając na uwadze dokładniejszą interpretację budowy panelu fotowoltaicznego według wynalazku na rysunku fig. 9 przedstawiono przykładowy prostopadłościenny płytkowy półwyrób – utworzony z trwale połączonych ze sobą znanymi metodami jego elementów składowych zawierających folię jednostronnie klejącą, płytkę szklaną z powłoką perowskitową na jednej jej powierzchni i przylegającą do nich płytką szklaną, które to elementy usytuowane są poziomo i równolegle względem siebie, który po rozcięciu go na cienkie płytkowe prostopadłościennie elementy umożliwił będzie wykorzystanie ich jako ogniw fotowoltaicznych tego panelu. Poza tym mając na uwadze małe grubości elementów składowych ogniw fotowoltaicznych przedmiotowego panelu fotowoltaicznego przedstawionych na rysunkach fig. 1–8 rysunki te wykonano w znacznym powiększeniu w porównaniu do rzeczywistych grubości elementów składowych tych paneli.

Przykład 1

Panel fotowoltaiczny na bazie perowskitu ma kształt prostopadłościenną monolityczną płytkę o wysokości $h = 5$ mm, szerokości S i długości L , składającej się z trzech identycznych ogniw fotowoltaicznych 1 o szerokości S_1 połączonych trwale i szeregowo ze sobą ich wewnętrznymi bocznymi ścianami warstwami przezroczystego kleju konstrukcyjnego 2 przewodzącego, przy czym każde z tych ogniw 1 składa się z folii elektroizolacyjnej 3 jednostronnie klejącej typu EVA o grubości $200\ \mu\text{m}$, połączonej z jedną powierzchnią płytki szklanej 4 o grubości $1000\ \mu\text{m}$ wykonanej ze szkła, której druga przeciwległa powierzchnia powleczone jest trwale powłoką perowskitową 5 o grubości $500\ \text{nm}$, do której powierzchni przylega analogiczna płytką szklaną $4'$, przy czym wszystkie elementy składowe ogniw 1 usytuowane są pionowo i równolegle względem siebie, a ponadto jedno końce wszystkich połączonych ze sobą ogniw 1 tego panelu połączone są z elektrodą dodatnią, a drugie przeciwległe ich końce z elektrodą ujemną.

Przykład 2

Panel fotowoltaiczny na bazie perowskitu ma kształt prostopadłościenną monolityczną płytkę o wysokości $h = 10$ mm składającej się z czterech identycznych ogniw fotowoltaicznych 1 o szerokości S_1 połączonych trwale i szeregowo ze sobą wewnętrznymi bocznymi ich ścianami warstwami przezroczystego kleju konstrukcyjnego 2 przewodzącego, przy czym każde z tych ogniw 1 składa się z folii elektroizolacyjnej 3 jednostronnie klejącej typu EVA o grubości $1\ \mu\text{m}$ połączonej z jedną powierzchnią drugiej folii elektroizolacyjnej $3'$ typu EVA, której druga powierzchnia powlekana jest trwale powłoką perowskitową 5 o grubości $10\ \text{nm}$, która połączona jest trwale z płytką szklaną 4 o grubości $30\ \mu\text{m}$ wykonaną ze szkła, przy czym wszystkie elementy składowe tych czterech ogniw 1 usytuowane są pionowo i równolegle względem siebie, a ponadto jedno końce tych czterech ogniw 1 połączonych ze sobą szeregowo połączone są z elektrodą dodatnią, a drugie przeciwległe ich końce z elektrodą ujemną.

Przykład 3

Panel fotowoltaiczny na bazie perowskitu ma kształt prostopadłościenną monolityczną płytki o wysokości $h = 25$ mm składającej się z czterech identycznych ogniw fotowoltaicznych 1 o szerokości S1 połączonych ze sobą wewnętrznymi bocznymi ich ścianami warstwami przeźroczystego kleju konstrukcyjnego 2 przewodzącego, przy czym każde z tych ogniw 1 składa się z trzech warstw folii: 3, 3' i 3'' typu EVA o grubościach $100\text{ }\mu\text{m}$, przy czym obie powierzchnie folii 3' pokryte są powłoką perowskitową 5 i 5' o grubościach 1000 nm , ponadto wszystkie elementy składowe tych czterech ogniw 1 usytuowane są także pionowo i równolegle względem siebie, a jedno końce tych czterech ogniw 1 połączonych ze sobą szeregowo połączone są z elektrodą dodatnią, a drugie przeciwległe ich końce z elektrodą ujemną.

Przykład 4

Panel fotowoltaiczny na bazie perowskitu ma kształt prostopadłościenną monolityczną płytki o wysokości $h = 50$ mm składającej się z sześciu identycznych ogniw fotowoltaicznych 1 o szerokości S1, połączonych ze sobą trwale i szeregowo wewnętrznymi ich bocznymi ścianami warstwami przeźroczystego kleju konstrukcyjnego 2 przewodzącego, przy czym każde z tych ogniw 1 składa się z folii 3 typu EVA o grubościach $1000\text{ }\mu\text{m}$, pokrytej jednostronnie powłoką perowskitową 5 o grubości 250 nm do której przylega jedna powierzchnia płytki, szklanej 4 o grubości $500\text{ }\mu\text{m}$, wykonanej ze szkła, której druga powierzchnia powleczone jest kolejną powłoką perowskitową 5' o grubości 200 nm , do której przylega druga folia 3' typu EVA o grubości $500\text{ }\mu\text{m}$, przy czym wszystkie elementy składowe tych sześciu ogniw 1 usytuowane są pionowo i równolegle względem siebie. Poza tym jedno końce tych sześciu ogniw 1 połączonych ze sobą szeregowo połączone są z elektrodą dodatnią, a drugie przeciwległe ich końce z elektrodą ujemną.

W dalszych przykładowych wykonaniach nie pokazanych na rysunku, panele fotowoltaiczne na bazie perowskitu zawierały dwa, dziesięć, sto i tysiąc ogniw fotowoltaicznych składających się z warstw foliowych 3 i/lub 3' i/lub 3'', powłok perowskitowych 5 i/lub 5' i płytek szklanych 4 i/lub 4', usytuowanych względem siebie równolegle i pionowo oraz połączonych ze sobą analogicznie jak opisano w przykładach 1–4, przy czym ilość tych ogniw uzależniona była od ich przeznaczenia oraz ich wymiarów gabarytowych.

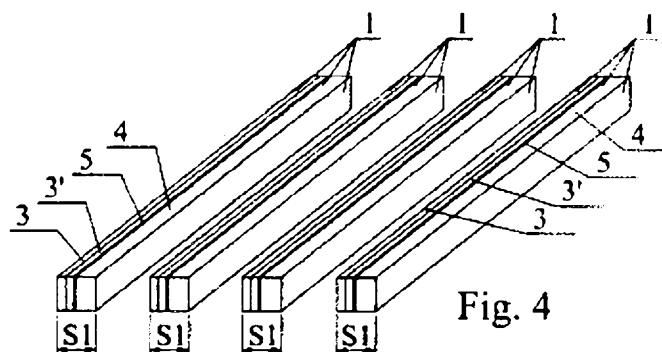
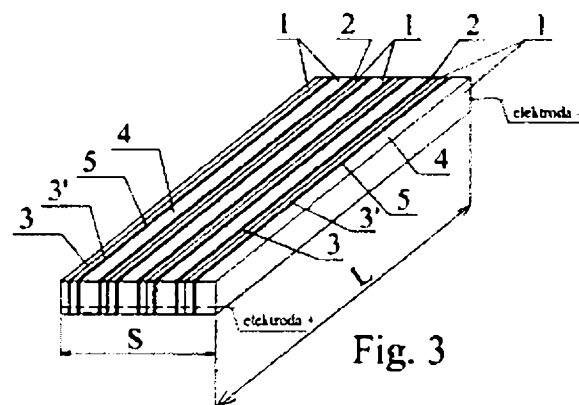
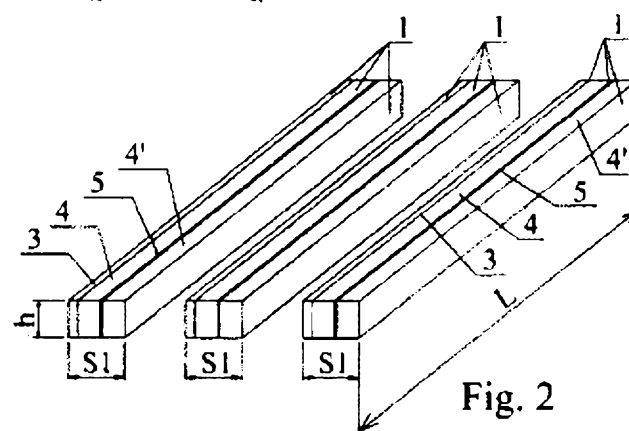
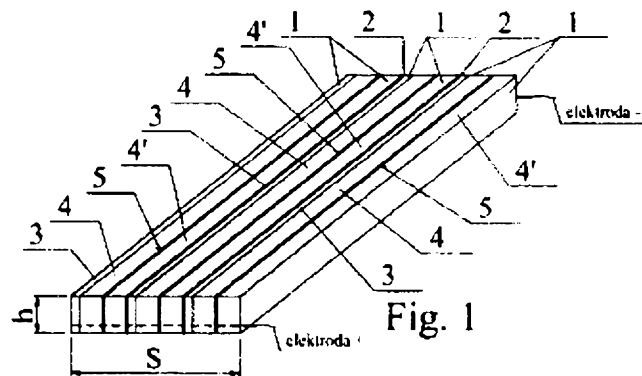
Po zapoznaniu się z powyższymi przykładowymi opisanymi budowami paneli fotowoltaicznych na bazie perowskitu oraz z rysunkami fig. 1–8 inne konfiguracje budowy tych paneli na bazie perowskitów oraz ich zalety dla specjalisty staną się oczywiste, gdyż istotę przedmiotowego wynalazku stanowi pionowe usytuowanie elementów składowych ogniw tych paneli, umożliwiające połączenie elektryczne wszystkich powłok perowskitowych z elektrodą dodatnią i elektrodą ujemną tych paneli połączonych ze sobą szeregowo. Oczywistym rozwiązaniem będzie również zastąpienie w tym wynalazku powłoki lub powłok perowskitowych kropkami kwantowymi.

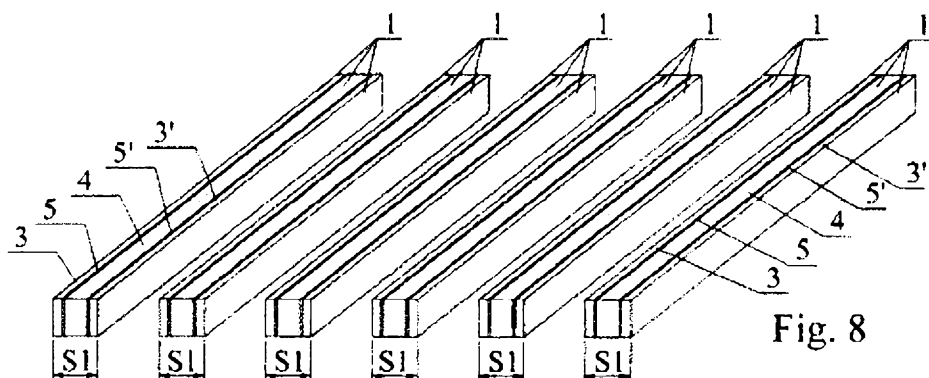
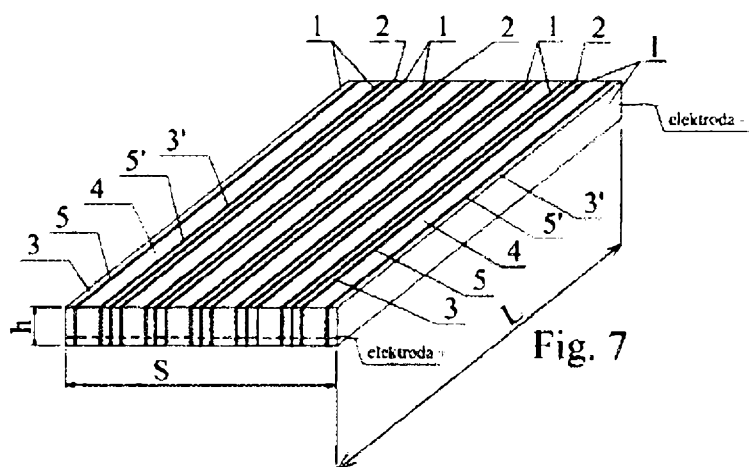
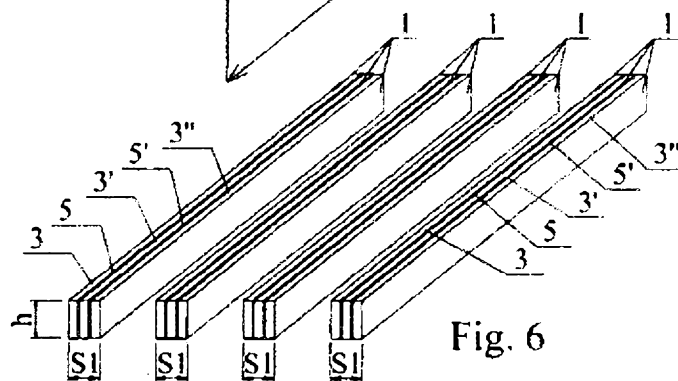
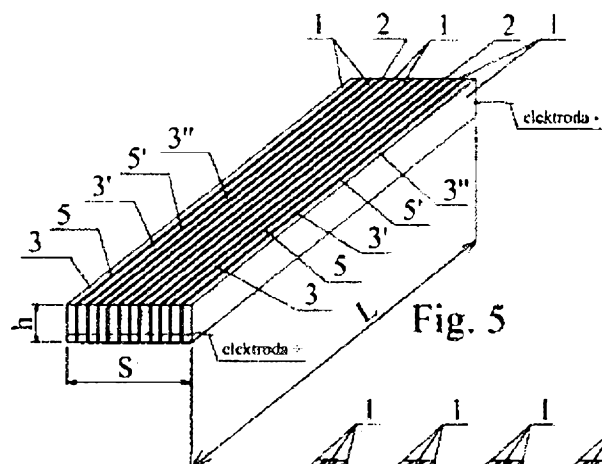
Zastrzeżenia patentowe

1. Panel fotowoltaiczny na bazie perowskitu, którego połączone ze sobą szeregowo płytkowe prostopadłościennie ogniwa fotowoltaiczne zawierają warstwę szklaną, warstwy transportujące ładunek energii elektrycznej i warstwę foliową oraz osadzoną na jednej z nich warstwę absorbującą, zawierającą materiał perowskitowy, a ponadto panel ten wyposażony jest w elektrodę dodatnią i elektrodę ujemną, **znamienny tym**, że posiada od 2 do 1000 ogniw fotowoltaicznych (1) połączonych ze sobą szeregowo i nierozłącznie o identycznej budowie, utworzonych z pionowo i równolegle usytuowanych względem siebie i nierozłącznie połączonych ze sobą warstw, które stanowią: warstwy foliowe (3, 3' lub 3'') o grubości wynoszącej od $1\text{ }\mu\text{m}$ do $1000\text{ }\mu\text{m}$ w ilości od 1 do 3000, i/lub warstwy płytek szklanych (4 lub 4') o grubości wynoszącej od $30\text{ }\mu\text{m}$ do $1000\text{ }\mu\text{m}$ w ilości od 1 do 2000 i warstwy powłok perowskitowych (5 lub 5') o grubości od 10 nm do 1000 nm w ilości 1 do 2000, przy czym przednie czoło tego panelu połączone jest z elektrodą dodatnią (+), a przeciwległe mu tylne czoło z elektrodą ujemną (-), tak że obie te elektrody stykają się ze wszystkimi pionowo usytuowanymi powłokami perowskitowymi (5 lub 5') wszystkich ogniw fotowoltaicznych (1), przy czym wysokość (h) i długości (L) ogniwa fotowoltaicznego (1) równa jest wysokości (h) i długości (L) panela fotowoltaicznego.

2. Panel fotowoltaiczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każde jego ogniwo fotowoltaiczne (1) posiada element folii elektroizolacyjnej (3) jednostronnie klejącej, do której przylega płytka szklana (4), której jedna powierzchnia pokryta jest powłoką perowskitową, do której przylega druga płytka szklana (4').
3. Panel fotowoltaiczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każde jego ogniwo fotowoltaiczne (1) posiada element folii elektroizolacyjnej (3) jednostronnie klejącej, do której przylega element analogicznej folii elektroizolacyjnej (3') połączonej z powłoką perowskitową (5), do której przylega płytka szklana (4).
4. Panel fotowoltaiczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każde jego ogniwo fotowoltaiczne (1) posiada element folii elektroizolacyjnej (3) jednostronnie klejącej, do której przylega płytka szklana (4), powleczone jednostronnie powłoką perowskitową (5) z przylegającą do niej drugą analogiczną płytką szklaną (4').
5. Panel fotowoltaiczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że każde jego ogniwo fotowoltaiczne (1) posiada element folii elektroizolacyjnej (3) jednostronnie klejącej, do której przylega powłoka perowskitowa (5), połączona z płytką szklaną (4), której druga powierzchnia powleczone jest kolejną powłoką perowskitową (5') z przylegającym do niej elementem folii elektroizolacyjnej (3').

Rysunki





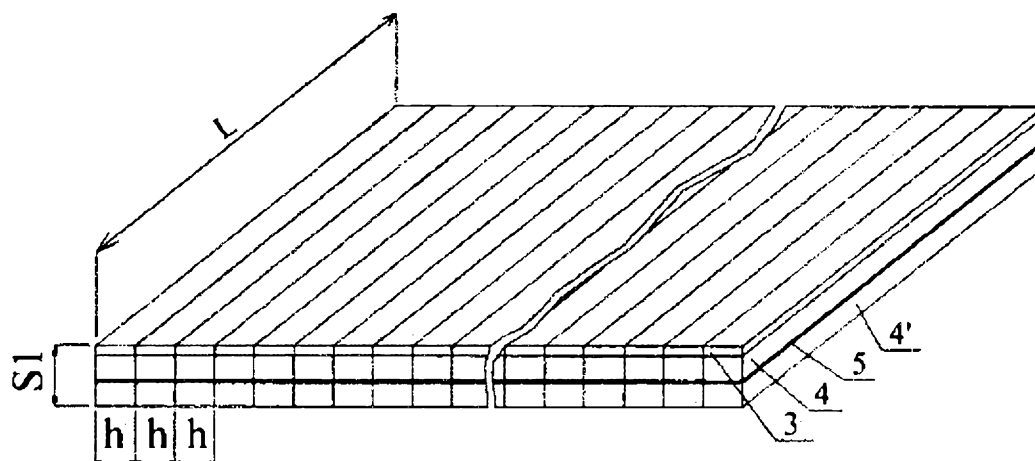


Fig. 9