

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **237991**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **430226**

(22) Data zgłoszenia: **12.06.2019**

(51) Int. Cl.

G01J 1/42 (2006.01)

A61B 6/00 (2006.01)

(54) **Urządzenie do oceny bezpieczeństwa fotobiologicznego oświetlenia typu LED**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.12.2020 BUP 26/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.06.2021 WUP 13/21

(73) Uprawniony z patentu:

**GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA,
Katowice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**EWA LISIECKA, Nakło Śląskie, PL
ŁUKASZ PIERZCHAŁA, Bytom, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Monika Błaszczyk

PL 237991 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompaktowe, przenośne urządzenie do oceny bezpieczeństwa fotobiologicznego oświetlenia typu LED.

Postępująca urbanizacja niesie ze sobą konieczność zmian infrastruktury oświetleniowej, w związku z tym coraz bardziej popularne stają się półprzewodnikowe źródła światła LED (ang. Light Emitting Diodes), zarówno w oświetleniu zewnętrznym, jak i wewnętrznym. Niewłaściwy dobór lub niska jakość poszczególnych komponentów emitera lub opraw oświetleniowych mogą wpływać na bezpieczeństwo ludzi narażonych na emitowane przez nie promieniowanie optyczne.

Diody LED wytwarzają światło w wyniku zjawiska rekombinacji promienistej pary elektron-dziura charakterystycznego dla półprzewodników. Tak powstałe promieniowanie optyczne odznacza się największym natężeniem w zakresie długości fal 430–480 nm, tj. światła niebieskiego. Zakres emisyjny obejmuje także promieniowanie ultrafioletowe – UV (od 200 nm do 400 nm).

Wytworzone światło pobudza luminofor generujący światło żółte. W wyniku zmieszania promieniowania żółtego i niebieskiego powstaje promieniowanie o szerokim zakresie widmowym, odbierane przez oko ludzkie jako kolor biały. Różnorodny skład chemiczny luminoforu umożliwia wytwarzanie światła białego o różnych rozkładach widmowych, zawierającego również promieniowanie z zakresu UV. Ilość emitowanego promieniowania dla poszczególnych przedziałów widmowych może ulegać zmianie wraz ze starzeniem się lampy i jej komponentów. Wykazano również negatywny wpływ światła niebieskiego na wzrok – ekspozycja na niebieskie światło może być przyczyną zmian zwyrodnieniowych siatkówki i plamki żółtej [Tosini G., Ferguson I. and Tsubota K. 2016. Effects of blue light on the circadian system and eye physiology. *Molecular vision*, 22, 61–72]. I tak w przypadku sztucznych źródeł światła najkrótsze dopuszczalne czasy zagrożenia siatkówki oświeczone światłem niebieskim występują dla źródeł LED [Elżbieta Janosik, Stanisław Marzec, Właściwości Światła Niebieskiego *Polish Journal for Sustainable Development* Tom 21 (2) 2017r.]. Dane literaturowe, wskazują także na wpływ światła niebieskiego na poziom aktywności organizmu, senność i koncentrację.

Aby ocenić stopień bezpieczeństwa stosowanych systemów lampowych należy dokonywać ich przeglądów okresowych pod kątem spełniania wymogów normatywnych, dotyczących lamp i systemów lampowych, zawartych w dokumencie CIE TN003-215, uwzględniając ich oddziaływanie fotobiologiczne.

Ze względu na wpływ promieniowania UV na organizmy żywe, wyróżniono trzy pasma obejmujące następujące przedziały długości fali: UVA od 315 nm do 400 nm, UVB od 280 nm do 315 nm i UVC od 100 do 280 nm. UVC jest najsilniej absorbowany przez powietrze (zwłaszcza w zakresie długości fali od 180 nm do 200 nm), nie stanowi zatem poważnego zagrożenia dla zdrowia ludzi i organizmów żywych. Natomiast promieniowanie z zakresu UVA i UVB oraz światła niebieskiego, wykazuje duży wpływ na zdrowie i samopoczucie ludzi. Promieniowanie nadfioletowe jest najbardziej czynnym biologicznie promieniowaniem optycznym. Wywołuje szereg efektów szkodliwych dla organizmu zależnych od długości fali, natężenia oraz rodzaju ekspozycji i czasu ekspozycji. Konieczna jest zatem skuteczna kontrola narażenia na promieniowanie UV.

Znane są z opisów zgłoszeniowych różne typy sensorów UV.

Z opisu wynalazku US4962910 znane jest urządzenie pomagające zapobiegać oparzeniom słonecznym ludzkiej skóry. W urządzeniu tym, wartości krytyczne dotyczące oparzeń słonecznych odpowiadające wielu wartościom współczynnika ochrony przeciwsłonecznej są wyświetlane po wprowadzeniu danych typu skóry użytkownika. Łączne dawki promieniowania UV mierzone w określonych przedziałach czasowych porównuje się z wartościami krytycznymi dotyczącymi oparzeń słonecznych odpowiadającymi wyżej wymienionym wartościom współczynnika ochrony przeciwsłonecznej. Urządzenie wyposażone jest w alarm zwracający uwagę użytkownika, aby zapobiec jego oparzeniom słonecznym za każdym razem, gdy każda z krytycznych wartości pokrywa się ze zmierzonymi dawkami promieniowania.

Z opisu wynalazku US5365068 znane jest przenośne urządzenie do obliczania optymalnego bezpiecznego współczynnika płynu do ochrony przeciwsłonecznej (SPF), który ma być stosowany przez użytkownika w lokalnych warunkach otoczenia. Użytkownik wprowadza swój typ skóry (jasny, średni lub ciemny) oraz czas, który chce spędzić na słońcu.

Urządzenie następnie oblicza odpowiedni numer SPF, gdy środki do wykrywania promieniowania ultrafioletowego (UV) są wystawione na działanie istniejących warunków światła. Urządzenie powiadamia użytkownika, gdy osiągnięta zostanie z góry określona ilość czasu ekspozycji. Urządzenie zawiera

ogniwo fotowoltaiczne (PV) do zasilania własnego z podtrzymaniem baterijnym, jeśli warunki oświetlenia otoczenia, a tym samym generowane moce fotowoltaiczne, spadają poniżej ustalonego progu.

Z opisu wynalazku US6936824 znane jest przenośne urządzenie, zawierające obudowę mającą wbudowany obwód i klucz wejściowy, otwór na promieniowanie ultrafioletowe i wyświetlacz, które są połączone z obudową jako jeden korpus. Czujnik ultrafioletowy znajduje się we wnętrzu otworu do odbioru promieniowania ultrafioletowego. To przenośne urządzenie zawiera środki do odbierania danych o charakterystyce skóry użytkownika względem opalenizny z klucza wejściowego i danych pomiarowych o ilości promieniowania ultrafioletowego z czujnika ultrafioletowego, do przewidywania stanu opalonej skóry użytkownika z tych danych i do generowania danych do wyświetlania obrazu o przewidywanym stanie opalonej skóry użytkownika. Obraz, który jest oparty na danych wygenerowanych w ten sposób, jest wyświetlany na wyświetlaczu, umożliwiając użytkownikowi potwierdzenie stanu skóry.

Z opisu wynalazku US8044363 znane jest przenośne urządzenie do wykrywania UV. W jednym przykładzie wykonania urządzenie do wykrywania UV zawiera urządzenie do wykrywania UV zintegrowane z urządzeniem do pomiaru typu skóry. Sterownik może być zawarty w urządzeniu, które komunikuje się z urządzeniem do pomiaru typu skóry i urządzeniem do wykrywania UV. Kontroler może dostarczyć użytkownikowi informacje o ilości promieniowania ultrafioletowego obecnego w środowisku. W alternatywnym przykładzie wykonania urządzenie do wykrywania UV zawiera urządzenie do wykrywania UV w połączeniu z czujnikiem światła. Czujnik światła może być skonfigurowany do aktywowania urządzenia do wykrywania UV, jeśli światło o określonej intensywności jest obecne w środowisku. Opisane powyżej urządzenie do wykrywania UV może być skonfigurowane do pomiaru promieniowania UVA, promieniowania UVB i/lub promieniowania UVC.

Powyższe urządzenia, umożliwiają monitorowanie intensywności promieniowania UV i pozwalają uniknąć nadmiernej ekspozycji ich użytkowników. Za ich pomocą możliwe jest również określenie typu skóry i sygnalizacja przekroczenia poziomu ekspozycji dla danego rodzaju skóry.

Znane są również osobiste dozymetry promieniowania UV, przykładowo opis wynalazku US5612541 i US4308459, z fotoczułymi warstwami zmieniającymi kolor pod wpływem promieniowania ultrafioletowego, sygnalizujące narażenie na ekspozycję.

Niedogodnością powyższych rozwiązań jest to, że dedykowane są głównie do pomiarów UV emitowanego przez słońce.

Zaistniała więc potrzeba skonstruowania urządzenia przeznaczonego dla oświetlenia typu LED.

Cel ten realizuje urządzenie do oceny bezpieczeństwa fotobiologicznego oświetlenia typu LED według wynalazku, umożliwiające pomiar promieniowania optycznego w zakresie UV i niebieskim.

Istotą urządzenia do oceny bezpieczeństwa fotobiologicznego oświetlenia typu LED według wynalazku jest to, że ma układ optyczny i rejestrator zintegrowany z wyświetlaczem, przy czym układ optyczny stanowią dwa usytuowane względem siebie równoległe tory: tor analizujący promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym, który stanowi dwuwypukła soczewka, zabudowana za nią soczewka płasko-wklęsło-cylindryczna oraz zabudowane za nią dwa detektory, i tor analizujący promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB, który stanowi dwuwypukła soczewka, zabudowana za nią soczewka płasko-wklęsło-cylindryczna, zabudowany za nią filtr optyczny oraz zabudowane za nim dwa detektory.

Korzystnie dwuwypukła soczewka w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym jest usytuowana tak, że skupia promieniowanie w ognisku zabudowanej za nią szeregowo soczewki płasko-wklęsło-cylindrycznej.

Korzystnie soczewka płasko-wklęsło-cylindryczna w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym jest usytuowana tak, że formuje promieniowanie w linię prostą i kieruje je na dwa detektory.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym jeden detektor to detektor mierzący natężenie oświetlenia w przedziale długości fali od 400 nm do 700 nm, stanowiący zintegrowany z urządzeniem luxomierz.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym drugi detektor to detektor do pomiarów iradiacji (natężenia napromieniowania) w zakresie promieniowania niebieskiego.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym oba detektory są względem siebie równoległe.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym każdy z detektorów połączony jest z rejestratorem zintegrowanym z wyświetlaczem.

Korzystnie dwuwypukła soczewka w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB jest usytuowana tak, że zbiera promieniowanie w zakresie UV i skupia je w ognisku soczewki płasko-wklęsło-cylindrycznej.

Korzystnie soczewka płasko-wklęsło-cylindryczna w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB jest usytuowana tak, że formuje promieniowanie w linię prostą i kieruje je na dwa detektory.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB filtr optyczny stanowi filtr przepuszczający promieniowanie w zakresie od 250 nm do 400 nm.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB jeden detektor stanowi fotodioda krzemowa, najlepiej do pomiarów w zakresie od 231 nm do 309 nm.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB drugi detektor jest zintegrowanym detektorem promieniowania UVA i UVB w zakresie od 280 nm do 560 nm.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB oba detektory są względem siebie równoległe.

Korzystnie w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB każdy z detektorów połączony jest z rejestratorem zintegrowanym z wyświetlaczem.

Polska norma PN-EN62471 podaje wytyczne do oceny bezpieczeństwa fotobiologicznego lamp i systemów lampowych z uwzględnieniem opraw oświetleniowych.

Nowe urządzenie dedykowane jest pomiarom promieniowania optycznego w zakresie UV i niebieskim lamp i systemów lampowych zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i terenowych. Wbudowany w urządzenie luksomierz pozwala na prowadzenie pomiarów w odpowiedniej odległości od źródła światła tj. 500 lx. Pomiary w różnych zakresach widmowych mogą być wykonywane równocześnie i wyświetlane na wyświetlaczu.

Zakres pracy detektorów jest dopasowany do zakresów długości fali podanych w przytoczonej powyżej normie, odnoszących się do pomiarów granicy ekspozycji: oka i skóry promieniowaniem aktywnym (od 200 nm do 400 nm), oka promieniowaniem UVA (od 315 nm do 400 nm) oraz oka i siatkówki światłem niebieskim (od 300 nm do 700 nm).

Uzyskanie wyników pomiarów w określonych przedziałach długości fali dla promieniowania UV, możliwe jest dzięki zastosowaniu dwóch detektorów: jednego zintegrowanego detektora UVAB i fotodiody krzemowej pracującej w zakresie promieniowania UVB. Wartość promieniowania UVA uzyskiwana jest z różnicy wskazań miernika zintegrowanego UVAB i UVB. Dodatkowo na oba detektory nałożony jest filtr optyczny ograniczający widmowy zakres pracy detektora zintegrowanego UAB.

W celu określenia ryzyka zagrożenia fotobiologicznego spowodowanego promieniowaniem emitowanym przez lampy, należy powierzchnię czynną detektorów skierować w kierunku badanego źródła światła. Najlepiej pomiar wykonywać w miejscu, w którym natężenie oświetlenia z badanej lampy wynosi 500 lx. Urządzenie informuje (na wyświetlaczu) o przekroczeniu dopuszczalnej wartości emisji promieniowania w danym przedziale widmowym.

Przedmiot wynalazku opisano w przykładzie realizacji oraz ukazano na rysunku, na którym **Fig. 1** przedstawia urządzenie w widoku ogólnym, **Fig. 2** przedstawia wnętrze urządzenia w widoku z boku, a **Fig. 3** przedstawia wnętrze urządzenia w przekroju wzdłuż linii A-A zaznaczonej na **Fig. 2**.

Urządzenie ma układ optyczny, który stanowią cztery soczewki **1, 2, 9, 10** tworzące dwa toru pomiarowe: pierwszy analizujący promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym oraz drugi dedykowany pomiarom UV.

Pierwszy tor pomiarowy stanowi **1**- dwuwypukła soczewka skupiające promieniowanie w ognisku soczewki **2**, która jest płasko-wklęsłą soczewką cylindryczną pozwalającą na formowanie promieniowania w linię prostą na detektorach **3** i **4**. Detektor **3** mierzy natężenie oświetlenia w przedziale długości fali od 400 nm do 700 nm i stanowi zintegrowany z urządzeniem luxomierz. Detektor **4** umożliwia realizację pomiarów irradacji (natężenia napromieniowania) w zakresie promieniowania niebieskiego. Każdy z detektorów **3** i **4** połączony jest z rejestratorem zintegrowanym z wyświetlaczem **5**. Detektory **3** i **4** zabudowane są względem siebie równoległe w urządzeniu.

Drugi tor pomiarowy dedykowany jest pomiarów UVA i UVB. Elementem wejściowym toru pomiarowego są dwie soczewki **9** i **10**. Dwuwypukła soczewka **10** zbiera promieniowanie w zakresie UV i skupia je w ognisku soczewki płasko-wklęsłej cylindrycznej **9**, która formuje promieniowanie w linię prostą na detektorach **6** i **7**. Detektor **7** jest zintegrowanym detektorem promieniowania UVA i UVB w zakresie od 280 nm do 560 nm. Detektor **6** stanowi fotodiody krzemowa, która umożliwia realizację pomiarów w zakresie od 231 nm do 309 nm. Oba detektory **6** i **7** połączone są z rejestratorem zintegrowanym

z wyświetlaczem **5**. W celu dopasowania zakresu pomiarowego urządzenia do polskiej normy przed detektorami **6** i **7** zainstalowano filtr optyczny **8** przepuszczający promieniowanie w zakresie od 250 nm do 400 nm. Detektory **6** i **7** zabudowane są względem siebie równolegle w urządzeniu.

Cały opisany powyżej układ pomiarowy zamknięty jest w obudowie zewnętrznej **11**.

Zaproponowane rozwiązanie konstrukcyjne, dzięki wbudowanym algorytmom obliczeniowym, umożliwia odniesienie uzyskanych wyników do wytycznych normatywnych i wyświetlenie na wyświetlaczu kategorii ryzyka mierzonej oprawy oświetleniowej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do oceny bezpieczeństwa fotobiologicznego oświetlenia typu LED **znamiennie tym**, że ma układ optyczny i rejestrator zintegrowany z wyświetlaczem (**5**), przy czym układ optyczny stanowią dwa usytuowane względem siebie równolegle tory: tor analizujący promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym, który stanowi dwuwypukła soczewka (**1**), zabudowana za nią soczewka (**2**) płasko-wklęsło-cylindryczna oraz zabudowane za nią dwa detektory (**3**, **4**), i tor analizujący promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB, który stanowi dwuwypukła soczewka (**9**), zabudowana za nią soczewka (**10**) płasko-wklęsło-cylindryczna, zabudowany za nią filtr optyczny (**8**) oraz zabudowane za nim dwa detektory (**6**, **7**).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że dwuwypukła soczewka (**1**) w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym jest usytuowana tak, że skupia promieniowanie w ognisku zabudowanej za nią szeregowo soczewki (**2**) płasko-wklęsło-cylindrycznej.
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że soczewka (**2**) płasko-wklęsło-cylindryczna w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym jest usytuowana tak, że formuje promieniowanie w linię prostą i kieruje je na dwa detektory (**3**, **4**).
4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym jeden detektor (**3**) to detektor mierzący natężenie oświetlenia w przedziale długości fali od 400 nm do 700 nm, stanowiący zintegrowany z urządzeniem luxomierz.
5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym drugi detektor (**4**) to detektor do pomiarów iradiacji (natężenia napromieniowania) w zakresie promieniowania niebieskiego.
6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym oba detektory (**3**, **4**) są względem siebie równoległe.
7. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie widzialnym każdy z detektorów (**3**, **4**) połączony jest z rejestratorem zintegrowanym z wyświetlaczem (**5**).
8. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że dwuwypukła soczewka (**9**) w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB jest usytuowana tak, że zbiera promieniowanie w zakresie UV i skupia je w ognisku soczewki (**10**) płasko-wklęsło-cylindrycznej.
9. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że soczewka (**10**) płasko-wklęsło-cylindryczna w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB jest usytuowana tak, że formuje promieniowanie w linię prostą i kieruje je na dwa detektory (**6**, **7**).
10. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB filtr optyczny (**8**) stanowi filtr przepuszczający promieniowanie w zakresie od 250 nm do 400 nm.
11. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB jeden detektor (**6**) stanowi fotodioda krzemowa, najlepiej do pomiarów w zakresie od 231 nm do 309 nm.
12. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB drugi detektor (**7**) jest zintegrowanym detektorem promieniowania UVA i UVB w zakresie od 280 nm do 560 nm.
13. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB oba detektory (**6**, **7**) są względem siebie równoległe.

14. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w torze analizującym promieniowanie optyczne w zakresie UVA i UVB każdy z detektorów (6, 7) połączony jest z rejestratorem zintegrowanym z wyświetlaczem (5).

Rysunki

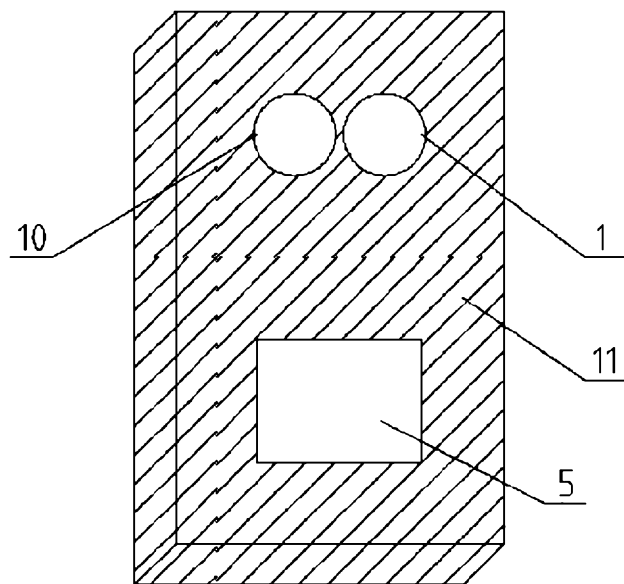
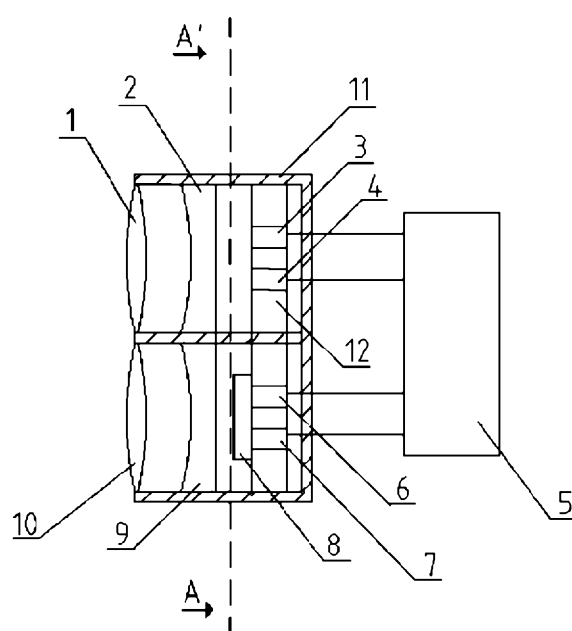
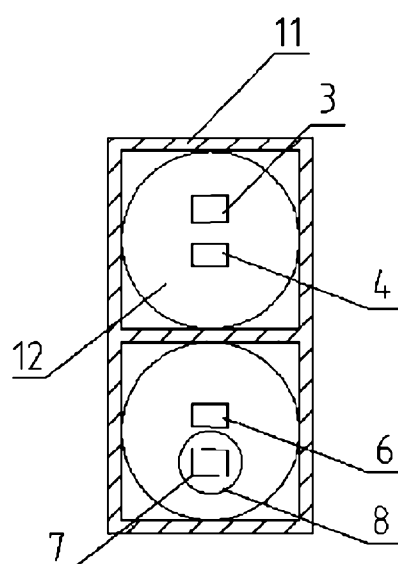


Fig. 1

**Fig. 2****Fig. 3**